



**PROVINCIA DI UDINE**

**CARTOGRAFIA GEOLOGICO TEMATICA DEL  
TERRITORIO PROVINCIALE**

**NOTE ILLUSTRATIVE**

**Ristampa 2001**

**Udine 1984**

Provincia di Udine

CARTOGRAFIA GEOLOGICA TEMATICA  
DEL TERRITORIO PROVINCIALE

NOTE ILLUSTRATIVE

Dott. Luciano Broili

con la collaborazione di:

Dott. Giovanbattista Carulli

Dott. Gianni Menchini

UDINE, 1984

---

INDICE

1. PREMESSA	PAG.	1
2. CARTOGRAFIA DI BASE E SCALA	"	6
3. BASI CARTOGRAFICHE E RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI DATI TEMATICI	"	8
4. CRITERI DI CLASSIFICAZIONE	"	10
5. INFORMAZIONI COMPLEMENTARI	"	12
6. OSSERVAZIONI GENERALI SUGLI ALLEGATI "A": "GEOLOGIA TECNICA"	"	14
7. OSSERVAZIONI GENERALI SUGLI ALLEGATI "B": "ELEMENTI DI IDROLOGIA E GEOSTATICA"	"	18
8. NOTE SULLA CARATTERIZZAZIONE TECNICA E SUI CRITERI DI UTILIZZAZIONE DELLE FA- CIES LITOLOGICHE	"	21

Ai temi della conoscenza della realtà geonaturale, della prevedibilità degli eventi e della prevenzione, si legano i gravi ed urgenti problemi connessi con il rischio geologico, che nel nostro paese si estende dal rischio sismico e vulcanico al rischio metereologico e geoidrologico, al rischio geostatico.

Fenomeni come lo spopolamento della montagna, la concentrazione abitativa in aree ristrette, lo sfruttamento esasperato e concentrato delle risorse naturali, l'intervento inconsapevole su equilibri naturali raggiunti nel corso di processi evolutivi millenari, come l'uso improprio dei suoli, sono oggi alla base di una sempre più allarmante accentuazione qualitativa e quantitativa del "rischio geologico". E' determinante quindi che chi è chiamato ad assolvere compiti di programmazione e di attuazione progettuale sul territorio, si preoccupi di tutto ciò ed intenda affrontare ai giusti livelli di approfondimento, il tema primario della conoscenza e della verifica delle condizioni attuali e delle caratteristiche fisiche del territorio, considerando questo intervento conoscitivo, premessa di ogni successivo sviluppo delle sue attività nel territorio.

A fronte di queste premesse, già nelle fasi propositive e progettuali della cartografia tematica richiesta dall'Amministrazione Provinciale, si è evidenziato come una carta "litologica" così come comunemente definita, non potesse soddisfare adeguatamente alle finalità del lavoro.

tener conto quando si programmi l'uso del territorio o si progettino interventi su grandi aree.

La cartografia così proposta ed oggi idealizzata, supera per tanto gli stessi intendimenti generali formulati inizialmente dalla Amministrazione Provinciale ed è innovativa rispetto alla trattazione tradizionale della tematica "litologia" non solo per l'ampliamento dei contenuti, che consente di realizzare concretamente gli obiettivi prefissati e di soddisfare alle esigenze particolari del Committente, ma soprattutto perchè, pur ai livelli di approfondimento e di finalizzazione specificati, risolve il problema della interpretazione e della classificazione tecnica del dato geologico, che così risulta omogeneamente parametrizzato ed univocamente utilizzabile nella prassi applicativa.

La cartografia geologica tematica del territorio provinciale è stata realizzata in circa un anno di attività fra il marzo 1983 e il febbraio 1984.

Al lavoro hanno collaborato il Dott. Gianni Menchini che ha contribuito agli studi preliminari e bibliografici, ai rilevamenti ed alle verifiche in sito e alla restituzione cartografica dei dati rilevati, e il Prof. Dott. Giovanbattista Carulli, cui si deve un contributo scientifico fondamentale nello studio e nella classificazione geologica delle facies presenti negli affioramenti alpini e prealpini.

A questi collaboratori va un sentito e vivissimo ringraziamento.

Si ringrazia inoltre l'Amministrazione della Provincia di Udine

ne la presenza, la disponibilità e la sensibilità dimostrate in tutte le fasi della progettazione e della realizzazione del lavoro ed in particolare il Dott. Francesco Rosso che ha curato il coordinamento delle attività ed ha contribuito con efficienza e competenza a risolvere i molti problemi incontrati nello svolgimento dell'incarico.

Un sentito ringraziamento è dovuto ai seguenti Enti:

- Genio Civile di Udine;
- Assessorato Regionale dell'Industria e Commercio di Trieste;
- Direzione Regionale Foreste di Udine;
- Assessorato alla Pianificazione Urbana di Trieste;
- Assessorato ai Lavori Pubblici di Trieste;
- Consorzio per la Bonifica e lo Sviluppo Agricolo della Bassa Friulana di Udine;
- Consorzio Economia e Bonifica Montana delle Prealpi Giulie di Udine;
- Consorzio di Secondo Grado per la Sistemazione Idraulico-Agraria della Collina dell'Alta Pianura Friulana di Udine;
- Centro Regionale per la Sperimentazione Agraria per il Friuli Venezia Giulia di Pozzuolo del Friuli, per le cartografie, i dati e le informazioni fornite in ogni occasione con grande disponibilità.

## 2. CARTOGRAFIA DI BASE E SCALA.

La cartografia tematica in oggetto è stata sviluppata e viene progettata alla scala 1 : 50.000.

La scelta è stata fatta dopo aver valutato in particolare l'opportunità e le possibilità di utilizzare la scala 1 : 25.000, scala che avrebbe consentito un maggior dettaglio nell'informazione, ma che risultava in definitiva non utilizzabile o sconsigliabile per i seguenti motivi:

- 2.1 Le dimensioni del territorio da cartografare erano tali per cui, ipotizzando di operare a livelli di elevato dettaglio, i tempi ed i relativi costi risultavano di gran lunga eccedenti le previsioni del Committente.
- 2.2 Le finalità dell'incarico non giustificavano un dettaglio più elevato rispetto a quello fornito dalla scala 1:50.000. A questo proposito si può osservare che la scala 1:25.000 da alcuni auspicata per finalità di progettazione urbanistica (zonale e comprensoriale), è da sconsigliare, in quanto queste carte finiscono per essere impropriamente usate per scopi geotecnici (fasi della progettazione gene-

rale e puntuale) in relazione ai quali, però, l'informazione fornita è del tutto inadeguata e insufficiente, anche a norma delle recenti disposizioni di legge (DM 21 - 1 - 1981).

- 2.3 La scala 1 : 50.000 risulta essere invece quella adottata per la pianificazione a scala regionale (P.U.R.), al cui livello tuttavia, nella nostra regione, non è mai stata operata una verifica geologica territoriale. A questa stessa scala è stata presentata e sarà completata inoltre la carta pedologica regionale, a cura del Centro Regionale per la Sperimentazione Agraria di Pozzuolo del Friuli: questa circostanza giustifica ancor più la scelta della scala 1 : 50.000 anche per questo lavoro, che verrà quindi ad inserirsi in un contesto più vasto di cartografie tematiche ad indirizzo tecnico già predisposte o in progetto, aventi caratteri omogenei, e livelli di approfondimento comparabili.

3. BASI CARTOGRAFICHE E RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DEI DATI  
TEMATICI.

Il territorio della Provincia di Udine è rappresentato, nella cartografia ufficiale dello Stato, in diciannove fogli alla scala 1 : 50.000, editi dall'Istituto Geografico Militare.

Il quadro di unione dell'insieme dei fogli citati è stato tracciato su una corografia dell'intero territorio regionale alla scala 1 : 250.000.

I fogli alla scala 1 : 50.000 rappresentano la base cartografica originale, cui fanno riferimento le carte tematiche realizzate su carta inestensibile traslucida.

Ad ogni foglio base corrispondono due carte tematiche comprendenti:

3.1 FOGLIO A : Litologia tecnica

3.2 FOGLIO B : Elementi di idrologia e geostatica

In totale, quindi, si tratta di trentotto carte tematiche.

Ai fini dell'utilizzo va osservato che l'informazione tematica fornita si riferisce ad un punto o ad un'area del territorio studiato.

L'abbinamento "informazione tematica-posizione cartografica" si

realizza o per sovrapposizione diretta della carta tematica alla relativa base cartografica dell'I.G.M., o utilizzando il reticolo delle coordinate geografiche predisposto nella cartografia I.G.M. di base e riprodotto nelle carte temati che in termini di gradi di longitudine e di latitudine.

Questo metodo di utilizzo è stato scelto per mantenere inalterata la leggibilità delle carte topografiche di base, edite nella versione più recente a colori, che risulta particolarmente chiara ed efficace nei territori di montagna.

Questa leggibilità sarebbe stata invece fortemente e del tutto compromessa qualora alla base topografica dell'I.G.M. fossero state aggiunte per sovrapposizione le numerosissime e complesse simbologie realizzate mediante retinatura, per la rappresentazione dei dati tematici.

I simboli usati per la rappresentazione e la differenziazione delle caratteristiche dei terreni sono stati scelti principalmente in modo da favorire, per quanto possibile, la visibilità in trasparenza della "base" e quindi facilitare l'uso sovrapposto della base topografica e della carta tematica.

La simbologia adottata segue tuttavia anche una logica geologico-applicativa, che facilita la visualizzazione globale dell'informazione fornita.

Infine va ricordato che la restituzione dei dati tematici è stata realizzata interamente in bianco e nero per facilitare la riproducttività delle carte.

#### 4. CRITERI DI CLASSIFICAZIONE.

Si è precedentemente detto che nella restituzione cartografica dell'informazione tematica non si sono seguiti criteri semplicemente descrittivi ma, date le finalità del lavoro, ed inoltre nei limiti di dette finalità, si è privilegiato ed accentuato il criterio classificativo.

