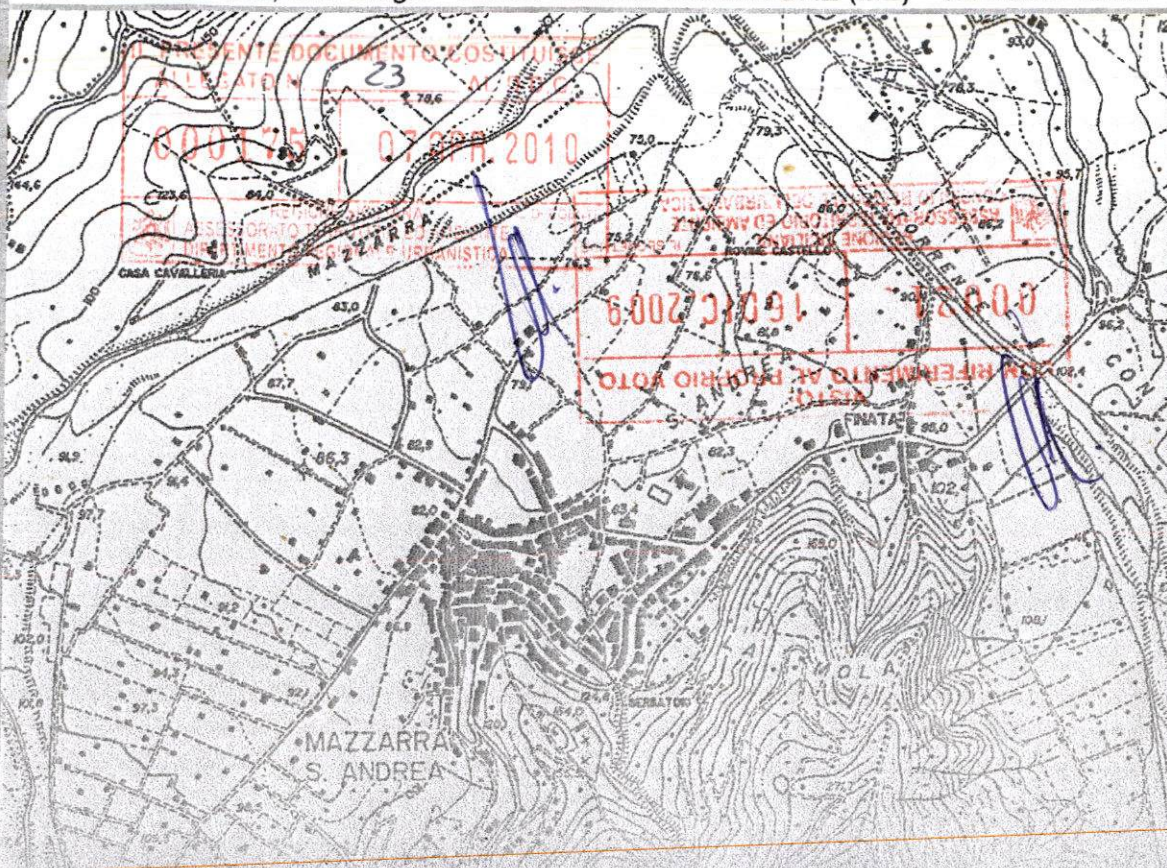




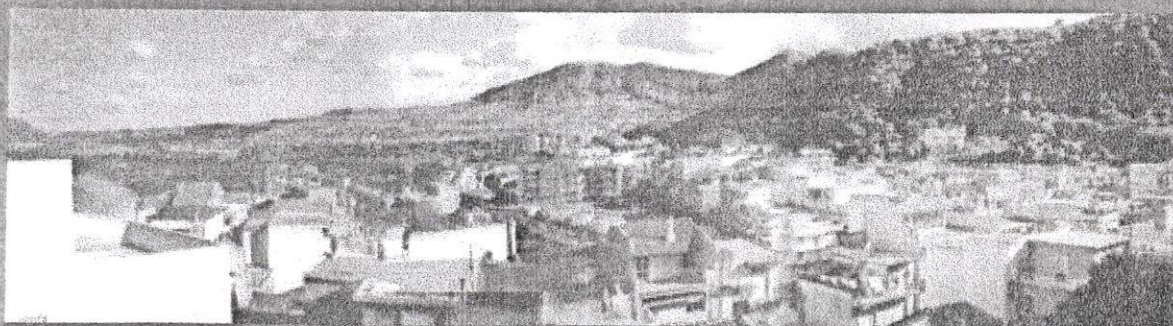
STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA E GEOFISICA

Geologo Dott. Orazio Bucca

Via Nazionale 302, San Biagio - 98050 TERME VIGLIATORE (ME) - Tel 0909740934



COMUNE DI MAZZARRA' S. ANDREA Provincia di MESSINA



UFFICIO DEL GENIO CIVILE

MESSINA

Oggetto:

Piano regolatore generale

Visto con riferimento alla nota di pari numero
e data esprimente parere favorevole ai sensi
dell'Art. 13 della Legge 2-2-1974 n. 64.

N.

07/16

Mess

9 MAR 2007

L'INGEGNERE CAPO

A. PASTICCIONE



Il Sindaco



Il Geologo

Dott. Orazio Bucca

ALLEGATO ALLA DELIBERA DEL
CONSIGLIO STRAORDINARIO N° 6 DEL 22.03.2007

RELAZIONE GEOLOGICA

SOMMARIO

1.0	PREMESSA.....	3
2.0	DESCRIZIONE DELLE CARTE TEMATICHE	6
3.0	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	12
4.0	ANALISI CLIMATOLOGICA	14
4.1	<i>Regime anemometrico dell'aria</i>	15
4.2	<i>Orografia e correlazione con fattori meteoclimatici.....</i>	16
4.3	<i>Situazione meteorologica con vento a componente settentrionale</i>	17
4.4	<i>Situazione meteorologica con vento a componente meridionale.....</i>	19
4.5	<i>Analisi dei dati anemometrici</i>	19
4.6	<i>Temperatura.....</i>	22
4.7	<i>Umidità relativa</i>	23
4.8	<i>Radiazione solare.....</i>	23
4.9	<i>Precipitazioni.....</i>	24
4.10	<i>Caratteristiche idrologiche</i>	27
4.10.1	<i>Stima delle portate di massima piena</i>	27
4.10.1	<i>Calcolo del tempo di corrivazione.....</i>	35
5.0	CENNI DI SISMICITA'	38
5.1	<i>Area del golfo di Patti.....</i>	39
5.2	<i>Area di Messina.....</i>	39
5.3	<i>Retta magnitudo-frequenza.....</i>	43
5.4	<i>Periodi di rottura.....</i>	43
5.5	<i>Storia sismica del territorio.....</i>	44
5.6	<i>Scuotibilità dell'area.....</i>	46
6.0	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE	52
6.1	<i>Configurazione morfologica del territorio</i>	52
6.2	<i>Dinamica geomorfologica e modellamento dei versanti</i>	53
6.3	<i>Fenomeni erosivi e di dissesto</i>	55
7.0	FENOMENI MORFOEVOLUTIVI RILEVATI SUL TERRITORIO	58
8.0	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE.....	63
8.1	<i>Indagini.....</i>	63
8.2	<i>Inquadramento geologico generale.....</i>	63
8.3	<i>Terreni presenti nel territorio comunale</i>	64

9.0 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE	74
<u>9.1 Terreni a permeabilità elevata per porosità.....</u>	74
<u>9.2 Terreni a permeabilità elevata per fratturazione.....</u>	75
<u>9.3 Terreni a permeabilità medio-bassa</u>	75
<u>9.4 Terreni impermeabili.....</u>	77
<u>9.5 Carta della permeabilità.....</u>	77
<u>9.6 Acquiferi e modalità di circolazione sotterranea.....</u>	78
10.0 CARTA DELL'ACCLIVITA'	81
11.0 CONDIZIONI DI STABILITÀ DEI VERSANTI.....	84
12.0 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA	89
13.0 INDAGINE GEOFISICA	100
<u>13.1 Sondaggi elettrici verticali. Modalità d'esecuzione ed attrezzatura adoperata</u>	100
<u>13.2 Risultati dell'interpretazione e descrizioni geologiche.....</u>	101
<u>13.3. Prospezione sismica a rifrazione</u>	106
<u>13.4 Risultati dell'interpretazione e descrizioni geologiche.....</u>	107
14.0 INDAGINI IN SITO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	111
<u>14.1 Descrizione litostratigrafica</u>	112
<u>14.2 Caratterizzazione geotecnica.....</u>	119
<u>14.3 Terreni incoerenti.....</u>	119
<u>14.4 Argille scagliose.....</u>	120
<u>14.5 Terreni lapidei.....</u>	120
15.0 ZONIZZAZIONE IN CLASSI DI SUSCETTIVITA' ALL'UTILIZZAZIONE	124

1.0 PREMESSA

Al fine di urbanizzare nuove aree comunali e risanare quelle già esistenti, assume fondamentale importanza il criterio di scelta delle stesse per una corretta gestione del territorio.

Nell'ambito della progettazione del Piano Regolatore Generale affidata all'Arch. Pantè. Ing. Calcagno ed ing. Campagna, l'Amministrazione Comunale di Mazzarrà S. Andrea ha incaricato lo scrivente Dott. Geol. Orazio Bucca di redigere lo studio geologico, geomorfologico di tutto il territorio comunale conformemente alle vigenti leggi e tale studio risulta parte integrante dello stesso P.R.G..

Il lavoro esamina le caratteristiche morfologiche, geologiche, idrogeologiche, di acclività, geotecniche e le condizioni di stabilità dei litotipi affioranti entro i confini di tutto il territorio comunale.

Lo studio è stato articolato nelle seguenti fasi:

a) STUDIO GEOMORFOLOGICO :

comprende la descrizione dei principali lineamenti morfologici ed in particolare dei fenomeni di erosione e dissesti;

b) STUDIO GEOLITOLOGICO :

eseguito mediante rilevamento geologico-stratigrafico del comprensorio comunale, con la descrizione dei principali litotipi affioranti, delle caratteristiche litologiche, dei rapporti di giacitura e spessori, dei lineamenti tettonici;

c) STUDIO IDROGEOLOGICO :

eseguito mediante l'analisi dei lineamenti essenziali della circolazione idrica superficiale e profonda, in relazione anche allo smaltimento delle acque dilavanti ed alla protezione delle falde;

d) ZONIZZAZIONE IN CLASSI DI SUSCETTIVITA' :

comprende l'identificazione del territorio in classi di suscettività alle trasformazioni e/o edificazioni in relazione all'utilizzazione dei suoli;

e) STUDIO GEOLOGICO-TECNICO :

effettuato mediante l'analisi di dettaglio, necessario a qualificare le specifiche condizioni di edificabilità del territorio, in relazione anche alle condizioni idrogeologiche e geomorfologiche, nonché ad indicare elementi definitivi che qualifichino quelle zone destinate ad insediamenti urbani sia pubblici che privati.

Tale studio è stato completato mediante l'esecuzione: di prove penetrometriche dinamiche, di sondaggi elettrici verticali; d'indagini sismiche.

Ovviamente, nella successiva fase di elaborazione dei piani attuativi particolareggiati, occorrerà approfondire i parametri geologici di tipo generale qui esposti, dettagliando altresì le carte in scale adeguata.

Lo studio così articolato è composto dai seguenti elaborati :

Tav. I : Carta geomorfologica scala 1 : 10.000 ;

Tav. II : Carta geologica scala 1 : 10.000 ;

Tav. III : Carta idrogeologica scala 1 : 10.000 ;

Tav. IV : Carta delle acclività dei versanti scala 1 : 10.000 ;

Tav. V : Carta dell'analisi integrata scala 1 : 10.000 ;

Tav. VI : Carta della pericolosità geologica scala 1 : 10.000 ;

Tav. VII : Carta della pericolosità sismica scala 1 : 10.000 ;

Tav. VIII : Carta litotecnica scala 1 : 10.000 ;

Tav. IX : Carta di zonizzazione in classi di suscettività all'utilizzazione scala 1 : 10.000;

Tav. XIV : Planimetria generale con ubicazione dei sondaggi scala 1 : 10.000 .

Gli elaborati grafici sono stati redatti in carte topografiche di base in scala 1 : 10.000 e, compatibilmente con gli strumenti utilizzati sono forniti anche su supporto digitale.

A corredo dello studio sono state inoltre allegati :

- n° 3 sezioni geologiche schematiche scala 1 : 2.000;
- diagrammi di resistività apparente;
- dromocrone e sezioni sismiche;
- istogrammi penetrometrici.

2.0 DESCRIZIONE DELLE CARTE TEMATICHE

Le carte tematiche costituiscono delle tavole che sintetizzano quanto scaturito dalle indagini e studi eseguiti. Attraverso la rappresentazione grafica, che risulta d'immediata ed intuitiva comprensione, esse tendono a rappresentare ed evidenziare le eventuali problematiche esistenti nelle varie zone di un determinato territorio. Pertanto tali carte forniscono al progettista un valido supporto su cui operare le proprie scelte di pianificazione territoriale.

TAV I : CARTA GEOMORFOLOGICA

L'elaborato raffigura i processi connessi con l'azione della gravità e delle acque superficiali. Riporta quindi i caratteri morfografici, ne interpreta l'origine, in funzione dei processi passati o presenti che le hanno generati, stabilendone la sequenza cronologica, con una particolare distinzione tra le forme ancora in evoluzione e quelle non più in attività.

Un documento così concepito trova anche importanti utilizzazioni nel campo delle applicazioni pratiche.

TAV II : CARTA GEOLOGICA

Questa carta si fonda essenzialmente su tre categorie di dati rilevati in campagna: litologici, stratigrafici e tettonici. Con tali contenuti è stato rappresentato un documento di base per la realizzazione delle successive carte tematiche derivate, ottenute mediante una relazione degli argomenti e un approfondimento specifico.

TAV III : CARTA IDROGEOLOGICA

La permeabilità, sia delle rocce che dei terreni quaternari, è un fattore d'importanza fondamentale in quanto le sovrapposizioni interstiziali che si formano principalmente nei terreni scioli impermeabili

sono fortemente destabilizzanti: diventa quindi importante localizzare i versanti che possono essere sottoposti a tale situazione.

L'elaborato comprende inoltre il censimento dei pozzi e delle sorgenti più significative, le probabili direzioni del flusso delle acque sotterranee e le caratteristiche geometriche degli acquiferi.

TAV IV : CARTA DELL'ACCLIVITA' DEI VERSANTI

Tramite questa vengono rappresentate le aree a uguale inclinazione del territorio.

La pendenza (o inclinazione, o acclività) dei versanti viene considerata uno dei fattori con la maggiore influenza sulla stabilità, in base alla constatazione che ad un aumento della pendenza corrisponde generalmente un aumento della frequenza dei fenomeni d'instabilità.

TAV : CARTA DI ANALISI INTEGRATA

Per la realizzazione di questo elaborato è stato necessario confrontare ed incrociare tra loro le carte tematiche di base (carta geolitologica, carta idrogeologica, carta dell'acclività, carta geomorfologica) relative alle varie cause d'instabilità, cioè ai fattori prima descritti. In particolare, dopo aver individuato tutti i processi del dissesto effettivamente presenti nell'area e le "cause" che li determinano, sono stati considerati quattro gruppi di processi geomorfologici, desunti da quelli presenti nei territori in esame: fluviali, di dilavamento, di imbibizione e colata, di ruscellamento concentrato.

Per ciascuno di questi processi è stato valutato il maggior grado di pericolosità a seconda di ciascun parametro considerato, cioè di ciascuna carta di base.

Ad esempio il dilavamento avrà la sua massima efficacia sui pendivi relativamente acclivi, costituiti da roccia impermeabile ed a piccola granulometria, nelle aree dove piove molto ed irregolarmente e dove non c'è copertura vegetale.

Sommando gli elaborati relativi ai fattori d'instabilità si è potuto definire per la carta di analisi integrata cinque classi d'instabilità indicate nella legenda.

TAV VI : CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA

E' una carta di sintesi derivante da un'attenta analisi delle carte esistenti (geomorfologica, geologica, idrogeologica, ecc..). Essa si propone di evidenziare attraverso la sovrapposizione grafica il grado di pericolosità derivante da implicazioni di tipo geologico delle zone prese in considerazione.

In essa vengono altresì evidenziate le zone soggette ad eventuali fenomeni di amplificazione sismica in funzione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dei terreni. La presenza di falda subsuperficiale determina ad esempio, un'amplificazione delle onde sismiche in quanto l'acqua è un fluido incompressibile e quindi rispetto alle onde P generate da un terreno si comporta come un corpo rigido, trasmettendo integralmente le sollecitazioni elastiche.

La propagazione dell'energia che si sprigiona durante un terremoto dipende da tutta una serie di fattori legati alla natura dei terreni attraversati: infatti il mezzo geologico attraversato si comporta da trasduttore, assorbendo selettivamente alcune frequenze ed amplificandone altre. Questo "Effetto filtro" assume particolare importanza se riferito agli strati superficiali, che vengono a diretto contatto con le opere di fondazione, i quali sono appunto interessati dal bulbo delle tensioni indotto dai carichi della struttura sovrastante.

In generale si può affermare che una roccia sciolta tende ad amplificare l'accelerazione massima in superficie rispetto a quellache riceve alla sua base.

Terreni incoerenti o poco coesivi tendono a filtrare le frequenze di oscillazione del suolo verso i valori più bassi dello spettro globale i quali, essendo prossimi ai periodi di oscillazione delle strutture, possono produrre i tanto temuti effetti di risonanza molto insidiosi per le strutture in genere.

Nei terreni lapidei, invece, l'effetto filtro non si manifesta per cui non si ha l'amplificazione delle basse frequenze, ma per conto consentono una più efficace propagazione delle onde S che saranno così integralmente trasmesse alle strutture.

TAV VII: CARTA DELLE ZONE A MAGGIORE PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

Anche questa è una carta di sintesi derivante da un'attenta analisi delle precedenti carte e da eventuali indagini specifiche.

Essa si propone di evidenziare attraverso la rappresentazione grafica le zone con differente comportamento sismico in funzione di vari fattori quali:

- velocità di propagazione delle onde S (onde di taglio);
- profondità della falda;
- presenza di terreni con scadenti caratteri fisico-meccanici;

tali da provocare ad esempio eventuali fenomeni di liquefazione o cedimenti diffusi nella coltre superficiale, ecc..

Per quanto concerne gli aspetti geosismici locali diventa particolarmente importante definire le caratteristiche elastiche del terreno di fondazione, in relazione anche alle caratteristiche macrosismiche dell'area.

Uno degli effetti più pericolosi che un evento sismico può provocare è quello della distruzione della struttura di un terreno saturo, in presenza di falda: tale fenomeno viene innescato in seguito alle sollecitazioni cicliche prodotte dal terremoto, le quali inducono il trasferimento degli sforzi intergranulari (che danno la capacità portante di un terreno non coesivo) dallo scheletro solido alla fase liquida interstiziale. In pratica si realizza un notevole incremento delle pressioni interstiziali, con conseguente diminuzione della resistenza al taglio, che per terreni sabbiosi si manifesta con la così detta liquefazione.

In una siffatta condizione il comportamento del terreno non coesivo è assimilabile a quello di un fluido viscoso, pertanto, non essendo più un deposito sabbioso in grado di sopportare alcuna

sollecitazione indotta da carichi esterni, gli eventuali manufatti che poggiano su di esso tendono a sprofondare per il collassamento appunto del substrato.

I fattori che controllano il fenomeno della liquefazione sono molteplici:

- granulometria del sedimento;
- dimensioni e stato di addensamento del deposito;
- storia genetica e pensionale del deposito;
- eventuali pressioni di sconfinamento (carichi) al contorno e possibilità di drenaggio o meno;
- caratteristiche dell'onda elastica o meglio dello spettro (ampiezza, frequenza, angolo d'incidenza) e durata del fenomeno sismico.

Affinché si verifichi quindi il fenomeno della liquefazione è necessaria la concomitanza di svariati fattori, la mancanza dei quali non produce alcun effetto tangibile.

Tuttavia essendo i depositi alluvionali caratterizzati da frequenti quanto imprevedibili variazioni granulometriche orizzontali e verticali ("eteropie" legate all'originaria facies deposizionale), anche la risposta sismica locale potrebbe variare sensibilmente. Si rende necessario quanto indispensabile pertanto, prima della realizzazione di qualsiasi opera progettuale, eseguire opportune e puntuali indagini al fine di ottenere un'adeguata caratterizzazione geotecnico-sismica ed una valutazione del potenziale di liquefazione in termini locali.

TAV VIII : CARTA LITOTECNICA

A partire dalle informazioni presenti nella carta geologica di base e con il supporto dei dati delle indagini geognostiche, nella carta litotecnica vengono raggruppati vari litotipi in funzione delle loro caratteristiche fisico-meccaniche.

In essa vengono pertanto riportati lo spessore, la granulometria, l'origine dei granuli, la presenza o meno di frazione fine (matrice), il grado di cementazione, l'eventuale presenza della falda idrica ed i parametri geomeccanici orientativi.

TAV IX : CARTA DI ZONIZZAZIONE IN CLASSI DI SUSCETTIVITA'

ALL'UTILIZZAZIONE

Questa carta combina insieme le condizioni morfologiche, litologiche, ideologiche e di stabilità del territorio, suddividendolo in aree rispondenti a determinati requisiti che permettono d'individuare zone omogenee in ordine alla loro utilizzazione.

3.0 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il territorio comunale di Mazzarrà S. Andrea si localizza nel settore nord-occidentale dei Monti Peloritani e ricade nelle tavolette Furnari III NE, Novara di Sicilia III SE del Foglio n° 253 della carta topografica d'Italia dell' I.G.M.. Si estende in forma ovale, allungato in direzione N-S ed interessa una superficie di poco superiore a 7 kmq.

L'are in studio confina a nord con il territorio comunale di Terme Vigliatore, ad ovest con i territori di Tripi e Furnari, ad est con il territorio di Rodì Milici e a sud col territorio di Novara di Sicilia.

Si sviluppa quasi parallelamente in destra orografica del torrente Mazzarrà che ne costituisce anche per un buon tratto ad ovest il confine naturale amministrativo con i comuni di Furnari e Tripi, mentre ad est è delimitato dal versante sinistro orografico del torrente Brandino.

Il centro abitato è localizzato nella parte settentrionale del territorio comunale in destra idraulica del torrente Mazzarrà ed in sinistra idraulica del torrente Brandino, poco più a sud della loro confluenza.

Da un punto di vista plano-altimetrico esiste una ben netta differenziazione tra la fascia dei terreni sub-pianeggianti di quota media 100-110 m s.l.m. che costituiscono il centro abitato, posti tra i torrenti Brandino e Mazzarrà e la strada provinciale per Novara di Sicilia, e la fascia collinare-montana che borda ad oriente la rimanente parte del territorio comunale con quote medie superiori ai 350-550 m s.l.m..

Nella Tav. XII sono riportate n° 4 sezioni geologiche, dalle quali si può constatare come le variazioni altimetriche del territorio assumono aspetti considerevoli su distanze limitate con una stretta dipendenza fra morfologia e litologia dei terreni di fondovalle, di mezzacosta e di collina.

I profili evidenziano come in alcuni tratti l'alveo del torrente Mazzarrà è leggermente pensile rispetto alla piana alluvionale, mentre nella maggior parte della sua estensione, anche e soprattutto a seguito dell'attività antropica, si trovi a quota più bassa rispetto alla pianura alluvionale.

Pur nella limitata estensione, il territorio presenta interessanti e varie configurazioni morfologiche ed idrogeologiche.

La zona considerata, collinare basso-montana, che si estende a sud del centro abitato al di sopra delle isoipse 120-150, presenta una configurazione abbastanza irregolare con profonde incisioni che tagliano trasversalmente il pendio, ampie superfici d'erosione diffusa, pareti molto acclivi, terreni estremamente fessurati e dislocati.

Mentre aree a debole pendenza, con una blanda morfologia collinare o sub-pianeggiante, sono presenti alle più basse quote all'estremità settentrionale del territorio e lungo le sponde dei torrenti Mazzarrà e Brandino.

Sotto il profilo morfologico il paesaggio è caratterizzato per il 60% circa della sua estensione da rilievi montani con versanti acclivi o molto acclivi a tratti ripidi e ricchi di vegetazione.

La rete idrografica in tutto il territorio comunale è quindi molto articolata.

Essa è caratterizzata dai torrenti Mazzarrà e Brandino, e dai loro principali affluenti, i quali presentano i caratteri di fiumare, tipicamente con ampi fondovalle piatti alluvionati e delimitati da versanti molto ripidi.

A questi corsi d'acqua principali se ne associano numerosi secondari a carattere torrentizio con valli a V strette ed incise e con versanti ripidi e scoscesi.

Complessivamente si osserva un reticolo idrografico abbastanza articolato con regimi di tipo torrentizio che si estrinsecano in periodi prolungati di lunga siccità, alternati a periodi di piena.

All'interno del territorio comunale la viabilità principale è data da strade comunali e la S.S. 185 che collegano l'abitato di Mazzarrà S. Andrea con Novara di Sicilia e Terme Vigliatore, a queste si aggiungono numerose carrabili che attraversano l'intero territorio comunale.

4.0 ANALISI CLIMATOLOGICA (Caratteristiche climatiche generali)

Il clima che si riscontra nel territorio del Comune di Mazzarrà S. Andrea, poco si differisce da quello della restante isola, anche se alcune differenze sono riscontrabili per la complessità del territorio, che presenta varie zone e precisamente. la zona costiera pianeggiante, la zona basso e alto collinosa e la zona montuosa.

Quest'ultima, assieme ai due mari, lo Ionio ed il Mediterraneo, che bagnano le coste della Provincia, esercitano una marcata influenza sullo sviluppo delle condizioni del tempo.

La zona montuosa è rappresentata dai Monti Peloritani.

Questi rilievi sono climaticamente importanti costituendo, assieme ai Monti Nebrodi ed al massiccio delle Madonie, una barriera della lunghezza di circa 120 Km. e della larghezza di circa 20 Km.

Il livello medio di detto complesso orografico si aggira intorno ai 1.000 metri, mentre alcune cime isolate si spingono oltre i 1.500 metri, fino ai 1.847 metri di Monte Soro.

A questa dorsale si associa, poco più a Sud dei Nebrodi, l'imponente sistema montuoso dell'Etna con la sua vetta che si eleva a 3.323 metri sul mare.

Il clima della Sicilia orientale, oltre che per lo scambio termico esercitato dai due mari, è influenzato dall'effetto a "*pettine*" degli Appennini Siculi.

Tale effetto consiste in un sollevamento delle correnti provenienti dai quadranti settentrionali, che pur non essendo d'entità paragonabile a quello esercitato dai maggiori rilievi alpini ed appenninici, è tale che altera la distribuzione della pressione e, in notevole misura, il carattere delle masse d'aria nei bassi strati dell'atmosfera.

I rilievi montuosi, come si evince da quello fin qui esposto, sono gli elementi perturbatori più importanti, ma un altro fattore controlla il clima in maniera decisa: l'influenza dello Ionio e del Tirreno.

Quest'ultimo, segnatamente, è una reale ed importante fonte d'accumulo termico che mitiga costantemente la temperatura dell'aria.

La massa d'acqua, infatti, presenta in inverno valori di 13°-14° C, sia in superficie sia a grande profondità (500 metri), consentendo così un apporto termico verso l'atmosfera, che presenta valori inferiori d'alcuni gradi.

E' evidente che l'influenza termoregolatrice del mare è maggiore nelle zone costiere e collinari rispetto a quelle montuose, poiché i Peloritani ed i Nebrodi determinano un sensibile abbassamento dei valori della temperatura, legati all'altitudine, all'estensione del manto boscoso, alla frequenza e al tempo di persistenza al suolo delle precipitazioni nevose.

