

**enel**

CENTRO PROGETTAZIONE E  
COSTRUZIONE IDRAULICA  
ED ELETTRICA  
TORINO

UTILIZZAZIONE IDROELETTRICA  
DELL' ALTO GESSO

**impianti  
chiotas-piastra  
rovina-piastra**



## **impianti dell'alto gesso**

L'utilizzazione idroelettrica della vallata del torrente Gesso, iniziata negli scorsi anni con la costruzione dell'impianto Piastra-Andonno, viene completata con la costruzione, a monte del bacino della Piastra, di due nuovi impianti, rispettivamente sul salto Chiotas e sul salto Rovina.

L'ubicazione geografica di questi impianti è favorevole per la vicinanza ai centri di consumo delle zone industriali del Piemonte e al percorso delle linee a 380 kV che collegano con Torino la centrale termoelettrica di Vado Ligure.

I due impianti, Chiotas e Rovina, fanno capo ad un'unica centrale detta di Entracque, in cui è installata una potenza elettrica complessiva di 1500 MVA.

## **the upper gesso plants**

*The hydroelectric development of the valley of the Gesso Torrent, which was started a few years ago with the construction of the Piastra-Andonno Plant, is completed, upstream of the Piastra basin, with the construction of two new plants which utilize the Chiotas-Piastra and Rovina - Piastra heads.*

*The geographic location of these plants is favourable, both for its proximity to consumption centers in Piemonte Region's industrial areas and to the 380 kV lines which link the Vado Ligure thermal power station with Turin.*

*The two plants, Chiotas and Rovina, have a common power station, the Entracque station, where a total capacity of 1500 MVA is installed.*

## IMPIANTO CHIOTAS-PIASTRA

L'impianto Chiotas-Piastra è praticamente un impianto di pompaggio puro fra i due serbatoi del Chiotas (capacità utile 27.300.000 m<sup>3</sup> - bacino imbrifero 11,6 Km<sup>2</sup>) e della Piastra (capacità utile 9.000.000 m<sup>3</sup>) con un salto geodetico massimo di 1048 m e una producibilità annua di 40 GWh da deflussi propri e 1000 GWh da deflussi pompati.

Il serbatoio del Chiotas ha il massimo invaso a q. 1978 m s.m.

È ottenuto con la costruzione di due sbarramenti, detti rispettivamente "del Chiotas" e di "Colle Laura".

Il primo è del tipo ad arco-gravità in conglomerato cementizio, ed ha le caratteristiche seguenti:

- quota coronamento	1980,00 m s.m.
- altezza max sulle fondazioni	130 m
- spessore al coronamento	5 m
- spessore max al piede	37,50 m
- sviluppo del coronamento	230 m
- volume	360.000 m <sup>3</sup>

L'opera è suddivisa in conci larghi 12,50 m, eccetto i due laterali che sono larghi 18 m e trasmette i carichi alla roccia tramite un pulvino di fondazione a cui si raccorda mediante un giunto perimetrale. Sotto quota 1920 m s.m. è munita di un sistema drenante realizzato con canne verticali di 25 cm di diametro ad interasse di 3 m, ed è ispezionabile attraverso un insieme di cunicoli, uno disposto lungo il giunto perimetrale e gli altri quattro orizzontali.

La seconda diga, di minori dimensioni, sbarra una sella laterale.

È a gravità massiccia, con andamento rettilineo, in conglomerato cementizio. Ha un'altezza massima di 30 m, il coronamento lungo 70 m, con volume di 14.000 m<sup>3</sup> circa. Essa è pure munita di un sistema drenante e di ispezione.

In sponda destra del serbatoio, adiacente alla diga di Colle Laura, è situato lo scarico di superficie con soglia sfiorante a quota 1978 m s.m. lunga 125 m, capace di evacuare la portata massima di 240 m<sup>3</sup>/s che viene convogliata a valle mediante uno scivolo a salto da sci.

Gli altri scarichi sono quello di fondo, ricavato in sponda destra della diga del Chiotas, proporzionato per la portata max di 90 m<sup>3</sup>/s, intercettato da due paratoie piane e quello profondo, ricavato nel corpo diga, realizzato con una tubazione metallica di diametro 1,40 m, intercettato da una saracinesca ed una valvola a fuso.