La preclassificazione riguarda:

- 4.1 L'informazione sulla natura dei terreni, che non si limita alla caratterizzazione litologica, ma si estende alle caratteristiche strutturali e fisico-meccaniche delle litofacies, risultando omogeneamente ordinate secondo criteri di decrescenza della risposta geomeccanica e geotecnica.
- 4.2 L'informazione sulla natura e il grado del dissesto geostatico, ordinata secondo il criterio di individuare e delimitare fenomenologie e situazioni omogenee, graduandone l'incidenza in termini di gravità del dissesto o di pericolosità.

La classificazione litologico-tecnica dei terreni è stata eseguita applicando i criteri ed i procedimenti comunemente adottati nella Meccanica delle masse rocciose e nella Meccanica dei suoli.

Per le "masse rocciose lapidee" le litofacies presenti nel territorio della Provincia di Udine, individuabili nella cartografia (fogli della serie "A") e descritti nella apposita legenda, risultano classificati mediante l'allegato diagramma di classificazione geomeccanica in cinque classi (da "A" ad "E") sulla base del rapporto che si stabilisce, per ogni facies, tra gli indici di separazione strutturale volumetrica dell'ammasso roccioso e le caratteristiche fisico-meccaniche di resistenza intrinseca della matrice rocciosa.

Per quanto riguarda invece i "suoli", cioè le litofacies incoerenti, semicoerenti o coerenti di sedimentazione glaciale, fluvio-glaciale, lacustre o marina relativamente recente o recente, sono stati seguiti criteri di classificazione geotecnica (Casagrande) che hanno consentito di individuare ulteriori cinque classi di terreni (da "F" ad "L") utilizzando indici e parametri di resistenza meccanica e di deformabilità caratteristici, e di immediata valutazione, o di facile determinazione.

Infine, la classificazione del dissesto geostatico è stata basata sulla valutazione della gravità dei processi geostatici specialmente in relazione alla pericolosità al grado di deterioramento raggiunto dalle situazioni di dissesto geoidrologico ed alle velocità stimabili di evoluzione in negativo dei fenomeni riconosciuti.

In campo applicativo detta classificazione fornisce l'informazione necessaria per valutare le condizioni di impatto ambientale in relazione alla programmazione e progettazione territoriali.

5. INFORMAZIONI COMPLEMENTARI.

La cartografia tematica predisposta, essendo finalizzata ad uno scopo tecnico, è stata completata aggiungendo nei fogli degli allegati "B" una serie di informazioni soprattutto di natura idrologica, per rendere più completa, sempre nei limiti delle finalità prefissate, la valutazione delle caratteristiche, tecniche dei siti e delle aree considerate e la conoscenza delle problematiche maggiormente incidenti negli interventi sul territorio.

Tra queste ulteriori informazioni si ricordano:

- 5.1 Indicazione del decorso della linea delle risorgive nella medio-bassa pianura friulana.
- 5.2 Indicazione dell'andamento medio delle linee isofreatiche nelle zone di pianura tra il F. Tagliamento e il F. Isonzo.
- 5.3 Segnalazione di aste fluviali pericolose per situazioni idrogeologiche ed idrauliche.
- 5.4 Segnalazione di aste fluviali interessate dalla realizzazione recente di opere idrauliche di salvaguardia degli alvei o di regimazione.
- 5.5 Posizionamento degli argini di difesa litoranea.

5.6 Settori d'alveo interessati periodicamente da eventi di piena.

5.7 Zone interessate in passato da eventi di allagamento o che, in particolari circostanze, possono essere soggette a tracimazioni della falda idrica.

Sempre nei fogli degli allegati "B" sono stati anche riportati i fenomeni valanghivi periodici, così come catalogati nel catasto regionale delle valanghe.

6. OSSERVAZIONI GENERALI SUGLI ALLEGATI "A": "GEOLOGIA  
TECNICA".

Gli elementi geologici di base utilizzati per la preparazione delle carte litologiche preliminari e per il raggruppamento e la classificazione litologico-tecnica dei terreni sono stati ricavati sia da rilevamenti specifici sia da ricerche e da studi recenti o recentissimi, molti dei quali inediti (si veda in particolare l'elenco bibliografico consultato).

In questo senso, la cartografia predisposta presenta molti elementi di novità non solo nelle attribuzioni geologiche, che rispecchiano la sintesi delle più recenti vedute ed interpretazioni scientifiche, ma anche nei criteri di raggruppamento e nella perimetrazione degli affioramenti.

L'elaborazione delle carte e la predisposizione dei dati ha dovuto superare tuttavia notevoli difficoltà sia per l'estensione del territorio, sia per la varietà delle condizioni morfologiche (montagna anche impervia, collina e pianura fortemente coperte da vegetazioni e colture ed intensamente antropizzate).

Sia per la notissima complessità geologica della nostra re-

gione che, se pur oggetto di approfonditi studi, presenta situazioni di forte scompenso nello sviluppo della ricerca, con effetti che si risentono chiaramente in tutta la letteratura scientifica prodotta negli ultimi anni (es. Alpi Giulie, Val Pesarina, zone di Ovaro e del Cividalese, ecc.). La disomogeneità dell'informazione geologica territoriale disponibile origina soprattutto difficoltà nelle procedure di collegamento dei dati tra zone limitrofe ed incertezze di interpretazione di lavori presentati da Autori diversi o redatti, magari in scale disomogenee, per finalità diverse. Queste circostanze hanno imposto un lavoro non indifferente di assemblaggi, di mediazione e di verifica delle informazioni geologiche disponibili. Ulteriori impegnative difficoltà sono state affrontate nella trasformazione del dato geolitologico e strutturale in elemento di classificazione geotecnica, rispettando nel procedimento tutte le esigenze di rigore scientifico, di ammissibilità e di omogeneità. A questo proposito un elemento di difficoltà deriva dalla circostanza che la caratterizzazione delle formazioni geologiche non è sempre univocamente definita, in particolare per la variabilità litologica in senso verticale e orizzontale che localmente si riscontra nel loro ambito (si ricorda l'esempio del Werfeniano che presenta forti differenziazioni di facies litologica non sempre cartografabili alla scala adottata). Per quanto riguarda le strutture tettoniche, gli elementi introdotti in cartografia sono limitati a quelle evidenze che hanno importanza primaria nella definizione e comprensione del quadro geostrutturale complessivo, o che hanno particolare

significato sotto il profilo delle scelte e applicazioni tecniche.

Anche il quadro tettonico oggi cartografato presenta molti elementi di novità inedita. Si può ritenere che per la prima volta alla scala 1 : 50.000 si sia elaborato un quadro strutturale d'insieme completo, cioè "collegato" tra zone diverse, superando con le necessarie interpretazioni ed integrazioni le difficoltà derivanti dalla citata disomogeneità qualitativa e quantitativa propria delle fonti di informazione disponibili.

Per quanto riguarda inoltre, procedimenti di trasformazione del dato di ingresso formazionale e cronostratigrafico in elemento di significato geomeccanico e geotecnico, va osservato che, data l'ampia gamma di litofacies e facies strutturali (un esempio tipico si riconosce nel "Carnico"), si sono presentate esigenze di unificazione di facies assimilabili ma di diversa età geologica, in un numero non eccessivo di classi o "facies tecniche".

Si sono pertanto affrontate le difficoltà insite nell'unificazione di differenti formazioni geologiche, ricercando e privilegiando la loro caratterizzazione litostrutturale in termini di risposta geologico-tecnica.

In campo strutturale, infine la classificazione risulta basata fondamentalmente sul grado di separazione della facies rociosa, con un ruolo fondamentale riservato alla ritmica della stratificazione e alla frequenza ed estensione spaziale delle discontinuità geologiche di ordine maggiore.

Per quanto riguarda la rappresentazione grafica, va osservato che i "limiti" che separano facies litologiche diverse, spesso

sono indicativi. Ciò vale in particolare per il Quaternario delle zone di montagna, per le coperture moreniche, per i depositi di versante e per alcune differenziazioni litologiche operate nell'ambito dei terreni alluvionali della pianura, dove le facies si compenetrano e spesso "sfumano" secondo andamenti non sempre individuabili e cartografabili con precisione.

E' evidente che il dettaglio della restituzione cartografica deve essere sempre compreso ed accettato con riferimento ai valori di scala adottati, intendendosi che negli ambiti circoscritti è da considerarsi prevalentemente la facies descritta, circostanza che non esclude la possibilità che esistano variazioni laterali o verticali, o la presenza locale di lembi litologicamente diversi, non cartografabili alla scala della rappresentazione prescelta.

7. OSSERVAZIONI GENERALI SUGLI ALLEGATI "B": "ELEMENTI DI IDROLOGIA E GEOSTATICA.

Le osservazioni generali svolte nel precedente capitolo valgono anche per la cartografia tematica sviluppata negli allegati "B".

Va osservato in particolare che lo studio delle condizioni geostatiche è stato fatto utilizzando tutti gli elementi disponibili (Ved. Bibliografia), utilizzando la classificazione litologica, e soprattutto quantificando la situazione generale geostatica in atto ed in evoluzione mediante uno studio di fotorelevamento ed interpretazione.

Particolare importanza ai fini del lavoro sviluppato rivestono le situazioni franose in atto (non molto numerose nel territorio in oggetto) e i terreni in cui corrispondenza esistono processi in atto di evoluzione geostatica, a vari livelli di sviluppo, causati da processi erosivi o di disfacimento fisico-meccanico.

Le situazioni segnalate hanno caratteri relativamente omogenei negli ambiti cartografati, anche se al loro interno sono possibili differenziazioni locali, il cui riconoscimento e ubicazione sono possibili solo a livello di rilievi specifici e di maggiore dettaglio per i motivi già evidenziati.