Da tutte le analisi sin qui esposte, si evince che il clima della Provincia di Messina, e quindi anche del territorio in esame, è prevalentemente marittimo e costante nelle parti litoranee e collinari, mentre nelle zone interne meno vicine al mare, e quindi soggette all'orografia ed alla vegetazione, appare più incostante.

Tenendo conto della distribuzione dei valori della temperatura e delle precipitazioni, il clima può essere classificato in caldo temperato o mediterraneo.

Tuttavia, questo carattere marittimo è più pronunciato sul versante settentrionale, che in quello orientale della provincia, perché quest'ultimo è esposto alle influenze esercitate dal Mar Ionio, meno tiepido del Tirreno.

4.1 REGIME ANEMOMETRICO DELL'ARIA

Lo studio del regime anemometrico nell'ambito del Comune di Mazzarrà S. Andrea. si presenta particolarmente complesso, per la concomitanza di diversi fattori, sia per le differenti e svariate situazioni meteorologiche che si avvicinano in ogni stagione, sia per la particolare conformazione orografica, per la già citata presenza dei due sistemi montuosi, che influenzano in maniera determinante l'andamento dei venti nei bassi strati dell'atmosfera.

Dal punto di vista anemometrico, l'area in esame è esposta ai venti provenienti dai quadranti settentrionali, in un range che va dai 270° (Ponente) ai 65° (Grecale), mentre rimane sottovento rispetto alle correnti provenienti dai quadranti meridionali per l'effetto schermante operato dai rilievi Nebroidei e Peloritani, nonché dall'imponente massiccio dell'Etna.

Mazzarrà S. Andrea, pertanto, risulta battuta dai venti provenienti dal settore tra Ovest e Nord-Est, che spirano spesso con notevole intensità, soprattutto in inverno ed in primavera.

Questo accenno preliminare di carattere geografico, evidenzia la difficoltà di mettere in chiaro il regime anemometrico a scala locale, in quanto i dati statistici disponibili delle stazioni meteorologiche in esame non sempre, corrispondono ai più soddisfacenti requisiti di rappresentatività, generalmente riscontrabili in altre aree più omogenee e pianeggianti.

Da quanto asserito in precedenza si desume che la situazione anemologicamente più importante è quella con vento a componente settentrionale.

4.2 OROGRAFIA E CORRELAZIONE CON FATTORI METEOCLIMATICI

Il territorio comunale di Mazzarrà S. Andrea è compreso fra la piana alluvionale ed i rilievi collinari basso-montani.

A Nord il suolo degrada gradualmente verso il mare, raggiungendo dapprima le estreme propaggini della Catena dei Peloritani ed in seguito la piana alluvionale

La particolare conformazione orografica dell'area produce due effetti: il primo, alquanto modesto, noto come "statu", si verifica allo spirare dei venti provenienti da Nord e Nord-Est con intensità da moderata a forte.

Per "statu" si definisce una corrente fredda ascendente che si forma sopravento nelle vallate come quelle a Sud dell'area in esame.

Questo modo produce un raffreddamento della massa d'aria, favorendo la condensazione del vapore acqueo e la successiva caduta di pioggia.

La differenza altimetrica, però non è tale da rendere rilevante il fenomeno, che si evidenzia con un modesto aumento della nuvolosità sulla verticale del Comune di Novara di Sicilia.

Il secondo effetto, è posto sempre in relazione con la spirale dei venti di matrice settentrionale.

Questa consiste in una variazione d'intensità e direzione del vento, dovuta soprattutto, alla rugosità del terreno, alla presenza di vegetazione, che attenua e devia il percorso del vento e alla particolare conformazione orografica del luogo.

La zona è altresì interessata da copiose rugiade, specialmente nelle notti di cielo sereno del semestre freddo, di conseguenza, la temperatura si abbassa di alcuni gradi, rispetto alla vicina costa e l'umidità relativa raggiunge valori prossimi alla saturazione.

4.3 SITUAZIONE METEOROLOGICA CON VENTO A COMPONENTE SETTENTRIONALE

Nel caso in esame i venti provengono da ponente e Maestro (270 ÷ 320 gradi), e sono i più frequenti ed i più forti.

Si tratta di un flusso d'aria umida ed instabile, d'origine atlantica, che si affaccia sul Mediterraneo attraverso la porta del "Mistral", tra le Cevenne e le Alpi settentrionali, o tra i Pirenei e le Cevenne, denominata porta di "Carcassone", ed invade il bacino tirrenico, sotto l'azione di un nucleo depressionario attestato sulla Scandinavia, come è visibile dalla mappa meteorologica relativa alla situazione del 20 Dicembre 1991 che è riportata in Fig. 1.

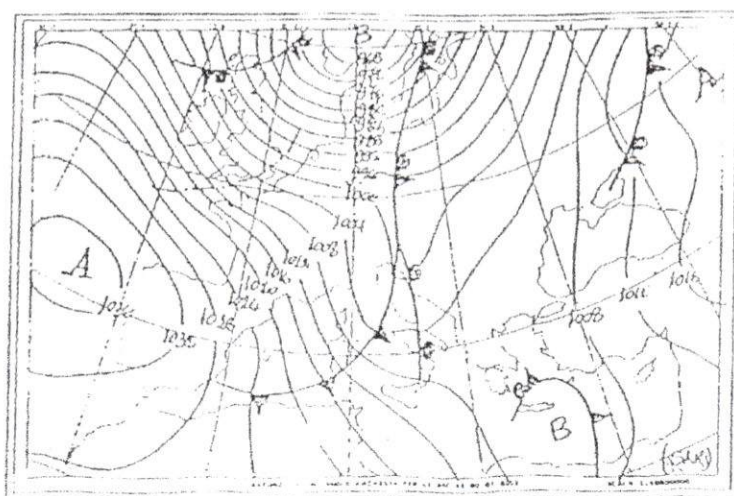


Fig.1

La configurazione barica di tali situazioni, con correnti tra Ovest e Nord-Ovest nell'area tirrenica, vede di solito una profonda depressione estesa dall'Europa centrosettentrionale all'Adriatico, in netto contrasto con una vasta area anticiclonica, che dalle Azzorre si estende fino all'Africa settentrionale.

Questo quadro delle pressioni al suolo fa sì che nell'area in esame i venti si orientino da Nord-Ovest, soffiando intensamente con raffiche che hanno raggiunto, talvolta, gli 80 nodi (148 Km/h).

Un'altra situazione barica di rilievo è quella caratterizzata da un flusso d'aria fredda e molto secca proveniente dalle regioni balcaniche, che di solito, si verifica tra l'Autunno e l'Inverno, ma che talvolta, si ravvisa anche in Primavera.

Lo scenario della pressione evidenzia un campo depressionario centrato tra lo Ionio ed il Mar di Levante, in contrasto con un vasto campo anticiclonico attestato sulla Gran Bretagna, come esposto nella mappa del 06 Dicembre 1991 riportata in Fig. 2 .

Questa situazione dà luogo a forti e gelidi venti da Nord-Est (20 - 60 gradi) e mentre le coste del versante tirrenico della Calabria sono sottovento, la Tramontana ed il Grecale si abbattono con violenza sulle coste Nord-Orientali della provincia di Messina.

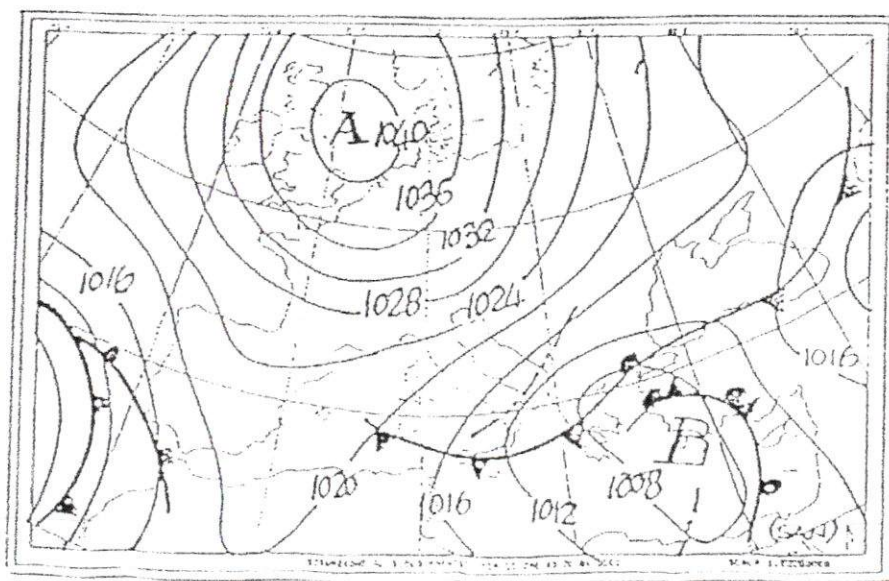


Fig. 2

4.4 SITUAZIONE METEOROLOGICA CON VENTO A COMPONENTE MERIDIONALE

Come già accennato nella premessa, i venti a componente meridionale risultano attenuati, o addirittura assenti, sull'area in esame.

Sorvolando sulle situazioni caratteristiche che determinano tale afflusso, si sottolinea che seppure i rilievi smorzano tali correnti, gli effetti indiretti sono ben presenti sul territorio, specie quando soffia lo scirocco, con un repentino innalzamento della temperatura e del tasso di umidità relativa, intorbidimento dell'atmosfera e possibili precipitazioni che, in taluni casi, inglobano una certa quantità di sabbia rossa, di provenienza sahariana.

4.5 ANALISI DEI DATI ANEMOMETRICI

I diagrammi polari delle frequenze percentuali e delle occorrenze del vento nelle otto direzioni principali, suddivisi per stagioni, forniti a corredo, sono il frutto di un'interpolazione operata sui dati anemometrici delle stazioni meteorologiche di Stromboli e Milazzo, in quanto non sono disponibili dati rilevati in loco.

Si è ritenuto opportuno avvalersi dei dati di dette stazioni, in quanto, oltre ad essere le più vicine, sono le più rappresentative ed omogenee per descrivere efficacemente il regime dei venti dell'area in esame.

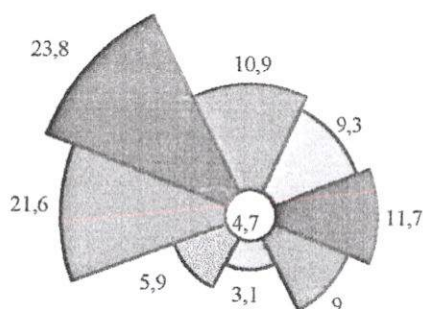
I grafici delle due pagine seguenti (fig. 3 e 4) raffigurano le frequenze percentuali e le occorrenze del vento nelle otto direzioni principali, suddivisi per stagioni.

Risulta evidente, come già affermato precedentemente, che la presenza dei Nebrodi a Sud, dell'Etna a Sud-Est, e dei Peloritani ad Est, ne attenua o, addirittura, ne annulla la forza.

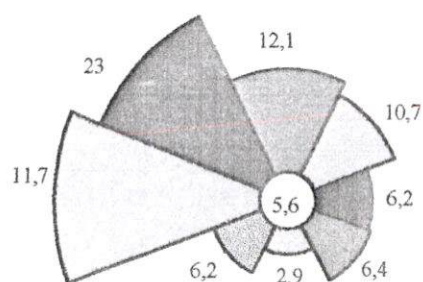
COMUNE DI MAZZARRA' S. ANDREA (ME)

(Interpolazione dati anemometrici di Stromboli e Milazzo)

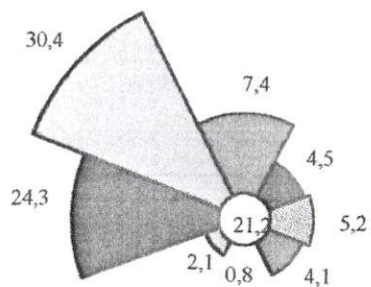
Distribuzione stagionale del vento secondo le 8 direzioni di provenienza



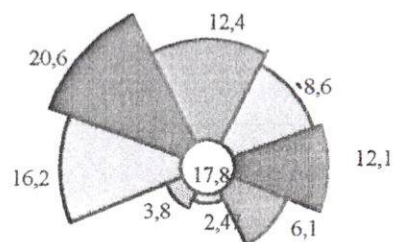
INVERNO



PRIMAVERA



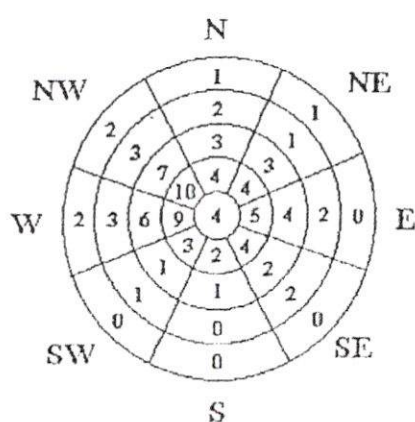
ESTATE



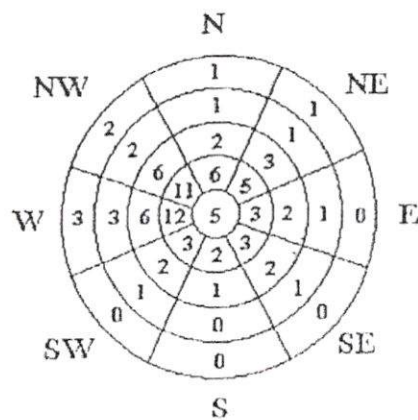
AUTUNNO

Fig. 3

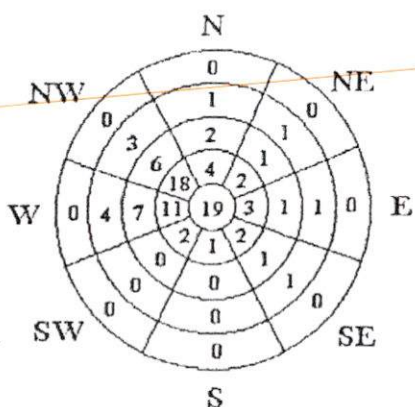
Distribuzione stagionale dell'intensità dei venti secondo le 8 direzioni di provenienza
(Giorni per stagione)



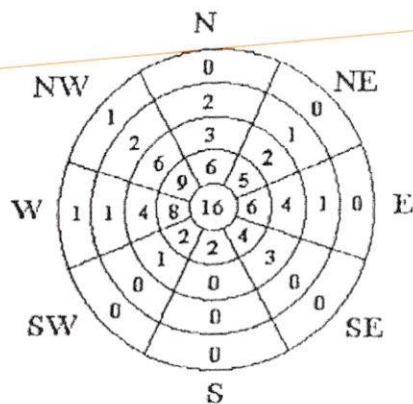
INVERNO



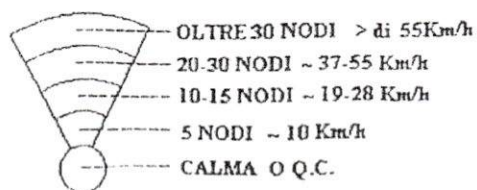
PRIMAVERA



ESTATE



AUTUNNO



Mazzarrà S. Andrea., dal punto di vista anemometrico, risulta maggiormente battuta dal Ponente (W) con 21,6% in inverno e 26,9% in primavera, e dal Maestrale (NW) con 23,8% in inverno e 23% in primavera, con venti che, statisticamente, per ben nove volte superano i 30 nodi (circa 55 Km/h).

In questi due periodi in esame sia la Tramontana (N) che il Grecale (NE) soffiano con forte intensità superando per 4 volte la soglia dei 30 nodi (circa 55 Km/h), anche se in percentuale minore (rispettivamente 10,9% in inverno e 12,1% in primavera e 9,3% in inverno e 10,7% in primavera).

In Estate la predominanza dei freschi venti da NW risulta evidente dall'alta percentuale (30,4), anche se la loro velocità non supera mai i 30 nodi (circa 55 Km/h),

Il Maestrale contribuisce, così, a mitigare la calura, con un'apprezzabile ventilazione, mentre ben 19 giorni di calma ne attestano la stabilità dell'atmosfera, in questo periodo.

In autunno, il ritorno delle perturbazioni d'origine atlantica è evidenziato dall'aumento delle occorrenze del vento dai quadranti settentrionali.

In questo periodo sia il Ponente (W) con il 16,2% che il Maestrale (NW) con il 20,6% risultano predominanti, con un evento ciascuno, in cui le correnti aeree superano i 30 nodi (circa 55 Km/h).

4.6 TEMPERATURA

Particolare interesse riveste il fattore temperatura, anche in relazione ad altri parametri (umidità relativa, stato del cielo, radiazione solare, vento, pioggia).

Di seguito è riportata la tabella riguardante i dati mensili.

Per l'ottenimento di questi valori è stato necessario ricorrere ad interpolazioni con riferimento ai dati forniti, a quote diverse, dalle stazioni di Servizio Meteorologico dell'A.M.

In tale ricerca sono stati ricavati, per ogni mese dell'anno, i valori di temperatura statisticamente più frequenti e quindi più probabili in computo percentuale.

Valori mensili della temperatura dell'aria di Mazzarrà S. Andrea. (Interpolazione)													
Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
	8,9	9,7	10,4	11,8	14,4	17,9	25,5	24,1	21,2	16,2	13	9,3	15,2

4.7 UMIDITÀ RELATIVA

I dati riguardanti la media dei valori dell'umidità relativa sono indicativi, in quanto, le variazioni percentuali durante la giornata raggiungono valori ben più ampi, in relazione ai continui spostamenti delle masse d'aria sopra il punto di riferimento.

Umidità relativa Media stagionale percentuale					
Stagione	Primavera	Estate	Autunno	Inverno	Anno
ore 07,00	75	73	77	79	76
ore 13,00	63	52	63	70	62

4.8 RADIAZIONE SOLARE

Si riportano i dati relativi a venticinque anni di rilevamenti (1940 - 1974) della radiazione solare giornaliera e delle ore di soleggiamento, dell'eliofania giornaliera massima e della radiazione globale stagionale.

Radiazioni solari - Riepilogo annuale delle osservazioni negli anni 1940 - 1974													
Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
A	173	272	353	494	595	661	680	599	456	322	219	156	2494
B	3,7	4,8	5,5	7,1	8,3	9,7	10,6	10	7,9	6,1	6,7	3,3	

A = Totale giornaliero cal/cm²

B = Ore e decimi di soleggiamento

Radiazione Globale mensile													
Mese	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	
A	10	11	12	13	14	14	14	14	12	11	11	9	

A = Eliofania giornaliera in ore.

Radiazione globale stagionale					
Stagione	Primavera	Estate	Autunno	Inverno	Anno
Ore di sole	675	900	550	375	2500
Ore in %	27	36	22	15	100

4.9 PRECIPITAZIONI

La piovosità raggiunge i 643 mm. (litri/mq) in un anno. I giorni piovosi, con quantità di pioggia non inferiore a 1 mm., sono 69.

Un indice climatologico, che evidenzia un aspetto interessante del comportamento delle precipitazioni, nei vari mesi dell'anno e nelle diverse località, è l'**intensità di precipitazione I**.

Questo indice è dato dal rapporto tra la quantità totale di precipitazione, verificatesi in un mese o in un anno, ed il rispettivo numero di giorni con precipitazioni non inferiori a 1 mm.

Per Mazzarrà S. Andrea tale rapporto è uguale a 9,3 mm., in perfetta media con le altre località siciliane.

Un altro indice ancora più interessante è il coefficiente pluviometrico di Angot, che permette di classificare il regime pluviometrico del sito.

In Europa questi regimi sono quattro: continentale, mediterraneo, tirrenico e marittimo.

Dal calcolo mensile del coefficiente si desume che il regime pluviometrico di Mazzarrà S. Andrea è mediterraneo.

Il clima, dell'area in esame, è quindi caratterizzato da lunghi periodi di siccità interrotti da brevi e violente precipitazioni durante le quali le fiumare scaricano a valle enormi quantità di materiali e notevoli volumi d'acqua.

Al fine di determinare i parametri che caratterizzano le piogge intense e di breve durata nella tab. 1 sono stati riassunti per le stazioni pluviometriche di Montalbano Elicona e Casale di Tripi, i valori medi mensili ed annui delle precipitazioni relative agli ultimi quarantacinque anni.

	MONTALBANO	CASALE di TRIPI
G	140	108
F	98	81
M	90	81
A	64	50
M	49	45
G	27	20
L	14	14
A	22	15
S	64	58
O	108	84
N	116	97
D	141	95
ANNO	933	748

Tab. 1 Riassunto dei valori medi, mensili ed annui, espressi in mm., delle precipitazioni, relativi agli ultimi 45 anni

L'inverno è la stagione in cui si verificano le precipitazioni più intense, con il concorso delle perturbazioni di origine atlantica, accompagnate da venti di Ponente e Maestro.

Infatti, i valori degli afflussi medio-massimi mensili si riscontrano nei mesi di Ottobre-Novembre-Dicembre-Gennaio (108-140 mm.); i valori minimi si verificano invece nei mesi di Giugno-Luglio-Agosto (30 mm.).

4.10 CARATTERISTICHE IDROLOGICHE

4.10.1 STIMA DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA

Posizione del problema

La stima delle portate di massima piena viene effettuata con metodologie differenti a seconda della quantità e della qualità dell'informazione idrologica disponibile.

Nello specifico caso si può dire che essa è stata condotta con un metodo indiretto elaborando i dati di pioggia disponibili per il corso d'acqua in esame.

Le indagini di questo tipo sono evidentemente di carattere statistico, e consistono essenzialmente nel determinare la legge di distribuzione di probabilità da associare alla grandezza e nello stimare i relativi parametri. Tali indagini danno risultati tanto più sicuri quanto più grande è il numero di osservazioni disponibili.

Nello studio relativo alla progettazione e/o verifica di opere idrauliche è, infatti, necessario conoscere i valori massimi di pioggia, tale dato è utile poiché i maggiori danni riportati da opere idrauliche sono dovuti a piene improvvise causate da piogge brevi ed intense.

Le curve di probabilità pluviometrica per fissati tempi di ritorno T_r , consentono di ottenere i valori massimi di progetto delle piogge intense corrispondenti a certe durate di tempo t .

Dati disponibili

Sono stati adoperati i dati relativi alle altezze di pioggia di elevata intensità di durata 1, 3, 6, 12, 24 ore, registrate dal pluviografo della stazione di Montalbano Elicona nel periodo compreso tra gli anni 1973 – 1992 (vedi Tab. I).

Sono state costruite cinque curve di probabilità pluviometrica relative rispettivamente ai tempi di ritorno T_r di 2, 10, 50, 100 e 500 anni.

Metodologia adottata

Ordinati i dati di pioggia in ordine crescente si calcolano le frequenze di non superamento con la seguente formula:

$$F = \frac{i}{N+1}$$

tali dati (h , F) sono stati riportati su di un cartogramma probabilistico (vedi Fig. 5).

La distribuzione di probabilità adottata è quella di Gumbel, la cui legge ha la seguente espressione:

$$P(x) = e^{-e^{-y}}$$

in cui:

$$y = \alpha \cdot (x - x_0)$$

è la variabile ridotta e α ed x_0 sono i parametri della distribuzione legati alla media \bar{x} e allo scarto quadratico medio σ dalle relazioni:

$$\begin{cases} \alpha = \frac{1.283}{\sigma} \\ x_0 = \bar{x} - 0.45 \cdot \sigma \end{cases}$$

La stima di α ed x_0 con il metodo dei momenti risulta molto agevole in quanto richiede solo la valutazione della media e dello scarto quadratico medio del campione.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$$

Si ottengono così i dati raccolti nelle tabelle II e III.

Ricordando che tra tempo di ritorno T_r e probabilità P esiste la relazione:

$$T_r = \frac{1}{1-P}$$

dall'espressione iniziale di Gumbel si ottiene:

$$x = x_0 - \frac{1}{\alpha} \cdot \ln \left(-\ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right)$$

Con tale formula sono stati calcolati i valori di pioggia massimi delle durate prescelte in corrispondenza ai fissati tempi di ritorno (tabella IV); dall'interpolazione di tali valori si ottengono le curve di probabilità pluviometrica (vedi Fig. 6).

Il cartogramma di Gumbel (vedi Fig.5) fornisce, graficamente, alcune informazioni utili sull'andamento della distribuzione della serie di dati; infatti, dall'addensamento dei punti attorno alle rette costruite con le h ottenute dalla precedente formula in corrispondenza ai T_r prefissati si può avere una verifica dell'adattamento della distribuzione della serie.

