

Recensioni

Geologie des barrages et des aménagements hydrauliques - Masson, Paris, 1955, vol. di pag. 344, con 176 figg., 28 tavole fuori testo - M. GIGNOUX, R. BARBIER.

Si tratta di un'opera di consultazione che ci preme raccomandare sia al geologo applicato e sia all'ingegnere idraulico, per l'attualità dei problemi trattati e per gli esempi di risoluzioni già realizzate, oltre che per l'indiscussa autorità e la ben nota competenza degli Autori. Lo scopo fondamentale di questa pubblicazione è quello di agevolare la collaborazione tra progettista e costruttore idraulico da un lato e il geologo dall'altro, fornendo loro un sufficiente bagaglio di cognizioni, che permetta una reciproca comprensione e la possibilità di proficue discussioni. Per arrivare a questo, tuttavia, è necessario, oltre alla conoscenza di basi tecniche comuni, che si abbandonino da parte di qualche ingegnere la presunzione di risolvere *a priori* problemi di cui è poco competente e su cui l'ultima parola spetta solo al geologo.

Gli Autori suggeriscono che, nell'affrontare qualsiasi problema di geognostica, venga adottato il metodo « per analogie », consistente cioè nella ricerca, in fase preliminare di studio e di attuazione di progetto, di casi geologici analoghi già esaminati e più o meno risolti. Da ciò la numerosa serie di esempi che gli Autori riportano.

Un tale sistema è indubbiamente apprezzabile e il più sicuro nel formulare una diagnosi generale sulle condizioni del terreno in esame, tuttavia sarebbe oltremodo azzardato e pericoloso fondarsi esclusivamente su di esso, poichè si sa che la Geologia non si può ridurre a regole fisse e dogmatiche, ma deve essere interpretazione, sempre « particolare » in ogni suo aspetto.

Sia ben chiaro che i numerosi esempi di problemi geologici riportati hanno il solo scopo di *indirizzare e guidare* il tecnico nelle sue deduzioni, tenendo presenti condizioni tettoniche e reazioni del terreno già osservate e simili.

Come opera didattica *Geologie des barrages* ha il pregio di essere dotata di razionalità e organicità. Ad una prima trattazione a carattere morfologico (capitolo I, II e III) fa infatti seguito un corpo centrale, riguardante più da vicino la geologia delle dighe e delle gallerie (cap. IV, V, VI) e infine il capitolo sui sondaggi ed iniezioni (cap. VII), necessario complemento ai precedenti. Illustreremo brevemente le singole parti.

LE CONDIZIONI TOPOGRAFICHE (capitolo I).

L'importanza delle forme topografiche nello studio preliminare di un'opera idraulica è fuori discussione. E' pertanto molto utile, onde pronosticare sulla realizzabilità di un'opera ingegneristica, interpretare la genesi delle forme in esame, genesi spesso non disgiunta da cause geologiche.

I tipi classici di morfologia che interessano praticamente l'ingegnere idraulico, sono gli stessi che ricorrono con più frequenza in natura, vale a dire: *la valle fluviale, la valle glaciale e i laghi*.

La valle fluviale e glaciale.

Lo studio di una valle glaciale e fluviale va inquadrato nella stessa maniera, tenuto conto dei caratteri di somiglianza e spesso di dipendenza esistenti tra la prima e la seconda. Il modellamento glaciale infatti si sovrappone, in genere, al fenomeno di escavazione normale, dando un volto particolare ad una preesistente incisione.

Gli Autori insistono perciò nel trattare e raccomandare lo studio dei « profili trasversale e longitudinale » di una valle, che permettono di sintetizzare tutte quelle caratteristiche distintive e necessarie per definirne l'origine.

In particolare sono da tener presenti forme di accumulazione, contropendenze di sovraescavazione glaciale, sbarramenti fluviali di travertini e colate vulcaniche; nozioni della massima importanza agli effetti di progettazioni di opere idrauliche. Alluvioni, frane e detriti, morene, giocano pur essi un ruolo interessante in questo senso e l'analisi della loro potenza, stabilità, natura e permeabilità non deve assolutamente essere trascurata anche nei suoi minimi particolari.

