UN NUOVO TIPO DI DIGA

PER TERRENI DI FONDAZIONE FORTEMENTE COMPRESSIBILI

CLAUDIO MARCELLO (*)

SOMMARIO - Per sbarramenti fondati su terreni aventi compressibilità elevata o disuguale da un punto all'altro lo scrivente ha ideato un nuovo tipo di diga costituito da blocchi di calcestruzzo magro disposti a colonne separate da giunti riempiti di ghiaia.

Poiché la percentuale di vuoti della struttura è bassa (1%) si sono potute adottare forti pendenze dei paramenti e si è quindi ridotta la larghezza della fondazione.

Il nuovo tipo di diga è stato impiegato per lo sbarramento sul Platani, in Sicilia, già costruito, e per quelli in costruzione di Pozzillo (Sicilia), Pian Palù (Torrente Noce) ed El Frayle (Ande Peruviane).

Il problema della costruzione di dighe di sbarramento su terreni fortemente e variamente compressibili è finora stato risolto con l'adozione delle dighe in terra e con le strutture in scogliera od in muratura a secco.

In queste ultime la struttura portante è nettamente distinta da quella di tenuta costituita in genere da un manto (e qualche volta da un diaframma) in calcestruzzo, in metallo, in legno od in terra.

Il tipo di diga in muratura a secco ha avuto le sue prime applicazioni nelle Alpi italiane e successivamente nell'Africa settentrionale francese dove sono state realizzate alcune opere di particolare importanza.

Questo tipo presenta i seguenti vantaggi di carattere tecnico-economico rispetto al tipo in scogliera:

a) minore percentuale di vuoti e quindi, in genere, minori cedimenti del corpo della diga (1);

b) minore ampiezza della base e quindi minore importanza delle opere di scarico del serbatoio. (Vantaggio questo valido anche rispetto alle dighe in terra sulle quali tutte le dighe in pietrame a grossi elementi hanno poi il vantaggio notevolissimo della tracimabilità particolarmente durante la costruzione).

Per la percentuale di vuoti occorre peraltro ricordare che per una muratura a secco accuratamente eseguita tale valore scende difficilmente al di sotto del 35.

Questa struttura si adatta poi con difficoltà ai cedimenti disuguali della fondazione dato il collegamento fra le sue parti che si realizza generalmente in tutte le direzioni del suo corpo.

Nell'intento di risolvere la situazione complessa che si presentava per uno sbarramento con fondazioni fortemente compressibili e in modo disuguale da un punto all'altro (diga del Platani in Sicilia), ho proposto circa 5 anni fa una struttura in blocchi di calcestruzzo magro disposti a colonne separate da giunti di 12/20 cm di ampiezza, riempiti di ghiaia.

La tenuta del paramento a monte è assicurata da una lamiera di acciaio munita di opportuni giunti elastici per poter consentire l'adattamento del manto agli eventuali cedimenti della struttura, senza riduzione della sue efficienza.

(*) Dott. Ing. Claudio MARCELLO, Direttore D.C.I.I. della Società Edison.

(1) In qualche caso i cedimenti importanti di queste strutture, (ad es. nella diga di Piana dei Greci, in muratura a secco di pietrame calcaleo), sono dipesi dal materiale costituente la muratura e dalle acque di pioggia che hanno contribuito allo scioglimento delle punte fortemente compresse di contatto tra una pietra e l'altra.

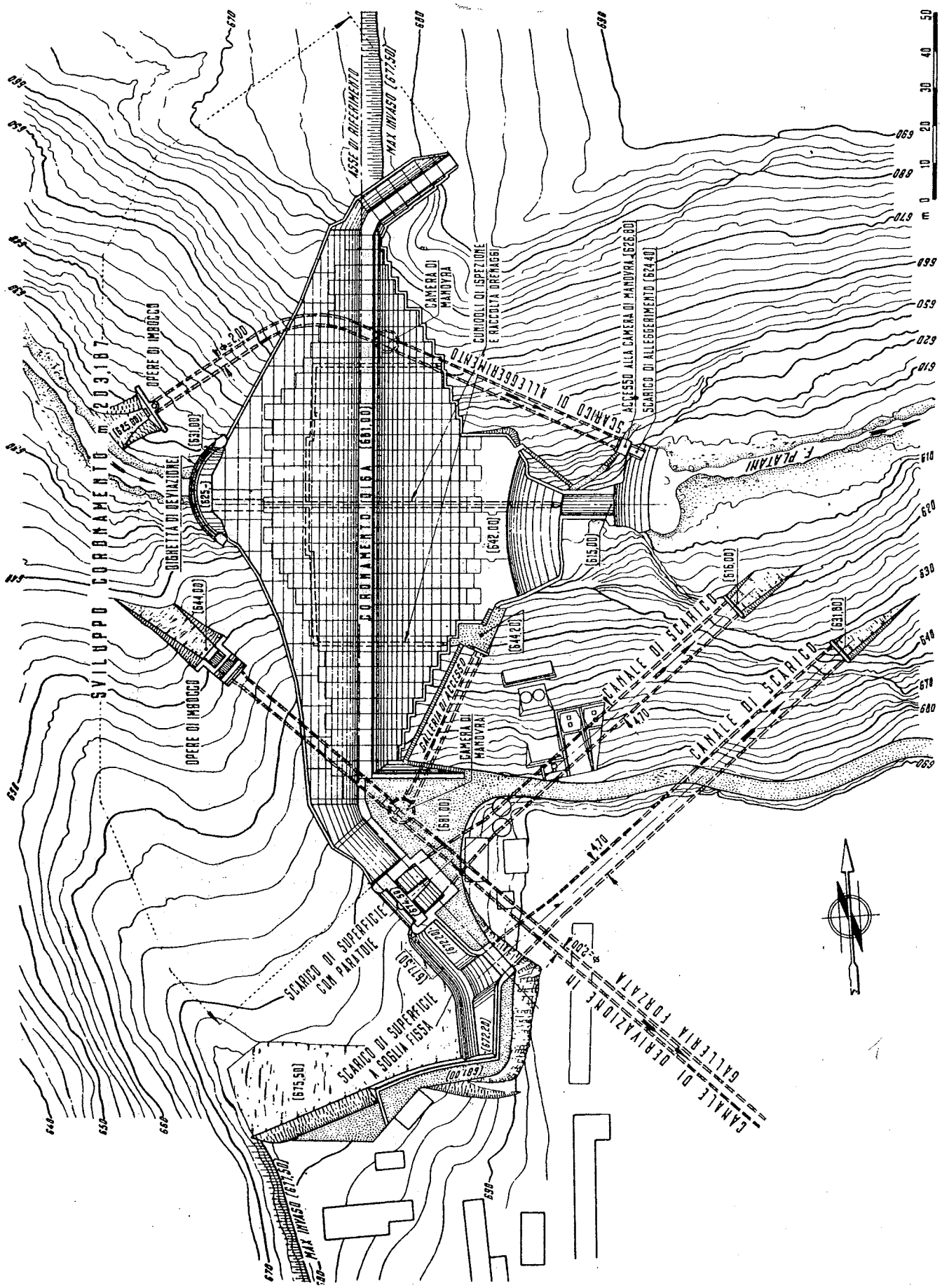
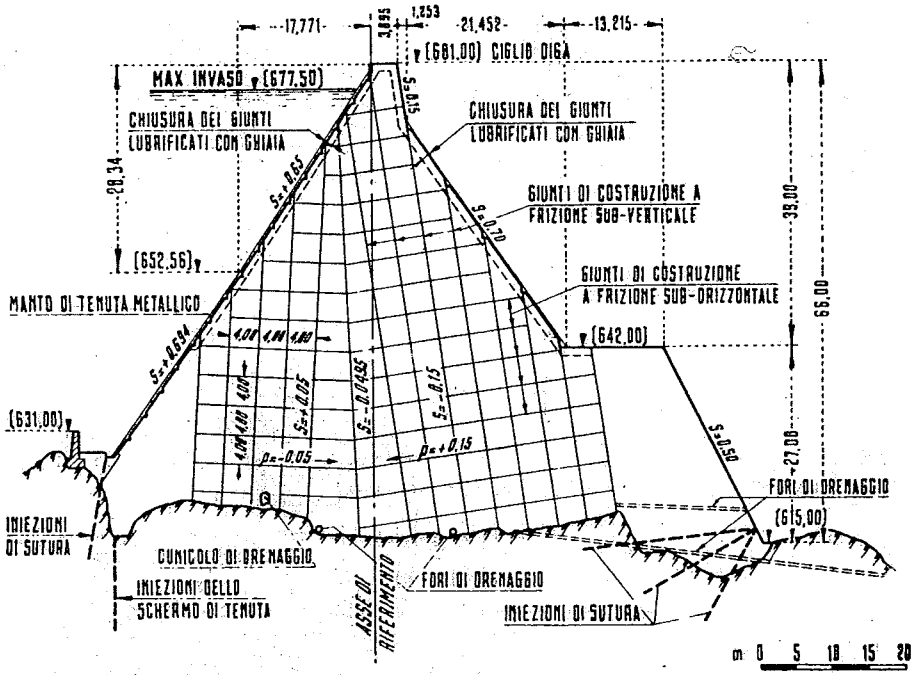


