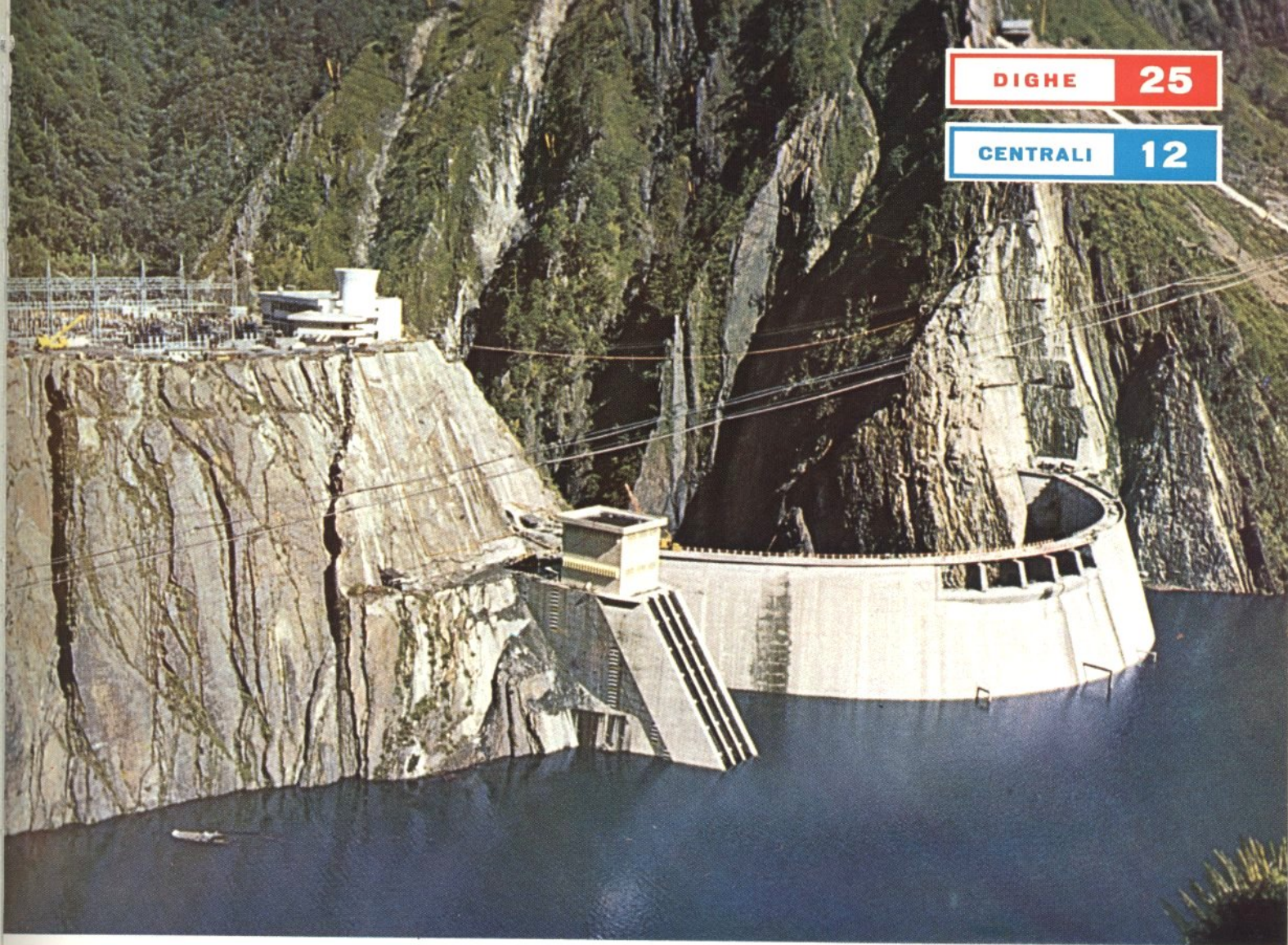


# TACHIEN



**TORNO**



**DIGHE 25****CENTRALI 12**

## IMPIANTO IDROELETTRICO DI TECHI (TACHIEN)

### TAIWAN (Republic of China)

TECHI (Tachien) HYDROELECTRIC POWER PROJECT



Committente:

Taiwan Power Company (TPC), Taipei

Progetto:

ELC - Electroconsult, Milano

#### SERBATOIO:

|           |                                      |
|-----------|--------------------------------------|
| Volume    | 230 x 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> |
| Lunghezza | 14 km                                |

#### DIGA IN CALCESTRUZZO:

|                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| Altezza max.          | 181 m                  |
| Lunghezza coronamento | 290 m                  |
| Scavi                 | 472.000 m <sup>3</sup> |
| Calcestruzzo          | 578.000 m <sup>3</sup> |

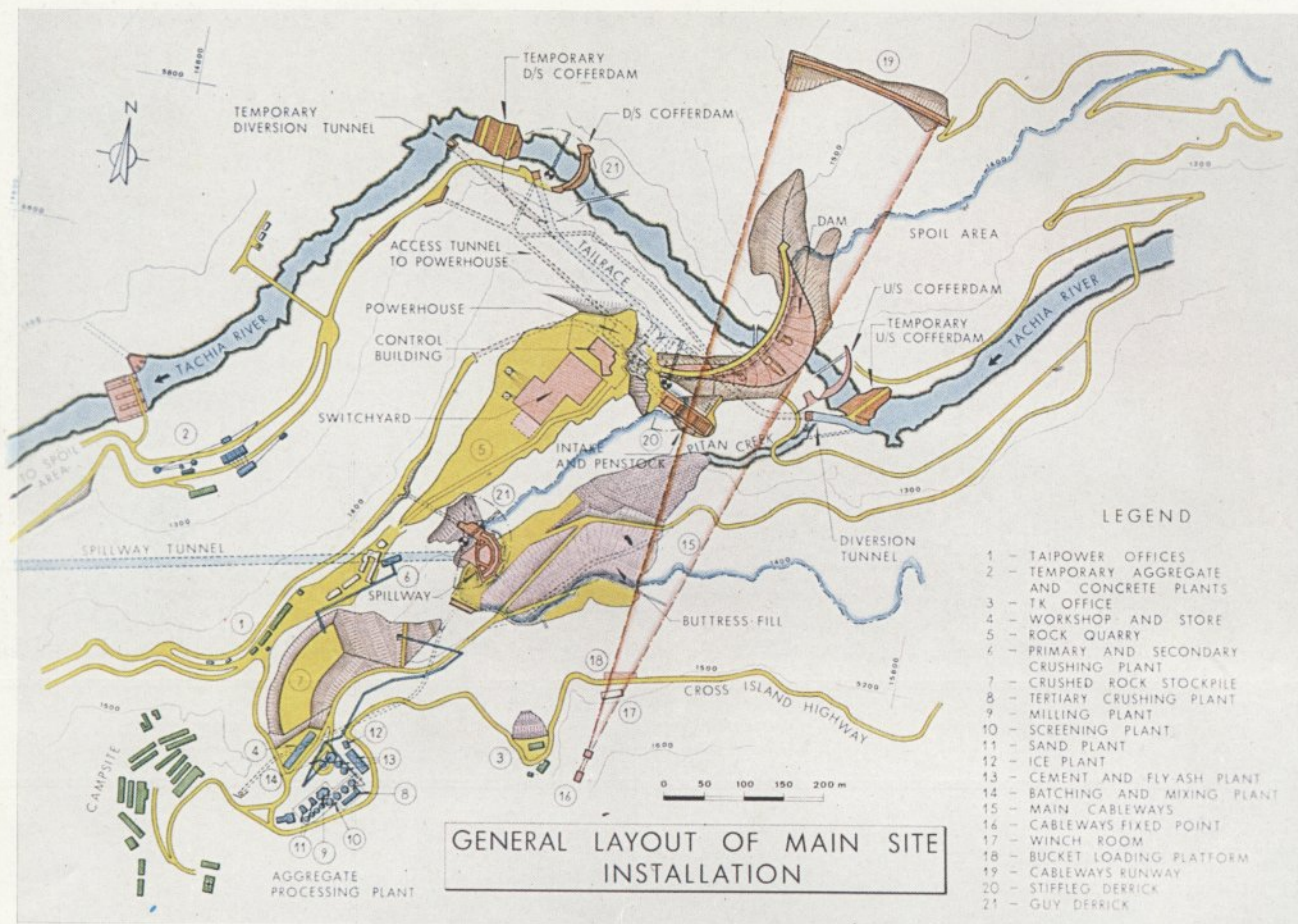
#### CENTRALE:

|           |        |
|-----------|--------|
| Lunghezza | 76 m   |
| Larghezza | 22 m   |
| Altezza   | 40 m   |
| Potenza   | 234 MW |

**TORNO**

1969 - 1974





Planimetria delle opere e delle installazioni di cantiere.

Nel villaggio alloggiavano 2.260 persone, Italiani, Giapponesi e Cinesi.

Gli scavi per la diga principale hanno costituito la parte più impegnativa del lavoro. Nella foto la sponda destra. Le pareti, sostenute artificialmente, erano alte 325 m.





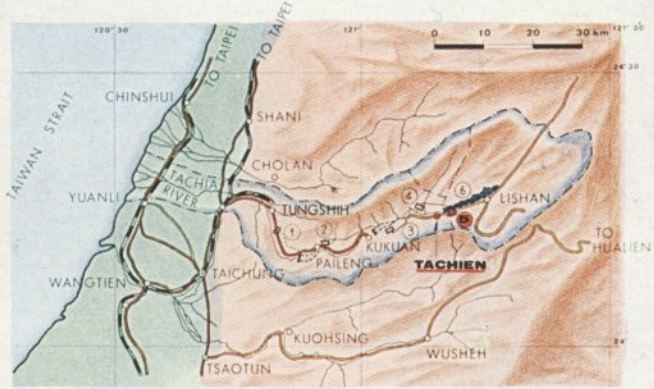


# TACHIA RIVER EXPLOITATION PLAN

## GENERAL HIGHWAY AND RAILWAY SYSTEM

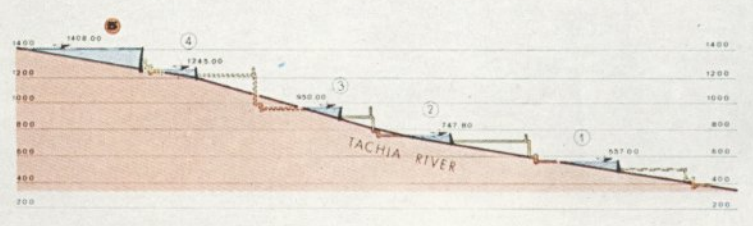


## PLAN



- 1 HSNPAIKUNG PLANT 140 MW
- 2 TIENLUN PLANT 106 MW
- 3 KUKUAN PLANT 180 MW
- 4 LOWER TACHIEN PLANT 360 MW
- 5 TACHIEN PLANT 234 MW
- 6 TACHIEN DAM AND RESERVOIR

## SCHEMATIC PROFILE



Schema generale di sfruttamento del fiume Tachia.



Agosto 1973  
 Aborigeni taiwanesi transitano  
 su una passerella di servizio.  
 Sullo sfondo la diga vista da monte,  
 spalla sinistra.



## INTRODUZIONE

L'impianto idroelettrico del Tachien sul fiume Tachia, in Taiwan, ribattezzato con il nome di «Techi», consiste fondamentalmente in una diga ad arco a cupola di progetto assai pregevole, una centrale elettrica in sotterraneo, uno sfioratore in galleria ed altre opere accessorie.

Caratteristiche ambientali hanno trasformato l'esecuzione del progetto in uno dei lavori di ingegneria civile più difficili ed impegnativi da eseguire, così che può essere interessante tratteggiare alcuni degli aspetti costruttivi che si sono presentati e dovuti risolvere, oltre ai problemi umani e di organizzazione che si sono dovuti fronteggiare in un contesto particolarmente non congeniale ad una società di costruzioni europea.

L'isola di Taiwan, meglio nota in Europa con il suo nome portoghese di Formosa, situata al largo della costa della provincia cinese di Fukien, lunga 380 km e larga 180 km, è prevalentemente montuosa, con una catena centrale ove si trovano cime che sfiorano i 4.000 metri, vulcani nella estremità nord-est, colline nella sua parte occidentale. La riva orientale scende a picco sul Pacifico, mentre ad occidente, verso lo stretto di Taiwan, si trovano dapprima dei tavolieri e terrazze, poi pianure costiere intensamente coltivate, di origine prevalentemente alluvionale.

Il clima sub tropicale, generalmente caldo umido nelle zone più basse, diviene fresco e variabile nelle zone montagnose. La piovosità media è piuttosto pronunciata, superando i 2.500 mm con punte di 6.000 mm nelle zone all'interno, con precipitazioni concentrate prevalentemente nel periodo da giugno ad ottobre, in corrispondenza della stagione dei tifoni che, con una media di quattro all'anno, investono l'isola.

La struttura geologica generale è caratterizzata da formazioni metamorfiche di limitata consistenza, fortemente fratturate, superficialmente degradate sia dagli agenti meteorici che dalla frequente attività sismica.

Il fenomeno della erosione e del conseguente trasporto solido dei corsi d'acqua, che hanno pendenze medie tra l'1 ed il 5%, presenta valori estremamente elevati, superiori ai valori medi su scala mondiale.