I laghi.

La sistemazione idraulica dei laghi richiede anch'essa osservazioni dettagliate del geologo, per stabilirne l'origine (di soglia glaciale, d'affondamento in rocce solubili tipo gessi e calcari, di cratere, di sbarramento alluvionale o morenico etc.), la natura geologica delle sponde e del fondo, la variazione del livello d'acqua, relativa alla presenza o meno di immissari ed emissari di superficie o sotterranei.

I TERRENI DI COPERTURA (*capitolo II*).

Le esperienze del passato, in periodi in cui non si adottava uno studio geologico preliminare, fanno sì che i terreni di copertura costituiscano un problema molto delicato per il progettista che intenda fondare un'opera su roccia in posto.

Il non trascurare tale pericolo evita dannose conseguenze che si risolvono, nel migliore dei casi, in *radicali* modifiche progettuali e in un elevato dispendio economico.

Il geologo aiuterà a distinguere questi fenomeni in diverse categorie — prodotti d'alterazione di roccia in posto, frane e detriti, alluvioni, morene — e ne indicherà le incognite e la pericolosità, basandosi su osservazioni di genesi e sulla loro costituzione petrografica.

I prodotti di alterazione

Il meccanismo ed i prodotti d'alterazione superficiale per i diversi tipi di rocce sono oggetto d'esposizione accurata nei trattati di Geologia generale. Agli effetti pratici ciò che è necessario conoscere è la loro potenza, che dipende dalla natura della roccia, dalla pendenza del terreno e dal tempo di esposizione agli agenti meteorici.

Come esempi tipici si ricordano: i *calcari* che lasciano soltanto un debole residuo di dissoluzione a carattere argilloso (terre rosse), accumulantesi nel fondo di cavità carsiche; i *graniti* che danno un'alterazione talvolta profonda di tipo arcosico; le *argille* dalla caratteristica patina rosso-giallastra di ossidazione.

I detriti, le morene, le alluvioni

Non senza difficoltà d'altro canto si presenta il problema di stabilire lo spessore di un'unghia detritica, stante l'impossibilità, in generale, di conoscere la natura della roccia ad essa sottostante. La linea di media pendenza del versante potrà essere infatti prolungata, al disotto del materiale sciolto, solo qualora la roccia sottostante sia della stessa natura degli affioramenti in superficie.

La presenza di falde acquifere in terreni mobili è argomento che interessa molto da vicino l'esecuzione di lavori idraulici. La loro esistenza infatti è associabile alla presenza di letti impermeabili alternati a materiale grossolano e quindi è più frequente nelle formazioni di accumulo fluviale e glaciale, caratterizzate da eterogeneità di composizione. Quest'ultimo elemento, unito alla variabilità di spessore, di granulometria e cementazione è fondamentale nei problemi di fondazioni in morene e alluvioni. Se queste infatti hanno caratteristiche di conglomerati e sono cementate, potranno costituire buone assise di base. Al contrario se prevarranno elementi limosi e argillosi.

I MOVIMENTI DEI TERRENI (*capitolo III*).

L'analisi della instabilità dei terreni, nonostante abbia un interesse notevole, è condotta volutamente dagli Autori con celerità, essendo più naturale consul-

tare opere specializzate in merito. Essi si accontentano di prendere in considerazione gli esempi più classici, cominciando da quelli più spettacolari e catastrofici (*frane e scoscendimenti*) e terminando con quelli più lenti e di più difficile individuazione (*gli scivolamenti*), e perciò stesso più insidiosi e pericolosi.

Gli scivolamenti (*frane per cedimento*) sono fenomeni sempre attuali anche in Italia, soprattutto in quelle zone dell'Appennino o della Sicilia ove sono presenti formazioni argillose.

