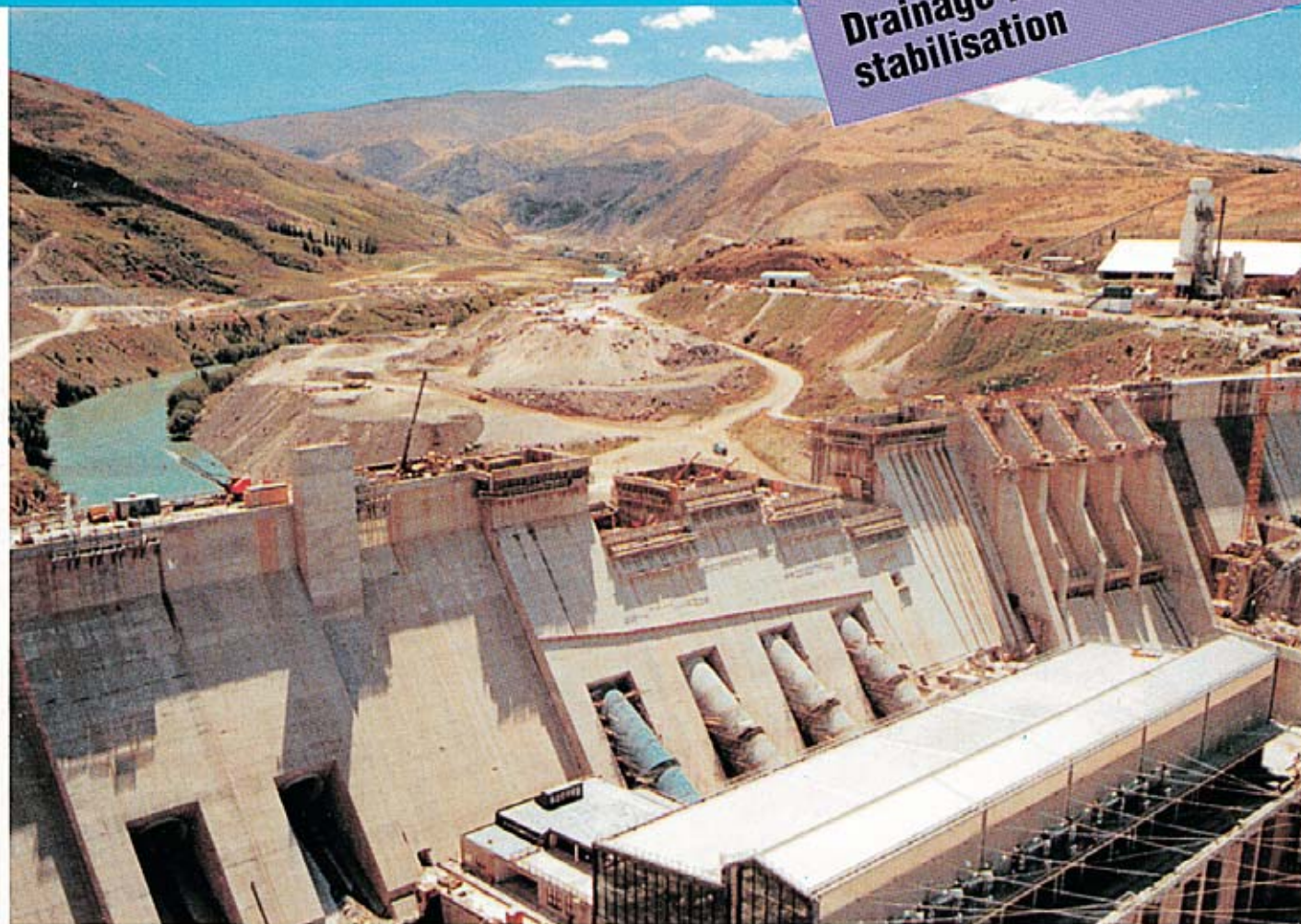


# CLYDE DAM POWER PROJECT NEW ZEALAND

Drenaggi di stabilizzazione di  
movimenti franosi

Drainage for landslide  
stabilisation



## INTRODUZIONE

In Nuova Zelanda, la più grande diga a gravità, con 1.200.000 metri cubi di calcestruzzo, sorge a Clyde, nella parte sud del paese. La centrale elettrica sarà in grado di produrre 432 megawatts di potenza mediante quattro generatori a turbina. Questi forniranno una potenza media di 1938 gigawatts all'anno, sufficienti a fornire l'energia necessaria alle città di Christchurch e Dunedin. Clyde sarà la terza centrale idroelettrica in Nuova Zelanda oltre a Manapouri e Benmore. Esiste, comunque, la possibilità di aggiungere due ulteriori generatori a turbina alla centrale elettrica di Clyde, che porteranno la massima potenza a 610 megawatts, rendendola la più potente centrale idroelettrica della Nuova Zelanda.

## INTRODUCTION

The largest concrete gravity dam in New Zealand has been constructed at Clyde. For its construction about 1.200.000 cubic meters of concrete have been employed. The power station will be capable of producing 432 megawatts power by means of four turbine-generator units. These will provide an average power of 1938 gigawatts a year, enough to entirely supply cities like Christchurch and Dunedin. Clyde will be the third largest Hydro Power Station in New Zealand, behind Manapouri and Benmore. However, there is the possibility to add two more turbine generators to the Clyde powerhouse. This would raise the maximum power capacity to 610 megawatts,



Ente appaltante: Owner:	Electricity Corporation of New Zealand Limited
Cliente: Client:	Works Project Services Limited - Wellington (N.Z.)
Durata del contratto: Contract time:	Dicembre 1990 - Giugno 1992

I lavori per la costruzione della diga e centrale di Clyde sono iniziati nel 1977 e completati nel 1989.

Il riempimento dell'invaso (Lake Dunstan) è stato posticipato poiché si sono resi necessari dei lavori addizionali per stabilizzare i movimenti franosi presenti nei pendii lungo la gola di Cromwell (Fig. 1).

I lavori di stabilizzazione decisi dal progettista consistono nella costruzione di gallerie di drenaggio, lungo le sponde del futuro invaso, dalle quali eseguire un sistema di dreni di captazione delle acque presenti nei pendii.

Nel Dicembre 1990 il cliente ha assegnato il contratto dei drenaggi alla Joint Venture Fletcher-Trevi.

*making it the most powerful hydro-electric station in New Zealand. Works for the construction of the Clyde dam and powerhouse began in 1977 and were completed in 1989.*

*The filling of the basin (Lake Dunstan) was deferred because it was necessary to perform additional treatments to stabilize the landslide movements in the hillsides of the Cromwell Gorge (Fig. 1).*

*Stability works - planned by the project engineer - consist in the construction of drainage tunnels along the banks of the future basin. From these tunnels it was then possible to carry out a draining system for the water contained in the hillsides.*

*The client has awarded the drainage contract to Fletcher-Trevi Joint Venture in December 1990.*