I valori di pioggia, riportati su di un cartogramma bilogarithmico, delle altezze di pioggia massime vengono meglio interpolati da curve del tipo

$$h = at^n$$

ciascuna relativa al proprio tempo di ritorno con a e n parametri determinati con il metodo dei minimi quadrati secondo le formule:

$$n = \frac{\sum [\ln t - \mu(\ln t)] \cdot [\ln h - \mu(\ln h)]}{\sum [\ln t - \mu(\ln t)]^2}$$

$$a = e^{[\mu(\ln h) - n \cdot \mu(\ln t)]}$$

vedi tabella V

Tabella I – Piogge di massima intensità registrate al pluviografo di
Montalbano Elicona

Anno	<i>t</i> (ore)				
	1	3	6	12	24
1973	16,8	37,8	56,6	80,6	120,8
1974	18,6	23,0	44,0	83,8	97,2
1975	15,8	27,0	39,2	48,6	49,6
1976	29,6	35,0	61,2	62,0	63,2
1977	9,8	15,6	24,0	41,8	55,4
1978	20,0	36,6	42,6	47,0	51,6
1979	26,0	45,8	58,0	85,4	96,0
1981	37,8	44,2	59,0	63,4	79,4
1983	27,0	37,8	54,6	65,0	72,0
1984	39,2	65,6	74,8	116,2	131,0
1985	33,0	59,0	84,2	122,8	215,2
1986	30,0	60,0	89,0	115,8	129,0
1987	18,6	35,0	45,4	47,0	65,4
1989	21,0	28,8	28,8	36,4	40,0
1990	38,0	43,8	44,0	57,4	77,6
1991	23,4	50,4	58,2	65,0	70,2
1992	22,4	33,0	41,6	43,6	60,6

Tabella II

Durata (ore)	\bar{x} (mm)	σ
1	25,12	8,53
3	39,91	13,44
6	53,25	17,66
12	69,52	27,40
24	86,72	43,09

Tabella III

Durata (ore)	α	x_0
1	0,150	21,28
3	0,095	33,86
6	0,073	45,30
12	0,047	57,19
24	0,030	67,33

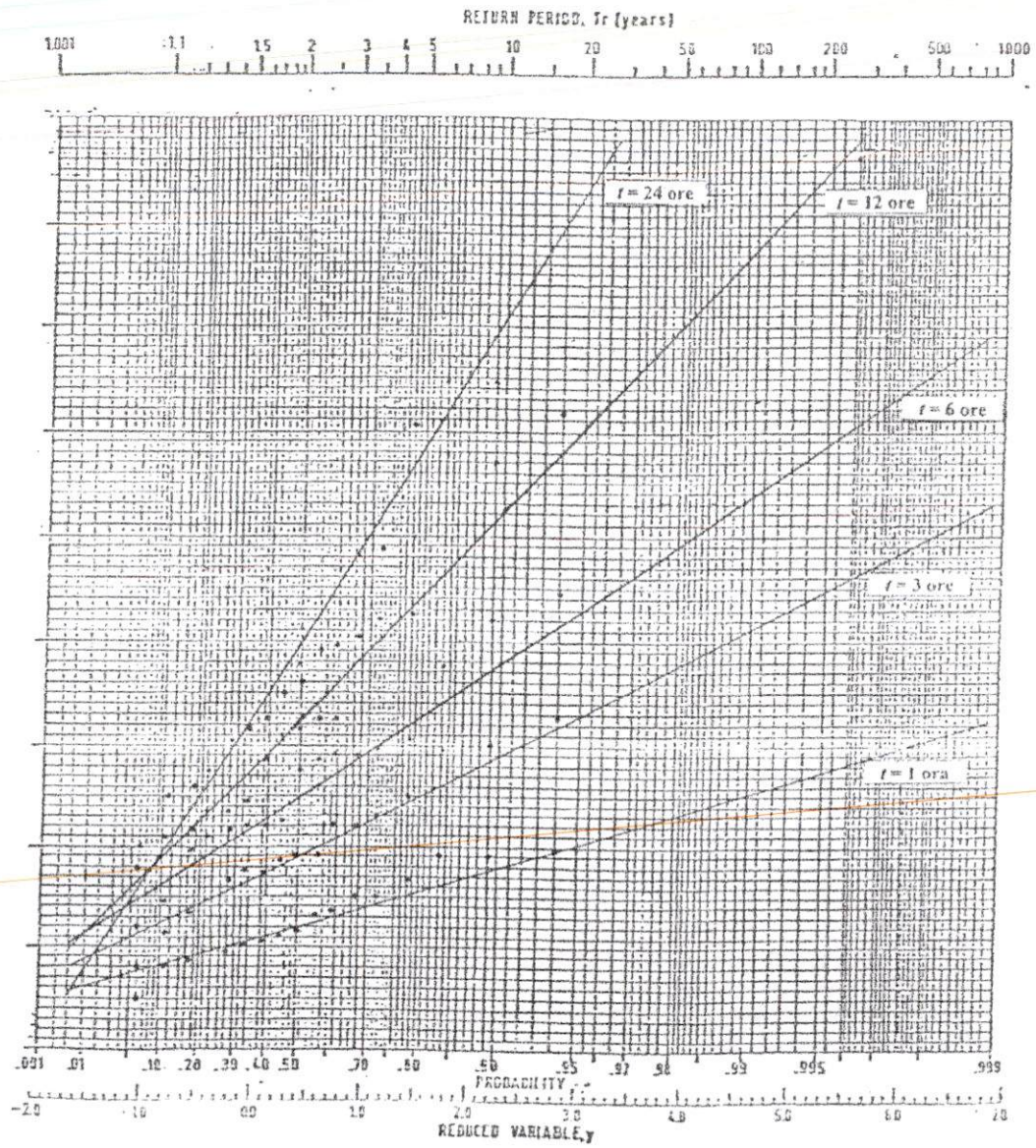
Tabella IV

Durata	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	H (mm)
	Tr =2	Tr =10	Tr =50	Tr =100	Tr =500
1	23,72	36,24	47,22	51,87	62,60
3	37,70	57,43	74,73	82,04	98,94
6	50,35	76,27	99,01	108,62	130,82
12	65,02	105,24	140,51	155,42	189,87
24	79,64	142,90	198,37	221,82	276,00

Tabella V

Tr	2	10	50	100	500
a	24,39	35,87	46,03	50,35	60,31
n	0,38	0,43	0,45	0,46	0,46

Fig. 5



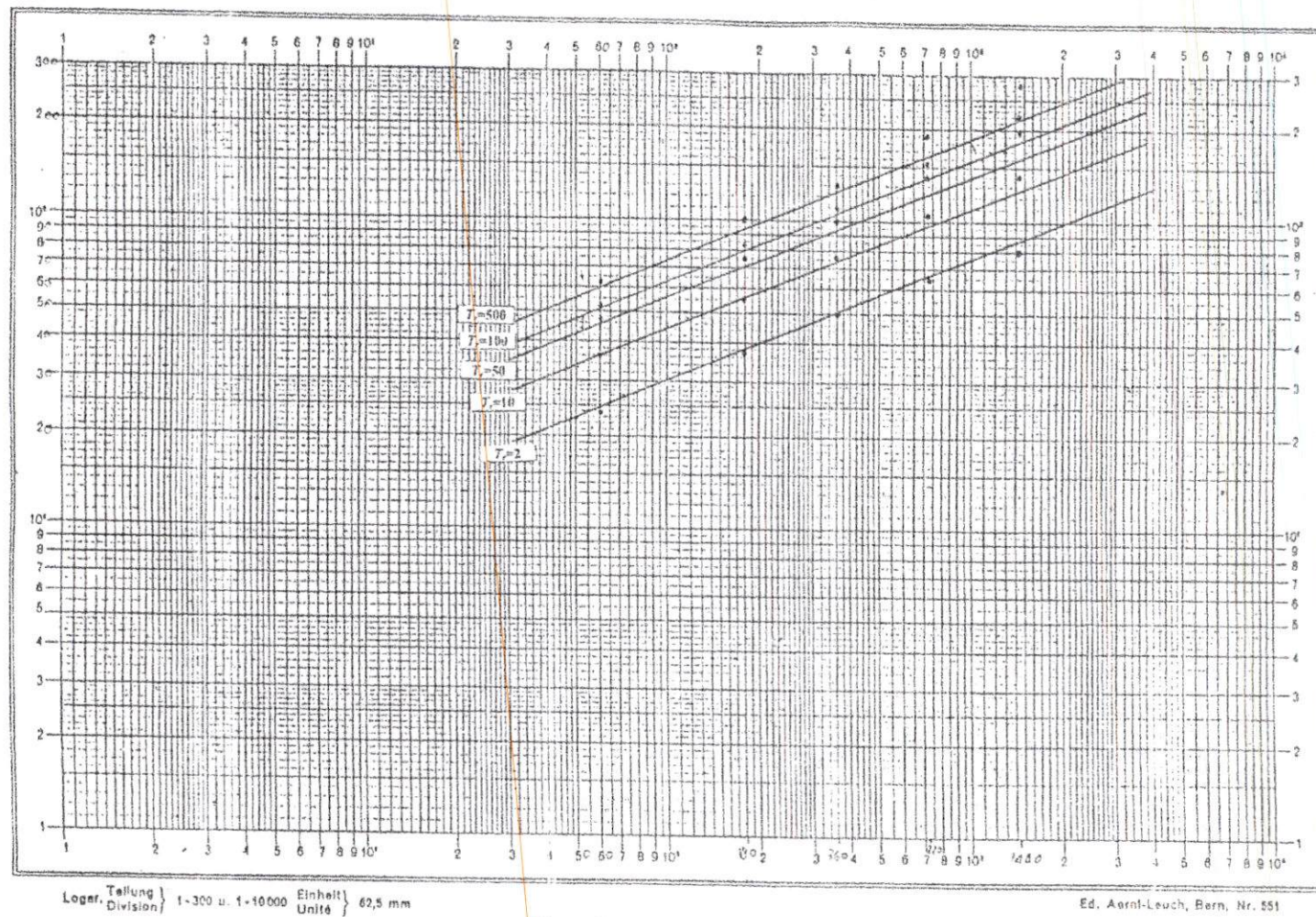


Figura II

4.10.2 CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Ai fini del calcolo delle portate di piena si rende necessario il calcolo, del tempo di corrivazione t_c , che sarà calcolato con la formula di Giandotti:

$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot \sqrt{\bar{H} - H_0}}$$

dove:

S = superficie del bacino (km^2)

\bar{H} = altitudine media del bacino (m)

H_0 = altitudine minima del bacino nella sezione di interesse (m)

e valutare il coefficiente di deflusso il quale dipende dalla pendenza, dal tipo di terreno e dal tipo di colture.

Per la stima indiretta della portata è stata utilizzata la formula di Turazza:

$$Q_{MAX} = c \cdot \frac{h}{t} \cdot S \cdot \frac{1000}{3600}$$

dove:

c = coefficiente di deflusso

h = altezza di pioggia ottenuta utilizzando le curve di probabilità

pluviometrica (mm)

t = durata di pioggia (ore)

S = superficie del bacino (km^2)

Nell'impiego della formula di Turazza si fa l'ipotesi che la massima portata sia prodotta da una precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione t_c del bacino; infatti, la pioggia di durata $t=t_c$ rappresenta la situazione limite per cui tutto il bacino, sia pure per un istante, contribuisce al deflusso con la pioggia di durata minima (e perciò più intensa) per cui si verifica tale condizione. Essa rappresenta quindi la condizione critica per quel bacino agli effetti della portata scaricata.

I risultati delle elaborazioni effettuate per i vari torrenti nelle sezioni di interesse del Comune oggetto di studio sono di seguito riportati:

TORRENTE TELLARITA

Caratteristiche bacino Torrente Tellarita

Sezione Ponte strada

Superficie bacino	$S = 16 \text{ km}^2$
Lunghezza asta principale	$L = 8,6 \text{ km}$
Altezza massima	$H_{\text{MAX}} = 1082 \text{ m. s.l.m.}$
Altezza minima	$H_{\text{min}} = 280 \text{ m s.l. m.}$
Altezza media	$\bar{H} = 681 \text{ m s. l. m.}$
Pendenza media asta principale	$i = 0,093$
Coefficiente di deflusso	$c = 0,50$
Tempo di corrivazione	$t_c = 1,80 \text{ ore}$
Portata massima per $Tr = 2 \text{ anni}$	$Q_{\text{MAX}} = 37,59 \text{ m}^3/\text{s}$
Portata massima per $Tr = 10 \text{ anni}$	$Q_{\text{MAX}} = 56,95 \text{ m}^3/\text{s}$
Portata massima per $Tr = 50 \text{ anni}$	$Q_{\text{MAX}} = 73,94 \text{ m}^3/\text{s}$
Portata massima per $Tr = 100 \text{ anni}$	$Q_{\text{MAX}} = 81,36 \text{ m}^3/\text{s}$
Portata massima per $Tr = 500 \text{ anni}$	$Q_{\text{MAX}} = 97,46 \text{ m}^3/\text{s}$

TORRENTE MAZZARRÀ

Caratteristiche bacino Torrente Marrarrà

Sezione confluenza Torrente di Tripi – Torrente di Novara

Superficie bacino	$S = 60 \text{ km}^2$
Lunghezza asta principale	$L = 9,8 \text{ km}$
Altezza massima	$H_{\text{MAX}} = 1257 \text{ m s.l.m.}$
Altezza minima	$H_{\text{min}} = 222 \text{ m s. l. m.}$
Altezza media	$\bar{H} = 739,5 \text{ m s. l. m.}$
Pendenza media asta principale	$i = 0,106$
Coefficiente di deflusso	$c = 0,50$
Tempo di corrivazione	$t_c = 2,51 \text{ ore}$
Portata massima per $Tr = 2 \text{ anni}$	$Q_{\text{MAX}} = 114,87 \text{ m}^3/\text{s}$
Portata massima per $Tr = 10 \text{ anni}$	$Q_{\text{MAX}} = 176,90 \text{ m}^3/\text{s}$
Portata massima per $Tr = 50 \text{ anni}$	$Q_{\text{MAX}} = 231,21 \text{ m}^3/\text{s}$

Portata massima per $T_r = 100$ anni

$$Q_{MAX} = 255,10 \text{ m}^3/\text{s}$$

Portata massima per $T_r = 500$ anni

$$Q_{MAX} = 305,75 \text{ m}^3/\text{s}$$

Il Torrente Mazzarrà vista la sezione esistente allo stato attuale non presenta problemi di carattere idraulico.

Considerato però lo stato ambientale dell'alveo fluviale, che in seguito all'attività antropica esercitata negli anni passati è stato modificato sotto l'aspetto dell'equilibrio dinamico, appare degradato e profondamente alterato, al punto che si consiglia agli enti preposti una verifica della stabilità dei muri d'argine ed una regolazione altimetrica e planimetrica, tramite opportune correzioni dell'attuale corso.

5.0 CENNI DI SISMICITA'

Le ricerche sulla sismicità della Sicilia orientale (Barbano et Al. 1978, 1980, 1981, 1984) ed altri studi sui maggiori terremoti degli ultimi anni (Barbano e Casentino 1981, Lombardo 1984) hanno dimostrato che più del 48 % del territorio siciliano ha subito, almeno una volta, una scossa d'intensità superiore al 9° d'intensità M. S. K. - 64.

La distribuzione degli epicentri e l'attività sismica (Riznichenko 1964) individuano, oltre la Calabria, la fascia orientale della Sicilia tra le aree a più elevata pericolosità sismica, con rischio sismico altissimo essendo zone densamente popolate ed industrializzate.

Gli epicentri, dall'anno 1000 ad oggi, sono stati rappresentati seguendo le raccomandazioni del Gruppo di Lavoro per le Carte Sismotettoniche del P. F. Geodinamica.

La grandezza di scala è data dal volume focale, la cui sezione è rappresentata in pianta, ottenuta applicando la formula :

$$\text{Log } V = 9,59 + 1,47 M$$

Dove:

V = volume focale in cmc;

M = magnitudo

Non si è tenuto conto dei limiti del campo di esistenza della formula, meno affidabile per le basse magnitudo, considerando prevalente l'esigenza di fornire una rappresentazione "geologica" della sorgente.

Per valutare la posizione degli epicentri bisogna tener presente il fatto che gran parte degli eventi storici in mare non hanno lasciato traccia o non sono documentati in modo da permettere una buona localizzazione : la densità degli eventi è così alterata in favore della terra ferma.

Per definire la sismicità del territorio è necessaria una valutazione della sismicità che investe essenzialmente l'area del Golfo di Patti e secondariamente l'area dello stretto di Messina e dei Nebrodi, intendendo per sismicità non soltanto quella legata ai terremoti con epicentro nelle

suddette aree, ma anche quella dovuta ai terremoti “distanti” i cui effetti si sono risentiti in maniera determinante.

5.1 Area del Golfo di Patti

La sismicità della zona è caratterizzata da un fitto addensamento dell'attività fra la linea Tindari-giardini a la zona di Naso, lungo la fascia con sviluppo NNW-SSE, interessante anche la dorsale eoliana.

Il valore d'intensità massimo rilevato è pari a 10.

Un esempio di maggiore rilievo è dato dal terremoto del 15 Aprile 1978. All'epicentro, ubicato in mare ed equidistante dall'isola di Vulcano e dalla costa nord-orientale della Sicilia, l'intensità massima è stata stimata intorno a 8,5 gradi.

L'evento sismico ha interessato quasi tutta la Sicilia (fig.....) e parte della Calabria. Nella zona di Mazzarrà S. Andrea l'intensità è stata del VII grado.

Il campo macrosismico presenta direzione preferenziale di allungamento parallelamente alla costa tirrenica della Sicilia; la profondità focale è stata individuata intorno ai 25 km.

5.2 Area di Messina

Il quadro della sismicità dello stretto di Messina è basato sull'analisi dettagliata della storia sismica degli ultimi 300 anni. Il catalogo dei terremoti ENEL, messo a punto dal progetto Finalizzato Geodinamica ed alcuni studi in particolare sui maggiori terremoti dell'Era Volgare hanno consentito però di considerare sostanzialmente estendibile a 1.000 anni la validità delle conclusioni.

In questa sede, ci sembra utile dedicare una particolare attenzione al maggior terremoto che ha interessato l'area, QUELLO DEL 28 Dicembre 1908.

In esso il campo macrosismico si presenta molto tormentato, con anomalie che sembrano dipendere, soprattutto in Calabria, in modo predominante dalle caratteristiche meccaniche dei terreni di fondazione.

Interessante notare l'esistenza di due aree mesosismiche dell'XI grado allungate in direzione NE-SW, parallelamente alle strutture distensive che bordano lo stretto (fig. 7).

Ulteriore conferma dell'alto tasso di sismicità è messa in evidenza dalla carta di massima intensità, ottenuta dalla sovrapposizione di circa 200 mappe delle isosiste sulla carta degli epicentri (fig. 8).

Da essa si nota come circa metà della Sicilia (48 %) e della Calabria (58 %) ha subito nel passato almeno una scossa del IX grado.

Gran parte delle coste, inoltre, sono suscettibili d'invasione di "tsunami", fatto questo di cui non si è tenuto conto nello sviluppo urbanistico delle zone maggiormente sfruttabili sotto l'aspetto turistico ed industriale, ma che si dovrà ricordare, con grande evidenza, nell'approntare i piani di emergenza per la Protezione Civile.

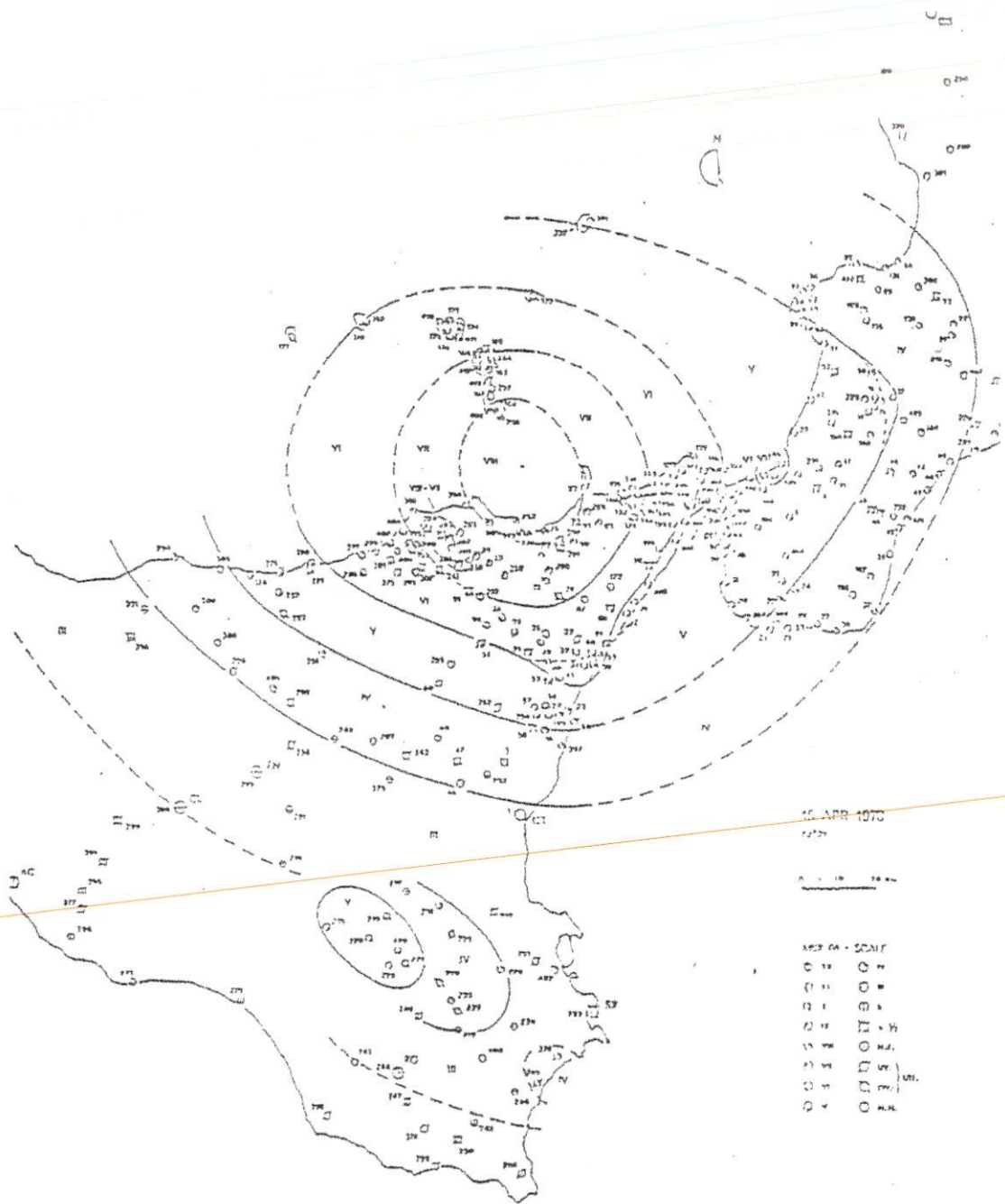
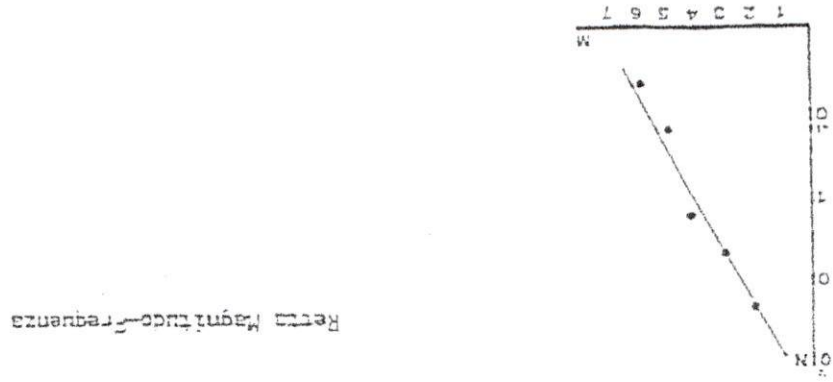


Fig. 7

Fig. 8



Carta delle massime intensità



5.3 Retta Magnitudo-Frequenza

Indica l'attitudine della crosta a liberare energia con numerosi terremoti di bassa magnitudo o con pochi terremoti di alta magnitudo.

L'equazione della retta magnitudo-frequenza è :

$$\text{Log } N = a - bM$$

Dove:

a; b = coefficienti che caratterizzano la sismicità;

N = numero di terremoti con magnitudo uguale o maggiori di M, nell'unità di tempo considerato

M = valore della magnitudo

Per l'area interessata il valore della retta sarà :

$$\text{Log } N = 1,78 - 0,6 M \text{ (fig. ...)}$$

La pendenza di questa retta indica come la sismicità di quest'area sia dovuta in prevalenza a molti terremoti di bassa magnitudo.

Il basso valore del coefficienti b (< 1) infine potrebbe indicare oltre che zone di subduzione a sismicità ad alto stress-drop, anche un'alta omogeneità della crosta, adatta a sostenere grandi stress prima della rottura.

5.4 Periodi di rottura

Barbano, Carozzo, Cosentino (1984) in accordo con Riznichenko (1964) sottolineano come l'area della Sicilia nord-orientale e del monte Etna siano ad alto rischio sismico con attività sismica $A > 1$. Gli stessi Autori, assumendo l'ipotesi di una distribuzione Poissoniana dei maggiori terremoti, in accordo con la teoria di Gumbel per l'area considerata, forniscono una tabella che lega la magnitudo al periodo di ritorno, considerato come un intervallo di tempo per il quale è probabile che si verifichi l'evento sismico.

I valori ottenuti sono riportati nella seguente tabella :

M	tempo in anni
3,0	0,9
4,0	2,9
5,0	12
6,0	32
6,6	67

Si noti che le magnitudo sono macrosismiche e quindi il valore di 6,6 corrisponde ad un valore strumentale di circa 7,1.

5.5 Storia sismica del territorio

L'analisi della storia sismica di Messina e della Sicilia nord-orientale è stata eseguita come già detto con l'ausilio del Catalogo dei Terremoti ENEL, rilevando l'intensità sismica dell'area in esame nel periodo compreso tra il 1783 ed il 1978: è stato possibile pertanto ricostruire l'elenco di eventi sismici che, nel territorio di Messina, si sono manifestati con intensità (I M.S.K.) maggiore di 2.

Anno	Intensità M.S.K. - 64
1783	9
1823	4
1892	3
1893	4
1894	6
1897	5
1898	5
1903	3
1904	4

1905	7
1908	9
1909	4
1910	5
1928	5
1934	3
1936	4
1938	4
1947	3
1953	4
1959	4
1961	5
1967	3
1975	6
1978	3

L'intensità sismica I (MSK) è legata all'intensità della scala Mercalli modificata (I_{mm}) dalla relazione:

$$I(\text{MSK}) = 0,94 I(\text{mm}) + 0,98$$

La magnitudo è pari a :

$$M = 0,52 I(\text{MSK}) = 1,35$$

A titolo di esempio, si riporta la correlazione tra varie scale, per il terremoto di Messina del 1908 :

Scala Mercalli Modificata	$I(\text{MSK})$	Magnitudo
12	11	7,1

5.6 Scuotibilità dell'area

Il maggiore contributo ai valori d'intensità che ricadono nell'area è dovuto alla sismicità dell'area del basso Tirreno, specialmente al terremoto del 15/06/1977 che ha investito l'area oggetto di studio con intensità tra il VII ed VIII grado della MM.

Se invece si analizza il contributo in valori d'intensità, dovuto soltanto alla sismicità delle aree dello stretto di Messina e dei Nebrodi vediamo che essa è soggetta ad intensità che vanno dal II al VI grado.

In base a questi dati, ai fini di una corretta progettazione sia di edifici privati che d'impianti di interesse pubblico, risulta necessario definire il terremoto di progetto.

In passato sono stati fatti alcuni tentativi per stabilire le forze sismiche peggiori che potessero verificarsi, così da poter progettare in base ad esse gli edifici e renderli completamente a prova di sisma.

Sfortunatamente i movimenti sismici massimi possibili sono, di solito, al di sopra dei livelli pratici di progetto.

In base a quanto detto è pratica comune assumere un terremoto standard o di progetto in una data zona, per talune tipologie costruttive.

Si può definire il terremoto standard come il peggiore terremoto che possa ufficialmente verificarsi in quella regione in un dato intervallo di tempo e lo si può specificare in termini di accelerazione di picco del terremoto, spettro di risposta o magnitudo del sisma.

Benchè vi sia sempre il rischio chesi verifichi un terremoto reale anche peggiore, lo standard per un rischio sismico minimo, ufficialmente accettabile, è definito dal terremoto di progetto.

Singole strutture o elementi degli impianti possono essere progettati in base ad una frazione autorizzata o arbitraria (maggiore o minore dell'unità) del terremoto di progetto.

I pochi dati analitici sui modi di rilascio dell'energia da parte della sorgente e sul comportamento del suolo sotto l'azione sismica non permettono di dare una definizione certa, per una data zona, del grado di sismicità che porti alla quantificazione del terremoto di progetto.

Il problema è stato aggirato definendo le sollecitazioni sismiche orizzontali, soprattutto in termini di accelerazione, in modo tale che gli edifici, dal punto di vista costruttivo, garantiscano una certa resistenza.

Generalmente l'attenuazione dell'accelerazione ha la seguente formula :

$$P (b^2 M)r$$

Dove:

a = Accelerazione

M = Magnitudo

r = Distanza dalla sorgente

b^1 - b^2 = costanti

Non avendo a disposizione un numero sufficiente di dati accelerometrici, le attenuazioni dei valori di accelerazione sono state ottenute attraverso valori di attenuazione d' intensità ricavati al crescere della distanza dal sito mediante la seguente formula:

$$I = 0,7671 + 1,04 + 0,02 R I + 0,441 + g R$$

Dove:

I = intensità all'epicentro

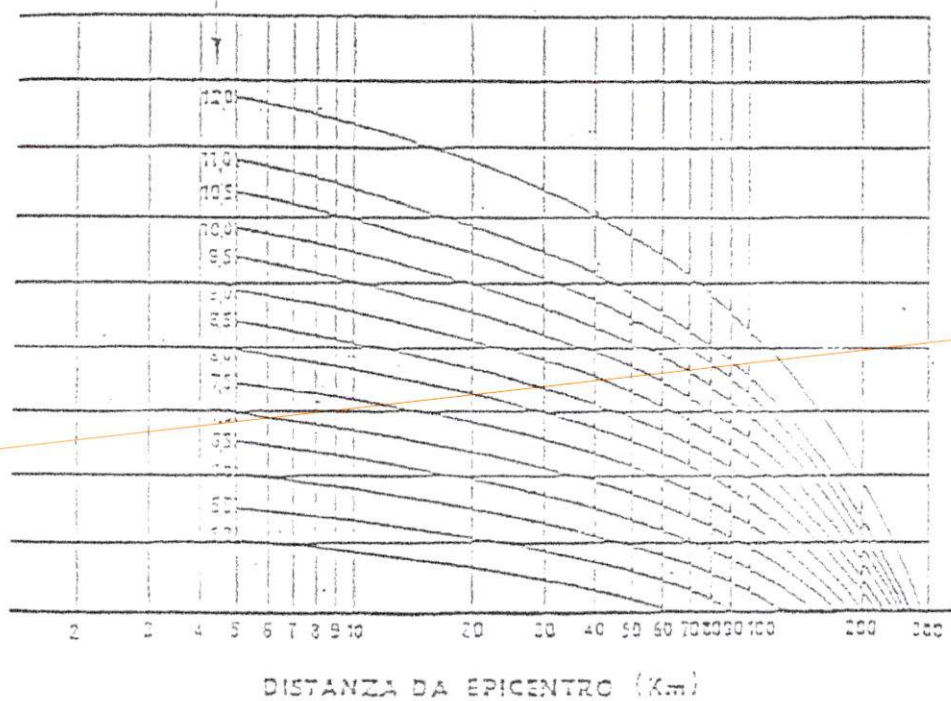
R = distanza epicentrale in km dal sito

Le curve dei valori di attenuazione d'intensità in funzione della distanza dal sito sono riportate nella fig. 9.