Fig. 1 - Diga sul Fiume Platani: Planimetria.

SEZIONE TRASVERSALE TIPO



SEZIONE ORIZZONTALE TIPO

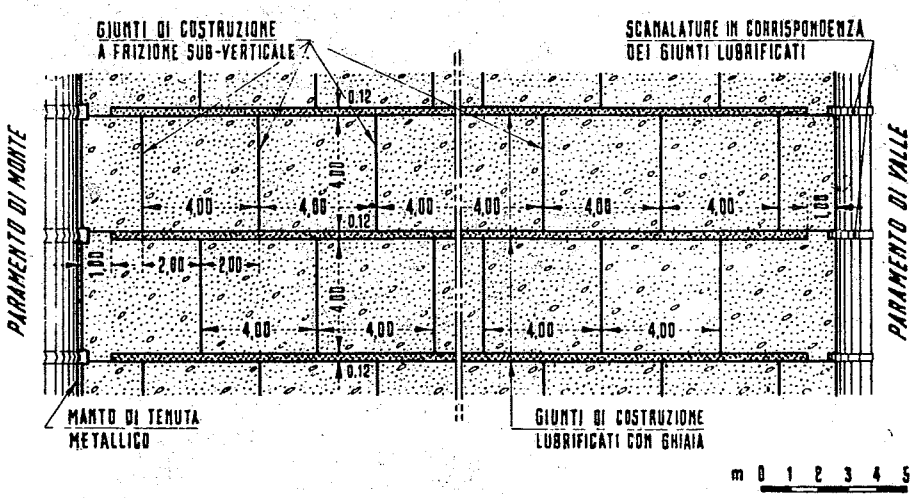


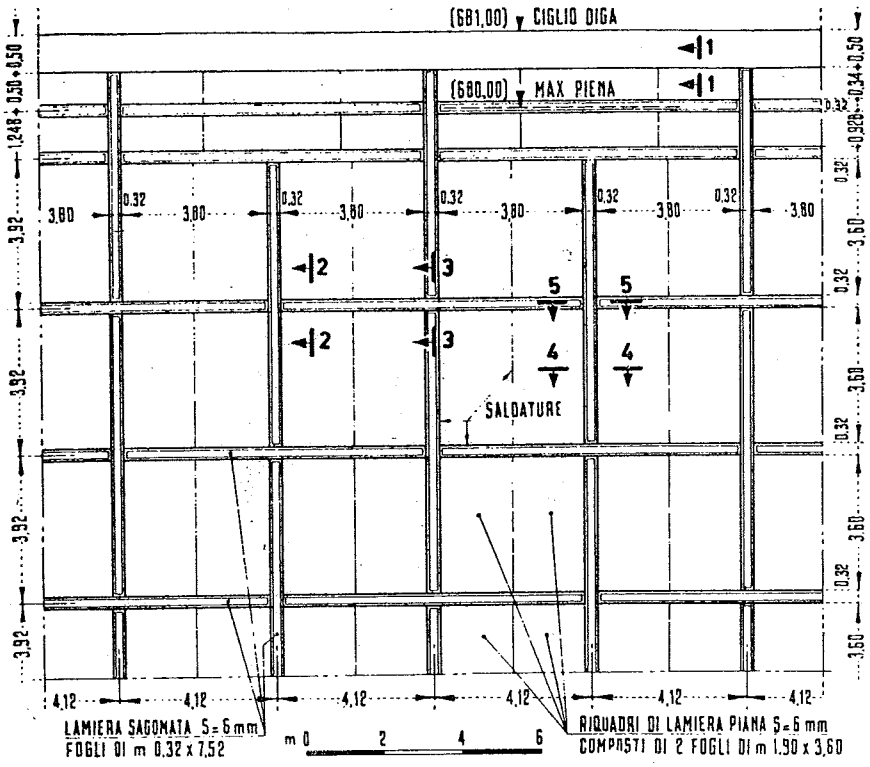
Fig. 2 - Diga sul Fiume Platani: Sezioni tipo.