## THE CHIOTAS-PIASTRA PLANT

*The Chiotas-Piastra plant is practically a pure pumping plant between the two reservoirs of Chiotas (effective capacity 27,300,000 m<sup>3</sup> - catchment area 11.6 km<sup>2</sup>) and Piastra (effective capacity 9,000,000 m<sup>3</sup>) with a maximum geodetic head of 1048 m and annual producibility of 40 GWh from natural flows and 1000 GWh from pumped flows.*

*The Chiotas reservoir has the maximum storage at El.1978 m a.s.l.*

*It is obtained by the construction of two dams, called "Chiotas" and "Colle Laura" respectively. The first is a typical arc-gravity dam in concrete. Its features are the following:*

- crest elevation	1980 m a.s.l.
- max. height above the foundations	130 m
- crest thickness	5 m
- max. thickness at the base	37.5 m
- crest length	230 m
- volume	360,000 m <sup>3</sup>

*The structure is divided into blocks 12.50 m wide, only the two lateral ones are 18 m wide. It transmits the loads to the rock by means of a foundation pad (pulvinus) with which is connected by a perimetral joint.*

*Below El.1920 m a.s.l. the structure is provided with a drain system consisting of 25 cm diameter vertical pipes, placed at 3 m intervals. There is also an inspection system including a series of headings. One is placed along the perimetral joint and the other four are horizontal.*

*The second dam is of smaller sizes and is located in a lateral saddle. It is a massive, rectilinear, gravity dam in concrete. It has a max. height of 30 m, the crest length is 70 m and the volume is about 14,000 m<sup>3</sup>. It is also provided with drain and inspection systems. The spillway is located on the right bank of the reservoir, adjacent Colle Laura dam. The fixed sill is at El.1978 m a.s.l. and is 25 m long with a max. capacity of 240 m<sup>3</sup>/s. Spilled water is conveyed downstream by a skijump channel. The bottom outlet is located on the right bank of Chiotas dam. It has a max. capacity of 90 m<sup>3</sup>/s and is controlled by two sliding gates. The reservoir drain is situated inside the body of the dam and consists of a 1.40 m diameter steel pipe, controlled by a sluice gate and a needle valve.*

Si accede alla zona delle dighe oltre che mediante la normale viabilità, anche attraverso una galleria di accesso lunga circa 7300 m, del diametro di 2,60 m, che parte dalla finestra a quota 1840 m s.m. posta all'estremità superiore delle condotte Chiotas.

In sponda sinistra è situata l'opera di presa con soglia a quota 1894,50 m s.m., da cui ha origine la galleria di derivazione lunga circa 7400 m fino alla base del pozzo piezometrico, avente una sezione circolare con diametro di 6,10 m.

Essa è intercettata da una paratoia piana, con dimensioni di 4,30 x 5,70 m, proporzionata per un carico di 120 m di colonna d'acqua.

All'estremità di valle della galleria è disposto il pozzo di oscillazione di tipo differenziale, costituito da due canne circolari verticali con assi distanti fra loro 65 m. La canna piezometrica ha diametro 6,10 m, presenta alla sua base una camera anulare di alimentazione avente una capacità utile di 4200 m<sup>3</sup>, e sbocca in una camera di espansione di circa 1000 m<sup>3</sup>, con livello massimo a quota 2008 m s.m. circa. La canna differenziale ha un diametro di 13 m ed è collegata alla galleria di derivazione attraverso strozzature metalliche. L'opera è in cemento armato precompresso.

A valle del pozzo è disposta una biforcazione metallica, da cui hanno inizio le condotte forzate del tipo libero in galleria, con diametro variabile da 3,80 m a 3,35 m, lunghe circa 1500 m, disposte secondo un'unica livelletta con pendenza del 90%.

Ogni condotta è munita all'estremità superiore di una valvola a farfalla Ø 3800 mm e termina a valle con un distributore, che alimenta 4 macchine idrauliche.