Richiedono inoltre attenzione, nell'utilizzo tecnico, le zone di potenziale instabilità o di instabilità incipiente, vale a dire le zone nelle quali la predisposizione verso forme di dissesto geostatico è relativamente accentuata e dipende sia dalla evoluzione morfologica e fisico-meccanica dei terreni, sia dall'intervento antropico, cioè dall'uso dei suoli, sia in positivo che in negativo.

La delimitazione di queste aree è stata fatta secondo i criteri di larghezza, propendendo cioè nei casi di incerta o difficile definizione areale per risoluzioni prudentiali.

La classificazione del grado di dissesto geostatico intende comunque fornire una informazione di carattere generale e preliminare commisurata alle finalità ed alla scala della cartografia preposta, prescindendo quindi da più complesse caratterizzazioni geologiche e geotecniche di processi particolari riconoscibili nell'ambito delle singole zone.

In particolare la cartografia geostatica è stata elaborata per servire quale base di partenza per ulteriori approfondimenti di maggiore dettaglio nel quadro degli studi che dovranno precedere i programmi, i progetti e gli interventi di conservazione e di recupero ambientale e geostatico del territorio.

Per quanto riguarda le informazioni di carattere idrologico, va osservato, in generale, che esse sono finalizzate soprattutto a segnalare al Progettista situazioni di pericolo potenziale od effettivo (ad esempio processi di allagamento periodico, di erosione, trasporto solido o di esondazione) oppure ad indicare la recente esecuzione di interventi di cui il tecnico deve tener conto, e che possono aver modificato (di norma migliorato) la situazione idraulica dell'asta fluviale ai sensi delle

implicazioni tecniche e della pericolosità potenziale.

Un particolare cenno meritano le zone perimetrate come aree soggette ad eventi eccezionali di allagamento.

I dati, nella loro maggioranza, derivano dalle monografie e cartografie edite dalla Regione Friuli V. Giulia (Ved. Bibliografia 53), alle quali si rimanda per ogni dettaglio sugli eventi meteorologici e sugli eventi di piena verificatisi in un passato più o meno recente.

Solo in pochi casi si tratta di fenomeni caratterizzati da frequente ricorrenza periodica. In molti altri casi l'esecuzione di lavori di bonifica e di sistemazione idraulica ha modificato o eliminato le cause che hanno provocato i dissesti idrologici lamentati.

L'informazione cartografata fornita ha pertanto soprattutto lo scopo di evidenziare zone caratterizzate da condizioni morfologiche ed idrologiche potenzialmente favorevoli al dissesto idrologico e intende soprattutto, stimolare l'approfondimento della ricerca e la verifica circostanziata circa l'eventuale persistenza di condizioni di effettivo rischio.

8. NOTE SULLA CARATTERIZZAZIONE TECNICA E SUI CRITERI DI UTILIZZAZIONE DELLE FACIES LITOLOGICHE.

Con riferimento al diagramma di classificazione delle masse rocciose (classi "A" - "E") e alla classificazione dei suoli (classi "F" - "L") si forniscono ulteriori elementi per la caratterizzazione geologico-tecnica preliminare dei terreni, specie in relazione alla potenzialità di utilizzo tecnico delle facies litologiche classificate.

CLASSE "A".

In questa classe rientrano le facies 1 e in qualche caso 3 (Ved. legenda All. A).

Si tratta di masse rocciose ad elevata resistenza meccanica.

Litologia.

Litotipo compatto, in facies massiccia, non alterato nell'insieme ma includente sporadiche bande di leggera alterazione.

Strutture geologiche.

Modello strutturale assimilabile a quello di un sistema monocolpo o debolmente stratificato. Sono assenti eventuali sistemi di discontinuità ordinati a bassa o media frequenza.

Nella massa rocciosa si sviluppano sistemi di separazione maggiori molto distanziati, a giacitura subverticale o ad andamento ortogonale e con indice di continuità elevato. Le discontinuità possono contenere localmente acqua od essere sedi di circolazione idrica.

Volume roccioso unitario.

Di elevate dimensioni nei confronti della scala dei più comuni problemi tecnici.

Resistenza del materiale.

Elevata o molto elevata ( $\geq 100$  MPa)

Resistenza alla compressione della massa rocciosa.

Elevata o molto elevata nelle principali direzioni di applicazioni dei carichi, a meno che la sollecitazione non venga applicata nella zona di immediata influenza degli strati o di una delle strutture geologiche maggiori.

Il valore del parametro si avvicina al valore della resistenza del materiale roccioso.

Modulo elastico e modulo di deformazione della massa rocciosa.

Molto elevato. Si può far riferimento a valori superiori 20.000-25.000 MPa può ridursi per condizioni di anisotropia strutturale.

Direzioni di anisotropia.

Un comportamento anisotropo in rapporto al variare delle direzioni di applicazione dei carichi, può verificarsi solamente nell'ambito d'influenza delle strutture geologiche.

Deformabilità della massa rocciosa.

Del tutto limitata. Il parametro si avvicina a quello relativo alla deformabilità del materiale. La mobilità del volume roccioso unitario non influenza le caratteristiche di deformazione della massa rocciosa.

Utilizzo Tecnico.

Questa facies rocciosa può dare grande affidabilità nelle applicazioni tecniche. Nel caso specifico è di grande importanza la ricerca di eventuali anomalie localizzate (carsismo). Per quanto riguarda l'utilizzo geomeccanico dei terreni non si pongono limitazioni di fattibilità per soluzioni di fondazione; in questi terreni si rendono specialmente necessari il controllo e la verifica delle condizioni di stabilità globale dell'appoggio, in rapporto alle condizioni strutturali e geomeccaniche della massa rocciosa e tenuto conto delle sollecitazioni globali e unitarie trasmesse dalle strutture di fondazione ai terreni.

L'utilizzo dei terreni in esame deve avvenire comunque nel rispetto delle norme tecniche usuali e conformemente alle norme e disposizioni antisismiche, tenendo presenti le caratteristiche peculiari delle edificazioni progettate.

CLASSE "B".

In questa classe rientrano in toto o marginalmente (cioè nel contesto della variabilità geomeccanica propria della facies) le litofacies 1, 2, 3, 4, 7, 8, (Ved. Legenda All. "A"): si tratta di masse rocciose resistenti o moderatamente resistenti.

Litologia.

Litotipo compatto, fresco. Fenomeni di alterazione o di decomposizione del materiale possono essere presenti nell'ambito di eventuali zone di faglia (fasce milonitiche o cataclastiche).

Strutture geologiche.

Stratificazione da multimetrica a multidecimetrica. Sono generalmente presenti 3 o 4 sistemi regolari di discontinuità, per lo più chiusi, fra loro ortogonali, caratterizzati da superfici ad andamento regolare. Uno o due sistemi possono avere elevato indice di continuità, in relazione alla scala del problema in esame.

Volume roccioso unitario.

Dimensioni medio-elevate.

Forma regolare compresa tra quella cubica e quella a parallelepipedo allungato, lastriforme (rapporto tra i lati 1/1-1/5).

Resistenza del materiale.

Elevatissima quando il litotipo è inalterato ( $\geq 60$  MPa).

Resistenza alla compressione della massa rocciosa.

La presenza di 1 (o 2) sistemi di superfici di separazione geologica ad elevato indice di continuità può ridurre questo tipo di resistenza in direzione parallela al sistema, specie ove manchino condizioni di coazione di tipo triassiale.

Il parametro evidenzia comunque, mediamente, una elevata resistenza della massa rocciosa alla compressione, pur stabilendosi a livelli inferiori di quelli propri della resistenza del materiale.

Modulo di deformazione e modulo elastico della massa rocciosa.

Il modulo di deformazione può mettere in evidenza la chiusura iniziale delle discontinuità più superficiali, che risultano essere parzialmente affette da apertura dovuta a decompressione. Sarà più basso in direzione normale alle fratture maggiori, continue.

Il modulo elastico di questa massa rocciosa, in un ambito non troppo superficiale, è da considerare elevato, (mediamente superiore ai 15.000 MPa).

Direzioni di anisotropia.

La resistenza della massa rocciosa ha caratteristiche di ortotropia e risulta minore specie per quanto concerne la resistenza globale al taglio, in direzione parallela alle strutture maggiori continue. In questa direzione si può contare solo sulle resistenze d'attrito, mobilizzate lungo i piani di separazione continui.

Deformabilità della massa rocciosa.

La massa rocciosa non è caratterizzata da elevata deformabilità in ragione delle dimensioni e della forma del volume roccioso unitario, non sempre completamente definito. La direzione di maggiore deformabilità corrisponde a quella di maggiore compressibilità ed è normale al sistema continuo subverticale.

Utilizzo tecnico.

Questa facies rocciosa può dare buone garanzie di resistenza nelle applicazioni tecniche. Le direzioni critiche in caso di sforzi di taglio sono quelle parallele al sistema subverticale maggiore; ai fini della compressibilità sono invece quelle normali

a detto sistema, limitatamente alle zone corticali del massiccio. L'acqua esistente nelle discontinuità può rappresentare un aspetto del problema geostatico da considerare in relazione ai gradi di libertà. Devono essere attentamente valutate zone milonitiche o "bande" di alterazione (faglie).

Per quanto riguarda l'utilizzo geomeccanico dei terreni, per i livelli superiori della classe, si può ripetere quanto esposto per la classe "A".

Con l'aumentare del grado di separazione e di resistenza meccanica delle matrici, vanno verificate soprattutto le condizioni di stabilità locale o globali di fondazioni, scavi, scarpate ecc., nei confronti di ogni possibile grado di libertà di scivolamento, o di rottura, tenendo conto della posizione e delle oscillazioni della falda idrica.

L'utilizzo dei terreni in esame deve avvenire nel rispetto delle norme tecniche vigenti per quanto riguarda gli aspetti geognostici e progettuali.