Ad esempio, per il bacino della diga di Tachien, di 592 km<sup>2</sup>, è stato calcolato un trasporto medio annuo di oltre 2.000.000 di m<sup>3</sup>.

La diga di Tachien è il punto chiave del sistema per lo sfruttamento del fiume Tachia che, al completamento delle opere previste, risulterà regolato in modo da alimentare, in serie, le centrali di Tachien, Lower Tachien, Kukuan, Tienlun, Hsinpaikung per una potenza complessiva di 1.020 MW ed un salto di 1.000 m.

Gli studi per la diga di Tachien iniziarono oltre 35 anni fa, mentre l'isola era ancora sotto l'amministrazione giapponese e tra varie soluzioni fu dapprima sviluppata quella che prevedeva una diga in calcestruzzo a gravità, dell'altezza di 190 m con una cubatura di 1.500.000 m<sup>3</sup>.

Con il successivo sviluppo delle tecniche progettistiche ed esecutive per la costruzione di grandi dighe e con l'approfondimento delle indagini geologiche e topografiche, tale prima soluzione venne

accantonata e con la cooperazione di varie Organizzazioni e Studi di Progettazione, la **TPC - Taiwan Power Company**, Ente Governativo per la produzione e la distribuzione dell'energia elettrica in Taiwan, passò allo studio di una struttura ad arco che avrebbe potuto offrire i vantaggi di una più agevole adattabilità topografica, maggiore sicurezza nei confronti dei terremoti ed infine una notevole riduzione del volume di calcestruzzo.

Lo sviluppo di tale nuova soluzione, dalla fattibilità al progetto definitivo, fu affidato dalla TPC alla **ELC - Electroconsult** di Milano, alla quale fu anche assegnata la supervisione tecnica nella fase di costruzione, mentre la TPC ha riservato direttamente alla propria organizzazione il controllo della amministrazione del contratto ed il montaggio del macchinario elettromeccanico, prevalentemente di produzione giapponese.

Nel giugno 1969, dopo accurata preselezione delle imprese e gruppi di imprese interessate alla realizzazione dell'impianto, si svolse la gara internazionale per la costruzione delle opere civili ed idromeccaniche. Tale gara fu vinta dalla **Joint Venture TORNO-KUMAGAI for Tachien** formata dalla Società italiana Torno di Milano, che ha operato come sponsor, e dalla Società giapponese Kumagai-Gumi di Tokio: il contratto relativo venne firmato nell'ottobre dello stesso anno 1969.

*Novembre 1969*

*La gola da monte prima dell'inizio dei lavori.  
E' marcata l'impronta della diga.*





## CARATTERISTICHE DELLE OPERE

Unico accesso all'area dei lavori, situata nella parte centrale dell'isola, a quota 1.500 m, è la cosiddetta Cross Island Highway che, attraversando una imperiosa zona montagnosa, collega la costa orientale a Taichung, città di circa mezzo milione di abitanti, al centro di una ricca zona agricola nella pianura occidentale. Questa stradina stretta, ripida e tortuosa è percorsa da un pesante traffico militare, turistico e commerciale, ulteriormente appesantito durante il periodo dei lavori dal trasporto di cemento, flyash, inerti, macchinari e tutti gli altri materiali necessari alla realizzazione dell'impianto.

La diga di sbarramento è situata subito a valle della confluenza con il fiume Tachia del torrente Pitan Creek là ove un esile sperone roccioso, denominato Pitan Ridge, si protende nella valle dalla sponda sinistra costringendo le acque del fiume in una stretta ed orrida gola, la « Tachien Gorge ».

La diga in questa posizione permette la formazione di un serbatoio della lunghezza di 14 km con una capacità iniziale totale di 230 milioni di m<sup>3</sup> dei quali 175 sfruttabili.

Le principali opere dell'impianto sono le seguenti:

### Sistema di deviazione

□ Una avandiga in calcestruzzo ad arco, tracimabile, con sfioratore laterale, dell'altezza di 46 m, con 95 m di sviluppo al coronamento, 12 m di spessore alla base ed 1 m in cresta e cubatura di 14.000 m<sup>3</sup>.

A questa avandiga è stata affidata la deviazione del fiume durante il periodo di costruzione della diga principale.

□ Una controdiga, di valle, inizialmente progettata a gravità alleggerita ma successivamente trasformata ad arco per una esecuzione più rapida e razionale, tracimabile, dell'altezza di 43 m, 80 di coronamento e 16.000 m<sup>3</sup> di cubatura.

A questa controdiga è stata affidata la doppia funzione di contenere da valle l'invaso del Lower Tachien e di creare a monte un bacino di smorzamento della lama tracimante dalla diga principale in caso di sfioramento.

□ Una galleria di deviazione in sponda sinistra per una portata di 700 m<sup>3</sup> al secondo, rivestita in calcestruzzo, lunga 400 m, del diametro di 7,45 m.

Dopo la sua chiusura, la porzione di valle è divenuta la galleria di scarico delle tre turbine della centrale.

### Diga

dell'altezza di 181 m, doppia curvatura, ad arco sottile in calcestruzzo, con coronamento a quota 1.411 lunga 290 m, spessore 20 m in fondazione e 4 m in sommità e volume di calcestruzzo 470.000 m<sup>3</sup>.

Gli scarichi attraverso la diga sono assicurati da 5 aperture sfioranti a coronamento (paratoie a ventola da 11 x 4,5 m ciascuna) 2 scarichi di mezzo fondo da 4,30 x 6,30 m e due valvole Howell Bunger da 1,60 m di diametro.

Una strada di accesso al coronamento diga è tagliata sulla scarpata rocciosa di valle del Pitan Ridge e si svolge per 800 m circa di cui 230 m in galleria.

### Adduzione delle acque e produzione dell'energia

□ Un'opera di presa in calcestruzzo armato con paratoia scorrevole di 6 x 8,5 m e griglie da 11 x 50 m;

da essa si diparte la condotta forzata del diametro interno di 6 m, scavata con l'inclinazione del 60% sull'orizzontale e successivamente rivestita in acciaio, con soglia di imbocco alla quota 1.343.

Il tratto orizzontale della condotta forzata, lungo 160 m, è collegato alle tre valvole rotative che proteggono ciascuna turbina nella centrale.

□ Una centrale idroelettrica in caverna, rivestita in calcestruzzo, alta 40 m, lunga 76 m e larga 22 m alloggia tre turbine Francis con asse a quota 1.241 e portata massima 220 m<sup>3</sup>/sec accoppiate ad alternatori per una potenza complessiva di 234 MW.

A tale centrale si accede attraverso una galleria di 5 x 5,6 m, rivestita in calcestruzzo lunga 291 m.

□ Un pozzo verticale per cavi, ascensore e ventilazione forzata assicura il collegamento tra l'edificio di controllo alla quota 1.460 e la centrale in caverna: rivestito in calcestruzzo ha il diametro interno di 6 m ed una profondità di 220 m.

□ Un edificio di controllo con sottostazione, quota 1.460, in un ampio piazzale ottenuto tagliando la sommità del Pitan Ridge, sulla verticale della centrale.

### Sfioratore in galleria

Un sistema di sfioro delle piene per 3.200 m<sup>3</sup> al secondo attraversante il Pitan Ridge che costituisce la spalla sinistra della diga, composto da:

□ un'opera di imbocco in calcestruzzo armato con cinque luci regolabili a mezzo di paratoie piane da 9,35 m di larghezza ed altezza variabile da 8 a 14 m con quota minima di sfioro alla 1.394. L'accesso alla struttura è assicurato da una galleria stradale lunga 105 m, con sezione 5 x 5,6 m, che attraversa il Pitan Ridge fino alla strada di collegamento al coronamento diga;

□ una galleria rivestita in calcestruzzo del diametro interno di 11,60 m e della lunghezza di 693 m, di cui il primo tratto con inclinazione del 119,2% ed i restanti 520 m di tratto sub-orizzontale con pendenza del 5,1%: il collegamento tra i due tratti (elbow portion) è rivestito in acciaio. Massima velocità dell'acqua prevista in 40 m/sec;

□ una struttura di sbocco rivestita in acciaio con soprastante ponte stradale che provvede alla restituzione nel letto del Tachia, a valle della diga del Lower Tachien, delle piene sfiorate.

### Strutture varie accessorie

Un rilevato della cubatura complessiva di 650.000 m<sup>3</sup> di roccia compatta, con scarpata protetta di gabbioni, nella valle del torrente Pitan Creek a sostegno della sponda prospiciente l'opera di presa dello sfioratore.

Una estesa rete di gallerie e pozzi su ambedue le sponde, della lunghezza totale di 6 km, per la esecuzione del consolidamento e degli schermi di impermeabilizzazione, drenaggi e posa tiranti oltre ad accessi di vario genere.

Opere di rinforzo con tiranti, consolidamento, drenaggi, impermeabilizzazioni e strumentazione sia per la diga che per le opere accessorie che richiesero perforazioni per oltre 180.000 m.

Fornitura e montaggio di apparecchiature idromeccaniche per un peso totale di circa 3.800 ton.



## QUANTITÀ DI LAVORO ESEGUITO

(escludendo le installazioni di cantiere)

|   |         |           |                |
|---|---------|-----------|----------------|
| Scavi materiale sciolto . . . . .                         |         | 100.000   | m <sup>3</sup> |
| Scavi in roccia:  |         |           |                |
| - diga, presa, imbocco sfioratore e controdighe . . . . . | 472.000 |           |                |
| - centrale e pozzo verticale . . . . .                    | 72.000  |           |                |
| - galleria forzata, sfioratore, gallerie, pozzi . . . . . | 235.000 |           |                |
| - sottostazione e fabbricato di controllo . . . . .       | 683.000 |           |                |
| - strade di accesso ecc. . . . .                          | 14.000  | 1.476.000 | m <sup>3</sup> |
| Rilevati . . . . .  |         | 650.000   | m <sup>3</sup> |
| Ture provvisorie per deviazione . . . . .                 |         | 38.000    | m <sup>3</sup> |
| Calcestruzzi di massa ed armati:                          |         |           |                |
| - diga, presa, imbocco sfioratore e deviazione . . . . .  | 578.000 |           |                |
| - centrale e pozzo verticale . . . . .                    | 25.000  |           |                |
| - galleria forzata, sfioratore, gallerie, pozzi . . . . . | 120.000 |           |                |
| - altre opere accessorie . . . . .                        | 12.000  | 735.000   | m <sup>3</sup> |
| Acciaio per cementi armati . . . . .                      |         | 12.800    | ton            |
| Centine metalliche supporto roccia . . . . .              |         | 1.350     | ton            |
| Ancoraggi per roccia, tiranti ecc. . . . .                |         | 50.000    | m              |
| Fori per iniezione e drenaggi . . . . .                   |         | 130.000   | m              |
| Apparecchiature idromeccaniche . . . . .                  |         | 3.800     | ton            |
| Cemento . . . . .   |         | 170.000   | ton            |
| Fly-ash . . . . .   |         | 37.000    | ton            |

### ORGANIZZAZIONE DEI LAVORI

Secondo il contratto stipulato nell'ottobre 1969 i lavori avrebbero dovuto iniziare nel dicembre dello stesso anno. La Joint Venture per ragioni ad essa estranee, poté iniziare la sua attività solo nell'aprile del 1970.

Tale ritardo compromise la realizzazione della deviazione del fiume con lo schema e le fasi previamente studiate in funzione della stagione dei tifoni e delle piene che normalmente si verificano nel periodo da giugno ad ottobre.

Altro inconveniente sostanziale derivato da questo ritardo iniziale fu la concomitanza che si venne a determinare fra i lavori degli scavi diga e quelli per la deviazione, i primi sovrastanti gli altri di 300 m, in una situazione delicata, aggravata dalla natura delle masse rocciose superficialmente degradate e fortemente stratificate.

La riprogrammazione della mobilitazione iniziale per tener conto delle nuove condizioni dovette prendere in considerazione anche l'inevitabile concomitanza della stagione delle piogge 1970 con la costruzione degli impianti e dei servizi di cantiere.

Nonostante tali impreviste difficoltà, entro la fine del 1970 l'impresa riuscì a costruire i villaggi per i dipendenti espatriati e locali con i relativi servizi, spacci, mense, clubs, ospedale, scuole ed uffici.



Marzo 1974  
La diga vista da monte.



## INSTALLAZIONI LOGISTICHE

La mancanza di aree piane per l'alloggio del personale portò alla scelta di fabbricati a due e a tre piani ubicati in zona centrale del cantiere, in uno scosceso anfiteatro naturale del Pitan Creek a monte della Cross Island Highway, con la quale venne effettuato un collegamento mediante una ripida strada e due ponti in cemento armato.

Gli edifici erano di tipo prefabbricato con struttura e rivestimenti esterni metallici mentre per pavimenti e pareti interne vennero impiegati elementi in legno, plastica e fonoassorbenti.

In tali fabbricati si poterono così sistemare 40 appartamenti per famiglie, 90 alloggi per impiegati scapoli, completi di servizi igienici individuali, e vari altri alloggi per oltre 2.000 operai espatriati e locali.

Il massimo di persone presenti in cantiere per la realizzazione delle opere civili ed idromeccaniche raggiunse il numero di 2.260 tra operai, impiegati e dirigenti.

Le mense per i locali e per gli espatriati furono servite da adeguate cucine in cui venivano confezionati cibi alla europea, giapponese e cinese, il che contribuì a rendere più complessa l'organizzazione.