Come rimedi classici si suggeriscono i drenaggi a monte della zona di scivolamento, profondi e completi fino ad interessare l'intera zona in movimento.

PROBLEMI RELATIVI A DIGHE DI RITENUTA (*capitolo IV*).

L'argomento inizia la diagnostica geologica per la costruzione di opere idrauliche. Esso è esposto dettagliatamente e corredato da parecchi esempi di dighe già costruite, specialmente in Francia.

Il problema geologico va rivolto evidentemente a due distinte aree, parimenti importanti, relative alla « zona di fondazione e ancoraggio » e al « bacino di ritenuta ».

Zona di fondazione e ancoraggio.

Salvo il caso più favorevole di un completo affioramento di roccia in posto, converrà rivolgere inizialmente l'attenzione ai terreni di copertura che spesso nascondono il letto vallivo scavato nella roccia. E soprattutto varrà la pena di insistere sulla valutazione della potenza delle alluvioni di fondovalle, poichè essa decide del tipo d'opera da costruire.

Interessante in proposito è ricordare l'accorgimento ingegnoso, cui si è ricorsi recentemente in Italia e in Francia quando il letto roccioso ha rivelato un profilo trasversale, intagliato a cañon molto stretto. Si è ricorso cioè alla costruzione della diga massiccia « su ponte armato », al disopra del cañon in parola; riprendendo successivamente il betonaggio « in sott'opera » o intasando le sottostanti alluvioni con opportune iniezioni.

E' quindi chiara la necessità di usare i sondaggi per ottenere dei profili trasversali e longitudinali, che eliminino eventuali incognite circa l'andamento roccioso nei due sensi e la permeabilità del materiale sciolto, sovrastante la roccia in posto.

Quando i risultati delle perforazioni portano a concludere che la potenza dell'alluvione è troppo grande per consigliare la fondazione di un'opera rigida, è necessario ripiegare su una diga di materiale sciolto. Nel qual caso una particolare attenzione andrà alle proprietà di compressibilità e resistenza del materiale, alla sua granulometria e permeabilità.

Gli Autori in proposito ricordano che, mentre nelle morene, a struttura non orientata, la permeabilità è variabilissima, in un complesso alluvionale è maggiore in senso orizzontale e minore in quello verticale e ciò in accordo con la costituzione a letti stratificati. La perfetta conoscenza dell'idrologia sotterranea riduce al minimo le perdite di fondo e garantisce la stabilità dell'opera d'arte.

Lo studio di dighe su fondazione omogenea richiede che il geologo precisi la natura petrografica, la tettonica e la posizione stratigrafica del materiale di fondazione, necessari per definire le proprietà tecniche del terreno.

In particolare la posizione stratigrafica e la giacitura di rocce sedimentarie, permettono di prevedere la successione delle assise in tutta la zona di fondazione e le caratteristiche statiche, mentre la composizione mineralogica, la struttura e l'esame delle fratture, faglie e diaclasi danno la possibilità di valutare la permeabilità.

L'esame delle proprietà tecniche delle rocce viene condotto minuziosamente dagli Autori per ogni singolo tipo, avendo cura di descrivere le caratteristiche normali ed i casi anomali suggeriti dall'esperienza.

Un problema più complesso è invece la costruzione di dighe su fondazione eterogenea poiché i coefficienti di compressione, resistenza e permeabilità vanno soggetti a valori diversi da punto a punto, dipendendo dalle caratteristiche delle formazioni presenti.

Uno dei casi più classici è quello di rocce sedimentarie a tipo flyscioide, in cui si assiste, oltretutto, alla localizzazione di circolazioni d'acqua capillari o molto lente, nei giunti di stratificazione. Fatto questo da non trascurare poiché esso produce, alla lunga, alterazioni e disgregazioni della roccia, pregiudicandone la permeabilità e talora la stabilità.