#### CLASSE "C".

In questa classe rientrano in toto o in parte le litofacies 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12 (Ved. Legenda All. "A"): si tratta di masse rocciose dotate di debole resistenza.

#### Litologia.

Litotipo compatto, generalmente fresco, suddiviso, talora leggermente ossidato o alterato in corrispondenza alle superfici esposte o di discontinuità. In altri casi alternanza ritmica di tipi rocciosi compatti, duri, ossidati superficialmente e di litotipi teneri, degradati e sfogliati in corrispondenza degli af

fioramenti più esposti; freschi invece all'interno dell'ammasso. Resistenza del materiale roccioso discreta o limitata ( $\rightarrow$  25 MPa).

#### Strutture geologiche.

Prevalgono decisamente le superfici di strato, la cui frequenza è di norma da multicentrica a multidecimetrica. I sistemi di discontinuità secondari, fra loro ortogonali, si sviluppano prevalentemente nell'ambito dei banchi litologicamente più resistenti, con frequenza generalmente legata allo spessore dello strato e con indice di continuità non sempre pari all'unità. Nel litotipo più tenero le condizioni di separazione sono da ricondurre a sistemi irregolari, diffusi, che danno origine ad una frattura latente di tipo concoide.

#### Volume roccioso unitario.

Molto ben definito nei termini litologicamente più resistenti. Forma romboidale, con parametri di allungamento pari a 3/1 e 5/1. Le dimensioni medie sono decimetriche.

#### Resistenza alla compressione della massa rocciosa.

Si avvicina ai valori più bassi propri di un terreno lapideo. E' scarsa specialmente in direzione normale ai piani di stratificazione. Leggermente migliore in direzione parallela agli stessi, se la massa è ben serrata e se esistono condizioni di completa coazione.

#### Modulo di deformazione e modulo elastico.

I valori dei moduli della massa rocciosa sono scadenti o generalmente bassi. Possono essere compresi tra 3000-7000 MPa e possono essere influenzati dalle condizioni di imbibizione o

o di decompressione dell'ammasso.

Direzioni di anisotropia e di deformabilità.

Il comportamento della massa rocciosa si differenzia a seconda che le sollecitazioni siano applicate normalmente agli strati o parallelamente ad essi. In quest'ultimo caso la resistenza d'attrito è minima secondo ogni orientazione e rispecchia la presenza di prodotti di argillificazione. Le strutture geologiche secondarie non intervengono generalmente nel condizionare la resistenza e la deformabilità della massa rocciosa, che va considerata globalmente. La stratificazione condiziona invece la stabilità nei problemi geostatici. La resistenza al taglio lungo strato può essere caratterizzata da valori molto bassi di attrito e di coesione.

Il valore della coesione aumenta notevolmente in direzione normale ai banchi.

La massa rocciosa risulta comunque essere decisamente deformabile, soprattutto in rapporto alle condizioni generali di contenimento.

Utilizzo tecnico.

Nelle applicazioni tecniche questo tipo di massa rocciosa richiede una accurata analisi dei parametri litologici, strutturali e meccanici, in relazione al tipo di problema che si vuol considerare. Le verifiche sulla stabilità parziale e globale del sistema roccioso sono da ritenersi sempre indispensabili.

Per quanto sostanzialmente semipermeabile o impermeabile, la massa rocciosa può risentire dell'influenza dell'acqua in corrispondenza a determinate posizioni e livelli.

La degradabilità è rapida negli scavi aperti. La stabilità degli scavi ad alzata non troppo accentuata può rivelarsi, in certe condizioni, buona, ma deve essere considerata a breve termine.

La resistenza globale di questo tipo di massa rocciosa aumenta con il variare delle proporzioni tra litotipi resistenti e quelli deboli o con il diminuire della frazione argillosa nei litotipi più deboli.

La proporzione tra i due termini litologici deve mantenersi però sempre entro i limiti di una complessiva, sufficiente omogeneità, affinché non si determinino orizzonti localizzati di minor resistenza, tali da variare sostanzialmente la risposta meccanica d'assieme del sistema roccioso.

Ciò premesso, per quanto riguarda l'utilizzo geomeccanico dei terreni in esame, la fattibilità, nonché il dimensionamento delle soluzioni di fondazione sono legati al riconoscimento geognostico delle condizioni stratigrafiche ed idrologiche locali ed alla caratterizzazione del terreno d'appoggio. L'indagine dovrà essere approfondita in misura adeguata alle caratteristiche ed all'importanza del progetto ed all'entità delle sollecitazioni trasmesse al terreno, tenuto conto della posizione e delle oscillazioni della falda idrica.

In "situazioni di pendio" va verificata la stabilità d'assieme delle fondazioni (o comunque coinvolgenti la fondazione) nei confronti di ogni possibile grado di libertà di movimento, o di rottura, del sistema, tenendo conto delle condizioni idrologiche locali.

In generale, l'utilizzo dei terreni in esame deve avvenire dopo indagine geognostica e nello stretto rispetto delle norme tecniche.

che, valutata l'incidenza dei differenti fattori che esercitano la propria influenza: tali fattori vanno riconosciuti sulla base di un approfondimento della conoscenza locale, proporzionato alla rilevanza tecnica degli interventi.

CLASSI "D" ed "E".

In queste classi rientrano in tutto o in parte le litofacies (2), (3), 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, (12) - (Ved. Legenda All. A). Si tratta di masse rocciose dotate di bassa o bassissima resistenza meccanica, che, nella classe "E", si pongono al limite masse rocciose lapidee - suoli semicoerenti o incoerenti. La descrizione delle caratteristiche strutturali e geomeccaniche può essere ricondotta a quella della classe "C" nel quadro, tuttavia, di un peggioramento delle caratteristiche di risposta dei terreni.

Litologia.

Alternanze di litotipi omogenei, localmente ossidati o variamente degradati. Aumento delle presenze marnoso-argillose.

Strutture geologiche.

Aumenta l'incidenza dello strato quale struttura di separazione primaria. La frequenza di norma è da centimetrica (facies laminate) a multidecimetrica. Discontinuità maggiori rare, ad andamento anche irregolare, talora interessate da materiale di riempimento cementato. In presenza di discontinuità, irregolari e diffuse, si originano condizioni complessive di suddivisione del materiale senza che venga messo in evidenza un vero reticolo strutturale ordinato (conglomerati, gessi, ecc.).

Volume roccioso unitario.

A scala della massa rocciosa, il volume unitario ha dimensioni ridotte e forma irregolare, esso è definito da una moltitudine di piani di diversa giacitura.

Resistenza del materiale.

Generalmente bassa ( $\geq 5-10$  MPa) a causa dei componenti argillosi della matrice e delle condizioni di separazione latente della stessa (microfratture). La presenza d'acqua di imbibizione riduce le proprietà di resistenza del materiale.

Resistenza alla compressione della massa rocciosa.

La resistenza alla compressione risulta essere ridotta per il concorso sia della scarsa resistenza del materiale roccioso e per la presenza diffusa di superfici di separazione minori, intersecantisi e spesso riempiti. La resistenza globale migliora in condizioni di completa coazione; diminuisce in condizioni di imbibizione più o meno spinta.

Modulo di deformazione e modulo elastico.

I moduli sono generalmente bassi, viste le condizioni litostrutturali d'insieme del sistema roccioso. I valori possono essere compresi tra i 2000-6000 MPa a seconda delle caratteristiche mineralogiche e petrografiche della matrice. Generalmente essi non possono essere migliorati mediante processi di consolidamento. La presenza d'acqua interviene decisamente nel ridurre il valore dei moduli elastici.

Direzioni di anisotropia e deformabilità.

La deformabilità della massa rocciosa è in genere elevata, tanto più quanto aumenta la frazione argillosa nella matrice. Non

vi sono generalmente direzioni predominanti di anisotropia, a meno che nella massa non si riconoscano condizioni di ordinate simmetrie strutturali.

Utilizzo tecnico.

Il comportamento meccanico di queste masse rocciose si avvicina talora a quello proprio di un "suolo". La resistenza alla compressione e al taglio sono ridotte; la deformabilità può essere elevata. Nelle applicazioni tecniche è pertanto necessaria una attenta analisi di tutti i parametri che intervengono nel problema geomeccanico (vedere quanto già detto per la classe "C").

L'acqua modifica sostanzialmente le proprietà meccaniche. La massa rocciosa si degrada e si decompone con facilità.

Particolare attenzione progettuale si richiede in tutti i casi in cui si intervenga con modificazioni delle geometrie naturali (scavi, sbancamenti, riporti) e si originano problemi di stabilità dei terreni.

L'utilizzo geomeccanico dei terreni in sede di verifica di fattibilità, di progetto e di esecuzione degli interventi, è legato sempre al riconoscimento geognostico delle condizioni geostatigrafiche ed geoidrologiche locali ed alla caratterizzazione geomeccanica e geotecnica dei terreni.

Analisi e verifiche di portanza e di stabilità andranno eseguite nei termini stabiliti dalle recenti normative e proporzionate alla rilevanza tecnica degli interventi.

CLASSE "F".

In questa classe rientrano le litofacies contrassegnate in le-

genda con i numeri 13, 14, 15, 17, 18, 21, 22, 25, (Ved. Legenda All. "A").

Si tratta di "terreni" dotati di ottime caratteristiche geotecniche.

#### Litologia.

Sedimenti ghiaiosi e sabbiosi variamente graduati, costituiti da clasti poligenici, generalmente arrotondati, freschi, includenti variabili quantità di fini.

#### Omogeneità e grado di addensamento.

I sedimenti sono a norma molto omogenei, hanno elevata potenza e sono caratterizzati da un elevato grado di addensamento.

#### Caratteristiche meccaniche.

Relativamente alle proprietà dei "suoli" incoerenti o semicoerenti, le facies considerate presentano buone od ottime caratteristiche di resistenza meccanica per quanto concerne la portanza e la stabilità.