## UBICAZIONE DEL CANTIERE

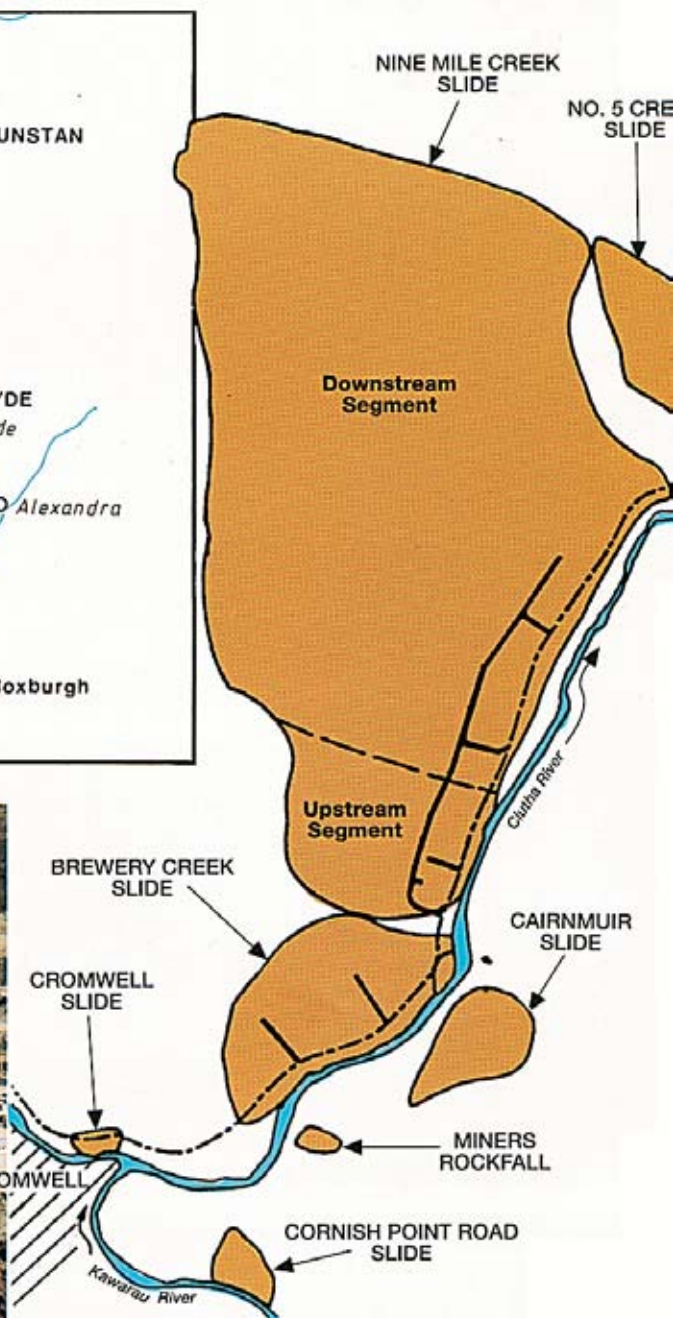
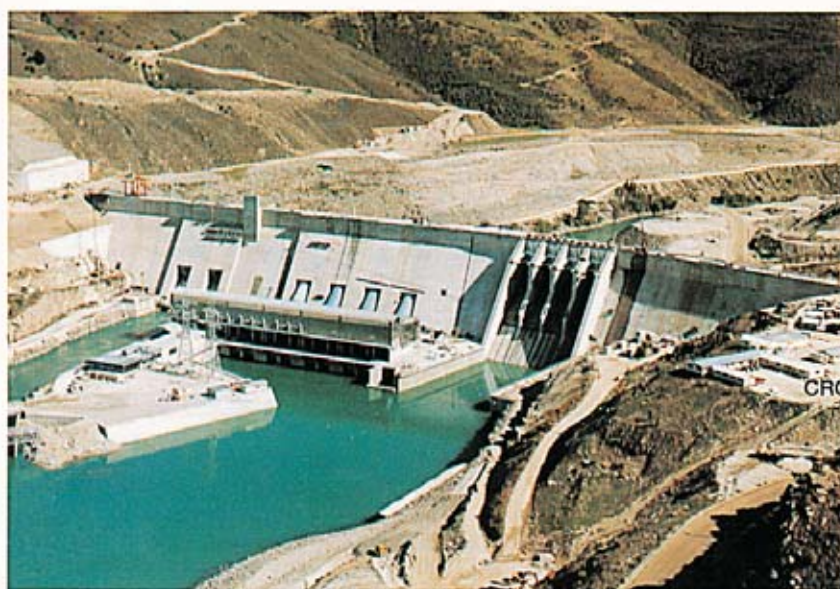
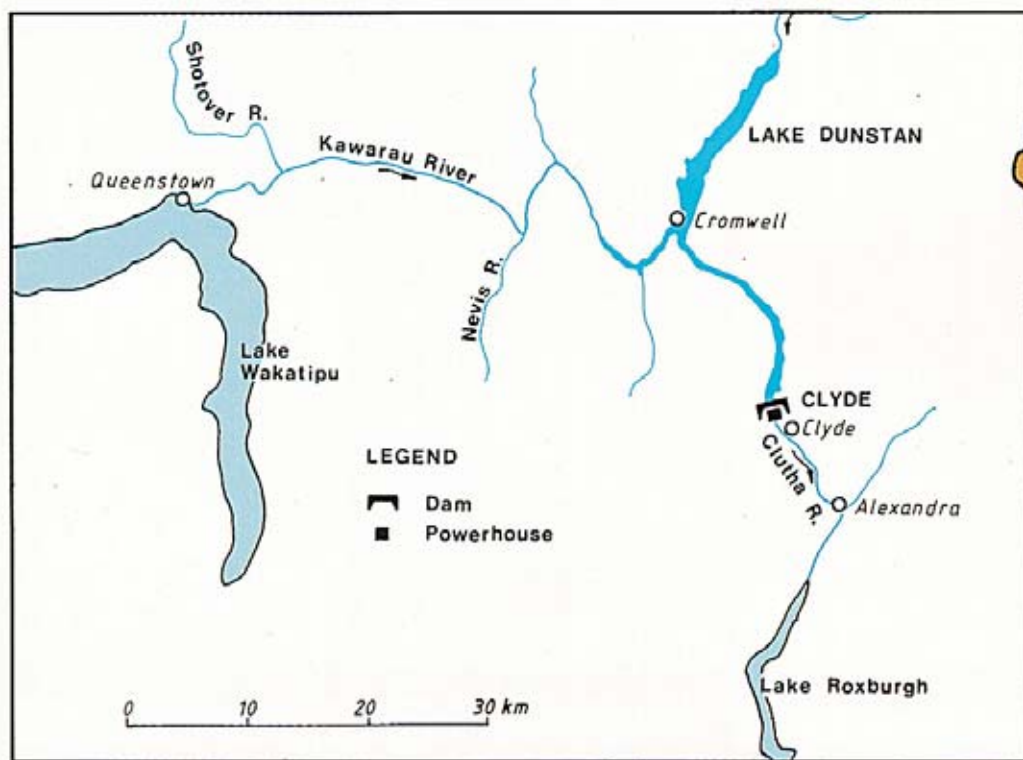
La diga di Clyde è ubicata nella regione "Central Otago" in Nuova Zelanda, a circa 200 chilometri da Dunedin. Cromwell è ubicata a circa 20 chilometri a nord della diga.