Condizioni geologiche del bacino di ritenuta

Questo studio è di pertinenza esclusiva del geologo, poiché solleva problemi generali relativi a tutta una regione e non soltanto a zone limitate come quelle di fondazione. In esso non si potrà fare assegnamento su prospezioni a mezzo sondaggi, stante la vastità dell'area da prendersi in considerazione. Il rilievo geologico pertanto assume la massima importanza, perché permette di valutare le *perdite* del bacino, la possibilità di un suo alluvionamento e le influenze che esso può avere sui terreni circostanti.

Come caso particolare occorre stabilire, nei terreni calcarei, le circolazioni carsiche, arrivando a distinguere la « capacità apparente » da quella « reale » del bacino stesso.

LE GALLERIE DI DERIVAZIONE (capitolo V).

E' un campo dove la collaborazione del geologo deve essere particolarmente attiva, poiché il tracciato geologico, basato su un rilievo di superficie, mette in grado il tecnico di prevedere tutte le particolarità suscettibili d'influire sulla condotta dei lavori e sul loro prezzo.

I pronostici, tuttavia, sulla successione delle diverse formazioni e sulla lunghezza di attraversamento di ognuna, sono notoriamente difficili e non sempre enunciabili, specialmente quando la struttura geologica della regione è estremamente complessa, per l'interferenza di faglie irregolari e imprevedibili o di pieghe molto contorte.

Gli Autori pertanto credono opportuno di agevolare l'opera del tecnico sottoponendo una serie di documentazioni e di soluzioni per gallerie compiute in rocce rigide, incoerenti e in terreni di copertura. In particolare vengono rilevate le difficoltà avutesi a causa della giacitura, della scistosità, della variazione di temperatura e delle venute d'acqua, che il profilo geologico può, in qualche caso, prevedere.

Infine si accenna alle proprietà tecniche di ogni singolo tipo di roccia e agli inconvenienti che il loro stato può causare.

ESEMPI DI SISTEMAZIONI IDRICHE SOTTERRANEE (capitolo VI).

Dighe sotterranee in alluvioni; traverse in corsi d'acqua carsici; sistemazioni di riserve naturali sotterranee

Gli accorgimenti ed i suggerimenti a carattere geologico per sbarramenti in superficie sono analoghi per quei lavori che sfruttano riserve idriche sotterranee. A questo proposito si ricordano le dighe completamente interrato nel piano alluvionale, costruite con lo scopo di aumentare il livello di falde acquifere; le traverse in corsi d'acqua carsici; le gallerie intese ad emungere dei serbatoi naturali e sotto carico, che alimentano, per la particolare conformazione geologica del terreno, sorgenti di troppo pieno.

SONDAGGI ED INIEZIONI (capitolo VII).

Importanza della collaborazione fra il geologo e il sondatore

L'importanza dell'argomento è fuori discussione: i sondaggi hanno assunto nel campo geognostico una posizione di primo piano, e in tali lavori si sente ancor più la necessità di una stretta collaborazione tra geologo, ingegnere e sondatore. Al primo spetta infatti l'interpretazione del sondaggio in modo da stabilire la successione stratigrafica dei terreni incontrati e la correlazione con le perforazioni vicine; al secondo la perfetta esecuzione del foro e l'accuratezza nel fornire i dati osservati.

L'interpretazione del geologo non si limita soltanto all'esame dei testimoni venuti in superficie, ma consiste anche nel saper valutare nel loro giusto significato gli incidenti prodottisi nel corso della perforazione. A questo scopo è utile conoscere il « modo » con cui il sondatore ha l'abitudine di presentare i risultati, per essere in grado di criticarli e di rilevarne gli eventuali errori.

Infine questa collaborazione deve sussistere ancora all'atto delle iniezioni e soprattutto nell'esecuzione di programmi d'impermeabilizzazione, poiché sta al geologo di ricercare i livelli impermeabili a cui occorre ricordarsi.