Le caratteristiche di resistenza sono prevalentemente frizionali. L'acqua non modifica sostanzialmente le caratteristiche di resistenza meccanica.

#### Modulo elastico.

Le facies in oggetto sono scarsamente compressibili. L'entità dei cedimenti va messa in relazione con le caratteristiche di addensamento della facies. I moduli elastici dei sedimenti possono raggiungere indicativamente valori  $E_{ed} \geq 25 - 45$  MPa.

#### Condizioni di stabilità geostatica.

La stabilità globale dei terreni è legata all'angolo di attrito

dei materiali e alle condizioni di addensamento.

Situazioni locali di pseudo coesione (diffusione di matrici leggermente cementanti) possono determinare incrementi di stabilità rispetto all'angolo di natural declivio che però sono da valutarsi a breve o medio termine e per limitate altezze del pendio.

#### Utilizzo tecnico.

Le litofacies descritte, nell'intero ambito dei "suoli", sono quelle che meglio si prestano per le utilizzazioni tecniche e, specie se ben addensate, sono da considerarsi ottimi terreni di fondazione e di approvvigionamento di inerti.

Si tratta inoltre di terreni dotati di buona o elevata permeabilità.

L'utilizzo geotecnico, soprattutto nella fase di progettazione esecutiva, richiede comunque la verifica geognostica approfondita in misura adeguata alle caratteristiche dimensionali e al l'importanza del progetto ed inoltre all'entità delle sollecitazioni imposte ai terreni nel rispetto delle normative vigenti. In situazioni di pendio o di versante, o in previsione di scavi o di modifica dei profili naturali del terreno, vanno sempre verificate le condizioni di stabilità connesse con gli interventi previsti.

#### CLASSI "G" ed "H".

In queste classi rientrano le litofacies contrassegnate in legenda con i numeri da 14 a 24 e da 26 a 30 (Ved. Legenda All.A). Si tratta di "terreni" dotati di caratteristiche geotecniche da buone a discrete.

Litologia.

Sedimenti ghiaioso-sabbiosi e sabbiosi con variabili quantità di fino e variamente graduati, fino ad argille e limi a bassa compressibilità.

Omogeneità e grado di addensamento.

I sedimenti di norma sono abbastanza omogenei e abbastanza ad densati.

Caratteristiche meccaniche.

Per le facies coerenti e semicoerenti a granulometria eterometrica grossolana o media, valgono ancora le considerazioni svolte in precedenza (classe "F").

In generale le proprietà meccaniche si riducono, in quanto diminuiscono le caratteristiche di addensamento dei sedimenti, aumentano le percentuali delle matrici di natura sabbioso-limosa o limo-argillosa.

Modulo elastico.

In questi terreni aumenta il grado di compressibilità del sedimento.

L'entità dei cedimenti è influenzata dalla percentuale dei fini. I moduli possono avere valori compresi indicativamente tra 10 e 25 MPa.

Il contenuto in acqua dei materiali può influenzare le caratteristiche di risposta meccanica dei terreni. La permeabilità si riduce progressivamente e risulta molto bassa nelle facies limoso-argillose.

Condizioni di stabilità.

In generale si ripropongono le osservazioni già esposte per la

la classe "F" per quanto riguarda i termini ghiaioso-sabbiosi, tenendo presente che la riduzione di resistenza meccanica comporta il progressivo accentuarsi dei problemi geostatici che divengono delicati nei terreni della classe "H".

#### Utilizzo tecnico.

Le facies descritte hanno notevole sviluppo nel territorio studiato. Questi terreni sono da considerarsi buoni per la maggior parte delle utilizzazioni tecniche per quanto riguarda le facies ghiaiose, mentre le loro proprietà gradatamente peggiorano con l'aumento delle percentuali fini limoso-argillose.

L'utilizzo tecnico, sia nella fase di fattibilità che nella fase esecutiva, richiede sempre la verifica geognostica, l'indagine geologica e le verifiche geotecniche approfondite in misura adeguata alle caratteristiche dimensionali e all'importanza del progetto e delle sollecitazioni indotte, in conformità a quanto prescritto dalle normative vigenti.

La verifica geostatica, in situazioni, di versante o di modifica delle geometrie dei profili naturali, va sempre eseguita tenendo conto della situazione geoidrologica e di eventuali sollecitazioni sismiche.

Va verificata in particolare la stabilità dei terreni sabbiosi fini nei confronti di potenziali fenomeni di liquefazione.

#### CLASSI "I" ed "L".

In queste classi rientrano le litofacies contraddistinte in legenda con i numeri 30 e 31. Si tratta di "terreni" scadenti o di terreni dotati di pessime caratteristiche geotecniche.

Litologia.

Sedimenti limosi ed argillosi organici limi ed argille torbose - torbe.

Caratteristiche meccaniche.

Le caratteristiche meccaniche di questi terreni sono molto scadenti, sia per quanto riguarda la portanza sia per quanto riguarda la deformabilità.

La compressibilità dei terreni limosi ed argillosi spesso organici, è da considerarsi da media ad elevata.

L'acqua influisce accentuatamente sulle proprietà fisico-meccaniche dei materiali.

La bassa rigidità sismica dei sedimenti ha incidenza qualora questi vengano sottoposti a sollecitazioni dinamiche (amplificazione locale), così come i bassi valori di resistenza meccanica (resistenza al taglio) possono favorire la perdita di stabilità dei terreni di fondazione in caso di sollecitazione sismica.

Deformabilità.

I sedimenti sono da considerarsi da mediamente a fortemente compressibili in ragione in molti casi di processi di consolidazione indotti dai carichi imposti.

Utilizzo tecnico.

Per quanto riguarda le condizioni di utilizzo geotecnico dei terreni in esame, appare evidente che le litofacies sopra descritte si collocano nelle posizioni più scadenti in relazione alla fattibilità di soluzioni progettuali e di utilizzo tecnico del suolo. Questa circostanza si verifica preliminar-

mente sotto il profilo della portanza dei cedimenti e della risposta meccanica del terreno, indipendentemente da qualsiasi considerazione sulle condizioni di amplificazione locale dell'intensità sismica.

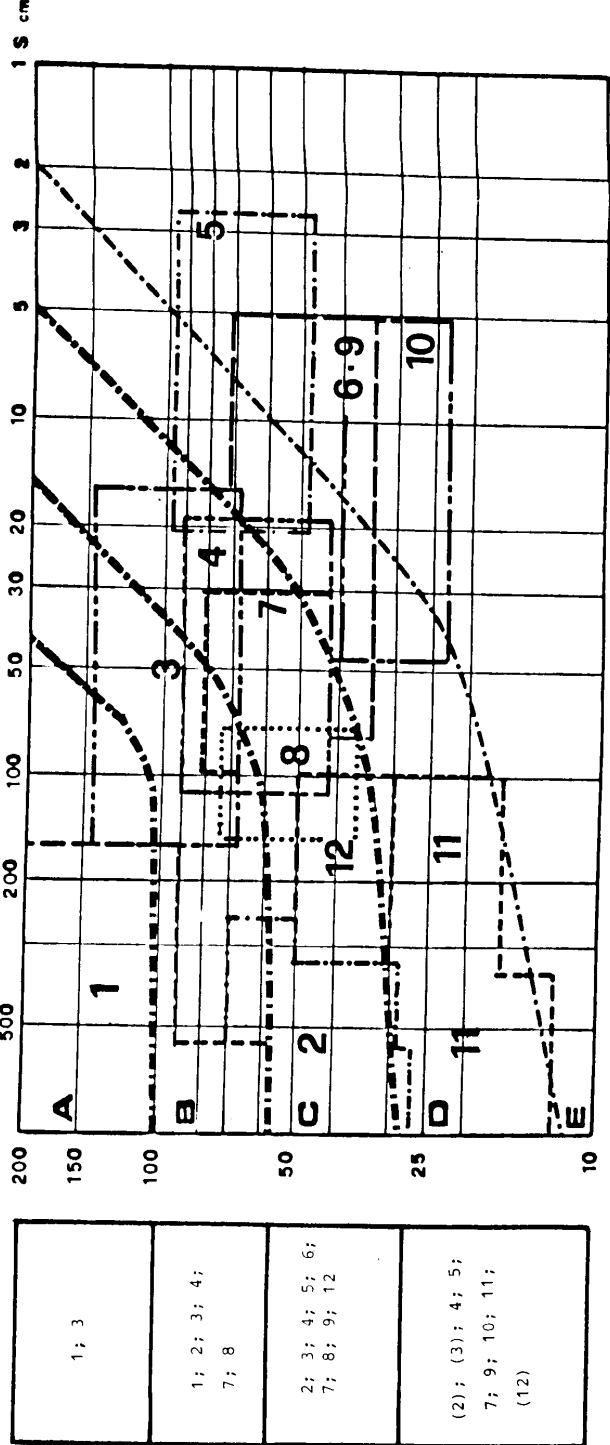
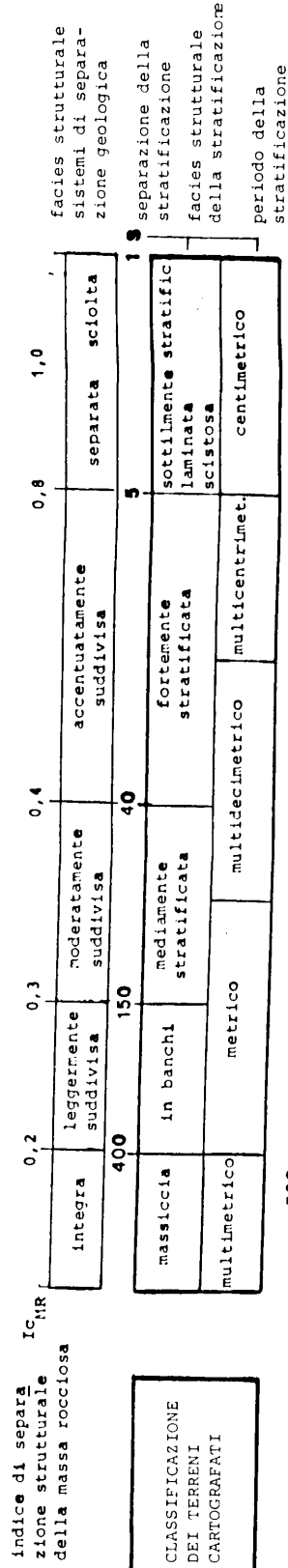
Ne consegue che, in generale, l'utilizzo dei terreni in esame è da considerarsi difficile, specie in relazione ai termini litologicamente e meccanicamente più scadenti, tanto da risultare sconsigliabile specialmente in relazione a particolari condizioni idrologiche e morfologiche locali.