I lavori di perforazione in sotterraneo si eseguono da diversi tunnel (Fig. 1), localizzati sia in prossimità della diga sia lungo la gola di Cromwell (tra Cromwell e Clyde).

## SITE LOCATION

The Clyde dam site is located in Central Otago, New Zealand, approximately 200 kilometres from Dunedin. Cromwell is located about 20 kilometres upstream of the dam.

The underground drilling works are carried out from several tunnels (Fig. 1), both near the dam and along the Cromwell Gorge, (between Cromwell and Clyde).



## TIPOLOGIA DI INTERVENTO

Antiche frane circondano le sponde del futuro lago Dunstan, che formerà l'invaso della diga di Clyde.

Alcune di esse si muovono di pochi millimetri l'anno, altre sono stabili, ma presentano un pericolo per la sicurezza dell'invaso. Le frane, che richiedono un trattamento di rimedio, sono tutte situate nella gola di Cromwell, come mostra la Fig. 1.

I lavori di stabilizzazione comprendono la raccolta di acqua sotterranea sia al di sotto, sia all'interno delle frane, mediante l'installazione di sistemi permanenti di drenaggio per impedire l'aumento della pressione dell'acqua. Ci si aspetta che il drenaggio aumenti il fattore di sicurezza delle frane e garantisca la stabilità dell'invaso. I tunnels, dentro i quali vengono eseguite le cortine radiali di dreni (Fig. 2), servono poi per smaltire le acque provenienti da tutto il sistema di drenaggio.

La quantità totale di perforazione di dreni prevista è compresa tra 80.000 e 120.000 metri.

## OPERATION TYPOLOGY

Several ancient landslides surround the banks of the future Lake Dunstan, which will form the basin of the Clyde Dam.