Si ottengono così:

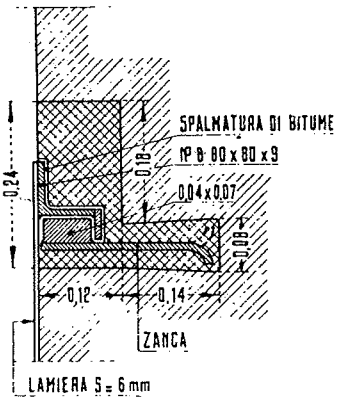
a) il pratico annullamento (1% circa) dei vuoti della struttura e di conseguenza una riduzione del suo profilo trasversale;

b) una notevole mobilità di fronte ai cedimenti del terreno di fondazione;

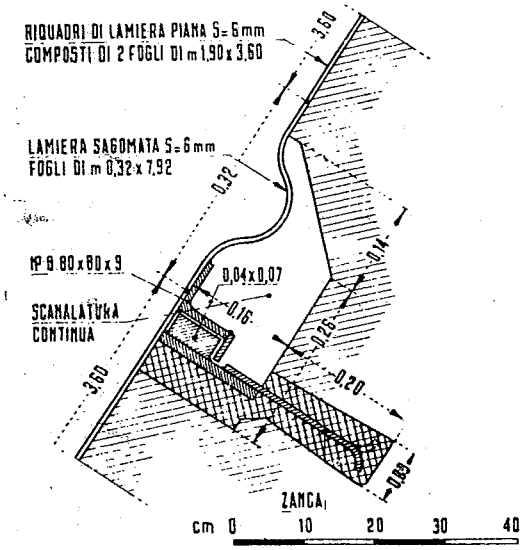
c) una riduzione dell'importanza e del costo delle opere di deviazione e di scarico che fa sì che questa struttura possa spesso reggere van-



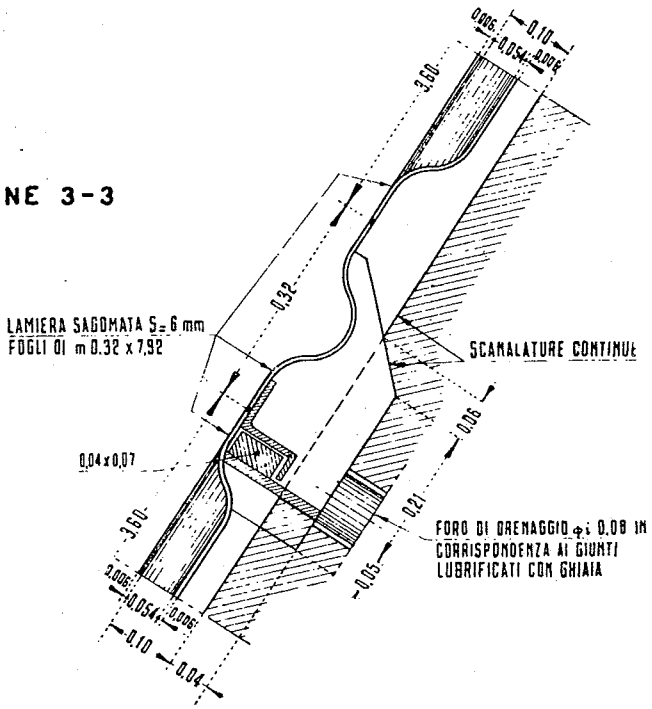
SEZIONE 1-1



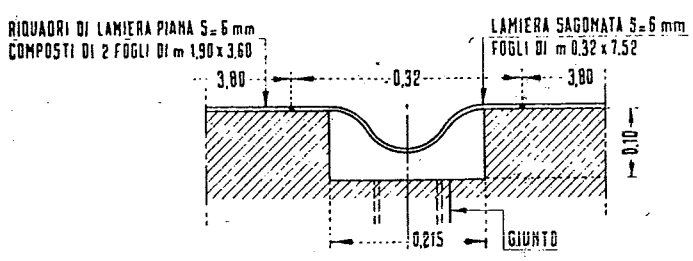
SEZIONE 2-2



SEZIONE 3-3



SEZIONE 4-4



SEZIONE 5-5

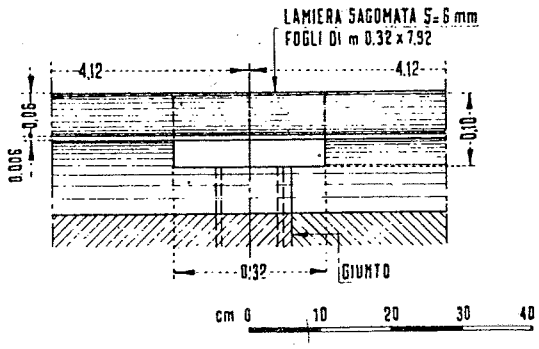


Fig. 3 - Diga sul Fiume Platani: Rivestimento metallico sul paramento a monte.

