

ABDIRAHMAN H. JIBRIL, OMAR SHIRE Y. e ANTONIO VALLARIO

PROPOSTE DI NORMATIVA TECNICA PER UNA RAZIONALE GESTIONE DEL
TERRITORIO E DELLE RISORSE NATURALI IN RELAZIONE ALLE CARAT-
TERISTICHE AMBIENTALI DELLA SOMALIA

Estratto da:

Quaderni di Geologia della Somalia, Univ. Naz. Somalia, vol. 11 (1989), 1990

MOGADISCIO 1990

ABDIRAHMAN H. JIBRIL, OMAR SHIRE Y. e ANTONIO VALLARIO

PROPOSTE DI NORMATIVA TECNICA PER UNA RAZIONALE GESTIONE DEL
TERRITORIO E DELLE RISORSE NATURALI IN RELAZIONE ALLE CARAT-
TERISTICHE AMBIENTALI DELLA SOMALIA

Estratto da:

Quaderni di Geologia della Somalia, Univ. Naz. Somalia, vol. 11 (1989), 1990

MOGADISCIO 1990

PROPOSTE DI NORMATIVA TECNICA PER UNA RAZIONALE GESTIONE DEL TERRITORIO E DELLE RISORSE NATURALI IN RELAZIONE ALLE CARATTERISTICHE AMBIENTALI DELLA SOMALIA

ABDIRAHMAN H. JIBRIL

Dipartimento di Strutture, Università Nazionale Somala

OMAR SHIRE Y.

Dipartimento di Geologia applicata, Università Nazionale Somala

ANTONIO VALLARIO

Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Napoli "Federico II"

SOMMARIO

La progressiva e profonda alterazione della superficie terrestre, la limitatezza delle risorse naturali, la gravità dei fenomeni d'inquinamento atmosferico, delle acque e del suolo e, soprattutto, le capacità distruttive dell'uomo, hanno messo in evidenza che un uso razionale dell'ambiente fisico e delle risorse naturali impone immediati interventi di recupero delle alterazioni già prodotte e di programmazione delle attività future.

Nell'intento di contribuire alla risoluzione di alcuni aspetti delle problematiche tecniche legate all'ambiente fisico ed alle risorse naturali del territorio somalo e riguardanti le attività costruttive, sono stati affrontati studi metodologici giungendo a formulare proposte per la realizzazione di normativa tecnica sui seguenti argomenti:

- a) schema di normativa tecnica relativa alle indagini geologico-tecniche sui terreni e sulle rocce di fondazione, alla progettazione geotecnica, all'esecuzione ed al collaudo delle strutture di fondazione;
- b) uso dei materiali naturali lapidei nella costruzione di edifici in muratura;
- c) resistenze caratteristiche e controlli di qualità dei conglomerati cementizi;
- d) regolamentazione delle attività estrattive dei materiali naturali da costruzione;
- e) norme per l'accettazione dei materiali lapidei naturali e dei blocchetti di cemento utilizzati nelle costruzioni.

Il lavoro è corredato da due appendici: un glossario di termini tecnici ed un elenco di prove, analisi e servizi che possono essere forniti dall'Università Nazionale Somala.

ABSTRACT

PROPOSALS OF TECHNICAL STANDARDS FOR A RATIONAL MANAGEMENT OF THE SOIL AND OF THE NATURAL RESOURCES IN THE CONTEXT OF THE SOMALI ENVIRONMENT

The progressive and deep weathering of the Earth surface, the paucity of natural resources, the severe pollution of the atmosphere, water and soil and, most of all, the man destructive power have shown that for a rational management of the physical environment and of the natural resources immediate action for the recovery of produced alterations and toward the planning of future activities is needed.

As a contribution to some aspects of the technical problems related to the Somali physical environment and natural resources, methodological studies concerning manufacturing activities have been developed. They permit to formulate proposals for the definition of technical standards on the following items: outline of technical standards for engineering geology analyses on foundation soil and bedrock, for geotechnical projects, for the execution and test of the foundations; use of natural rock material for stonework buildings; typical strengths and quality control on the concrete; regulations for the exploitation activity of natural building material; standards for the acceptance of natural rock material and of the concrete small blocks in manufacturing.

This paper has two appendices: a glossary of technical terms and a list of tests, analyses and services that can be supplied by the Somali National University.

SOMALI

SOO JEEDIN XEER FARSAMO EE ISTICMAALKA HABOON EE DHULKA IYO KHAYRAADKA DABIIGIGA AH, LANA XIRIIRTA DEGAANKA SOMALIA

Isbedelka joogtada ah qotadana dheer ee ka dhacaya guudka dhulka, koobnaanta khayraadka dabiiciga ah, Khatarta ay leedahay dhibaataada doorsoonka hawada, biyaha iyo dhulka gaar ahaan ka qeyb qaadashada sida xoogga ah ee dadka, waxay muujiyeen baahida loo qabo si macquul ah in loo intifaacsado kheyraadka dabiiciga ah iyo wax ka qabasho deg-deg ah sidii dib loogu celin lahaa isbeddelladii horay u dhacay ee degaanka, looga qorsheyn lahaa mustaqbalka kuwo kale.

Si la isugu dayo in gacan laga geyso xal u helidda dhibaatooyinka farsamo ee la xiriirta Deegaanka ayaa waxaa la sameeyey Cilmi-Baarisyo habaysan, iyadoo la gaaray in la diyaariyo talooyin ku saabsan sidii loo hirgelin lahaa 'XEER FARSAMO'. Habka arinta loo foolaaray oo kooban ayaa hoos ku bandhigan:

a - Xeer farsamo ee la xiriira baaris farsamo ee ku saleysan aqoonta geologiyada ee ciidda iyo dhagaxa asaaska, naqshad sameynta, fulinta iyo cillad bixinta dhismaha asaaska. Iyadoo la tixgeynaayo ahmiyadda ay leeyihiin wajiyaasha kala duwan ee cilmiga geologiyada ee la xiriira hirgelinta dhismaha asaaska guud ahaan nooc kasta ee dhismahu yahay laguna xisaabtanayo shaqada ay qabanayaan asaasyadu inta cimrigoodu jiro oo ah inay caymiyaan si joogta ah shuruudihii dhismo oo loo naqshadeeyey, waxaa lagama maarmaan u muuqatay in laga bilaabo sahanka ugu horeeya ee dhulka, ogaanshaha sameyska dabqadaha dhulka hoose, doorashada cabir iyo naqshad u sameynta asaaska ilaa iyo hirgelintooda iyo cillad bixintooda lagu sameeyo hubin xoog leh, ayna sameeyaan Farsamo

Yaqaano aqoonteeda leh, una diyaariya shahaado la xiriirta.

b - Isticmaalka dhagaxa ee darbiyada guryaha. Isticmaalka dhagaxa ee loo isticmaalo dhammaan darbiyada guryaha ama qaar ka mid ah, waxay khasbaysaa in la sameeyo tijaabooyin la xiriira caabiga darbiga, kuwaasoo ku saleysan aragti ah inuu darbigu ka sameysan yahay gabalo dhagax ah oo isa saaran ayna u dhaxeeyso cajiin nooc kasta ha noqotee, haddii dhagaxu yahay mid horay looga shaqeeyey oo u qoran si isle'eg, waxaa lagu sameynayaa tijaabada isaga laftiisa dhagax ahaan iyadoo cajiintu aysan lahayn raad weyn, hadaba anagoo ogsoon isticmaalka aad u ballaaran ee dhismaha dhagaxa aan qaabka laheyn ayaa lagama maarmaan ah in la sameeyo hubin marka la sameynaayo naqshadda iyo markii la fulinayaba.

c - Caabiga gaarka ah iyo hubinta tayada ee shubka. Iyadoo la tixgelinayo u jeensashada aadna u fidaysa ee isticmaalka shubka biraysan ee magaalooyinka xeebaha ku yaal sida Muqdisho, kuna xisaabtamaya farsamada culus ee la xiriirta helida iskudarka habboon ee shubka xubnaha lana xiriirta nooca dhismaha la rabo, ayaa baarisyo la sameeyey waxay muujiyeen baahida loo qabo in la helo shub tayadiisu sareeyso si kalsooni loo helo ha noqoto Cimri-dheereynta dhismaha iyo ka jawaabidda baahidii loo naqshadeeyey ama ha noqoto mid dhaqaale oo la xiriirta beekhaaminta maalgelin lacageed iyo mid qalabka. Gaarista ujeedooyinkaas waxaad moodaa inay dhib badan tahay waqtigaan xadirka ah, sababta tahay inay jiraan goobo shaqo oo aad u firirsan oo lagu diyaariyo shubka, aysan sahlanaayna ficliyan hubinta tayada shubka lagu diyaariyo. Ka gudbidda si dhakhsi ah oo lagama maarmaan ah waxay suurto gelinaysaa in la nidaamiyo goobahaas oo la helo goobo qalabeysan awoodna u leh in si cabiran la isku daro xubnaha shubka, sidoo kale awood u leh gaarsiinta shubka goobta dhismahu ka socda, taasoo keenaysa in aqoonyahada farsamadaas ay si joogto ah u hubin karayaan shubka loona heli lahaa iskudarka haboon iyo hubinta tayada xubnaha shubka sida ciidda iyo jayga ama dheelitirka biyaha iyo Shamiintada. Sidaas ayaa hubinta tayada waxaa loo xil saari karaa guddiyaal farsamo kuwaas oo ka ambaqaadi kara saldhing loo danyahay suurta gelinayana in la helo kalsooni ha noqoto mid farsamo iyo mid bulsho oo nabadgelyo iyo dhaqaale ah.

d - Xeer u dejinta qodida qalabka dabiiciga ah ee loo isticmaalo Dhismo. Kadib markii la qeexay in qalabka dhismaha ee dalka ay ka mid yihiin kheyraadka dabiiciga, dibna loo cusboonaysiin karin, lana muujiyey walwalka ka jira habka qodidooda waqtigan la joogo, waxaa lagu talinayaa iyadoo maskaxdana lagu hayo baahida sii ballaaranaysa ee loo qabo qalabkaas dhismaha in la sameeyo xeer habeeya sida saxda ee looga faa'iideysan karo kheyraadkaas, iyadoo ujeedadu tahay in la ilaaliyo si wadajir ah, xubnaha kala duwan ee deegaanka iyo iskudheelitirkooda dabiiciga ah ee horay u jiray. Isla markaasna u tabaabusheysiga sidii loo hormarin lahaa wixii la xiriira arrimahaas, oo ah in la sameeyo cilmi baarisyo sidii loo heli lahaa goobo cusub ee lagala soo baxo khayraadkaas loona kordhin lahaa tijaabooyin la sameeyo ee qalab badali kara kuwaas dabiiciga ah.

e - Xeer u dejinta haboonaanta dhagaxa, ciidda iyo blukeetiga loo isticmaalo dhismaha. Marka la fiiriyo isticmaalka qalabka dhismaha dabiiciga ah ee waddanka guddihiisa, waxaa la tilmaami karaa koritaanka xoogga leh ee blukeetiga. Sameynta blukeetiga iyo dhismahiisa midna haatan na muujiyo tayo gaar ahaaneed oo laga doonayo. Isticmaalkooda dhismo, ha ahaado buuxinta darbiyada guri shub ka sumaysan ama darbiga wareegga ah ama ha loo isticmaalo darbi culeys qaada, waxay khasbayaan in la sameeyo hubin tayo oo joogto ah laguna sameeyo xubnaha laga diyaariyo Blukeetiga lana helo iskudarka ugu fiican ee xubnahaas, si xoog loogu yeelo xabbadda blukeetiga kadibna darbigii u samaynayey. Taas na hirgaleyso haddaan la sameyn tijaabooyin iyo hubin lana raaciyo

shahaado caddeyneysa tayada blukeetiga ka hor iyo waqtiga wax lagu dhisayo.

Shaqada waxaa gunaanadaya laba lifaaq: eray buxin farsamo iyo liiska tijaa-booyinka iyo shaqooyinka lagu qaban karo Jaamacadda Ummadda Soomaliyeed.

1. AMBIENTE FISICO E TERRITORIO

Gli aspetti naturali del paesaggio, visti come risultato della successione dei processi modellatori della superficie terrestre, rivestono importanza prioritaria tra le varie componenti che contribuiscono a meglio definire la destinazione d'uso di un territorio.

E' proprio in funzione dei valori naturali che le tematiche, inerenti l'uso del territorio e delle risorse, si pongono essenzialmente come problemi a scala regionale, anche se la risoluzione di aspetti particolari impone articolazioni in ambiti più ristretti.

L'aver tralasciato nei modelli di sviluppo tali problemi ha agevolato l'instaurarsi di situazioni anomale sul piano sociale ed economico, con un maggiore sviluppo in alcune zone rispetto ad altre (BROWN ed altri, 1989; GRECO, 1989).

L'anno dell'ambiente, indetto dalla Comunità Europea, metterà a confronto punti di vista differenti su tematiche e relative proposte di soluzioni dei problemi ambientali e dell'uso delle risorse naturali e del territorio. Tale occasione sembra propizia per suggerire una maggiore presa di coscienza dei problemi legati agli aspetti naturali. Per far ciò è indispensabile una idonea impostazione dei problemi e delle conseguenti soluzioni che non può prescindere dal: prevenire e ridurre i fenomeni di inquinamento e di alterazione dell'ambiente fisico; mantenere gli equilibri ecologici; evitare sfruttamenti irrazionali delle risorse; orientare lo sviluppo per migliorare le condizioni di lavoro e la qualità della vita; tener conto degli aspetti ambientali nell'assetto del territorio; sollecitare soluzioni che coinvolgano le popolazioni a livello globale; contribuire, infine, alla creazione di interessi concreti ai problemi dell'ambiente anche con l'attivazione di nuovi posti di lavoro per lo studio e la diffusione di tecniche sempre più aderenti alla pressante esigenza di una maggiore attenzione al rispetto della natura ed ai problemi ecologici.

Nell'impostazione come nell'applicazione di queste complesse tematiche è indispensabile il contributo conoscitivo di diversi specialisti per l'approfondimento delle componenti naturali dell'ambiente fisico, quali i caratteri geologici, morfologici, idrogeologici ed evolutivi, fino agli aspetti di ingegneria civile, urbanistici, infrastrutturali, agro-forestali, socio-economici, ecc. Le correlazioni tra questi diversi elementi delle complesse ed articolate realtà territoriali, potranno consentire di porre basi

corrette per dar corso a confronti realistici sulle possibili soluzioni programmatiche al fine di perseguire una corretta politica ambientale ed una razionale gestione del territorio e delle sue risorse.

Sembra opportuno ricordare che gli aspetti dell'ambiente fisico, oltre che alle naturali modificazioni connesse ai fattori evolutivi della dinamica esogena, sono spesso condizionati da azioni antropiche che, in molti casi, variano profondamente i caratteri naturali tanto da modificare i processi morfologici provocando così alterazioni irreversibili sugli stessi ambienti naturali.

2. DINAMICA EVOLUTIVA DELLA SUPERFICIE TERRESTRE

L'analisi delle forme del suolo e le loro relazioni con i processi geodinamici consentono di individuare, anche se per grandi linee, i momenti salienti della storia evolutiva dell'ambiente naturale. Ai processi fisici legati alla dinamica dell'atmosfera, dell'idrosfera e della litosfera, si aggiungono quelli biologici e quelli antropici; questi ultimi possono poi assumere un ruolo di maggiore entità per le modificazioni imposte nell'uso non sempre razionale dell'ambiente fisico e delle risorse naturali.

Le forme attuali del suolo derivano dalla sovrapposizione di fenomeni connessi alla geodinamica endogena ed esogena; così, alle forme primitive si sovrappongono gli effetti dei successivi alterni eventi geodinamici quali i fenomeni tettonici, sismici, vulcanici, oltre che di tipo fisico, chimico e biologico, derivanti dall'azione dell'aria, dell'acqua, delle escursioni termiche e dei microrganismi che inducono alla frantumazione ed all'alterazione delle rocce, al trasporto dei detriti, all'erosione ed al deposito degli stessi.

Il modellamento del suolo è uno dei molteplici aspetti delle azioni dinamiche cui è sottoposta la superficie della terra; esso è regolato dalla variabile combinazione tra processi di degradazione e di denudazione che provocano, in generale, un abbassamento dei rilievi (erosione) ed un colmamento delle aree depresse (accumulo).

A differenza di altri fenomeni geomorfologici, il modellamento può presentare anche caratteri di variabilità nel tempo per quanto attiene alla velocità ed alla intensità dei processi che possono dar luogo, così, a fasi alterne di quiescenza, di normalità e parossistiche; queste ultime, sovente, possono essere messe in relazione con eventi pluviometrici intensi.

In un più ampio contesto morfogenetico è opportuno rilevare che il modellamento del suolo può avere influenza diretta sul comportamento della rete drenante superficiale. Infatti, ai fenomeni parossistici fanno riscontro notevoli alterazioni della dinamica fluviale con piene improvvise e trasporto solido eccezionali.

Non è da trascurare, inoltre, il fatto che le condizioni dinamiche naturali possono subire perturbazioni in conseguenza di interventi antropici (MARTINIS, 1988; PANIZZA, 1988).

La variabile combinazione tra processi di degradazione, erosione, denudazione ed accumulo, relazionata al livello di base locale a cui le forme del suolo si correlano naturalmente, determina differenti processi di modellamento.

Laddove sono ancora evidenti le connessioni tra processi evolutivi e forme prodotte, è possibile, con un attento esame della geometria dei versanti, riconoscere i fattori prevalenti della morfogenesi. Ciò appare particolarmente significativo, in termini previsionali, per riconoscere la predisposizione naturale del suolo verso determinati processi morfogenetici.

Riferendosi al modellamento del suolo, i processi morfogenetici sono generalmente riconducibili a due grandi categorie di cui la prima tende ad alterare la roccia in sito e la seconda ad erodere e trasportare i prodotti dell'alterazione verso le zone a quota inferiore.

Le alterazioni ad opera delle escursioni termiche, di attacchi chimici e di eventuali improvvise sollecitazioni anomale (per esempio scosse sismiche) conducono ad un generale allentamento delle superfici esposte, predisponendole all'azione devastatrice dei processi che si sviluppano ad opera della gravità e delle acque dilavanti, processi parimenti capaci di produrre lo spostamento delle particelle solide.

La maggior parte delle attività connesse all'uso antropico del suolo quali la costruzione di fabbricati, di opifici industriali, di strade, di ponti, di sbarramenti, di manufatti per la difesa del suolo, di infrastrutture a rete, di canalizzazioni e regimazioni delle acque superficiali, ecc., si sviluppa proprio sulla superficie terrestre dove i fenomeni geodinamici hanno modellato ed alterato progressivamente e ripetutamente i terreni.

Infine, sembra opportuno ricordare che l'aspetto della superficie terrestre da noi osservato, rappresenta solo un attimo infinitesimo, a scala geologica, degli alterni processi cui è sottoposta tale superficie; ciò da idea delle variabili, alterne e complesse situazioni che contribuiscono all'incessante modellamento della superficie terrestre in tempi geologici.

3. RISORSE NATURALI

Le potenzialità naturali di un territorio, oltre alle componenti fisiche dell'ambiente, comprendono anche le risorse naturali. Queste si possono distinguere in rinnovabili e non, in relazione ai tempi (umani o geologici) della loro ricostituzione naturale. In tal senso sono da ritenere rinnovabili le acque sotterranee, la quasi totalità delle acque termominer-

rali, l'energia solare ed eolica, ecc; mentre si definiscono non rinnovabili i combustibili fossili, le forze endogene, i materiali da costruzione, i minerali utili, ecc.

Tra le risorse rinnovabili, le acque sotterranee presentano una disponibilità media annua direttamente dipendente dalle ricariche annuali derivanti dalla distribuzione e dalla quantità delle precipitazioni meteoriche medie annue che interessano i rispettivi bacini di alimentazione delle strutture idrogeologiche. Solo in alcuni casi, per particolari condizioni geologiche, quando si realizzano strutture idrogeologiche che presentano riserve naturali cospicue rispetto alle risorse annuali rinnovabili, allora è possibile prelevare, temporaneamente ed in quantità limitate, risorse idriche direttamente dalle riserve. Ciò, ovviamente, impone studi ed indagini specialistiche per evitare che l'utilizzazione delle riserve alteri gli equilibri idrodinamici, modificando i circuiti delle acque sotterranee, fino a provocare la perdita temporanea e/o definitiva della risorsa idrica (CELLICO, 1986).

In sostanza, la quantità media annua delle risorse idriche disponibili in una determinata struttura idrogeologica dipende esclusivamente dall'entità della ricarica pluviometrica media annua, ed è assolutamente indipendente dalle esigenze antropiche. Le risorse rinnovabili di questo tipo, quindi, possono essere utilizzate per tempi indefiniti ed in quantità proporzionali alle ricariche annuali.

Per le risorse non rinnovabili, invece, la distribuzione della quantità dei prelievi nel tempo è direttamente legata alle esigenze antropiche, in quanto la immutabile entità complessiva delle stesse è connessa solo alle condizioni che ne hanno consentito la genesi in epoche geologiche passate. I tempi di utilizzazione delle risorse di questo tipo dipendono, quindi, esclusivamente dall'entità dei prelievi. Queste considerazioni sono applicabili ai materiali da costruzione, ai minerali utili come agli idrocarburi.

E' ben noto che la continua crescita demografica, il progressivo miglioramento della qualità della vita, lo sviluppo industriale e l'aumento della domanda di energia, rappresentano altrettante sollecitazioni sull'ambiente fisico sia per l'utilizzo massivo, sovente fino alla distruzione delle risorse naturali, e sia, soprattutto, per la conseguente produzione di residui e rifiuti di ogni genere.

La limitata disponibilità delle risorse naturali in relazione alle sempre maggiori richieste antropiche, la loro irregolare distribuzione areale e tipologica, unitamente ad esigenze di tipo socio-economico, impongono che la loro utilizzazione sia razionalizzata e regolamentata nelle modalità di prelievo e di lavorazione per evitare alterazioni irreversibili agli equilibri naturali, per modificare al minimo le condizioni morfologiche e per limitare la produzione di materiale inutilizzabile e di rifiuti (DESIO, 1973; IPPOLITO ed altri, 1981).

4. AMBIENTE FISICO E RISORSE NATURALI DEL TERRITORIO SOMALO

Anche se le tematiche esposte in questo studio hanno carattere eminentemente tecnico, sembra opportuno, trattandosi di argomenti che coinvolgono prevalentemente gli aspetti naturali, di esporre in maniera sia pure i tratti essenziali delle condizioni geologiche e morfologiche del territorio somalo, oltre che gli aspetti climatici, con qualche cenno sulle risorse naturali non rinnovabili. Nella realizzazione di queste note si è tenuto conto e si sono utilizzati i dati esposti nei seguenti lavori riportati in bibliografia: ABBATE ed altri, 1987; ANGELUCCI ed altri, 1985; AUTORI VARI, 1987 (Guida alle escursioni del GeoSom 87); AZZAROLI, 1971; BOSELLINI, 1986 e 1989; CARBONE ed altri, 1986; JOBSTRAIBIZER e OMAR SHIRE, 1977; PERISOTTO, 1977; POZZI, 1980; RIZZO, 1977; SASSI e IBRAHIM HERSI, 1981.