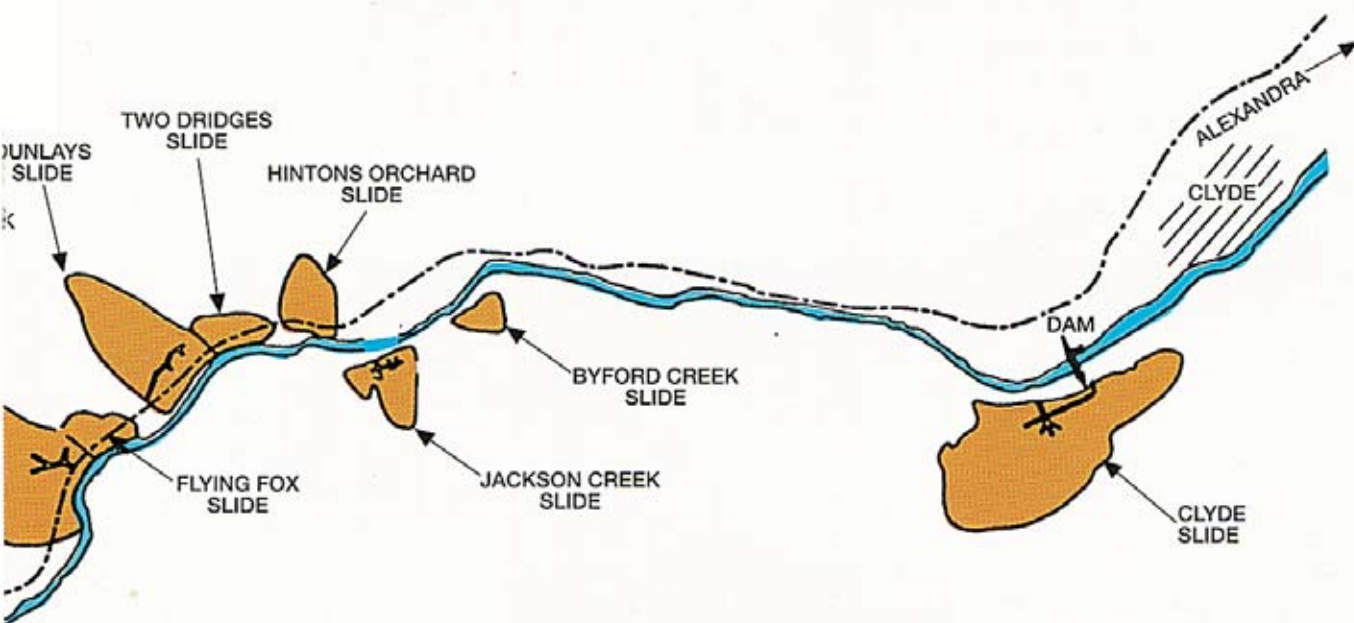
Some landslides move few millimetres per year, others are stable, but nonetheless they potentially endanger the safety of the basin.

Landslides requiring remedial treatment are all located within the Cromwell Gorge, as shown in Fig. 1

Remedial treatments include the drainage of underground water, both below and within the landslides, by installing permanent drainage systems in order to avoid an increment of the underground water pressure. This is expected to increase safety conditions of these landslides and to ensure the basin's stability.

Tunnels - within which drain radial curtains are carried out (Fig. 2) - are then used to collect the water deriving from the overall drainage system.

The total expected quantity of drain drilling is included between 80.000 and 120.000 metres.



## CONDIZIONI GEOLOGICHE

La maggior parte dei tunnel sono ubicati in scisto sub-basaltico. Questo scisto varia da roccia molto sana (con resistenza a compressione fino a 100 MPa) a scisto saturato disgregato, con presenza di fessure permeabili che in alcuni punti contengono acqua ad alta pressione e detriti franosi.

La variabilità del terreno è tale che durante la perforazione dei dreni si possono incontrare alternativamente e ripetutamente tutte le condizioni di terreno sopra descritte.

## CLYDE POWER PROJECT

- Mass movement areas remedial work

- Location of drainage tunnel

Fig. 1

## GEOLOGY CONDITIONS

Most of tunnels are located on sub-basaltic schist. This schist varies from very sound rock (with compression strength up to 100 MPa) to saturated weathered schist, with permeable cracks which, in some places, contain high pressure water and landslides' debris.