Traverse nel torrente Pitan Creek e circa 1 km di acquedotto, un impianto di trattamento delle acque, reti telefoniche ed elettriche, impianto di trattamento rifiuti ed altre installazioni completarono i servizi necessari a soddisfare le esigenze di una grande comunità in un ambiente inospitale.

L'ufficio principale del cantiere, anch'esso in struttura a due piani prefabbricata in acciaio, fu costruito in un punto dal quale era possibile avere una visione panoramica della maggior parte dei lavori.

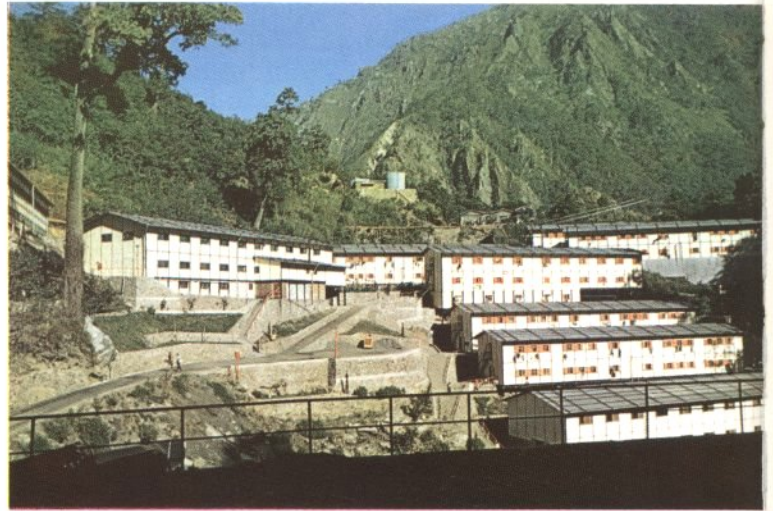
Le comunicazioni con i vari uffici dislocati nel cantiere furono mantenute per mezzo di un esteso sistema di telefoni interni, con centralino automatico collegato alle linee esterne.

Per il collegamento tra il cantiere e Taipei si ricorse ad un telex interno.

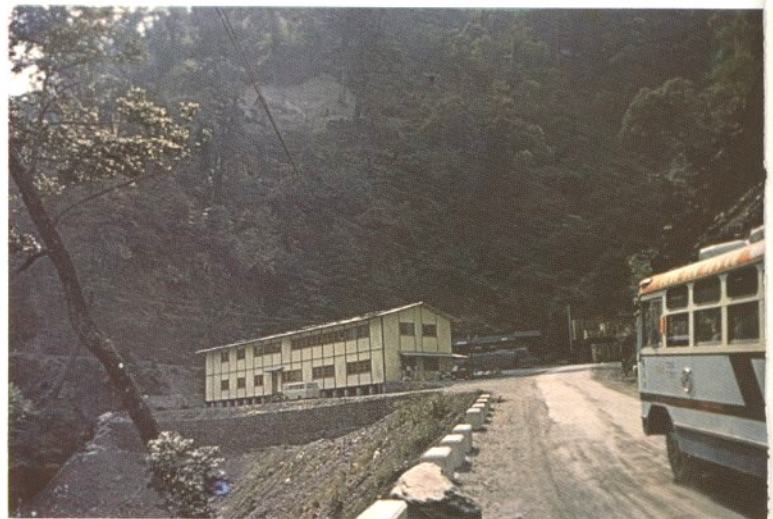
Un ufficio acquisti fu aperto in Taichung mentre gli uffici della direzione della filiale furono sistemati a Taipei.



*Il simbolo della Joint Venture.*



*Vista del villaggio Pitan Creek.*



*Uffici impresa.*



*Officina e magazzino del cantiere.*



## IMPIANTI DI CANTIERE

La localizzazione degli impianti di cantiere per la produzione degli inerti e del calcestruzzo, per le officine ed il magazzino dipese largamente dalle caratteristiche dell'area e dei lavori.

L'area necessaria fu ricavata riempiendo con oltre 100.000 m<sup>3</sup> la valle del Pitan Creek in fregio alla Cross Island Highway, dopo aver deviato il torrente stesso con una galleria di 400 m di lunghezza a doppio imbocco.

La limitata disponibilità di spazio impose di adottare nella progettazione degli impianti soluzioni « in verticale » a volte assai ingegnose.

### Inerti

Il totale fabbisogno di 1.545.000 m<sup>3</sup> in banco di inerti, di cui 880.000 per calcestruzzi e 665.000 per rilevati in roccia, fu ricavato da alcune fonti principali e da altre cave sussidiarie.

Le fonti principali previamente indicate furono:

□ scavo della sommità del Pitan Ridge (per il 44% del fabbisogno totale);

□ scavi diga e parte utilizzabile del materiale proveniente da scavi in sotterraneo (per il 36% del fabbisogno).

In seguito all'aumento delle quantità dei calcestruzzi e ad una minor resa del Pitan Ridge fu necessario ricorrere a costose cave addizionali che furono:

□ depositi alluvionali nel serbatoio di Kukuan 12 km a valle (dai quali venne ricavato il 6% del fabbisogno);

□ altre cave su ambedue le sponde del fiume (per il rimanente 14% del fabbisogno).

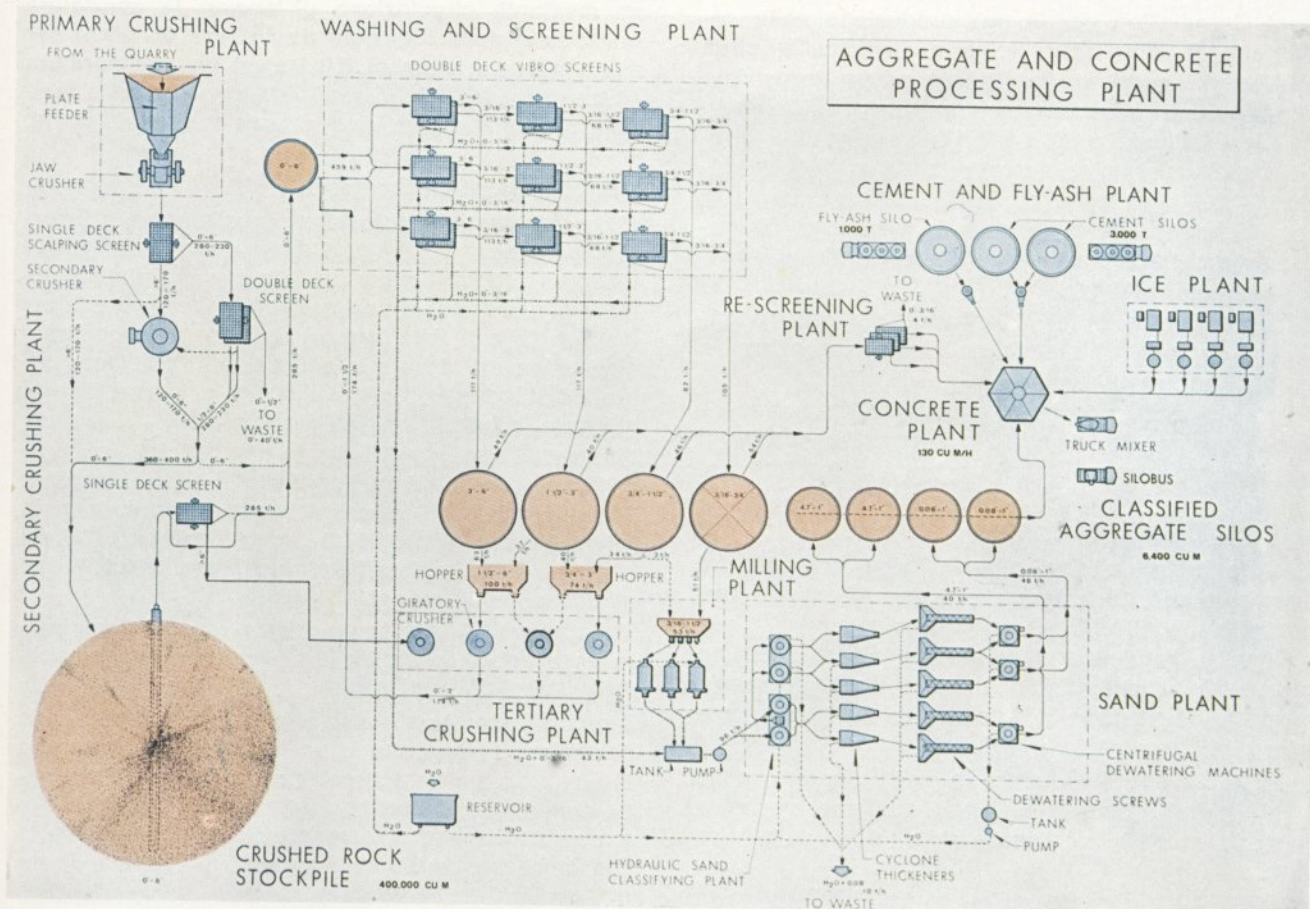


Una delle cave principali.  
Sullo sfondo gli impianti per la lavorazione inerti.

Le potenzialità dei principali settori dell'impianto furono le seguenti:

|   |                              |
|---|------------------------------|
| Frantumazione                                 | 540 ton/h                    |
| Cumulo del semilavorato                       | oltre 400.000 m <sup>3</sup> |
| Vaglio lavatura                               | 460 ton/h                    |
| Produzione sabbia fine e grossa               | 90 ton/h                     |
| Alimentazione inerti alla torre di betonaggio | 270 ton/h                    |

La sabbia per i calcestruzzi fu ottenuta mediante frantoi terziari rotativi e mulini a barre, con lavaggio e classificazione idraulica.



Schema impianto produzione inerti (capacità max 540 t/ora) e calcestruzzo (capacità 130 m<sup>3</sup>/ora).





*Impianti di frantumazione,  
potenzialità 540 t/ora.*

### **Cemento e fly ash**

Il Portland tipo II prescritto dal capitolato non è di normale produzione in Taiwan e si dovettero laboriosamente stipulare intese speciali con la Asia Cement Corporation per la sua produzione nella cementeria di Chu-Tung vicino a Hsinchu, a circa 172 km dal cantiere. Il cemento venne trasportato sfuso per ferrovia con carri cisterna a Tungshih (108 km dalla cementeria Chu-Tung) e poi per strada con autocisterne articolate da 20 ton fino al cantiere. Un silos intermedio da 800 ton assicurava la necessaria flessibilità durante le operazioni di transbordo mentre in cantiere la capacità di insilaggio totale era di 3.000 ton.

Il fly ash fu fornito dalla Centrale Termica di Shen-Hao a circa 277 km dal cantiere e trasportato in sacchi con autocarri.

Il fly ash grezzo veniva poi avviato ad un mulino vibrante a sfere tramite un silo intermedio di 205 m<sup>3</sup> ed infine accumulato nel silo principale da 1.000 ton.

### **Impianto di raffreddamento**

È stata installata una centrale frigorifera con tre compressori ad ammoniaca del tipo 12 cilindri monostadio, da 106.000 frigoriferie/ora ciascuno, i quali, collegati a condensatori evaporanti a fascio tubiero orizzontale, operavano su tre generatori di ghiaccio in grado di produrre in totale 2.900 kg/ora di scaglie, alla temperatura — 8°C.

Dal silo principale di accumulo da 100 ton le scaglie di ghiaccio venivano trasportate mediante coclee a controllo automatico al serbatoio da 8 ton della torre di betonaggio.

Oltre all'accorgimento della sostituzione di parte

dell'acqua con scaglie di ghiaccio vennero incorporate nel corpo diga, ad ogni alzata, delle serpentine in tubi metallici per il raffreddamento del calcestruzzo mediante circolazione di acqua: la spaziatura orizzontale delle tubazioni da 3/4" era di 1,5 m per cui con una portata di 0,6 l/s ed una temperatura di ingresso di 12°C fu possibile raggiungere la temperatura ambiente nel calcestruzzo in circa 40 giorni.

### **Confezione del calcestruzzo**

Alla confezione dei calcestruzzi per le opere all'aperto provvedeva una torre di betonaggio della potenzialità di 130 m<sup>3</sup>/h sulla quale erano installate 4 betoniere a doppio cono da 2 m<sup>3</sup>, gli scomparti per inerti e leganti, le apparecchiature per il controllo elettronico del dosaggio a peso dei dodici componenti dell'impasto (6 classi di inerti, cemento, fly ash, ghiaccio, acqua, 2 qualità di additivi).

Mediante l'impiego di schede magnetiche, era possibile produrre automaticamente in ogni momento 7 classi principali di calcestruzzo comprendenti in totale 20 tipi differenti di impasti mentre ad ogni ciclo venivano registrati automaticamente tutti i dati relativi ai vari dosaggi.

Sulla sommità della torre, un impianto di rivagliatura provvedeva a controllare l'esatta granulometria delle classi di inerti.

Il calcestruzzo per le opere in sotterraneo e per la deviazione fu prodotto in un impianto di betonaggio di dimensioni più ridotte piazzato a valle dell'impianto, a livello del fiume, ove erano installate due betoniere da 1,5 m<sup>3</sup> per una produzione totale di 70 m<sup>3</sup>/h con inerti trasportati dall'impianto principale di vagliatura mediante autocarri.