Il territorio occupato dalla Repubblica Democratica Somala è parte del più vasto comprensorio dell'Africa orientale, conosciuto geograficamente come *Corno d'Africa*.

La Somalia è costituita quasi esclusivamente da rocce sedimentarie mesozoiche e cenozoiche, in parte poggianti su un basamento cristallino, di età precambriana, affiorante nella fascia costiera settentrionale adiacente al Golfo di Aden, nella regione dei Bur ad ovest di Mogadiscio e, molto limitatamente, nella valle del Nogal.

Il territorio somalo è caratterizzato da due allineamenti strutturali principali: uno corrispondente alla linea di costa lungo l'Oceano Indiano, dovuto alla separazione del blocco Indo-Malgascio dall'Africa, e l'altro corrispondente alla costa lungo il Golfo di Aden, dovuto alla deriva dello scudo arabico. Altri andamenti strutturali di notevole interesse sono da collegare alla fluttuazione permo-triassica del Gondwana ed alla formazione del rift terziario dell'Africa orientale. Movimenti verticali differenziali hanno determinato la deposizione delle successioni mesozoiche e terziarie costituite da sedimenti carbonatici, argillosi, evaporitici e clastici, depositatisi in ambiente marino di acque basse e profonde, deltizio, lagunare, lacustre e fluviale.

Nel basamento cristallino affiorante nella Somalia settentrionale, costituito da rocce interessate da un metamorfismo di grado variabile, sono state distinte due zone caratteristiche: l'area di Borama-Hargheisa-Burao, ad occidente, in cui prevalgono migmatiti granitoidi e rocce metamorfiche di alto grado e l'area di Erigavo-Bosaso, ad oriente, in cui prevale un complesso metamorfico di basso grado che si sovrappone stratigraficamente al precedente.

Nella regione dei Bur il basamento cristallino affiora in maniera discontinua, con rilievi isolati (inselberg) che si elevano da una copertura di sedimenti residuali recenti. Quivi sono stati distinti due differenti complessi di rocce: il Complesso di Olontole e il Complesso di Dinsor. Il primo consiste di migmatiti, gneiss e, localmente, di anfiboliti, granuliti e quarziti, tutti attraversati da corpi granitoidi iniettati. Il Complesso

di Dinsor è costituito da metapeliti ed in parte da quarziti, quarziti ferri-feri e marmi; anche in questa zona l'intera serie è attraversata da corpi granitoidi iniettati.

Le sequenze sedimentarie della Somalia sono legate principalmente alle variazioni eustatiche del livello relativo del mare e alla progressiva formazione dei vari settori dei margini continentali. L'inizio della copertura sedimentaria è caratterizzato da depositi continentali connessi ad una fase di distensione, con conseguente formazione di una fossa (rifting), che aveva interessato la terra di Gondwana con deposizione dei sedimenti del Karroo; questa deposizione clastica continentale di età compresa tra il Carbonifero inferiore ed il Giurassico, non affiorante in Somalia, è stata individuata nel sottosuolo mediante indagini geofisiche.

Nel Giurassico inferiore trasgressioni regionali, prevalentemente carbonatiche, sostituiscono bruscamente le arenarie basali della formazione delle Arenarie di Adrigat che rappresentano i sedimenti terrigeni più antichi sovrastanti il basamento cristallino paleozoico peneplanato.

La successione cretaceo-terziaria, depositata in corrispondenza del margine continentale verso l'Oceano Indiano, è il risultato di una complessa regressione deposizionale che ha ricoperto il sottostante margine continentale giurassico variamente strutturato in horst e graben.

I terreni oligo-miocenici della porzione settentrionale della Somalia si depositarono durante le varie fasi di apertura del Golfo di Aden, quando si formò il margine continentale della Somalia settentrionale dall'Afar a Socotra. Questi si formarono in distinte depressioni strutturali, causate dalla subsidenza di blocchi crostali e separate, probabilmente, dalla prosecuzione in terra delle più importanti faglie trasformi che guidavano l'apertura del Golfo di Aden.

I sedimenti quaternari sono da collegare, prevalentemente, alla sedimentazione in facies di ambiente marino (costruzioni coralline, calcareniti bioclastiche, sabbie organogene di spiaggia, sabbie e fanghi di laguna) e in facies di ambiente continentale (depositi eolici, depositi fluviali e fluvio-lacustri, rocce di precipitazione chimica).

Considerato che la regione del Benadir è quella dove in conseguenza dell'eccezionale sviluppo urbano degli ultimi anni, la richiesta di materiali da costruzione ha assunto proporzioni enormi (OMAR SHIRE, 1987), si ritiene utile offrire qualche maggiore informazione sugli aspetti geologici dell'area (ANGELUCCI ed altri, 1985; CARBONE ed altri, 1986) per meglio inquadrare le situazioni esposte nel prosieguo del lavoro. Come è noto, gran parte della fascia costiera della Somalia è caratterizzata da sedimenti quaternari di genesi e provenienza diverse; trattasi di depositi prevalentemente sciolti a granulometria varia, associati a materiali con vario grado di cementazione, fino a consistenza lapidea. In generale, i depositi quaternari sono conseguenza di due processi sedimentari principali: biologico ed eolico. Del primo è conseguenza la costruzione delle scogliere coralline e la deposizione negli ambienti ad esse direttamente associati (calcareniti

bioclastiche cementate); il secondo, dipendente dal regime monsonico dei venti, è responsabile della selezione mineralogica e granulometrica e della distribuzione areale dei sedimenti granulari. In definitiva, è possibile distinguere depositi sedimentari di origine marina quali le costruzioni coralline immerse in depositi clastici di piattaforma (*calcareniti*) e le sabbie organogene di spiaggia, da depositi continentali quali le dune bianche (mobili e stabilizzate) costituite dalle sabbie bianche carbonatiche accumulate in prossimità della battigia e trasportate dal vento, e le sabbie rosse quarzose (*duna rossa di Merca*) provenienti dall'interno e legate allo smantellamento di rocce acide.

Le modificazioni dell'ambiente fisico che più direttamente riguardano le situazioni attuali, sono quelle avvenute dal Quaternario, sia in relazione alle condizioni climatiche e sia ai conseguenti processi di modellamento. In questo periodo è stato ipotizzato almeno un Pluviale, con elevate precipitazioni. Successivamente il clima ha subito una evoluzione verso una maggiore aridità o semiaridità. Questo passaggio e l'instaurarsi di una morfologia eolica, hanno completamente cancellato l'articolata morfologia fluviale, lasciando soltanto le attuali valli del Giuba e dello Scebeli. Fiumi questi che hanno avuto una diversa evoluzione, in conseguenza delle diverse situazioni neotettoniche. Completamente opposta è, invece, la situazione della rete idrografica delle regioni settentrionali della Somalia, dove il reticolo mostra una evoluzione direttamente connessa ai fenomeni tettonici.

Di particolare interesse per l'evoluzione del paesaggio, segnatamente alla rete drenante, è l'influenza esercitata dalle effusioni basaltiche; queste, offrendo notevole resistenza all'azione degli agenti esogeni e, soprattutto, alle acque superficiali, rispetto alle rocce circostanti, hanno condizionato l'evoluzione geomorfologica. Infatti, tali improvvisi ostacoli al deflusso delle acque superficiali imponevano forzate modificazioni di percorso, con modifiche dell'andamento della rete drenante e conseguente adattamento dei processi di demolizione e deposito.

Singolare appare lo sviluppo della valle dello Scebeli che, dopo un primo tratto nel territorio somalo fino all'altezza di Bulu Burti, a sviluppo con direzione quasi normale alla linea di costa, devia prima verso Badlad e poi, bruscamente, assume un andamento parallelo alla linea di costa. Ciò, con buona probabilità, è da mettere in relazione alla presenza della imponente fascia dunare costiera a sviluppo parallelo alla costa, nel senso che l'avanzamento della coltre sabbiosa nel retroterra ha modificato lo sviluppo dello Scebeli nel periodo postpluviale, quando le sue scarse portate non riuscivano più a produrre sufficiente erosione all'avanzamento delle dune.

Per completare il quadro delle informazioni sull'ambiente naturale della Somalia è opportuno offrire qualche breve spunto sul clima rinviando alla letteratura scientifica specializzata per gli idonei approfondimenti.

Tra i fattori climatici le precipitazioni hanno un ruolo determinante

per il particolare sviluppo plano-altimetrico del territorio, in relazione alla circolazione delle masse d'aria umida. Inoltre, al di là dei valori assoluti, è ancora più importante la tipologia delle precipitazioni e la loro distribuzione nel corso dell'anno. Carattere essenziale delle precipitazioni è la loro estrema variabilità nel tempo e nello spazio. Una analisi in termini di periodi secchi e periodi umidi, mostra che, in quasi tutta la Somalia, i mesi di dicembre, marzo, luglio e settembre sono da ritenere secchi.

La conoscenza approfondita delle situazioni climatiche delle diverse zone del Paese, riveste importanza prioritaria per gli studi sull'evapotraspirazione, essenziali per lo sviluppo delle attività agricole e per la definizione delle risorse di acque sotterranee nelle varie strutture idrogeologiche.

Per quanto attiene alle risorse naturali di tipo non rinnovabile si ricordano i giacimenti di sepiolite di Ceel Bur, gli estesi depositi di gesso e di rocce calcaree già utilizzati come materiale da costruzione, le sabbie silicee da utilizzare per industrie vetrarie, argille e coalini da utilizzare nella fabbricazione di laterizi e ceramiche, sabbie con varie mineralizzazioni (titanio, magnetite, rutilo e zirconio), le pegmatiti delle regioni del nord che contengono quarzo di buona qualità per l'industria elettronica, i feldspati potassici utilizzati, prevalentemente, come fondenti nell'industria ceramica e vetraria.

Nell'intento di offrire un ampio panorama delle ricerche svolte nei settori delle risorse naturali e delle caratteristiche dei materiali da costruzione della Somalia, si sono riportati in bibliografia alcuni dei lavori più significativi pubblicati negli ultimi anni, quali: ABDIRAHMAN ed altri, 1987; ALIETTI ed altri, 1986; CAMPONESCHI e CANCELLIERE, 1986; CANCELLIERE, 1984 e 1986; COCCO ed altri, 1986; FRIZZO, 1987a e 1987b; MASSOLI NOVELLI, 1980; MASSOLI NOVELLI e AHMED HASSAN, 1982; MOHAMED SAID, 1987; OMAR SHIRE, 1981, 1987; OMAR SHIRE ed altri, 1983, 1987/a, 1987/b, 1987/c, 1988; OSMAN MOHAMED, 1989; PICCOLI ed altri, 1983; PREVIATELLO ed altri, 1987; RACCANELLI ed altri, 1985.

5. PROPOSTE DI NORMATIVA TECNICA

Della articolata e composita situazione dell'ambiente e delle risorse del territorio somalo sono stati delineati i tratti generali, mentre richiedono ulteriori studi ed adeguati approfondimenti alcuni aspetti conoscitivi ed analisi di tipo specifico; d'altro canto, nella situazione ambientale attuale si possono individuare alcune alterazioni, peraltro abbastanza circoscritte, delle quali è possibile definire contorni e cause. Per recuperare

gli equilibri alterati e per razionalizzare in maniera adeguata le operazioni future sono da prevedere interventi su piani diversi: legislativo, tecnico, normativo ed amministrativo.

La progressiva e profonda alterazione della superficie terrestre, la presa di coscienza della limitatezza delle risorse naturali, la gravità dell'inquinamento atmosferico e delle acque e, soprattutto, la concreta percezione delle capacità distruttive dell'uomo, hanno messo in evidenza il fallimento di ogni approccio, non tecnicamente studiato, all'uso dell'ambiente fisico e delle risorse naturali.

Le considerazioni esposte sui caratteri evolutivi, pur se derivate da principi generali, ben si adattano anche alle condizioni del suolo ed alle composite situazioni dell'ambiente fisico del territorio della Repubblica Democratica Somala. In particolare, le peculiari caratteristiche litostratigrafiche, morfologiche, idrogeologiche, geologico-tecniche e morfoevolutive, messe in evidenza da molteplici studi a carattere stratigrafico-strutturale, mineralogico-petrografico e geologico-applicativo, ne hanno già delineato i caratteri essenziali a scala regionale, consentendo di impostare analisi conoscitive di dettaglio necessarie per studi specialistici particolareggiati onde consentire la progettazione e la realizzazione delle diverse opere di ingegneria civile in condizioni di massima sicurezza per la pubblica e privata incolumità, con soddisfacenti rapporti benefici/costi e nel rispetto dell'ambiente fisico e del suo continuo divenire.

Per un esauriente panorama delle ricerche di base ed applicative già svolte, si rinvia alla *Guida bibliografica della Somalia: Scienze geologiche, Idraulica, Risorse idriche* di FEDERICI G. e VALLARIO A., pubblicata nel volume 10 (1988) dei Quaderni di Geologia della Somalia.

Nell'intento di contribuire alla risoluzione di alcuni aspetti delle problematiche tecniche legate all'uso del territorio e delle risorse naturali riguardanti le attività costruttive, sono stati impostati studi metodologici ed applicativi sui seguenti temi:

- a - schema di normativa tecnica relativa alle indagini geologico-tecniche sui terreni e sulle rocce di fondazione, alla progettazione geotecnica, all'esecuzione ed al collaudo delle strutture di fondazione;
- b - uso dei materiali naturali lapidei nella costruzione di edifici in muratura;
- c - resistenze caratteristiche e controlli di qualità dei conglomerati cementizi;
- d - regolamentazione delle attività estrattive dei materiali naturali da costruzione;
- e - norme per l'accettazione dei materiali lapidei naturali e dei blocchetti di cemento utilizzati nelle costruzioni.

Le proposte di normativa prendono spunto dalla legislazione italiana, da recenti contributi specialistici di settore e da esperienze dirette.

L'Appendice A costituisce un glossario di termini tecnici richiamati in maniera diretta o indiretta durante l'esposizione; per la sua realizzazione, oltre ai trattati richiamati in bibliografia, si è utilizzato il *Dizionario di Scienze della Terra* di FOUCAULT e RAOULT, edito a cura di G. Devoto.

Nell'Appendice B è riportato l'elenco delle prove, analisi e servizi che possono essere svolti dall'Università Nazionale Somala.

Questi studi scaturiscono dalla collaborazione tra ricercatori e docenti della Divisione di Geologia e della Facoltà di Ingegneria dell'U.N.S. e di università italiane nel quadro della cooperazione in atto tra il Ministero degli Affari Esteri del Governo Italiano ed il Governo della Repubblica Democratica Somala.

In questa fase di impostazione si è ritenuto di presentare la ricerca nei Quaderni di Geologia della Somalia, editi dalla Divisione di Geologia dell'Università Nazionale Somala; è intenzione degli autori verificare le proposte con gli esperti dei diversi Ministeri interessati, con i professionisti che operano sul territorio e con docenti e ricercatori dell'U.N.S., in modo da rendere concretamente operative le proposte stesse. In una successiva fase di studio gli autori si impegnano a curare una stesura definitiva anche in lingua inglese ed in lingua somala, per rendere fruibili al meglio i risultati dello studio; inoltre, sono disponibili a collaborare con esperti di settore e con funzionari ministeriali per il trasferimento in formulazione legislativa ufficiale dei contenuti tecnici esposti.

E' auspicabile che il lavoro compiuto nell'Università Nazionale Somala ed i rigorosi contributi scientifici offerti dai ricercatori, siano utilizzati dalle varie componenti della società, in modo da costituire un valido riferimento tecnico e scientifico sia per gli uffici governativi che per le strutture private, al fine della migliore impostazione e risoluzione dei grandi temi di pianificazione e di gestione del territorio, come nella risoluzione dei problemi tecnici connessi al costruire.

5.1. *Schema di normativa tecnica relativa alle indagini geologico-tecniche sui terreni e sulle rocce di fondazione, alla progettazione geotecnica, all'esecuzione ed al collaudo delle strutture di fondazione*

Qualsiasi costruzione trasferisce al terreno, su cui insiste, il proprio peso, il peso di ciò che contiene e tutte le forze verticali ed orizzontali che potranno agire su di essa. Tale trasferimento avviene tramite le strutture di fondazione che devono consentire un'adeguata ripartizione dei carichi e delle sollecitazioni in modo da garantire sufficienti margini di sicurezza alla rottura del terreno, ovvero di evitare il cedimento delle strutture.

L'uso razionale del suolo a scopi costruttivi impone la preventiva co-

noscenza delle condizioni geologiche, morfologiche, idrogeologiche, geologico-tecniche del sottosuolo. Ciò si può realizzare mediante rilievi di superficie (rilevamento geomorfologico, ecc.), indagini dirette (sondaggi meccanici, ecc.) ed indirette (prospezioni geofisiche) e prove in sito (penetrometrie, ecc.) ed in laboratorio (proprietà fisico-meccaniche).

Gli elementi, così riconosciuti, permetteranno di affrontare i calcoli di progetto delle strutture di fondazione prevedendo anche i margini di sicurezza necessari per eseguire opere adeguate e per consentire il buon comportamento futuro dell'insieme manufatto-terreno.

Nella fase di progettazione geotecnica delle strutture di fondazione è indispensabile tener conto dell'intensità e della direzione delle azioni statiche e dinamiche, oltre che delle caratteristiche di resistenza dei terreni costituenti il sottosuolo e del tipo di opera da realizzare.

Ovviamente, la scelta dei coefficienti di sicurezza alla stabilità deve essere in rapporto al grado di approfondimento delle indagini conoscitive eseguite, alla qualità e destinazione della costruzione, al tipo del manufatto e di quelli immediatamente circostanti ed ai diversi fattori dell'ambiente fisico.

Tra i fattori dell'ambiente fisico che maggiormente incidono sugli aspetti strutturali delle costruzioni, sono da ricordare le sollecitazioni sismiche che, a seconda della prevedibile valutata entità, si esprimono mediante il *grado di sismicità*, parametro questo che condiziona, nelle aree a grado di sismicità diversa, le modalità costruttive e determina una serie di vincoli strutturali e geometrici.

Nel progetto occorre esporre anche le fasi e le modalità costruttive delle opere di fondazione.

Sembra importante prevedere che in corso di realizzazione delle strutture di fondazione, si debba necessariamente controllare la rispondenza tra le caratterizzazioni geologiche, geologico-tecniche e geotecniche assunte in progetto e la situazione effettivamente riscontrata durante i lavori.

Il collaudo, infine, tende a verificare sia la rispondenza delle opere eseguite alle previsioni progettuali e sia la corretta applicazione della normativa vigente; eventuali ulteriori indagini e prove, se ritenute necessarie, potranno essere effettuate nel corso del collaudo medesimo.

Per quanto riguarda l'esposizione dei dati raccolti e degli studi effettuati sui terreni di fondazione, sarà opportuno prevedere una relazione di tipo geologico-tecnico ed una di tipo geotecnico che dovranno, rispettivamente, contenere:

a - **relazione geologico-technica:** ricostruzione della successione litostratigrafica locale con definizione della distribuzione spaziale dei diversi litotipi, del loro stato di degradazione, fratturazione ed alterazione; descrizione dei lineamenti geomorfologici dell'area e della tendenza evolutiva dei processi morfogenetici in atto; caratteri strutturali ed idrogeologici essenziali; schema della circolazione idrica superficiale

e sotterranea; analisi della sismicità storica (nelle aree interessate) ed individuazione del grado di sismicità; formulazione motivata del programma di indagini da eseguire per la caratterizzazione tecnica del sottosuolo; esposizione e discussione dei risultati; quando possibile la relazione dovrà essere accompagnata da planimetrie, grafici, disegni, tabelle, ecc.;

b - **relazione geotecnica:** caratterizzazione geotecnica del sottosuolo in relazione alle finalità dell'opera da realizzare; scelta, dimensionamento e progettazione delle strutture di fondazione; verifiche delle strutture anche in relazione alle eventuali azioni indotte da sismi; fasi e modalità costruttive delle opere di fondazione; la relazione dovrà essere accompagnata da elaborati grafici idonei alla comprensione del progetto.

In linea generale le indagini devono precedere la stesura del progetto esecutivo delle opere e devono tendere a riconoscere le condizioni del sottosuolo ed a caratterizzare tecnicamente, in maniera qualitativa e quantitativa, i materiali; solo ciò consentirà di scegliere le soluzioni progettuali migliori sotto il profilo tecnico ed economico, di eseguire correttamente i calcoli di verifica e di definire gli idonei procedimenti costruttivi.

Sembra rilevante non trascurare il fatto che nella fase di esecuzione delle opere è indispensabile verificare la validità delle ipotesi poste a base delle soluzioni progettuali adottate.

Lo studio del sottosuolo deve essere esteso fino alla porzione del sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione; pertanto, l'ampiezza delle indagini deve essere proporzionata oltre che alle caratteristiche dell'opera da realizzare, anche alla complessità delle condizioni del sottosuolo.

In linea del tutto generale, si può ritenere che per ogni 100 mq di superficie coperta da costruzione è opportuno eseguire almeno un sondaggio meccanico con prelievo di un campione indisturbato ogni cinque metri di profondità, ovvero ogni qual volta vi è una variazione litologica, in modo da caratterizzare l'intera successione litostratigrafica, e altrettanti campioni disturbati; per quanto riguarda le prove in sito si ritengono sufficienti tre prove penetrometriche ogni 100 mq di superficie coperta. Sui campioni prelevati andranno eseguite le prove di laboratorio per la caratterizzazione tecnica dei materiali.

La tipologia e la profondità dei sondaggi, come il tipo e la quantità di prove di laboratorio da effettuare sui campioni prelevati, saranno suggeriti dai tecnici che seguono lo studio del sottosuolo e delle opere di fondazione. Gli stessi tecnici, in base alle caratteristiche geologiche dell'area, alla eventuale sismicità della zona, all'incidenza della costruzione sul suolo ed alla sua posizione rispetto alle costruzioni adiacenti già realizzate, potranno anche prevedere di eseguire prima indagini indirette e poi passare alla realizzazione dei sondaggi meccanici per meglio definire il terreno di fondazione.

Per i fabbricati destinati a civili abitazioni con fondazioni di tipo diretto, si ritiene valida una profondità d'indagini pari a circa due volte il valore del lato minore della costruzione da realizzare; per fondazioni di tipo profondo si ritiene che le indagini debbano approfondirsi per un valore almeno pari alla metà del lato minore della costruzione, a partire dalla estremità inferiore della fondazione stessa.

Le tecniche di indagine sono di tipo diretto (sondaggi meccanici, scavi, ecc.) e indiretto (indagini geofisiche), in sito (penetrometrie, piezometrie, ecc.) e in laboratorio (ricerca dei valori delle proprietà indici e delle caratteristiche fisico-meccaniche) meglio se su campioni indisturbati. E' opportuno segnalare che il campionamento dei materiali (dimensioni, forma, tecnologia del prelievo, ecc.) deve essere eseguito da personale tecnico specializzato su precise disposizioni dei professionisti incaricati dello studio dei terreni di fondazione.