The soil variability is such that, during drain drilling operations, all above described soil conditions can be alternately and repeatedly met.

## METODOLOGIE

Il lavoro consiste principalmente in perforazioni di drenaggio, con lo scopo di perforare fino ad una profondità massima di 250 metri e installare un tubo fessurato permanente di diametro nominale di 50 mm.

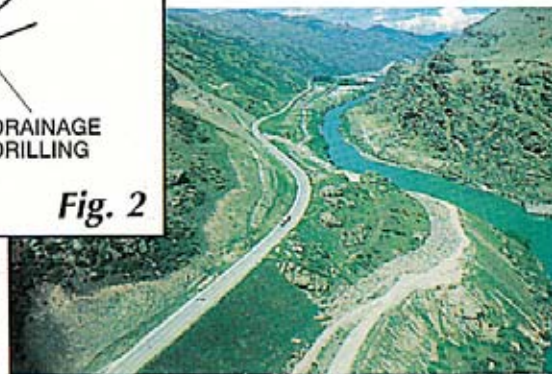
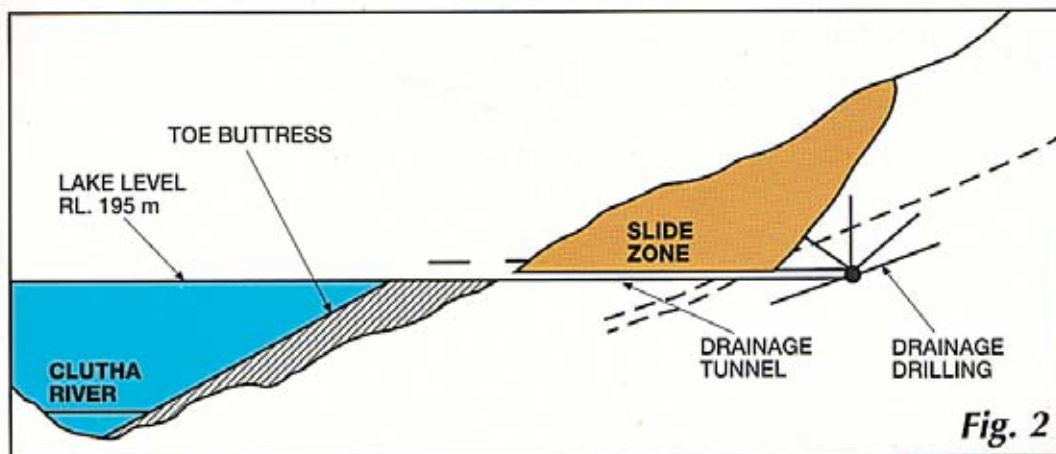
Le perforazioni sono eseguite usando diverse tecnologie da rotopercussione, a martello fondo foro per fori non rivestiti, a Tubex per fori rivestiti con sistema a cannocchiale.



## CONSTRUCTION METHODOLOGY

The work consists mainly in drainage drilling, with the aim of drilling a max. 250 m depth and installing a permanent slotted tube, 50 mm nominal diameter.

Drillings are carried out by means of different technologies like Top and DTH hammer for uncased holes, Tubex for cased holes, and making recourse to the telescopic system.



Nelle perforazioni dove si usa il martello fondo foro senza tubi di rivestimento, i diametri dei fori variano da 178 mm a 90 mm. Al contrario, dove si usa il metodo Tubex, di diametri vanno da 171 mm a 115 mm (Tubex 140, 115, 90).

Il diametro iniziale del foro è determinato dalla profondità che si deve raggiungere, dalle condizioni del terreno e dalla necessità di installare un tubo fessurato alla profondità richiesta.

Fletcher-Trevi Joint Venture dispone di apparecchiature di registrazione dati capaci di trasmettere le informazioni ad un sistema computerizzato per le successive analisi e rappresentazioni grafiche.

I dati registrati per le analisi comprendono il numero del foro, la velocità di rotazione, il momento torcente, la pressione di alimentazione, la velocità di penetrazione, la profondità del foro e la pressione del fluido.