Lo scavo delle rimonte in cui sono alloggiato le condotte, è stato eseguito per la quasi totalità in avanzamento con una fresa di diametro 2,53 m per la rimonta Chiotas-Sud e con una fresa di diametro 3,00 m per la rimonta Chiotas-Nord e per quella della Rovina; l'allargo è avvenuto, dall'alto verso il basso, con metodi tradizionali.

*The site of the dams can be reached both by the normal road and by an access gallery about 7,300 m long, with a 2.60 m diameter, starting from the adit at El. 1840, situated at the upper extremity of Chiotas penstocks.*

*The intake structure is located on the left bank, with sill at El.1894.50 m a.s.l., from which starts the diversion tunnel, about 7,400 m long, as far as the base of the surge tank, having a 6.10 m diameter circular section. It is controlled by a sliding gate, with a size of 4.30 x 5.70 m, having a load of 120 tons/m<sup>2</sup>.*

*The surge tank, of differential type, is placed at the downstream extremity of the tunnel. It consists of two circular vertical pipes with axis at 65 m intervals. The surge pipe has a 6.10 m diameter. It has at the base a feeding chamber having an effective capacity of 4200 m<sup>3</sup> and at the top an expansion chamber of about 1000 m<sup>3</sup>, with max. level at approximately El.2008 m a.s.l.*

*The differential pipe has a 13 m diameter and is connected with the diversion tunnel through steel throttlings. The structure is in prestressed concrete.*

*Downstream the surge tank two steel penstocks branch off and run free in tunnels. The diameter ranges from 3.80 m to 3.35 m. Their length is of about 1500 m. The slope is 90%. Each penstock, at the upper extremity, is provided with a butterfly valve of a 3800 mm diameter and ends downstream with a distributor which feeds 4 hydraulic machines. The heading excavation of the sloping tunnels where the penstocks are situated, has been executed almost all by a boring machine of 2.53 m diameter for Chiotas-Sud tunnel and by a boring machine of 3 m diameter for Chiotas-Nord and Rovina tunnels. The enlargement excavation, from upstream to downstream, has been carried out by the conventional methods.*

## IMPIANTO ROVINA-PIASTRA

L'impianto Rovina-Piastra, di produzione e pompaggio, ha un tracciato pressoché parallelo al precedente, a quota di 400 m inferiore.

Il serbatoio di testa è quello della Rovina, che è un lago naturale sistemato con modeste opere di impermeabilizzazione, avente capacità utile di 1.200.000 m<sup>3</sup>. È previsto che in esso confluiscano, oltre i modesti contributi del bacino imbrifero diretto, anche le acque raccolte con due canali di gronda in sponda destra e sinistra, con un bacino imbrifero totale di 77,2 km<sup>2</sup>.

La producibilità annua è valutabile in 150 GWh da deflussi naturali e 70 GWh da deflussi pompati.

Dal serbatoio, in sponda sinistra, ha inizio la galleria in pressione lunga 6500 m dalla presa a quota 1509,00 m s.m. fino alla base del pozzo piezometrico, con una sezione circolare del diametro di 2,90 m.

Il pozzo piezometrico è del tipo differenziale formato da due canne concentriche, con camera di espansione superiore e camera di alimentazione alla base.

La canna differenziale di 10 m di diametro è collegata alla galleria mediante una strozzatura con boccaglio metallico; essa contiene la canna piezometrica di 3,30 m di diametro direttamente collegata alla galleria.

A valle inizia la condotta forzata libera in galleria, lunga circa 1000 m, con diametro variabile fra 2,35 e 2,20 m, intercettata da una valvola a farfalla.

Lo scavo della galleria per la condotta è stato eseguito con lo stesso sistema delle rimonte Chiotas, utilizzando una fresa con diametro 3,00 m fino alla quota 1842 m s.m. circa, dove si trova la camera valvole delle due condotte del Chiotas.

A valle della quota 1470 m s.m. la galleria è stata allargata a sezione ellittica per contenere la tubazione, mentre sopra tale quota è a sezione circolare perché alloggia solo il piano inclinato di servizio.