Il materiale di perforazione

La prima parte del capitolo sui sondaggi è dedicata alla esposizione delle cognizioni tecniche più generali, riguardanti gli apparecchi di perforazione. Di essi si

analizzano così i principi di funzionamento, i tipi più comuni di sonde « rotary » e « a percussione », le loro caratteristiche con particolare riguardo ai diversi tipi di trapani, carotatori, ecc. In complesso un insieme di utili informazioni, adatte soprattutto al geologo per capire il linguaggio del tecnico addetto alla perforazione.

Sondaggi di studio

Maggior interesse invece assume la trattazione dei sondaggi di studio, in quanto permettono di precisare i « dettagli stratigrafici » e, in particolare, « la tettonica » e la « permeabilità dei terreni ». I risultati in questo campo sono tanto più attendibili quanto più accurata è la campionatura. Essa richiede particolari accorgimenti a seconda della natura del terreno.

Così in formazioni mobili (alluvioni e morene), di cui necessita conoscere la permeabilità e la granulometria, bisogna evitare il rimaneggiamento del campione prelevato, in quanto si produrrebbe una sensibile variazione del coefficiente di permeabilità. E' per questo motivo che si preferisce talvolta eseguire prove *in situ* iniettando, direttamente nel foro, acqua sotto pressione. Ciò offre per di più il vantaggio di distinguere una permeabilità orizzontale e una verticale.

La campionatura invece di terreni coerenti ma plastici (marne, argille) esige che sia conservata la loro reale umidità, onde permettere di fare prove in laboratorio molto importanti per problemi di fondazione. A tale scopo si usa come liquido di lavaggio della sonda, una corrente di fango, lavorando per quanto possibile a secco, e racchiudendo la carota estratta in tubi a sigillo paraffinico.

Minori difficoltà si hanno nell'estrazione di testimoni di rocce dure omogenee od eterogenee (rocce cristalline, calcari, arenarie), in cui però non sempre la percentuale di carotaggio è in rapporto con le loro buone caratteristiche. Nei terreni eterogenei, infatti, la deficienza di carote non sempre si deve imputare a fessurazione, ma alla diversa resistenza della roccia e al dilavamento operato dall'acqua di sonda.

Anche la tecnica delle « prove d'acqua » per ottenere valori sulla permeabilità di determinati livelli è più o meno diversa a seconda dei terreni.

In pratica per « rocce coerenti » di per sé impermeabili, si misura l'assorbimento di acqua che avviene attraverso le fessure esistenti, iniettando per sezioni rimontanti o discendenti e usando pressioni diverse in senso crescente e decrescente. Ciò ha il preciso scopo di osservare minuziosamente il fenomeno di svuotamento e colmaggio delle fessure.

Carattere completamente diverso assume la prova nei « terreni incoerenti », poichè a causa della loro franosità ed eterogeneità, si rende necessario armare il sondaggio con tubi perforati ed eseguendo poi la misura di assorbimento per « piccoli livelli » (metodo LEFRANC).

Sono note le altre applicazioni dei sondaggi, tra le quali si deve ricordare lo studio della potenza dei ghiacciai e quello delle falde acquifere, il quale ultimo trova

particolare impiego nel campo petrolifero e richiede spesso l'aiuto della geofisica. In merito gli Autori danno una breve trattazione dei metodi più correntemente usati.

Consolidamento e intasamento di rocce difettose

La rigenerazione di rocce difettose (« bonifica ») acquista un particolare interesse in opere di sbarramento, dove si tende a rendere la roccia stabile e impermeabile per evitare erosioni sotterranee o sottopressioni nefaste. Il trattamento consiste nell'iniettare sotto pressione dei prodotti suscettibili di intasare fessure e porosità ed è diverso secondo il tipo di roccia.

In genere il materiale impiegato nelle iniezioni è una miscela di cemento e acqua in proporzioni variabili, ma la larghezza delle fessure e l'aspetto economico del problema suggeriscono spesso l'impiego di una miscela ternaria di cemento, sabbia ed argilla.

Materiale più grossolano, come ghiaia, scorie, segatura ed asfalto, viene usato in presenza di grosse cavità carsiche, poichè le miscele di cui sopra non avrebbero effetto alcuno.