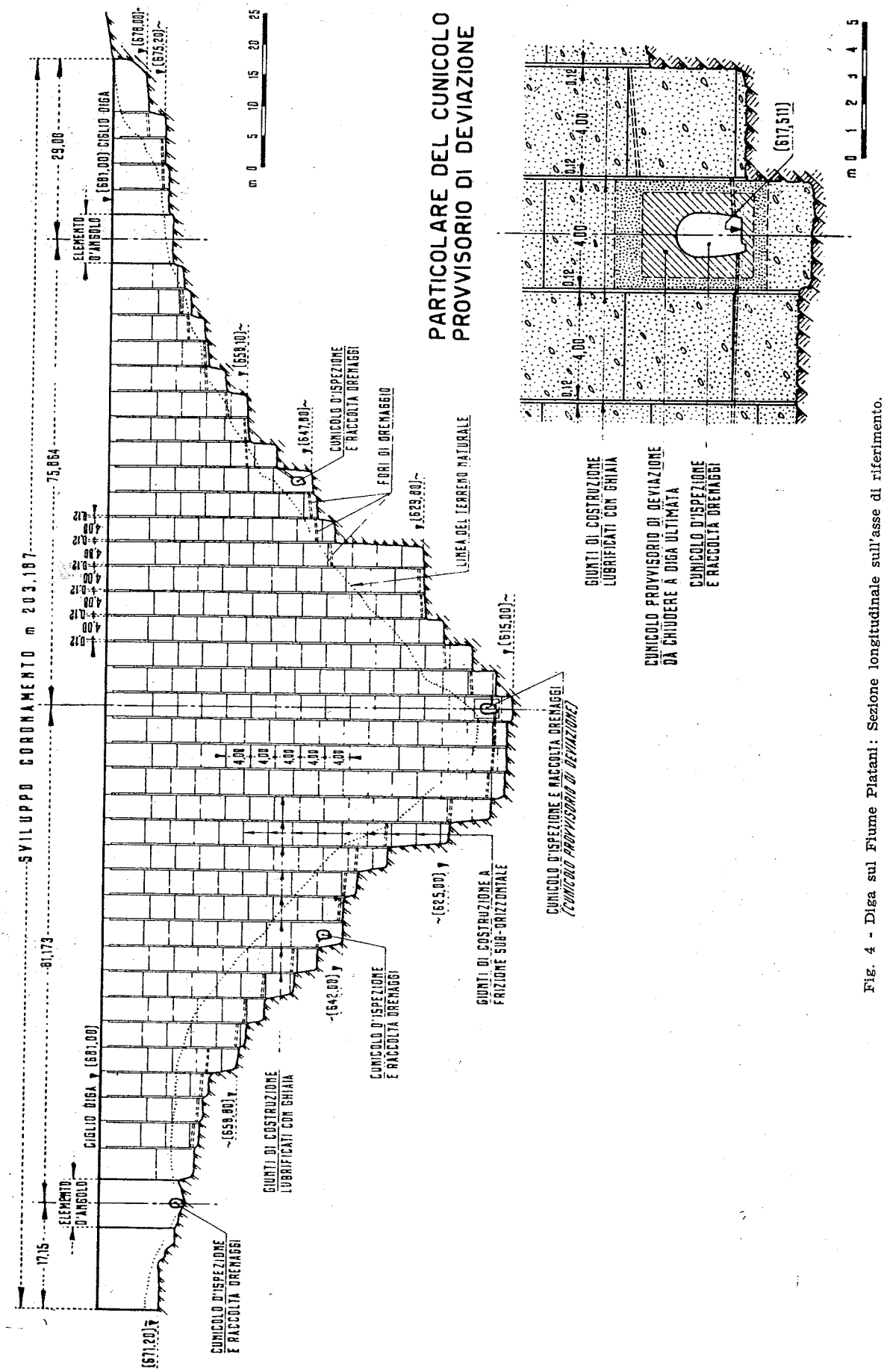


Fig. 4 - Diga sul Fiume Platani: Sezione longitudinale sull'asse di riferimento.

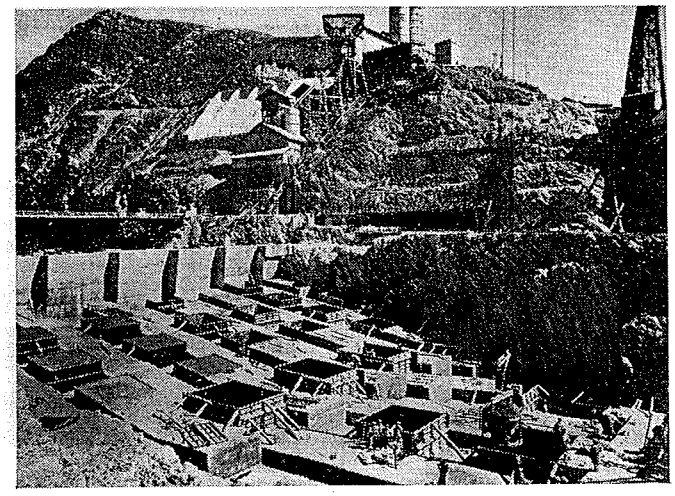


Fig. 5 - Diga sul Fiume Platani: Getto dei blocchi di calcestruzzo nella zona centrale della diga (28-2-1954).

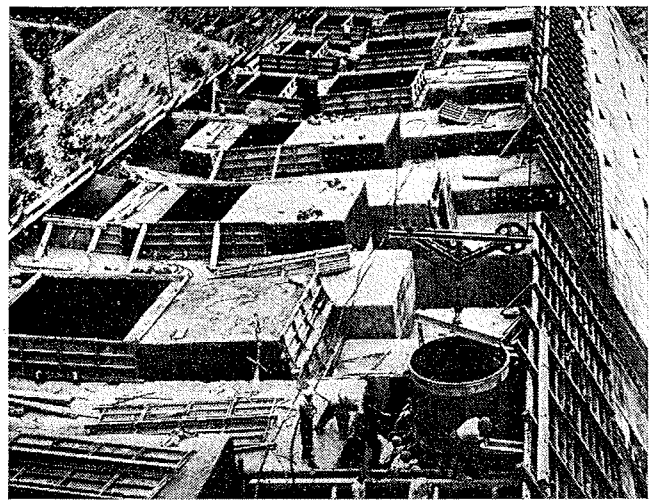


Fig. 6 - Diga sul Fiume Platani: Getto dei blocchi di calcestruzzo nella zona centrale della diga (28-2-1954).