In particolare, potrà risultare sconsigliabile l'utilizzo del terreno per opere di notevole impegno progettuale, così come la destinazione dei terreni ad aree di sviluppo insediativo. Potrà risultare anche sconsigliabile l'utilizzo di terreni in pendio e comunque in tutte le circostanze ove risulti massima l'amplificazione teorica locale dell'intensità sismica (influenza della morfologia sepolta, di superfici di scarpata o di bordo di terrazzo, zone di faglia).

In generale, l'utilizzo dei terreni in esame, qualora possibile, deve essere sempre subordinato all'esecuzione di un accurato accertamento geognostico-geologico e geotecnico commisurato all'entità e all'importanza delle previsioni progettuali e nella osservanza delle vigenti normative tecniche.

ORDINE NAZ. GEOLOGI  
BROILI dr. geol. LUCIANO  
data iscr. 11.5.1968 n. rif. 187

CAPATTERISTICHE E CLASSIFICAZIONE DELLE MASSE ROCCIOSE LAPIDEE (IPL) E DELLE FACIES DETRITICHE CEMENTATE (MRC)



resistenza alla compressione monoassiale del materiale roccioso

**CARATTERISTICHE E CLASSIFICAZIONE DELLE ROCCE SCIOLTE (MRS)**

GRUPPO	FACIES LITOLOGICA TIPO (x)	PARAMETRI FISICO-MECCANICI DI PRIMO RIFERIMENTO	CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA	CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI CARTOGRAFATI
<b>F</b>	ghiaie ben graduate con scarso fango	$N \geq 20$ $N \geq 30$ $N > 45$	TERRENI DOTATI DI OTTIME CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	13, 14, 15, 17, 18, 21, 22, 25
	ghiaie ben graduate con buon legante argilloso			
	ghiaie mal graduate con scarso fango sabbie ben graduate con scarso fango sabbie ben graduate con buon legante argilloso sabbie mal graduate o uniformi			
<b>G</b>	ghiaie ben graduate con scarso fango	$N = 10 + 2C$ $N > 30$ $N \geq 20$ $LL < 30$	TERRENI DOTATI DI BUONE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29
	ghiaie con buon legante argilloso mediamente compressibili			
	ghiaie ben graduate con eccesso di fango			
	sabbie mal graduate con scarso fango			
	sabbie ben graduate con eccesso di fango argille a bassa compressibilità			
<b>H</b>	argille a bassa compressibilità	$LL \leq 40$ $LL < 30$	TERRENI DISCRETI	27, 28, 29, 30
	limi a bassa compressibilità			
<b>I</b>	limi ed argille organici	$LL < 30$ $30 < LL \leq 50$	TERRENI SCADENTI	27, 28, 30
	argille a media compressibilità			
<b>L</b>	limi ed alta compressibilità	$LL > 50$	TERRENI DOTATI DI PESSIME CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	30, 31
	argille ad alta compressibilità			
	limi ed argille organici ad alta compressibilità			
	limi ed argille torbosi			
	torbe			

(x) con riferimento alle classificazioni di Casagrande.

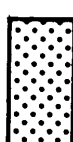
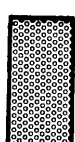
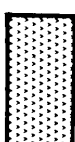
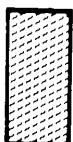
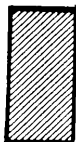
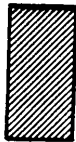
N. SPT minima resistenza penetrometrica dinamica  
 LL limite di liquidità  
 Eed modulo edometrico indicativo

LEGENDA

ALLEGATO "A": LITOLOGIA TECNICA

	DESCRIZIONE DELLA FACIES LITOLOGICA	FACIES ED AFFIORAMENTI TIPICI
1	<p>Masse rocciose calcaree e calcareo-dolomitiche dotate di alta o, rispettivamente, di media resistenza meccanica.</p>	<p>Piattaforme carbonatiche del Devonico superiore (catena paleocarnica; M. Coglians), dell'Anisico superiore (Dolomia del Seria; M. Cucco-Tersadai), del Ladnico superiore e del Carnico inferiore (Alpi Tolmezzine; M. Tiniata), del Norico (Alpi Giulie; M. Canin). Dolomia principale.</p>
2	<p>Masse rocciose calcaree e calcareo-marnose massicce, dotate di bassa resistenza meccanica. Generalmente facilmente degradabili.</p>	<p>Vulcaniti carbonifere della catena paleocarnica. Vulcaniti ladniche (Alpi Tolmezzine e Giulie).</p>
3	<p>Masse rocciose calcaree e dolomitiche stratificate con periodo pluridecimetrico, generalmente omogenee e scarsamente degradabili.</p>	<p>Calcarei e dolomia stratificate dell'Anisico (dolomia del Seria inf. nelle Alpi Tolmezzine); calcari e dolomie del Retico (facies del Dachstein nelle Alpi Giulie e nelle Prealpi Carniche e Giulie).</p>
4	<p>Masse rocciose in facies di breccia dolomitica e di dolomia cartata, stratificate con periodo pluridecimetrico, omogenee (in senso lato), piuttosto degradabili e disgregabili.</p>	<p>Breccie dolomitiche e dolomia cartate della facies a Bellerophon (Permiano superiore; catena paleocarnica); della facies di Lusnizza (Anisico inferiore; Alpi Tolmezzine; Piedim); del Carnico (Forni di Sopra).</p>
5	<p>Masse rocciose arenacee e siltose laminata nettamente stratificate con periodo centimetrico. Generalmente omogenee e molto degradabili.</p>	<p>Arenarie di Val Gardena (Permico medio; Val Calda) specialmente nei termini siltosi e siltosi laminati. Facies liassiche (Val Venzonassa).</p>
6	<p>Masse rocciose in facies flyschoidi, ammassi litoidi argillosi in facies scagliosa o laminata, complessivamente omogenee, con inclusi livelli meccanicamente più resistenti. Comportamento meccanico nell'insieme di tipo plastico.</p>	<p>Formazioni flyschoidi carbonifere (facies dell'Hochwipfel e di Dismon, catena paleocarnica), formazione di Werfen (Scitico - Alpi Tolmezzine; Col Gentile). Argille varicolori (Carnico; Alpi Tolmezzine; Raveo), facies della scaglia rossa (Cretaceo superiore).</p>
7	<p>Masse rocciose in facies calcarea o calcareo-arenacea prevalentemente ben stratificate, costituite da livelli a resistenza meccanica medio-elevata alternati a interstrati marnoso-argillosi.</p>	<p>Normalmente calcari neri del membro superiore della facies a Bellerophon (Permico superiore; ad es. Ovaro). Facies basali calcaree ed arenacee del Carnico inferiore (ad es. strada per Fussa).</p>

DESCRIZIONE DELLA FACIES LITOLOGICA	FACIES ED AFFIORRAMENTI TIPICI
<p>Masse rocciose in facies flyschoidi: arenarie, con intercalazioni di marne, conglomerati, calcareniti, o di brecciole calcaree. La potenza delle intercalazioni marnose è <math>\approx 1,0</math> m (Stregna).</p> <p>Masse rocciose in facies flyschoidi: alternanze di marne ed arenarie gradate in strati a periodo da pluricentimetrico a pluridecimetrico, con strutture fogliettate nei livelli marnosi. Localmente conglomerati poligenici e calcareniti in banchi.</p>	<p>Flysch di Stregna (Eocene medio: direttrice Gemona-Platischis; zone di Faedis, Cividale, Pulfero, Castelmonte). Flysch di Puifaro (Eocene inferiore); Stregna; San Pietro al Vatisone; Canabola; M. Bernadia; M. Musi).</p> <p>Flysch di Cormons (Eocene superiore: Buttrio; Faedis; Attimis). Facies bacinali di Buchenstein e di Wengen (Alpi Tolmezzine, Val d'Avpa).</p>
<p>Masse rocciose in facies gessosa. Include gessi saccaroidi, gessi laminati, marne gessose. Strutturalmente, raramente in facies massiccia; normalmente in facies stratificata, coatta o laminata.</p> <p>Conglomerati intravallivi, a vario grado di cementazione; spesso scarsamente cementati.</p>	<p>Membro evaporitico della facies a Sallerophon (Parmico superiore: Val Pontalba, Entrambo, Cercivento, Sauris). Facies evaporitiche del Carnico superiore (Alpi Tolmezzine, Colli di Enomonzo, Val Resia, Bassa Val Aupa).</p> <p>Alluvioni cementate pleistoceniche del palso Tagliamento (località Portis; Colli di Verzegnis, di Osoppo, ecc.).</p>
<p>Conglomerati ad elementi calcarei e dolomitici in matrice calcareo-marnosa o marnoso-sabbiosa, cui si intercalano molasse e marne localmente carbonifere e strati di lignite. La potenza dei banchi conglomeratici è plurimetrica.</p>	<p>Facies conglomeratiche di Pinzano (Pontico).</p>
<p>Sedimenti ghiaiosi ciottolosi mal graduati con scarso fino (GP) o ben graduati con scarso fino (GW).</p>	<p>Depositi alluvionali grossolani nell'ambito di alvei a prevalente regima torrentizio (T. But, Alto Tagliamento, ecc.).</p>
<p>Sedimenti ghiaiosi ben graduati, con inclusi clasti grossolani e blocchi, con buon legante argilloso (GC).</p> <p>Sedimenti ghiaiosi ben graduati con eccesso di fino (GF).</p>	<p>Terreni ghiaiosi, morenici dell'anfiteatro morenico collinare (morena a blocchi).</p>
<p>Sedimenti ghiaiosi variamente graduati, con sabbia e localmente ciottoli grossolani e blocchi (GW; GP; SW; GW<sub>2</sub>).</p>	<p>Depositi detritici di falda alimentata, della Regione alpina.</p>


