L'iniezione avviene per sezioni di foro in senso discendente o ascendente. Quest'ultimo metodo sembra, malgrado la poca praticità, aver avuto la preferenza, poichè il vantaggio di non permettere il rifluire dei prodotti d'iniezione verso la parte alta già iniettata. Per di più vi è la possibilità di iniettare lontano quanto necessario e non ad una profondità arbitraria, fissata in precedenza e non sempre sufficiente.

Lo svantaggio consiste nella riperforazione di una sezione cementata, per procedere poi all'inietto della seguente.

Per quanto riguarda le pressioni da utilizzare nel corso dell'iniezione, non vi è una regola assoluta, considerato che devono dipendere sia dalla natura e dalla condizione della roccia, sia dall'altezza dell'opera. Comunque devono essere superiori al carico massimo della ritenuta e non troppo elevate nei pressi della superficie: ciò specialmente se gli strati rocciosi sono orizzontali. L'efficacia del trattamento potrà essere controllata saltuariamente per carotaggio.

Le opere d'intasamento delle dighe

Nella zona di fondazione di una diga non tutte le iniezioni avranno le stesse caratteristiche e gli stessi scopi. Si riporta in proposito una classificazione dovuta al Lugeon che distingue le iniezioni in « velo normale », « in velo largo » (schermo) e in « sutura ».

E' chiaro che il velo normale ha lo scopo di prolungare lo sbarramento nella roccia, sia sotto l'opera sia sulle spalle, con funzione prevalente di consolidamento e di arresto di circolazione d'acqua.

Lo « schermo » avrà funzioni d'impermeabilizzazione, prolungando il velo normale sulle spalle all'altezza del paramento a monte. In pratica aumenterà il tragitto di una eventuale percolazione, di modo che la perdita di carico sia sufficiente ad eliminare tutte le fughe.

Le iniezioni di sutura consolidano invece la superficie di fondazione, ma soprattutto impermeabilizzano completamente il contatto calcestruzzo-roccia. La profondità e la pressione d'inietto devono essere perciò molto basse.

Trattamento dei terreni mobili

Nei terreni alluvionali non è consigliabile l'impiego di miscele di iniezione con cemento, poichè la sua deposizione, in livelli grossolani di ghiaie o sabbie, viene impedita dalla circolazione d'acqua o si realizza molto irregolarmente in materiali più fini.

L'impiego di argilla è, in questi casi, il più frequente e redditizio, permettendo l'esecuzione di lavori altrimenti irrealizzabili.

In particolare le argille bentonitiche sono le più usate, a causa delle loro proprietà tixotropiche, per le quali la miscela rimane liquida fin tanto che è in movimento e gelifica quando si tranquillizza. Tuttavia i risultati più completi si hanno per trattamento con silicati, i quali, rispetto ai sistemi surricordati, hanno lo svantaggio di essere costosi.

Dopo laboriose ricerche di laboratorio che risalgono fino al secolo scorso, attualmente si è messo a punto un processo di formazione di gel con silicato sodico, usando il CaCl_2 come coagulante.

Al riguardo è importante sottolineare come l'inconveniente di una solidificazione troppo rapida della miscela (inconveniente che permetteva un intasamento a breve distanza dal foro) sia stato superato dalla tecnica « Rodio », aggiungendo opportuni reattivi acidi (HCl , H_2SO_4) a miscele molto fluide.

In conclusione il ricco, illustratissimo volume di Gignoux e Barbier merita di entrare nella biblioteca di ogni geologo pratico e di ogni ingegnere idraulico, sia esso progettista o costruttore. La ricchezza delle illustrazioni, la chiarezza della esposizione, che svela ogni piega dei problemi trattati senza rinchiudersi mai in male intesi ermetismi, meritano tutto il plauso del pubblico tecnico. I numerosi indici facilitano la lettura e la consultazione.

