

Fig. 6.

sto; non è, però, possibile, nella maggior parte dei casi, indicare procedimenti che consentano di ricavare dei valori attendibili di tali grandezze;

3) fattore di smorzamento del terreno: anche in questo caso, mentre è possibile dire che esso dipende dalle caratteristiche reologiche del terreno stesso non possono darsi delle espressioni quantitative.

Note tali caratteristiche, sarà possibile, con l'impiego di calcolatori analogici o digitali, determinare la risposta della struttura nel suo complesso e ricavare l'entità delle forze agenti per effetto di un terremoto.

(Franco Esu)

Notizie sulla diga di Mattmark.

Swiss National Committee on Large Dams: *Concrete and Earth dams in Switzerland today.*

La diga in materiali sciolti di Mattmark, con nucleo in terra inclinato a monte e rinfianco di valle in rock-fill, possiede le seguenti dimensioni caratteristiche fondamentali:

Altezza	120 m
Lunghezza al coronamento	770 m
Volume del rilevato	$10,4 \times 10^6 \text{ m}^3$
Volume del nucleo	$3,5 \times 10^6 \text{ m}^3$
Volume del rock-fill	$5,3 \times 10^6 \text{ m}^3$
Capacità di invaso	$100 \times 10^6 \text{ m}^3$

Il rilevato appoggia nella parte più depressa della vallata su un potente banco alluvionale, mentre più in alto le sponde sono costituite da formazioni lapidee in posto; una morena laterale del ghiacciaio dell'Allalin, che dalla spalla sinistra raggiunge il fondovalle proprio in corrispondenza della diga, è inoltre incorporata nella zona di valle della diga.

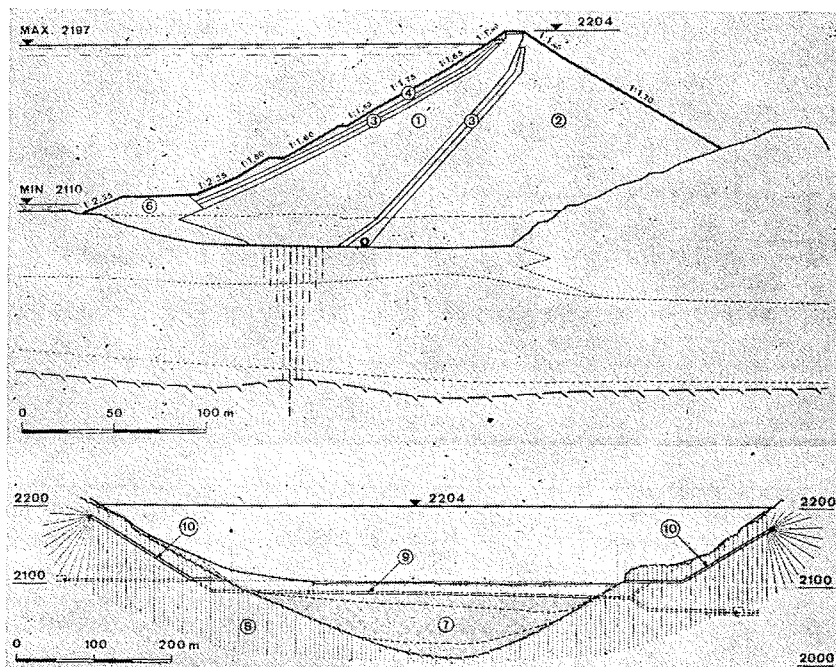
La costruzione del rilevato rappresenta un significativo esempio dell'integrale utilizzazione di un materiale naturale, poiché sia il nucleo che il rock-

fill provengono dalla medesima formazione morenica, differendo soltanto per le dimensioni massime degli elementi e per la diversa tecnica di posa in opera.

Il materiale da nucleo possiede dimensioni massime di 120 mm e presenta mediamente il 14 % di passante a 0,1 mm. Questo materiale, bene assortito sotto il profilo granulometrico e pressoché privo di coesione, è stato disposto a strati di 20 cm e compattato con un rullo gommato del peso di 80 ton. Il coefficiente di permeabilità è risultato dell'ordine di 10^{-5} cm/sec.

Tali sforzi sono stati evidenziati dalla formazione di fessure di distacco profonde alcuni metri; tuttavia, grazie all'ottimo assortimento naturale delle terre da nucleo il cui contenuto in fini conferisce all'ammasso una sia pur ridotta plasticità, tali fessure si sono automaticamente e rapidamente richiuse. La fondazione è stata trattata con iniezioni profonde di miscele di cemento e silicati, raggiungendo una riduzione del coefficiente di permeabilità a valori dell'ordine di $0,5 \cdot 10^{-4}$ cm/sec, in zone ove originariamente esso era di $10^{-1} \div 10^{-3}$ cm/sec.