	DESCRIZIONE DELLA FACIES LITOLOGICA	FACIES ED AFFICCIAMENTI TIPICI
16	Sedimenti ghiaiosi ben graduati con sabbia; sedimenti ghiaiosi ben graduati con eccesso di fango; sedimenti sabbiosi mal graduati con scarso fango (GF; SP).	Depositi alluvionali eterometrici nell'ambito degli alvei fluviali delle aste dell'alta e della media pianura.
17	Localmente sedimenti ghiaiosi ben graduati con scarso fango. Prevalentemente sedimenti ghiaiosi ben graduati con buon legante limoso-argilloso (GW <sub>2</sub> ; GC).	Terreni dell'alta pianura padanica e della media pianura centro-orientale.
18	Sedimenti ghiaiosi ben graduati con variabili quantità di fango inclinati orizzonti più o meno tenacemente cementati, di potenza anche rilevante (plurimetrical) (GW <sub>1</sub> ; GW <sub>2</sub> ; SP).	Placche conglomeratiche o ad interstrati conglomeratici di Udine, di Pozzuolo, della piana del Natosone.
19	Sedimenti ghiaiosi ben graduati con eccesso di fango o con buon legante limoso, argilloso, mediamente compressibili. Sedimenti sabbiosi ben graduati con scarso fango (GF; SF).	Terreni della media pianura tra il F. Tagliamento ed il F. Isonzo. A settentrione della "linea delle risorgive".
20	Sedimenti ghiaiosi mal graduati, con blocchi, con eccesso di fango. Sedimenti sabbiosi ben graduati, con eccesso di fango, con blocchi (GF; SF; SP).	Depositi morenici della Regione alpina.
21	Sedimenti ghiaiosi localmente mal graduati con scarso fango. Sedimenti ghiaiosi ben graduati con scarso fango. Sedimenti sabbiosi ben graduati con scarso fango (GF; GW <sub>2</sub> ; SW; GC).	Depositi di conoide (Rivoli di Tolmezzo; conoide del T. Vegliato, ecc.).
22	Sedimenti ghiaiosi ben graduati con abbondante fango o con buon legante limo-argilloso (GC-GF). Sedimenti sabbiosi ben graduati localmente con scarso fango, più spesso con abbondante fango (SW; SF).	Generalmente terreni ghiaioso-sabbiosi delle digitazioni della bassa pianura a meridione della "linea delle risorgive".
23	Sedimenti ghiaiosi uniformi con eccesso di fango (GF). Localmente sedimenti sabbiosi ben graduati con abbondante fango (SF) in lenti.	Terreni ghiaioso-sabbiosi morenici dell'anfiteatro morenico colli mare.

	DESCRIZIONE DELLA FACIES LITOLOGICA	FACIES ED AFFIORRAMENTI TIPICI
24	Sedimenti sabbiosi ben graduati con scarso fino, incluenti scarsi ciottoli (SP).	Terreni sabbiosi ai limiti settentrionale ed occidentale della bassa pianura.
25	Sedimenti sabbiosi scarsamente graduati (S) a granulometria medio-fine.	Sabbie dei litorali.
26	Sedimenti sabbiosi ben graduati con eccesso di fino (SF). Sedimenti sabbiosi mal graduati con eccesso di fino. Sedimenti sabbioso-limosi a bassa compressibilità.	Terreni sabbiosi della bassa p. e della regione perlagunare. Spesso, porzioni terminali delle dighezioni ghiaioso-sabbiose sviluppate a meridione delle "linee delle risorgive". Depositi alluvionali dell'asta terminale del F. Tagliamento.
27	Sedimenti sabbiosi mal graduati con eccesso di fino (SF). Sedimenti limosi a bassa o a media compressibilità (ML, MI). Localmente sedimenti limosi ed argillosi organici (OL).	Terreni sabbioso-limosi e limosi perlagunari e lagunari.
28	Sedimenti sabbioso-ghiaiosi mal graduati con eccesso di fino (GF). Sedimenti sabbiosi ben graduati con eccesso di fino (SF). Sedimenti limoso-argillosi a bassa o a media compressibilità (CL, ML, CI).	Depositi detritici a forte componente limoso-argillosa corrispondenti ai terreni colluviali situati ai piedi dei colli eccentrici.
29	Sedimenti limoso-argillosi a bassa compressibilità (CL, CL, ML). Sedimenti sabbioso-limosi mal graduati con eccesso di fino (M, SF).	Terreni limoso-argillosi morenici dell'anfiteatro morenico collinare.
30	Sedimenti limosi ed argillosi a bassa compressibilità (CL, ML) o, più frequentemente, a media compressibilità (CI, localmente MH, CH).	Terreni limoso-argillosi ed argillosi della bassa pianura.
31	Sedimenti limosi ed argillosi ad alta compressibilità (MH, CH). talora organici ad alta compressibilità (CH).	Terreni argillosi molli, scarsamente consolidati, anche di recente bonificati zone torbose (PT).
	Principali linee di disturbo tettonico (faglie, sovrascorrimenti).	Confine di Provincia. Confine di Stato.

LEGENDA.

ALLEGATO "B": ELEMENTI DI IDROLOGIA E GEOSTATICA

	Confine di Stato
	Confine di Provincia
	Linea delle risorgive
	Linee isofreatiche dell'alta e media pianura tra il F. Tagliamento ed il T. Torre
	Aste fluviali pericolose
	Aste fluviali interessate di recente dalla realizzazione di opere idrauliche di salvaguardia o di regimazione
	Argini di difesa litoranea
	Settori d'alveo interessati periodicamente dagli eventi di piena
	Zone eccezionalmente interessate da eventi di allagamento o che in particolari circostanze possono essere soggette a tracimazioni della falda idrica
	Valanghe nevose ricorrenti con periodicità diversa (i riferimenti vanno ricondotti al Catalogo Regionale delle Valanghe)
	Movimenti franosi in atto
	Terreni in condizioni di erosione accelerata, interessati da fenomeni di disfacimento in atto, legati alle caratteristiche litologiche, tettoniche e geomeccaniche delle facies
	Terreni in condizioni di potenziale instabilità o di instabilità in vario grado incipiente, legate a mutazioni morfologiche naturali o antropiche o al variare delle caratteristiche meccaniche
	Zone interessate da processi di distacco e di scandimento di massi
	Accumuli detritici in evoluzione geostatica (condizioni di stabilità limite) prevalentemente originati da masse rocciose carbonatiche

BIBLIOGRAFIA

- 1) AMADESI, E. "La geologia dei gruppi di M. Brancot e di M. San Simeone"; *Giornale di Geologia*, V. 36 N. 1, Bologna (1968).
- 2) AMADESI, E. e LENARDUZZI, G. "Geologia del gruppo di M. Festa"; *Mem. Museo Trid. Sc. Nat.* V. 19, N. 2, Trento (1973).
- 3) ASSERETO, R. "La geologia della Valle di Ugovizza" (*Boll. Serv. Geol. Ital.*, Vol. LXXXII).
- 4) ASSERETO, R. - DESIO, A. - DI COBERTALDO, D. e PASSERI, L.D. "Note illustrative della Carta Geologica d'Italia", Foglio 14-Tarvisio. Servizio Geologico d'Italia, 1968).
- 5) BERNARDIS, G. e ZORZI, P. "Studio geologico-tecnico in prospettiva sismica del territorio comunale" - Comune di Udine, *Assessorato all'Urbanistica* (1981).
- 6) BIANCHINI, G. - CARULLI, G.B. - FRIZZO, P. - LONGO SALVADOR, G. - MANTOVANI, F. - MASE', G. e SEMENZA, E. -Carta geologica della zona tra il T. Chiarzò ed il F. Fella (1980) - Sottoprogetto 4 e 5 del P. F. "Geodinamica" del C.N.R. (Graf. Ferrarese).
- 7) BOSELLINI, A. SARTI, M. "Geologia del gruppo M. Cuar-M. Covria (Prealpi Carniche) - *Giornale di Geologia* N. 43, Bologna (1978).
- 8) BRAGA, C.P. - CARLONI, G. - COLANTONI, P. - CORSI, M. - CREMONINI, G. - FRASCARI, F. - LOCATELLI, D. - MONESI, A. - PISA, G. - SASSI, F.P. - SELLI, R. - VAI, G.B. - ZIRPOLI, G. "Note illustrative della Carta geologica d'Italia" Foglio 4 C-13 Monte Cavallino-Ampezzo; Servizio Geologico d'Italia (1971).
- 9) BRAMBATI, A. - FACCIOLI, E. - CARULLI, G.B. - CUCCHI, F. - ONOFRI, R. - STEFANINI, S. - ULCIGRAI, F. "Studio di microzonizzazione sismica dell'area di Tarcento (Friuli) edito dalla Regione Autonoma Friuli-V. Giulia-Università degli Studi di Trieste, con la collaborazione del Politecnico di Milano (1980).
- 10) BROILI, L. ed altri. "Studio geologico per la ricostruzione del territorio comunale di Gemona del Friuli" *Tip. Nazionale Trieste*, (1980).