Una sola osservazione si vuol fare, nel chiudere, ed è che l'abbondanza della letteratura sull'argomento, avrebbe forse potuto permettere agli autori di riferirsi anche ad esempi presi in altri Paesi e non quasi esclusivamente, salvo eccezioni, ad esempi della Francia metropolitana o di Oltre mare. Ciò suoni anche monito ai nostri tecnici, perchè pubblicino con maggior frequenza i risultati delle loro esperienze che, per essere stato il nostro Paese all'avanguardia nel campo delle costruzioni idroelettriche e per avere una geologia difficile e complessa, sono quasi sempre di notevole interesse.

P. Baggio

La riduzione dei cedimenti mediante precompressione del terreno di fondazione - (Control of foundation settlements by preloading) - WILSON S. D. - Journ. Boston Soc. Civ. Engr., vol. 40, gennaio 1953, pag. 10-24.

Per contenere entro limiti accettabili i cedimenti del piano di posa di opere di fondazione su terreni molto compressibili si procede, nella generalità dei casi, in uno dei due modi seguenti:

a) approfondimento dei manufatti di fondazione fino ad una quota opportuna rispetto al piano di campagna;

b) sbancamento generale e costruzione di fondazioni a platea dimensionate in modo da indurre piccoli incrementi nelle tensioni agenti sul piano di posa prima della costruzione.

L'una e l'altra delle due soluzioni costituiscono spesso un onere economico non indifferente rispetto al costo totale dell'opera e comunque non sempre risolvono il problema in maniera tecnicamente soddisfacente.

L'A. della nota che segnaliamo si propone di mostrare, sulla scorta di esperienza personale e di informazioni attinte dalla letteratura tecnica, come in alcuni casi sia possibile risolvere il problema in maniera sicura ed economica mediante il metodo della precompressione del terreno di fondazione. Questo metodo consiste nell'applicare al terreno di fondazione un carico provvisorio con un certo anticipo rispetto all'inizio della costruzione del manufatto vero e proprio. Il carico provvisorio, che può essere di valore pari o superiore al peso del manufatto stesso, viene lasciato in sito fino a quando il grado di consolidazione del terreno di fondazione non abbia raggiunto il valore desiderato; esso viene poi rimosso e sostituito dal manufatto.

Questo procedimento rientra evidentemente in quel capitolo della Geotecnica che va sotto il nome di stabilizzazione dei terreni perchè fa parte dei metodi generali impiegati al fine di migliorare le caratteristiche dei terreni per scopi di Ingegneria.

Accenniamo qui brevemente alla rappresentazione schematica del procedimento riferendoci alla curva pressioni-cedimenti.

Come è noto una roccia sciolta, sotto l'azione di carichi esterni, si consolida ed esiste pertanto una relazione tra i cedimenti e le pressioni applicate. Nella maggioranza dei casi, se i carichi applicati sono sempre crescenti, questa è una semplice relazione lineare fra il cedimento ed il logaritmo della pressione e perciò in un diagramma semilogaritmico essa è rappresentata da una retta (la $v-v$ della figura 1). Evidentemente per prevedere il fenomeno dei cedimenti di un terreno di fondazione occorre determinare preventivamente la curva $v-v$; a tal fine si eseguono in laboratorio delle prove di compressione edometrica su campioni intatti.

In generale però la curva di compressione determinata in laboratorio non coincide esattamente con la curva $v-v$; queste differenze sono dovute oltre che a inevitabili piccole variazioni nella porosità e nel contenuto d'acqua dei campioni intatti dovute alle operazioni stesse del prelievo, anche alla probabile influenza di fenomeni fisico-chimici che indubbiamente accompagnano il processo di consolidazione in sito e che in laboratorio non è possibile riprodurre a causa della brevità della prova rispetto al tempo entro il quale si verifica il fenomeno naturale.

La curva di compressione determinata in laboratorio — curva $l-l$ della figura — è dunque differente dalla curva vergine $v-v$, ed in corrispondenza della pressione p_0 , agente in sito in un generico punto M del terreno di fondazione, passa per un punto O' situa-