*Impianto per la produzione  
del calcestruzzo, con una potenzialità  
di 130 m<sup>3</sup>/ora.*

*Impianto di vaglio lavatura  
e trattamento sabbie,  
produzione oraria 460 t/ora.*





## Distribuzione del calcestruzzo

La distribuzione del calcestruzzo diga fu effettuata principalmente con due blondin radiali da 13 ton con una luce di 913 m.

Questi due blondin di nuova concezione avevano un punto fisso comune ed una via di corsa in sponda destra della lunghezza di 210 m, arcuata con un raggio di circa 913 m che presentava la caratteristica di essere inclinata del 60%.

Su questa via di corsa inclinata e curva scorrevano due carri mobili di piccole dimensioni, appunto chiamati minicar, con ruote di appoggio alla rotaia montate su bilancieri snodati, muniti di braccio per l'attacco delle funi portanti da 66 mm di diametro.

Il peso dei minicar era controbilanciato da due contrappesi mobili su rotaie; l'intero sistema delle funi di trazione e di guida era rinvio alla base della via di corsa ove furono collocati i relativi contrappesi, ed azionato da un gruppo di argani sistemato alla estremità superiore della via di corsa.

La scelta cadde su questa disposizione quale la più adatta alla situazione topografica della zona anche se a causa delle condizioni geologiche la via di corsa in calcestruzzo armato dovette essere ancorata sul materiale poco consistente in cui poggiava, per mezzo di 87 tiranti da 85 ton e 120 tiranti da 120 ton. Furono anche necessarie estese opere di drenaggio e protezione delle scarpate.

Anche l'ancoraggio del punto fisso in sponda sinistra presentò dei problemi a causa della roccia fortemente degradata su cui dovette essere fondata la struttura.

Furono utilizzati anche dei derrick convenzionali da 60 m, 6 ton, a venti ed a triedro per la copertura delle zone controdiga di valle, imbocco dello sfioratore, opera di presa e parte superiore della spalla sinistra della diga; mentre per la controdiga di monte furono impiegate autogru.

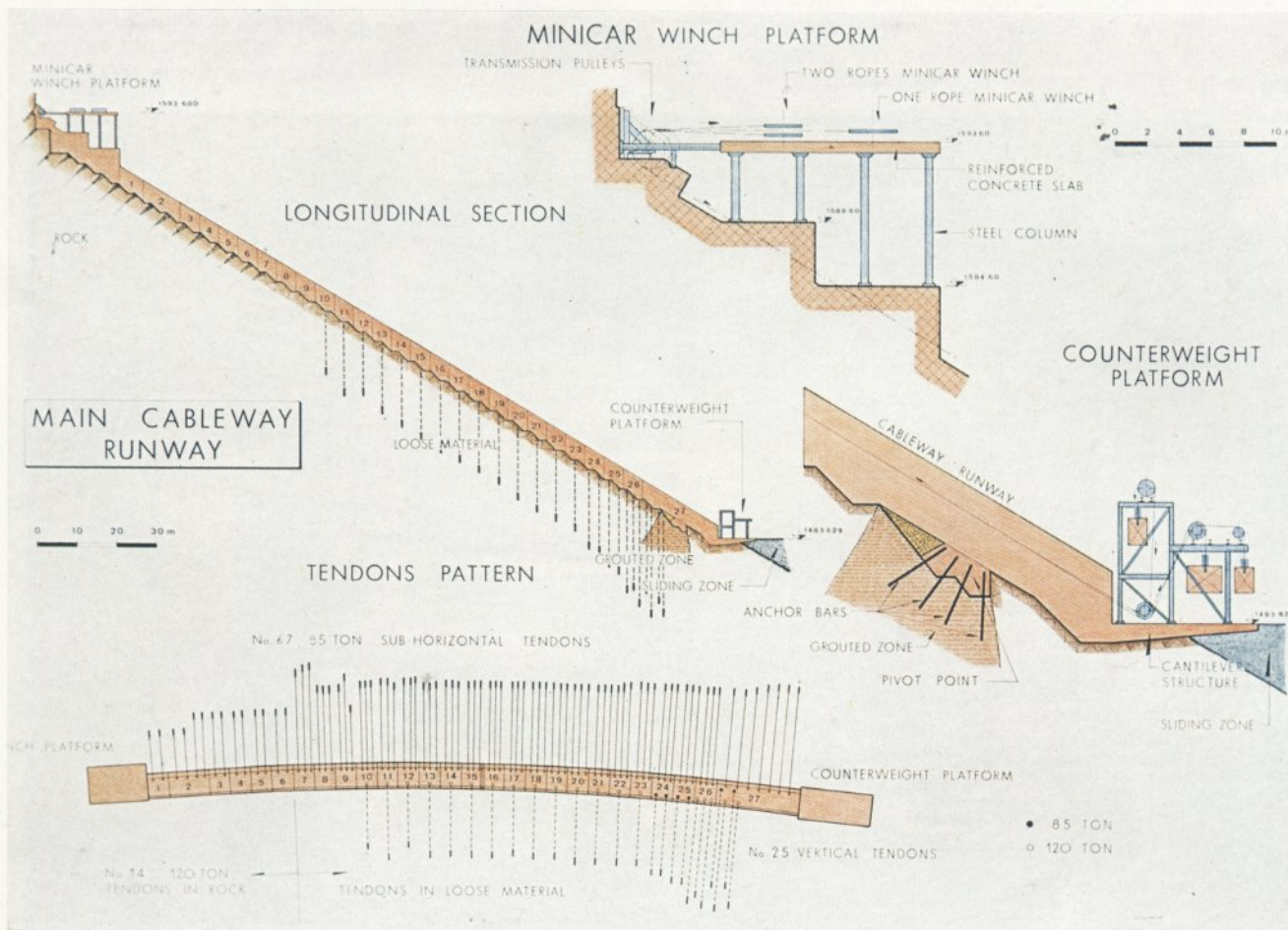
## Energia elettrica

La stazione principale di trasformazione fu allacciata alla linea 33 KV - 60 Hz della Taiwan Power Company proveniente da Kukuan e distribuita da una rete principale chiusa ad anello.

## Acqua industriale

La ridotta portata del torrente Pitan durante i periodi di magra rese necessaria la costruzione di tre acquedotti per far confluire oltre alle acque del Pitan anche quelle di due altri modesti affluenti denominati Tapan e Chiloh ai serbatoi di accumulo per l'alimentazione degli impianti e dei servizi. Furono così impiegate 341 ton di tubazioni da 4" e 10" per una lunghezza totale di 40 km e serbatoi per un accumulo totale di 1.300 m<sup>3</sup>.

*Opere murarie per le vie di corsa (inclinate del 60%) dei due blondin da 913 m di luce usati per la distribuzione del calcestruzzo su diga e presa.*







*I carrelli dei blondin dal punto fisso.  
Sullo sfondo è visibile la via di corsa inclinata  
per i minicar.*

*Particolare della via di corsa:  
si notano a destra uno dei minicar,  
a sinistra i tiranti di ancoraggio  
della via di corsa alla roccia.*





## ESECUZIONE DEI LAVORI

### Deviazione del fiume

Seguendo una concezione classica, le opere di deviazione del fiume per la realizzazione degli scavi e dei getti della diga nel letto del fiume consistevano in una avandiga di monte ed una controdiga di valle permanenti in calcestruzzo oltre ad una galleria di deviazione, già descritte.

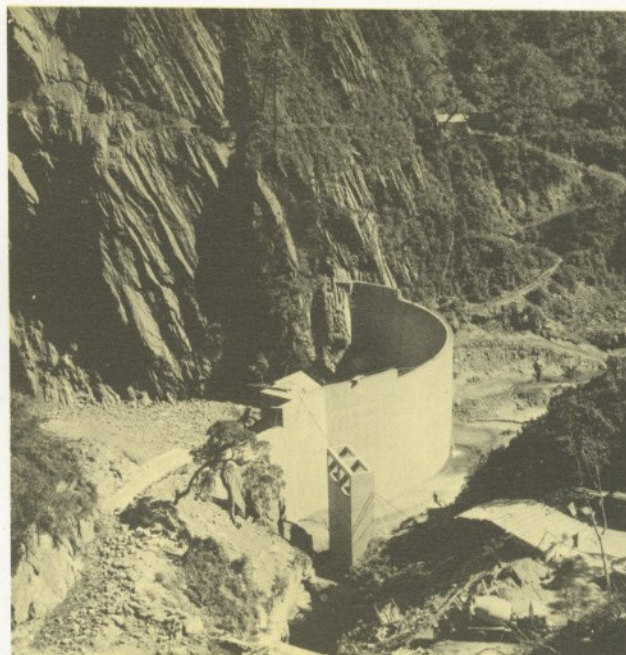
Per la deviazione del fiume furono eseguite le seguenti opere accessorie:

□ Una tura di sbarramento provvisoria in rockfill della cubatura di circa 8.000 m<sup>3</sup> con coronamento a quota 1.250 per deviare il fiume in un canale di calcestruzzo costruito sulla sponda di sinistra di fronte all'imbocco della galleria di deviazione.

□ Una tura di sbarramento provvisoria nell'area di valle, della cubatura di 22.000 m<sup>3</sup> circa, con coronamento alla quota 1.246 e con impermeabilizzazione mediante iniezioni del sottostante materiale alluvionale, per permettere il contenimento da valle dell'invaso dell'impianto del Lower Tachien alla data prevista (31 dicembre 1970).

□ Una biforcazione ed un tratto di prolungamento della galleria di deviazione della lunghezza di 170 m circa per allontanare dalla zona della tura provvisoria di valle lo sbocco delle acque scaricate dalla galleria di deviazione.

Tale sistema (tura provvisoria di monte, canale di imbocco, galleria di deviazione e tura provvisoria di valle) permetteva di scaricare portate sino a 100 m<sup>3</sup> al secondo, mentre con la avandiga in calcestruzzo completata la portata saliva a 700 m<sup>3</sup>/sec, suffi-

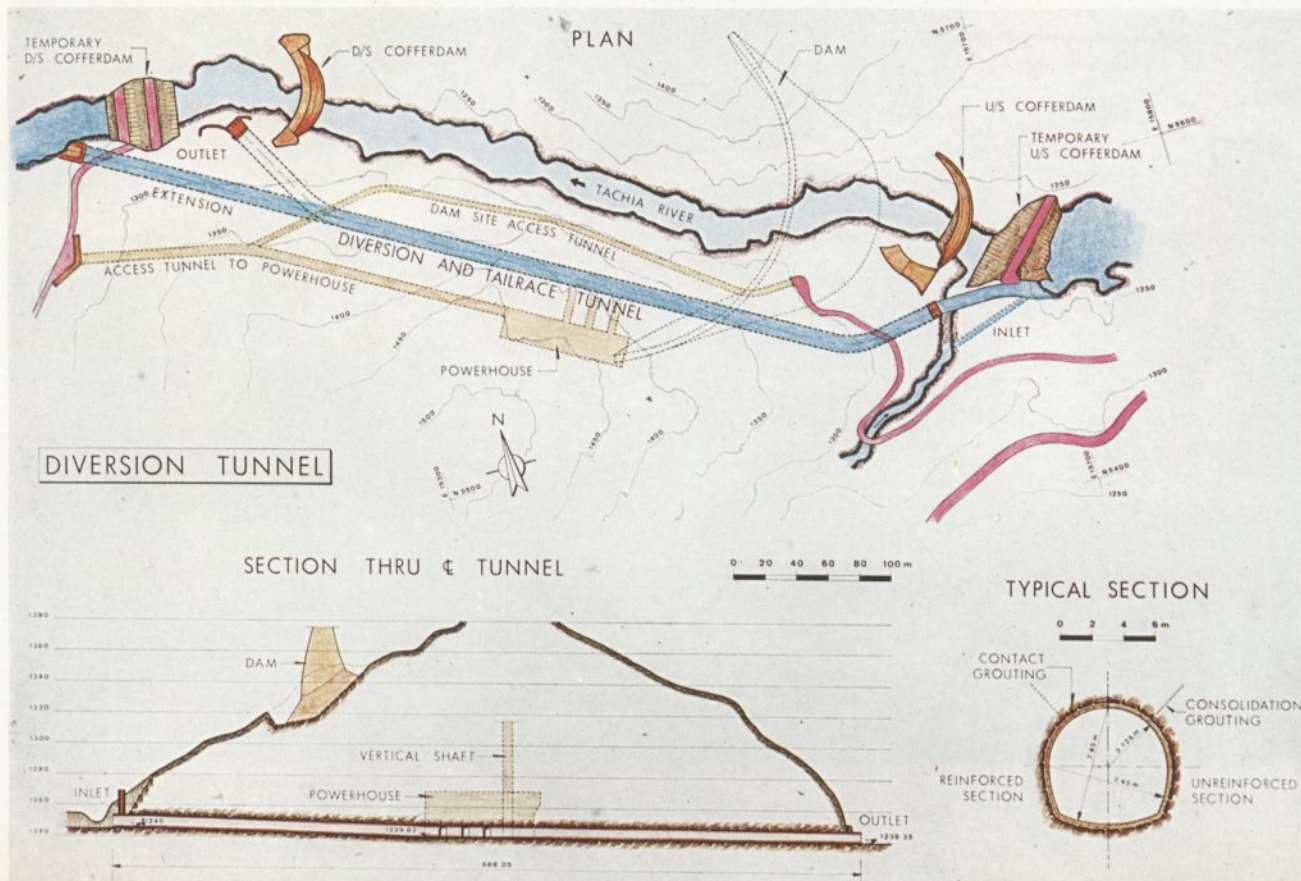


*L'avandiga di monte e l'imbocco della galleria di deviazione.*

ciente per le piene normali. Era previsto che piene eccezionali tracimassero l'avandiga ed infatti la zona lavori venne allagata due volte nel corso dei lavori.