Per una buona caratterizzazione tecnica dei materiali del sottosuolo si fornisce un elenco dei parametri più significativi ed usuali, sui quali indirizzare le ricerche: granulometria, peso specifico, peso di volume secco, peso di volume saturo, contenuto naturale d'acqua, porosità, indice dei vuoti, coefficiente di permeabilità, limite di liquidità, limite di plasticità, limite di ritiro, indice di plasticità, consolidazione, costipamento, resistenza a compressione, resistenza a taglio, penetrometria, piezometria. I risultati delle prove in sito ed in laboratorio devono sempre essere accompagnati dalle indicazioni sulle apparecchiature utilizzate e sulle modalità di esecuzione delle prove. Ovviamente, in particolari situazioni geologiche del sottosuolo (carsismo o fenomeni di dissoluzione dei gessi, ecc.) o quando siano stati effettuati scavi in sottoterraneo per il recupero di materiali utili o da costruzione, oppure quando siano manifesti fenomeni di subsidenza, appare indispensabile effettuare indagini di carattere speciale che andranno, di volta in volta, previste e realizzate.

La scelta dei mezzi d'indagine sarà effettuata in fase di progettazione delle indagini stesse e andrà verificata durante la loro esecuzione; il programma di indagini deve essere sufficientemente flessibile per consentire eventuali aggiornamenti conseguenti al progredire delle conoscenze.

Appare opportuno ribadire che la programmazione e la scelta delle indagini da eseguire e delle prove di laboratorio da effettuare dipendono principalmente dalle condizioni geomorfologico-evolutive della zona in esame e dal tipo di terreno oggetto dell'indagine, oltre che dalle caratteristiche della costruzione da realizzare e dalla distribuzione delle sollecitazioni indotte nelle immediate vicinanze. Ciò consentirà di valutare nella maniera più idonea resistenze, compressibilità, consolidazione e deformabilità dei terreni sotto l'azione del peso proprio e dei sovraccarichi trasmessi nel sottosuolo dalle strutture di fondazione, giungendo anche alla valutazione dei cedimenti e del loro decorso nel tempo, come già detto.

Al fine di garantire le idonee condizioni di efficienza e di sicurezza, in fase di realizzazione, come nelle successive fasi di utilizzazione delle opere, le strutture di fondazione devono rispondere ad alcuni requi-

siti fondamentali e tener conto di alcuni parametri dell'ambiente fisico la cui incidenza risulta determinante anche per una buona risposta delle strutture in elevazione:

- a - lo stato di tensione indotto nel terreno dalla nuova costruzione deve essere compatibile con le caratteristiche del terreno stesso;
- b - lo stato di tensione indotto nel terreno dalla nuova costruzione deve tener conto dell'influenza che l'opera in esecuzione può esercitare sulle strutture di fondazione e sulle opere in elevazione poste nelle immediate vicinanze;
- c - gli eventuali spostamenti delle strutture di fondazione devono essere compatibili con i previsti livelli di sicurezza imposti in fase di progettazione delle strutture di fondazione;
- d - condizioni di deflusso delle acque superficiali in situazioni normali e di emergenza (eventi pluviometrici eccezionali con ritorno trentennale);
- e - condizioni di deflusso delle acque sotterranee e loro relazione con le strutture di fondazione in situazioni normali e di emergenza;
- f - relazioni tra le strutture di fondazione ed in elevato e altre opere quali acquedotti, fognature, reti idriche, strade, muri di sostegno, ecc., esistenti nelle vicinanze o dei quali è prevista la costruzione;
- g - inserimento della costruzione da realizzare nel contesto geomorfologico evolutivo dell'area da utilizzare e verifica dell'incidenza della stessa sui processi morfogenetici attuali e futuri;
- h - realizzazione delle strutture di fondazione su un piano di posa posto allo stesso livello; quando ciò non è possibile le fondazioni poste a quote diverse, anche se appartenenti allo stesso fabbricato, andranno verificate singolarmente tenendo conto della reciproca influenza;
- i - fondazioni da realizzare in aree influenzate direttamente o indirettamente da fenomeni legati alla dinamica fluviale od opere marittime, entrambe soggette ad azioni di intenso scalzamento, richiedono adeguate difese e/o idonei approfondimenti;
- l - per la realizzazione di strutture di fondazione in zone sismiche, oltre alle norme prima elencate, occorre che siano dotate di collegamenti continui tra le varie parti della fondazione; dimensionate in modo da sopportare una forza assiale di trazione o di compressione pari ad un decimo del maggiore dei carichi verticali; per le fondazioni profonde su pali è indispensabile che questi, oltre ai collegamenti continui, siano provvisti di un'armatura calcolata per la relativa componente sismica

orizzontale, estesa per tutta la lunghezza del palo e collegata efficacemente alla soprastante struttura.

Le strutture di fondazione sono distinte in *fondazioni dirette* (plinti, travi, platee, ecc.) e *fondazioni profonde* (pali, pozzi, ecc.).

La fondazione diretta consiste nell'ampliamento della superficie di appoggio dell'opera in elevato, in modo da ripartire i carichi su zone più ampie di terreno (plinti o travi); aumentando in modo considerevole le dimensioni della fondazione in relazione all'entità dei carichi imposti o alle pessime caratteristiche di resistenza del terreno, si ricorre alla realizzazione di una fondazione che può ricoprire addirittura l'intera area di base della costruzione, realizzando così una platea.

Nei casi in cui è tecnicamente necessario o economicamente conveniente trasmettere i carichi e le sollecitazioni della costruzione ai terreni più resistenti a maggiori profondità o quando si ritiene di impegnare uno strato di terreno di spessore maggiore per equilibrare il sistema terreno-fondazione-opera in elevato, si ricorre alle fondazioni su pali; queste sono così definite profonde in quanto trasmettono i carichi sia lungo le superfici laterali sia alla base.

Non mancano, peraltro, casi in cui è necessario far ricorso a fondazioni speciali per opere particolari quali viadotti, serbatoi d'acqua, opere idrauliche, opere marittime, opere fluviali, ecc.

Per la realizzazione di *fondazioni dirette* è indispensabile che il piano di posa delle stesse sia realizzato al di sotto della coltre di terreno vegetale e/o della zona direttamente interessata dai fenomeni di erosione.

Nella progettazione delle fondazioni dirette è necessario determinare il *carico limite* ed i cedimenti totali e differenziali cui può essere sottoposto, nel tempo, il complesso fondazione-terreno. Il carico limite viene calcolato sulla base delle caratteristiche tecniche dei terreni costituenti il sottosuolo interessato alla rottura e delle caratteristiche geometriche della fondazione. Il *carico ammissibile* (o *carico di sicurezza*), in generale equivalente alla pressione di esercizio, è una parte del carico limite. Il coefficiente di riduzione che consente di passare dal carico limite al carico ammissibile viene definito *coefficiente di sicurezza*; tale coefficiente non deve essere inferiore a tre.

Particolarmente importante per la progettazione delle fondazioni dirette è il calcolo dei cedimenti assoluti e differenziali ed il loro andamento nel tempo. La previsione dei cedimenti è basata sulle caratteristiche di deformabilità dei terreni e delle strutture.

Nel caso in cui la costruzione fosse realizzata su pendii o in prossimità del ciglio di pendii naturali o artificiali, oltre a quanto precedentemente segnalato, deve essere verificata anche la stabilità generale del pendio nelle condizioni naturali e poi ipotizzando già realizzata la costruzione e le opere accessorie.

Le verifiche di resistenza degli elementi delle fondazioni devono tener conto delle reazioni del terreno, delle spinte dovute all'acqua e dell'influenza dei sovraccarichi direttamente applicati al terreno, combinati in modo da dar luogo al più sfavorevole stato di sollecitazione. Nelle zone sismiche occorre, inoltre, tener conto delle relative sollecitazioni.

Nell'effettuare gli scavi per la realizzazione delle opere di fondazione occorre porre attenzione a non provocare rimaneggiamenti del terreno su cui poggiare la fondazione. Prima di passare alla costruzione della fondazione è indispensabile allontanare eventuali acque stagnanti e proteggere il piano di posa con conglomerato cementizio magro.

Qualora fosse necessario deprimere il livello della falda idrica e poi eseguire gli scavi per la fondazione, è indispensabile valutare i cedimenti del terreno entro l'ambito dell'area depressa ed eseguire una verifica al sifonamento se le condizioni lo richiedono. Per scavi profondi si dovrà eseguire la verifica di stabilità anche nei riguardi della rottura di fondo.

Tra le fondazioni profonde si prendono in considerazione esclusivamente le *fondazioni su pali* in quanto più comunemente utilizzate rispetto agli altri tipi che richiedono particolari situazioni geologiche e specifiche condizioni di progettazione ed esecuzione.

Il progetto di una fondazione su pali comporta la scelta del tipo di palo e delle modalità di esecuzione, la determinazione del carico limite del singolo palo e della palificata, la verifica della compatibilità dei cedimenti della palificata in relazione alle strutture in elevazione; devono essere, altresì, valutate le eventuali variazioni delle caratteristiche del terreno e le conseguenze che l'esecuzione dei pali può produrre sulle costruzioni vicine. Infine, è da effettuare lo studio del comportamento del complesso palificata-terreno di fondazione, eventualmente anche in previsione di sollecitazioni indotte da sismi o da effetti di attrito negativo.

Per la realizzazione di fondazioni su pali vanno eseguite le indagini come prima delineato, tenendo ben presente di indagare sulla fattibilità e l'idoneità del tipo di palo previsto, in relazione alle caratteristiche dei terreni e delle acque presenti nel sottosuolo.

La determinazione del *carico limite* del complesso palo-terreno deve essere effettuata con uno o più dei seguenti procedimenti: metodi analitici per la valutazione della resistenza alla punta e lungo il fusto del palo; correlazioni basate sui risultati di prove in sito (prove penetrometriche, ecc.); sperimentazione diretta mediante prove di carico su pali.

La valutazione del carico sul singolo palo, inoltre, deve essere effettuata non tenendo conto delle strutture di collegamento direttamente poggianti sul terreno.

Il valore del *carico ammissibile* del palo singolo deve essere fissato dividendo il carico limite per un coefficiente di sicurezza pari almeno a tre. Non va trascurato che i pali devono essere anche verificati nei riguardi di eventuali sollecitazioni orizzontali.

Per la realizzazione di un gruppo di pali è opportuno che i singoli pali siano distanziati di almeno tre diametri; in tal caso il carico ammis-

sibile della palificata va calcolato tenendo conto del carico ammissibile del singolo palo, della disposizione geometrica dei singoli pali nel gruppo, del tipo di struttura di collegamento orizzontale, dei cedimenti assoluti e differenziali, di eventuali sollecitazioni di tipo sismico e della costituzione del sottosuolo.

Le prove sperimentali per la determinazione del carico limite del palo singolo devono essere spinte fino alla rottura del complesso palo-terreno. Le prove effettuate su pali del diametro inferiore ad 80 cm devono essere spinte ad almeno 1,5 volte il previsto carico verticale di esercizio.

Nelle verifiche degli elementi strutturali di collegamento tra i pali si deve tener conto delle reazioni dei singoli pali, delle eventuali spinte dovute all'acqua e dei sovraccarichi.

Nell'intento di garantire l'esecuzione delle opere a regola d'arte e le massime condizioni di sicurezza, sia durante la realizzazione che in fase di normale lavoro delle strutture di fondazione, appare indispensabile che durante le diverse operazioni siano effettuate costanti verifiche.

Tali verifiche sulle costruzioni civili, possono essere affidate ad una Commissione tecnico-consultiva permanente che valuti ed esprima parere sulla completezza ed idoneità delle indagini preventive e sulla conseguente progettazione per la realizzazione delle strutture di fondazione; alla stessa Commissione sarà affidato il collaudo delle opere medesime.

La Commissione tecnico-consultiva dovrà dipendere direttamente dal Ministero dei Lavori Pubblici e potrà essere costituita: dal Ministro dei Lavori Pubblici o da un suo rappresentante, con funzioni di Presidente; dal responsabile dell'Ente di Consulenza di Ingegneria Somala del Ministero dei Lavori Pubblici; da due funzionari del Ministero dei Lavori Pubblici, due con qualifica di Ingegnere e di Geologo; da un funzionario del Ministero della Pianificazione; da un funzionario del Ministero delle Risorse Minerarie ed Idriche; dal Preside, dal docente di Scienza delle costruzioni e da altro docente esperto in ingegneria civile (ingegneria delle costruzioni) della Facoltà di Ingegneria dell'Università Nazionale Somala; dal Direttore, dal docente di Geologia applicata e da altro docente esperto in geologia generale (rilevamento geologico, geologia stratigrafica, geologia strutturale, aereofotogeologia, ecc.) della Divisione di Geologia dell'Università Nazionale Somala; da un rappresentante degli Ingegneri liberi professionisti.

Affinché la Commissione possa operare è necessaria la presenza effettiva della metà più uno dei suoi componenti.

La Commissione formula pareri tecnici e suggerisce le opportune modifiche per rendere meglio rispondenti alla presente normativa tecnica ed alle condizioni geomorfologiche naturali, gli elaborati progettuali esibiti.

Alla Commissione è affidata la sorveglianza in fase di realizzazione ed il successivo collaudo delle strutture di fondazione, mentre i tecnici che operano sono sempre direttamente responsabili di ogni evento dannoso che avesse a verificarsi durante le fasi di indagini, di realizzazione delle strutture di fondazione e di successiva gestione delle opere in elevato.

Per prove tecniche sui materiali, come per indagini specialistiche di

tipo mineralogico, petrografico, sedimentologico, biostratigrafico, geomorfologico-evolutivo, idrogeologico, geofisico, geochimico, chimico, geologico-tecnico, geotecnico, ecc., il Ministero dei Lavori Pubblici e la Commissione tecnico-consultiva si orienteranno ad indicare agli operatori l'utilizzazione delle strumentazioni, dei laboratori e dei docenti dell'Università Nazionale Somala, quali esperti riconosciuti a livello ministeriale.

Nella stesura di questo paragrafo si è tenuto conto dei seguenti lavori, normative e scritti legislativi: A.G.I., 1982; BIAGI, 1982; CESTELLI GUIDI, 1981; COLOMBO, 1987; CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE, 1972/b; GOVERNO DELLA REPUBBLICA ITALIANA, 1981; MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI DELLA REPUBBLICA ITALIANA, 1986/a, 1986/b, 1988/a, 1988/b; TAYLOR, 1967; TERZAGHI e PECK, 1973; TESORIÈRE, 1973.

5.2. *Uso dei materiali naturali lapidei nella costruzione degli edifici in muratura*

L'utilizzazione del materiale prodotto nelle cave ove si prelevano rocce lapidee, avviene quasi esclusivamente per la costruzione di edifici, o di loro parti, in muratura.

I notevoli progressi scientifici nella ricerca teorica e sperimentale sul comportamento delle costruzioni in muratura e la realizzazione dei "marchi murari" con blocchi squadri, oltre alla realizzazione di solai in cemento armato che realizzano ad ogni piano un telaio orizzontale ben collegato alle pareti, conferiscono alle strutture murarie capacità statiche complessive che ne suggeriscono un uso sempre più diffuso con indiscussi vantaggi estetici ed economici.

Nell'intento di richiamare l'attenzione dei tecnici e degli amministratori pubblici sull'importanza e sulle possibilità offerte dall'uso dei materiali naturali litoidi, si è predisposto uno schema di normativa del settore delle costruzioni in muratura.

Con il termine *muratura* si definisce un aggregato di elementi, denominati *blocchi*, posti in opera con l'interposizione di un legante denominato *malta*; la resistenza caratteristica di una struttura muraria si può individuare tramite la resistenza a compressione dei materiali utilizzati.

Per le murature di blocchi squadri la resistenza caratteristica della muratura f_k potrà ricavarsi dalle resistenze caratteristiche dei blocchi f_b e delle malte f_m , tramite la relazione:

$$f_k = 1,2 + 0,20 (f_b + f_m) \quad [\text{kg/cm}^2]$$

dove in ogni caso deve risultare $f_k \geq 0,6 f_b$.

In assenza di determinazioni dirette la resistenza caratteristica a trazione f_{tr} potrà essere assunta, per le murature di blocchi di elementi naturali, pari ad un ventesimo della corrispondente resistenza caratteristica f_k .

La resistenza a taglio τ_k di una muratura è funzione della sollecitazione a compressione σ cui è sottoposta, così come stabilisce la legge di Mohr-Coulomb.

Quando la roccia utilizzata per ricavare i blocchi lapidei da destinare alla costruzione di murature è rappresentata da un litotipo calcareo a consistenza tenera, come accade per le costruzioni della città di Mogadiscio per le quali si impiegano quasi esclusivamente le calcareniti della scogliera fossile, e quindi le resistenze dei blocchi e delle malte si equivalgono per costituire una struttura sostanzialmente omogenea, si potrà porre:

$$\tau_k = c + \sigma \operatorname{tg} \phi \quad \tau_k = 0,2 + 0,5 \sigma \quad [\text{kg/cm}^2]$$

potendosi assumere, per la generalità dei casi, $c = 2 \text{ kg/cm}^2$ e $\phi = 27^\circ$.

Le tensioni ammissibili a compressione semplice, a pressoflessione, a trazione ed a taglio potranno essere ricavate dalle corrispondenti resistenze caratteristiche adottando un coefficiente di sicurezza pari a tre, per verifiche accurate effettuate mediante misure dirette, e pari a cinque per costruzioni di modesta entità per le quali può ritenersi sufficiente una semplice verifica delle strutture murarie alle sole azioni verticali.

Le verifiche sulle murature possono rientrare nei compiti della Commissione tecnico-consultiva prima richiamata, mentre le prove sui materiali e le valutazioni analitiche sperimentali, possono essere svolte dall'Università Nazionale Somala.

Nella stesura di questo paragrafo si è tenuto conto dei seguenti lavori e scritti legislativi: MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI DELLA REPUBBLICA ITALIANA, 1987/b; SACCHI LANDRIANI e ABDIRAHMAN H. JIBRIIL, 1984.

5.3. Resistenze caratteristiche e controlli di qualità dei conglomerati cementizi

I materiali maggiormente utilizzati nelle costruzioni civili sono rappresentati dai materiali lapidei naturali e/o artificiali, dal calcestruzzo e dalle malte di calce. Per le costruzioni industriali trovano diffuso impiego, unitamente al calcestruzzo, anche acciaio, ferro e leghe varie che

consentono la realizzazione di particolari forme e geometrie, di volta in volta rispondenti alle caratteristiche richieste dalla costruzione (silos, capannoni, angar, ecc.).

Val la pena ricordare che già negli anni passati sono state studiate (DE DONATO ed altri, 1985; DEL PIERO ed altri, 1984) soluzioni per introdurre in Somalia normative tecniche ed amministrative riguardanti le costruzioni in cemento armato, come anche sono state effettuate ricerche sui conglomerati cementizi (ABDIRAHMAN H. JIBRIIL, 1987, 1988, 1989; BLASI, 1984; SHARIF ALI, 1987).

Il calcestruzzo, rispetto alle malte di calce, viene utilizzato di norma per la realizzazione di strutture portanti di edifici a più livelli (strutture di fondazione ed elementi di collegamento orizzontale in zone sismiche, cordoli, plinti, pilastri, travi, solai, ecc.); con le malte di calce vengono realizzate, invece, le murature portanti di piccoli edifici o le murature di riempimento dei telai in calcestruzzo.

Nella confezione del calcestruzzo, che viene utilizzato per le costruzioni, l'unico elemento sottoposto a norme tecniche di produzione e di accettazione è il cemento che, di solito, viene prodotto a scala industriale e commercializzato in sacchi sigillati. Per la realizzazione delle costruzioni occorre preparare appositamente il calcestruzzo mescolando, in proporzioni diverse e con precise modalità tecniche: cemento, inerti (pietrisco o ghiaia e sabbia), acqua ed, eventualmente, additivi.

Un calcestruzzo che presenti caratteristiche tecniche e grado di sicurezza accettabili deve avere, allo stato fresco (dal momento della confezione fino alla messa in opera) e allo stato indurito (dopo il fenomeno di presa), i seguenti requisiti:

- *allo stato fresco*: la lavorabilità deve essere tale da consentire una messa in opera agevole e rapida e, quindi, un assestamento fino alla massima compattezza possibile; la coesione deve essere costante, durante il getto ed immediatamente dopo;
- *allo stato indurito*: deve offrire buoni valori di resistenza a compressione, in relazione alle specifiche caratteristiche imposte dalla costruzione; alle buone resistenze a compressione sono direttamente connesse la durata, la densità, la resistenza a trazione ed a flessione.

La garanzia che queste caratteristiche siano rispettate, nell'interesse della buona riuscita tecnica dell'opera, delle migliori condizioni di sicurezza per chi lavora e per chi dovrà utilizzare i manufatti realizzati, ed anche per evitare inutili sprechi economici, impone la corretta applicazione di una idonea normativa che indichi la scelta dei componenti e le norme tecniche di confezione del conglomerato cementizio.

I componenti del conglomerato cementizio sono costituiti da **cemento**, **inerti**, **acqua** ed **additivi**.

Il *cemento* (legante) è un prodotto inorganico che si presenta sotto forma di polvere molto fine; questa, mescolata all'acqua, forma una massa cremosa e di consistenza variabile in relazione alla qualità e quantità dell'acqua aggiunta. Il cemento a contatto con l'acqua si idrata e reagisce dando luogo a fenomeni chimico-fisici che portano alla presa e all'indurimento.

La presa è la prima fase dell'idratazione in cui gli alluminati reagiscono con l'acqua e con il gesso; quest'ultimo è sempre presente nel cemento come regolatore dei tempi di presa.

L'indurimento è la seconda fase in cui reagiscono i silicati con l'acqua di contatto.

Più il granulo di cemento è di dimensioni ridotte, più veloci sono l'idratazione e l'indurimento del conglomerato cementizio.

Se l'indurimento avviene solamente all'aria, i leganti sono chiamati *aerei*, se avviene in acqua sono chiamati *idraulici*. Tra i primi si ricordano la calce e il gesso; tra i secondi i cementi e le calce idrauliche. Queste ultime presentano una scarsissima utilizzazione, pertanto i leganti idraulici si identificano praticamente con i cementi.

Gli *inerti* (pietrisco o ghiaia e sabbia) rappresentano circa i 3/4 del volume del calcestruzzo; la loro importanza è determinante per la buona riuscita del conglomerato cementizio. Gli inerti poco resistenti danno luogo ad un calcestruzzo a bassa resistenza; le loro proprietà chimico-fisico influenzano in maniera determinante il comportamento del conglomerato cementizio. Dagli inerti, infatti, dipendono una maggiore stabilità di volume ed una maggiore resistenza al deterioramento rispetto al semplice impasto acqua-cemento. Per quanto riguarda la composizione mineralogico-petrografica della ghiaia e del pietrisco val la pena di ricordare che non tutti i tipi di rocce possono essere utilizzati; ad esempio, quelle che contengono miche sono naturalmente predisposte a sfaldarsi secondo direzioni particolari; altre possono dar luogo a reazioni chimiche con i componenti del cemento, formando gel silicei estremamente dannosi nelle fasi di presa del conglomerato. Sembra indispensabile che anche in questo settore chimico si dia avvio ad una sperimentazione con i materiali naturali della Somalia, utilizzati od utilizzabili come inerti, per individuare il loro comportamento nel calcestruzzo nell'immediato e in tempi lunghi. Questi studi possono essere effettuati prima sugli inerti e poi su sezioni sottili e sezioni lucide di calcestruzzo da analizzare al microscopio in tempi successivi per verificare eventuali attacchi sulle superfici degli inerti o modificazioni all'intorno. Tra gli effetti negativi connessi alla qualità degli inerti non si deve trascurare, oltre alle resistenze caratteristiche, anche le eccessive espansioni in fase di indurimento della miscela, queste provocano notevoli inconvenienti alle strutture.