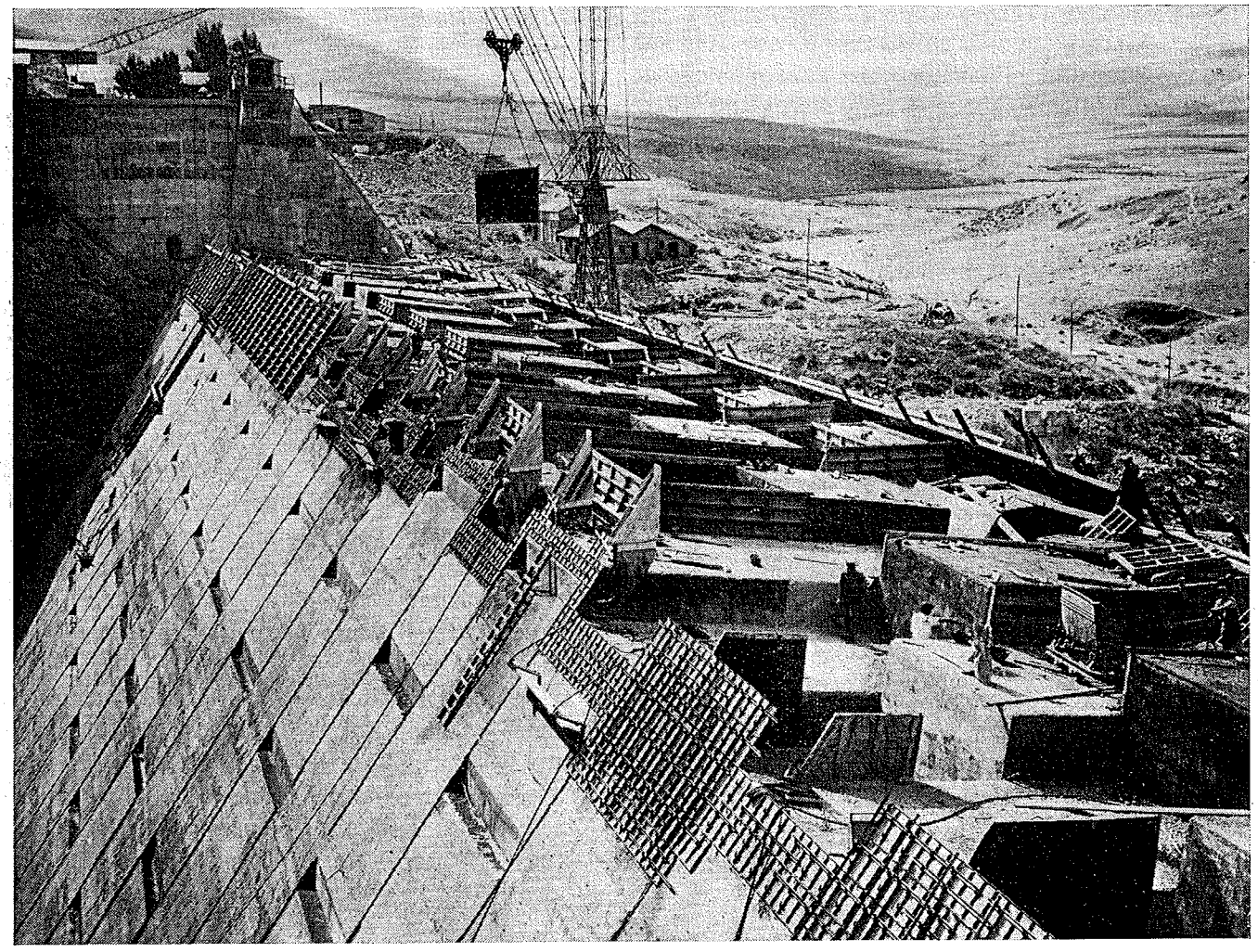


Fig. 7 - Diga sul Fiume Platani: Vista da valle.

taggiosamente il confronto economico colle strutture in scogliera ed in terra.

E' quello che si è verificato appunto per la diga del torrente Platani (in Sicilia a Palermo) che è di questo tipo ed ormai in esercizio da due anni.

In questo caso non si disponeva neanche di materiale adatto per la muratura a secco.

Le caratteristiche della diga del Platani, alta 74 m sul punto più depresso della fondazione, sono rappresentate dai disegni e dalle fotografie allegate.

Il terreno di fondazione della diga del Platani è costituito da formazioni calcaree con intercalazioni argillose, fortemente tormentate, in un arco di anticlinale la cui erosione da parte del fiume Platani ha determinato la stretta di Fanaco. Gli strati di calcare, abbastanza consistenti in superficie nell'estremo inferiore a valle della stretta, sono invece fortemente fratturati e contorti nel resto della zona interessata allo sbarramento.

Nell'interno i cunicoli di assaggio eseguiti hanno rivelato una situazione del tutto analoga a quella superficiale e perciò sfavorevole all'impostazione di una diga rigida dei tipi convenzionali.

Il geologo Prof. Giorgio DAL PIAZ nel suo rapporto in data luglio 1952 si è così espresso in proposito:

« Lo spezzettamento degli strati calcarei, che ad un esame in superficie poteva apparire di natura esteriore reso più intenso dall'azione degli agenti meteorici, è risultato invece invariato anche all'interno tanto che, in qualche punto, si ha l'impressione di essere davanti ad un muro a secco in cui i vari blocchi sono tenuti al loro posto dalle intercalazioni argillose funzionanti in certo modo da legame.

« Naturalmente in corrispondenza a quelle zone in cui la fratturazione è stata più intensa data la mancanza di ogni coesione fra le varie parti della roccia, il terreno si scava con facilità col piccone, provocando qualche volta piccoli smottamenti.

« Questo fu da noi constatato tanto sul fianco di sinistra quanto su quello di destra dove lo scavo di smantellamento ha determinato distacchi spontanei di materiale disgregato ».

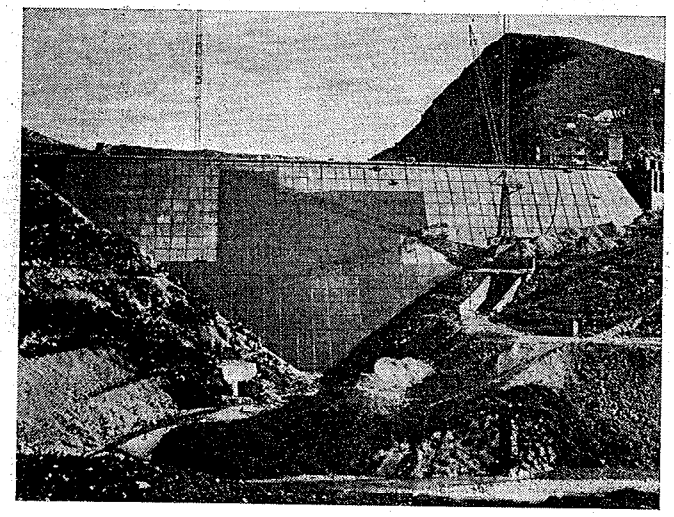


Fig. 8 - Diga sul Fiume Platani: Vista da monte (24-9-1954).

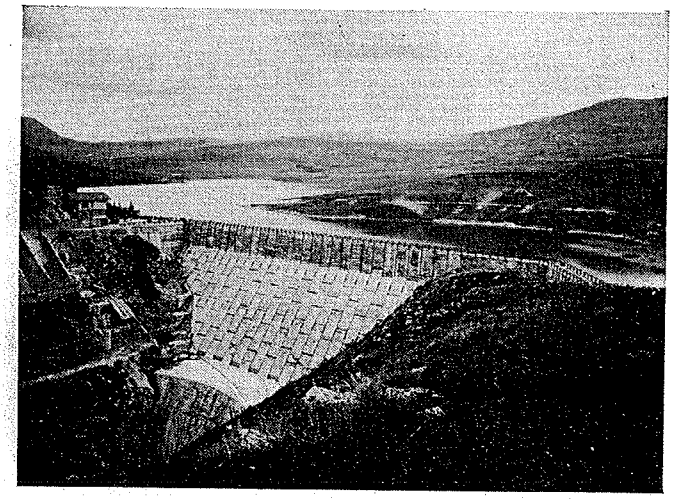


Fig. 9 - Diga sul Fiume Platani: Vista da valle.

In queste condizioni vi era da attendersi manifestamente il verificarsi di cedimenti disuguali (se pure probabilmente lenti) da un punto all'altro della fondazione.

Durante la fase di costruzione non furono eseguite operazioni di misura, e pertanto nulla si può dire circa il comportamento della diga stessa in questo periodo.

A costruzione ultimata le prime misure di partenza risalgono al 23 gennaio 1956, le ultime misure sono del 25 gennaio 1957.