(Antonio Chiari)



Sezione tipo e profilo longitudinale della diga di Mattmark. 1: nucleo - 2: rinfianco - 3: filtri - 4: rip-rap - 6: ricarica - 7: schermo di iniezioni nelle alluvioni - 8: schermo di iniezioni in roccia - 9: galleria di drenaggio - 10: galleria di iniezione.

Gli elementi di maggiori dimensioni (120 ÷ 800 mm) provenienti dallo scarico delle terre da nucleo sono stati addizionati al materiale morenico toutenant per l'ottenimento del rock-fill. Quest'ultimo, scaricato alla rinfusa in strati da 1,5 m e non sottoposto a particolare costipamento, presenta cedimenti alquanto notevoli, stimati nel 5 % dell'altezza al termine della costruzione.

Il nucleo inclinato, che considerato a sè stante presenterebbe per le sue caratteristiche i minori cedimenti, deve adattarsi ai maggiori assentamenti complessivi del rilevato. Inoltre, la circostanza che a sua volta l'intera diga debba seguire il cedimento della fondazione alluvionale ha creato degli sforzi di tensione, notevoli soprattutto al contatto tra il nucleo e le sponde val-

Notizie sulla diga in terra di Oroville (U.S.A.).

U. S. Committee on Large Dams - *U. S. selected examples of current design and construction practice. Sept. '67.*

La pubblicazione, distribuita dal Comitato statunitense al recente congresso delle grandi dighe, riferisce brevemente sulle caratteristiche di quattordici sbarramenti — scelti tra quelli recentemente ultimati o in via di avanzata costruzione negli U.S.A. — che meglio appaiono caratterizzare gli attuali indirizzi costruttivi di questo settore.

Delle quattordici dighe nove sono in materiali sciolti, e ben cinque di queste ultime superano i cento metri di altezza.

La diga di OROVILLE, con i suoi 235 m di altezza e col volume del rilevato di 61,6 milioni di m³, rappresenta la più grande diga in terra sinora costruita dall'uomo. Lo sbarramento, ubicato in California sul Feather River, creerà un invaso di 4300 milioni di m³, utilizzabili per il controllo delle piene, l'irrigazione e la produzione di energia elettrica.

Il rilevato è stato costruito negli anni dal 1963 al 1967 con una produzione media di 76.000 m³ di terra posta in opera per giornata lavorativa.

La diga è interamente fondata su roccia in posto; la formazione, di origine metamorfica, a grana fine e compatta, si presentava generalmente ricoperta da poco materiale sciolto o degradato, che è stato completamente asportato prima di iniziare la costruzione del rilevato.

Le considerazioni di carattere econo-

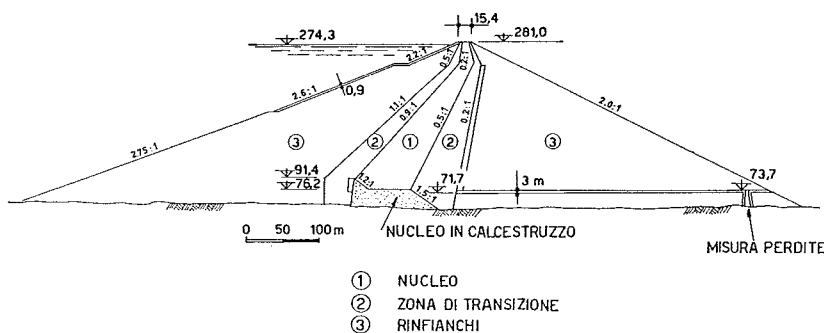
ni superiori ai 76 mm, è stato quello per il nucleo.

La sezione tipo mostra le caratteristiche fondamentali del rilevato.

Una particolarità dell'opera è costituita dal blocco in calcestruzzo sul quale appoggia la parte centrale del nucleo. Tale blocco colma una stretta ed incisa gola rocciosa messa in luce dagli scavi ed è stato costruito al fine di creare un appoggio uniforme al nucleo, in una zona nella quale sarebbe stato problematico il corretto costipamento delle terre.

La posizione inclinata del nucleo è stata preferita, per quanto più costosa di quella verticale, perché giudicata maggiormente favorevole nei riflessi dei cedimenti differenziali tra le diverse zone.