Circa la forma, gli inerti naturali possono essere distinti in due categorie: a forma esterna tondeggiante (conseguente a processi di abrasione meccanica) o spigolosa (conseguente a frantumazione).

Considerata la loro importanza, appare indispensabile che siano ef-

fettuate sugli inerti prove di resistenza alla compressione; ciò è di difficile realizzazione per cui si ricorre ad effettuare tali prove sulla roccia da cui provengono.

Superata una prima fase di applicazione delle norme tecniche e iniziato lo studio sistematico sul comportamento dei calcestruzzi confezionati con vari tipi di inerti reperibili in Somalia, si potrà disporre di una più ampia banca dati (BLASI, 1984) per effettuare confronti validi tra gli inerti di più diffuso uso, in modo da verificare la validità delle caratteristiche dei calcestruzzi (vedi oltre) con maggiore speditezza, attraverso le normali prove di resistenza alla compressione, effettuate sui provini di calcestruzzo in tempi successivi (per i calcestruzzi normali a 7 gg ed a 28 gg dalla confezione).

In linea generale si ritiene sufficiente che la resistenza a rottura degli inerti sia dell'ordine dei 2000 kg/cm² e possa scendere ad un minimo di 800 kg/cm², in particolari condizioni geologiche dell'ammasso dal quale provengono (roccia scarsamente interessata da fenomeni di alterazione o di fratturazione, ammasso roccioso omogeneo, ecc.).

La buona qualità di un inerte, oltre che dalle resistenze meccaniche, è determinata dalla forma degli elementi, dalla scabrosità delle loro superfici esterne e dalla porosità della roccia. Inerti provenienti dalla frantumazione di rocce offrono maggiori garanzie per una migliore compenetrazione tra inerti e malta cementizia.

Nella scelta degli inerti bisogna anche tener conto delle impurità che possono modificare le aspettative di resistenza previste: impurezze capaci di intervenire nei processi di idratazione del cemento; sostanze colloidali capaci di coprire i granuli, impedendo una buona adesione tra cemento ed inerti; particelle di inerti instabili dal punto di vista dimensionale e chimico.

Le impurezze di tipo organico sono quelle che modificano i processi di idratazione; queste derivano dalla decomposizione di sostanze vegetali. La loro presenza è più frequente nelle sabbie che negli inerti grossolani.

Le sostanze capaci di rivestire, parzialmente o totalmente i granuli, e, quindi, di impedire una buona adesione tra cemento ed inerti sono rappresentate dagli elementi di tipo limo ed argilla (dimensioni inferiori a 0,02 mm, secondo la classificazione AGI); questi materiali devono essere limitatamente presenti tra gli inerti, in quanto la loro estesa superficie esterna impone una maggiore quantità d'acqua riducendo le resistenze del calcestruzzo o, a pari rapporto acqua/cemento, ne riducono la lavorabilità.

Altro inconveniente degli inerti può essere rappresentato dalla resistenza meccanica variabile di una porzione degli inerti stessi; questi possono frantumarsi, rendendo instabili le dimensioni e producendo materiale minuto che riduce l'aderenza tra granuli e legante.

Sembra utile sottolineare che in un buon calcestruzzo ogni granulo di inerte deve essere avvolto dalla pasta cementizia e che tra un granulo e l'altro non devono rimanere vuoti, o che questi siano ridotti al minimo. Ciò si ottiene dosando gli inerti secondo una appropriata analisi granulometrica

e apportando artificialmente modifiche all'assortimento. I risultati migliori, come è ovvio, si ottengono quando gli inerti presentano dimensioni assortite in modo che i granuli minori occupino gli spazi tra quelli di dimensioni maggiori. Il migliore assortimento granulometrico si ottiene con l'applicazione della curva di Fuller; in pratica, considerate le difficoltà di far coincidere la granulometria di un inerte con la curva ottimale, si fa riferimento ad un fuso granulometrico che tien conto di valori massimi e minimi entro cui l'assortimento dell'inerte può ritenersi valido. L'andamento dei fusi granulometrici è strettamente legato alle dimensioni massime dell'inerte. Val la pena di sottolineare l'importanza di attenersi scrupolosamente all'andamento dei fusi granulometrici, soprattutto per quanto riguarda il contenuto della particelle sabbiose la cui corretta percentuale determina le migliori caratteristiche del calcestruzzo.

Anche la qualità e la quantità dell'*acqua* hanno un ruolo fondamentale nella confezione del conglomerato cementizio; l'acqua deve essere sufficientemente pura e priva di sostanze organiche. Acque contenenti grassi, olii, zuccheri, detersivi, ecc., sono da vietare come anche l'acqua di mare.

Quando il calcestruzzo viene confezionato in cantiere con le caratteristiche previste dal progettista dell'opera e dopo aver effettuato i dovuti controlli agli inerti e si dosa la fluidità della massa in relazione al rapporto acqua/cemento, non si richiedono additivi. Quando, invece, la confezione del calcestruzzo avviene in luoghi distanti dalla messa in opera o si aumentano eccessivamente i quantitativi d'acqua o sono richieste speciali caratteristiche, si ricorre all'aggiunta di particolari additivi che possono rendere il calcestruzzo impermeabile, duraturo alle forti escursioni termiche, omogeneo, estremamente fluido (lavorabile) e con resistenze elevate sia alle brevi che alle lunghe stagionature. Ovviamente tutto ciò si può realizzare a condizione che gli ingredienti utilizzati per la confezione del calcestruzzo e le diverse fasi di preparazione vengano eseguite a perfetta regola d'arte, senza cioè allontanarsi dalle norme e mantenendo omogenee le qualità degli ingredienti delle miscele.

Gli additivi si distinguono in fluidificanti, superfluidificanti, acceleranti, ritardanti, areanti. Quelli che hanno maggiori applicazioni sono i superfluidificanti che consentono maggiori tempi di lavorabilità e facile costipazione nella messa in opera allo stato fluido; mentre nel calcestruzzo indurito si verificano incrementi delle resistenze, diminuzione del ritiro, migliore sopportabilità delle escursioni termiche, aumento della densità e, infine, conseguente maggiore impermeabilità delle strutture.

I moderni orientamenti delle tecniche costruttive e l'uso di materiali sempre più idonei a ridurre i costi di produzione ed i rischi di non rispondenza tra le impostazioni progettuali e le opere realizzate, hanno imposto che il calcestruzzo non venga più confezionato a dosaggio, bensì a resistenza.

Nel calcestruzzo a dosaggio l'unica indicazione fornita è la quantità

di cemento a metro cubo; tale indicazione è assolutamente insufficiente a caratterizzare un calcestruzzo, in quanto le sue resistenze non dipendono esclusivamente dalla quantità di legante, ma dal tipo e assortimento granulometrico degli inerti, dalla qualità e quantità dell'acqua, dalle modalità di confezione e dai tempi di messa in opera.

Molto più efficace ai fini della migliore qualità delle strutture da realizzare, è, invece, l'adozione di calcestruzzi con resistenze imposte dalle esigenze delle opere in progetto.

Nella richiesta di calcestruzzo e resistenza si devono indicare, per una corretta confezione rispondente alle esigenze di progetto: la resistenza caratteristica, la consistenza ed il diametro massimo dei granuli degli inerti.

Ovviamente, mancando una sufficiente ed aggiornata casistica sulla confezione dei calcestruzzi e sulle loro resistenze in relazione alla qualità e quantità di legante per metro cubo, al tipo, forma ed assortimento granulometrico degli inerti, al contenuto d'acqua e al tipo di additivi, è indispensabile che si realizzino esperienze dirette per valutare tutte le possibilità connesse alle varie situazioni di reperimento di inerti diversi, alla qualità delle acque ed al clima della Somalia. Da queste esperienze si potranno dedurre ed aggiornare periodicamente, tabelle di qualità dove saranno messi a confronto i diversi possibili tipi e dimensioni degli inerti utilizzabili in Somalia nella confezione dei conglomerati cementizi, e le classi di resistenza corrispondenti. Ciò appare indispensabile per consentire un corretto uso dei conglomerati e per garantire la corrispondenza tra i parametri previsti dal progettista e le resistenze reali offerte dagli stessi. Fermo restando che durante le diverse fasi di realizzazione dell'opera l'impresa che esegue la costruzione mantenga inalterate le condizioni e le modalità di confezione del conglomerato cementizio.

La realizzazione di tali delicate esperienze, dalle quali dipendono la sicurezza delle persone ed ingenti investimenti economici, deve essere condotta da personale esperto ed in laboratori già collaudati per prove di questo tipo; sembra opportuno che siano affidati a tali esperti la preparazione e la conservazione dei provini in ambienti idonei, nonché l'effettuazione delle prove, in modo da mantenere uniformità nelle metodologie di studio.

Esperienze di questo tipo sono state già condotte tra il 1981 ed il 1983, presso il Laboratorio di Strutture della Facoltà di Ingegneria della Università Nazionale Somala. In particolare, nel 1984 BLASI pubblicava i risultati di una ricerca sulle caratteristiche dei conglomerati cementizi in Somalia; lo studio verte principalmente sull'analisi dei calcestruzzi e dei relativi componenti, confezionati in Somalia. Nella ricerca si riferisce che gli inerti utilizzati possono provenire dalle sabbie delle dune costiere, dalla frantumazione delle calcareniti della barriera corallina fossile, dai materiali granitici delle zone interne e dai depositi di pomici a sud di Mogadiscio. Vi si mette pure in evidenza che le sabbie presentano notevoli

inconvenienti sia per gli assortimenti granulometrici e sia per l'elevato contenuto di sali; che le calcareniti sono estremamente porose e poco resistenti e che i migliori inerti, anche se scarsamente utilizzati, sono rappresentati dai materiali granitici. I risultati delle prove riportate dal BLASI, consentono di verificare che le resistenze dei conglomerati presentano valori molto variabili e, generalmente, tendenti verso i minimi. L'Autore fornisce anche indicazioni per quanto attiene gli assortimenti granulometrici di alcuni tipi di inerti, le quantità di cemento a metro cubo di impasto in relazione al tipo ed all'assortimento granulometrico degli inerti utilizzati nonché le variazioni delle resistenze dei calcestruzzi in funzione del rapporto A/C. In conclusione l'Autore segnala le scadenti qualità di alcuni componenti utilizzati nella confezione dei conglomerati cementizi e suggerisce la sperimentazione di materiali alternativi; inoltre segnala la mancanza di precise indicazioni tecniche che rappresentino punti di riferimento e costituiscano base conoscitiva per sviluppare una appropriata tecnologia nell'interesse economico e sociale del paese; infine, propone di proseguire questa sperimentazione, ritenendo ciò indispensabile per meglio inquadrare e precisare le indicazioni scaturite dai primi due anni di studio.

Le norme tecniche per l'accettazione dei conglomerati cementizi devono prevedere lo studio preliminare di qualificazione ed il controllo di accettazione. Lo studio preliminare è indispensabile per determinare, prima dell'inizio della costruzione, la qualità del conglomerato e cioè la resistenza caratteristica che dovrà risultare uguale o maggiore a quella prevista dal progettista dell'opera. Il controllo di accettazione riguarda le verifiche da effettuare sui conglomerati durante l'esecuzione dell'opera stessa.

I controlli di qualità del conglomerato si articolano in una preventiva fase di studio tendente alla determinazione della miscela idonea a garantire le resistenze caratteristiche imposte dal progettista e nella successiva verifica pratica, con esperienze di laboratorio o mediante l'analisi dei dati di una casistica di prove in precedenza eseguite, sufficientemente ampia da garantire assunzioni di responsabilità.

Ulteriori controlli di qualità del conglomerato devono essere effettuati durante l'esecuzione dell'opera per verificare che nel tempo vengano mantenute costanti le caratteristiche e le proprietà della miscela.

Sia nella prima che in questa seconda fase è indispensabile prelevare dei campioni di conglomerato da sottoporre a prove di compressione dopo 7 e 28 giorni dalla data della confezione.

Nelle fasi di studio e di definizione delle caratteristiche del conglomerato occorre prelevare un numero sufficientemente elevato di campioni per effettuare diverse prove. Nella fase di accettazione, durante l'esecuzione dell'opera, è necessario prelevare due campioni ogni 50 m³ di conglomerato utilizzato in cantiere, se l'esecuzione dell'opera richiede meno di 1000 m³ di conglomerato; nella realizzazione di costruzioni che richiedono oltre 1000 m³ di conglomerato i prelievi possono ridursi a due al giorno, con un minimo di due ogni 100 m³.

Qualora effettuate le prove di laboratorio sui provini di conglomerato prelevati in cantiere durante l'esecuzione dell'opera, non si raggiungessero i valori delle resistenze caratteristiche dichiarate e/o previste dal progettista, occorre procedere ad una nuova verifica delle condizioni statiche e se i risultati fossero negativi, si devono eseguire immediatamente idonei lavori di consolidamento delle strutture o si procede alla rapida demolizione dell'opera, prima che qualche alterazione ne provochi il crollo improvviso con conseguenze disastrose per le persone e le cose.

La corretta progettazione di una miscela di calcestruzzo si basa sulla consistenza, la resistenza caratteristica ed il diametro massimo degli inerti.

Per stabilire le caratteristiche richieste alla miscela occorre conoscere la qualità degli inerti e le loro dimensioni massime; a seconda delle dimensioni massime si sceglie il fuso granulometrico relativo, che indica il migliore assortimento granulometrico.

Nelle figure 1, 2, 3, 4 e 5 sono rappresentati i fusi granulometrici ottimali relativi ai diametri massimi degli inerti di più frequente uso, espressi in mm: D15, D20, D30, D50 e D70. Ovviamente le condizioni migliori si ottengono con assortimenti granulometrici corrispondenti alla linea mediana di ogni fuso; è bene precisare che in difformità, è indispensabile che la percentuale dei granuli di dimensioni minori si avvicini ai valori massimi indicati per i singoli fusi.

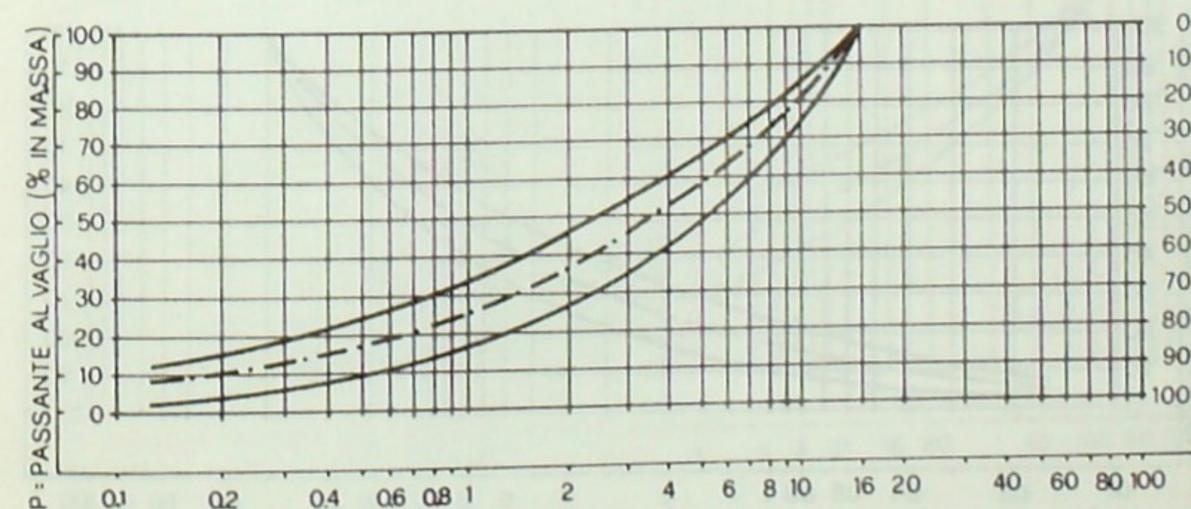


Fig. 1 - Fuso granulometrico relativo all'assortimento di inerti aventi diametro massimo di 15 mm; la curva tratteggiata centrale ne rappresenta la situazione ottimale.

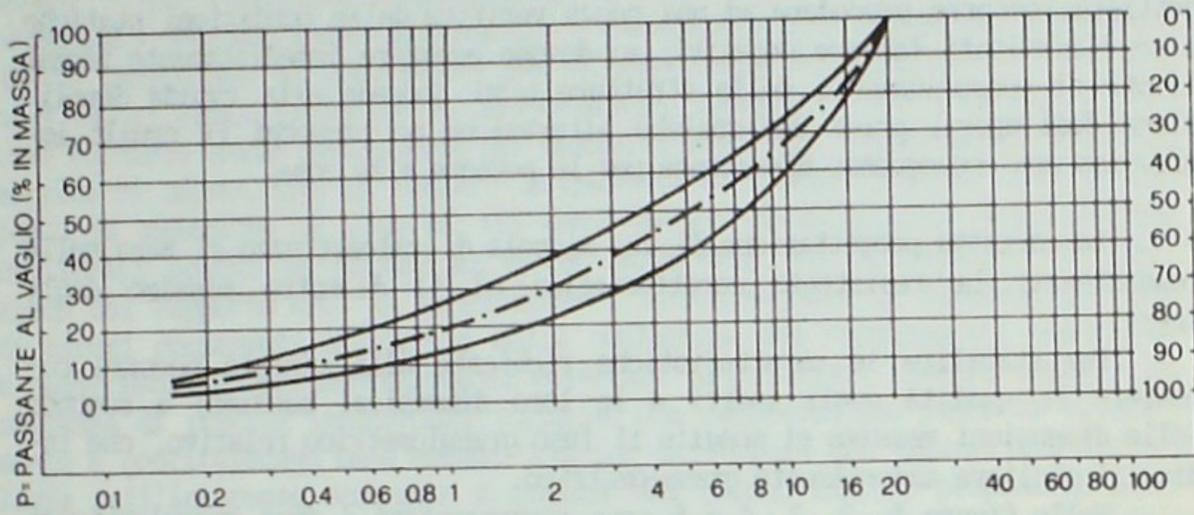


Fig. 2 - Fuso granulometrico relativo all'assortimento di inerti aventi diametro massimo di 20 mm; la curva tratteggiata centrale ne rappresenta la situazione ottimale.

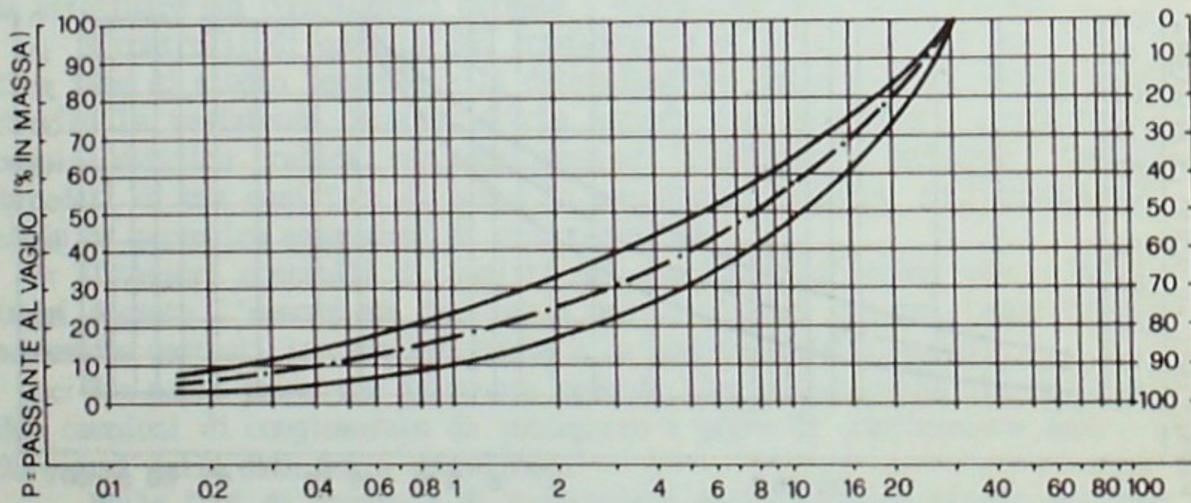


Fig. 3 - Fuso granulometrico relativo all'assortimento di inerti aventi diametro massimo di 30 mm; la curva tratteggiata centrale ne rappresenta la situazione ottimale.

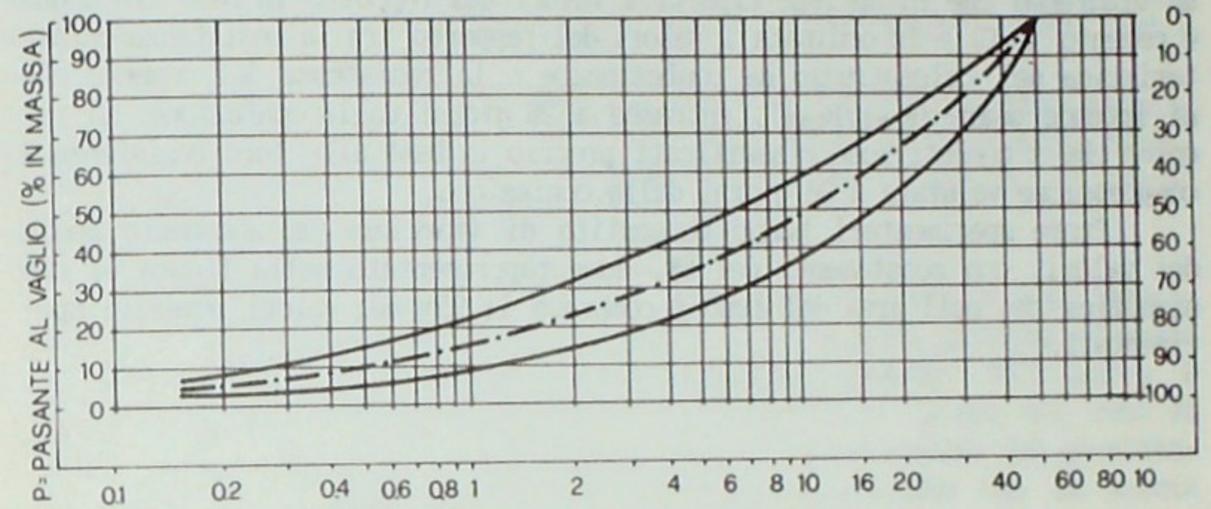


Fig. 4 - Fuso granulometrico relativo all'assortimento di inerti aventi diametro massimo di 50 mm; la curva tratteggiata centrale ne rappresenta la situazione ottimale.