L'intensità, essendo il sito distante circa 40 km dalla zona epicentrale ed I circa uguale all'VIII°, per il calcolo delle accelerazioni si è ritenuto opportuno usare la relazione di Gutenberg-Richter che è una delle più conservative e dà il valore dell' accelerazione massima orizzontale secondo la seguente espressione:

$$\text{Log } a = 0,33 I - 0,5$$

valore della intensità I
nell' epicentro



leggi di attenuazione del sito.

Fig. 9

Per le varie intensità epicentrali calcolate con la relazione precedente, si ottengono i valori rappresentati in fig. che mostrano come si attenuano per distanze diverse i valori d'intensità ed accelerazione.

La massima accelerazione attesa al sito è quella relativa al terremoto del 15/06/1977, che può essere assunto come terremoto standard o di progetto.

Come già detto, essendo la distanza della zona epicentrale dal sito di circa 40 km e poiché il valore dell'intensità epicentrale del terremoto di progetto è da considerarsi dell'VIII°, al sito, in base alla formula precedente, relativa alla legge di attenuazione, l'intensità si riduce a circa il VII° con un'accelerazione orizzontale di circa 0,64 m/sec².

Da ciò si deduce che il sito è soggetto ad accelerazioni pari a 0,06 gal.

In relazione a questi dati per quanto riguarda il rischio sismico, il territorio del Comune di Mazzarrà S. Andrea è stato incluso nell'ambito delle zone sismiche di seconda categoria con i seguenti parametri:

S = 9

Grado di sismicità

$C = (S-2)/100 = 0,07$

Coefficiente d'intensità macrosismica

Allegati alla Legge 25/11/1962 n° 1684 e successive modifiche (D.M. LL.PP. 23/09/1981 n° 666 concernente "Aggiornamento delle zone sismiche della Regione Siciliana" pubblicata sulla G.U.R.I. n° 314 del 14/11/1981 e rettificato ai sensi del D.M. 27/07/1982 sulla G.U.R.I. del 16/08/1989 n° 224.

Nella normativa sismica italiana, il fattore rappresentativo del terreno in esame, assume grande rilievo per la valutazione del coefficiente sismico di progetto per l'interazione terreno-struttura, fattore decisivo per le caratteristiche locali del terreno.

Tale fattore, esprimente l'amplificazione dell'accelerazione del terreno è notevolmente disperso dipendendo dalla distanza dell'epicentro, dal tipo di sisma e dalla frequenza propria della costruzione rapportata alle frequenze caratteristiche del terreno di fondazione.

La valutazione dei suddetti fattori al fine della quantificazione dell'interazione terreno-struttura sotto l'azione del sisma, viene effettuata adoperando il coefficiente sismico di progetto (k_s) così definito:

$$k_s = C \cdot R \cdot \varepsilon \cdot \beta \cdot \gamma$$

in cui:

$C = 0,07$ coefficiente d'intensità sismica, per le zone sismiche di II categoria.

R = coefficiente di risposta della struttura, con i seguenti valori:

$$R = 1 \quad T^1 = 0,8 \text{ sec}$$

$$R = 0,862 T \quad T^1 = 0,8 \text{ sec}$$

Essendo T^1 il periodo fondamentale di vibrazione della struttura.

E = coefficiente di fondazione, funzione della facies litologica, delle strutture morfotettoniche e della falda idrica.

B = coefficiente di struttura

γ = coefficiente di distribuzione delle forze sismiche

A meno dei parametri R , β , γ , il coefficiente sismico risulta funzione del coefficiente d'intensità sismica C e del coefficiente di fondazione (ε).

$$K = C \cdot \varepsilon$$

Il coefficiente di fondazione risulta a sua volta funzione di

$$\varepsilon = C^1 \cdot C^2$$

dove :

C^1 = coefficiente di risposta meccanica ed idrogeologica del terreno, compreso tra i valori 1÷1,3.

C^2 = coefficiente dipendente dalle strutture morfotettoniche, variabile anch'ess tra i valori di 1÷1,3.

Nel caso più favorevole quindi il coefficiente di fondazione risulta :

$$\varepsilon = 1 \cdot 1 = 1$$

e quindi:

$$K_s = 0,07 \cdot 1 = 0,07$$

Nel caso peggiore invece:

$$\varepsilon = 1,3 \cdot 1,3 = 1,69$$

e quindi:

$$K_s = 0,07 \cdot 1,69 = 0,12$$

Con notevole aggravio per le strutture da progettare in queste condizioni.

In base a tali valori di K_s , l'angolo d'inclinazione della componente verticale dovuto all'evento sismico risulta :

$$\delta = \arctan 0,07 = 4^\circ \text{ nel caso migliore}$$

$$\delta = \arctan 0,12 = 7^\circ \text{ nel caso peggiore}$$

6.0 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Si espongono di seguito i principali caratteri geomorfologici dell'area, rappresentati nella carta geomorfologica a scala 1 : 10.000 (TAV. I).

6.1 Configurazione morfologica del territorio

L'assetto geomorfologico del territorio in esame è estremamente vario.

Ciò è legato principalmente al modellamento operato dai processi geomorfologici sulle diverse litologie affioranti e dall'interazione di tali processi con le vicissitudini tettoniche subite.

Il territorio comunale di Mazzarrà S. Andrea si sviluppa per buona parte con direzione prevalente N-S lungo la dorsale che fa da spartiacque tra i Torrenti Brandino e Mazzarrà.

La morfologia dei bacini di tali torrenti è piuttosto articolata con profili trasversali quasi sempre asimmetrici.

Le aste dei corsi d'acqua principali presentano nel primo tratto un profilo a V molto stretto che si allarga nel tratto terminale dando luogo a valli ampie ed a fondo piatto, caratterizzate da estesi terrazzi fluviali, come riscontrato lungo le valli dei torrenti Brandino e Mazzarrà.

Il paesaggio nella parte centrale e meridionale del territorio comunale è caratterizzato in generale da versanti piuttosto ripidi e scoscesi con valli a V o a fondo piatto presenti lungo le aste principali, nelle quali confluiscono una serie di affluenti secondari rappresentati da corsi d'acqua a carattere torrentizio, con andamento breve e rettilineo ad elevata pendenza.

Versanti ad acclività medio bassa si rinvencono, invece, all'estremità settentrionale del territorio comunale.

Ciò è in relazione alla natura litologica dei terreni affioranti.

L'influenza della litologia sulle caratteristiche morfologiche del territorio è determinante a causa delle notevoli differenze di comportamento dei vari litotipi affioranti rispetto ai processi erosivi.

Il territorio nella parte Nord e Nord-Ovest risulta, infatti, costituito da rilievi in cui affiorano terreni sabbioso-argillosi ed arenaceo-sabbiosi; in tali aree la morfologia è caratterizzata da versanti da

poco acclivi a sub-pianeggianti con locali rotture di pendenza e pareti sub-verticali in corrispondenza degli affioramenti arenacei.

I depositi fliscioidi e metamorfici, affioranti estesamente nella porzione centrale e meridionale, e più precisamente a Sud della S.S. 185, sono contraddistinti da processi erosivi differenziati, legati alla presenza di orizzonti a comportamento lapideo rispetto ad orizzonti a comportamento plastico.

È quindi evidente che in rapporto al diverso comportamento dei terreni affioranti nei confronti dei fenomeni erosivi il paesaggio risulta costituito da rilievi con pendii piuttosto ripidi e scoscesi che si contrappongono a rilievi caratterizzati da pendii a morfologia più dolce in cui si osservano valli a versanti svasati; frequenti rotture di pendenza possono osservarsi in corrispondenza di strati o banconi francamente lapidei.

La piana alluvionale è cartografata nella parte settentrionale (a Nord della S.S. 185), comprende parte del centro abitato di Mazzarrà S. Andrea, è costituita essenzialmente dalle alluvioni sabbioso-ghiaiose del torrente Mazzarrà, solo in parte da detriti provenienti dall'attiguo versante che sovrasta l'abitato. Tali depositi in tempi remoti hanno colmato una depressione morfologica molto incisa, nella quale scorrevano paleofiumi aventi bacini imbriferi grossomodo coincidenti con quelli degli attuali torrenti.

6.2 Dinamica geomorfologica e modellamento dei versanti

In generale sotto il profilo della dinamica geomorfologica il territorio comunale di Mazzarrà S. Andrea è soggetto ad un modellamento di tipo fluvio-denudazionale, intendendo per esso quello dovuto all'azione delle acque meteoriche in tutti gli aspetti conseguenti allo scorrimento delle acque selvagge ed incanalate.

Si osserva che il modellamento fluvio-denudazionale in tutta l'area si differenzia a secondo dei litotipi sui quali agisce in funzione del diverso grado di alterabilità fisica e chimica delle rocce e del loro grado di erodibilità.

Come già detto, sulle rocce dotate di maggiore erosione le valli, ancora in stadio giovanile, presentano profili trasversali a V più o meno aperte separate da creste ben definite come riscontrato nella parte centrale e meridionale del territorio comunale.

Sulle rocce di natura argilloso ed argilloso-arenacea le valli sono più aperte con sezioni trasversali a conca o a V ampie con versanti declivi; talvolta l'acclività tende localmente ad aumentare in relazione all'affiorare di banconi o strati arenacei e conglomeratici, venendo così ad interrompersi la generale uniformità morfologica dei versanti.

Lungo i versanti, laddove i deflussi idrici non sono ancora ben definiti, il modellamento fluvio-denudazionale consiste in fenomenologie di erosione diffusa più o meno intensa, evidenziate estesamente nella parte centrale e meridionale dell'area in studio.

Tali fenomenologie erosive si esplicano maggiormente sulle rocce di natura argillosa ed argilloso arenacea, tipicamente con scarso grado di coesione e sulle rocce metamorfiche profondamente alterate.

Esse sono favorite dall'azione degli agenti atmosferici con particolare riguardo allo scorrimento delle acque selvagge.

All'erosione di tipo diffuso si aggiungono anche fenomeni d'erosione lineare consistenti in canali rettilinei d'erosione.

Alle zone soggette a prevalente modellamento fluvio-denudazionale fanno riscontro zone di accumulo corrispondenti:

- alle zone di fondovalle delle aste principali e dei tributari in cui si riscontrano depositi alluvionali terrazzati e non, di spessore più o meno elevato; tali depositi alluvionali hanno ricoperto tutta una serie di briglie presenti lungo l'asta dei torrenti Mazzarrà e Brandino;
- alle zone di confluenza dei maggiori tributari nelle aste principali dove si localizzano frequenti coniche di deiezione di entità più o meno elevata.

Al modellamento naturale di cui sopra bisogna, infine, aggiungere il modellamento antropico che non è possibile prescindere in quanto sono considerevoli gli effetti morfogenetici prodotti dall'intervento antropico.

Tra gli interventi di più rilevante effetto è da annoverare lo sfruttamento dei materiali di cava.

Lungo gli alvei dei torrenti Brandino e Mazzarrà sono presenti alcune attività antropiche in corrispondenza delle quali il paesaggio appare profondamente degradato e, inoltre, appare modificato l'equilibrio dinamico del corso d'acqua.

6.3 Fenomeni erosivi e di dissesto

In dettaglio come risulta dal rilievo geomorfologico di superficie, il territorio di Mazzarrà S. Andrea è interessato, sia pure con intensità variabili da zona a zona, da dissesto superficiale diffuso ed intensi fenomeni d'erosione diffusa per rivoli e solchi, i quali sono espressione di uno stato di continua evoluzione dei versanti: tali fenomenologie interessano soprattutto i terreni a comportamento plastico e le rocce metamorfiche.

Infatti, la predisposizione del complesso metamorfico ad essere intaccato dall'erosione degli agenti atmosferici è fortemente accentuata. Basti notare che l'elevata compattezza, naturale caratteristica della roccia, viene annullata dagli effetti delle intense sollecitazioni verificatesi nel corso delle varie fasi tettoniche. Tali fenomeni si manifestano con la presenza di cataclasizzazioni nella roccia, che in alcuni casi viene ridotta allo stato di breccia e, a volte, in vera e propria milonite. Da ciò la facilità con cui la roccia viene disgregata dall'azione delle acque e alterata da processi chimici.

La maggiore presenza dei fenomeni erosivi si riscontra nella parte montana del territorio dove è maggiore la pendenza dei versanti ma anche laddove i tipi litologici affioranti favoriscono l'erosione accelerata.

In generale i tipi di dissesti maggiormente diffusi sono :

- fenomeni d'erosione di sponda accelerata, con locali sovraincisioni del talweg; tali fenomeni provocano un conseguente arretramento dei rami di testa; l'erosione di sponda provoca anche uno scalzamento al piede e quindi franamenti dei versanti;
- erosione diffusa (ruscellamento) con asportazione dei terreni superficiali;
- erosione accelerata dei versanti che comporta una rapida asportazione dei terreni di superficie.

Frane di crollo s'impostano lungo i versanti montani dove i corsi d'acqua incidono profondamente il loro alveo, fornendo abbondante materiale detritico al trasporto e lo scalzamento al piede causa frequenti distacchi di lembi rocciosi lungo i pendii.

Frequenti sono i dissesti superficiali dovuti in massima parte agli agenti atmosferici ed in particolare al dilavamento operato dalle acque superficiali e all'infiltrazione d'acqua all'interno delle formazioni, producendo così un rapido denudamento della parte superficiale dei versanti; tale processo è facilitato dall'elevato grado di acclività dei pendii.

Una problematica degna di essere mappata è la frana del Vallone Cerolivo in prossimità del cimitero comunale.

Un altro aspetto nel quadro generale è dato dal comportamento delle coltri detritiche, le quali assumono importanza alla confluenza dei rami fluviali secondari con la valle del Mazzarrà e dei suoi principali affluenti, in quanto contribuiscono alla formazione di consistenti coni di deiezione. Detti cono alimentano l'alluvionamento delle aste principali nel tratto medio terminale dandone il tipico carattere di fiumara.

In particolare nelle rocce metamorfiche si nota una continua erosione dovuta alle acque di ruscellamento che, incidendo più o meno profondamente i versanti, formano solchi e rivoli nei mantelli esterni a massima degradazione e nelle coperture detritico-eluviali superficiali.

Ai piedi dei rilievi si accumulano i materiali asportati dall'erosione idrometeorica, i quali nei periodi di piena subiscono un nuovo trasporto costituendo nuove alluvioni.

Contemporaneamente a tali fenomeni si hanno cedimenti e crolli di pareti costituite da rocce metamorfiche ad intensa tettonizzazione (gneiss, micascisti e filladi). A luoghi i fenomeni di crollo assumono discrete proporzioni in relazione allo scompaginamento degli ammassi rocciosi.

Sui terreni di natura prevalentemente argillosa e dalle alternanze argilloso-arenacee si verificano fenomeni d'erosione diffusi responsabili del dilavamento superficiale. Ben rappresentata è anche l'erosione a rivoli e solchi che si presentano in genere ravvicinati e ad andamento sinuoso.

Sui terreni a matrice sabbiosa i solchi d'erosione appaiono più larghi e più radi, talora con pareti ripide.

I terreni di natura argillosa, infine, sono localmente soggetti a fenomeni di dissesto superficiale diffuso e solifluzione che coinvolge le coltri di alterazione superficiale. Particolare importanza riveste l'area in prossimità delle scuole a Sud del palazzo municipale oggi interessato da opere di consolidamento.

7.0 FENOMENI MORFOEVOLUTIVI RILEVATI SUL TERRITORIO

La cartografia specifica presenta notevoli vantaggi dal punto di vista delle applicazioni pratiche poiché, attraverso lo studio della dinamica di ciascuna forma, si possono prevedere le tendenze dell'evoluzione morfologica attuale e quindi sfruttare o contrastare, a seconda dei casi, tale evoluzione.

Per redigere la **carta geomorfologica (Tav. I)** del territorio del Comune di Mazzarrà S. Andrea si è tenuto conto delle caratteristiche litologiche e tettoniche che hanno influenzato ed influenzano tuttora l'evoluzione delle forme. Una prima distinzione è stata effettuata tra le rocce in posto ed i sedimenti detritici recenti ed attuali: le prime corrispondono alle zone assoggettate all'erosione (intensa come l'insieme dei processi di disfacimento e di denudazione), i secondi relativi alle aree prevalentemente caratterizzate dai processi di accumulo. Le rocce delle aree dominate dall'influenza dei fenomeni di erosione sono suddivisibili in base alla loro coerenza; per le zone di accumulo, i sedimenti possono, invece, essere distinti in base alla granulometria che riflette le modalità di deposito.

Tra i lineamenti tettonici più importanti dal punto di vista morfogenetico sono state considerate le dislocazioni recenti e la giacitura degli strati arenacei e/o l'inclinazione dei piani di scistosità nelle rocce metamorfiche.

Il clima della regione, come precedentemente descritto è notoriamente mediterraneo con corrispondenza del periodo caldo con quello di minimo per le piogge e del periodo fresco con quello umido. Gelo e precipitazioni nevose sono eventi eccezionali nel territorio comunale di Mazzarrà S. Andrea. La relativa siccità del lungo periodo estivo non favorisce lo sviluppo della vegetazione arborea nella parte settentrionale del territorio mentre risulta sufficiente nelle zone più meridionali.

Le sopra accennate condizioni climatiche hanno notevole incidenza nel determinare le caratteristiche morfologiche riscontrate nel territorio del Comune di Mazzarrà S. Andrea. In particolare l'alternanza di siccità e di precipitazioni provocano variazioni di volume dei

terreni con componente detritico-argillosa, facilitandone la disgregazione. Le rocce metamorfiche, largamente diffuse nel territorio in considerazione, subiscono azioni simili. Le piogge, se brevi ed intense, determinano nei corsi d'acqua un regime spasmodico, caratterizzato da piene abbondanti separate temporalmente da magre estreme, con conseguente intensa erosione e rilevante trasporto solido (costituito da detrito prevalentemente grossolano). Le piogge, inoltre, se brevi ma abbondanti, favoriscono un'elevata densità del reticolo idrografico essenzialmente costituiti da piccoli corsi d'acqua che conformano una rete di minuscoli alvei, secchi per la maggior parte dell'anno. Tali processi erosivi risultano più marcati nelle zone di scarsa o comunque insufficiente copertura vegetale.

L'area rilevata è caratterizzata da un'acclività che va da bassa a fortemente accentuata. Essa consegue dalla circostanza che il territorio comunale si trova in corrispondenza della fascia interna dei rilievi pedemontani della catena dei Peloritani, la cui morfologia è resa accidentata da solchi erosivi, valloni ed alvei torrentizi la cui presenza è tipica sono da correlare all'azione delle acque meteoriche ed alla erodibilità delle rocce affioranti.

Si evidenzia il grado di fessurazione superficiale delle rocce filladiche, l'inclinazione dei piani di scistosità, generalmente alta, nonché l'aspetto accidentato dei pendii interessati dai movimenti della coltre detritica, prevalentemente sabbiosa con varia componente limosa-argillosa.

Lungo i fianchi delle vallecole e delle profonde incisioni torrentizie si rinvencono piccole sorgenti, alimentate da piccole falde i cui acquiferi sono costituiti dai livelli più superficiali e disarticolati dei terreni metamorfici e Flischoidi. Le acque superficiali, da quelle di ruscellamento a quelle di infiltrazione, per le caratteristiche morfolitologiche e geomeccaniche delle rocce affioranti svolgono un ruolo di condizionamento importante sulla stabilità dei versanti. A maggiori profondità la natura litologica e la compattezza (le fratture sono generalmente a labbri serrati) riducono notevolmente la filtrazione delle acque meteoriche la cui circolazione risulta pertanto impedita.

Nel fondovalle dei torrenti che attraversano il territorio comunale, al piede delle scarpate, le acque mostrano elevata capacità di erosione; la rimozione di accumuli di materiale derivante dallo scivolamento e/o rotolamento lungo i pendii più acclivi ripristina, in concomitanza agli eventi in piena o comunque di deflusso abbondante, la preesistente inclinazione a scarpata. Ciò motiva in parte il “materasso” costituito da ciottoli e blocchi che riempie il fondovalle dei torrenti della zona.

Il corso dei torrente principali e dei loro affluenti di destra e di sinistra risultano fortemente condizionati dalla neotettonica che ha determinato evidenti bruschi cambi di direzione e pendenza delle aste torrentizie.

Vengono qui di seguito descritte le aree a caratteristiche morfologiche simili, nonché i principali processi morfoevolutivi che si verificano nel territorio di Mazzarrà S. Andrea, i più importanti dei quali sono stati riportati nell'allegata carta geomorfologica (Tav. I).

a) Zone Boschive

E' da segnalare che diversi versanti dei rilievi sia alto-collinari che montuosi, generalmente acclivi risultano interamente coperti da boschi di alto fusto o da una fitta vegetazione spontanea la cui azione protettiva nei confronti del terreno limitano i fenomeni di degradazione. Comprende alcune superfici ubicate nelle zone meridionali del territorio.

b) Aree argillose

Affioramenti argillosi non molto estesi sono stati localizzati nelle zone settentrionali del territorio comunale e precisamente: nella C/da Castellacci ed a Sud-Est del Municipio in prossimità delle scuole e, ad Ovest del Torrente Mazzarrà, a confine col comune di Furnari.

Trattasi di aree a leggera pendenza, dove prevalgono le forme blande e ondulate. Su questo litotipo, facilmente erodibile, si esplica, in particolare, un tipo di erosione “a solchi”.

Le aree argillose sono altresì interessate da un lento movimento gravitativo coticale (soliflusso); l'accentuazione di tale fenomeno porta alla formazione di aree instabili. Segni

di fenomeni di soliflussione che danno luogo a frane in prossimità delle scuole, e che quindi risultano, in alcuni punti dissestate ed avvallate, ed oggi oggetto di opere di consolidamento. Le cause dei fenomeni di soliflussione sono da ricercare nel decadimento delle caratteristiche geotecniche che subiscono in superficie detti terreni in presenza di acqua.

Si tratta, comunque, di fenomeni a carattere decisamente superficiale, arrestabili con opportuni accorgimenti volti ad allontanare le acque di ruscellamento superficiali.

c) Aree soggette ad erosione diffusa

Sono localizzate in prossimità delle zona di testata dei rami secondari del reticolo idrografico e sono caratterizzate da acclività elevata e da una forte azione erosiva che ha portato all'asportazione parziale o totale della cotica vegetale ed al conseguente denudamento della roccia sottostante.

L'azione erosiva che si esplica su queste aree è principalmente di tipo pluviale e laminare.

L'erosione pluviale è dovuta all'azione meccanica d'impatto dell'acqua sul terreno, con conseguente spostamento delle particelle più fini e parziale o totale distruzione della struttura dei suoli.

L'erosione laminare è dovuta, invece, all'azione delle acque meteoriche che non si infiltrano nel terreno e che scorrono, pertanto, in superficie in modo disordinato e diffuso provocando, specie nelle aree prive di vegetazione, un'erosione laterale dei detriti che vengono mobilitati e trasportati verso valle.

L'accentuazione di tali fenomeni porta ad un tipo di erosione a "*rivoli*" o a "*solchi*".

Trattasi, pertanto, di zone geomorfologicamente instabili in cui, tra l'altro, l'erosione provoca un lento ma continuo arretramento della zona di testata del bacino verso lo spartiacque.

d) Scarpate

Nell'ambito del territorio comunale si rilevano una serie di scarpate la cui formazione è legata principalmente all'azione delle acque fluviali.

Tutta la fascia a monte ed a valle di tali scarpate per una profondità che potrà essere definita per ogni singolo caso deve essere, da un punto di vista morfologico, considerata instabile.

Per quanto riguarda la profondità di tale fascia di sicurezza, grossolanamente in questa sede, si può suggerire a monte una larghezza pari all'altezza della parete ed a valle alla massima distanza prevedibile che potrà raggiungere un masso che rotoli verso valle.

Particolare degna di nota è la scarpata ubicata nella carta geomorfologica in prossimità della S.S. 185 in C/da Finita.

e) Aree in frana

Sul territorio rilevato si sono cartografate le aree interessate da frane attive più o meno estese. Da una prima analisi generale in campagna si sono notate tracce di piccoli smottamenti, verificatisi in corrispondenza a periodi di notevole piovosità, e che hanno interessato esclusivamente le coltri eluvio-detritiche e parte delle formazioni in posto molto fratturate. Questo tipo di fenomeni molto diffusi hanno creato, generalmente, particolari problemi in relazione alla loro entità, alla viabilità e comunque sono facilmente sistemati.

L'area dove, invece, il dissesto si è manifestato in proporzioni maggiori e più rilevante viene mappata in prossimità del Vallone Cerolivo, a valle del cimitero comunale.

Quest'area, pertanto, costituisce una zona ad elevata instabilità geomorfologica, infatti, qualora se ne presenta le condizioni (alluvione dell'Ottobre 1996), soprattutto legate agli afflussi idrici, possono generarsi fenomeni di scivolamento. Il fenomeno generalmente non è repentino e molto spesso si esaurisce in tempi relativamente brevi raggiungendo uno stato di quiescenza.

8.0 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

8.1 Indagini

Per una generale conoscenza geologica dell'area si è eseguita preliminarmente una ricerca bibliografica nella letteratura geologica esistente.

Successivamente si è eseguita una campagna di indagini in sito consistente in rilievi a scala 1:10.000 di tipo geologico, geomorfologico, tettonico ed idrogeologico, estesi all'intero territorio comunale.

Il rilievo geologico e tettonico ha permesso d'individuare i caratteri litologici, stratigrafici e strutturali dei terreni presenti; col rilievo geomorfologico si sono individuati i processi geomorfologici e le condizioni di dissesto del territorio; col rilievo idrogeologico si sono caratterizzati i complessi idrogeologici presenti nel territorio comunale fornendo le indicazioni sui principali punti d'acqua e sulla circolazione idrica sotterranea.

8.2 Inquadramento geologico generale

Il territorio comunale di Mazzarrà S. Andrea si sviluppa nell'estrema porzione nord-orientale della Sicilia; esso s'inserisce quindi nel quadro geologico generale dei monti Peloritani, i quali a loro volta costituiscono la porzione meridionale dell'Arco Calabro Peloritano.

Quest'ultimo viene interpretato come un frammento della Catena Alpina cretacico-paleogenica, Europa-vergente, sovrascorsa sui terreni della Catena Appenninica.

È costituito da falde di sovrascorrimento che attualmente occupano l'estremità NE siciliana, in cui è presente un basamento metamorfico, talora con resti dell'originaria copertura sedimentaria mesozoico-terziaria (fig. 10).

Tali unità, derivanti dalla deformazione del margine continentale alpino, si sono messe in posto nel Miocene inferiore accavallandosi sulle coltri appenninico-maghrebidi, con le quali vengono in contatto lungo la linea di Taormina coincidente con l'allineamento S. Fratello-Taormina.

Successivamente, nel Pliocene medio l'edificio alpino e quello appenninico, ormai saldati, sovrascorrono sui depositi dell'avanfossa.