## THE ROVINA-PIASTRA PLANT

*The Rovina-Piastra plant, of generation and pumping, is located parallel to the first, at an El.400 m lower.*

*The head reservoir is Rovina, a natural lake, in which some modest waterproofing works have been carried out. In the lake, having an effective capacity of 1,200,000 m<sup>3</sup>, will run, besides the small flows from the direct catchment area, also the waters which are collected by two channels on the right and left bank, from a total 77.2 km<sup>2</sup> catchment area. Annual producibility is estimated at 150 GWh from natural flows and 70 GWh from pumped flows. The pressure tunnel starts from the left bank of the reservoir.*

*It is 6500 m long from the intake at El.1509 m a.s.l. to the bottom of the surge tank, circular in cross section with a 2.9 m diameter. The surge tank is of differential type and is formed by two concentric pipes, with an expansion chamber at the top and a feeding chamber at the base.*

*The differential pipe with a 10 m diameter is connected with the tunnel by means of a throttling with a steel nozzle; it contains the surge pipe of 3.30 m diameter directly connected with the tunnel.*

*Downstream the penstock runs free in tunnel, about 1000 m long, with a diameter ranging from 2.35 to 2.20 m, controlled by a butterfly valve.*

*The excavation for the penstock tunnel has been executed by the same method as the Chiotas sloping tunnels, that is utilizing a boring machine with a 3 m diameter up to approximately El.1842 m a.s.l. where the valves chamber for the two Chiotas penstocks is situated.*

*Below El.1470 m a.s.l. the tunnel has been enlarged at elliptic section in order to contain the penstock, while above this elevation the tunnel is at circular section as it houses only the sloping tramway.*

## CENTRALE DI ENTRACQUE

La Centrale, unica per i due impianti, è ubicata in sotterraneo, a circa 600 m dal serbatoio della Piastra, in sponda sinistra.

La disposizione del macchinario in centrale è la seguente:

- le valvole rotative sono disposte in una caverna indipendente, lunga 170 m;
- le macchine rotanti, parte delle apparecchiature elettriche e le apparecchiature di controllo sono poste nella caverna principale lunga 195 m, larga 15,20 m ed alta circa 40 m;
- i trasformatori sono installati in una terza caverna che ospita anche gli interruttori ed i sezionatori di macchina.

Vi sono poi gallerie e cunicoli per le diramazioni delle condotte forzate e dei condotti di aspirazione, la galleria delle paratoie di valle, i cunicoli dei condotti sbarre a 17 kV ed una lunga galleria di drenaggio, che sbocca nell'alveo del T. Gesso.

Le macchine che utilizzano il salto Chiotas sono otto "reversibili multistadio". A monte di ognuna di esse vi sono due valvole rotative, di cui una di guardia a doppia tenuta; a valle vi è una paratoia piana. I gruppi reversibili sono a quattro stadi e non sono suscettibili di regolazione della potenza. L'avviamento in pompaggio è previsto col sistema back to back con uno qualsiasi degli altri gruppi compreso il gruppo Rovina. È previsto di scaricare l'acqua calda in apposito circuito dissipante la potenza assorbita a bocca chiusa.

I principali dati caratteristici di ciascuno di questi gruppi sono:

### In generazione

H max	1048 m
Q max	16 m <sup>3</sup> /s
P <sub>r</sub> max	148 MW
n	600 g/min

### In pompaggio

H min	955 m
Q max	15 m <sup>3</sup> /s
P <sub>a</sub>	155 MW
n	600 g/min

Le macchine elettriche sono generatori-motori sincroni a 600 g/min con una potenza apparente di 170 MVA.

## THE ENTRACQUE POWER STATION

The Station, common to both plants, is located underground on the left bank at about 600 m from the Piastra Reservoir.

The machinery of the station is arranged as follows:

- the spherical valves are arranged in an independent hall, 170 m long;
- the rotating machines, some electrical equipment and control devices are arranged in the main hall 195 m long, 15.20 m wide and about 40 m high;
- the transformers are installed in a third hall which houses also circuit breakers and unit isolators.