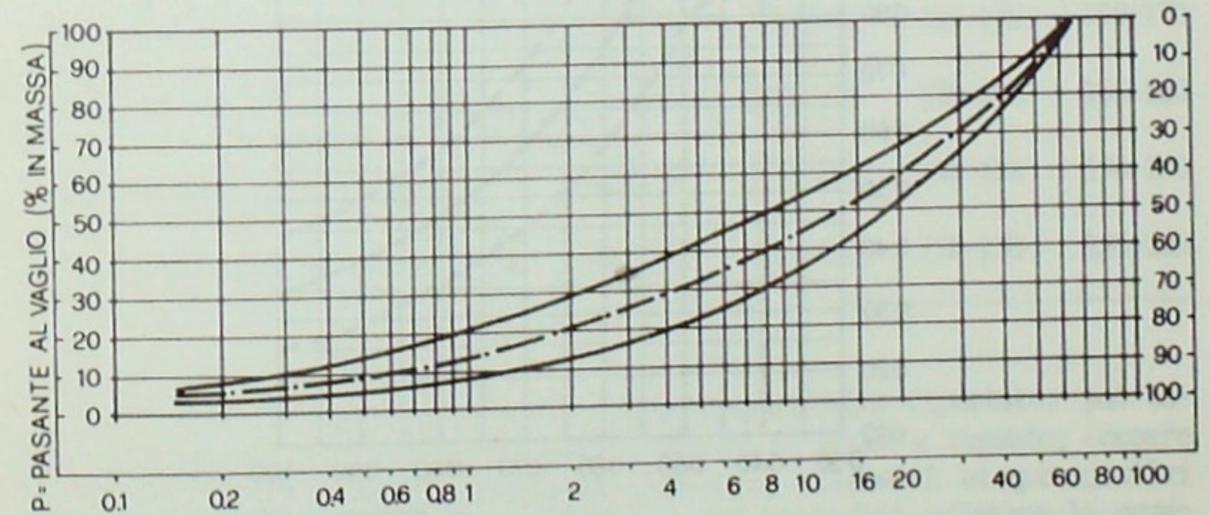


Fig. 5 - Fuso granulometrico relativo all'assortimento di inerti aventi diametro massimo di 70 mm; la curva tratteggiata centrale ne rappresenta la situazione ottimale.

Per ricercare l'idoneo dosaggio di cemento capace di conferire una certa resistenza caratteristica al conglomerato, si può ricorrere all'uso di un diagramma che in ascisse riporti i valori del rapporto in peso tra acqua e cemento (A/C) e in ordinate i valori del rapporto tra la resistenza caratteristica del calcestruzzo da confezionare e la resistenza del cemento che si intende usare (R_{cal}/R_{cem}), entrambe a 28 giorni dalla confezione. Si ricorda che i cementi sono classificati proprio in base alle loro resistenze a compressione valutata a 28 giorni dalla confezione.

Prove sperimentali hanno consentito di tracciare un andamento medio dei valori, con scostamenti del 5%, come rappresentato nella figura 6; ciò significa che nell'area del fuso è compreso il 95% dei valori numerici sperimentali.

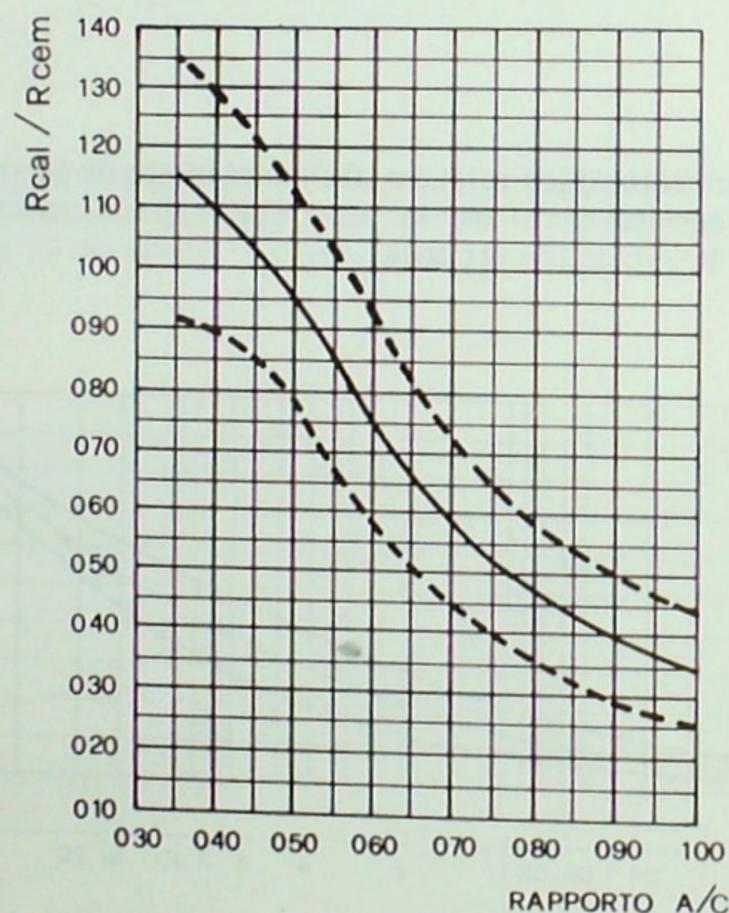


Fig. 6 - Rappresentazione delle relazioni tra il rapporto acqua/cemento (A/C) ed il rapporto tra le resistenze richieste al calcestruzzo e le resistenze effettive del cemento (R_{cal}/R_{cem}).

Volendo confezionare un calcestruzzo con resistenza caratteristica di 360 kg/cm^2 , utilizzando un cemento che abbia resistenza effettiva di 350 kg/cm^2 si ottiene un rapporto R_{cal}/R_{cem} pari a 1.03; nel diagramma di fig.6 si legge sulle ascisse un valore del rapporto acqua-cemento (A/C) pari a 0.45.

Il significato di tale rapporto è molto importante, in quanto strettamente legato alla quantità d'acqua, che, a sua volta, dipende dalle dimensioni massime dell'inerte e dal tipo di consistenza richiesta al calcestruzzo (umida, plastica, fluida, molto fluida).

La TABELLA I riporta dei valori orientativi, ottenuti su basi sperimentali in situazioni diverse, che indicano i contenuti d'acqua ottimali espressi in litri, a seconda delle dimensioni massime dell'inerte D (espresse in mm) e della consistenza del calcestruzzo (prova del cono di Abrams: slump in cm); inoltre vengono esposti un valore minimo del quantitativo d'acqua richiesto, ed un valore massimo, a seconda che la sabbia dell'inerte sia tondeggianta o a spigoli vivi (frantumata).

TABELLA I

	D15	D30	D50	D70
Cons.umida (slump 0-5)	190-220	170-185	150-175	150-170
Cons.plastica (slump 5-10)	210-230	180-195	170-185	155-180
Cons.fluida (slump 10-15)	220-240	190-210	180-195	170-190
Cons.molto fluida (slump > 15)	240-260	205-225	170-190	185-205

Il rapporto A/C, valutato 0.45 nell'esempio prima riportato, può essere determinato da valori estremamente diversi di acqua e cemento; occorre allora, in relazione alla consistenza richiesta, attenersi ai quantitativi d'acqua esposti nella precedente tabella e con quei dati valutare la quantità di cemento necessaria. In altri termini il rapporto 0.45 deve essere ottenuto considerando la quantità necessaria di acqua in relazione alle dimensioni massime dell'inerte e alla consistenza desiderata del conglomerato. Pertanto considerando un D50, con sabbie di tipo arrotondato, e una consistenza molto fluida, l'acqua indispensabile deve essere di 170/180 litri, quindi la quantità di cemento risulta essere di 378/400 kg per metro cubo di impasto.

Abbiamo visto che oltre alla progettazione del conglomerato cementizio più idoneo alle esigenze della costruzione da realizzare, occorre provvedere ai controlli in fase di produzione del calcestruzzo e di realizzazione delle opere. Tali controlli consistono nel verificare il mantenimento costante delle caratteristiche dei conglomerati cementizi; pertanto occorrono prove per le verifiche della consistenza e prove per il riconoscimento delle resistenze caratteristiche. Le prime si effettuano con il *cono di Abrams* che è un recipiente tronco conico dell'altezza di 30 cm, del diametro di base di 20 cm e del diametro in sommità di 10 cm. L'impasto da verificare viene posto in tre strati successivi nell'apparecchio (ogni strato viene costipato con 25 colpi di un tondino di ferro del diametro di 16 mm, con estremità inferiore arrotondata). Riempito il cono e costipata la miscela, l'apparecchio viene lentamente sollevato, fino a lasciare libero l'impasto. Questo senza sostegno tende ad abbassarsi rispetto alla forma originaria; la misura dell'abbassamento viene assunta come misura della consistenza e si esprime in cm.

Per quanto attiene alle misure della resistenza a compressione viene prelevata dall'impasto una quantità sufficiente a riempire e rabboccare un certo numero di contenitori cubici, le cui dimensioni dipendono dal diametro massimo degli inerti, secondo il seguente schema:

D max inerti mm	Dimensioni provini cm
10	10x10x10
15-30	15x15x15
40	20x20x20
> 40	30x30x30

Il confezionamento dei provini deve avvenire suddividendo il riempimento dei contenitori in tre strati, ognuno dei quali deve essere assestato con 25 colpi di pestello; a riempimento avvenuto occorre provocare piccole vibrazioni laterali in modo da agevolare l'assestamento e poi completare il riempimento fino all'orlo.

Per consentire la maturazione naturale i provini sono conservati in ambiente con temperatura di circa 20°C ed umidità del 90%.

La prova a compressione sui provini dopo 7 e 28 giorni di stagionatura, deve avvenire tenendo conto di esercitare la compressione su due facce del provino "contro forma", di non interporre strati di materiale deformabile tra i piatti dell'apparecchiatura di prova ed il provino, di centrare il provino sul piatto inferiore dell'apparecchiatura e di applicare il ca-

rico gradualmente, con un aumento pari a 5 ± 2 kg/cm² al secondo.

In linea generale ed in relazione alle caratteristiche di resistenza dei calcestruzzi, sembra opportuno indicare i contenuti minimi di cemento espressi in kg/m³ per classi di resistenza del calcestruzzo, secondo il seguente schema:

classi di resistenza	50 kg/cm ²	cemento in kg/m ³	150
	100		200
	150		250
	200		275
	200 >		275

Nell'uso del conglomerato cementizio per la realizzazione del calcestruzzo armato, la resistenza caratteristica non può essere in nessun caso inferiore a 150 kg/cm².

I contenuti di cemento a m³ prima riportati, devono ritenersi irrinunciabili per garantire una quantità al limite minimo di accettabilità di pasta cementizia nel calcestruzzo: infatti, con tali valori non si possono assicurare che resistenze minime.

Nell'espone le tematiche relative allo studio, alla confezione ed alle verifiche dei conglomerati cementizi, si è cercato di mettere in evidenza l'importanza di realizzare conglomerati di buona qualità, sia per garantire la costruzione di strutture idonee e rispondenti alle caratteristiche imposte dalla progettazione e sia per realizzare il massimo delle economie in termini finanziari e di risorse naturali.

La molteplicità degli aspetti tecnici trattati e la complessità degli studi di progettazione dei conglomerati, come delle verifiche di qualità durante la realizzazione delle costruzioni e le conseguenti prove di laboratorio, impongono che ci sia un organismo a ciò preposto, per conto del Ministero dei Lavori Pubblici, organismo che, disponendo di attrezzature ed esperienze specifiche, possa non solo soddisfare queste esigenze ma anche impiantare ricerche sistematiche sui materiali da costruzione, sui leganti, sugli inerti e sui conglomerati.

Anche per questo settore appare indispensabile la istituzione di una Commissione tecnico-consultiva nella quale la partecipazione dell'Università Nazionale Somala abbia un ruolo determinante, considerate le esperienze scientifiche acquisite, la preparazione del personale docente e la disponibilità di laboratori e di attrezzature idonee a compiere sia prove e servizi usuali (vedi APPENDICE B) che esperienze di maggiore impegno scientifico.

Nella stesura di questo paragrafo si è tenuto conto dei seguenti lavori e note legislative: ABDIRAHMAN H. JIBRIIL, 1987, 1988, 1989; BLASI, 1984; CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE, 1972/a; GOVERNO DELLA REPUBBLICA ITALIANA, 1965, 1968, 1972; MINISTERO DELL'INDUSTRIA DELLA REPUBBLICA ITALIANA, 1984, 1988; SHARIF ALI, 1987.

5.4. *Regolamentazione delle attività estrattive dei materiali naturali da costruzione*

Le rocce come materiali naturali da costruzione possono trovare impiego sia allo stato naturale e sia dopo aver subito trasformazioni più o meno profonde. Allo stato naturale sono utilizzate, in conci, per la costruzione di edifici o di parti di essi, per murature perimetrali, per il contenimento di scavi o di scarpate, per rivestimenti; in massi delle dimensioni dei metri cubi, vengono utilizzate per la difesa delle coste; opportunamente frantumate, poi, si usano, per esempio, anche per la costruzione delle massicciate stradali o per confezionare calcestruzzi. Nell'uso indiretto, dopo trasformazione, trovano impiego nella produzione dei laterizi, del cemento, della calce, degli intonaci.

I materiali naturali da costruzione, rientrando nelle risorse naturali non rinnovabili, possono essere depauperati dall'uomo con prelievo di grandi quantità in breve tempo, giungendo ad esaurire i giacimenti utilizzabili. Fino a qualche decennio addietro difficilmente si teneva conto delle alterazioni che si producevano all'ambiente fisico ed agli equilibri naturali (stabilità dei fronti di scavo, modificazioni nella circolazione delle acque superficiali, rapporti tra superficie libera delle falde acquifere sotterranee e superficie topografica, rapporti acque dolci-acque salate nelle aree di estrazione prossime alle zone costiere, ecc.), o della distruzione del suolo agrario o della quantità anche elevata di materiale reso inutilizzabile per consentire rapide e cospicue estrazioni. Tali modalità di sfruttamento, assolutamente indipendenti da ogni rispetto delle condizioni naturali, sono da ritenere poco incisive sull'ambiente fisico e nei riguardi dell'utilizzazione delle risorse, quando localizzate in circoscritte e limitate zone ed utilizzate da piccole comunità di individui; ormai con l'incremento cospicuo delle richieste di materiali naturali, questi fatti non possono assolutamente ritenersi accettabili, in quanto l'entità delle richieste impone che i prelievi siano massivi e sempre in condizioni economiche molto vantaggiose (per chi produce materiale da costruzione e per chi lo utilizza), anche se a scapito degli equilibri naturali e, più in generale, della comunità sulla quale in definitiva ricadono i costi sociali di recupero dell'ambiente e degli equilibri alterati.

In una prospettiva di sviluppo delle attività estrattive dei materiali naturali da costruzione, appare essenziale una regolamentazione che disciplini la ricerca e le attività di prelievo, nell'intento di conseguire un corretto uso delle risorse al fine di salvaguardare l'ambiente fisico, gli equilibri preesistenti, le bellezze naturali, il paesaggio e la superficie agraria utilizzabile. Non va trascurato il fatto che questa proposta di normativa, limitata ai materiali naturali da costruzione, possa essere estesa ed adeguata ai materiali utili per altre attività antropiche, sia sulla superficie terrestre che sui fondali marini.

Pertanto, sembra opportuno che ogni attività estrattiva sia preceduta da una idonea ricerca che metta in evidenza gli aspetti geologici, mor-

fologici, morfoevolutivi, idrogeologici e geologico-tecnici dell'area interessata dalla risorsa oltre ai caratteri tecnici specifici delle rocce da coltivare, compresa la cubatura e la geometria del giacimento da sfruttare, nonché la loro migliore utilizzazione.

Effettuata tale ricerca si potrà passare alla redazione di un progetto di estrazione del materiale che preveda il tipo di coltivazione in relazione alle caratteristiche del materiale e alla morfologia dell'area, le quantità minime e massime estraibili, i sistemi che si intende realizzare per consentire le idonee condizioni di sicurezza nelle fasi di lavorazione in cava, la regimazione delle acque superficiali, la salvaguardia delle acque sotterranee, il tutto per evitare alterazioni (ad esempio frane ed intense erosioni) lungo i fronti di scavo, per ridurre al minimo la perdita di terreno agrario e, infine, per il recupero dell'area una volta ultimate le operazioni di coltivazione del materiale utile.

La molteplicità degli aspetti tecnici connessi alla ricerca ed all'estrazione dei materiali, impone che sia istituita una Commissione tecnico-consultiva che valuti l'idoneità delle indagini preventive ed esprima parere sulla loro completezza e sulla progettazione per lo sfruttamento della risorsa ed il recupero ambientale dell'area interessata dalle escavazioni.

La Commissione tecnico-consultiva dovrà dipendere direttamente dal Ministero delle Risorse Minerarie ed Idriche e potrà essere costituita: dal Ministro delle Risorse Minerarie ed Idriche o da un suo rappresentante, con funzioni di Presidente; da quattro funzionari del Ministero delle Risorse Minerarie ed Idriche, due con qualifica di ingegnere e due con qualifica di geologo; da un funzionario del Ministero delle Finanze; da due funzionari del Ministero della Pianificazione; dal Preside e da un docente della Facoltà di Ingegneria dell'Università Nazionale Somala; dal Direttore e da tre docenti della Divisione di Geologia dell'Università Nazionale Somala.

Affinché la Commissione possa operare è necessaria la presenza effettiva della metà più uno dei suoi componenti.

La Commissione nominata dal Ministro delle Risorse Minerarie ed Idriche formula pareri tecnici di congruità e suggerisce le opportune modifiche per rendere meglio rispondenti alla presente normativa tecnica ed alle condizioni geomorfologiche naturali, gli elaborati progettuali esibiti dai richiedenti, prima di dare inizio alle attività estrattive.

La Commissione è anche tenuta ad esaminare i piani di ricerca e di indagini geologiche e geologico-tecniche, allegati alle richieste presentate al Ministero delle Risorse Minerarie ed Idriche, prima di dare inizio alle operazioni sul terreno.

Alla Commissione è affidata la sorveglianza in fase di indagini e di estrazione del materiale, mentre il richiedente è sempre direttamente responsabile di ogni evento dannoso che avesse a verificarsi durante le fasi di indagini, di estrazione e di recupero ambientale dell'area interessata dalle attività estrattive e da quelle ad esse connesse.

Infine, la Commissione, preso atto del progetto di sfruttamento della risorsa e di recupero ambientale dell'area, determina e segnala al Ministro delle Risorse Minerarie ed Idriche l'entità della tassa che il richiedente

deve versare allo Stato in relazione al tipo di materiale estratto, alla quantità ed al tempo di sfruttamento previsti. Al Ministro spetta di emettere ordinanza di pagamento con l'indicazione dell'ammontare della tassa, dei tempi di versamento e di esazione della stessa. Ai richiedenti inadempienti, potrà essere revocata l'autorizzazione.

L'autorizzazione a coltivare una cava di materiali naturali da costruzione, è rilasciata dal Ministero delle Risorse Minerarie ed Idriche su domanda dell'interessato indirizzata allo stesso Ministro. Alla domanda devono essere allegati i piani di massima relativi alle indagini che si intende svolgere per accertare le condizioni geologiche della zona e le caratteristiche geologico-tecniche dei materiali da estrarre.

Tale documentazione viene esaminata dalla Commissione tecnico-consultiva che esprime un parere motivato sull'accettazione o meno della richiesta e suggerisce le eventuali modifiche per completare la documentazione stessa. Ricevuta l'autorizzazione il richiedente può dare inizio alle indagini indicate nella richiesta ed, eventualmente, operare aggiunte o sostituzioni dandone sempre comunicazione scritta alla Commissione; questa, che ha la sorveglianza dei lavori, prende atto ed attende la esibizione della documentazione finale per esprimere il proprio parere sulla realizzabilità dell'attività estrattiva.

La Commissione nel rilasciare l'autorizzazione deve tener conto:

- a) della documentazione esibita;
- b) della rilevanza del materiale da estrarre per l'economia della regione;
- c) della idoneità del materiale in rapporto alla sua dichiarata destinazione;
- d) della tutela dell'ambiente, delle condizioni di salubrità e del paesaggio, nelle aree circostanti le attività estrattive;
- e) delle condizioni geologiche, morfologiche, morfoevolutive, idrogeologiche, con particolare riferimento alle condizioni di stabilità dell'area interessata dalle attività estrattive;
- f) della concreta possibilità di un buon recupero ambientale.

Prima che sia formalizzata l'autorizzazione, la Commissione proporrà oltre l'entità della tassa, che il richiedente dovrà versare allo Stato per estrarre il materiale naturale da costruzione, anche la cauzione che il richiedente dovrà versare per far fronte alle esigenze finali di recupero ambientale.

L'autorizzazione all'apertura di cave non potrà essere rilasciata:

- a) in aree fortemente urbanizzate;
- b) in aree di previsto sviluppo urbano;
- c) in prossimità o, comunque, nelle aree direttamente o indirettamente implicate in situazioni idrogeologiche particolari, quali sorgenti o falde acquifere sotterranee con superficie libera prossima alla superficie

topografica, in aree prossime alla costa dove esiste un accumulo di acqua dolce sostenuto dall'acqua di mare;

- d) in aree di particolare interesse paesistico e/o turistico;
- e) in zone di interesse storico;
- f) in aree protette.

La domanda per la richiesta dell'autorizzazione deve riportare:

- a) generalità ed indirizzo del richiedente;
- b) l'ubicazione della cava e l'indicazione della superficie dell'area oggetto dell'autorizzazione;
- c) l'indicazione della sostanza minerale oggetto della coltivazione;
- d) il periodo di tempo per il quale viene richiesta l'autorizzazione;
- e) i tempi previsti per la realizzazione delle indagini conoscitive e della progettazione relativa alle attività estrattive ed al recupero dell'area, ad ultimazione delle attività.

Alla domanda devono essere allegati: una relazione geologico-tecnica sintetica sulle condizioni locali, ivi compresi i caratteri e l'uso delle rocce oggetto dell'utilizzazione; una relazione sul programma delle indagini conoscitive.

In un tempo successivo, ultimata la documentazione come al precedente punto e), saranno consegnati alla Commissione i seguenti elaborati: relazione geologico-tecnica di dettaglio con particolare riferimento alle condizioni geomorfologiche ed idrogeologiche ed alle caratteristiche del giacimento; il programma dei lavori di estrazione con l'indicazione dei materiali impiegati, degli impianti, della manodopera da occupare, della produzione prevista; il progetto di massima dei lavori di sistemazione per il recupero ambientale della zona, ivi compresa la sistemazione dei residui di lavorazione e delle discariche, con l'indicazione dei tempi di attuazione e dei relativi costi presunti.

Il progetto di recupero ambientale deve prevedere: la sistemazione idrogeologica con modellazione del terreno atta ad evitare fenomeni di frana o di intensa erosione, prodotti dal ruscellamento delle acque superficiali; la protezione delle risorse idriche sotterranee da eventuali fenomeni di inquinamento; la ricostituzione dei caratteri generali del paesaggio e dell'ambiente naturale in relazione alla situazione circostante; il ripristino della copertura vegetale con specie analoghe a quelle preesistenti; la restituzione del terreno agli usi analoghi a quelli precedentemente praticati.

L'autorizzazione a dare inizio alle attività estrattive ha natura personale; cioè, non può essere ceduta a terzi. E' consentito, invece, il trasferimento o la variazione dell'intestazione, nonché la proroga dei tempi di validità dell'autorizzazione. Ciò è possibile su richiesta dell'intestatario dell'autorizzazione e su parere della Commissione tecnico-consultiva.