Holes' diameters of drillings carried out with the DTH hammer without casing, vary from 178 mm to 90 mm. On the contrary, diameters obtained using the Tubex method, range from 171 mm to 115 mm (Tubex 140, 115, 90)

The starting diameter of the hole is determined by the depth to be reached, soil conditions and the need for installing the slotted tube at the required depth.

Fletcher-Trevi Joint Venture makes use of data-logging devices which are capable of transmitting information to a computerised system in order to ease subsequent studies and plotting.

Data logged for analysis include hole number, rotation speed, torque, feed pressure, penetration rate, hole depth and fluid pressure.

## ATTREZZATURE IMPIEGATE

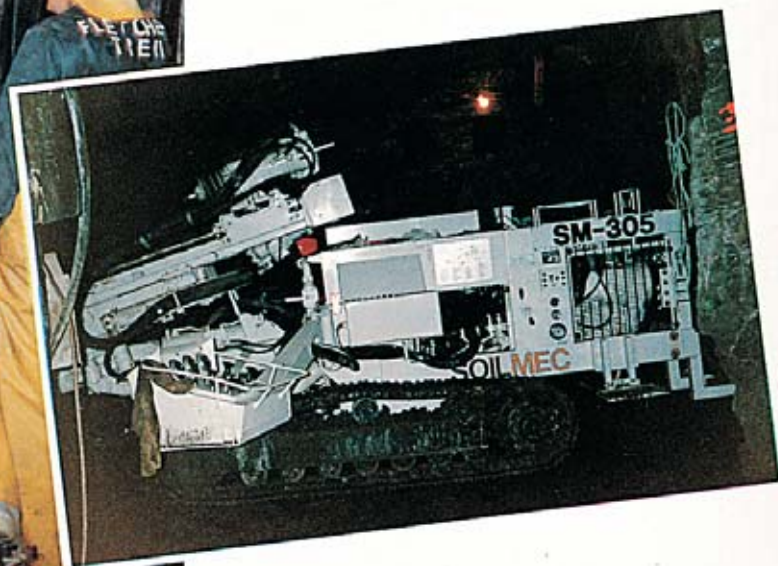
Per l'esecuzione di perforazioni di drenaggio, si usano attrezzature di perforazione cingolate Soilmec SM 305, equipaggiate con motori elettrici ed opportunamente adattate al gravoso lavoro.

Le attrezzature di perforazione sono provviste di rotory (momento torcente 1200 Kgm, rotazione 0-460 rpm) per l'uso del sistema a roto-percussione ma possono essere anche predisposte per utilizzare il metodo a rotazione (momento torcente 135 Kgm, rotazione da 0 a 770 rpm) per l'esecuzione di carotaggi esplorativi.

## EMPLOYED EQUIPMENTS

Crawler drilling rigs Soilmec SM 305 are used for the execution of drainage drilling works. They are equipped with electric motors and on-purpose adapted to perform the heavy work.

Drilling rigs are equipped with rotary (torque 1200 Kgm, rotation 0-460 rpm) in order to use the roto-percussion system, but they can be also adapted as to use rotary drilling systems (torque 135 Kgm, rotation 0 to 770 rpm) to accomplish explorative core-borings.



**CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA DIGA DI CLYDE /CLYDE DAM TECHNICAL FEATURES**

<b>CAPACITÀ CENTRALE ELETTRICA</b> <i>POWERHOUSE CAPACITY</i>	<b>432 MW</b>
<b>QUANTITÀ TOTALE DI CALCESTRUZZO</b> <i>TOTAL CONCRETE QUANTITY</i>	<b>1.2 milioni di metri cubi</b> <i>1.2 million c.m.</i>
<b>LUNGHEZZA DELLA CRESTA</b> <i>CREST LENGTH</i>	<b>490 m</b>
<b>ALTEZZA DIGA</b> <i>DAM HEIGHT</i>	<b>100 m</b>
<b>DIMENSIONI DEL LAGO DUNSTAN</b> <i>LAKE DUNSTAN SIZE</i>	<b>26.4 Km<sup>2</sup></b> <i>26.4 sq. Km</i>