- 11) CANTELLI, C. - SPALLETTA, C. - VAI G.B. - VENTURINI, C. "Sommerione delle piattaforme e rifting devono-dinantino e namuriano nella geologia del Passo di M. Croce Carnico" in CASTELLARIN, A. e VAI G.B. (a cura di): Guida alla geologia del Sud alpino centro-orientale (1982).
- 12) CARLONI, G.C. "Ricerche geologiche nella V. Bordaglia (Carnia). Giornale di Geologia V. 2 N. 34, Bologna (1967).
- 13) CARLONI, G.C. e CREMONINI, G. "La geologia della alta Valle del Piave" Giornale di Geologia V. 2 N. 36, Bologna (1970).
- 14) CARLONI, G.C. e GHIRETTI, N. "Geologia della Valle del Piova (Cadore)" - Giornale di Geologia V. 2 N. 33 (1965).
- 15) CAROBENE, L. - CARULLI, G.B. e VAIA, F. "Carta tettonica delle Alpi Meridionali", C.N.R.-Progetto finalizzato Geodinamica: Foglio 25 Udine. In: CASTELLARIN (a cura di).
- 16) CARULLI, G.B. - FRASCARI, F. - SEMENZA, E. "Geologia delle Alpi tolmezzine (Carnia) (1982). in: CASTELLARIN, A e VAI G.B. (a cura di). Guida alla geologia del Sudalpino centro-orientale.
- 17) CARULLI, G.B. e SELLI, R. "Le zone, i minerali e le pietre utili" dalla Enciclopedia monografica del Friuli-V. Giulia, Vol. 1 Il Paese - parte prima; Tip. Agraf (1971).
- 18) CASTELLARIN, A. e PISA, G. "Le vulcaniti ladiniche di Forni di Sopra" - Museo Trid. di Sc. Nat. 20, 1 (1973).
- 19) CERETTI, E. "La geologia del gruppo del M. Plauris (Carnia) - Giornale di Geologia, V. 33 N. 2 Bologna (1965).
- 20) CERETTI, E. "Ricerche sulla geologia del gruppo del M. Crostis e Zongplan (Carnia) - Boll. Soc. Geol. It., V. 84 N. 2 Roma (1965).
- 21) COMEL, A. "Carta geologica delle tre Venezie" foglio Palmanova - Sezione geologica dell'Ufficio idrografico del Magistrato alle acque, Venezia (1958).
- 22) COMEL, A - NASSIMBENI, P. e NAZZI, P. "Carta pedologica della pianura friulana del connesso anfiteatro morenico del Tagliamento" - Regione Autonoma Friuli-V. Giulia, Centro regionale per la sperimentazione agraria (1982).
- 23) ELMI, C. e MONESI, A. "Ricerche geologiche nella Tav. Prato Carnico" - Giorn. Geologia, 2 Bologna -1967).

- 24) FABIANI, R. - LEONARDI, P. - KOSSMAT, F. e WINKLER, P. "Carta geologica delle tre Venezie: foglio Tolmino" - Uff. Idrogr. R. Magistrato delle Acque - Venezia (1937).
- 25) FEDERAZIONE NAZIONALE DEI CAVALIERI DEL LAVORO - "La politica del territorio nei suoi aspetti urbanistici, sociali, economici" - Convegno sul tema - Roma EUR (1978).
- 26) FERASIN, E. - BRAGA, G.P. - CORSI, M. - LOCATELLI, D. "La linea dell'alto Tagliamento fra la Val Cimoliana ed il gruppo del Verzegnis in Carnia" - Memoria Istit. Geol. e Miner. Università di Padova, V. 27 - Coop. Tipogr. (1969).
- 27) FERUGLIO, E. "Carta geologica delle tre Venezie - Foglio Udine" - Sezione geologica dell'Ufficio idrografico del Magistrato alle Acque, Venezia (1925).
- 28) FERUGLIO, E. "La zona dellerisorgive del basso Friuli tra il Tagliamento e la Torre" - Estratto dagli "Annali" Staz. Ch. Agr. Sperim. Udine (1925).
- 29) FERUGLIO, E. "Le Prealpi fra l'Isonzo e l'Arzino" - Estr. dal Bollettino dell'Associazione Agraria Friulana, anni 1924-1925.
- 30) FRASCARI, F. "Ricerche tettoniche nel gruppo montuoso dell'Arvenis (Carnia)" - Giorn. Geol. V. 2 N. 34, Bologna (1969).
- 31) FRIZ, C. - GATTO, G. - SORANZO, M. e VILLI, V. "Influenza dei fattori geologici e geologico-tecnici nelle condizioni di dissesto del versante sinistro della media Val Pesarina (Carnia)" - Mem. di Geologia, Vol. XXXV - Padova (1982).
- 32) GORTANI, M. e DESIO, A. "Carta geologica delle tre Venezie-Foglio Pontebba (14)" - Sezione Geol. R. Mag. alle Acque, Padova (1925).
- 33) IACUZZI, R. e VAIA, F. "Carte tematiche del territorio della Comunità Montana delle Valli del Torre" - Com. Mont. delle Valli del Torre (1981).
- 34) JADOUL, F. e NICORA, A. "L'assetto stratigrafico-paleogeografico del Trias medio-superiore della Val d'Aupa (Carnia orientale)" - Riv. It. Paleont. V. 85 N. 1 - Milano (1979).
- 35) LARGAIOLLI, T. e SEMENZA, E. "Studi geologici nella zona della Giunzione Cadorina" - Ist. Trent. Sc. Nat., V. XLIII, 1 (1966).
- 36) MARTINIS, B. (a cura di) "Studio geologico dell'area maggiormente colpita dal terremoto friulano del 1976" - Riv. It. Paleont. V. 83, Milano (1977).

- 37) METZELTIN, S. "Stratigrafia del Trias medio nel massiccio del M. Tersadia (Carnia)" - Riv. It. di Paleont. V. 79 N. 3 - Milano (73).
- 38) PISA, G. "La geologia dei monti a nord di Forni di Sotto" - Giorn. di Geol. V. 2 N. 38 - Bologna (1971).
- 39) REGIONE AUTONOMA FRIULI-V. GIULIA. "Carta geologico-tecnica della Regione" - Assessorato ai Lavori Pubblici (1970).
- 40) REGIONE AUTONOMA FRIULI-V. GIULIA. "Catasto delle valanghe (aggiornato al 1981-82)" - Direzione delle Foreste (1979-80).
- 41) REGIONE AUTONOMA FRIULI-V. GIULIA. "Conferenza regionale sul territorio e gestione urbanistica" (1981).
- 42) REGIONE AUTONOMA FRIULI-V. GIULIA. "Criteri e metodologie di studio per indagini geologico-tecniche in prospettiva sismica nelle zone terremotate del Friuli" - Ass. Lav. Pubbl. (1977).
- 43) REGIONE AUTONOMA FRIULI-V. GIULIA. "Carta della franosità e dei dissesti franosi" - Ass. Reg. Lav. Pubbl. Ufficio Geologico.
- 44) REGIONE EMILIA-ROMAGNA. "Proposta per una metodologia di base per la formazione dei piani comprensoriali".
- 45) REGIONE PIEMONTE. "Contributi dell'analisi geologica all'organizzazione del territorio". Applicazione al comprensorio di Biella. Assessorato alla Pianificazione del territorio e Parchi naturali (1978).
- 46) SELLI, R. "Schema geologico della Alpi Carniche e Giulie Occidentali" - Giorn. di Geol. V. 2 N. 30 - Bologna (1963).
- 47) SGOBINO, F. "Studio geologico in prospettiva sismica del territorio" - Comunità Montana del Gemonese (1982).
- 48) SIRO, L. "Esame critico dei metodi disponibili per la microzonazione sismica: alcune proposte di ricerca" - Estratto da "Geologia tecnica" anno XXV, N. 2 (1978).
- 49) SPALLETTA, C. - VAI G.B. e VENTURINI, C. "Il Flysch ercinico nella geologia dei Monti Paularo e Dimon (Alpi Carniche)" - Mem. Soc. Geol. It. N. 20 (1979).
- 50) STEFANINI, S. "Le opere di sistemazione idraulico-forestale nei bacini imbriferi del F. Fella e del T. Slizza" - Reg. Aut. Friuli-V. Giulia. Com. Mont. Canal del Ferro-Val Canale (1980).

- 51) STEFANINI, S. "La sistemazione idraulico-forestale nella Carnia (bacino montano del F. Tagliamento)" - Reg. Aut. Friuli-V. Giulia-Comunità Mont. della Carnia (1982).
- 52) STEFANINI, S. e CUCCHI, F. "Gli acquiferi nel sottosuolo della Provincia di Udine" - Reg. Aut. Friuli-V. Giulia-Istituto di Ricerca sulle Acque P/368 (1977).
- 53) STEFANINI, S. - GERDOL, S. e STEFANELLI, A. "Studio per la definizione dei pericoli naturali nella Regione Friuli-V. Giulia" - Reg. Aut. Friuli-V. Giulia-Ass. Agric. e Foreste (1979).
- 54) VAI, G.B. "Ricerche geologiche nel gruppo del M. Coglians e nella zona della Volaja (Alpi Carniche)" - Giorn. di Geol. V. 2 N. 30 - Bologna (1963).
- 55) VECCHIA, O. - DE WRACHIEN, D e MAGINI, A. "Le acque friulane nella pianura friulana orientale" - Tip. Ambrosini, Penne (1968).
- 56) VENTURINI, C. FERRARI, A. - SPALLETTA, C e VAI G.B. "La discordanza ercinica, il Tardorogeno ed il Postorogeno nella geologia del Passo di Pramollo" - In: CASTELLARIN, A e VAI, G.B. (a cura di). Guida alla Geologia del Sudalpino centro-orientale (1982).
- 57) VENZO, G.A. e BRAMBATI, A. "Prime osservazioni sedimentologiche sul Flysch friulano" - Studi Trent. di Sc. Nat. V. XLVI; V. 46 N. 1 (1969).