L'autorizzazione si estingue per scadenza dei termini stabiliti, per rinuncia ad operare, per trasferimento a terzi senza preventiva autorizzazione, per mancata osservanza di quanto stabilito dalla Commissione tecnico-

consultiva e contenuto nell'atto di autorizzazione.

La revoca immediata dell'autorizzazione si ha quando interviene una alterazione della situazione geologica e/o idrogeologica che metta a rischio la incolumità degli addetti ai lavori o di terzi, o metta in pericolo opere di pubblico interesse. La revoca viene disposta dalla Commissione tecnico-consultiva che può anche, valutate le situazioni, ritenere valido un equo indennizzo economico da utilizzare per il ripristino immediato delle situazioni alterate e per risarcimento danni.

Oltre ai compiti prima elencati, la Commissione tecnico-consultiva dovrà: studiare e sottoporre al Ministro un regolamento attuativo ivi comprese le entità e le modalità di versamento delle imposte e delle sanzioni in relazione all'ottenimento delle autorizzazioni (ricerca e sfruttamento) e alla mancata applicazione delle norme; coordinare e sovrintendere alle attività di raccolta ed elaborazione dati per realizzare il censimento delle risorse via via utilizzate. Per tale attività potranno essere coinvolte le strutture dell'Università Nazionale Somala e gli stessi componenti della Commissione che si rendessero disponibili. A chi svolgerà il lavoro potrà essere riconosciuta un'indennità prelevata dalle imposte per l'autorizzazione a condurre l'estrazione dei materiali naturali da costruzione. La Commissione, inoltre, potrebbe proporre studi di fattibilità su aree fortemente indiziate per il recupero di materiali naturali utili, addirittura promuovendo indagini conoscitive adeguate e fornendo le informazioni agli interessati per il rilascio di regolari autorizzazioni.

Per prove tecniche sui materiali, come quelle per indagini specialistiche di tipo aereofotogeologico, mineralogico, petrografico, sedimentologico, biostratigrafico, geomorfologico-evolutivo, idrogeologico, geofisico, geochimico, chimico, geologico-tecnico, geotecnico, ecc., il Ministero delle Risorse Minerarie ed Idriche e la Commissione tecnico-consultiva si orienteranno ad indicare agli operatori l'utilizzazione delle strumentazioni, dei laboratori e dei docenti dell'Università Nazionale Somala, quali esperti riconosciuti a livello ministeriale.

I metodi di lavorazione per lo sfruttamento delle rocce come materiali da costruzione sono di tipo molto vario a seconda delle condizioni geologiche, delle situazioni morfologiche, del tipo e caratteristiche litologiche e strutturali delle rocce, degli usi del materiale da prelevare. Stabilire delle norme specifiche di sfruttamento, utilizzabili nelle disparate combinazioni che si possono presentare dei fattori prima citati, appare del tutto superfluo. Nello stesso tempo è indispensabile fornire delle norme a carattere generale che riguardino principalmente le modalità da seguire nell'apertura e nello sfruttamento delle cave, nell'intento di garantire sia le massime condizioni di sicurezza circa l'incolumità fisica di chi opera e sia il rispetto dell'ambiente fisico e delle risorse naturali.

E' buona norma che la coltivazione sia condotta in modo da alterare al minimo il paesaggio evitando ampi fronti di scavo, l'accumulo indiscriminato dei materiali non utilizzabili e degli scarti di lavorazione e sia prevedendo il raccordo altimetrico delle aree coltivate con la preesistente morfologia.

Nel caso di operare in aree a morfologia movimentata e dovendo sfruttare materiali litoidi con cave i cui fronti di scavo dovessero presentare altezze eccessive, è indispensabile ampliare la base dei fronti e provvedere a gradonare i fronti stessi in modo da lavorare su ripiani subparalleli estesi e posti a diverse altezze dal piazzale di cava, collegati da vie di arroccamento che consentano il trasporto del materiale scavato e delle attrezzature di cantiere.

In queste situazioni il prelievo dei materiali può avvenire dalle pareti verticali (lato monte) dei fronti di scavo subparalleli e sovrapposti, se trattasi di isolare grossi blocchi, oppure direttamente frantumando in sede i materiali che affiorano in corrispondenza dei ripiani quando trattasi di estrarre materiale di pezzatura piccola e media, utilizzando il filo elicoidale sui fronti verticali e piccole cariche di esplosivo per frantumare in sede le rocce. In entrambe le situazioni il materiale inutilizzabile si riduce al minimo e le condizioni di sicurezza sono del tutto accettabili.

Analoghe situazioni si possono verificare in territori pianeggianti dove lo sfruttamento del materiale può avvenire con cave che partendo dalla superficie si spingono, a cielo aperto, in profondità; in questi casi valgono le stesse considerazioni prima riportate sulle modalità di prelievo dei materiali litoidi, anche se vi sono fortissime differenze per quanto riguarda il recupero delle aree utilizzate.

Per quanto attiene le cave di materiali sciolti lungo le coste o nelle valli fluviali occorre tener presente che gli equilibri naturali in tali ambienti sono estremamente delicati e che lo sfruttamento deve essere specificatamente studiato. Il prelievo dei materiali deve essere effettuato prevalentemente su piani orizzontali recuperando spessori limitati di materiale; in tal modo si producono alterazioni limitate locali che possono essere compensate naturalmente senza provocare modifiche irreversibili agli equilibri naturali.

Tali norme, sia pure a carattere generale, hanno estesa validità riferendosi a materiali da utilizzare senza alcuna trasformazione e che si presentano in una molteplicità di condizioni, offrendo all'uomo la scelta delle migliori situazioni di sfruttamento; invece, risultano meno applicabili per il recupero dei materiali che devono subire trasformazioni ed addirittura non applicabili quando trattasi di recuperare altri tipi di risorse naturali, quali minerali utili per altre attività antropiche, che si presentano concentrati in particolari zone della superficie terrestre ed in condizioni geologiche del tutto specifiche.

Val la pena di ricordare che qualunque sia la scelta della metodologia da utilizzare per le operazioni di ricerca, indagini, sfruttamento e recupero del materiale oggetto dell'autorizzazione, la responsabilità civile e penale delle operazioni ricade esclusivamente sul titolare dell'autorizzazione.

Nella stesura di questo paragrafo si è tenuto conto dei seguenti scritti e norme legislative: MARFORIO e FOLCO ZAMBELLI, 1986; REGIONE ABRUZZO, 1987; REGIONE CAMPANIA, 1985; REGIONE FRIULI-VENEZIA GIULIA, 1986; REGIONE PUGLIA, 1987.

5.5. *Norme per l'accettazione dei materiali lapidei naturali e dei blocchetti di cemento utilizzati per le costruzioni*

Una muratura è costituita da elementi lapidei naturali o da elementi resistenti artificiali, legati tra di loro tramite malta.

I materiali lapidei naturali ed i blocchetti di calcestruzzo vengono diffusamente utilizzati in Somalia per la realizzazione di murature portanti nella costruzione di edifici di uno o due piani al massimo, mentre costituiscono solo il riempimento parziale delle luci delle strutture in cemento armato. Nel primo caso le murature sono sollecitate prevalentemente da azioni verticali, nel secondo, le sollecitazioni dipendono prevalentemente da azioni orizzontali.

I materiali lapidei naturali si ricavano in genere dall'abbattimento degli ammassi rocciosi in cave a cielo aperto; le loro caratteristiche tecniche devono rispondere sia alle esigenze della costruzione, che all'azione degli agenti esogeni, in special modo se sono esposte direttamente agli agenti atmosferici o se non sono protette da intonaci.

Le rocce, a tali scopi utilizzate, non devono contenere sostanze solubili o residui organici; i blocchi lapidei non devono presentare parti alterate o facilmente asportabili o degradate o frantumate, mentre devono possedere sufficiente resistenza sia allo stato asciutto che bagnato e devono presentare buona adesività alle malte.

I singoli elementi costituenti la muratura (blocchi) devono possedere dei requisiti minimi di resistenza f_{bk} per essere utilizzati.

Tali requisiti anche se dichiarati dal conduttore della cava, devono essere verificati direttamente in fase di esecuzione delle opere, mediante il prelievo di almeno tre campioni (f_{b1} , f_{b2} , f_{b3}) per ogni fornitura di materiale di cava, da sottoporre a prove di compressione su cubetti di dieci centimetri di lato.

Ogni verifica, comprendente tre prove di laboratorio, per risultare positiva ai fini dell'utilizzazione del materiale, deve soddisfare contemporaneamente alle due seguenti condizioni, considerando che le resistenze dei tre provini siano:

$$f_{b1} < f_{b2} < f_{b3}$$

deve risultare

$$(f_{b1} + f_{b2} + f_{b3})/3 \geq 1,20 f_{bk} \quad e \quad f_{b1} \geq 0,9 f_{bk}$$

tenuto conto che f_{bm} è la media aritmetica delle resistenze dei singoli elementi f_{b1} e che f_{bk} è la resistenza caratteristica.

Per tutti gli elementi resistenti naturali utilizzati nelle murature, si considera convenzionalmente valida la relazione:

$$f_{bk} = 0.75 f_{bm}$$

Le murature formate da elementi resistenti naturali si distinguono nei seguenti tipi:

- 1) muratura di pietre non squadrate, composta con pietrame di cava grossolanamente sbizzato, posto in opera in strati irregolari sovrapposti;
- 2) muratura listata, composta da pietrame grossolanamente sbizzato, intercalato da fasce orizzontali continue di conglomerato cementizio o di due o più filari di laterizio pieno, estese a tutta la lunghezza ed a tutto lo spessore del muro;
- 3) muratura di pietra squadrata, composta con pietre di geometria regolare a forma di parallelepipedo, poste in opera in strati orizzontali regolari e sovrapposti.

Circa gli spessori, considerate le resistenze variabili offerte dai diversi tipi di murature, è indispensabile che la muratura di pietre naturali non squadrate abbia uno spessore minimo di cm 50, quella listata di cm 40 e quella di pietra squadrata di cm 24.

I blocchetti di calcestruzzo rappresentano gli elementi resistenti artificiali più diffusi in Somalia. Questi sono del tipo alleggerito cioè dotati di fori quadrati, verticali, passanti, rispetto al piano di posa in opera. Si dispongono giustapposti e sovrapposti in modo che la giunzione tra due elementi vicini capiti in mezzera dell'elemento intero sottostante (disposizione a mattonato); i vari elementi vengono connessi da malte di calce o di cemento.

Tali elementi forati presentano, di solito, una percentuale di foratura variabile tra il 45% ed il 55% rispetto all'area lorda della faccia delimitante il perimetro, con superficie media della sezione normale di un foro uguale o inferiore a 15 cm². Si ricorda che la percentuale di foratura è determinata dal rapporto tra l'area complessiva dei fori passanti e l'area lorda compresa nel perimetro del blocco, misurato sulla faccia di base.

La resistenza a rottura f_{b1} dei blocchetti in calcestruzzo è determinata dal rapporto:

$$f_{b1} = N/A$$

dove N è il carico a rottura misurato ortogonalmente alla posizione di messa in opera del blocchetto, cioè nella direzione dello sforzo assiale, ed A è l'area lorda della faccia del blocchetto giacente su detto piano.

Il valore della resistenza caratteristica dei blocchetti si calcola su un minimo di trenta provini, applicando la seguente espressione:

$$f_{bk} = f_{bm} (1 - 1.64 \delta)$$

in cui f_{bm} rappresenta la media aritmetica della resistenza f_{bi} misurata sui singoli trenta elementi, sottoposti a rottura.

Il coefficiente di variazione δ è dato dal rapporto tra lo scarto quadratico medio dei valori delle prove (s) e la media aritmetica (f_{bm}) della resistenza degli elementi sottoposti a prova:

$$\text{coefficiente di variazione } \delta = s/f_{bm}$$

$$s = \text{radice quadrata del rapporto } \Sigma(f_{bm}-f_{bi})^2/(n-1)$$

dove n è il numero delle prove effettuate.

Qualora risultasse il valore di δ maggiore di 0.2, il corrispondente valore della resistenza caratteristica dei blocchetti (f_{bk}) non sarebbe accettabile.

E' indispensabile che lo spessore minimo dei muri realizzati con blocchetti forati in calcestruzzo sia di 25 cm.

Data l'importanza di tali verifiche per la sicurezza delle opere, appare indispensabile che le valutazioni sui materiali naturali o artificiali utilizzati nelle costruzioni siano effettuate col massimo rigore e con l'adeguata competenza, in modo da garantire il necessario costante rispetto delle norme tecniche, sia direttamente in cava, sia nella preparazione degli elementi da utilizzare nelle costruzioni, nonché durante la confezione dei blocchetti artificiali e, infine, immediatamente prima della fase della loro messa in opera, per accertare che le caratteristiche del materiale che si sta impiegando rispondano ai requisiti dichiarati.

Tali verifiche potranno essere affidate al personale docente ed ai laboratori dell'Università Nazionale Somala, al fine di curare tutte le fasi del lavoro: dal prelievo dei campioni fino alla certificazione delle resistenze del materiale nei luoghi di produzione e nella messa in opera.

Nella stesura di questo paragrafo si è tenuto conto dei seguenti scritti e norme legislative: CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE, 1984; GOVERNO DELLA REPUBBLICA ITALIANA, 1939; MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI DELLA REPUBBLICA ITALIANA, 1987/a, 1987/b.

6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nel vasto panorama delle attività antropiche connesse all'uso del territorio, dell'ambiente fisico e delle risorse naturali è sembrato opportuno, per ora, soffermarsi su alcuni aspetti apparsi di maggiore interesse per la società somala.

La trattazione di ulteriori temi è stata rinviata alla impostazione e/o alla conclusione di studi, attualmente in corso presso la Divisione di Geologia e la Facoltà di Ingegneria dell'Università Nazionale Somala, riguardanti laterizi, terre refrattarie, pietrisco nelle costruzioni stradali, calci, l'ottimizzazione morfometrica degli aggregati lapidei in relazione alla tipologia litologica ed agli usi, standard di accettazione e modalità di prova dei cementi, realizzazione di servizi di controllo e certificazione tecnica sui cementi, studi sull'aderenza delle malte, ecc.

Terminata l'esposizione si ritiene utile riprendere alcune considerazioni sui singoli temi trattati, nell'intento di metterne in evidenza gli aspetti salienti per meglio definire le problematiche da affrontare a livello tecnico e normativo.

- a - Schema di normativa tecnica relativa alle indagini geologico-tecniche sui terreni e sulle rocce di fondazione, alla progettazione geotecnica, all'esecuzione ed al collaudo delle strutture di fondazione.

Considerata l'importanza degli aspetti geologici, morfologici, idrogeologici, geologico-tecnici e geotecnici per la realizzazione delle strutture di fondazione di qualsivoglia costruzione in elevato o in sotterraneo, in ambiente terrestre o marino, e tenuto conto delle funzioni che le strutture di fondazione devono svolgere nel tempo per garantire il mantenimento delle condizioni statiche di progetto, appare indispensabile che dalla impostazione delle indagini sui terreni, alla caratterizzazione del sottosuolo, alla scelta, al dimensionamento ed alla progettazione delle fondazioni, fino alla realizzazione ed al collaudo delle stesse, siano effettuati rigorosi controlli e verifiche, anche parziali, da parte di tecnici qualificati che dovranno produrre idonee certificazioni.

- b - Uso dei materiali naturali lapidei nella costruzione di edifici in muratura.

L'utilizzazione di materiali naturali lapidei nella costruzione di edifici o di parti di essi, impone che siano effettuate determinate verifiche sulle resistenze caratteristiche delle murature, intese come insieme di blocchi lapidei posti in opera con l'interposizione di malte. Per murature costituite da blocchi squadrati le verifiche possono essere effettuate mediante lo studio del comportamento del materiale lapideo.

Considerata la notevole diffusione di tali tecniche costruttive e l'uso frequente di materiale litoide informe, appare indispensabile che siano effettuate costanti verifiche in fase di progetto e di realizzazione delle opere.

c - Resistenze caratteristiche e controlli di qualità dei conglomerati cementizi.

Considerata la naturale tendenza ad un uso sempre più diffuso delle costruzioni in cemento armato nelle città costiere e, soprattutto, a Mogadiscio e tenuto conto delle complesse tematiche tecniche inerenti lo studio della più idonea composizione dei conglomerati cementizi in relazione all'opera da costruire, la confezione in cantiere e le verifiche di qualità in fase di esecuzione delle opere, si è cercato nel corso del lavoro di mettere in evidenza l'esigenza di realizzare costantemente conglomerati cementizi di buona qualità sia per garantire la costruzione di strutture durature nel tempo, staticamente idonee e rispondenti alle caratteristiche imposte dalla progettazione e sia per ottenere il massimo delle economie in termini finanziari e di risorse naturali.

Il raggiungimento di tali obiettivi sembra difficilmente perseguibile nella situazione attuale di estrema diffusione sul territorio di una miriade di cantieri, in ognuno dei quali vengono confezionati e messi in opera conglomerati cementizi senza che sia materialmente possibile effettuare alcuna verifica di qualità.

Il necessario e rapido superamento di questa fase, impone soluzioni radicali che possano garantire, uniformemente ed in maniera permanente, la qualità dei conglomerati cementizi. Ciò è realizzabile solo centralizzando la confezione del calcestruzzo in impianti specifici, dotati anche di attrezzature per la consegna e la messa in opera dei conglomerati prodotti; in tali impianti di produzione, tecnici qualificati potranno costantemente verificare le caratteristiche di qualità, studiare le migliori composizioni in relazione al tipo e qualità degli inerti ed al rapporto A/C, utilizzare gli additivi necessari nelle proporzioni dovute e garantire le consistenze idonee in relazione alle resistenze caratteristiche richieste dalla progettazione.

In tal modo i necessari controlli di qualità che dovranno essere affidati ad apposite commissioni, potranno essere realizzati partendo da una base di elementi comuni che certamente offriranno maggiori garanzie sul piano tecnico ed in termini sociali di sicurezza e di economia.

d - Regolamentazione delle attività estrattive dei materiali naturali da costruzione.

Dopo aver precisato che i materiali naturali da costruzione rientrano nelle risorse naturali non rinnovabili ed aver esposto molteplici perples-

sità sull'attuale conduzione delle attività estrattive, si suggeriscono, considerato anche l'attuale cospicuo incremento delle richieste di materiali lapidei, norme che consentano di realizzare un corretto uso delle risorse con le finalità di salvaguardare contemporaneamente le diverse componenti dell'ambiente fisico e gli equilibri naturali preesistenti.

Nello stesso tempo è da prevedere una prospettiva di sviluppo del settore, per la quale appare indispensabile effettuare ricerche su nuove localizzazioni ed anche ampliare la sperimentazione su materiali alternativi.

e - Norme per l'accettazione dei materiali lapidei naturali e dei blocchetti di cemento utilizzati nelle costruzioni.

Per quanto riguarda l'uso dei materiali naturali e dei blocchetti nelle costruzioni, si fa rilevare la estrema diffusione che negli ultimi tempi hanno avuto i blocchetti di calcestruzzo in Somalia.

La fabbricazione e la messa in opera dei blocchetti, attualmente, non devono presentare requisiti particolari. La loro utilizzazione per costruire strutture di riempimento in costruzioni in cemento armato, o muri di recinzione, o vere e proprie murature portanti o di contenimento, impone che siano effettuati controlli di qualità dei conglomerati cementizi, per individuare le appropriate miscele al fine di rendere al meglio resistenti i singoli blocchetti e, quindi, le murature. Ciò non si potrà realizzare fin quando non saranno effettuate adeguate sperimentazioni, operati gli idonei controlli e certificata la qualità dei blocchetti prima e durante la loro messa in opera.

Al termine di questa nota ed al di là degli aspetti tecnici, emerge chiaramente che la possibilità di offrire contributi conoscitivi finalizzati alla risoluzione di problematiche inerenti lo sviluppo del Paese, ha rappresentato e rappresenta, per docenti e ricercatori dell'Università Nazionale Somala, stimolo costante nell'intento di affrontare studi specifici di elevato interesse sociale, anche, in un'ottica di sempre più ampia collaborazione tra ricercatori universitari, tecnici della pubblica amministrazione e liberi professionisti.

Gli autori rivolgono un caloroso ringraziamento al Prof. Abdi Farah, Magnifico Rettore dell'Università Nazionale Somala, per il costante interessamento alle ricerche e per le proficue discussioni sia in fase d'impostazione che di svolgimento del lavoro; ringraziano, altresì, i colleghi Prof. Ernesto Abbate, Prof. Antonio Russo e Prof. Alberto Tardi che hanno avuto la cortesia di leggere criticamente il testo, offrendo preziosi suggerimenti.

BIBLIOGRAFIA

- ABBATE E., BRUNI P., FAZZUOLI M., SAGRI M., 1987 - *The Gulf of Aden continental margin of Northern Somalia: Tertiary sedimentation, rifting and drifting*. Mem. Soc. Geol. It., vol. 31, p. 131-152, Roma.
- ABDIRAHMAN DAHIR H., ABDIRISAK MOHAMED N., OMAR SHIRE Y., OSMAN MOHAMED A., 1987 - *Some geotechnical properties of the fine alluvial deposits of Shabelle river from Afgoy to Jannale (Southern Somalia)*. Intern. Meeting Geology of Somalia (GeoSom 87), Univ. Naz. Somalia, Mogadiscio. (in stampa)
- ABDIRAHMAN H. JIBRIIL, 1987 - *Confezionamento del calcestruzzo in Somalia. Rapporto A/C*. Fac. Ingegneria, Univ. Naz. Somalia, Mogadiscio. (Relazione inedita)
- ABDIRAHMAN H. JIBRIIL, 1988 - *Confezionamento del calcestruzzo in Somalia. Gli inerti*. Fac. Ingegneria, Univ. Naz. Somalia, Mogadiscio. (Relazione inedita)
- ABDIRAHMAN H. JIBRIIL, 1989 - *Confezionamento del calcestruzzo in Somalia. Il cemento*. Fac. Ingegneria, Univ. Naz. Somalia, Mogadiscio. (in preparazione)
- A.G.I., 1982 - *Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche*. Associazione Geotecnica Italiana, Roma.
- ALIETTI A., BRIGATTI M.F., POPPI L., 1986 - *Sepiolite deposits of the El-Bur, Galgudud area, Central Somalia*. Quad. Geol. Somalia, Univ. Naz. Somalia, vol. 8, p. 27-42, Mogadiscio.
- ANGELUCCI A., ABDULKADIR MOHAMED M., ROBBA E., 1985 - *A preliminar report on the quaternary sequence in the coastal area of Benadir (Central Somalia)*. Quad. Geol. Somalia, Univ. Naz. Somalia, vol. 7, p. 69-74, Mogadiscio.
- AUTORI VARI, 1987 - *Guidebook excursion A.B.C., Inter. Meeting Geology of Somalia and surrounding regions (GeoSom 87)*. Univ. Naz. Somalia, Mogadiscio.
- AZZAROLI A., 1971 - *Somalia. Geologia*. E.N.I., Encicl. Petrol. Gas Natur., vol. 8, Colombo Editore, Milano.
- BIAGI P.F., 1982 - *Sismicità della Somalia*. Quad. Geol. Somalia, Univ. Naz. Somalia, vol. 4, p. 90-97, Mogadiscio.
- BLASI C., 1984 - *Caratteristiche di conglomerati cementizi in Somalia e istruzioni per la progettazione e la esecuzione di opere in calcestruzzo armato*. Cilmi Iyo Farsamo, Univ. Naz. Somalia, vol. 11, p. 1-48, Mogadiscio.
- BOSELLINI A., 1986 - *East Africa continental margins*. Geology, vol. 14, Tulsa.
- BOSELLINI A., 1989 - *The continental margins of Somalia: their structural evolution and sequence stratigraphy*. Mem. Sc. Geol., vol. 41, Padova. (in stampa)
- BROWN L.R. ed altri, 1989 - *State of the world 1989. Rapporto sul nostro pianeta del Worldwatch Institute*. Editore ISEDI, Torino.