La deviazione del Tachia fu effettuata ai primi di marzo 1971 e cioè 11 mesi dopo l'inizio dei lavori.

*La galleria di deviazione (700 m<sup>3</sup>/sec) con la diramazione provvisoria; l'avandiga di monte e la controdiga di valle con le relative ture provvisorie.*







*Vista dell'avandiga di monte (h 46 m)  
in costruzione.*

*Controdiga di valle (h 43 m)  
e sbocco della galleria di deviazione (700 m<sup>3</sup>/s).*





## Scavi diga

Il letto del fiume a quota 1.236 ha una larghezza di soli 20 m, la sponda sinistra della gola raggiunge i 300 m di altezza mentre la sponda destra si innalza sino ad una quota molto più elevata.

L'inclinazione di entrambe le sponde è di circa 75° sull'orizzontale.

Geologicamente la roccia su cui si appoggia la diga appartiene alla « yonryo quartzite formation » e consiste in una alternanza di banchi di quarzite bianca e grigia con ardesia dello spessore fino a circa 5 m.

Nella zona della diga lo slate è a volte associato a strati di argilla e materiale grafítico normalmente dello spessore di 3-5 cm, a volte fino a 20 cm.

La struttura geologica consiste prevalentemente in pacchi di lastroni inclinati verso monte.

I piani di stratificazione sono approssimativamente normali alle sponde della gola del Tachien e il loro angolo di inclinazione è di circa 65° sull'orizzontale.

Gli scavi iniziarono nell'area della diga a primavera inoltrata dell'anno 1970 e, dopo alcune riprese alle quote più alte, onde permettere la definitiva scelta dell'inclinazione dello scavo e degli strati da seguire, cominciarono a procedere speditamente. Ben presto però furono rallentati in quanto ci si rese conto che la roccia presentava, anche all'interno, caratteristiche geomeccaniche tali da originare situazioni di potenziale instabilità riguardanti porzioni di roccia anche di notevole dimensioni.

Consulenti e Impresa concordarono l'adozione di una serie di misure che permisero infine la realizzazione del lavoro.

Queste misure furono le seguenti:

- stabilizzazione delle superfici di scavo della roccia con l'impiego sistematico di tiranti da 10 a 120 ton;
- diminuzione della pendenza delle facce di scavo parallele all'asse della valle;
- serie di berme sulle facce di scavo a diverse quote;
- riprese dello scavo per smussare gli spigoli di monte e di valle delle superfici di scavo e rimuovere rocce instabili;
- spostamento dell'intero corpo diga 8 m a monte per evitare di sottoscavare il banco di roccia, scelto dall'inizio come fondazione, a causa del suo cambio di pendenza verso monte;
- eliminazione in sponda destra di uno sperone di roccia dell'altezza di 150 m, che a causa delle modifiche sarebbe venuto ad incombere sulla zona di scavo;
- riempimento con calcestruzzo ed iniezioni delle fessurazioni più aperte e protezione con shotcrete della parte più deteriorata delle superfici di scavo;
- controllo sistematico della stabilità delle scarpate di scavo per mezzo di estensimetri per giudicare la sufficienza dei mezzi di sostegno impiegati.



*Una parete degli scavi diga ricavata con sistema presplitting e sostenuta artificialmente con tiranti (« tendons » e « monostrands »).*

Le forze attive applicate per mezzo dei tiranti disposti secondo schemi particolari per il sostegno delle pareti di scavo furono dell'ordine di 1,5 ton/m<sup>2</sup>.

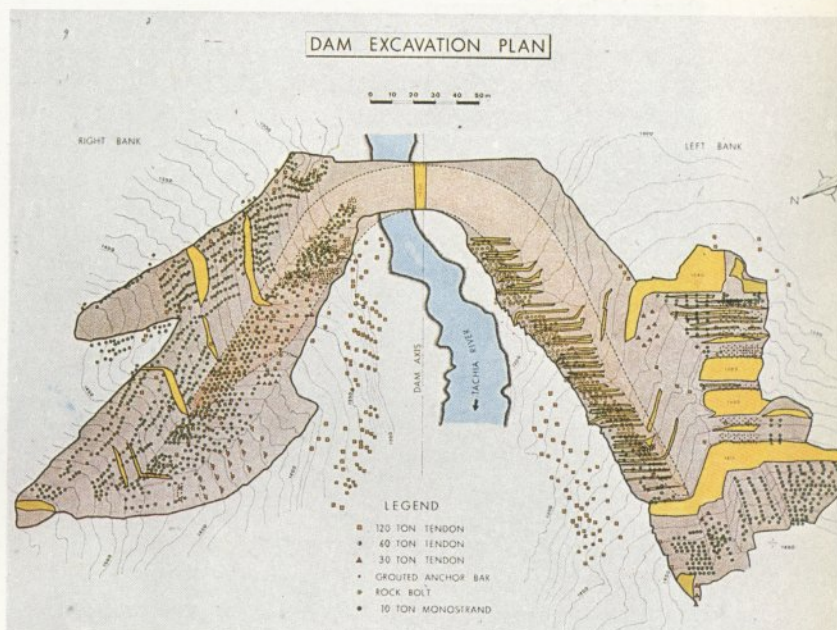
Nel mese di giugno 1972, dopo l'ultimazione dello scavo in subalveo, venne raggiunta la quota minima di fondazione alla 1.230, con le pareti di scavo alte ben 325 m in destra e 230 m in sinistra: gli scavi di fondazione della diga si ergevano in tutta la loro imponenza e la parte più impegnativa dell'intero progetto era stata realizzata.



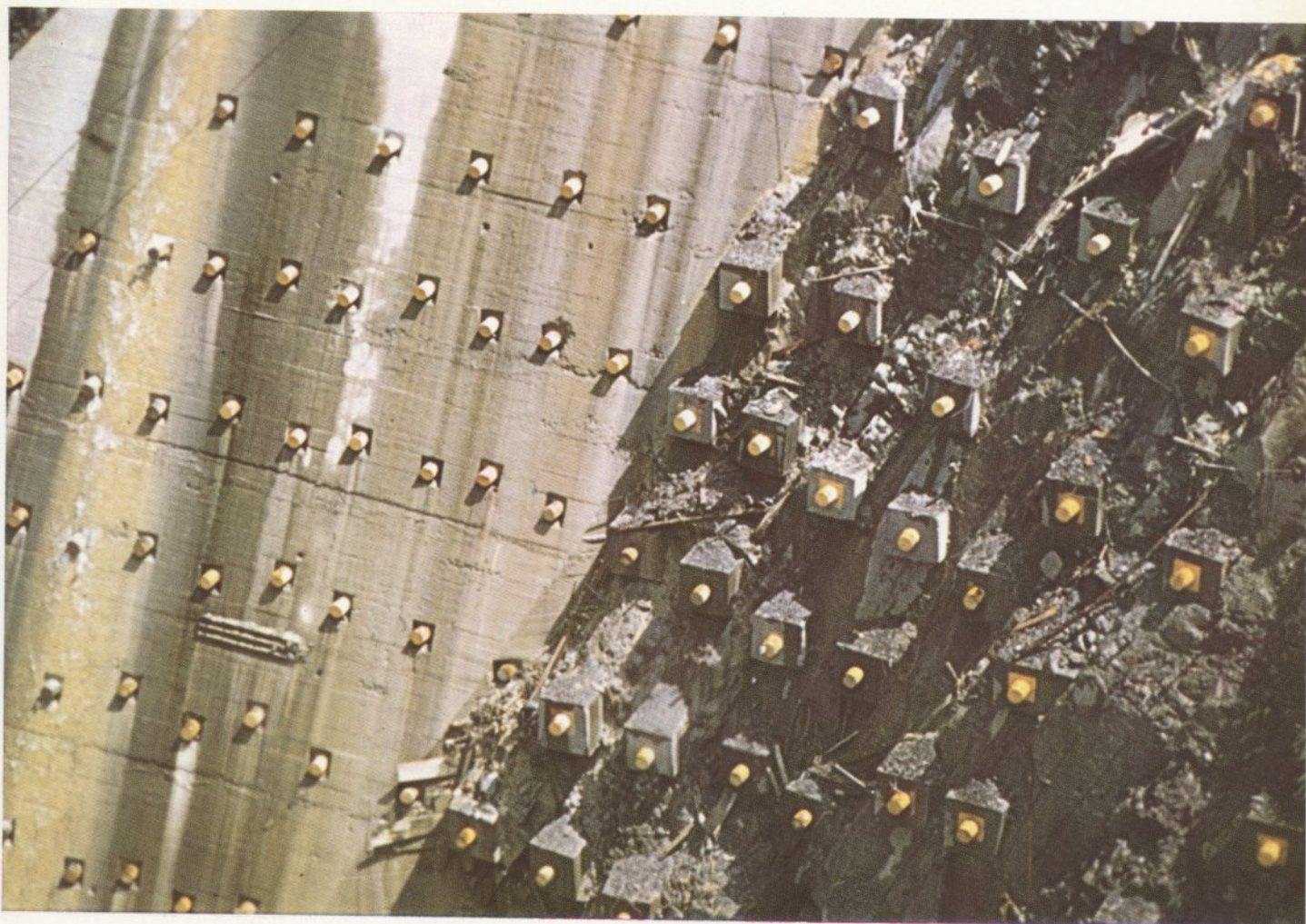
Il lavoro di stabilizzazione delle superfici di scavo ed ancoraggio della roccia fu realizzato mediante:

|  |                 |
|--|-----------------|
| tiranti da 120 ton<br>(« tendons »)    | n° 500          |
| tiranti da 60 ton<br>(« tendons »)     | n° 60           |
| tiranti da 30 ton<br>(« tendons »)     | n° 11           |
| tiranti da 10 ton<br>(« monostrands ») | n° 1.186        |
| bulloni di ancoraggio da 1" n°         | 292             |
| barre di ancoraggio da 1" n°           | 372             |
| <b>totale ancoraggi</b>                | <b>n° 2.421</b> |

per una totale lunghezza di oltre 40.000 m.



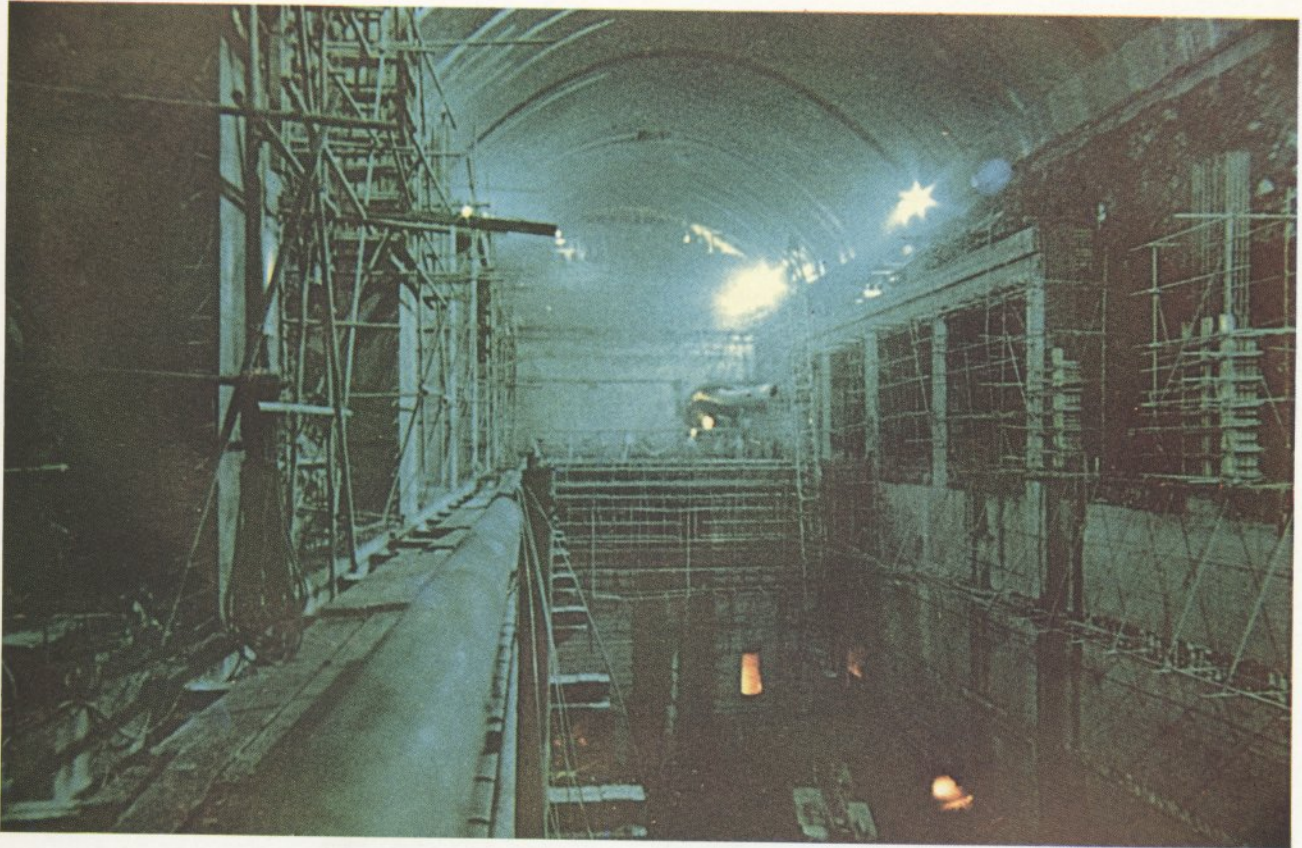
Stabilizzazione della roccia con tiranti.