Il materiale da nucleo è stato compattato con rulli gommati zavorrati da 90 ton, a strati di 25 cm.



Sezione tipo della diga di Oroville.

mico poste alla base della scelta del tipo di struttura, sono state influenzate in maniera decisiva dall'abbondante disponibilità di materiali aventi elevata permeabilità (ghiaie con blocchi) presenti in ampie zone circa 18 km a valle dell'opera. Questi materiali, di origine artificiale poiché provenienti da imponenti dragaggi effettuati per la ricerca e la produzione dell'oro, si rinvenivano in banchi aventi altezza variabile dai 5 ai 15 m, a loro volta ricoperti da un secondo materiale di scarto della lavorazione mineraria (sabbia fine parzialmente lavata). A breve distanza dai depositi artificiali di cui sopra era presente un banco naturale di un materiale poco permeabile composto da una miscela bene assortita di argilla, limo, sabbia e ghiaia.

I tre materiali di cui si è ora detto sono stati in effetti utilizzati, nell'ordine, per i rinfianchi, le zone di transizione ed il nucleo della diga. L'unico materiale che abbia richiesto un trattamento preventivo, consistente nell'eliminazione degli elementi di dimensio-

Sia le zone di transizione che i rinfianchi sono stati invece compattati, per mezzo di rulli vibranti lisci, a strati aventi altezza pressapoco eguale alle dimensioni massime degli elementi, che erano 38 cm per le prime e 61 cm per i secondi.

Alla base del nucleo sono state effettuate, da apposita galleria, iniezioni cementizie approfondite in roccia sino a 60 m.

Il problema fondamentale da risolvere per la costruzione dell'opera era quello di assicurare il rifornimento continuo di materiali alla prevista cadenza di circa 400.000 m³ per settimana.

Il problema è stato affrontato servendosi di un limitato numero di mezzi di scavo di eccezionale potenza, fra i quali un escavatore elettrico da 600 ton costruito appositamente, e consistente in una ruota del diametro di 9 m recante sulla periferia 8 benne da 1,4 m³. La macchina, funzionando come un'enorme fresa, ha consentito produzioni orarie di 2000 m³ ed ha da

sola prodotti circa i 2/3 del materiale per i rinfianchi, mentre i restanti sono stati prelevati con 2 draglines da 8,5 m².

Le terre da nucleo sono state estratte con scrapers aventi cassone da 38 m³.

Tutto il trasporto dei materiali dai luoghi di estrazione alla diga, distante ca. 18 km, è stato effettuato servendosi di una ferrovia a scartamento normale appositamente costruita. La stazione di carico in prossimità della cava è stata creata in galleria artificiale, talché potessero venire caricati dall'alto 10 vagoni per volta. Ciascun convoglio, formato da 40 vagoni ribaltabili da 42 m³, veniva così caricato in soli 9 minuti. Tre di tali convogli erano costantemente in marcia o sotto carico mentre il quarto era allo scarico in prossimità della diga.

Il trasporto dai mezzi di scavo alla stazione di carico e dalla stazione di scarico alla diga è stato effettuato servendosi di due sistemi, lunghi diversi chilometri, di nastri trasportatori.

Autocarri da 90 ton e bull-dozers erano presenti solo sul piano di lavoro della diga per la distribuzione e la stesa del materiale.

La diga è stata munita di un'estesa rete di strumenti di misura, atti a misurare le pressioni neutre all'interno del nucleo, i movimenti verticali ed orizzontali nonché gli sforzi statici e dinamici nel rilevato, le temperature, l'accelerazione sismica e le portate filtranti.

(Antonio Chiari)

Problemi di progetto e costruzione delle dighe di materiali sciolti.

Committee on Earth and Rockfill Dams of A.S.C.E. - *Problems in design and construction of earth and rockfill dams. Progress Report* - Proc. A.S.C.E. SM 3, vol. 93, maggio 1967.

La Commissione per le dighe di materiali sciolti dell'A.S.C.E., della quale fa parte il Prof. A. CASAGRANDE, segnala in questo rapporto gli argomenti sui quali, secondo il parere di vari esperti, dovrebbero di preferenza convergere le future ricerche nel settore.

Finora la Commissione ha preso in esame solo problemi che riguardano i rilevati; essa si propone, tuttavia, di estendere le sue considerazioni ai terreni di fondazione e di imposta.

Gli argomenti sono divisi, con un tipico criterio americano, in tre classi, secondo l'ordine di precedenza o di im-