Sui terreni delle unità del basamento cristallino e sulle loro coperture sedimentarie preorogene risultano depositi trasgressivamente i terreni del Flysch di Capo d'Orlando costituiti da arenarie gradate, argille siltose, conglomerati, siltiti e calcareniti.

Questi ultimi sono ricoperti tettonicamente dai terreni alloctoni appartenenti al complesso delle argille varicolori.

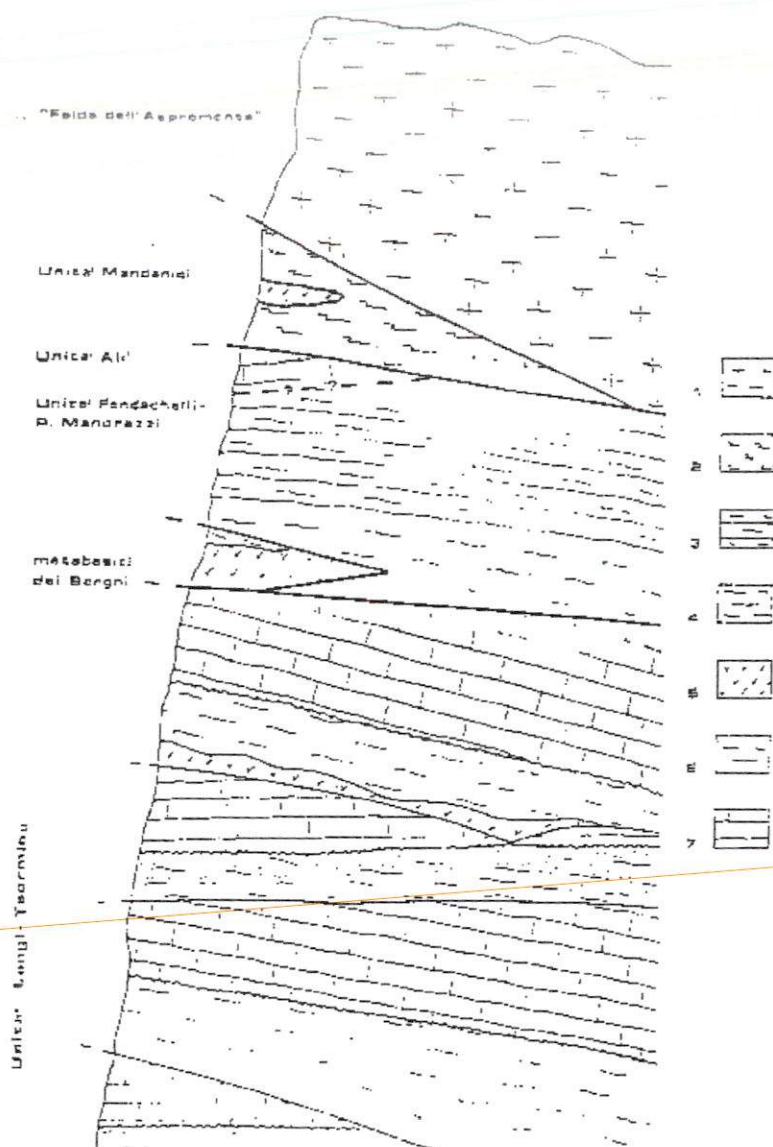
In discordanza sugli elementi tettonici sopra descritti poggiano i terreni postorogeni con una successione di depositi prevalentemente terrigeni a granulometria variabile di età mio-pliocenica e pleistocenica.

L'area compresa entro il territorio comunale di Mazzarrà S. Andrea è costituita da una serie di terreni di età compresa tra il Carbonifero e l'attuale, rappresentata in basso da rocce metamorfiche (filladi, gneiss etc.) appartenenti al basamento cristallino della Catena Peloritana; seguono verso l'alto il complesso arenaceo-argilloso-siltoso e conglomeratico noto come Flysch di Capo d'Orlando (Terrigeno dei Peloritani), il complesso delle Argille Varicolori ed i terreni postorogeni rappresentati da un complesso argillo-arenaceo-sabbioso del Serravalliano sup.-Messiniano inf., da depositi sabbioso-calcarenitici del Pliocene e da depositi terrigeni di terrazzi marini quaternari di natura sabbioso conglomeratica.

Nelle zone di fondovalle dei corsi d'acqua principali sono presenti depositi recenti ed attuali di natura alluvionale e nelle zone pedemontana depositi di natura detritica.

8.3 Terreni presenti nel territorio comunale

Sulla base dei dati disponibili in letteratura geologica e sulla base di quanto rinvenuto col rilievo geologico di superficie (Tav. II) la serie dei terreni presenti nel territorio comunale di Mazzarrà S. Andrea, dal basso verso l'alto è così costituita:



— Colonna schematica delle unità stratigrafico-strutturali dei Monti Peloritani: 1) metamorfiti di medio e alto grado; 2) filadi a granato e/o cloritoidi; 3) meta-
reniti; 4) epimetamorfiti; 5) metabasiti; 6) metaulfil e porfiroidi; 7) successioni
sedimentarie mesozoiche prevalentemente carbonatiche. Nella colonna per esi-
genze grafiche non compare l'Unità Novara; i rapporti di spessore sono solo indicativi.
(Da Glauco Ercandi et al. 1977)

COLONNA STRATIGRAFICA TIPO DELL'AREA PELORITANA

Fig. 10

- Gneiss

Si tratta di terreni metamorfici di medio ed alto grado metamorfico costituiti da paragneiss biotitici, scisti muscovitico-biotitici e micascisti sillimanitici con intercalazioni di anfiboliti, gneiss occhiadini da massivi a fortemente scistosi talora con lenti o intercalazioni di paragneiss. Localmente sono stati cartografati marmi e fels Ca-silicatici.

Gli gneiss occhiadini comprendono diversi tipi litologici, da massicci a fortemente scistosi, contengono occhi bianchi e rosati di K-feldspato, raramente plagioclasici e quarzosi, che raggiungono dimensioni di diversi centimetri. Entro le masse occhiadine sono presenti intercalazioni di paragneiss biotitici fino a costituire delle vere e proprie alternanze di bancate decimetrica-metriche.

Gli gneiss presentano grana medio-minuta; si associano con contatti netti sia a paragneiss che a gneiss occhiadini, presentando con tali litotipi rapporti giacaturali variabili.

I paragneiss biotitici sono caratterizzati da un'estrema variabilità d'aspetto per cui si riconoscono tipi massivi ed a grana minuta in livelli centimetrico-metrici ed i tipi da mediamente a fortemente scistoso-lenticolari a grana medio-grossa in livelli centimetrico-decimetrici. La distribuzione e l'alternanza dei vari litotipi è estremamente irregolare e casuale.

A causa delle varie vicissitudini tettoniche, la roccia presenta delle micro e macro discontinuità che ne condizionano il comportamento geomeccanico e fenomeni di cataclasizzazione e milonitizzazione, dovuti ad azioni dinamiche post-orogeniche, in cui l'originaria compattezza nella massa rocciosa è spesso annullata. Localmente sia i micascisti che le migmatiti si presentano più o meno alterate e degradate per watering. I processi di degradazione fisica raggiungono talora condizioni estreme fino a conferire alla roccia un aspetto di formazione sciolta con apparente coesione.

I processi di alterazione chimica trasformano i componenti mineralogici della roccia formando delle bande argillificate nelle zone di più intensa tettonizzazione.

In funzione del grado di alterazione possiamo distinguere dall'alto verso il basso tre livelli: uno caotico, di alterazione superficiale molto avanzata, poggiante su porzione di roccia più o meno integra ma intensamente fratturata, ed un substrato non alterato.

All'interno del territorio comunale di Mazzarrà S. Andrea i terreni in oggetto affiorano estesamente nel settore centrale e centro-settentrionale.

Terrigeno dei Monti Peloritani

- Flysch di Capo d'Orlando (Oligocene sup. – Miocene inf.)

Con tale termine viene indicato in letteratura un deposito torbiditico-conglomeratico-arenaceo.

Si tratta di una formazione conglomeratica nei livelli basali, passante verso l'alto ad alternanze arenaceo argillose, potente oltre i 1.000 mt.

I depositi che costituiscono questa formazione poggiano sulle unità tettoniche del basamento cristallino e sulle loro coperture sedimentarie.

Superiormente la formazione è delimitata dai terreni appartenenti al Complesso delle Argille Varicolori.

Si tratta di un'alternanza di arenarie, spesso a grana grossa, in strati e banchi gradati fino a microconglomerati, con subordinate intercalazioni di argille siltose grigie dello spessore di pochi centimetri e con potenti lenti e livelli conglomeratici.

La litofacies conglomeratica è costituita da ciottoli e frammenti di varie dimensioni di argilloscisti, filladi, gneiss, quarziti e calcari mesozoici; si rinvencono anche piccoli ciottoli rossi ben arrotondati di natura vulcanica. La massa di fondo è prevalentemente arenaceo argillosa.

La litofacies arenacea segue stratigraficamente i conglomerati basali ed è costituita da una potente successione di banchi arenacei grigio-giallastri ben stratificati di spessore variabile con intercalati livelli argilloso-marnosi e rari livelli conglomeratici di modesto spessore.

La composizione delle arenarie è variabile, dalle arcose litiche molto micacee alle grovacche litiche. Localmente sono presenti livelli lignitiferi e, talora, alla base, calcareniti e microfossili. Nella parte alta della formazione si rinvencono slumpings ed intercalazioni di materiale caotico alloctono.

Complessivamente si tratta di una sequenza eterogenea per evidente variabilità litologica e comprende rocce che vanno dal tipo lapideo ai depositi coesivi fortemente preconsolidati.

Le caratteristiche tecniche dipendono dalla frequenza dei livelli arenacei, della loro continuità e dalla loro alterazione. In notevole considerazione, per una loro caratterizzazione tecnica, deve essere tenuta la condizione di giacitura, la fratturazione e la tettonizzazione.

Tali caratteristiche risultano da buone a discrete laddove si ha predominanza di termini arenacei compatti, non eccessivamente tettonizzati e fratturati.

I terreni prevalentemente arenacei appartenenti al Flysch di Capo d'Orlando affiorano esattamente nel settore centrale del territorio comunale di Mazzarrà S. Andrea.

Unità Antisicilide

Argille varicolori (Cretaceo sup.-Miocene inf.)

Le argille varicolori rappresentano un complesso caotico, intensamente tettonizzato costituito di argilla, argilla marnosa e marne varicolori, in prevalenza da grigio chiaro a rosso violaceo, talora anche verdognolo e bruno, caratterizzato dal fatto che ingloba numerosi frammenti rocciosi di età e litologie differenti. Vi si rinvencono lembi di radiolariti policrome, calcari marnosi, alternanze argilloso-arenacee e banchi quarzarenitici.

Le masse argillose che costituiscono tale tipo litologico sono per la maggior parte ridotte in scaglie minute, laminate, striate e contorte talché risulta talora impossibile individuare qualsiasi traccia della loro originaria stratificazione.

Come già detto il colore delle argille è piuttosto variabile; i colori più scuri appaiono più frequenti laddove le argille sono più tettonizzate e presentano un ridotto o addirittura mancante scheletro

sabbioso; se l'argilla diviene più marnosa e più sabbiosa il colore tende verso il chiaro. I due tipi litologici appaiono ovunque mescolati e senza alcun ordine apparente.

La massa argillosa è sempre predominante e le scaglie di forma poliedrica, delimitate da superfici lucide, spesso con tracce di talco e di dickite, sono a volte minute, a volte grossolane, talora alquanto plastiche, altre più a meno dure.

Ciò è legato alle vicissitudini geologiche complesse con conseguenti sollecitazioni tettoniche che danno luogo ad un tale assetto caotico ed a una giacitura fortemente tettonizzata. Il grado di tettonizzazione del materiale può essere diverso in punti della formazione molto prossimi, sicché a breve distanza accade di osservare l'argilla o tipicamente a scaglie ovvero laminata o addirittura fogliacea o contorta. Gli olistoliti, tettonicamente inglobati, sono talvolta di grandi dimensioni fino a costituire grandi affioramenti rocciosi, che risultano però non radicati alla base.

La loro distribuzione è quanto mai irregolare e conferisce alla formazione un aspetto di grande caoticità.

Nel complesso la formazione in oggetto presenta i caratteri di strutturalmente complessa, eterogenea, con discontinuità di vari tipi quali giunti e piani di stratificazione.

Nel territorio comunale di Mazzarrà S. Andrea, le argille varicolori si localizzano nel settore settentrionale. Un esteso affioramento si ha in destra del torrente Mazzarrà, a confine col comune di Furnari, mentre due limitati lembi si rinvencono in c.da Castellacci ed in prossimità delle scuole a Nord della S.S. 185.

Complesso post-orogeno precollisionale

Calcareniti di Floresta (Burdigaliano sup. – Langhiano)

Giacciono trasgressivamente sulle argille scagliose, in un affioramento di proporzioni limitate, localizzato a Sud-Ovest del centro abitato in c/da Castellacci.

Si tratta di arenarie a cemento calcareo e di calcareniti organogene in banchi da metrici a decimetrici, con caratteristici solchi d'erosione differenziale paralleli alla stratificazione, causati

dalla differente composizione litologica in seno ad ogni singolo bancone, e pertanto al differente grado d'erosibilità.

Il colore delle calcareniti è genericamente bianco o giallastro, con sfumature verdognole per la presenza di minerali glauconitici. La dimensione dei clasti è grossolana, e spesso si osservano livelli microconglomeratici con particolare arricchimento in frammenti filladici, granuli di quarzo e piccole lenti di argille scagliose.

Detti livelli sono caratterizzati da una scarsa matrice ed una bassa cementazione degli elementi, quest'ultimi presentano una configurazione irregolare indice di bassa maturità tessiturale.

Un'altra caratteristica di questa formazione è la presenza di rarissime intercalazioni argilloso-marnose di sottile spessore. L'assetto giaciturale delle calcareniti è sub-orizzontale, ciò dimostra il basso disturbo tettonico, che ha subito tale formazione.

Complesso pos-torogeno postcollisionale

Conglomerati, arenarie, argille siltose (Serravalliano-Messiniano inf.)

Si tratta di una formazione postorogena costituita in basso da una più o meno potente sequenza conglomeratica, passante verso l'alto a sabbie, molasse calcaree, molasse dolomitiche, quindi ad argille ed argille marnose, spesso siltose, ricche di livelli sabbiosi di potenza variabile, talora anche con lenti conglomeratiche.

Tali sedimenti si presentano sotto tre facies tipiche: una facies costituita prevalentemente da sedimenti marnoso-argillosi, una facies arenacea o arenaceo-sabbiosa, costituita da una potente serie di facies grossolane a scheletro prevalentemente quarzoso talora cementate in livelli e banchi di spessore variabile con intercalazioni ritmiche di livelli argilloso-marnosi. Le arenarie passano gradualmente ad argille sabbiose, siltose e marnose di colore grigio o grigio azzurro a stratificazione indistinta e frattura concoide, con un tenore di CaCO_3 intorno al 10% e con intercalazioni più o meno frequenti di strati e straterelli di arenarie.

In questa facies argillosa sono intercalate lenti e lamine sabbiose, tali da evidenziare l'andamento della stratificazione.

Nell'area in studio è presente la litofacies prevalentemente arenacea della formazione Terravecchia con talora sottili intercalazioni argilloso-sabbiose e solo localmente sono presenti terreni appartenenti alla litofacies conglomeratica. Questa affiora all'estremità settentrionale del territorio comunale alla sinistra del torrente Mazzarrà, in C/da Zuppà.

Terrazzi fluviali antichi

Si tratta di depositi alluvionali terrazzati costituiti da sabbia limosa e limo sabbioso bruno-giallastro, a giacitura lenticolare, con livelli discontinui di ghiaia poligenici a spigoli arrotondati.

Tali terreni si rinvencono lungo la sinistra idrografica del torrente Mazzarrà, a quote più elevate rispetto all'attuale piana alluvionale, a confine col comune di Terme Vigliatore.

Alluvioni attuali, recenti e depositi di spiaggia

Comprendono le alluvioni attuali di alveo e le alluvioni recenti che costituiscono la piana alluvionale di Mazzarrà S. Andrea, nonché depositi di fondovalle.

Si tratta di sedimenti clastici ed incoerenti provenienti dall'erosione e dalla degradazione delle rocce affioranti nelle zone distali e mediane del bacino imbrifero del torrente Mazzarrà, successivamente trasportati e depositati o nei tratti vallivi dov'è minore la pendenza degli alvei ed i corsi d'acqua dissipano gli eccessi d'energia, o direttamente nel Tirreno.

I depositi alluvionali accumulatisi durante l'ultima era geologica hanno colmato un'ampia depressione morfologica molto incisa, nella quale scorrevano paleofiumi aventi bacini imbriferi parzialmente coincidenti con quelli degli attuali torrenti.

Nel processo di formazione della pianura alluvionale un importante ruolo ha giocato la tettonica quaternaria che ha provocato il recente e non ancora sopito sollevamento della regione, con conseguente innalzamento dei depositi marini a quote superiori all'attuale livello del mare.

Litologicamente i terreni alluvionali sono costituiti da sabbie più o meno limoso-argillose, da ghiaie e ciottoli. Si tratta di sedimenti clastici disposti in banchi, strati e livelli semidiscontinui e di estensione tridimensionale molto variabile, con prevalenza ora dell'uno ora dell'altro termine. La prevalenza di un particolare termine rispetto agli altri è legata alle caratteristiche locali delle correnti di trasporto nell'atto delle deposizioni.

I processi di deposizione hanno dato luogo ad una successione litologica alquanto complessa e contraddistinta in genere da alternanza di strati sabbioso-limosi-argillosi con strati sabbioso-ghiaiosi.

Si segnala che lo strato più superficiale dei sedimenti alluvionali si presenta alterato e degradato ed insieme ai residui organici concorre a formare il suolo agrario. Lo spessore dei sedimenti alluvionali è sicuramente maggiore della profondità di stretto interesse geotecnico ed è crescente da Sud verso Nord, raggiungendo il massimo spessore di 50-60 mt. In prossimità della zona di confluenza dei torrenti Mazzarrà e Brandino.

Le alluvioni recenti si distinguono da quelle attuali in quanto sono depositate al di fuori dell'alveo fluviale, mentre le seconde all'interno dell'alveo subiscono un continuo rimaneggiamento ad opera delle acque.

Copertura detritica

I substrati litologici sono ricoperti, in special modo nelle zone a morfologia più depressa, da coltri d'alterazione pluvio-detritiche a composizione litologica, spessore e colore variabili in relazione ai sottostanti substrati litologici dalla cui degradazione in parte esse derivano.

Nella carta geolitologica sono state cartografate le aree in cui le coltri di copertura assumono spessori significativi, valutati in almeno 4,00 mt.

Secondo quanto rilevato nel corso della ricognizione superficiale (grazie ad alcuni tagli naturali) trattasi prevalentemente di limi argillo-sabbiosi di colore bruno giallastro, inglobanti, localmente, una limitata percentuale variabile di elementi lapidei, con dimensioni nell'ordine dei decimetri e dei

centimetri, con subordinati blocchi a spigoli vivi; gli elementi lapidei derivano dal disfacimento accelerato delle formazioni competenti.

Si fa presente che dal punto di vista applicativo trattasi di materiali coesivi o pseudocoerenti ed a luoghi, incoerenti, da poco consistenti a moderatamente consistenti in cui però, in occasione di eventi piovosi particolarmente intensi, si determina un generale aumento di peso di volume con un conseguenziale incremento degli sforzi di taglio (con possibilità di circoscritti movimenti superficiali).

9.0 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Gli studi e le ricerche effettuate sul territorio di Mazzarrà S. Andrea hanno consentito, la redazione di una **carta della permeabilità (Tav. III)** che, nel complesso, contiene tutti gli elementi utili, e facilmente individuabili, atti a caratterizzare il territorio esaminato sotto il profilo idrogeologico; vanno intesi con questo termine tutti i parametri e le caratteristiche dei terreni che concorrono a determinare la circolazione idrica superficiale e sotterranea, nonché gli effetti positivi e negativi che tale fenomenologia determina sull'assetto territoriale.

In particolare, sono state prese in considerazione, e mappate, le caratteristiche di permeabilità dei terreni in affioramento, i lineamenti idrografici superficiali (corsi d'acqua principali ed affluenti) e l'individuazione dello spartiacque superficiale.

Dal punto di vista della permeabilità i litotipi affioranti sono stati suddivisi in cinque classi a diverso grado di permeabilità.

Si distinguono le seguenti classi:

- terreni a permeabilità elevata per porosità,
- terreni a permeabilità elevata per fratturazione;
- terreni a permeabilità medio-bassa per porosità;
- terreni a permeabilità medio-bassa discontinua orientata;
- terreni a permeabilità medio-bassa per fratturazione;
- terreni impermeabili.

9.1 Terreni a permeabilità elevata per porosità

In questa classe sono stati inseriti i depositi alluvionali dotati di permeabilità per porosità (o permeabilità congenita).

Tali terreni sono definiti come “rocce sciolte” a causa della disposizione spaziale dei granuli, che consente la formazione di spazi interstiziali fra i singoli clasti.

La porosità è comunque legata alle caratteristiche granulometriche delle varie facies alluvionali ed in particolare significativa nelle classi a granulometria più grossolana.

Nell'ambito dei materassi alluvionali si possono distinguere orizzonti molto permeabili dati dai livelli ciottoloso-ghiaiosi ed orizzonti meno permeabili, dati dai livelli di materiali a granulometria più fine (sabbie limose, limi sabbiosi).

Ai livelli ciottoloso-ghiaiosi è possibile assegnare un coefficiente di permeabilità compreso tra

$$10^2 \leq k \leq 10^{-1} \text{ cm/sec}$$

Agli orizzonti di sabbie limose si può invece imputare una permeabilità più ridotta:

$$10^{-4} \leq k \leq 10^{-3} \text{ cm/sec}$$

9.2 Terreni a permeabilità elevata per fratturazione

In questa classe sono ascrivibili le calcareniti di Floresta permeabili per fratturazione (permeabilità acquisita).

Queste presentano un sistema di discontinuità d'intensità molto variabile; è comunque quasi sempre presente in sistema di fratture beanti che conferiscono alla roccia coefficienti di permeabilità elevata compresi tra

$$10^{-2} \leq k \leq 10^{-1} \text{ cm/sec}$$

9.3 Terreni a permeabilità medio-bassa

Questa classe comprende litotipi dotati di un coefficiente di permeabilità simile, anche se legato a tipi di permeabilità diversa.

In particolare si hanno:

- a) materiali detritici, permeabili per porosità;
- b) alternanza arenaceo-argillosa (Flysch di Capo d'Orlando) e formazione Tortoniana, dotati di permeabilità discontinua ed orientata;
- c) gneiss occhiadini permeabili per fratturazione.

a) Materiali detritici

Per quanto riguarda questo litotipo, il grado di permeabilità è inversamente proporzionale alla quantità di fini (limi ed argille) presenti.

Laddove la copertura detritica è più ricca di elementi litoidi, sia piccoli che grossolani, la permeabilità s'incrementa sensibilmente.

In linea generale, possono essere comunque considerati moderatamente permeabili.

b) Alternanza arenaceo-argillosa (Flysch di Capo d'Orlando-Formazione Tortoniana)

In questa formazione la permeabilità è variabile in funzione della litologia dello strato o livello cui si riferisce.

Nell'ambito della stessa alternanza si riscontrano quindi situazioni estreme, rappresentati dai livelli di argille impermeabili e dagli orizzonti arenaceo-sabbiosi conglomeratici permeabili.

Ne consegue che parallelamente alla stratificazione, in corrispondenza di livelli arenacei continui, si hanno buoni valori del coefficiente di permeabilità.

Ne deriva che l'alternanza nel suo complesso si comporta come litotipo poco permeabile o addirittura impermeabile nella direzione ortogonale alla stratificazione; si può invece riscontrare una discreta permeabilità nella direzione parallela alla stratificazione, relegata ai livelli prevalentemente arenacei e sabbiosi.

c) Gneiss occhiadini

Trattasi di rocce in cui è sempre presente un sistema di discontinuità variamente orientato e d'intensità molto variabile.

Stabilire l'ordine di grandezza del coefficiente di permeabilità dei suddetti terreni non è certo semplice, riscontrandosi in natura delle situazioni locali con permeabilità elevata, laddove esiste una fessurazione di tipo beante e di permeabilità più ridotta, in corrispondenza di quelle porzioni di ammassi rocciosi meno fratturati o con fratture di tipo combaciante.

A titolo puramente indicativo si riporta il seguente campo di variabilità del coefficiente di permeabilità:

$$10^{-3} \leq k \leq 10^{-1} \text{ cm/sec}$$

In ogni caso si tratta di permeabilità di tipo secondaria, legata cioè alla fratturazione della roccia.

9.4 Terreni impermeabili

Sono rappresentati dalle argille scagliose, che, per l'alto contenuto di minerali argillosi sono dotate di permeabilità molto bassa o quasi nulla.

9.5 Carta della permeabilità

In quest'elaborato (TAV. III), in relazione al tipo ed al grado di permeabilità è stata fatta la seguente distinzione:

- Permeabilità elevata per porosità

Vi appartengono le alluvioni di fondovalle e terrazzate.

- Permeabilità elevata per fratturazione

Vi si trovano le calcareniti di Floresta interessate da vari sistemi di fratturazione spesso anche beanti.

Permeabilità medio-bassa per fratturazione

Viene considerato il detrito.

- Permeabilità medio-bassa per fratturazione

In questa famiglia ricadono i gneiss occhiadini.

- Permeabilità medio-bassa discontinua ed orientata

Ne sono dotati l'alternanza arenaceo-argillosa del Flysch e l'alternanza arenaceo-sabbioso-pelitica del Tortoniano.

- Formazioni impermeabili

In questa famiglia ricadono le argille scagliose.

9.6 Acquiferi e modalità di circolazione sotterranea

In siffatte condizioni la circolazione idrica sotterranea si esplica laddove la permeabilità delle rocce e dei terreni è tale da consentire la formazione di una falda.

Vengono qui di seguito descritte le varie situazioni riscontrabili nel territorio di Mazzarrà S. Andrea, in cui si ha la possibilità d'instaurarsi di falde sotterranee.

a) Falde di subalveo

Con questo termine si indica la falda che si rinviene nell'ambito dei sedimenti alluvionali, sia di fondovalle che terrazzati, (alluvioni recenti) molto permeabili, presenti nei principali corsi d'acqua.

La permeabilità del materasso alluvionale è molto più elevata di quella delle rocce del substrato e si ha quindi la formazione di falde acquifere, a carattere perenne, alimentate dalle precipitazioni meteoriche ricadenti nei rispettivi bacini imbriferi.

Il regime idraulico è logicamente legato all'andamento delle precipitazioni atmosferiche:

- nei periodi di siccità la superficie freatica delle suddette falde si abbassa al di sotto della quota di alveo;

- nei periodi di maggiore piovosità la falda s'innalza oltre la quota dell'alveo e scorre a pelo libero, in concomitanza poi degli eventi meteorici più intensi si possono avere le piene, il cui carattere è notorio per i danni che possono arrecare, essendo talvolta caratterizzate da regime tumultuoso.
- Nel territorio di Mazzarrà S. Andrea la presenza di una falda di subalveo è limitata ai torrenti Mazzarrà e Brandino, alle alluvioni di fondovalle ed alla piana posta a settentrione dell'abitato.
- Dalle informazioni raccolte in sito ed al censimento delle derivazioni idriche è risultato che il livello statico della falda freatica si stabilisce al di sotto di 15 mt. Dal p.c.

b) Falde confinate

Si tratta in genere di piccole falde relegate in livelli permeabili contenute al tetto ed al letto dei terreni a minore permeabilità.