Centrale in caverna, 3 gruppi da 78 MW.  
Montaggio parti elettromeccaniche.

Centrale in caverna.  
Altezza 40 m, lunghezza 76 m, larghezza 22 m.  
Opere Civili.





Luglio 1972

*Vista da monte, gli scavi sono ormai ultimati, i primi getti sono in corso.*





## Diga in calcestruzzo

Il getto della diga principale richiese un volume totale di circa 470.000 m<sup>3</sup>.

Seguendo un tradizionale criterio di progettazione italiano, il corpo della diga ad arco poggia su un pulvino in calcestruzzo ed è diviso verticalmente in 22 blocchi monolitici delle dimensioni di 15 x 20 m alle quote più basse e 10 x 6 m al coronamento. Le pendenze massime nei conci centrali sono dell'ordine di quattro (in verticale) su uno (in orizzontale) per il paramento di monte e di tre su uno per quello di valle.

Il calcestruzzo fu collocato in ogni concio per alzate di 3 m di altezza: le cassature in acciaio, di progetto e fornitura italiana, completate da accessori costruiti localmente, diedero un soddisfacente risultato; il modulo era basicamente costituito da due pannelli di acciaio da 1,50 x 1,75 m, sovrapposti.

Il sollevamento di queste casseforme veniva effettuato con autogru da 7 e 10 ton, trasportate di volta in volta su ogni concio per mezzo dei blondin.

Il getto fu eseguito soltanto con l'impiego dei blondin sino a quando venne raggiunta una altezza tale da rendere possibile l'entrata in funzione del derrick in sponda sinistra per i conci dal 19 al 22.

Il calcestruzzo venne collocato in 4 strati da 70-80 cm di altezza, steso con bulldozer da 120 Hp a pattini gommati e vibrato con 4 vibratori da 6", montati su

trattore, ed alimentati da un gruppo generatore diesel, anch'esso collocato sul trattore.

La massima media oraria di produzione dei blondin fu di 10-12 benne per i conci più lontani dalla piattaforma di carico, corrispondente a 60 m<sup>3</sup>/h per ogni gancio. La produzione del Derrick fu di 20 m<sup>3</sup>/h.

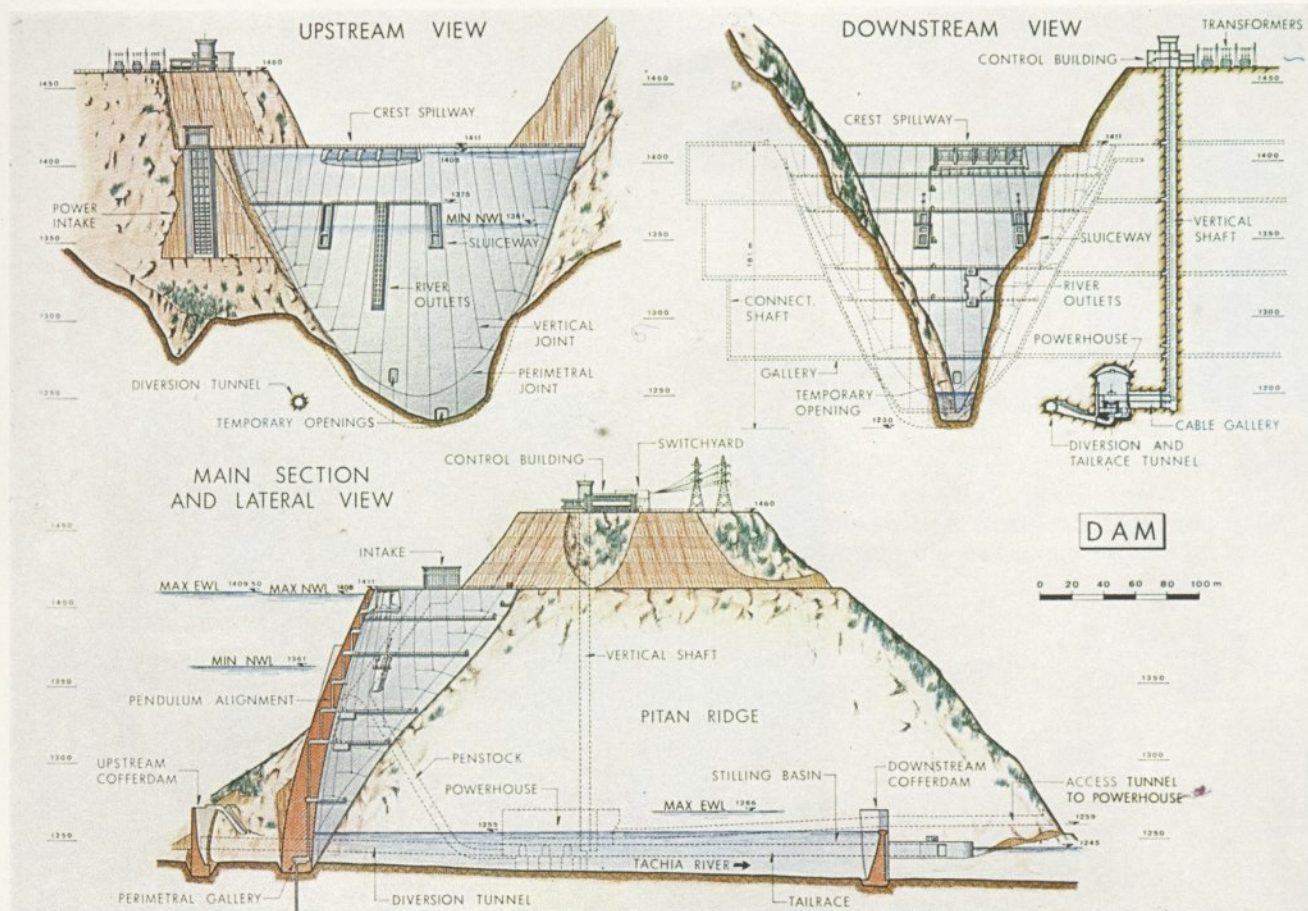
Dalla torre di betonaggio alle zone di pescaggio dei blondin e derrick il calcestruzzo era trasportato con speciali silobus ribaltabili lateralmente, col baricentro assai basso, studiati espressamente per consentire il trasporto veloce su strade a notevole pendenza.

La produzione massima giornaliera di calcestruzzo fu di 1.800 m<sup>3</sup> con una punta massima mensile di 31.000 m<sup>3</sup> ed una media mensile di 20.000 m<sup>3</sup>.

I getti iniziarono nel luglio 1972, nel letto del fiume, e vennero completati in 23 mesi.

Per permettere un rodaggio dell'intero sistema di cassature e confezione calcestruzzo, il getto del pulvino in sponda sinistra venne iniziato prima del completamento degli scavi in destra; però a causa dello spostamento di 8 m verso monte della diga, imposto dalle caratteristiche geomeccaniche dello scavo delle spalle, una parte della diga stessa non venne più coperta dai blondin con conseguente rallentamento dell'intera operazione di getto.

Prospetti e sezione della diga.





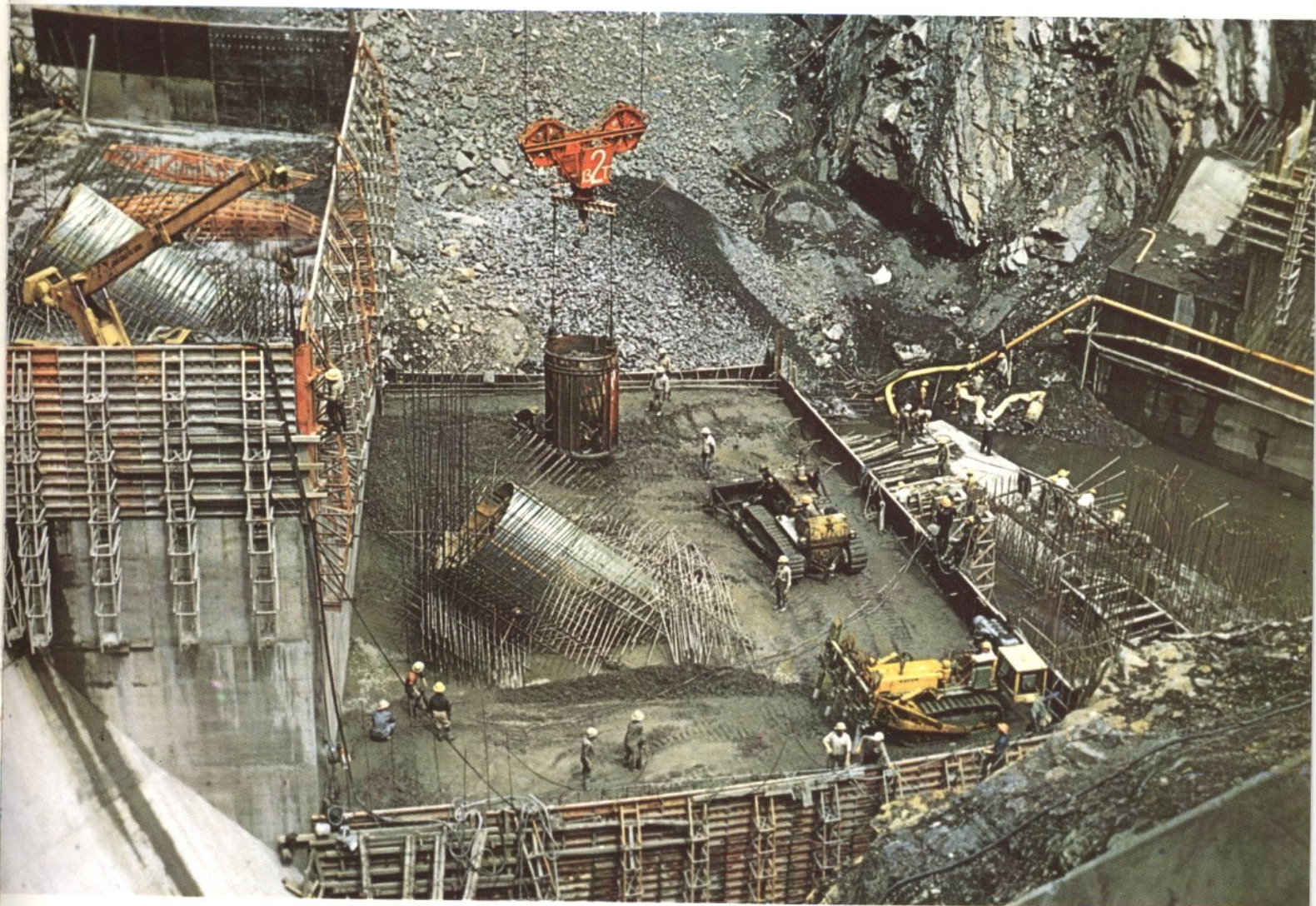


*Cerimonia religiosa in occasione del primo getto.*



*Marzo 1972  
Getto della prima benna.*





*Getto dei conci in alveo attraversati dal cunicolo perimetrale. Sono visibili da sinistra: gru idrauliche da 12 t per movimento casseforme metalliche da 3 m di altezza, benna idraulica da 4 mc, bulldozer da 120 HP per spandimento calcestruzzo; trattore da 120 HP con vibratori ad immersione. Nella sola diga sono stati inglobati 4.700 t di tondino di ferro e 74.000 m di tubo per raffreddamento del calcestruzzo.*