Gli elementi sono in numero di 42 e la loro numerazione è stabilita a partire dalla sponda destra. A distanza di un anno dalla prima misura si è notato quanto appresso:

spostamento verso valle da 1 a 2 mm degli elementi 5.6.11

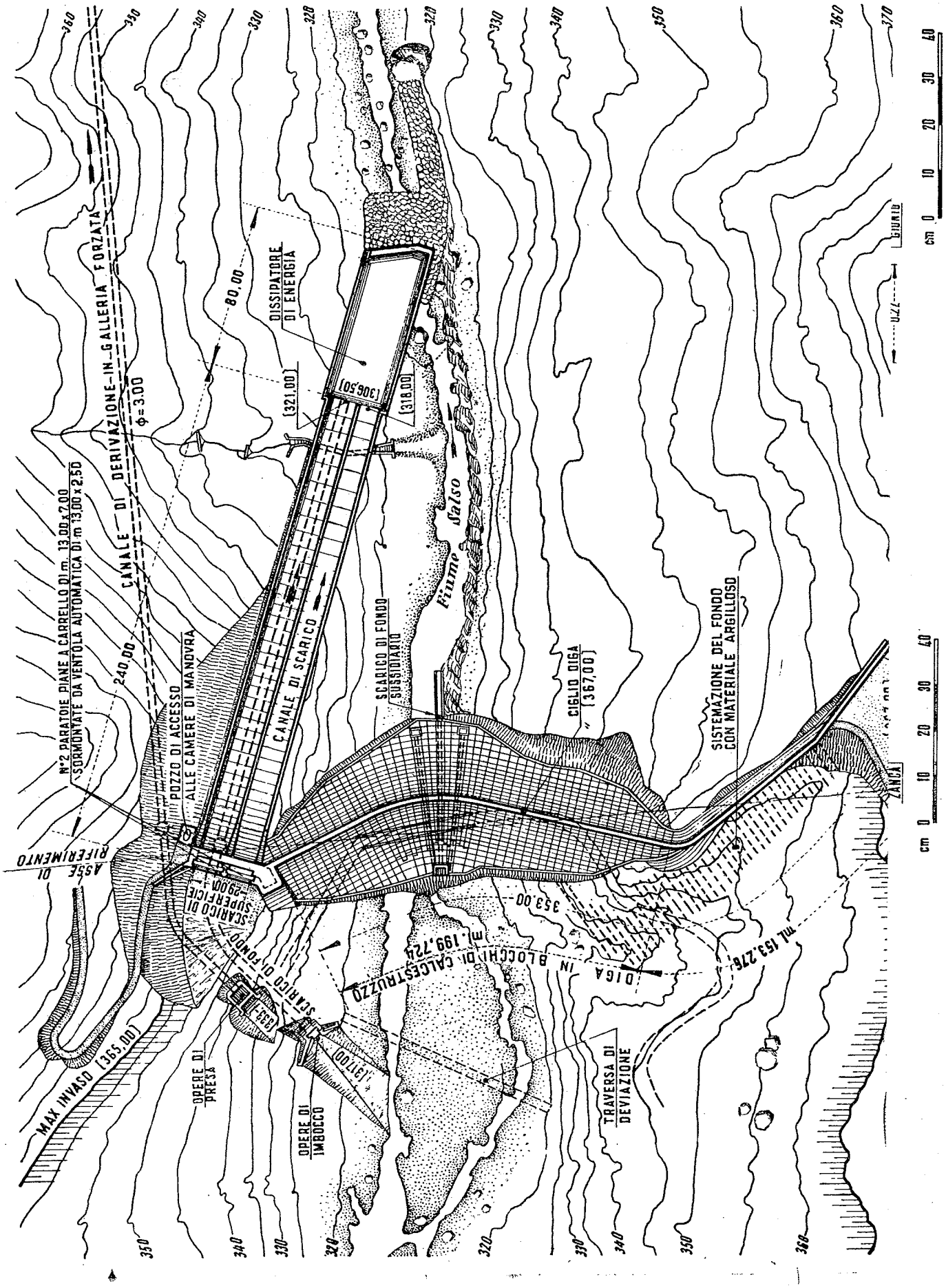


Fig. 13 - Diga di Pozzillo: Rivestimento metallico sul paramento a monte.