In seno all'alternanza arenaceo-argillosa è teoricamente possibile l'esistenza di queste piccole falde confinate, in corrispondenza dei livelli arenacei fratturati, poiché tali livelli sono orizzontalmente discontinui, tali falde se presenti sono di tipo fossile, di origine cioè singenetica alla formazione dei sedimenti e generalmente non alimentate.

c) Falde sospese e/o isolate

Con tale termine si indicano le falde che possono rinvenirsi nell'ambito degli ammassi rocciosi più fratturati, il cui andamento è di difficile previsione, essendo legato esclusivamente alla maggiore fratturazione nell'ambito della stessa formazione.

Di questo tipo sono le falde che alimentano le sorgenti nell'ambito delle rocce metamorfiche.

Più che di vere e proprie falde idriche si tratta di percorsi preferenziali che permettono il deflusso di vene acquifere a carattere perenne, che risentono comunque dell'andamento delle precipitazioni meteoriche.

d) Falde di contatto

Vengono indicate con questo termine le falde che si formano al contatto tra una formazione permeabile ed una sottostante formazione impermeabile.

Di questo tipo sono le falde che si rinvencono al piede delle scarpate calcarenitiche.

Lo studio delle acque sotterranee diventa indispensabile per una zonizzazione geologico-tecnica in quanto risultano notevoli le influenze di queste sui manufatti civili ed industriali.

In caso di terremoti infatti, gli incrementi d'intensità sismica in presenza di falda superficiale possono raggiungere valori elevati e provocare fenomeni di liquefazione nelle sabbie e nei limi.

In questa fase la falda freatica non è stata adeguatamente studiata per ovvi limiti economici e temporali.

Oscillazioni del livello freatico, infatti, sono comunque possibili nei periodi di massima piovosità e di piena dei torrenti.

Ma difficilmente il livello freatico si dispone ad un'altezza superiore ai 10,00 mt.

10.0 CARTA DELL'ACCLIVITÀ

In situazione statica, a parità di altre variabili (litologia, condizioni geotecniche, esposizione del versante, ecc.) i pendii assumono condizioni d'instabilità all'aumentare dell'acclività ovvero la stabilità dei versanti è inversamente proporzionale alla loro acclività, per cui al fine di valutare le condizioni di stabilità del territorio in oggetto, riveste fondamentale importanza la definizione di tale parametro.

Il generale, si può affermare che i territori soggetti a rapida evoluzione geodinamica, quest'ultima esplicatasi essenzialmente in un elevato tasso di sollevamento, e ad alta frequenza di eventi sismici, costituiscono aree ad elevata propensione all'instabilità dei pendii.

Per avere una visione diretta del grado di dissestabilità dei terreni, in funzione della pendenza è stata redatta la carta dell'acclività (TAV. IV) per rappresentare le varie classi di pendenza sono stati impiegati colori, dalle tonalità decrescenti al diminuire dell'acclività.

Il territorio è stato suddiviso in 4 classi di pendenza, che individuano le seguenti differenti zone:

CLASSE I 0-15 % aree da sub-orizzontali a leggermente inclinate (acclività bassa);

CLASSE II 15-30 % aree da leggermente inclinate a mediamente inclinate (acclività media);

CLASSE III 30-40 % aree da mediamente inclinate a fortemente inclinate (acclività elevata);

CLASSE IV > 40 % aree da fortemente inclinate a scoscese e ripide (acclività fortemente accentuata).

CLASSE I

Le aree appartenenti alla I classe, sono quasi esclusivamente localizzate negli affioramenti della formazione delle *argille scagliose*, della *copertura detritica* e dei *depositi alluvionali*.

Dette aree occupano una vasta superficie ubicata nella porzione settentrionale del territorio di Mazzarrà S. Andrea, ed un piccolo lembo nella parte alta del versante di C/da Musclonita.

I processi morfoevolutivi più importanti sono quelli precedentemente descritti relativi alle argille scagliose e cioè fenomeni di soliflussione ed erosione lineare per fossi abbastanza accentuata.

Si tratta comunque di fenomeni morfoevolutivi non evolenti al dissesto profondo. Nei depositi alluvionali non sono presenti fenomeni morfoevolutivi degni di nota.

CLASSE II

Le aree da leggermente inclinate a mediamente inclinate sono presenti nella zona a Sud della S.S. 185 in c/da Zuppa ed in C/da Cavalleria. Esse sono da considerare come morfologicamente stabili nei litotipi a consistenza lapidea o semilapidea, mentre negli affioramenti argillosi e nella fascia di alterazione delle formazioni presenti si evidenzia un'accentuazione dei fenomeni morfoevolutivi descritti nella precedente classe.

In questo caso la maggiore inclinazione esalta i processi erosivi.

CLASSE III

Le aree appartenenti alla terza classe sono localizzate nella parte centrale del territorio.

Interessano tipi lapidei dalle condizioni geomorfologiche variabili da punto a punto in relazione alle caratteristiche litologiche dei terreni, alla loro giacitura, alle condizioni idrogeologiche locali, alla situazione strutturale, alla presenza o meno della copertura detritica, all'esposizione dei versanti ed agli interventi antropici, per cui occorrono verifiche particolareggiate e locali per la definizione delle condizioni di stabilità di un'area.

I fenomeni erosivi si esplicano principalmente lungo le linee d'impluvio.

CLASSE IV

Costituisce la classe arealmente più diffusa nel territorio di Mazzarrà S. Andrea, a Sud del centro abitato.

I fenomeni erosivi si sviluppano principalmente lungo le linee d'impluvio e nelle zone di testata dei bacini.

L'elevata acclività non permette l'instaurarsi di una copertura detritica con conseguente affioramento delle rocce di substrato.

Nella zona più meridionale in alcuni versanti sono caratterizzati da un'aspra ed accidentata morfologia e presentano pareti molto acclivi e denudate ed interessate da vallecole tra loro parallele attraversate da brevi ed incassate incisioni torrentizie, tanto da far assumere al rilievo un aspetto di tipo "calanchivo".

Nei terreni ricadenti in questa classe allo stato attuale non si evidenziano grandi segni d'instabilità, anche se queste aree sono da considerare potenzialmente instabili.

Data la sfavorevole situazione morfologica, unitamente all'elevata acclività, interventi antropici errati e/o tagli artificiali potrebbero innescare dissesti, di proporzioni talora notevoli.

11.0 CONDIZIONI DI STABILITÀ DEI VERSANTI

L'evoluzione morfologica dei rilievi è strettamente legata a diversi fattori quali pendenza media dei versanti, caratteristiche litologiche dei terreni in affioramento e di substrato, andamento giaciturale, situazione strutturale, esposizione di versanti, copertura vegetale ed interventi antropici.

Volendo procedere ad una classificazione sul grado di dissestabilità dei terreni riscontrati, essi possono essere raggruppati nelle classi qui di seguito specificate.

1) Terreni dissestabili: *Copertura detritica ed argille in versanti acclivi.*

Dal punto di vista applicativo la copertura detritica è costituita da materiale coesivo o pseudocoerenti ed, a luoghi, incoerenti, da poco consistenti a moderatamente consistenti in cui però, in occasione di eventi piovosi particolarmente intensi, si determina un generale aumento di peso di volume con conseguenziale incremento degli sforzi di taglio, con possibilità di circoscritti movimenti superficiali.

Le argille, invece, sono unità litologiche prive di strutture e di condizioni di massima caoticità ed eterogeneità. Dette argille sono talmente disturbate da aver perso l'assetto originario, cioè sono state completamente cancellati i piani di stratificazione. Questa unità risulta costituita da argille inglobanti frammenti e blocchi di natura e dimensioni diverse; la prevalenza dei termini argillosi conferisce all'unità le note caratteristiche fisico-meccaniche, decisamente scadenti dal punto di vista della stabilità.

2) Terreni a dissestabilità variabile: *Membro arenaceo-argilloso della Formazione Flyscioide*

Il membro arenaceo-argilloso della formazione Flyscioide viene considerato in questa classe in quanto essendo un deposito pre-sinorogenico, ha subito la tettonica plicativa e distensiva peloritana, la giacitura degli strati risulta, pertanto, varia.

Tale caratteristica comporta che gli strati con giacitura a "franapoggio" meno inclinata del pendio risultano ben poco stabili, situazione questa, peggiorata dalla presenza nel litotipo di interstrati argillosi che sono potenziali superfici di slittamento

Mentre gli strati che immergono a "franapoggio" più inclinato rispetto al pendio e gli strati a "reggipoggio" risultano nel complesso stabili eccetto nei banconi particolarmente fratturati.

3) Terreni poco dissestabili: *Calcareniti di Floresta, Paragneiss e Gneiss Occhiadini*

Le Calcareniti di Floresta, i Paragneiss ed i Gneiss Occhiadini essendo delle rocce litologicamente massive e coerenti presentano una bassa propensione ai dissesti. Tuttavia possono mostrare una certa dissestabilità qualora fossero intensamente fratturati ed alterati, situazione questa rinvenibile in prossimità di corsi d'acqua ed incisioni torrentizie, di grandi linee di dislocazione e nelle aree interessate da sistemi o fasci di faglie.

È comunque da ricordare che movimenti franosi possono innescarsi solo se vi sono le condizioni necessarie e sufficienti quali elevata acclività dei versanti e dissesti idrogeologici.

4) Terreni non dissestabili *Alluvioni recenti*

Le alluvioni recenti in zone ad acclività bassa hanno giacitura tale da garantire una completa sicurezza ai fini della stabilità.

Sotto l'aspetto tecnico qualsiasi situazione di equilibrio instabile del terreno può determinare dei dissesti soprattutto nelle zone di fondovalle non sistemate o in aree ad elevata acclività. Tra questi sono compresi sia i processi di degradazione per intensa erosione, limitati alla parte superficiale del suolo e sia i processi franosi che interessano i terreni in pendio, in profondità anche per decine di metri. Ambedue i processi fanno parte dei sistemi morfogenetici evolutivi del modellamento della superficie e portano come stadio senile alla peneplanizzazione dei rilievi.

Pertanto, la classificazione ed i metodi di calcolo e di valutazione del grado di stabilità dei pendii in funzione dei dissesti è un'opera complessa per i molteplici fattori che agiscono sulla stabilità degli stessi.

In questa fase, interpolando opportunamente i dati acquisiti con i rilievi di superficie, la dinamica geomorfologica e con considerazioni geologico-tecnico, si ritiene di fare, in modo significativo, la seguente analisi circa le condizioni di stabilità dell'area esaminata in relazione ad un utilizzo della stessa per fini urbanistici.

In relazione a quanto sopra detto è stata elaborata una **carta dell'analisi integrata (Tav. V)**, raggruppando i litotipi nelle seguenti classi di stabilità:

I Classe Situazione stabile

II Classe Instabilità limitata

III Classe Instabilità media

IV Classe Instabilità massima

I Classe *Situazione stabile*

Comprende il Centro abitato di Mazzarrà S. Andrea e la piana alluvionale.

I litotipi più rappresentativi sono le alluvioni recenti.

Questi litotipi, offrono buone garanzie di stabilità, anche in considerazione del fatto che la giacitura degli strati interessati esclude la possibilità di individuare possibili piani di scorrimento e, conseguentemente, situazioni di instabilità.

In questa classe sono state inserite le aree che presentano, quindi le condizioni geomorfologiche più favorevoli. Si tratta di aree praticamente stabili, che non presentano forme di dissesto in atto né altre forme di evoluzione morfologica evolventi al dissesto.

II Classe *Instabilità limitata*

Essa comprende le aree alluvionali immediatamente in destra ed in sinistra idraulica dei torrenti Mazzarrà e Brandino, le aree di affioramento delle calcareniti di Floresta ed alcune zone a Sud del centro abitato.

Da sopralluoghi effettuati, fino ad oggi, non sono stati notati processi morfologici che possano dare luogo a dissesti, ma si evidenziano dei limitati segni preparatori a causa delle variazioni dell'acclività e a contatti stratigrafici e tettonici e a fenomeni erosivi.

Da quanto sopra si evince che non esistono particolari elementi penalizzanti, però nella fattispecie, le aree di affioramento dei terreni litoidi sono circondate, per buona parte del loro perimetro da porzioni di versanti ad acclività accentuata (alcuni tratti possono raggiungere un massimo di 50%÷100% di pendenza) soggetti a processi di erosione superficiali e qualche crollo. Queste condizioni comportano, comunque, la necessità di operare continui controlli.

Queste aree possono essere interessate localmente da fenomeni dovuti all'eccessiva acclività dei versanti circoscritti nel complesso attualmente non destano preoccupazioni geomorfologiche.

Le aree affioranti adiacenti i torrenti Brandino e Mazzarrà, in generale, allo stato attuale presentano una buona stabilità, anche se questa è legata all'idoneità dei muri d'argine a sopportare l'urto di eventuali onde di piena.

III Classe *Instabilità media*

A questa classe è ascrivibile la maggior parte del territorio comunale. Si tratta di un'area estremamente acclive ed interessata da ruscellamento embrionale talora diffuso e le aree di affioramento delle argille variegata predisposte a fenomeni di solifluzione.

I terreni affioranti, per la quasi totalità, sono sempre quelli del complesso "Flyschoidi" e le metamorfite di medio-alto grado. Il problema della stabilità è qui legato a

fattori locali condizionati dall'elevata acclività e dai diversi parametri geomorfologici che interessano i livelli superficiali alterati e degradati dalle unità litologiche affioranti

Le cause innescanti questi fenomeni ridotti di instabilità, in atto in alcuni punti dell'area, principalmente nelle zone di testata dei bacini idrografici e nelle zone con pendenza elevate sono da ascrivere all'azione erosiva differenziata delle acque incanalate e dal ruscellamento embrionale, talora diffuso e concentrato, che asportando, a volte, notevoli quantità di materiale disgregato lo deposita a valle.

In concomitanza con eventi piovosi eccezionali si possono formare delle vere e proprie colate di detriti frane per scivolamento e qualche crollo che a volte possono invadere i terreni al di fuori del greto dei torrenti.

IV Classe *Instabilità massima*

Questa classe comprende le aree interessate dai fenomeni di dissesto attivi, (frana V.ne Cerolivo) lungo le faglie individuate, le aree di scarpata, di erosione e le aree soggette ad erosione accentuata e diffusa, localizzata nelle zone di testata dei bacini idrografici e l'alveo torrentizio.

È da escludere nelle suddette aree, qualsiasi intervento di trasformazione urbanistica del territorio. Sono bensì da prevedere interventi di sistemazione idraulico forestale e di ripristino ambientale, al fine di assicurare l'incolumità pubblica.

12.0 PERICOLOSITA' GEOLOGICA

La definizione della pericolosità geologica più che un punto di arrivo deve essere concepita come il punto di partenza per la gestione territoriale in aree soggette a potenziali dissesti ed in particolare come lo strumento fondamentale per la valutazione del rischio, della sua mitigazione e della sua gestione attraverso il Piano Regolatore Generale.

Infatti, alla luce della definizione della pericolosità è possibile valutare per le singole strutture (già esistenti) la loro vulnerabilità ed il rischio connesso ad un eventuale fenomeno che le coinvolga.

Sulla scorta di queste analisi, le diverse alternative di intervento possono essere preordinate ed analizzate secondo diagrammi di predominanza, in modo da fornire un quadro complessivo dell'effetto che le varie ipotesi di intervento hanno rispetto alla diminuzione del rischio. In questo modo, ad esempio, risulterebbe possibile valutare l'idoneità di un intervento di mitigazione, eliminazione o convivenza con il rischio sotto molteplici aspetti (anche economici e sociali), rendendo più chiare alcune scelte tecniche talvolta difficilmente comprensibili alla popolazione.

Infine, l'individuazione di possibili scenari che schematizzino l'evoluzione del rischio nel tempo, permette di pianificare non solo le nuove urbanizzazioni, ma soprattutto la gestione di eventuali situazioni di emergenza, individuando gli interventi più idonei al controllo a breve termine del pericolo ed a garantire nell'immediato la difesa e l'incolumità delle popolazioni.

Lo studio fin qui affrontato, nelle varie forme, il confronto fra la carta dell'analisi integrata e la carta geomorfologica ci dà la possibilità di definire la pericolosità geologica del territorio comunale.

In particolare, a tal proposito, è stata redatta la carta della pericolosità geologica (Tav. VI), in scala 1:10.000 che ci ha permesso di dettagliare il territorio nelle seguenti classi:

I Classe	Pericolosità molto bassa
II Classe	Pericolosità bassa
III Classe	Pericolosità da moderata ad alta
IV Classe	Pericolosità alta
V Classe	Pericolosità molto alta

I Classe *Pericolosità molto bassa*

Pericolosità geologica tale da non creare problemi all'incolumità pubblica. Comprende le aree del centro urbano di Mazzarrà S. Andrea, i depositi alluvionali di argine fluviale e le calcareniti di Floresta.

Si tratta di aree caratterizzate da una morfologia sub-pianeggiante e da pendii poco acclivi. Dal punto di vista geomorfologico si presentano generalmente stabili.

II Classe *Pericolosità bassa*

Rientrano quelle aree dove, anche se la pericolosità è bassa è necessaria l'adozione ed il rispetto di accorgimenti tecnici e controlli in seguito ad eventi meteorici particolarmente intensi.

Comprende le aree dei depositi alluvionali, dislocate immediatamente in sinistra e destra idraulica dei torrenti Mazzarrà e Brandino.

La giacitura di tali terreni è nel complesso sub-orizzontale, ad assetto lenticolare embricato.

Trattasi di depositi alluvionali che potranno essere soggetti a fenomeni di esondazione o erosione, soprattutto in quelle zone dove eventualmente i muri d'argine non resisterebbero ad eventuali fenomeni d'erosione di sponda. Le aree ricadenti in questa classe, attualmente visti i muri d'argine esistenti, presentano una discreta stabilità, anche se questa nel tempo è legata all'idoneità dei muri

d'argine a sopportare l'urto di eventuali onde di piena in condizioni meteorologiche di estrema eccezionalità

III Classe *Pericolosità da moderata ad alta*

Comprende le aree interessate dai terreni argillosi ed alcune zone ubicate a Sud della S.S. 185 contraddistinte da affioramenti litoidi.

Le aree caratterizzate da affioramenti litoidi si presentano generalmente stabili con acclività dei versanti media, però nella fattispecie sono delimitate da versanti ad elevata acclività a volte accentuata, soggetti a processi di erosione superficiale accentuata e diffusa, ad opera delle acque di dilavamento ed incanalate con trasporto di materiale verso valle, e a qualche crollo.

Queste condizioni impongono di considerare queste aree a pericolosità da moderata ad alta per cui necessitano dei controlli periodici.

Le aree interessate dalle argille *variegata* presentano una morfologia blanda, ondulata e pendii generalmente poco acclivi, interessati da fenomeni di solifluzione superficiale.

Le aree che ricadono in questa classe solitamente sono idonee ad interventi antropici previa verifica geologica, geomorfologica e geotecnica per la scelta delle fondazioni dei manufatti

Comprende le zone interessate da rocce lapidee, di natura metamorfica e arenaria. Caratteristica peculiare di queste rocce è quella di presentare un elevato grado di alterabilità fisica e chimica, per cui presentano spesse coperture di alterazione o detritiche. Sotto il profilo geomorfologico tali aree sono caratterizzate da pendii generalmente molto acclivi, localmente ripidi e scoscesi, con un complesso sistema di fratture. I versanti sono interessati da fenomeni d'erosione diffusa o per rivoli e solchi; possono altresì essere presenti locali fenomeni di dissesto superficiale e si può verificare anche qualche crollo.

La stabilità è legata all'acclività dei versanti ed al grado di fratturazione ed alterazione della roccia.

Interventi di piano potranno essere realizzati in corrispondenza di qualche area limitata, poco acclive, non soggetta a fenomeni erosivi o di dissesto. Rientrano in questa classe le aree di ubicazione delle discariche. In queste aree, interessate da intensi fenomeni d'erosione diffusa ed incanalata per rivoli e solchi, non idonei ad interventi antropici, sono da prevedere sistemazioni idraulico-forestali e rimboschimento, mentre nelle aree di ubicazione delle discariche per R.S.U., sono da prevedere opere di recupero ambientale.

È importante verificare le condizioni di stabilità dei pendii sennonché lo spessore delle coltri alterate per la scelta ed il dimensionamento delle opere di fondazione.

V Classe Pericolosità molto alta

Vengono inserite porzioni di territorio nelle quali gli elementi di pericolosità geomorfologica sono tali da impedire il suo sfruttamento, e possono creare pericolo per l'incolumità pubblica.

Comprende l'alveo fluviale dei torrenti Mazzarrà e Brandino, la frana del V. ne Cerolivo e le aree instabili per erosione accelerata e diffusa, localizzate nelle zone di testata dei bacini.

Su tali aree devono evitarsi le edificazioni prevedendo delle opere di bonifica e recupero ambientale, di sistemazione idraulico-forestale e di rimboschimento e consolidamento.

Aree interessate da rischio geomorfologico

Per "Rischio geomorfologico" si è inteso sintetizzare la concomitanza di uno o più fattori che determina le condizioni di "rischio" per l'incolumità pubblica, anche in previsione di futuri insediamenti, tenendo conto della concomitanza di fattori di pericolosità geomorfologica e di vulnerabilità territoriale, dove il coefficiente massimo di rischio è stato attribuito all'incolumità delle persone.

Tuttavia, è da notare che, per quanto il territorio di Mazzarrà S. Andrea abbia una certa estensione, le aree effettivamente prive di rischio geomorfologico si restringono notevolmente ciò non solo per le caratteristiche geotecniche proprie delle rocce in posto ma, soprattutto, per le condizioni morfologiche, di acclività, idrografiche e per le degradazioni ambientali cui sono soggette la maggior parte degli affioramenti.

Vengono qui di seguito riportate le principali classi di rischio geomorfologico, che hanno consentito la zonizzazione delle varie aree, in relazione alla incolumità delle persone e della vulnerabilità territoriale:

I Rischio geomorfologico moderato

II Rischio geomorfologico medio

III Rischio geomorfologico elevato

IV Rischio geomorfologico molto elevato.

I Area a rischio geomorfologico moderato

Si è classificata in questo gruppo tutta la zona comprendente il Centro abitato di Mazzarrà S. Andrea.

I fenomeni geomorfologici che si notano in questa classe sono scarsi e di poco rilievo.

II Area a rischio geomorfologico medio

Rientrano in questo gruppo tutte quelle zone per le quali si può esprimere sempre un giudizio favorevole inerente la pericolosità geomorfologica ma con qualche riserva.

Comprende la maggior parte del territorio di Mazzarrà S. Andrea. Tra gli elementi negativi che contraddistinguono le zone ricadenti in questa classe si evidenziano soprattutto: l'elevata acclività dei versanti, che presentano forme irregolari e sono attraversati da diverse incisioni torrentizie.

Sono, inoltre, frequenti fenomeni di ruscellamento superficiale, fenomeni di erosione di fondo e laterali che a volte possono determinare, durante periodi di piogge eccezionali condizioni di instabilità o instabilità precaria, con trasporto di materiale verso valle. Rientrano in quest'area le zone immediatamente in destra e sinistra idraulica dei corsi d'acqua Mazzarrà e Brandino.

Risulta ovvio il rischio e la vulnerabilità per le infrastrutture presenti in questa zona ((strade, ponti ecc.) per cui bisogna tenerli costantemente sotto controllo, mediante verifica della stabilità dei muri d'argine esistenti.

Si tratta di aree instabili caratterizzate da molteplici elementi negativi che determinano elevati "rischi", legati alla instabilità dei versanti o alla modificazione ed alterazione del paesaggio geomorfologico per effetto di azioni esogene.

Tra gli elementi negativi che contraddistinguono le zone ad elevato rischio si può, sinteticamente, fare riferimento alle particolari condizioni geolitologiche (depositi plastici caratterizzati da fenomeni di solifluzione) alla erodibilità dei sedimenti che comporta un notevole trasporto solido con alleggerimento al piede delle scarpate, nonché alla spiccata acclività dei versanti che unitamente a quanto sopra determina dei dissesti a volte anche di elevate proporzioni.

Il complesso di elementi negativi riscontrati in certe aree, e sintetizzati solo in parte nelle precedenti righe, hanno indotto il sottoscritto a classificare le zone medesime fra quelle a rischio molto elevato, per le quali esiste il rischio per l'incolumità pubblica, per gli insediamenti abitativi e/o a carattere produttivo.

Comprende, quindi le aree totalmente instabili, e cioè quelle interessate in atto da dissesti e frane, da fenomeni di erosione diffusa localizzata nelle zone di testata dei bacini idrografici.

Rientrano in questa classe le frane attive che possono creare problemi all'incolumità pubblica e precisamente:

1. Frana vallone Cerolivo

Applicazione del metodo

Per ognuna delle frane censite nel territorio di Mazzarrà S. Andrea sono stati sommati i pesi ottenuti dagli otto parametri considerati, e riportati in premessa, così da ottenere un valore in grado di esprimere il rischio, la priorità e quindi l'urgenza d'indagini ed eventuali interventi

Caratteristiche della frana del costone Cerolivo		
Parametro	Descrizione del parametro	Peso corrispondente
a) Estensione areale A in ha	$5 < A < 10$	4
b) litologia	Coltre detritica, Flysch di Capo d'Orlando.	3
c) sismicità	Grado di sismicità $S=9$	1
d) centri abitati	Il dissesto minaccia alcune abitazioni e il cimitero comunale.	3
e) Case sparse		0
f) Vie di comunicazione	Interessa la strada S.S. 185.	3
g) Altre infrastrutture ed infrastrutture minori.	Alcuni muretti in pietrame.	1
h) Effetti del cumulo di frana sui corsi d'acqua	Si potrebbero formare effetti di cumulo di frana nell'incisione esistente.	1
	Peso totale	16

Caratteristiche della frane Pizzo del Palo – C/da Mandrì – C/da Finaita (in particolare sono frane per erosione diffusa nella testata del bacino)		
Parametro	Descrizione del parametro	Peso corrispondente
a) Estensione areale A in ha	$2 < A < 5$	3
b) litologia	Consistente nelle metamorfiti di alto grado con pendenza del versante $> 50\%$.	4
c) sismicità	Grado di sismicità $S=9$	1
d) centri abitati		0
e) Case sparse		0
f) Vie di comunicazione		0
g) Altre infrastrutture ed infrastrutture minori		0
h) Effetti del cumulo di frana sui corsi d'acqua		1
	Peso totale	8

L'applicazione del metodo ha fatto riscontrare un valore *massimo di 16*.

E' stato così possibile individuare una categoria di urgenza d'intervento per la frana Cerolivo.

La validità del metodo descritto è confermata dal fatto che le frane comprese nella I fascia sono note per essere state oggetto di osservazioni e di studi, ed in alcuni casi di interventi, che tuttavia non sono stati sempre rivolti alla rimozione delle cause dei fenomeni ma a volte soltanto alla risistemazione temporanea degli effetti.

L'applicazione del metodo descritto alla frana schedata, mette in evidenza la possibilità di redigere una scala di "rischio" connessa con le situazioni di dissesto idrogeologico maggiori che coinvolgono le attività umane sul territorio.

Le elaborazioni effettuate, e le relative conclusioni cui si è giunti, fanno sì che la metodologia si proponga come valido strumento nelle mani delle autorità che dovranno destinare eventuali fondi per interventi di bonifica, sistemazione monitoraggio e consolidamento della frana di loro competenza amministrativa.

Il punto di partenza per l'applicazione del metodo è stato il gran numero di dati di base, raccolti in campagna, di cui si deve essere in possesso in maniera completa ed ordinata.

Nella tabella che segue è riportato l'elenco delle frane censite, con le caratteristiche geologiche e la tipologia del dissesto.