- CAMPONESCHI B., CANCELLIERE G., 1986 - *Bibliography on industrial rocks and non metallic minerals of Somalia*. Quad. Geol. Somalia, Univ. Naz. Somalia, vol. 8, p. 87-100, Mogadiscio.
- CANCELLIERE G., 1984 - *Industrial minerals of Somalia. 2. Sepiolite*. UN. Int. Rep. 7/84 Ministry Min. Wat. Res., Mogadiscio. (Relazione inedita)
- CANCELLIERE G., 1986 - *I minerali industriali della Somalia*. Quad. Geol. Somalia, Univ. Naz. Somalia, vol. 8, p. 101-120, Mogadiscio.
- CARBONE F., MATTEUCCI R., ARUSH M.A., 1986 - *Schema geologico della costa del Benadir tra Gesira ed El Adde (Somalia centro-meridionale)*. Quad. Geol. Somalia, Univ. Naz. Somalia, vol. 8, p. 121-132, Mogadiscio.
- CELICO P., 1986 - *Prospezioni idrogeologiche*. Liguori Editore, 2 vol. di 735 e 528 pp., Napoli.
- CESTELLI GUIDI C., 1981 - *Geotecnica e Tecnica delle Fondazioni*. Hoepli Editore, Milano.
- COCCO A., MOHAMUD M. HASSAN, 1986 - *Possibile utilizzazione, nel campo delle costruzioni civili, dei giacimenti di gesso in Somalia*. Cilmi Iyo Farsamo, Univ. Naz. Somalia, vol. 15, p. 37-45, Mogadiscio.
- COLOMBO P., 1987 - *Elementi di geotecnica*. Zanichelli, Bologna.
- CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE, 1972/a - *Norme sui misti cementati*. Norme tecniche C.N.R. - Fascicolo n. 11/1972, Roma.
- CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE, 1972/b - *Campionatura di terre e terreni*. Norme tecniche C.N.R. - Fascicolo n. 25/1972, Roma.
- CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE, 1984 - *Forma di aggregati lapidei*. Norme tecniche C.N.R. - Fascicolo n. 95/1984, Roma.
- DE DONATO O., ABDIRAHMAN H. JIBRIIL, OSMAN S. HABIB, 1985 - *Soo jeedin xeer ku saabsan dhismaha shubka ah ee dalka. (Proposta di un piano per la graduale introduzione di una normativa somala per le costruzioni in cemento armato)*. Cilmi Iyo Farsamo, Univ. Naz. Somalia, vol. 14, p. 5-16 e 17-30, Mogadiscio.
- DEL PIERO G., AHMED OMAR S., 1984 - *Aspetti tecnici ed aspetti amministrativi di una normativa sulle costruzioni in cemento armato in Somalia*. Cilmi Iyo Farsamo, Univ. Naz. Somalia, vol. 12, p. 67-78, Mogadiscio.
- DESIO A., 1973 - *Geologia applicata alla Ingegneria*. Hoepli Editore, Milano.
- FEDERICI G., VALLARIO A., 1988 - *Guida bibliografica della Somalia: Scienze Geologiche, Idraulica, Risorse Idriche*. Quad. Geol. Somalia, Univ. Naz. Somalia, vol. 10, p. 1-172, Mogadiscio.
- FOUCAULT A., RAOULT J.F., 1986 - *Dizionario di Scienze della Terra*. Ediz. italiana a cura di G. Devoto. Masson Italia Editori, 349 pp., Milano.
- FRIZZO P., 1987/a - *Metallogenic sketch of Somalia*. Intern. Meeting Geology of Somalia (GeoSom 87), Univ. Naz. Somalia, Mogadiscio. (in stampa)
- FRIZZO P., 1987/b - *Tematiche per ricerche geominerarie in Somalia*. Quad. Geol. Somalia, Univ. Naz. Somalia, vol. 9, p. 103-114, Mogadiscio.
- GOVERNO DELLA REPUBBLICA ITALIANA, 1939 - *Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione*. Regio Decreto 16 novembre 1939, Gazz. Uff. 18-4-1940, n.92 suppl., Roma.

- GOVERNO DELLA REPUBBLICA ITALIANA, 1965 - *Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici*. Legge 26 maggio 1965, n. 595. Gazz. Uff. 10-6-65, n. 143, Roma.
- GOVERNO DELLA REPUBBLICA ITALIANA, 1968 - *Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi*. Decreto Ministeriale 3 giugno 1968. Gazz. Uff. 17-7-1968, n. 180, Roma.
- GOVERNO DELLA REPUBBLICA ITALIANA, 1972 - *Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche*. Decreto Ministeriale 31 agosto 1972. Gazz. Uff. 6-11-1972, n. 287, Roma.
- GOVERNO DELLA REPUBBLICA ITALIANA, 1981 - *Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*. Decreto Ministeriale 21 gennaio 1981. Gazz. Uff. 7-2-1981, n. 37 suppl., Roma.
- GRECO N., 1989 - *Processi decisionali e tutela preventiva dell'ambiente*. Editore Franco Angeli, Milano.
- IPPOLITO F., NICOTERA P., LUCINI P., CIVITA M., DE RISO R., 1981 - *Geologia tecnica*. ISEDI, Milano.
- JOBSTRAIBIZER G., OMAR SHIRE Y., 1977 - *Il Quaternario della Somalia*. Geol. Somalia, Univ. Naz. Somala, vol. 1, p. 51-59, Mogadiscio.
- MARFORIO E., FOLCO ZAMBELLI L. (a cura di), 1986 - *Cave, piano e progetto*. Edizioni Unicopli, Milano.
- MARTINIS B., 1988 - *Geologia ambientale*. UTET, Torino.
- MASSOLI NOVELLI R., 1980 - *Il deposito ferrifero precambrico di Bur Galan*. Quad. Geol. Somalia, Univ. Naz. Somala, vol. 4, p. 44-68, Mogadiscio.
- MASSOLI NOVELLI R., AHMED HASSAN A., 1982 - *Su alcune mineralizzazioni della Somalia settentrionale*. Quad. Geol. Somalia, Univ. Naz. Somala, vol. 6, p. 243-256, Mogadiscio.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI DELLA REPUBBLICA ITALIANA, 1986/a - *Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche. Decreto Ministero Lavori Pubblici 24 gennaio 1986*. Gazz. Uff. 12-5-1986, n. 108, Roma.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI DELLA REPUBBLICA ITALIANA, 1986/b - *Decreto Ministeriale 24 gennaio 1986. Istruzioni relative alla normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica*. Circolare Ministero dei Lavori Pubblici n. 27690, Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale, 19 luglio 1986, Roma.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI DELLA REPUBBLICA ITALIANA, 1987/a - *Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento*. Decreto Ministero Lavori Pubblici 9 gennaio 1987. Gazz. Uff. 19-6-1987, n. 141 suppl., Roma.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI DELLA REPUBBLICA ITALIANA, 1987/b - *Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento*. Decreto Ministeriale 20 novembre 1987. Gazz. Uff. 5-12-1987, n. 285 suppl., Roma.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI DELLA REPUBBLICA ITALIANA, 1988/a - *Norme tec-*

- niche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*. Decreto 11 marzo 1988. Gazz. Uff. 1-6-1988 S.O., n. 127, Roma.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI DELLA REPUBBLICA ITALIANA, 1988/b - *Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*. Circolare Ministero dei Lavori Pubblici 24-9-88, n. 30483, Roma.
- MINISTERO DELL'INDUSTRIA DELLA REPUBBLICA ITALIANA, 1984 - *Modificazione al decreto ministeriale 3 giugno 1968 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi*. Decreto Ministero dell'Industria 20 novembre 1984. Gazz. Uff. 27-12-1984, n. 353, Roma.
- MINISTERO DELL'INDUSTRIA DELLA REPUBBLICA ITALIANA, 1988 - *Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi*. Decreto Ministero dell'Industria 9 marzo 1988, n. 126. Gazz. Uff. 20-4-1988, n. 92, Roma.
- MOHAMED SAID A., 1987 - *Uranium exploration in Somalia*. Intern. Meeting Geology of Somalia (GeoSom 87), Univ. Naz. Somala, Mogadiscio. (in stampa)
- OMAR SHIRE Y., 1981 - *Ricerca sui materiali alluvionali della valle dello Scebeli*. Quad. Geol. Somalia, Univ. Naz. Somala, vol. 5, p. 75-82, Mogadiscio.
- OMAR SHIRE Y., 1987 - *Attività estrattiva nella Regione del Benadir (sfruttamento delle cave e difesa dell'ambiente)*. Quad. Geol. Somalia, Univ. Naz. Somala, vol. 9, p. 173-184, Mogadiscio.
- OMAR SHIRE Y., MORTARI R., ABDURAHMAN DAHIR H., OSMAN MOHAMED A., 1987/a - *Some technical characteristics of Benadir sands*. Intern. Meeting Geology of Somalia (GeoSom 87), Univ. Naz. Somala, Mogadiscio. (in stampa)
- OMAR SHIRE Y., OSMAN MOHAMED A., 1983 - *I materiali da costruzione della zona di Mogadiscio. Osservazioni tecniche preliminari*. Quad. Geol. Somalia, Univ. Naz. Somala, vol. 7, p. 223-233, Mogadiscio.
- OMAR SHIRE Y., OSMAN MOHAMED A., ABDURAHMAN DAHIR H., 1987/b - *Building materials in the Benadir district: problems of quarry exploitation and environmental protection*. Intern. Meeting Geology of Somalia (GeoSom 87), Univ. Naz. Somala, Mogadiscio. (in stampa)
- OMAR SHIRE Y., OSMAN MOHAMED A., ABDURAHMAN DAHIR H., NUUR AHMED M., 1987/c - *Results of geotechnical analysis of the Bajiino area (Coriolei)*. Quad. Geol. Somalia, Univ. Naz. Somala, vol. 9, p. 185-198, Mogadiscio.
- OMAR SHIRE Y., VALLARIO A., 1988 - *Aspetti idrogeologici della pianificazione delle risorse idriche: un approccio ai problemi della Somalia*. Boll. Soc. Natur. in Napoli, vol. 97, 19 p., Napoli.
- OSMAN MOHAMED A., 1989 - *Caratteristiche fisico-meccaniche delle alluvioni*

- dello *Scabelli nella zona di Corioleli*. Quad. Geol. Somalia, Univ. Naz. Somalia, vol. 11, Mogadiscio. (in preparazione)
- PANIZZA M., 1988 - *Geomorfologia applicata*. La Nuova Italia Scientifica, Roma.
- PERISSOTTO A., 1978 - *Appunti di geomorfologia della Somalia*. Quad. Geol. Somalia, Univ. Naz. Somalia, vol. 2, p. 45-64, Mogadiscio.
- PICCOLI G., ROBBA E., ANGELUCCI A., 1983 - *Gli orizzonti gessiferi della Somalia*. Quad. Geol. Somalia, Univ. Naz. Somalia, vol. 7, p. 233-238, Mogadiscio.
- POZZI R., 1980 - *Lineamenti della idrogeologia della Somalia*. Quad. Geol. Somalia, Univ. Naz. Somalia, vol. 4, p. 1-43, Mogadiscio.
- PREVIATELLO P., RADINA B., SORANZO M., 1987 - *A first approach to the study of the cohesive soil of the Shabelle valley to be utilized as river embankments*. Intern. Meeting Geology of Somalia (GeoSom 87), Univ. Naz. Somalia, Mogadiscio. (in stampa)
- RACCANELLI A., MARCHESINI L., MAXAMUUD MAXAMED X., 1985 - *Impiego di gesso somalo per la produzione di gas solforosi e di cemento Portland*. Cilmi Iyo Farsamo, Univ. Naz. Somalia, vol. 14, p. 117-126, Mogadiscio.
- REGIONE ABRUZZO, 1987 - *Modifiche ed integrazioni alla legge regionale 26 luglio 1983, n. 54 (Cave e torbiere)*. Legge Regionale 9 settembre 1988, n. 48. Gazz. Uff. S.s. n. 30 dell'1-8-1987, L'Aquila.
- REGIONE CAMPANIA, 1985 - *Coltivazione di cave e torbiere*. Legge Regionale 13 dicembre 1985, n. 54. Boll. Uff. della Regione Campania, n. 72 del 24 dicembre 1985, Napoli
- REGIONE FRIULI-VENEZIA GIULIA, 1986 - *Disciplina delle attività estrattive*. Legge Regionale 18 agosto 1986, n. 35. Gazz. Uff. 3^a S.Sp. 20-9-1986, n. 37, Venezia.
- REGIONE PUGLIA, 1987 - *Modifiche ed integrazioni alla L.R. 22-5-85, n. 37, concernente "Norme per la disciplina dell'attività estrattiva"*. Legge Regionale 9 giugno 1987, n. 13. B.U.R., n. 121 suppl. dell'1-7-1987, Bari.
- RIZZO G., 1977 - *Appunti sul clima della Somalia*. Quad. Geol. Somalia, Univ. Naz. Somalia, vol. 1, p. 94-105, Mogadiscio.
- SACCHI LANDRIANI G., ABDIRAHMAN H. JIBRIL, 1984 - *Comportamento limite delle murature*. Cilmi Iyo Farsamo, Univ. Naz. Somalia, vol. 11, p. 49-70, Mogadiscio.
- SHARIF ALI M., 1987 - *Preparazione del calcestruzzo per funzioni architettoniche e l'impiego del calcestruzzo colorato*. Cilmi Iyo Farsamo, Univ. Naz. Somalia, vol. 16, p. 19-23, Mogadiscio.
- SASSI F.P., IBRAHIM HERSI A., 1981 - *Tentativo di schematizzazione dei problemi litostratigrafici e di correlazione del basamento cristallino della Somalia settentrionale*. Quad. Geol. Somalia, Univ. Naz. Somalia, vol. 5, p. 91-101, Mogadiscio.
- TAYLOR D.W., 1967 - *Foundamental of soil mechanics*. Wiley International, New York.
- TERZAGHI K., PECK R.B., 1973 - *Geotecnica*. UTET, Torino.
- TESORIERE M., 1973 - *Strade, ferrovie, aeroporti*. UTET, Torino.

GLOSSARIO DI TERMINI TECNICI

- Abrams (cono di):** per valutare la consistenza dei calcestruzzi si effettua la prova al cono di Abrams; l'entità della consistenza è valutata dall'abbassamento (in cm) dell'impasto di calcestruzzo che riempie il cono fino alla sommità quando viene tolto il sostegno prodotto dal cono stesso.
- Abrasiono marina:** erosione provocata dall'azione meccanica di detriti rocciosi trasportati dal moto ondoso verso le coste.
- Alterazione:** l'insieme delle modificazioni fisiche e chimiche subite dalle rocce ad opera degli agenti atmosferici, delle acque superficiali e sotterranee, del clima, ecc.; l'intensità di tali azioni dipende, in parte, dalla natura, composizione e fratturazione delle rocce.
- Angolo di attrito (ϕ):** angolo che la linea involuppo tangente ai cerchi di Mohr (vedi *Triassiali prove*) forma, a rottura, con l'asse delle tensioni principali (vedi *Curva limite*).
- Argilla:** sedimenti clastici a grana finissima (granuli delle dimensioni inferiori a 0,002 mm) che contengono almeno il 50% di *minerali argillosi* (vedi); sono spesso prive di stratificazione o si presentano anche sottilmente stratificate o laminate (*shale* con termine inglese); sono molto frequenti nelle formazioni sedimentarie continentali o marine; sono rocce praticamente impermeabili che svolgono un ruolo molto importante nella circolazione e nell'accumulo delle acque sotterranee, come in quella degli idrocarburi.
- Argillite:** usato spesso come sinonimo di roccia argillosa.
- Atterberg (limiti di), limiti di consistenza:** valori percentuali di umidità del materiale, convenzionalmente indicativi di un passaggio di stato (liquido, plastico, semisolido e solido); *limite di liquidità* w_L (liquido-plastico), *limite di plasticità* w_P (plastico-semisolido), *limite di ritiro* w_S (semisolido-solido). Si chiama *indice di plasticità* (I_P) la differenza tra il limite di liquidità e quello di plasticità; questo parametro definisce il campo di plasticità del materiale (vedi *Plasticità*). Si definisce *coefficiente di attività* colloidale delle argille il rapporto tra l'indice di plasticità e la percentuale di materiale con diametro inferiore a due micron. Essi sono indispensabili per conoscere la *consistenza relativa* (vedi).

Calcestruzzo o conglomerato cementizio: miscela di cemento, inerti, acqua ed, eventualmente, additivi; gli *inerti* (vedi) rivestono importanza

determinante per la confezione di un buon calcestruzzo.

Campionatore: utensile per il prelievo di campioni di terreno.

Campione indisturbato: campione che conserva la tessitura, la struttura, il contenuto d'acqua e l'eventuale consistenza propri del terreno nella sua sede.

Campione rimaneggiato: campione di un terreno che ha subito modifiche alle sue caratteristiche durante le operazioni di prelievo.

Carico limite (Q_r): il valore del carico che determina la rottura del terreno di fondazione (pressione di rottura).

Carico di sicurezza o carico ammissibile (Q_a): quota parte (1/3) del **carico limite** (vedi) del complesso fondazione-terreno, generalmente assunta quale valore da assegnare alla pressione di esercizio, ovvero alla pressione che la fondazione trasmetterà effettivamente al suo piano d'imposta; si garantisce così la sicurezza del manufatto, in quanto occorre tener conto dei fattori che possono influenzare negativamente il comportamento reattivo del terreno di fondazione, delle incertezze sui reali valori delle caratteristiche del terreno stesso, ecc.; vedi **Coefficiente di sicurezza**.

Carotaggio: prelievo di materiale, durante l'esecuzione di un sondaggio meccanico, con uno strumento chiamato carotiere; il campione così estratto si chiama carota; in un sondaggio a carotaggio continuo si prelevano in continuità campioni, in modo da osservare e studiare direttamente le rocce del sottosuolo.

Cemento: sostanza polverulenta che mescolata con acqua indurisce in un tempo variabile da qualche minuto ad alcune ore; viene utilizzato nelle costruzioni per la confezione del **calcestruzzo** (vedi); è prodotto per cottura ad alta temperatura di una miscela di calcare ed argilla.

Coefficiente di attività: vedi **Atterberg (limiti di)**.

Coefficiente di imbibizione: riferito al peso, è l'aumento percentuale di peso che la roccia subisce a seguito di prolungata immersione in acqua fino al raggiungimento del peso costante; riferito al volume, è la percentuale di volume della roccia che viene riempita di acqua a seguito di prolungata immersione fino al raggiungimento del peso costante, esso è pari al rapporto tra il volume di acqua assorbito ed il volume totale della roccia (compresi i vuoti).

Coefficiente di sicurezza: parametro numerico che consente di passare dal carico limite al carico di sicurezza o ammissibile, tenendo conto delle limitazioni connesse al campionamento dei provini, alle modalità di esecuzione delle prove in sito e/o in laboratorio, alla quantità e distribuzione delle prove eseguite, al tipo dei manufatti da realizzare, ecc.; il valore del coefficiente di sicurezza non deve in nessun caso essere inferiore a tre; su motivato giudizio del progettista dell'opera tale valore può essere aumentato fino a cinque.

Coefficiente di uniformità (C_u): vedi **Granulometria**.

Coerente: terra che presenta una resistenza alla trazione apprezzabile, mentre perde tale proprietà al crescere del contenuto in acqua (vedi **Contenuto naturale d'acqua**).

Coesione (c): ordinata della curva limite ovvero, anche, resistenza al taglio di una terra quando la componente normale è nulla.

Conglomerato cementizio: vedi **Calcestruzzo**.

Consistenza o consistenza relativa (G_r): caratteristica delle terre a grana fine, plastiche, definita dall'indice adimensionale ottenuto dal rapporto tra la differenza $w_L - w$ e I_P (vedi **Atterberg** e **Contenuto naturale d'acqua**).

Consistenza del calcestruzzo: la lavorabilità del calcestruzzo dipende dalla consistenza che conferisce una maggiore o minore fluidità all'impasto; si determina con la prova del cono di **Abrams** (vedi) e può essere umida, plastica, fluida, molto fluida.

Consolidazione: variazione di volume nel tempo, conseguente ad espulsione di fluido; in una argilla satura, considerato che il fluido circolante nei pori è incompressibile, un aumento della **pressione effettiva** (vedi) od un incremento di tensione produce un incremento della **pressione neutra** (vedi); a questo aumento della pressione neutra consegue l'allontanamento del fluido e la riduzione di volume del terreno, ovvero un cedimento lento per progressiva espulsione dell'acqua.

Contenuto naturale d'acqua (w): rapporto percentuale tra il peso dell'acqua ed il peso del materiale solido di un campione essiccato a 105°C; questa caratteristica è molto importante per le terre a grana fine.

Correlazioni stratigrafiche: ricostruzione dei rapporti laterali tra le diverse successioni stratigrafiche rinvenute nell'esecuzione di sondaggi meccanici; le correlazioni si possono basare su microfossili, su minerali caratteristici, sui caratteri litologici, ecc.

Curva di Fuller (o parabola): consente di determinare l'assortimento granulometrico ottimale di un inerte per calcestruzzo dato il diametro massimo dell'inerte: $P=100 d/D^{0.5}$, dove P è il passante in % di una frazione generica del diametro d ; D è il diametro massimo dell'inerte

Curva limite o curva involuppo: luogo dei punti le cui coordinate τ_f e σ rappresentano rispettivamente le tensioni tangenziali e normali agenti su una superficie a rottura; quando alla curva limite è possibile sostituire una retta questa è espressa, in termine di pressioni effettive, dalla relazione di Coulomb-Mohr $\tau_f = c' + \sigma' \text{tg } \phi'$.

Densità relativa o Compattatezza (D_r): è il rapporto tra le due differenze $e_{max} - e$ ed $e_{max} - e_{min}$ dove e_{max} è l'indice dei pori allo stato più sciolto, e_{min} quello allo stato più denso (secondo una norma ASTM), e è l'**indice dei pori** (vedi) allo stato attuale; la densità relativa è un indice adimensionale che viene utilizzato per i materiali a grana grossa; $D_r=1$ indica un materiale molto denso, $D_r=0$ un materiale a bassissima densità; la conoscenza della D_r è importante per risolvere problemi di cedimenti e di liquefazione di strati sabbiosi (piuttosto superficiali) sottoposti a scosse sismiche.

Denudamento: asportazione progressiva di materiali superficiali che mette a

giorno rocce più profonde.

Disgregazione: insieme dei processi che provocano o favoriscono la degradazione delle rocce; questi possono essere di tipo fisico (escursioni termiche; azione fisica dell'acqua e/o del vento, ecc.), chimico (acqua, ossigeno, anidrite carbonica, acido solforico, ecc.) o biologico.