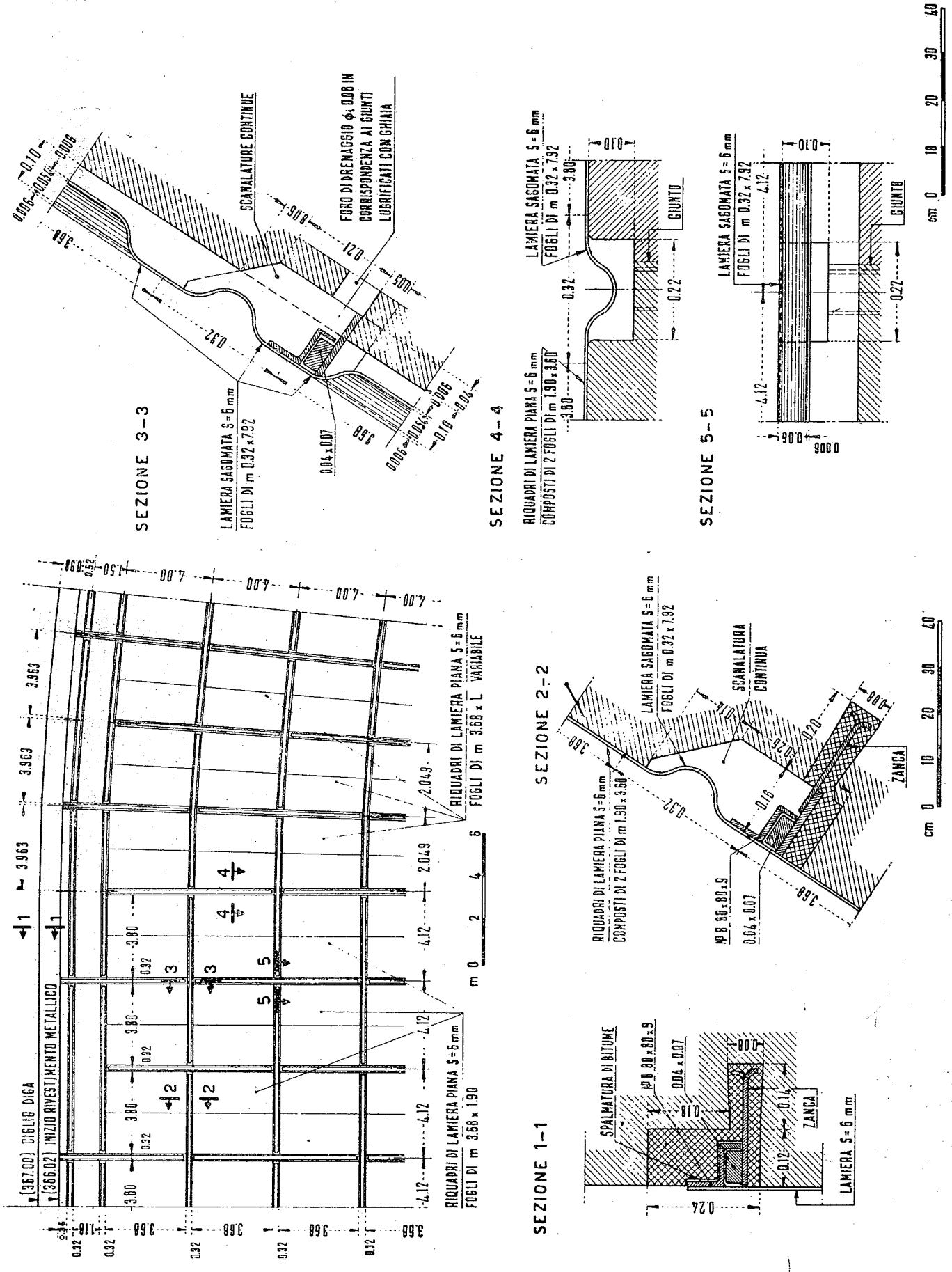


Fig. 13 - Diga di Pozzillo: Rivestimento metallico sul paramento a monte.

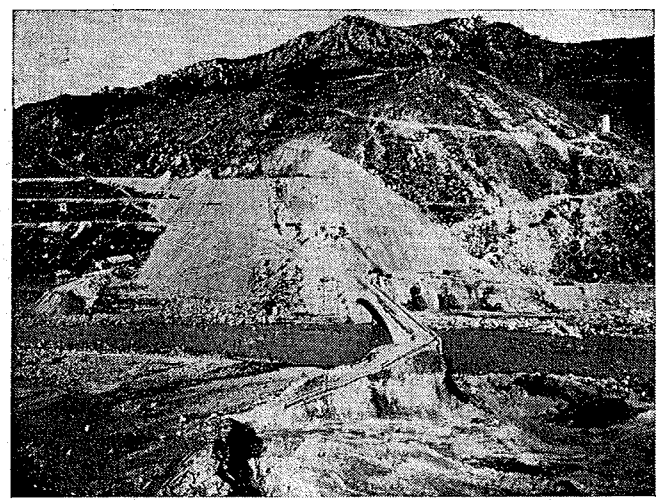


Fig. 14 - Diga di Pozzillo: Vista dalla sponda sinistra all'inizio dei lavori: si notano il ponte sulla stretta ed i primi scavi (25-3-1956).

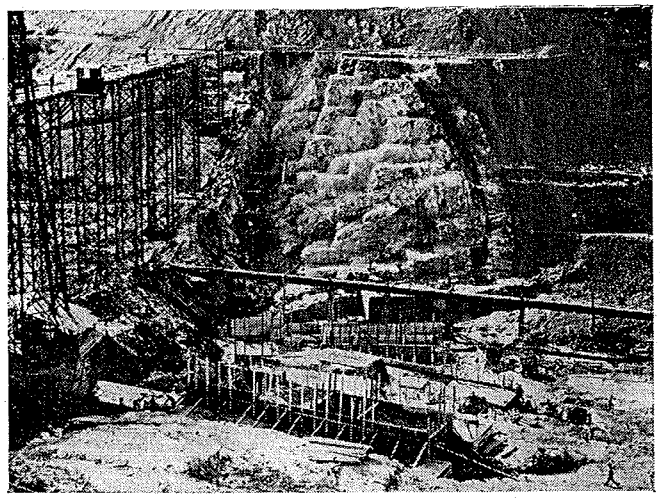


Fig. 15 - Diga di Pozzillo: Profilatura dei gradoni in sponda sinistra (25-8-1956).

spostamento verso monte di circa 1 mm degli elementi 3.4.7

abbassamento di 4 a 5 mm degli elementi 19 e 21

di 2 a 3 mm degli elementi 6.14.20.22.23.24.41

di 1 a 2 mm degli elementi 7.8.10.12.15.16.17. 18.25.26.27.28.29

inferiore di 1 mm tutti gli altri.

Gli elementi 19 e 21, dove si sono verificati i maggiori cedimenti, corrispondono alla parte centrale della diga.

Ci sono stati quindi movimenti abbastanza sensibili che si sono potuti realizzare senza pregiudicare minimamente il buon comportamento dell'opera.

Un'altra struttura dello stesso tipo, attualmente in costruzione, è quella del Pozzillo (sul fiume Salso in Sicilia) che creerà una ritenuta di 140 milioni di m^3.

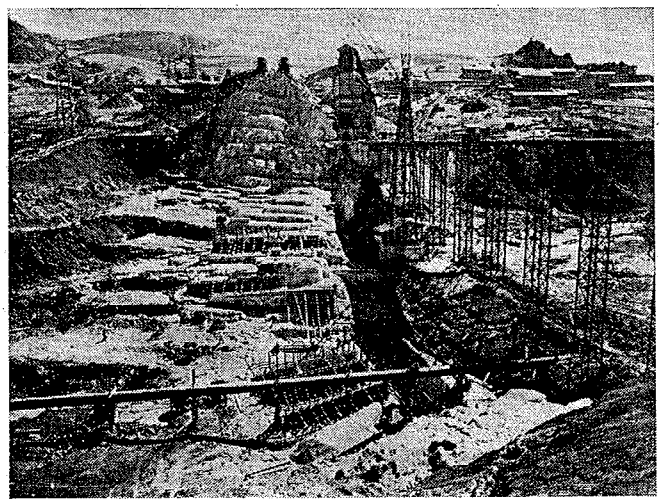


Fig. 16 - Diga di Pozzillo: Profilatura dei gradoni in sponda destra (25-8-1956).