**RIEPILOGO DELLE FRANE CENSITE NEL TERRITORIO DEL
COMUNE DI MAZZARRA' S. ANDREA (ME)**

n. frana	Nome frana	Formaz. Geolog.	Tipologia	Rischio geomorfologico	Stato della frana
1	Costone Cerolivo	C + F	Sc + C ₂	Molto elevato R 4	attiva
2	Pizzo del Palo – C/da Mandri – C/da Finaita	M	E	Elevato	attiva

Legenda

- C Copertura detritica
- F Flysch di capo d'Orlando
- M Metamorfiti di alto grado
- AV *Argille variegate*
- Ms Frana mista
- Sc Frana per scivolamento
- C₂ Frana per crollo
- E Erosione accentuata nelle zone di testata dei bacini

13.0 INDAGINE GEOFISICA

Al fine di accertare la situazione litostratigrafica a maggiore profondità, nel territorio comunale, è stata eseguita una indagine geofisica mediante l'esecuzione di n° **14** sondaggi elettrici verticali (S.E.V.) e n. **10** basi sismiche a rifrazione.

Tali indagini sono state espletate in alcuni siti rappresentativi del territorio ed hanno permesso di accertare lo spessore delle formazioni di copertura e la profondità delle formazioni presenti e la caratterizzazione meccanico-elastica.

13.1 Sondaggi elettrici verticali. Modalità di esecuzione e attrezzatura adoperata

L'indagine è stata condotta con l'ausilio di un geo-resistivimetro "RESS 200" della "SUNDA", utilizzando il metodo denominato "Quadripolo di Schlumberger".

Tale metodo prevede l'infissione di elettrodi e l'invio nel terreno di corrente continua, avente tensione nota, a mezzo di una linea di immissione A-B, collegata ad una batteria e ad un milli-amperometro, e la misurazione della differenza di potenziale creatasi tra A e B, a mezzo di elettrodi di rame lungo una linea di misura MN collegata ad un milli-voltmetro.

Aumentando simmetricamente, rispetto al punto di stazione, la distanza tra gli elettrodi A e B è possibile incrementare la profondità di penetrazione del flusso di corrente, ottenendo, in tal modo, una serie di valori di resistività (scaturiti dal rapporto $DV/I \times K$; dove **K** è un fattore funzione della geometria del quadripolo) dipendenti dalle caratteristiche fisiche e dal contenuto in acqua dei litotipi attraversati dalla corrente.

I sondaggi sono stati eseguiti portando la distanza elettrodica **A-B variabile tra 100÷160** metri al fine di individuare una profondità di indagine di circa **40** metri.

In allegato vengono riportate le curve ricavate dalle misure di campagna, sulle quali si evidenziano la lunghezza degli stendimenti (su grafici in scala bilogaritmica) e la profondità investigata.

13.2 Risultati dell'interpretazione e deduzioni geologiche

L'attribuzione di un determinato tipo litologico viene effettuata sulla base della conoscenza geologica locale, sia mediante il confronto con i valori dei "ranges" di resistività, esistenti in letteratura e ricavati sperimentalmente, caratteristici di ogni litotipo.

L'interpretazione delle curve di resistività è stata effettuata utilizzando sia il metodo del "punto ausiliario", sia il metodo della "sovrapposizione" a curve teoriche estratte dalla collezione "Standard Graphs for Resistivity Prospecting (Rijkswaterstaat, the Netherlands, 1975)", verificandone i risultati mediante programma di calcolo automatico all'elaboratore elettronico, il quale permette di risalire, dai dati interpretativi, alle curve sperimentali di resistività.

Di seguito si riportano i risultati dell'interpretazione e le deduzioni geologiche relative, indicando con ρ la resistività reale del litotipo riscontrato:

S.E.V. n° 1

$$\rho = 220 \Omega \cdot m$$

(da mt. 0,00 a mt. 1,50)

Terreno vegetale prevalentemente sabbioso limoso con ciottoli.

$$\rho = 700 \Omega \cdot m$$

(da mt. 1,50 ad oltre mt. 6,00)

Sabbia grossolana in matrice limosa con ciottoli anche di grosse dimensioni.

$$\rho = 300 \Omega \cdot m$$

(da mt. 6,00 a mt. 20,00)

Sabbia limosa.

$$\rho = 500 \Omega \cdot m$$

(da mt. 20,00 ad oltre mt. 40,00)

Metamorfiti alterate fratturate argillificate.

S.E.V. n° 2

$$\rho = 200 \Omega \cdot m$$

(da mt. 0,00 a mt. 1,50)

Terreno vegetale prevalentemente sabbioso limoso con ciottoli.

$$\rho = 450 \Omega \cdot m$$

(da mt. 1,50 a mt. 4,00)

Sabbia grossolana in matrice limosa con ciottoli sparsi.

$$45 \Omega \cdot m < \rho < 60 \Omega \cdot m$$

(da mt. 4,00 a mt. 15,00)

Limo sabbioso.

$\rho = 1000 \Omega \cdot m$
(da mt. 15,00 a mt. 20,00)

Sabbia ghiaiosa con ciottoli anche di grosse dimensioni.

$\rho = 36 \Omega \cdot m$
(da mt. 20,00 ad oltre mt. 40,00)

Substrato argilloso.

S.E.V. n° 3

$\rho = 300 \Omega \cdot m$
(da mt. 0,00 a mt. 1,00)

Terreno vegetale prevalentemente sabbioso limoso con ciottoli sparsi.

$\rho = 400 \Omega \cdot m$
(da mt. 1,00 a mt. 4,00)

Sabbia grossolana debolmente limosa con ciottoli sparsi.

$\rho = 1000 \Omega \cdot m$
(da mt. 4,00 a mt. 6,00)

Sabbia ghiaiosa con ciottoli anche di grosse dimensioni.

$\rho = 250 \Omega \cdot m$
(da mt. 6,00 a mt. 10,00)

Sabbia grossolana in matrice limosa.

$\rho = 50 \Omega \cdot m$
(da mt. 10,00 a mt. 20,00)

Sabbia limosa.

$\rho = 13 \Omega \cdot m$
(da mt. 20,00 ad oltre mt. 30,00)

Substrato argilloso.

S.E.V. n° 4

$\rho = 35 \Omega \cdot m$
(da mt. 0,00 a mt. 1,40)

Terreno vegetale prevalentemente limo-sabbioso.

$\rho = 80 \Omega \cdot m$
(da mt. 1,40 a mt. 13,00)

Sabbia limosa.

$\rho = 110 \Omega \cdot m$
(da mt. 13,00 a mt. 32,00)

Sabbia limosa con livelli ghiaiosi intercalati.

$\rho = 30 \Omega \cdot m$
(da mt. 32,00 ad oltre mt. 50,00)

Substrato argilloso.

S.E.V. n° 5

$\rho = 30 \Omega \cdot m$
(da mt. 0,00 a mt. 1,30)

Terreno vegetale prevalentemente limo-sabbioso.

$\rho = 130 \Omega \cdot m$
(da mt. 1,30 a mt. 6,00)

Sabbia limosa con livelli ghiaiosi intercalati.

$\rho = 80 \Omega \cdot m$
(da mt. 6,00 a mt. 10,00)

Sabbia limosa.

$\rho = 130 \Omega \cdot m$

Sabbia limosa con livelli ghiaiosi intercalati.

(da mt. 10,00 a mt. 36,00)

$\rho = 40 \Omega \cdot m$

(da mt. 36,00 ad oltre mt. 50,00)

Substrato argilloso.

S.E.V. n° 6

$\rho = 150 \Omega \cdot m$

(da mt. 0,00 a mt. 1,20)

Terreno vegetale sabbioso limoso con ciottoli sparsi.

$\rho = 600 \Omega \cdot m$

(da mt. 1,20 a mt. 8,00)

Sabbia limosa con livelli ghiaiosi intercalati.

$\rho = 120 \Omega \cdot m$

(da mt. 8,00 a mt. 10,00)

Sabbia limosa.

$\rho = 550 \Omega \cdot m$

(da mt. 10,00 a mt. 30,00)

Sabbia limosa con livelli ghiaiosi intercalati e ciottoli sparsi.

$\rho = 180 \Omega \cdot m$

(da mt. 30,00 a mt. 50,00)

Sabbia limosa con ciottoli sparsi.

$\rho = 40 \Omega \cdot m$

(da mt. 50,00 ad oltre mt. 80,00)

Substrato argilloso.

S.E.V. n° 7

$\rho = 300 \Omega \cdot m$

(da mt. 0,00 a mt. 2,50)

Sabbia limosa con ciottoli sparsi.

$\rho = 1000 \Omega \cdot m$

(da mt. 2,50 a mt. 6,00)

Sabbia ghiaiosa medio-grossa con ciottoli sparsi anche di grosse dimensioni.

$\rho = 500 \Omega \cdot m$

(da mt. 6,00 a mt. 8,00)

Sabbia grossolana con ciottoli sparsi.

$\rho = 1000 \Omega \cdot m$

(da mt. 8,00 a mt. 12,00)

Sabbia ghiaiosa medio-grossa con ciottoli sparsi anche di grosse dimensioni.

$320 \Omega \cdot m < \rho < 300 \Omega \cdot m$

(da mt. 12,00 a mt. 50,00)

Sabbia limosa con livelli ghiaiosi intercalati.

$\rho = 30 \Omega \cdot m$

(da mt. 50,00 ad oltre mt. 80,00)

Substrato argilloso.

S.E.V. n° 8

$\rho = 75 \Omega \cdot m$

(da mt. 0,00 a mt. 1,20)

Terreno vegetale prevalentemente limo-sabbioso.

$\rho = 100 \Omega \cdot m$

(da mt. 1,20 a mt. 20,00)

Sabbia limosa.

$\rho = 250 \Omega \cdot m$
(da mt. 20,00 a mt. 65,00)

Sabbia limosa con livelli ghiaiosi intercalati

$\rho = 50 \Omega \cdot m$
(da mt. 65,00 ad oltre mt. 80,00)

Substrato argilloso

S.E.V. n° 9

$\rho = 150 \Omega \cdot m$
(da mt. 0,00 a mt. 1,50)

Terreno vegetale sabbioso limoso.

$\rho = 32 \Omega \cdot m$
(da mt. 1,50 a mt. 5,50)

Copertura detritica prevalentemente limo-argillosa in parte sabbiosa.

$15 \Omega \cdot m < \rho < 10 \Omega \cdot m$
(da mt. 5,50 ad oltre mt. 50,00)

Argille variegata scagliose.

S.E.V. n° 10

$\rho = 70 \Omega \cdot m$
(da mt. 0,00 a mt. 1,50)

Terreno vegetale prevalentemente limo-argilloso.

$\rho = 10 \Omega \cdot m$
(da mt. 1,50 a mt. 8,00)

Argille variegata scagliose alterate in parte sabbiose.

$\rho = 4 \Omega \cdot m$
(da mt. 8,00 ad oltre mt. 50,00)

Argille variegata scagliose da parzialmente alterate ad integre e consolidate verso il basso.

S.E.V. n° 11

$\rho = 70 \Omega \cdot m$
(da mt. 0,00 a mt. 1,60)

Terreno vegetale prevalentemente limo-argilloso.

$\rho = 10 \Omega \cdot m$
(da mt. 1,60 a mt. 8,00)

Argille variegata scagliose alterate.

$\rho = V.M. 4 \Omega \cdot m$
(da mt. 8,00 ad oltre mt. 50,00)

Argille variegata scagliose da parzialmente alterate ad integre e consolidate verso il basso.

S.E.V. n° 12

$\rho = 200 \Omega \cdot m$
(da mt. 0,00 a mt. 1,20)

Terreno vegetale sabbioso limoso con ciottoli sparsi.

$\rho = 1000 \Omega \cdot m$
(da mt. 1,20 a mt. 5,00)

Sabbia ghiaiosa medio-grossa con ciottoli sparsi anche di grosse dimensioni

$\rho = 310 \Omega \cdot m$
(da mt. 5,00 a mt. 10,00)

Sabbia limosa con livelli ghiaiosi intercalati

$\rho = 600 \Omega \cdot m$
(da mt. 10,00 a mt. 19,00)

Sabbia ghiaiosa grossolana in matrice limosa con ciottoli sparsi.

$\rho = 200 \Omega \cdot m$
(da mt. 19,00 ad oltre mt. 50,00)

Substrato metamorfico.

S.E.V. n° 13

$\rho = 270 \Omega \cdot m$
(da mt. 0,00 a mt. 1,20)

Terreno vegetale prevalentemente sabbioso.

$\rho = 90 \Omega \cdot m$
(da mt. 1,20 a mt. 6,00)

Arenaria molo fratturata alterata in parte sabbiosa.

$\rho = 500 \Omega \cdot m$
(da mt. 6,00 a mt. 17,00)

Arenaria ben cementata.

$\rho = 70 \Omega \cdot m$
(da mt. 17,00 a mt. 20,00)

Arenaria fratturata con intercalazioni argillose-limose.

$\rho = 250 \Omega \cdot m$
(da mt. 20,00 a mt. 40,00)

Arenaria in parte fratturata.

$\rho = 50 \Omega \cdot m$
(da mt. 40,00 a mt. 70,00)

Arenaria fratturata con intercalazioni di livelli argillosi.

$\rho = 220 \Omega \cdot m$
(da mt. 70,00 ad oltre mt. 90,00)

Arenaria fratturata.

S.E.V. n° 14

$\rho = 150 \Omega \cdot m$
(da mt. 0,00 a mt. 1,50)

Terreno vegetale prevalentemente sabbioso limoso.

$\rho = V.M. 300 \Omega \cdot m$
(da mt. 1,50 a mt. 10,00)

Sabbia limosa con livelli ghiaiosi e ciottoli intercalati.

$\rho = 500 \Omega \cdot m$
(da mt. 10,00 a mt. 30,00)

Sabbia grossolana in matrice limosa con trovanti lapidei.

$90 \Omega \cdot m < \rho < 60 \Omega \cdot m$
(da mt. 30,00 ad oltre mt. 50,00)

Calcareniti di Floresta.

I sondaggi effettuati mostrano, nella loro totalità, soprattutto quelli eseguiti nella piana alluvionale, una sequenza litostratigrafica generale costituita da una copertura vegetale e/o detritica variabile da 1,00 a 2,00 mt., uno strato mediamente resistivo riconducibile ai depositi alluvionale, variabile da 20,00 a 50,00 mt., e da uno strato conduttivo finale costituito dal substrato argilloso.

Uno scopo della ricerca è determinare, con buona approssimazione, l'esistenza e la profondità di uno strato argilloso per le incidenze di quest'ultimo nell'utilizzo dei terreni del Piano Regolatore Generale e nei confronti della stabilità dell'area.

Si è riscontrato che tale strato argilloso esiste ed è continuo ma ad una profondità tale da non creare alcun problema all'utilizzo dell'area.

13.3 Prospezione sismica a rifrazione

L'indagine sismica di campagna e' stata eseguita con un sismografo ECHOSEI avente sensibilità di un millisecondo per la misura del tempo, corredato di n. 6 geofoni per la misura contemporanea delle onde P; il "Time-break" (istante d'impatto) è stato dotato di un particolare sensore solidale con la mazza.

Il terreno e' stato energizzato utilizzando una mazza battente del peso di Kg. 8, il cui impatto su una piastra in lega di alluminio ha permesso di generare le onde P; il "Time-break" (istante d'impatto) e' stato dato da un particolare sensore solidale con la mazza.

Allo scopo di fornire indicazioni circa la pendenza degli orizzonti individuati, e' stato sempre effettuato un profilo coniugato.

Le dromocrone così ottenute vengono riportate negli allegati alla presente relazione.

13.4 Risultati dell'interpretazione e deduzioni geologiche

La direzione della base sismica nonché le lunghezze relative sono deducibili dall'ubicazione nella planimetria allegata.

L'interpretazione delle dromocrone ottenute ha evidenziato l'esistenza di orizzonti a diverso comportamento elastico nei siti investigati.

Di seguito si riportano i risultati dell'interpretazione e le deduzioni geologiche relative, indicando con V la velocità delle onde longitudinali.

BASE n. 1

Stendimento A-B = mt. 35

- da mt 0,00 a mt 3,10-1,82

V= 401,27 m/sec. riferibile ai depositi sabbiosi-limosi da sciolti a poco addensati.

- da mt 3,10-1,82 in poi

V=1798,20 m/sec. riferibile ai depositi sabbiosi ghiaiosi, addensati, con ciottoli anche di grosse dimensioni.

La profondità del secondo strato non è stata accertata, ma correlando i valori con i S.E.V. effettuati sicuramente è oltre i 10 mt.

BASE n. 2

Stendimento A-B = mt. 35

- da mt 0,00 a mt 2,85-2,28

V= 419,14 m/sec. riferibile alla copertura argillosa in parte sabbiosa sciolta.

- da mt 2,85-2,28 in poi

V= 933,90 m/sec. riferibile alle argille variegata alterate, addensate con alto contenuto naturale di acqua.

La profondità del secondo strato non è stata accertata, ma correlando i valori con i S.E.V. eseguiti sicuramente è oltre 8-10 mt.

BASE n. 3

Stendimento A-B = mt. 35

- da mt 0,00 a mt 1,17-0,95

V= 442 m/sec. Riferibile ai depositi sabbiosi limosi da sciolti a poco addensati

- da mt 1,17-0,95 in poi

$V = 779,69 \text{ m/sec.}$ riferibile ai depositi sabbiosi limosi poco addensati

BASE n. 4

Stendimento A-B = mt. 35

- da mt 0,00 a mt 3,25-4,08

$V = 3 \text{ m/sec.}$ riferito ai depositi sabbiosi limosi sciolti.

- da mt 3,25-4,08 in poi

$V = 948,67 \text{ m/sec.}$ riferibile ai depositi sabbiosi-limosi e sabbiosi-ghiaiosi con ciottoli, discretamente addensati.

La profondità del secondo strato non è stata accertata, ma correlando i valori con il S.E.V. n°6 sicuramente è oltre 10 mt.

BASE n. 5

Stendimento A-B = mt. 35

- da mt 0,00 a mt 1,54-1,66

$V = 802,58 \text{ m/sec.}$ riferito ai depositi superficiali prevalentemente sabbiosi limosi sciolti.

- da mt 1,54-1,66 in poi

$V = 538,68 \text{ m/sec.}$ riferibile ai depositi alluvionali sabbiosi-limosi-ghiaiosi.

La profondità del secondo strato non è stata accertata, ma correlando i valori con il S.E.V. n°3 sicuramente è oltre 10 mt.

BASE n. 6

Stendimento A-B = mt. 35

- da mt 0,00 a mt 2,39-2,23

$V = 428,15 \text{ m/sec.}$ riferibile alla copertura sabbiosa-limosa sciolta.

- da mt 2,39-2,23 in poi

$V = 884,49 \text{ m/sec.}$ riferibile alle argille variegata alterate, allentate, con alto contenuto naturale di acqua.

La profondità del secondo strato non è stata accertata, ma correlando i valori con il S.E.V. n°9 ed il S.E.V. n°10 sicuramente è oltre 8,00 mt.

BASE n. 7

Stendimento A-B = mt. 70

- da mt 0,00 a mt 14,63-18,04

V= 763,80 m/sec. riferibile alla formazione sabbiosa, argillosa, arenacea, alterata e fratturata del Flysch di Capo d'Orlando.

- da mt 14,63-18,04 in poi

V= 2250,75 m/sec. riferibile alla formazione del Flysch di Capo d'Orlando.

BASE n. 8

Stendimento A-B = mt. 35

- da mt 0,00 a mt 3,92-4,83

V= 478,69 m/sec. riferibile alla copertura sabbiosa-limosa con trovanti arenacei.

- da mt 3,92-4,83 in poi

V= 1840,25 m/sec. riferibile alla formazione arenacea con livelli argillosi del Flysch di Capo d'Orlando.

BASE n. 9

Stendimento A-B = mt. 35

- da mt 0,00 a mt 6,38-5,85

V= 492,97 m/sec. riferibile alla copertura superficiale sabbiosa-limosa con trovanti metamorfici.

- da mt 6,38-5,85 in poi

V= 1290,58 m/sec. riferibile al substrato metamorfico, in parte fratturato in superficie.

BASE n. 10

Stendimento A-B = mt. 35

- da mt 0,00 a mt 6,58-7,23

V= 524,37 m/sec. riferibile alla formazione sabbioso-argillosa-arenacea di Flysch di Capo d'Orlando.

- da mt 6,58-7,23 in poi

V= 1387,7 m/sec. riferibile alla formazione arenacea con livelli argillosi del Flysch di Capo d'Orlando.

Con i dati di distanza (m) e tempo di primo arrivo (ms) delle onde sismiche generate si sono costruite le dromocrone più rappresentative, presentate in allegato. Per il loro tracciamento sono state effettuate delle regressioni lineari in modo da ottenere il migliore adattamento delle rette di velocità ai dati sperimentali.

L'interpretazione ha tenuto conto delle dromocrone dirette ed inverse per la costruzione del modello corretto, calcolando i relativi parametri mediante appropriato software.

I risultati per ogni singola dromocrona sono presentati nelle apposite tabelle allegate, insieme all'interpretazione finale generalmente in termini di stratificazione inclinata, che fornisce i valori delle velocità vere delle fasi P, le profondità delle discontinuità sotto il punto di partenza della diretta e sotto quello dell'inversa, nonché l'inclinazione del tetto degli strati. Ulteriori dati d'interesse quali il coefficiente di correlazione, i tempi intercetti, i tempi finali e le differenze relative in percentuale vengono anch'essi forniti per valutare la qualità dei dati e dell'interpretazione.

I risultati ottenuti vengono descritti per ogni profilo sismico prescelto, nelle tabelle e nei grafici allegati, di per sé esplicativi, dove sono riportati i dati registrati e le dromocrone costruite, l'interpretazione geometrica nonché il calcolo delle velocità delle fasi di primo arrivo.

I risultati ottenuti nei terreni indagati mostrano delle caratteristiche non del tutto dissimili tra i vari siti. In generale si sono individuati due strati, il primo con caratteristiche geomeccaniche più scadenti con velocità delle onde P in media di circa 400-600 m/s, il secondo con velocità più elevate, nel caso di sabbie ($v = 600-800$ m/s) sono da ritenere caratteristiche del tipo litologico relativamente incoerente, mentre in presenza di arenarie e rocce metamorfiche tali velocità ($> 100-1200$ m/s) indicano uno stato fisico della roccia integra e talora le velocità individuano dei sistemi di fratture ivi esistenti.

Gli spessori del primo strato a più bassa velocità variano da circa 1,5 a circa 6 m inclusa la copertura di alterazione superficiale presente.

14.0 INDAGINI IN SITU E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Al fine di acquisire una conoscenza delle caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei primi metri dei terreni di fondazione, nell'area in esame sono state eseguite n° 19 prove penetrometriche dinamiche.

Dette prove in ordine alle caratteristiche geolitologiche desunte dall'interpretazione dei risultati, sono state spinte sino alla profondità massima di 10,00 metri dall'attuale piano di campagna .

Le prove sono stata eseguite mediante penetrometro leggero tipo "SUNDA DL 030" avente le seguenti caratteristiche:

- massa battente Kg 30;
- altezza di caduta libera cm 20;
- punta conica con sezione cm² 10;
- peso delle aste 2,4 Kg/ml.

Le prove consistono nel misurare il numero di colpi necessari per infiggere nel terreno lo scandaglio penetrometrico, per tratti di 10 cm. sotto la spinta di una massa battente di 30 Kg e con volata costante di 20 cm.

I risultati di dette indagini sono visibili negli allegati diagrammi di avanzamento, nei quali vengono riportati in ascisse il numero "N" dei colpi ed in ordinate la profondità.

Scopo di queste prove è quello di determinare lo stato di addensamento dei terreni nel sottosuolo e, mediante l'analisi dell'andamento degli istogrammi, definire la natura litologica degli strati e le caratteristiche geotecniche.

14.1 Descrizione litostratigrafica

Sulla scorta dei dati ottenuti risulta che in parte la coltre superficiale, è caratterizzata da un numero di colpi costantemente inferiore a 10 fino al limite dell'infissione dello scandaglio penetrometrico con il solo peso delle aste ($N=0$)

Questo strato superficiale, caratterizzato da un basso grado di addensamento e da elevata compressibilità, è rappresentato dal terreno vegetale limoso.

Deriva dall'azione integrata del clima, della morfologia, della roccia madre e degli organismi, in un arco di tempo più o meno lungo.

A partire da tale orizzonte, si registra un generale aumento di colpi pur rilevandosi, da prova a prova, notevoli differenze sia di carattere quantitativo, che qualitativo.

Difatti, all'andamento del grafico a picchi contrapposti, tipico dei terreni sabbiosi-limosi-ghiaiosi, si alterna e si sostituisce una configurazione piuttosto eterogenea del N di colpi, la quale caratterizza un addensamento elevato ed un aumento della granulometria.

Riassumendo quanto sopra, vengono qui di seguito riportate le interpretazioni stratigrafiche di ciascun sondaggio.

PROVA n. 1

A) <u>orizzonte "A"</u> (spessore da mt. 0,00 a mt. 1,00)	Terreno vegetale prevalentemente sabbioso limoso, costipato dal passaggio dei mezzi meccanici.
B) <u>orizzonte "B"</u> (spessore da mt. 1,00 a mt. 2,00)	Sabbie limose sciolte.
C) <u>orizzonte "C"</u> (spessore da mt. 2,00 a mt. 5,60)	Sabbie limose discretamente addensate con lenti ghiaiose intercalate.
D) <u>orizzonte "D"</u> (spessore da mt. 5,60 a mt. 6,20)	Intercalazione limo-sabbiosa

E) orizzonte "E"

(spessore da mt. 6,20 a mt. 10,00)

Sabbie limose discretamente addensate con lenti ghiaiose intercalate.

PROVA n. 2

A) orizzonte "A"

(spessore da mt. 0,00 a mt. 1,50)

Terreno vegetale prevalentemente sabbioso limoso.

B) orizzonte "B"

(spessore da mt. 1,50 a mt. 5,00)

Sabbie limose discretamente addensate con lenti ghiaiose intercalate.

C) orizzonte "C"

(spessore da mt. 5,00 a mt. 6,10)

Sabbie limose sciolte.

D) orizzonte "D"

(spessore da mt. 6,10 a mt. 10,00)

Sabbie limose con lenti ghiaiose e ciottoli intercalati.

PROVA n. 3

A) orizzonte "A"

(spessore da mt. 0,00 a mt. 1,00)

Terreno vegetale prevalentemente sabbioso limoso con rari ciottoli.

B) orizzonte "B"

(spessore da mt. 1,00 a mt. 2,20)

Sabbie ghiaiose ben addensate.

C) orizzonte "C"

(spessore da mt. 2,20 a mt. 4,70)

Sabbie limose sciolte.

D) orizzonte "D"

(spessore da mt. 4,70 a mt. 7,60)

Sabbie ghiaiose ben addensate.

E) orizzonte "E"

(spessore da mt. 7,60 a mt. 10,00)

Sabbie limose discretamente addensate con lenti ghiaiose intercalate.

PROVA n. 4

A) orizzonte "A"

(spessore da mt. 0,00 a mt. 1,50)

Terreno vegetale prevalentemente sabbioso limoso sciolto.

B) orizzonte "B"

(spessore da mt. 1,50 a mt. 10,00)

Sabbie limose discretamente addensate con lenti ghiaiose intercalate.

PROVA n. 5

A) orizzonte "A"

(spessore da mt. 0,00 a mt. 1,40)

Terreno vegetale prevalentemente limoso costipato dal passaggio di mezzi pesanti.

B) orizzonte "B"

(spessore da mt. 1,40 a mt. 2,20)

Sabbie limose sciolte.

C) orizzonte "C"

(spessore da mt. 2,20 a mt. 5,50)

Sabbie limose discretamente addensate con lenti ghiaiose intercalate.

D) orizzonte "D"

(spessore da mt. 5,50 a mt. 6,70)

Sabbie limose sciolte.

E) orizzonte "E"

(spessore da mt. 6,70 a mt. 10,00)

Sabbie limose discretamente addensate con lenti ghiaiose intercalate.

PROVA n. 6

A) orizzonte "A"

(spessore da mt. 0,00 a mt. 1,30)

Terreno vegetale prevalentemente sabbioso limoso sciolto.