Agosto 1973

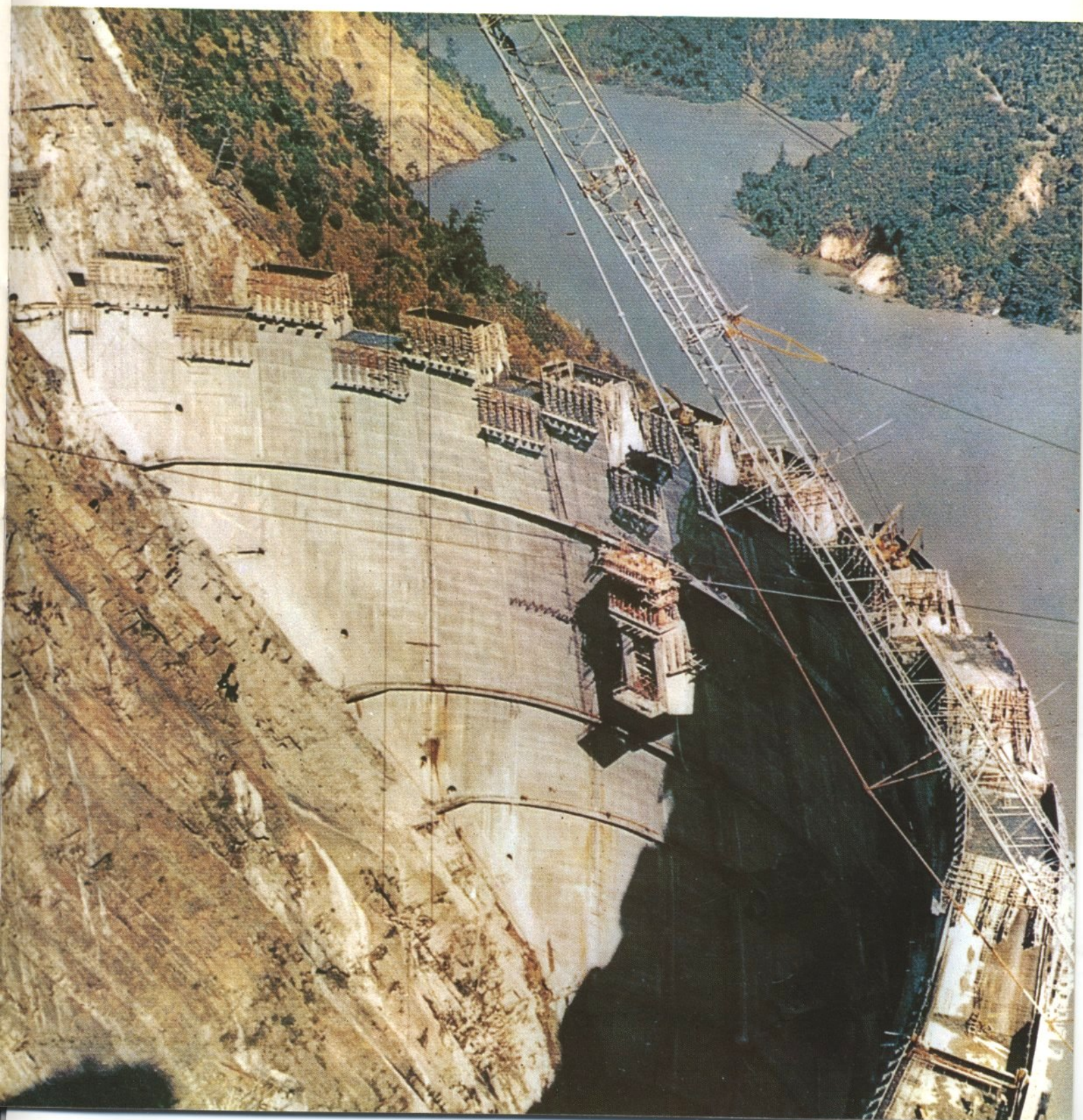
*Il parametro di monte della diga quasi ultimata, alla vigilia dell'inizio dell'invaso. L'altezza totale è di 181 m.*



*Mentre proseguono i getti, ha inizio l'invaso. Sono pressoché ultimate l'opera di presa e la sottostazione sul piazzale ricavato spianando la sommità del Pitan Ridge.*



*Vista da valle della diga: l'invaso è ormai iniziato.  
E' in funzione per i getti anche il derrick a triedro tubolare con braccio da 60 m portata 6 t.*





## Galleria dello sfioratore

Lo scavo del **tratto sub-orizzontale** della galleria, della lunghezza di 520 m, con sezione a ferro di cavallo e diametro di 13 m, fu eseguito seguendo fasi convenzionali, alcune delle quali però richiesero sostanziali precauzioni per le imperfette condizioni della roccia.

Per lo scavo della calotta si dovettero mettere in opera 600 centine metalliche per un peso totale di 768 ton; lungo gli 84 m di faglia in roccia tettonicamente disturbata le centine di profilati ad H da 200 mm furono posate con un interasse di soli 60 cm.

Per il rivestimento della calotta in calcestruzzo, eseguito a tratti di 9 m, si sono impiegate cassereature metalliche telescopiche.

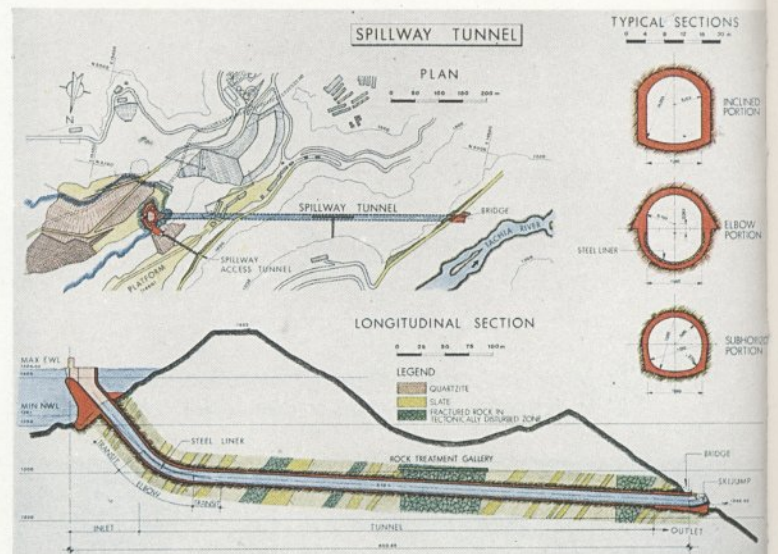
L'alta velocità del flusso prevista nella galleria rese necessario assicurare un adeguato grado di finitura del rivestimento in calcestruzzo ed un minimo numero di giunti trasversali. Lo scavo delle pareti laterali e le relative operazioni di rivestimento, furono eseguiti sostenendo dapprima la calotta, per tener conto delle sue esigenze di stabilità, con pilastri in calcestruzzo gettati in nicchie appositamente scavate in corrispondenza di ogni giunto di costruzione dell'arco in calcestruzzo e all'esterno del perimetro bagnato della galleria; poi scavando e rivestendo le pareti laterali a tratti della lunghezza di 9 m.

A causa delle medesime esigenze idrauliche, fu eseguito un prerivestimento della platea, prima di passare al rivestimento finale.

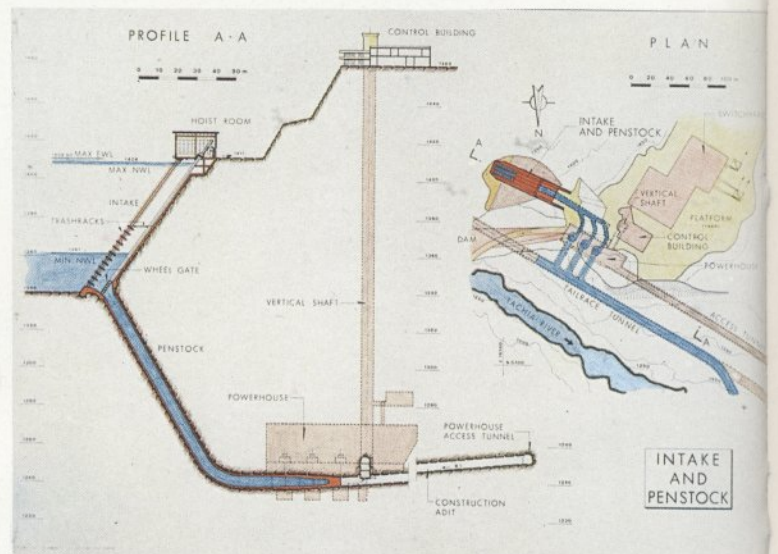
Lo scavo del **tratto inclinato** della galleria richiede la costruzione dal basso verso l'alto di un pozzo pilota con l'impiego di attrezzatura Alimak raise climber; pozzo allargato successivamente alla piena sezione dall'alto verso il basso per strati orizzontali.

Il rivestimento in calcestruzzo fu eseguito con casseforme metalliche e strati da 3 m sia per le pareti laterali che per la platea, mentre una cassereatura telescopica venne impiegata per i getti a tratti di 4,5 m della calotta.

Lo scavo per la **struttura di imbocco** subì le vicissitudini degli altri scavi all'aperto mentre invece le operazioni di getto per 60.000 m<sup>3</sup> eseguiti a strati da 3 m con l'impiego di un derrick da 60 m di braccio e 6 ton di portata, non presentarono problemi particolari.



*Pianta e sezioni dello sfioratore in galleria.*



*La galleria dello sfioratore di 11,60 m di diametro e per una portata di 3.200 m<sup>3</sup>/s.*



*L'imbocco dello sfioratore con le cinque paratoie da 9,35 m di larghezza.*







*Le opere di scarico nella diga:  
le aperture sfioranti in fase di esecuzione;  
i due scarichi di mezzo fondo;  
le due valvole Howell Bunger (in funzione).*

*Vista da valle della diga  
con le aperture sfioranti ultimate.*





## LAVORI DI PERFORAZIONE ED INIEZIONE

I lavori di perforazione ed iniezione, di trattamento della roccia e posa strumenti furono affidati in subappalto alla Società p. Az. CONSONDA di Milano, che provvede alla loro esecuzione mediante una filiale locale.

I lavori di maggiore importanza riguardano le iniezioni per gli schermi diga ed i relativi sistemi di drenaggio; il trattamento di tutte le fondazioni delle strutture all'aperto ed in sotterraneo; la iniezione dei giunti di contrazione della diga e la strumentazione.

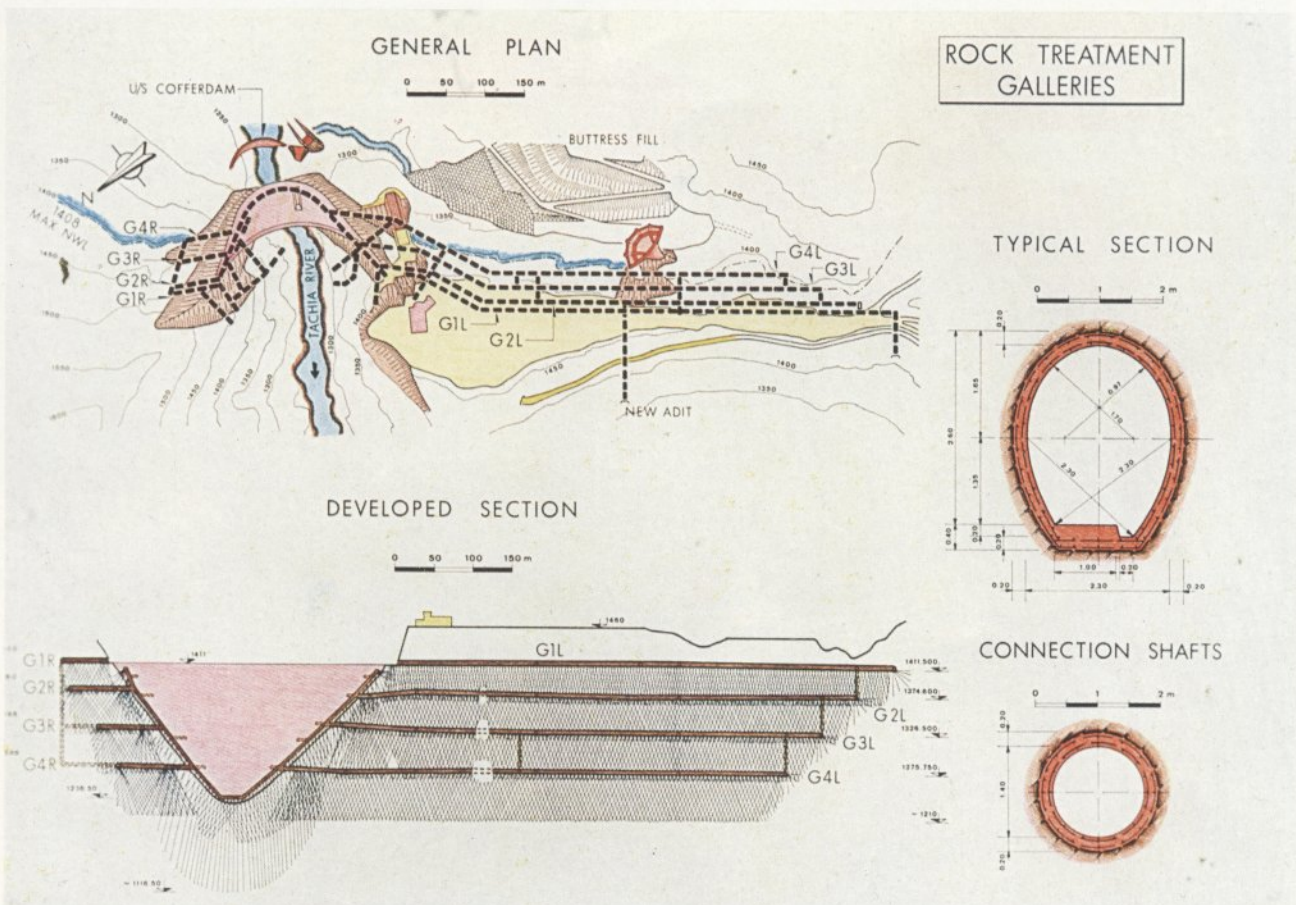
La realizzazione di questo complesso schema di lavori richiede 110.000 m di fori eseguiti a rotazione con corone diamantate; 20.000 m di fori di drenaggio da 4"; 25.000 ton di miscela iniettata e circa 50.000 m di tiranti attivi per il sostegno della roccia per una totale tensione applicata di oltre 140.000 ton.