Elasticità: caratteristica di un corpo solido di deformarsi sotto l'azione di una forza e di riprendere la forma originaria al cessare della sollecitazione.

Erosione: l'insieme dei fenomeni e dei processi che, mediante l'asportazione di materiali, modificano le forme dei rilievi.

Fango: sedimento prevalentemente costituito da particelle fini, con elevato contenuto di umidità naturale e, quindi, con consistenza estremamente bassa.

Fondazione: parte di una costruzione avente la funzione di trasmettere al terreno il peso proprio della struttura il elevato e tutti gli altri carichi permanenti ed accidentali.

Frana o Movimenti di versante: distacco e spostamento verso il basso di ammassi rocciosi o di terreno sciolto, lungo un versante; seguendo la classifica di VARNES, i movimenti franosi vengono distinti in *crolli* (esclusivamente in ammassi rocciosi), *ribaltamenti*, *scorrimenti rotazionali* e *scorrimenti traslativi*, *espansioni laterali*, *colamenti*, *frane complesse*.

Geodinamica: studio delle forze che innescano i processi geologici; si distingue una *geodinamica endogena* connessa alle forze che scaturiscono dall'interno della Terra (sismi, vulcani, ecc.) e una *geodinamica esogena* connessa alle forze che si sviluppano all'esterno della superficie terrestre (azione meccanica e chimica delle acque, escursioni termiche, ecc.).

Geomorfologia: studio descrittivo ed interpretativo delle forme del rilievo terrestre.

Ghiaia: roccia sedimentaria clastica incoerente, con elementi a spigoli più o meno vivi; il ciottolo è delle dimensioni superiori a 2 mm (class. AGI).

Grado di compattezza o compattezza: in una roccia è dato dal rapporto tra il peso di volume ed il peso specifico assoluto; il suo valore tende a 0 all'aumentare dei vuoti e diviene 1 per rocce prive di pori.

Grado di saturazione (S_r): rapporto percentuale tra il volume dell'acqua ed il volume dei vuoti.

Grado di sismicità: intensità delle azioni sismiche che caratterizzano una particolare zona; le costruzioni realizzate in aree sismiche, o dichiarate tali, devono poter resistere ad azioni verticali (solo se trattasi di edifici con strutture di grande luce), ad azioni orizzontali (schematizzate attraverso l'introduzione di due sistemi di forze orizzontali agenti non contemporaneamente secondo due direzioni ortogonali), a momenti torcenti (azioni che ad ogni livello della costruzione sono conseguenza delle forze orizzontali agenti sui piani superiori), a momenti ribaltanti (sforzi normali provocati dall'effetto ribaltante delle azioni sismiche orizzontali).

Grani o granuli: le singole parti solide di una roccia sciolta o di una terra separabili senza bisogno di esercitare frantumazione del materiale.

Granulometria, composizione granulometrica: distribuzione dei diametri dei grani che compongono una terra (ghiaia, maggiore di 2 mm; sabbia, compresa tra 2 e 0,02 mm; limo, compreso tra 0,02 e 0,002; argilla, inferiore a 0,002 mm; class. AGI); si rappresenta mediante una curva granulometrica in un diagramma similogaritmico in cui, sulle ascisse, è riportato, in scala logaritmica, il valore del diametro dei grani espresso in millimetri, e sulle ordinate, in scala generalmente aritmetica, le percentuali in peso del passante, riferite al peso totale del campione (preventivamente essiccato); da 100 mm fino a 0,074 mm (vaglio N° 200) l'analisi è di tipo meccanico (vagliatura), per dimensioni inferiori si usano metodi per sedimentazione; terre a granulometria uniforme presentano una curva granulometrica quasi verticale; il *coefficiente di uniformità (G_u)*, dato dal rapporto tra i diametri corrispondenti alle percentuali del 60 e del 10, esprime sinteticamente l'assortimento granulometrico del materiale esaminato.

Impieghi delle rocce: le rocce possono essere utilizzate allo stato naturale o dopo processi di trasformazione; gli impieghi più diffusi allo stato naturale sono costituiti da murature ordinarie e speciali, rivestimenti, coperture, pavimentazioni, elementi ornamentali, scogliere per la difesa delle coste, costruzione di moli, difese fluviali, costruzioni stradali, conglomerati bituminosi per sovrastrutture stradali, inerti per calcestruzzi, isolanti termici ed acustici, ecc.; tra gli usi dopo trasformazione si ricordano le calce (aeree, grasse, magre, idrauliche) i cementi ed i gessi da presa rapida, la fabbricazione di vetri, la confezione di laterizi e prodotti ceramici, i materiali refrattari, ecc.

Incoerente o sciolto: sedimento (terra) che allo stato secco è privo di apprezzabile resistenza alla trazione e che si disgrega sotto la minima pressione delle dita.

Indagini dirette: consentono di accertare direttamente le condizioni del suolo e/o del sottosuolo, mediante rilievi, scavi, perforazioni mecca-

niche, ecc..

Indagini indirette: indagini di tipo geofisico che mediante la risposta dei terreni e/o delle rocce, a particolari sollecitazioni (sismiche, elettriche, ecc.) o a misurazioni di alcuni parametri (accelerazione di gravità, campo magnetico, ecc.), consentono di risalire ai caratteri litologici, strutturali e talora alla conoscenza di alcune particolari caratteristiche quali resistenze meccaniche, ecc.

Indice dei vuoti (e): rapporto tra il volume dei pori esistenti in una terra ed il volume della sua parte solida.

Indice di plasticità: (vedi *Atterberg*).

Inerti: costituiti da *pietrisco* o *ghiaia* e *sabbia*, rappresentano quasi i 3/4 del volume del *calcestruzzo* (vedi); dagli inerti dipende la qualità del calcestruzzo; gli inerti migliori hanno una elevata resistenza alla rottura, superfici esterne scabrose, spigoli vivi, assortimento granulometrico secondo la *Curva del Fuller* (o *parabola*) (vedi), assenza di impurezze, di colloidali o di particelle instabili dal punto di vista della forma e delle dimensioni.

Isotropo: materiale che manifesta le stesse proprietà in tutte le direzioni.

Limite di liquidità (vedi *Atterberg*): contenuto percentuale d'acqua di una terra assunto convenzionalmente quale limite tra lo stato liquido e lo stato plastico; per contenuti d'acqua uguali o superiori il materiale si comporta come un liquido molto viscoso sino al liquido; per contenuti d'acqua inferiori si ha il passaggio allo stato plastico.

Limite di plasticità (vedi *Atterberg*): contenuto percentuale d'acqua di una terra assunto convenzionalmente come limite tra lo stato plastico e lo stato semisolido.

Limite di ritiro: (vedi *Atterberg*).

Limiti di consistenza: (vedi *Atterberg*).

Limo: sedimento clastico argilloso-siltoso a granulometria fine (compresa tra 0,02 e 0,002 mm; class. AGI) di ambiente continentale (alluvionale, lagunare, eolico) o marino (fango o melma dei fondali marini).

Minerali argillosi: fillosilicati idrati costituiti da numerosi minerali tra cui i principali sono la caolinite, l'illite, le smectiti (montmorillonite, beidellite).

Modulo di elasticità o di Young (vedi *Elasticità*): in un mezzo elastico la deformazione è direttamente proporzionale alla sollecitazione secondo la legge di Hook $\sigma/\epsilon=E$ dove σ è la sollecitazione normale unitaria, ϵ è la deformazione longitudinale unitaria ed E è la costante definita modulo di elasticità.

Morfogenesi: analisi sull'origine e l'evoluzione delle forme del rilievo terrestre.

Permeabilità: caratteristica di una roccia di lasciarsi attraversare da fluidi o gas; quando tale proprietà interessa terreni porosi si definisce primaria o in piccolo; se interessa rocce fratturate si dice secondaria (acquisita dopo i processi diagenetici) o in grande.

Peso specifico o **peso specifico reale** o **peso specifico dei grani** (t/m^3): rapporto tra il peso di una roccia senza vuoti ed il peso di un ugual volume di acqua distillata a 4°C; ovvero rapporto tra il peso delle particelle solide di una terra ed il volume totale delle particelle solide stesse; ovvero, anche, rapporto tra il peso ed il volume della parte solida di una roccia.

Peso di volume o **peso dell'unità di volume** o **peso specifico apparente** (t/m^3): peso del materiale solido e dell'acqua che, insieme, occupano un determinato volume; è dato, quindi, dal rapporto tra il peso di un campione di roccia o di terra (vuoti ed acqua compresi) ed il volume totale che esso possiede; nel caso che il materiale sia privo di acqua, il suo peso di volume corrisponde alla *Densità secca* (vedi); il peso di volume è quasi sempre inferiore al peso specifico reale od assoluto; in caso contrario trattasi di roccia priva di vuoti.

Pietrisco: materiale composto da frammenti di roccia di forma grossolanamente poliedrica, a spigoli vivi, ottenuto mediante la frantumazione artificiale; viene utilizzato quale inerte per la confezione del *conglomerato cementizio* (vedi), ecc.

Plasticità: caratteristica di un corpo di deformarsi sotto l'azione di forze applicate e di conservare permanentemente la deformazione indotta; caratteristica contraria all'*elasticità* (vedi).

Porosità: l'insieme dei vuoti esistenti all'interno di una roccia; generalmente la porosità è primaria nel senso che è rappresentata dagli spazi intergranulari presenti in una roccia sedimentaria clastica; in alcuni casi può dipendere anche da fenomeni di dissoluzione chimica (porosità secondaria); le rocce porose in particolari condizioni geologiche possono diventare rocce serbatoio per le risorse idriche sotterranee o per idrocarburi.

Porosità apparente o **efficace:** rapporto percentuale tra il volume totale dei pori comunicanti con l'esterno e il volume totale del campione.

Porosità totale: rapporto tra il volume di tutti i pori ed il volume totale di un campione; considerando che non tutti i pori sono comunicanti con l'esterno appare importante determinare il volume di quelli comunicanti con l'esterno, definito appunto *porosità apparente o efficace* (vedi).

Pozzo: scavo a sviluppo verticale, di sezione circolare, rivestito in relazione alle caratteristiche del terreno ed al diametro del foro; i pozzi vengono scavati con sistemi manuali o con attrezzi meccanici allo scopo di emungere falde idriche sotterranee o giacimenti petroliferi o di raggiungere gallerie minerarie poste a diverse quote.

Pressione effettiva: pressione che realmente si trasmette attraverso i gra-

nuli di una roccia sciolta (terra) compresi in un elemento di superficie, ortogonale all'area dell'elemento stesso.

Pressione neutra o neutrale: pressione dell'acqua e dell'aria che occupano i pori del terreno nel punto considerato; è neutra in quanto le variazioni di livello dell'acqua a pelo libero non si traducono in modificazioni della pressione effettiva, quindi non hanno influenza sulla resistenza al taglio e sui cedimenti.

Pressione totale: pressione trasmessa complessivamente dai granuli e dall'acqua; la pressione totale è la somma della pressione effettiva e di quella neutra.

Profilo stratigrafico: ricostruzione delle successioni litologiche individuate attraverso un sondaggio meccanico diretto o altro tipo di indagine.

Proprietà indici: parametri che consentono di individuare e caratterizzare una roccia sciolta (terra); sono rappresentati dalla composizione granulometrica, dai limiti di consistenza o di Atterberg (vedi), dal peso dell'unità di volume, ecc.

Prospezione geofisica: metodo indiretto di riconoscimento delle condizioni geologiche del sottosuolo o di eventuali sostanze utili alle attività antropiche; i metodi normalmente utilizzati per queste ricerche sono rappresentati dalla gravimetria, magnetismo, resistività (geoelettrica), sismica (rifrazione e riflessione), radioattività; le misure possono essere effettuate in superficie o in fori di sondaggi (diagrafie).

Resistenza alla compressione (σ_f): nelle rocce lapidee, come nelle rocce sciolte (terre), è la resistenza massima unitaria a rottura opposta alle forze che tendono a romperle per schiacciamento, in condizioni di dilatazione trasversale libera.

Resistenza a rottura (τ_f): capacità di un terreno di resistere a sforzi tangenziali; per un dato valore della sollecitazione normale essa è rappresentata dalla corrispondente ordinata della *curva limite* (vedi).

Resistenza al taglio: reazione delle rocce (o dei terreni) alle sollecitazioni che tendono a romperle; si determina, sperimentalmente, dopo aver costruito la *curva limite* (vedi); in generale tale resistenza è offerta dalla coesione e dall'attrito (vedi *Angolo di attrito*) posseduti dal materiale; in condizione di carico normale nullo, esprime soltanto la coesione della roccia.

Resistenza all'usura: proprietà secondo cui le rocce litoidi sottoposte a sfregamento reciproco o da parte di altri corpi, si usurano per distacco progressivo di particelle; si usa determinare un'usura per attrito radente, un'usura per attrito reciproco (o per rotolamento, prova di Deval) e un'usura al getto di sabbia.

Resistenza caratteristica (del calcestruzzo): è la resistenza dedotta dalle

prove a compressione, a 28 giorni dalla confezione, su provini cubici di calcestruzzo.

Rilevamento geologico: l'insieme delle operazioni che il geologo svolge in campagna per raccogliere dati geologici indispensabili per riconoscere la successione degli eventi naturali e costruire le carte geologiche.

Roccia: materiale dotato di elevata coesione anche dopo prolungato contatto con acqua.

Sabbia: sedimento clastico sciolto (incoerente) i cui granuli, per la maggior parte, hanno dimensioni comprese tra 2 e 0.02 mm (class. AGI); in prevalenza è costituita da granuli di quarzo; nella nomenclatura delle sabbie viene richiamata anche la natura dei clasti (sabbie quarzose, sabbie calcaree, ecc.) o di elementi mineralogici particolari (sabbie felspatiche, sabbie aurifere, ecc.); le sabbie fluviali presentano spesso granuli subangolosi, poco lucenti e mal classati; le sabbie marine hanno spesso granuli da subangolosi ad arrotondati, lucenti ed abbastanza ben classati; le sabbie eoliche hanno granuli delle dimensioni prevalenti di 0,5 mm, subsferici e smerigliati.

Sezione geologica: rappresentazione di situazioni geologiche del suolo e del sottosuolo in un profilo topografico; la sezione geologica si costruisce mediante rilevamenti diretti di campagna e/o con l'eventuale ausilio di ulteriori informazioni derivate da indagini geofisiche, sondaggi meccanici, ecc.

Sisma o terremoto: scossa più o meno violenta del suolo, provocata dal rilassamento di tensioni; l'origine del sisma si trova in profondità, nell'ipocentro o fuoco del sisma, mentre l'epicentro rappresenta il punto in superficie posto sulla verticale dell'ipocentro.

Sismicità: numero, frequenza ed intensità dei sismi che avvengono in una regione.

Sismologia: studio dei terremoti naturali ed artificiali, nonché della propagazione delle scosse sismiche; la Terra come mezzo elastico permette la trasmissione di onde di volume che la attraversano, e onde di superficie che si propagano in tutte le direzioni; le prime si dividono in onde P (primarie o di compressione) e onde S (secondarie o di taglio).

Sorgente: emergenza naturale di acqua alla superficie del suolo (sorgente reale); la sorgente geologica è quella che trova un motivo geologico per emergere o dare luogo alla sorgente reale; nella classificazione geologica delle sorgenti di individuano le sorgenti del limite di permeabilità (definito ed indefinito), le sorgenti per soglia di permeabilità (sovrinposta e sottoposta) e le sorgenti per affioramento della falda.

Stratigrafia: studio delle successioni dei depositi sedimentari (analisi di facies, litologie, ecc.).

Struttura del terreno: insieme delle caratteristiche macroscopiche di un

terreno (rilevabili in sede o su campioni di grandi dimensioni) quali: stratificazione, laminazione, alterazione, degradazione, fratturazione, ecc.

Suolo: formazione superficiale in posto risultante dall'alterazione di un substrato.

Superficie di rottura: luogo dei punti del terreno nel quale il valore della risultante degli sforzi tangenziali applicati supera quello delle resistenze al taglio; superficie ove più facilmente può avvenire od è avvenuto uno scorrimento (vedi *Frana*).

Tensioni: insieme delle pressioni che interessano un corpo e che tendono a deformato; una tensione ha le proprietà di un vettore; una tensione si può scomporre in due forze: una normale ad una determinata superficie ed una tangenziale alla superficie stessa.

Terra: materiale che in campioni al di fuori della sede naturale risulti dotato di scarsa o nulla coesione, dopo più o meno prolungato contatto con acqua.

Terreno: roccia o terra nella loro sede propria.

Terreno di fondazione: terreno compreso in quella porzione del sottosuolo, entro cui sono significativi, ai fini del comportamento di un manufatto, gli incrementi di tensione e le sollecitazioni di taglio indotte dalla fondazione.

Tessitura: indica le caratteristiche di forma, le dimensioni, disposizione nello spazio e lo stato di aggregazione dei costituenti di una terra o di un terreno.

Triassiali prove: costituiscono il metodo più efficace per la misura della resistenza al taglio dei materiali che rientrano nel dominio della geotecnica, in quanto è possibile simulare un terreno nelle varie condizioni di carico cui può essere soggetto, in relazione alle modalità con le quali il carico stesso viene applicato; per la loro realizzazione si utilizza una complessa apparecchiatura la cui parte principale è una cella ove le condizioni di rottura del provino sono interpretate e definite in termini di *curva inviluppo* (vedi *Curva limite*) dei cerchi di Mohr; tali cerchi sono una rappresentazione simbolica piana secondo cui ad ogni punto di un cerchio, e per un determinato stato di sollecitazione, corrisponde una coppia di valori σ (sollecitazione normale) e τ (sollecitazione tangenziale) che, a loro volta, corrispondono alle sollecitazioni su un elemento di superficie del solido, la cui orientazione, rispetto alla tensione principale minore, è la metà dell'angolo al centro del cerchio rispetto al punto considerato; possono eseguirsi prove *non consolidate e non drenate*, *consolidate drenate* e *consolidate non drenate*.

PROVE, ANALISI E SERVIZI CHE POSSONO ESSERE FORNITI DALLA UNIVERSITA' NAZIONALE SOMALA

- 01) Esame petrografico sommario
- 02) Esame petrografico macro e microscopico
- 03) Selezione e percentuale litologica dei misti granulari
- 04) Peso specifico reale, per materiali lapidei
- 05) Peso specifico apparente, per materiali lapidei
- 06) Grado di compattezza, per materiali lapidei
- 07) Coefficiente di imbibizione
- 08) Porosità
- 09) Indice dei pori
- 10) Carbonatometria, media su almeno due prove
- 11) Determinazione di calcite, dolomite, silice e minerali argillosi
- 12) Analisi granulometrica per via secca
- 13) Analisi granulometrica per sedimentazione
- 14) Esame al microscopio binoculare
- 15) Separazione sabbie di minerali
- 16) Essiccamento e disgregazione di campioni di materiale sciolto
- 17) Prelavaggio del materiale da sottoporre ad analisi granulometrica
- 18) Determinazione del contenuto d'acqua
- 19) Determinazione del peso di volume
- 20) Determinazione del peso specifico reale
- 21) Determinazione del limite di liquidità
- 22) Determinazione del limite di plasticità
- 23) Determinazione del limite di ritiro
- 24) Prova di costipamento
- 25) Prova di compressione ad espansione laterale libera
- 26) Classificazione delle terre
- 27) Prova di taglio diretto
- 28) Prova triassiale su provino indisturbato
- 29) Prova edometrica su provino indisturbato
- 30) Determinazione del coefficiente di permeabilità
- 31) Prova penetrometrica dinamica
- 32) Indagine geoelettrica
- 33) Indagine sismica a rifrazione
- 34) Resistenza alla compressione su cubetti di rocce lapidee
- 35) Preparazione dei cubetti per le prove di compressione
- 36) Resistenza alla compressione su provini di calcestruzzo
- 37) Preparazione e stagionatura dei cubetti di calcestruzzo
- 38) Analisi granulometriche di inerti per conglomerato cementizio
- 39) Determinazione della consistenza dei calcestruzzi con cono di Abrams

- 40) Prove di trazione su materiali ferrosi
- 41) Analisi chimiche delle acque
- 42) Analisi chimiche di materiali da costruzione
- 43) Misure di portate liquide con mulinello
- 44) Misure della conduttività dell'acqua
- 45) Misure della portata di sorgenti
- 46) Misure dei livelli statici e dinamici di pozzi per acqua
- 47) Fotografie di campioni macroscopici
- 48) Microfotografie di preparati microscopici di rocce, terre o calcestruzzi
- 49) Documentazione fotografica delle prove eseguite
- 50) Rilevamenti topografici
- 51) Rilevamenti geologici, morfologici, idrogeologici, strutturali, ecc.
- 52) Redazione di cartografia tematica geologica e geologico-tecnica
- 53) Elaborazione dati
- 54) Ricerche bibliografiche

I N D I C E

SOMMARIO	p. 1
ABSTRACT	p. 2
NUXUR	p. 2
1. AMBIENTE FISICO E TERRITORIO	p. 4
2. DINAMICA EVOLUTIVA DELLA SUPERFICIE TERRESTRE	p. 5
3. RISORSE NATURALI	p. 6
4. AMBIENTE FISICO E RISORSE NATURALI DEL TERRITORIO SOMALO	p. 8
5. PROPOSTE DI NORMATIVA TECNICA	p. 11
5.1. <i>Schema di normativa tecnica relativa alle indagini geologico-tecniche sui terreni e sulle rocce di fondazione, alla progettazione geotecnica, all'esecuzione ed al collaudo delle strutture di fondazione</i>	p. 13
5.2. <i>Uso dei materiali naturali lapidei nella costruzione di edifici in muratura</i>	p. 21
5.3. <i>Resistenze caratteristiche e controlli di qualità dei conglomerati cementizi</i>	p. 22
5.4. <i>Regolamentazione delle attività estrattive dei materiali naturali da costruzione</i>	p. 36
5.5. <i>Norme per l'accettazione dei materiali lapidei naturali e dei blocchetti di calcestruzzo utilizzati per le costruzioni</i>	p. 42
6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	p. 45
BIBLIOGRAFIA	p. 48
APPENDICE A: GLOSSARIO DI TERMINI TECNICI	p. 53
APPENDICE B: PROVE, ANALISI E SERVIZI CHE POSSONO ESSERE FORNITI DALL'UNIVERSITA' NAZIONALE SOMALA	p. 63

1. INTRODUZIONE

2. LA STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLA SOCIETA'

3. LA STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLA SOCIETA'

4. LA STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLA SOCIETA'

5. LA STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLA SOCIETA'

6. LA STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLA SOCIETA'

7. LA STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLA SOCIETA'

8. LA STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLA SOCIETA'

9. LA STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLA SOCIETA'

10. LA STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLA SOCIETA'

11. LA STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLA SOCIETA'

12. LA STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLA SOCIETA'

13. LA STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLA SOCIETA'

14. LA STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLA SOCIETA'

15. LA STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLA SOCIETA'

16. LA STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLA SOCIETA'

17. LA STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLA SOCIETA'

18. LA STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLA SOCIETA'

19. LA STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLA SOCIETA'

20. LA STRUTTURA ORGANIZZATIVA DELLA SOCIETA'