B) orizzonte "B"

(spessore da mt. 1,30 a mt. 3,50)

Sabbie limose discretamente addensate con lenti ghiaiose intercalate.

C) orizzonte "C"

(spessore da mt. 3,50 a mt. 4,30)

Sabbie ghiaiose ben addensate.

D) orizzonte "D"

(spessore da mt. 4,30 a mt. 10,00)

sabbie limose discretamente addensate con lenti ghiaiose e ciottoli intercalati.

PROVA n. 7

A) orizzonte "A"

(spessore da mt. 0,00 a mt. 1,50)

Terreno vegetale prevalentemente limoso sciolto.

B) orizzonte "B"

(spessore da mt. 1,50 a mt. 4,30)

Sabbie limose discretamente addensate con lenti ghiaiose intercalate.

C) orizzonte "C"

(spessore da mt. 4,30 a mt. 6,50)

Sabbie limose sciolte.

D) orizzonte "D"

(spessore da mt. 6,50 a mt. 10,00)

Sabbie limose discretamente addensate con lenti ghiaiose
ben addensate intercalate

PROVA n. 8

A) orizzonte "A"

(spessore da mt. 0,00 a mt. 1,30)

Terreno vegetale prevalentemente limoso sabbioso sciolto.

B) orizzonte "B"

(spessore da mt. 1,30 a mt. 5,60)

Sabbie limose discretamente addensate con lenti ghiaiose e
ciottoli intercalati.

C) orizzonte "C"

(spessore da mt. 5,60 a mt. 6,50)

Sabbie limose sciolte.

D) orizzonte "D"

(spessore da mt. 6,50 a mt. 10,00)

Sabbie limose discretamente addensate con lenti ghiaiose e
ciottoli intercalati.

PROVA n. 9

A) orizzonte "A"

(spessore da mt. 0,00 a mt. 1,40)

Terreno vegetale prevalentemente limoso sabbioso sciolto.

B) orizzonte "B"

(spessore da mt. 1,40 a mt. 4,70)

Sabbie limose discretamente addensate con lenti ghiaiose
ben addensate intercalate.

C) orizzonte "C"

(spessore da mt. 4,70 a mt. 6,70)

Sabbie limose sciolte.

D) orizzonte "D"

(spessore da mt. 6,70 a mt. 10,00)

Sabbie limose discretamente addensate con lenti ghiaiose e
ciottoli intercalati.

PROVA n. 10

A) orizzonte "A"

(spessore da mt. 0,00 a mt. 1,60)

Terreno vegetale prevalentemente limoso sciolto.

B) orizzonte "B"

(spessore da mt. 1,60 a mt. 4,50)

Sabbie limose discretamente addensate con lenti ghiaiose e
ciottoli intercalati.

C) orizzonte "C"

(spessore da mt. 4,50 a mt. 6,60)

Sabbie limose sciolte

D) orizzonte "D"

(spessore da mt. 6,60 a mt. 10,00)

Sabbie limose discretamente addensate con lenti ghiaiose e ciottoli intercalati.

PROVA n. 11

A) orizzonte "A"

(spessore da mt. 0,00 a mt. 1,50)

Terreno vegetale prevalentemente limoso.

B) orizzonte "B"

(spessore da mt. 1,50 a mt. 4,20)

Sabbie limose discretamente addensate con lenti ghiaiose intercalate.

C) orizzonte "C"

(spessore da mt. 4,20 a mt. 6,30)

Sabbie limose sciolte.

D) orizzonte "D"

(spessore da mt. 6,30 a mt. 10,00)

Sabbie limose discretamente addensate con lenti ghiaiose intercalate.

PROVA n. 12

A) orizzonte "A"

(spessore da mt. 0,00 a mt. 1,50)

Terreno vegetale prevalentemente sabbioso limoso.

B) orizzonte "B"

(spessore da mt. 1,50 a mt. 5,20)

Sabbie limose ben addensate con lenti ghiaiose intercalate e ciottoli sparsi.

C) orizzonte "C"

(spessore da mt. 5,20 a mt. 6,80)

Sabbie limose poco addensate.

D) orizzonte "D"

(spessore da mt. 6,80 a mt. 10,00)

Sabbie limose ben addensate con lenti ghiaiose intercalate e ciottoli sparsi

PROVA n. 13

A) orizzonte "A"

(spessore da mt. 0,00 a mt. 1,50)

Terreno vegetale prevalentemente sabbioso limoso.

B) orizzonte "B"

(spessore da mt. 1,50 a mt. 4,50)

Sabbie limose discretamente addensate con lenti ghiaiose intercalate

C) orizzonte "C"

(spessore da mt. 4,50 a mt. 5,60)

Sabbie limose sciolte.

D) orizzonte "D"

(spessore da mt. 5,60 a mt. 10,00)

Sabbie limose discretamente addensate con lenti ghiaiose intercalate e ciottoli sparsi.

PROVA n. 14

A) orizzonte "A"

(spessore da mt. 0,00 a mt. 1,50)

Terreno vegetale prevalentemente limoso sabbioso sciolto.

B) orizzonte "B"

(spessore da mt. 1,50 a mt. 5,00)

Sabbie limose discretamente addensate con ciottoli e lenti ghiaiose intercalati.

C) orizzonte "C"

(spessore da mt. 5,00 a mt. 6,10)

Sabbie limose poco addensate.

D) orizzonte "D"

(spessore da mt. 6,10 a mt. 9,00)

Sabbie limose discretamente addensate con ciottoli e lenti ghiaiose intercalati.

E) orizzonte "E"

(spessore da mt. 9,00 a mt. 10,00)

Sabbie limose poco addensate.

PROVA n. 15

A) orizzonte "A"

(spessore da mt. 0,00 a mt. 3,70)

Copertura detritica prevalentemente limo-argillosa.

B) orizzonte "B"

(spessore da mt. 3,70 a mt. 7,30)

Argille variegata da alterate a parzialmente alterate.

C) orizzonte "C"

(spessore da mt. 7,30 a mt. 10,00)

Argille variegata consolidate

PROVA n. 16

A) orizzonte "A"

Copertura detritica prevalentemente limo-argillosa.

(spessore da mt. 0,00 a mt. 3,40)

B) orizzonte "B"

(spessore da mt. 3,40 a mt. 6,50)

C) orizzonte "C"

(spessore da mt. 6,50 a mt. 10,00)

Argille variegata da alterate a parzialmente alterate

Argille variegata discretamente consolidate.

PROVA n. 17

A) orizzonte "A"

(spessore da mt. 0,00 a mt. 1,00)

Terreno vegetale prevalentemente limoso sciolto.

B) orizzonte "B"

(spessore da mt. 1,00 a mt. 5,30)

Sabbie limose discretamente addensate con trovanti lapidei sparsi.

C) orizzonte "C"

(spessore da mt. 5,30 a mt. 10,00)

Argille variegata discretamente consolidate.

PROVA n. 18

A) orizzonte "A"

(spessore da mt. 0,00 a mt. 1,30)

Terreno vegetale prevalentemente limoso.

B) orizzonte "B"

(spessore da mt. 1,30 a mt. 5,70)

Sabbie limose discretamente addensate con trovanti lapidei intercalati.

C) orizzonte "C"

(spessore da mt. 5,70 a mt. 10,00)

Argille variegata discretamente consolidate e ben consolidate verso il basso.

PROVA n. 19

A) orizzonte "A"

(spessore da mt. 0,00 a mt. 1,60)

Terreno vegetale prevalentemente limo-sabbioso

B) orizzonte "B"

(spessore da mt. 1,60 a mt. 10,00)

Sabbie ghiaiose ben addensate

14.2 Caratterizzazione geotecnica

La definizione di massima del comportamento dei terreni affioranti nel territorio di Mazzarra S. Andrea viene effettuata secondo i seguenti criteri:

- per i terreni incoerenti (detrito e sedimenti alluvionali) si fa riferimento a prove in sito (prove penetrometriche dinamiche) ed a risultati ottenuti in laboratorio che prove effettuate in terreni similari per altri lavori precedenti eseguiti dall'amministrazione comunale;
- per le argille scagliose i parametri vengono definiti sulla scorta delle analisi di laboratorio eseguite su questo litotipo per altri lavori e dai risultati ottenuti dalle prove penetrometriche;
- per le formazioni rocciose fratturate si fa riferimento alla disclocazione spaziale delle superfici di discontinuità, ricorrendo ai criteri che governano la meccanica delle rocce.

14.3 Terreni incoerenti

a) Copertura detritica

Il comportamento meccanico della copertura detritica è variabile in relazione sia al contenuto dei materiali fini (limo, argilla) sia in funzione della stessa natura litologica.

Come concetto generale si può comunque asserire che si tratta di un terreno poco addensato, caratterizzato da parametri alquanto scadenti; pertanto si possono fissare i seguenti valori geotecnici orientativi:

- peso umido di volume $\gamma = 1,8 \text{ t/mc}$
- angolo d'attrito interno $\phi = 26^\circ$
- coesione $c = 0 \text{ t/mc}$

Laddove la copertura detritica è più ricca di elementi litoidi grossolani il valore dell'angolo s'incrementa sensibilmente.

La caratterizzazione di cui sopra è riferibile alle coperture detritiche che con spessore variabile ricoprono in maniera discontinua il territorio rilevato.

b) Depositi alluvionali

Il loro comportamento meccanico varia in funzione della prevalenza ora della facies sabbioso-ghiaiosa o di quella limoso-sabbiosa.

Tuttavia costituiscono dei terreni mediamente addensati con buoni parametri di taglio.

A titolo orientativo in questa fase possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici:

- peso umido di volume $\gamma = 1,9 \text{ t/mc}$
- angolo d'attrito interno $\varphi = 28^\circ \div 30^\circ$
- coesione $c = 0 \text{ t/mc}$

14.4 Argille scagliose

Trattasi di terreni dotati di scadenti caratteristiche di taglio e molto sensibili all'acqua; da svariate analisi di laboratorio effettuate su questo litotipo per lavori precedenti, si rileva che i parametri di taglio in termini di sforzi efficaci possono essere così indicati:

- peso umido di volume $\gamma = 2,00 \text{ t/mc}$
- angolo d'attrito interno $\varphi = 15^\circ \div 20^\circ$
- coesione $c = 0,200-0,500 \text{ t/mc}$

14.5 Terreni lapidei fratturati

Appartengono a questa categoria di rocce i banconi arenacei del Flysch di Capo d'Orlando, le calcareniti di Floresta e le metamorfiti.

Il comportamento meccanico di questi litotipi è condizionato dalle discontinuità presenti nell'ammasso roccioso, costituito da fessurazioni variamente orientate, che si rinvencono con interdistanza variabile da alcuni decimetri al metro.

La massa rocciosa va intesa come un insieme di elementi roccia definiti, giustapposti e combacianti, di forma grossolanamente prismatica, le cui proprietà meccaniche risultano inferiori a quelle del singolo elemento e dipendono da tanti fattori strutturali legati alla dislocazione spaziale dei sistemi di discontinuità.

Ai fini del presente studio si è ritenuto opportuno fissare dei parametri in riferimento alle parti più fratturate

Pertanto l'ammasso roccioso viene considerato come un insieme incoerente di elementi a spigoli vivi di varie dimensioni; la presenza di piani di fratturazione determina quindi la scelta di un criterio di rottura che tenga conto di tali discontinuità.

Si ritiene dunque che il criterio più adatto per la valutazione della resistenza al taglio lungo i suddetti piani sia quello di BARTON (1973) con la seguente relazione:

$$\tau = \sigma' \tan(\phi + i)$$

τ = resistenza al taglio mobilitata

σ' = tensione normale

ϕ = angolo d'attrito di base

i = angolo d'inclinazione delle asperità

E' da rilevare che tale relazione è valida per tensioni normali relativamente bassa ($\sigma' < 50 \text{ Kg/cm}^2$), tali comunque da non provocare la rottura delle asperità lungo i due piani che costituiscono il giunto.

Si precisa che l'angolo d'attrito ϕ è quello corrispondente allo scorrimento tra superfici lisce dello stesso materiale; ad esso, sulla base di numerose prove sperimentali, condotte da vari Autori, viene assegnato, indipendentemente dal tipo di roccia, il valore di 30° in assenza di alterazioni sulle pareti del giunto.

L'angolo d'inclinazione delle asperità "i" è definito dalla seguente espressione:

$$i = \text{JRC} \log (\text{JSC} / \sigma')$$

dove:

JRC (JOINT ROUGHNESS COEFFICIENT)

coefficiente di scabrezza esprime l'entità delle irregolarità delle pareti del giunto, nel caso in esame.

- per gli gneiss

$$\text{JRC} = 8$$

- per le arenarie $JRC = 10$

- per le calcareniti $JRC = 10$

JCS (JOINT WALL COMPRESSIVE STRENGTH)

coefficiente di resistenza delle pareti del giunto, viene misurata col martello di SHMIDT;
rappresenta la resistenza del materiale che costituisce le pareti del giunto e viene espressa
convenzionalmente con la resistenza monoassiale a compressione;

$JCS = 350 \text{ Kg/cm}^2$ per le arenarie

$JCS = 250 \text{ Kg/cm}^2$ per gli gneiss

σ' tensione normale di riferimento, pari a 10 Kg/cm^2

Sostituendo i precedenti valori, si ottiene:

$i = 11^\circ$ per le calcareniti di Floresta

$i = 15^\circ$ per le arenarie

$i = 19^\circ$ per gli gneiss

Poiché il criterio di rottura di Burtun così espresso è del tutto simile a quello proposto da MOHR-COULOMB per i terreni, si ritiene di poter assumere un valore $\phi' = \phi + I$, purché i valori delle tensioni normali siano:

$\sigma' < 10 \text{ Kg/cm}^2$

Per quest'intervallo tensionale, nel quale peraltro ricadono ampiamente le normali costruzioni civili, si riscontrano caratteristiche di deformabilità del litotipo molto elevate, tali da poter assimilare il comportamento della roccia allo schema rigido-plastico; ciò permette ancora di utilizzare le usuali espressioni per il calcolo della capacità portante.

Riassumendo pertanto i parametri che responsabilmente possono essere considerati rappresentativi degli ammassi rocciosi, sono

a) alternanza arenaceo-argillosa (Flysch di Capo d'Orlando)

Nella direzione parallela alla stratificazione i parametri di taglio per l'alternanza, nel suo insieme di facies, sono da considerare quelli relativi alle argille siltose: cautelativamente possono essere assunti i seguenti parametri

- angolo d'attrito interno $\varphi = 26^\circ$
- coesione $c = 3 \text{ t/mc}$

Nelle altre direzioni si ha:

- angolo d'attrito interno $\varphi = 35^\circ$
- coesione $c = 0,00 \text{ t/mc}$

Per quanto riguarda il peso di volume γ , all'alternanza nel suo insieme, si può assegnare:

$$\gamma = 1,9-2,2 \text{ t/mc}$$

b) calcareniti di Floresta:

- peso umido di volume $\gamma = 1,9-2,2 \text{ t/mc}$
- angolo d'attrito interno $\varphi = 30^\circ \div 35^\circ$
- coesione $c = 0,00 \text{ t/mc}$

c) Gneiss occhiadini:

- peso umido di volume $\gamma = 1,9-2,2 \text{ t/mc}$
- angolo d'attrito interno $\varphi = 30^\circ \div 35^\circ$
- coesione $c = 0,00 \text{ t/mc}$

I valori di cui sopra debbono essere considerati indicativi del litotipo di riferimento e sono riportati nella carta litotecnica scala 1:10000 (TAV. VIII).

Nella fase d'esecuzione dei piani particolareggiati e dei piani di lottizzazione si renderà necessario effettuare una caratterizzazione geotecnica più approfondita e legata ai risultati di specifici accertamenti, rilievi ed analisi.

15.0 ZONIZZAZIONE IN CLASSI DI SUSCETTIVITA' ALL'UTILIZZAZIONE

Sulla base delle caratteristiche geologico-tecniche dei terreni e della configurazione geomorfologica ed idrogeologica del territorio in studio, è stata elaborata una carta generale di classificazione del territorio in cui è rappresentata una zonizzazione in classi di suscettività all'utilizzazione.

Si tratta di uno strumento di facile consultazione che consente di programmare ed indirizzare opportunamente gli interventi sul territorio comunale tenendo conto delle condizioni di stabilità e della potenzialità d'uso.

Si sono individuate le seguenti zone, ciascuna con peculiarità differenti, che vengono di seguito descritte:

- **ZONA A:** comprende aree interessate da depositi alluvionali antichi di origine fluviale; si tratta di aree caratterizzate da una morfologia sub-pianeggiante e da pendii poco acclivi. Queste aree restano localizzate a Nord, ad Est ed a Ovest del centro abitato. Non sono stati notati fenomeni morfoevolutivi, né segni preparatori degli stessi. Dal punto di vista dell'utilizzazione, queste aree si presentano generalmente stabili e quindi idonee ad interventi di piano. Sono tuttavia da prevedere studi puntuali di carattere geologico, geomorfologico e geotecnico finalizzati alla verifica delle condizioni di stabilità delle singole aree, oltre che alla corretta scelta ed al dimensionamento delle fondazioni dei manufatti. Pertanto si evince che non esistono particolari elementi penalizzanti, dunque si consiglia di porre il coefficiente di fondazione pari a :

$$C = C_1 \cdot C_2 = 1 \cdot 1 = 1$$

ed il coefficiente sismico

$$K_s = 0,07 \cdot \varepsilon = 0,07 \cdot 1 = 0,07$$

- **ZONA B:** comprende le aree interessate dalle argille scagliose. Queste si presentano costantemente ricoperte da una limitata coltre detritica limo-sabbiosa-argillosa, ad assetto caotico, contenenti olistoliti tettonicamente inglobati. Sotto il profilo morfologico tali aree sono caratterizzate da pendii poco acclivi a morfologia arrotondata interessati da locali

forme di solifluzione che coinvolgono le coltri superficiali alterate. Tali aree sono, altresì, interessate da fenomeni di erosione superficiale ed incanalata. Sotto il profilo idrogeologico presentano permeabilità molto bassa o nulla per cui non si rinvenivano falde idriche di una certa consistenza; tali terreni, infatti, presentano in generale una falda idrica di limitata entità a carattere stagionale che interessa la fascia superficiale alterata.

Per quanto riguarda l'utilizzazione si tratta di aree la cui stabilità è legata all'acclività dei pendii e all'evolversi dei processi erosivi che possono localmente dare luogo a fenomeni di dissesto superficiale. In generale si tratta di aree idonee agli interventi antropici previa verifiche di carattere geologico, geomorfologico e geotecnico per la scelta e per il dimensionamento delle fondazioni dei manufatti. È necessario pertanto intervenire in fase di progettazione esecutiva mediante un accurato studio geognostico e geotecnico.

Le scadenti caratteristiche di taglio dei detriti superficiali e delle argille, fanno porre il coefficiente di fondazione pari a:

$$C_1 \cdot C_2 = 1,1 \cdot 1,00 = 1,1$$

ed il coefficiente sismico

$$K_s = 0,07 \cdot 1,1 = 0,077$$

- **ZONA C**: comprende le aree localizzate a Sud del centro abitato, dove affiorano il Flysch di Capo d'Orlando, le calcareniti di Floresta ed in piccola parte le metamorfiti di medio-alto grado. Il Flysch di Capo d'Orlando può essere considerato come un terreno idoneo all'urbanizzazione senza particolari vincoli. Le metamorfiti di medio-alto grado possono essere considerate rocce lapidee dotate di buone caratteristiche portanti. Ciò che contraddistingue queste rocce è quello di presentare a volte un elevato grado di alterabilità fisica e chimica pertanto coperture di alterazione o detritiche. Dal punto di vista geomorfologico queste aree sono poco acclivi o ad acclività media, delimitate al contorno da versanti ad acclività elevata, a zone da pareti ripide e scoscese a tratti sub-verticali. In alcune zone sono presenti fenomeni d'erosione incanalata per rivoli e solchi, mentre a valle con rari

crolli. Sotto il profilo idrogeologico tali terreni presentano una permeabilità medio-bassa per porosità e fessurazione, sono presenti locali falde idriche di scarsa rilevanza. Si tratta in ogni caso di falde idriche alquanto profonde, che difficilmente possono interferire con la realizzazione dei manufatti. Dal punto di vista dell'utilizzazione si tratta di aree essenzialmente stabili in relazione alle buone caratteristiche meccaniche dei terreni, idonee ad eventuali interventi antropici. Sono tuttavia da evitare interventi di piano in corrispondenza dei versanti acclivi che delimitano le aree pianeggianti, o mediamente acclivi, o in corrispondenza dei solchi torrentizi. Sono in ogni caso da prevedere studi puntuali di carattere geologico, geomorfologico e geotecnico e verifiche di stabilità dei pendii, delle singole aree e la verifica degli spessori delle coltri alterate per la scelta ed il dimensionamento delle opere di fondazione. L'urbanizzazione di queste zone comporta la necessità di curare e prevedere in particolare:

- il regolare deflusso delle acque piovane;
- l'eventuale sistemazione idraulico-forestale delle incisioni stesse onde limitare l'erosione;
- il superamento con le fondazioni dei manufatti, degli strati superficiali alterati degli gneiss e dello strato agrario per i detriti.

Detti terreni restano comunque leggermente penalizzati da fattori morfologici e meccanici (scadenti caratteristiche di taglio) e pertanto il coefficiente di fondazione si consiglia pari a:

$$C_1 \cdot C_2 = 1,1 \cdot 1,00 = 1,1$$

ed il coefficiente sismico

$$K_s = 0,07 \cdot 1,1 = 0,077$$

- **ZONA D**: comprende le aree interessate dai depositi fluviali posti lateralmente poco al di sopra dell'alveo torrentizio del torrente Mazzarrà, si tratta di aree pianeggianti costituite da sabbie e ghiaie a giacitura sub-orizzontale ed assetto lenticolare embricato generalmente stabili, idonee ad interventi di piano, per esse sono da prevedere, preventivamente alla realizzazione degli interventi, studi geologici e geotecnici puntuali per la scelta ed il

dimensionamento delle fondazioni. Si tratta in generale di aree idonee ad interventi di piano, sempre nel rispetto dei vincoli posti dalla normativa vigente (legge Galasso). L'ubicazione di dette aree adiacenti al torrente Mazzarrà, anche se delimitate dai muri d'argine che allo stato attuale e da una verifica visiva non comportano grandi problematiche geomorfologiche, rende necessaria la verifica degli stessi, prima di procedere alla progettazione esecutiva di eventuali insediamenti urbanistici. Questi infatti dovranno risultare idonei a sopportare l'urto di eventuali onde di piena ed a garantire le aree in oggetto dal pericolo di alluvionamento per tracimazione. Da quanto sopra si evince che attualmente non esistono particolari elementi penalizzanti e pertanto si consiglia di porre il coefficiente di fondazione pari a:

$$C_1 \cdot C_2 = 1 \cdot 1 = 1$$

ed il coefficiente sismico

$$K_s = 0,07 \cdot 1 = 0,07$$

- **ZONA E** : comprende le aree interessate da rocce lapidee di natura metamorfica ed una parte limitata posta a Nord-Ovest del centro abitato interessata dall'alternanza pelitica-argilloso-arenacea. Caratteristica peculiare di queste rocce è quello di presentare un elevato grado di alterabilità fisica e chimica, per cui presentano spesse coltri di alterazione o detritiche. Sotto il profilo geomorfologico tali aree sono caratterizzate da pendii molto acclivi, localmente ripidi e scoscesi, con un complesso sistema di fratture. I versanti sono interessati da fenomeni d'erosione diffusa o per rivoli e solchi; sono altresì presenti fenomeni di crollo e locali predisposizioni a processi di dissesto superficiale. Sotto il profilo idrogeologico sono invece caratterizzate da permeabilità generalmente bassa, tendente ad aumentare localmente in corrispondenza di zone in cui la roccia si presenta intensamente fratturata. La presenza di zone intensamente fratturate facilita l'accumulo di modeste riserve idriche che possono dar luogo a manifestazioni sorgentizie di limitato interesse. La stabilità di dette aree è legata all'acclività dei versanti ed al grado di fratturazione ed alterazione

della roccia. Interventi di piano di cui lo scrivente ne sconsiglia su tutto il territorio, eventualmente potranno essere realizzati in corrispondenza delle aree poco acclivi non soggette a fenomeni erosivi o dissesto. In corrispondenza dei versanti ripidi e scoscesi, interessati da intensi fenomeni d'erosione diffusa ed incanalata per rivoli e solchi, non idonei ad antropizzazione, sono da prevedere interventi di rimboschimento e di tipo idraulico-forestale. Nelle aree eventualmente interessate da interventi di piano sono necessari studi di carattere geologico, geomorfologico e geotecnico finalizzate alla verifica delle condizioni di stabilità dei pendii ed alla verifica degli spessori delle coltri alterate per la scelta ed il dimensionamento delle opere di fondazione. I terreni in oggetto restano comunque penalizzati dai fattori meccanici (scadenti caratteristiche di taglio) e dai fattori morfologici. Il coefficiente di fondazione si consiglia di porlo pari a:

$$C_1 \cdot C_2 = 1,1 \cdot 1,1 = 1,21$$

ed il coefficiente sismico

$$K_s = 0,07 \cdot 1,21 = 0,085$$

- ZONA F : comprende aree interessate dai movimenti franosi, aree soggette ad erosione diffusa e calanchiva (testate dei bacini), scarpate interessate da caduta di detriti, discariche R.S.U. e l'alveo torrentizio del Torrente Mazzarrà. Si ritiene opportuno escludere tali aree dall'edificazione ed in generale da interventi antropici. Per tali aree è opportuno prevedere opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee, interventi di tipo idraulico-forestale, di consolidamento, di recupero ambientale in prossimità delle discariche per R.S.U.

In generale da quanto sopra esposto si evince che la zona A, comprendente le aree interessate dai depositi alluvionali, sono urbanizzabili, caratterizzate da soddisfacenti condizioni di stabilità e da caratteristiche geologico-tecniche favorevoli ai fini dell'utilizzazione urbanistica

La zona B comprende le aree argillose, ossia aree urbanizzabili previa l'esecuzione di opere la cui azione è volta a migliorare le condizioni di equilibrio e l'esecuzione d'indagini geognostiche ed analisi di laboratorio, necessarie per la scelta ed il dimensionamento delle fondazioni.

Per quanto riguarda la zona C, risultano idonee in generale ad interventi di piano in corrispondenza delle aree poco acclivi o leggermente acclivi, previa verifica di carattere geologico, geomorfologico e geotecnico, nonché verifica di stabilità dei versanti.

La zona D comprende le aree poste lateralmente all'alveo del torrente Mazzarrà, contraddistinte dai depositi alluvionali sabbiosi-ghiaiosi-limosi. Sono aree urbanizzabili di tipo non intensivo, previa verifica d'idoneità degli argini a sopportare l'urto di eventuali onde di piena ed a garantire le aree in oggetto dal pericolo di alluvionamento.

La zona E, contraddistinta da aree con pendii generalmente molto acclivi, localmente ripidi e scoscesi, è localmente interessata da fenomeni d'erosione superficiale e di fondo nelle incisioni torrentizie e da crolli. Le condizioni di stabilità sono generalmente legate all'acclività dei versanti, alla giacitura degli strati ed allo stato fessurativo e di alterazione delle rocce.

La zona F racchiude zone non urbanizzabili, ossia aree in frana, soggette ad erosione accelerata e diffusa, alveo torrentizio e le aree utilizzate per discarica R.S.U.

In ogni caso si tiene a sottolineare che nell'ambito dei progetti esecutivi sono da effettuare indagini in sito ed in laboratorio, finalizzate alla caratterizzazione geologica e geotecnica puntuale dei terreni, anche procedere alla scelta ed al dimensionamento dei manufatti e se necessario a verifiche di stabilità delle pareti di scavo, in ottemperanza a quanto previsto dal D.M. 11/03/1998 e successive modifiche ed integrazioni.