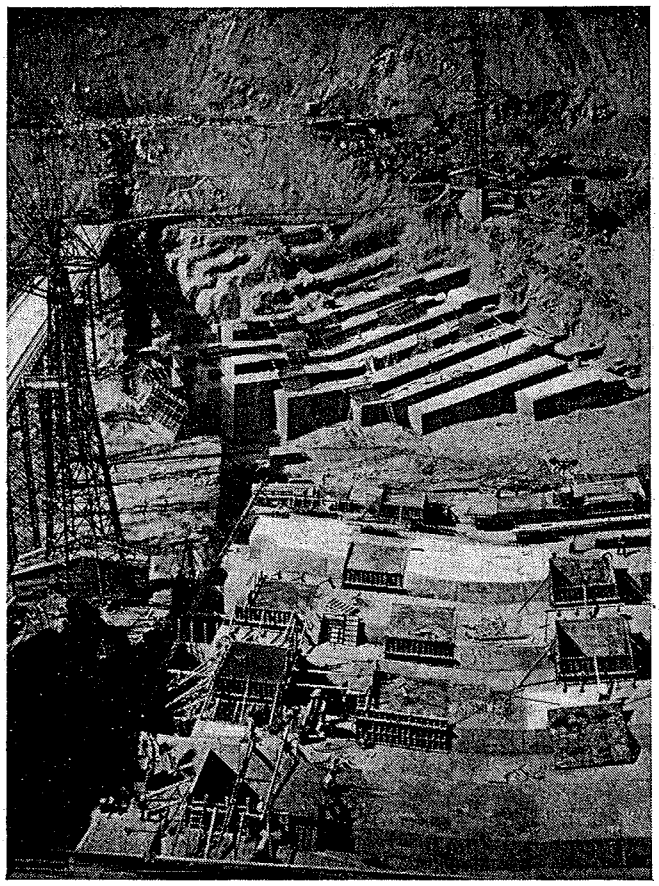


Fig. 17 - Diga di Pozzillo: Getto dei blocchi di calcestruzzo.

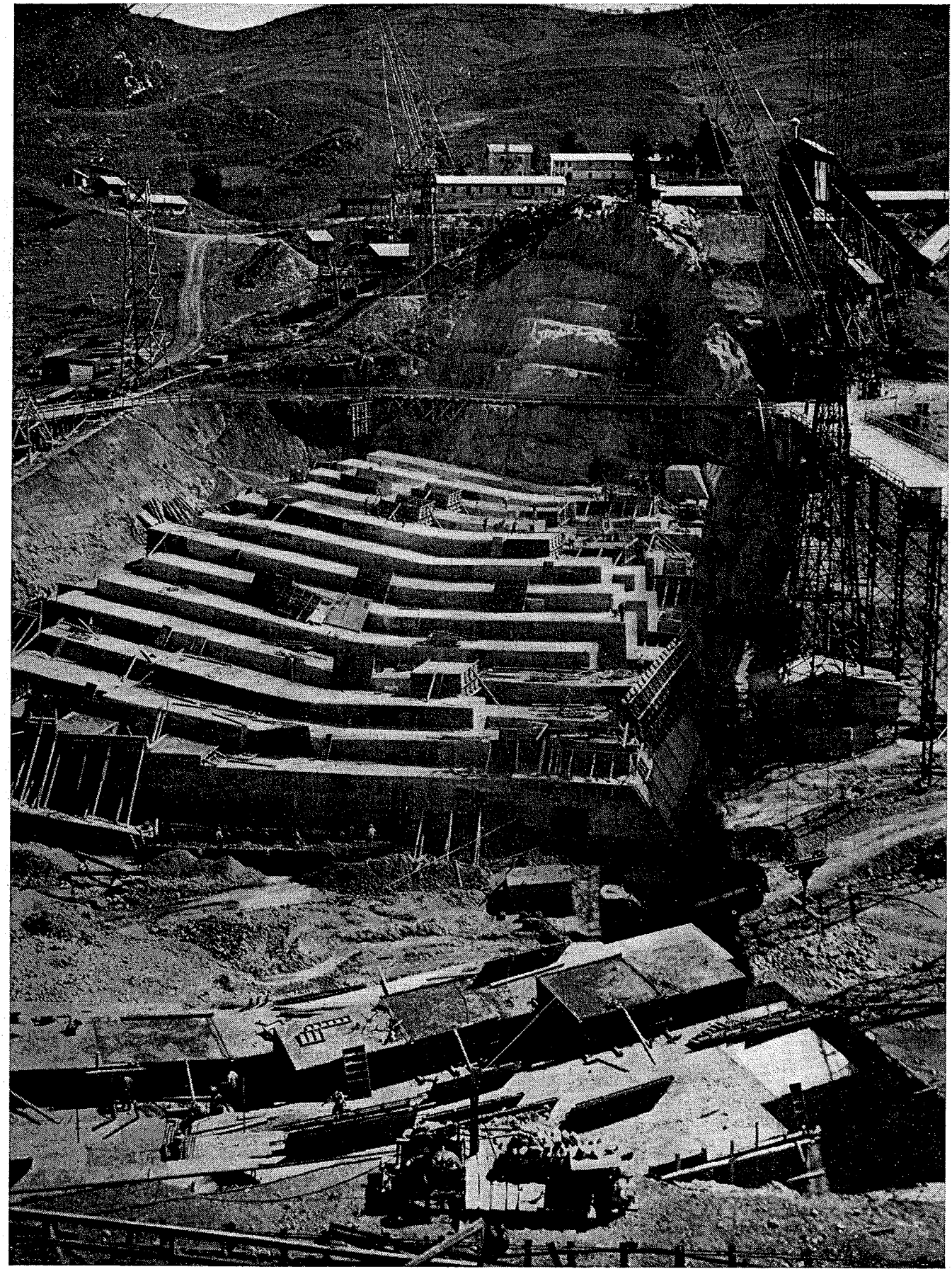


Fig. 18 - Diga di Pozzillo: Getto dei blocchi di calcestruzzo.

I disegni e le fotografie allegate illustrano questa opera.

Altre dighe di questo tipo sono attualmente in costruzione a Pian Palù nel Trentino e per il serbatoio di El Frayle nelle Ande Peruviane.

Lo scrivente si riserva di presentare ai colleghi appena possibile uno studio più dettagliato sulla diga del Pozzillo e sulle misure (molto più abbondanti che per il Platani) in corso di esecuzione su di essa.

SOMMAIRE - Pour la construction d'ouvrages de retenue implantés sur des terrains fortement ou inégalement compressibles, l'auteur a conçu un nouveau type de barrage en cubes de béton maigre disposés par colonnes à former des contreforts séparés par des joints en gravier.

Le pourcentage de vides de la structure étant bas (1%) on a pu adopter des parements à forte pente et par conséquent réduire l'ampleur d'empattement des fondations.

Ce nouveau type de structure a trouvé sa première réalisation dans l'aménagement du Platani, en Sicile, et il a été adopté pour ceux de Pozzillo (Sicile) et de Pian Palù (Torrent Noce) en Italie, et de El Frayle dans les Andes Péruviennes, qui sont en cours de construction.

SUMMARY - For dams to be built on foundation grounds showing a high or uneven compressibility throughout the damsite, the writer has conceived a new type of dam consisting of lean-concrete cubes arranged in scores of buttresses with intervening joints filled with gravel.

Since the structure has a very low percent of voids (1%) it allows for steep facings thus permitting a smaller width of foundation to be adopted.

This new type of dam has been chosen for the Platani dam, in Sicily, which is already completed, and for the dams presently under construction of Pozzillo (Sicily) and Pian Palù (River Noce) in Italy, and El Frayle (the Andes) in Peru.