There are also galleries for penstocks branches, tailsrace, downstream gates, 17 kV busducts; a long drain tunnel conveys the drainage water in the Gesso Torrent.

The machines utilizing the Chiotas head are eight of the "multistage reversible" type. Upstream of each of them there are two spherical valves, one of them is a safety double seal valve; downstream there is a sliding gate. The reversible machines have four stages: only full capacity operation is admitted. Provision is made for starting up the units in pumping with the back to back system with any of the other ones including the Rovina unit. When the valve is closed, hot water is discharged in an appropriate circuit.

The main features of each of these machines are:

### Generating

H max	1048 m
Q max	16 m <sup>3</sup> /s
P <sub>r</sub> max	148 MW
n	600 rpm

### Pumping

H min	955 m
Q max	15 m <sup>3</sup> /s
P <sub>a</sub>	155 MW
n	600 rpm

The electrical machines are 600 rpm synchronous motorgenerators with an apparent capacity of 170 MVA.

Il collegamento elettrico tra la centrale in caverna e la stazione all'aperto è realizzato con cinque terne di cavi ad olio fluido a 380 kV, una per ogni trasformatore. Questi cavi sono posati in canaline piene di sabbia, chiuse entro una struttura in cemento armato che percorre la parte superiore della galleria di accesso.

#### **OPERE DI SCARICO E DI ASPIRAZIONE**

Sia per i gruppi Chiotas che per quello Rovina, vi è un'unica galleria di scarico e aspirazione lunga 442 m, avente una sezione circolare del diametro di 6,50 m. Questa galleria termina nel serbatoio della Piastra con apposita opera di presa e di restituzione; in prossimità della centrale è disposto il pozzo di oscillazione costituito da due canne cilindriche verticali del diametro 5,80 m con assi distanti tra loro 70 m, collegate alla sommità da una camera di espansione con una capacità utile di circa 1000 m<sup>3</sup>, e a metà altezza da una camera di alimentazione orizzontale di forma circolare della capacità di circa 2000 m<sup>3</sup>.

#### **OPERE ALL'APERTO**

La stazione elettrica ha otto stalli a 380 kV, cinque dei quali collegati ai trasformatori di centrale tramite i cavi 380 kV di cui sopra, due alle rispettive linee aeree che collegano la centrale alla stazione di Magliano Alpi, nodo della rete nazionale a 380 kV ed uno di parallelo sbarre.

Un fabbricato adiacente all'imbocco della galleria di accesso alla centrale ospita una officina meccanica, servizi ausiliari, uffici e locali per le apparecchiature di controllo e comando a distanza.

Tutto l'impianto dell'Alto Gesso sarà infatti comandato a distanza dal Centro Teleconduzione di Magliano Alpi.

*The electrical link between the underground power station and the open air substation is carried out by means of five 400 kV oil cable connections, one for each transformer.*

*These cables are placed in trenches filled up with sand, housed in the reinforced concrete structure running over the roof of the access gallery.*

#### **TAILRACE AND SUCTION STRUCTURES**

*A tailrace and suction tunnel, 442 m long with a 6.50 m circular section diameter, is common to the Chiotas and Rovina units. This tunnel ends in the Piastra Reservoir with an appropriate intake and outlet structure. The surge tank is situated near the power station. It consists of two vertical cylindrical shafts with 5.80 m diameters. Their distance on the central lines is of 70 m. They are connected, at the top, with an expansion chamber having an effective capacity of about 1000 m<sup>3</sup> and, at half height, with a horizontal feeding chamber of a circular shape having a capacity of about 2000 m<sup>3</sup>.*

#### **SWITCHYARD AND EXTERNAL BUILDINGS**

*The electrical substation has eight 400 kV bays. Five of them are connected with the power station transformers by means of the above mentioned 400 kV cables, two with the respective overhead lines linking the power station with the Magliano Alpi substation, a branch point of the national network 400 kV, and one is for bus-bar coupling.*

*A workshop, ancillary rooms, offices, control devices and remote control equipment rooms are situated in a building adjacent to the inlet of the access gallery to the power station.*

*The whole Gesso plant will be in fact remotely controlled by the Magliano Alpi Operation Center.*