Gli schermi di iniezione e drenaggio interessarono

un'area di circa 210.000 m<sup>2</sup> e furono progettati come una prosecuzione della configurazione geometrica della diga all'interno delle superfici di appoggio, con un prolungamento di oltre 600 m in sponda sinistra, lungo il Pitan Ridge, ed una profondità di 160 m al disotto della zona di fondazione in corrispondenza del letto del fiume. Gli schermi di iniezione e di drenaggio furono interamente eseguiti da 4 gallerie verticalmente distanziate tra loro di 50 m, collegate con pozzi verticali, perforate e rivestite per una lunghezza totale di oltre 6.000 m dall'impresa principale in quanto facenti parte del contratto.

L'impianto automatico per la preparazione ed il pompaggio delle miscele di iniezione fu collocato in sponda sinistra a valle diga, in una posizione centrale rispetto alle gallerie e pozzi di trattamento roccia, giunti diga e varie altre strutture.

210.000 m<sup>2</sup> dello schermo di iniezione sono stati eseguiti da 6 km di gallerie e pozzi.





## APPARECCHIATURE IDROMECCANICHE

La fornitura ed il montaggio delle apparecchiature idromeccaniche furono subappaltati alla Società giapponese KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES.

Esse consistevano principalmente in:

□ **rivestimenti in acciaio** (peso compless. 2.000 ton) che furono montati nella galleria di presa per tutta la sua lunghezza: tratto inclinato, tratto orizzontale e diramazioni, nel gomito intermedio e nello sbocco della galleria dello sfioratore ed infine nei condotti degli scarichi di mezzofondo e delle valvole Howell Bunger del corpo diga;

□ **paratoie** (peso complessivo 1.800 ton) una a ruote per l'opera di presa; cinque a cerniera fissa per lo sfioratore alla sommità della diga; una a ruote per ciascuna delle due valvole Howell Bunger; una valvola a paratoia per ciascuno dei due scarichi di mezzofondo diga; cinque a ruote all'imbocco della galleria dello sfioratore ed infine una paratoia piana per la chiusura dell'imbocco della galleria di deviazione;

□ servomotori, argani, gru a portale e tutti gli altri macchinari accessori.

L'apparecchiatura meccanica fu di costruzione e fornitura giapponese; anche la fabbricazione degli elementi strutturali più delicati venne effettuata in Giappone di dove vennero forniti anche i profilati e le lamiere di acciaio.

Settembre 1973

Montaggio delle paratoie degli scarichi di mezzofondo.







Gennaio 1975  
Vista dell'edificio di controllo e della sottostazione.





---

*Questa monografia è ricavata  
dalla conferenza dell'Ing. E. Bertinelli  
alla ICOLD, Londra (ott. '74)  
ed al Collegio Ingegneri, Milano (dic. '74).*

---



## COMITATO DELLA JOINT VENTURE

Felice Torno  
Alberto Zanon  
Enrico Bertinelli  
Luciano Di Felice (sostituto)

Shuji Tokioka  
Kenji Kano\* - Taichiro Kumagai  
Motoo Otsuka  
Jiro Ishida (sostituto)

## DIREZIONE LOCALE

Bruno Campagnola  
Ugo Formento  
Roberto Biagioni  
Roberto Caudano  
Manlio Moggioli  
Giuseppe Ruzzi

Takayuki Koike  
Kohichi Neo  
Kohichi Asano  
Kyoji Machida

## PERSONALE ITALIANO

Ernesto Enrico Spinetti  
Mario Brambilla  
Norberto Marozin  
Icaro Bagnara  
Giovanni Giacobbi  
Carla Pampolini Giacobbi  
Oronzo Faccin  
Giannino Aspasini  
Alberto Segreto  
Carlo Bianconi  
Renato Toller  
Severino Albarello  
Lino Battiston  
Alberto Ramponi  
Roberto Roggia  
Sergio Soccol  
Leone Broccardo  
Francesco Agostini  
Mauro Pucci  
Franco Braga  
Claudio Costaganna  
Virgilio De Nard

Modesto Munari  
Arnaldo Silla  
Antonio Gomiero  
Gian Piero Martini  
Bruno Moret  
Jean Moorhouse Segreto  
Giorgio Bertolini  
Pietro Paolo Brustolin  
Giorgio Fochi  
Angiolino Melzani  
Jole Casagrande  
Marco Conti  
Francesco Lorenzon  
Giorgio Dellacà  
Paolo Bertolini  
Enzo De Biasio  
Felice Massignani  
Leonardo Varcasia  
Luigi Vitale  
Padre Giorgio Rizzi  
Giuseppe Carini  
Gianni Neri

Tarcisio Sesso  
Roberto Bertocchini  
Dante Bosi  
Pier Mario De Gaudenzi  
Fermo Trimeri  
Padre Antonio Dovigo  
Gian Paolo Fortini  
Giovanni Bisci  
Giuseppe Cassola  
Vittorio Marangoni  
Alberto Pozzani  
Ernesto Cerrato  
Sandro Meneghin  
Duilio Volpini  
Luigi Bongiovanni  
Alessandro Cacciatori  
Enrico Milani  
Giovanni Comizzoli  
Giovanni Nani  
Pauline Bines Pozzani  
Umberto Trabucco

\* Mr. KENJI KANO, (morto il 15-11-1972), venne sostituito da Mr. TAICHIRO KUMAGAI



### PERSONALE GIAPPONESE

Macoto Yanagisawa  
Fumitoshi Hosono  
Takao Isono  
Makoto Saito  
Hiroshi Takizawa  
Hiroshi Udagawa  
Takeo Kikuchi  
Kazutoshi Torikai  
Yorio Toyoshima  
Naoshi Hasegawa  
Shomei Ito  
Itsuro Kato  
Kesao Yazawa

Takeo Kumano  
Tadao Mitani  
Kazuo Kodama  
Sadakatsu Kanno  
Noburo Ito  
Isao Komori  
Yasutaka Denda  
Torao Funaki  
Fumito Nakanishi  
Shunij Sato  
Kazuto Hiroтоми  
Yasushige Fujimori

Hajime Morisaku  
Yasumari Hayakawa  
Toshikazu Nakamura  
Ryoohei Kooyama  
Tatsuhiko Makita  
Tetsuwo Iwanami  
Yasaburo Kawabata  
Naohiro Kizu  
Chuzo Sato  
Itsuji Shimomura  
Seiichi Yamamoto  
Kuniaki Oyama

### PERSONALE CINESE

Wang Lung-Ho  
Chen Shan-Tung  
Wu Chun-Wen  
Chu Li-Ying  
Lai Sheng-Hsiung  
Chang Ru-Shin  
Lin Lien-Fung  
Liao I-Nan  
Yeh Jih-Chiang  
Hsieh Wen-Ho  
Lai Sheng-Hsiung  
Yeh Ching-Hu  
Su Lin-Lin  
Lin Shan-Min  
Wu Chao-Chun  
Pan Chen-Shin  
Liu Kung-Yen  
Lee Cheng-Chun  
Shih Chung  
Wu Shiu-Ching  
Tang Jung  
Sun Min-Lin  
Lin Tsung-Min  
Liu Tai-Cheng  
Liao Lu-Ching

Wang Shu-Tsung  
Shui Wei-Yu  
Lien Chen-Yen  
Chen Fun-Lien  
Koo Shen-Tang  
Lin Tsung-I  
Won Kan-Pou  
Yang Jen-Shiang  
Yang Shin-Liang  
Yang Cheng-Shih  
Chang Sen-Feng  
Hsu Chung-Mei  
Kao Yeh-Tze  
Lai Chia-Cheng  
Lu Kuo-Ying  
Liu Chung-Lian  
Lee Li-Li  
Lin Shiu-Chin  
Wen Tien-Chang  
Wang Mei-Li  
Hsiao Shih-Chin  
Chao Chih-Lun  
Lin Fu-Shun  
Chen Shu-Hwa  
Chang Shu-Chen

Hwang Bi-Shia  
Lin Chi-Jung  
Lin Han-Tien  
Wu Juei-Tsai  
Chuan Min-Hwan  
Yu Tai  
Liu Chi-Zung  
Chang Li-Hui  
Chung Min-Hwan  
Chen Lin-Lin  
Chiao Ta-Nien  
Lee Cheng-Tai  
Hsu Kuei-Ling  
O Lai-Chen  
Chu Ying-Tsui  
Yang Kuo-Chang  
Sun Kuo-Tung  
Chen Tse-Huang  
Lin Min-Jan  
Chen Chen-Wen  
Lin Chin-Chan  
Tsai Min-Li  
Liu Yun-Shun  
Liao Chen-Hon



Alla costruzione dell'impianto di TACHIEN hanno partecipato fra le altre le seguenti principali ditte, a cui la J.V. TORNO-KUMAGAI porge il suo ringraziamento per la collaborazione prestata:

## **SUB-APPALTATORI PRINCIPALI**

### **Impianti idromeccanici**

KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES Ltd. - Tokyo, Giappone

### **Consolidamenti sondaggi e iniezioni**

CONSONDA S.p.A. - Milano, Italia

### **Edifici controllo e sottostazione**

CHEN CONSTRUCTION COMPANY - Taipei, Taiwan

### **Villaggio**

TA PEEN IRON WORKS Co. - Taipei, Taiwan

TAI CHI CONSTRUCTION Co. - Taipei, Taiwan

YEN SHAN ENTREPRISE - Taipei, Taiwan

## **SERVIZI**

### **Trasporti e servizi doganali**

PEI TRANSPORTATION Co. Ltd. - Taipei, Taiwan

SAIMA - Milano, Italia

UNITED INTERNATIONAL SERVICES Inc. - Taipei, Taiwan

### **Ufficio acquisti di Taiwan**

ATAKA & Co. Ltd. - Taipei, Taiwan

## **FORNITORI PRINCIPALI**

### **Attrezzatura per aria compressa**

ATLAS COPCO MTC AB. - Stoccolma, Svezia

HOKUETSU KOGYO Co. Ltd. - Tokyo, Giappone

INGERSOLL-RAND S.A. - Fribourg, Svizzera

TOYO CHIRAKOKU Ltd. - Tokyo, Giappone

### **Autocarri e autoveicoli**

CATERPILLAR - Peoria, Ill. USA

FIAT S.p.A. - Torino, Italia

KOEHRING Co. - Milwaukee, Wisc. USA

NISSAN MOTOR Co. Ltd. - Tokyo, Giappone

### **Autogru**

LOCATELLI F.LLI S.p.A. - Palazzago C. (BG), Italia

SUMITOMO SHOJI KAISHA Ltd. - Tokyo, Giappone

### **Casseforme per getti, ponteggi e relativi accessori**

COMPAGNIA ITALIANA FORME ACCIAIO S.p.A. -  
Novate Milanese (MI), Italia

YUNG-KONG STEEL STRUCTURES - Taichung, Taiwan

### **Impianto produzione e classificazione inerti**

ALLIS-CHALMERS Co. - Springfield, Ill. USA

BARBER-GREENE OVERSEAS Inc. TELSMITH DIVISION -  
Milwaukee, Wisc. USA

KOBE STEEL Ltd. - Tokyo, Giappone

LORO & PARISINI S.p.A. - Milano, Italia

WILKINSON RUBBER LINATEX Ltd. - Camberley, Surrey, U.K.

### **Impianto produzione distribuzione e raffreddamento calcestruzzo**

AGUDIO S.p.A. OFFICINE MECCANICHE - Milano, Italia

LORO & PARISINI S.p.A. - Milano, Italia

MACHINES MEYNADIER - Zurigo, Svizzera

NIPPON SABROE Co. Ltd. - Osaka, Giappone

NORTH STAR ICE EQUIPM. Co. Inc. - Seattle, Wash. USA

WINGET Ltd. - Rochester, Kent, U.K.

### **Impianto produzione e distribuzione energia elettrica - Motori - Cavi - Linee ed apparecchiature elettriche**

DAINICHI NIPPON CABLES Co. Ltd. - Tokyo, Giappone

ERCOLE MARELLI & C. S.p.A. - Milano, Italia

MEIDENSHA Co. Ltd. - Tokyo, Giappone

M.B.M. S.r.l. - Costruz. Elettromeccaniche Italiane - Milano, Italia

TECNOMASIO ITALIANO BROWN BOVERI S.p.A. - Milano, Italia

### **Macchine per escavazione**

BUCYRUS ERIE Co. - S. Milwaukee, Wisc. USA

CATERPILLAR - Peoria, Ill. USA

### **Pompe**

HITACHI Ltd. - Tokyo, Giappone

STEMBERG FLYGT AB. - Solna, Svezia

TSURUMI MANUFACTURING Co. Ltd. - Osaka, Giappone

### **Additivi**

CHINA PETROLEUM COMPANY - Taipei, Taiwan

NISSO MASTER BUILDERS Co. Ltd. - Tokyo, Giappone

### **Cemento e fly-ash**

ASIA CEMENT CORPORATION - Taipei, Taiwan

TAIWAN POWER Co. - Taipei, Taiwan

### **Esplosivi**

NAN SHI CHIAN EXPLOSIVE FACTORY - Taipei, Taiwan

ATLAS TAIWAN CORPORATION - Taipei, Taiwan

APC - Parigi, Francia

### **Ferro**

CHIN SANG IRON WORKS Co. Ltd. - Taipei, Taiwan

CHIN YUNG SHENG MANUFACTURING Co. Ltd. - Taipei, Taiwan

### **Ossigeno**

TAICHUNG OXYGEN Co. Ltd. - Taichung, Taiwan

### **Ricambi**

TAIWAN TRADING CORP. EQUIPMENT & SERVICE Co. Ltd. -  
Taipei, Taiwan



