

PONT VENTOUX

IMPIANTO
IDROELETTRICO
PONT VENTOUX
SUSA

COMMITTENTE



AEM Torino è fra i principali operatori italiani nei campi della produzione, distribuzione e vendita di energia elettrica e termica a scopo teleriscaldamento urbano.

A Torino, gestisce anche l'illuminazione pubblica, i semafori e gli impianti termici ed elettrici degli stabili comunali.

www.aemtorino.it.

CONCESSIONARIO

per la progettazione, costruzione e preesercizio

RAGGRUPPAMENTO TRA LE IMPRESE INTERNAZIONALI:



MANDATARIA

Il Gruppo Astaldi è fra le più importanti aziende di costruzioni a livello mondiale ed è leader in Italia come General Contractor e come promotore di grandi opere realizzate attraverso il project finance. Quotato in Borsa dal 2002, ha circa 6.000 dipendenti, 80 società controllate, un fatturato che nel 2005 è ammontato a oltre 1 miliardo di Euro e un portafoglio lavori superiore a 7 miliardi di Euro.

L'attività del Gruppo attraversa tutta la filiera della realizzazione delle grandi opere infrastrutturali, dalla progettazione all'organizzazione del finanziamento, alla costruzione, fino alla gestione pluriennale dell'opera stessa. I settori in cui è prevalentemente attivo riguardano le infrastrutture di trasporto (ferrovie, metropolitane, strade, autostrade, aeroporti, porti), gli impianti di produzione energetica e le opere idriche (dighe, centrali idroelettriche, acquedotti, impianti di bonifica), l'edilizia civile, industriale e ospedaliera e la gestione in regime di concessione di infrastrutture di trasporto, strutture sanitarie, parcheggi.

www.astaldi.it.



MANDANTE

L'accorpamento di Eiffage TP e di Appia ha dato origine ad "Eiffage travaux publics" rappresentando il settore dei lavori stradali e pubblici del gruppo Eiffage.

Con 19.500 collaboratori che operano sul campo, "Eiffage travaux publics" oggi leader europeo nella creazione globale di infrastrutture nei trasporti è anche tra i principali protagonisti nel settore europeo dell'edilizia civile, industriale e degli impianti di produzione di energia. In Europa, è attivamente presente in Germania, Belgio, Spagna, Polonia e Portogallo, così come nei paesi extraeuropei, particolarmente nel Senegal ed in Nigeria. L'equipe di "Eiffage travaux publics" è impegnata quotidianamente nella realizzazione di strade, autostrade, linee ad alta velocità, piattaforme marine, aeroporti, industrie produttive e logistiche, restauri, gallerie, centrali termiche, idrauliche, e nucleari, unità di trattamento delle acque e dei rifiuti, parcheggi; dai lavori più semplici, al viadotto più alto del mondo, inaugurato alla fine del 2004 a Millau (Sud Francia).

"Eiffage travaux publics" nel 2006 prevede un fatturato pari 3,5 miliardi di Euro.

Il gruppo "EIFFAGE" con un fatturato di oltre 8 miliardi di Euro ed i suoi 52.000 dipendenti, di cui oltre il 90% azionisti - impegnato anche nelle concessioni autostradali - è una delle maggiori realtà europee nello scibile della costruzione.

www.eiffage.fr

SOMMARIO

INTRODUZIONE ALL'IMPIANTO

p. 2

SVILUPPO PLANIMETRICO DELL'IMPIANTO

p. 2

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

p. 3

INTRODUZIONE AL PROGETTO

p. 5

- GEOLOGIA DEL SITO

OPERE

p. 6

- TRAVERSA E OPERA DI PRESA A PONT VENTOUX
- CANALE DERIVATORE IN GALLERIA A PELO LIBERO TRA PONT VENTOUX E SERBATOIO DI REGOLAZIONE IN VAL CLAREA
- DIGA E SERBATOIO DI REGOLAZIONE IN VAL CLAREA
- NODO IDRAULICO DI CLAREA
- GALLERIA DI DERIVAZIONE IN PRESSIONE, POZZO PIEZOMETRICO DI MONTE
- CONDOTTA FORZATA
- CENTRALE IN CAVERNA ED OPERE ANNESSE
- GALLERIA DI RESTITUZIONE IN PRESSIONE, POZZO PIEZOMETRICO DI VALLE E GALLERIA DI DEMODULAZIONE
- DIGA DELLE GORGE DI SUSÀ AD ARCO GRAVITÀ

COMPONENTI ELETTROMECCANICI ED ELETTRONICI

p. 11

- GRUPPI TURBINE
- VALVOLE DI MACCHINA
- GRUPPI OLEODINAMICI
- SISTEMA DI POMPAGGIO
- QUADRI MONTANTI DI MACCHINA 15 KV E QUADRO "POWER CENTER"
- POMPA CENTRIFUGA
- PARATOIE DI REGOLAZIONE, INTERCETTAZIONE E SICUREZZA
- GENERATORI
- SISTEMA DI GOVERNO

QUANTITÀ SIGNIFICATIVE

p. 16

- DESCRIZIONE

RISORSE PRINCIPALI

p. 17

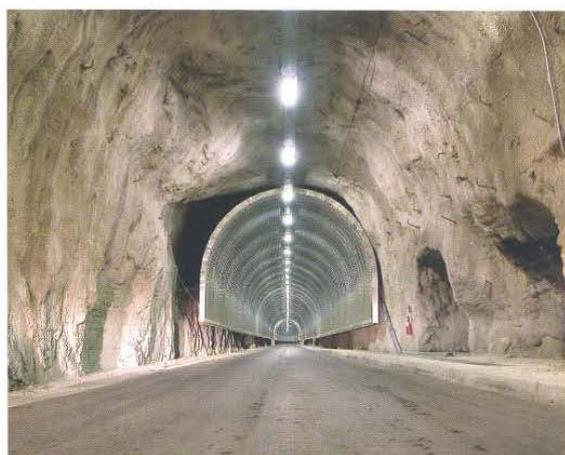
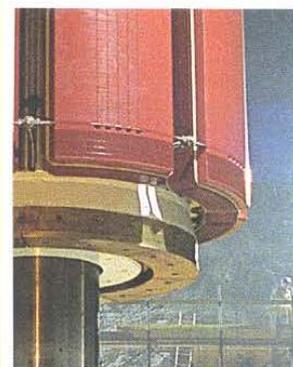


Foto:
Alex Béraud
Archivio fotografico Pont Ventoux

Testi:
Dott. Gianfranco Carlessi
Ing. Gianfranco Carrara
Ing. Alessandro Fenelli

Progetto grafico:
Sanguinetti Comunicazioni

 **ASTALDI**
ROMA

 **EIFFAGE**
PARIS

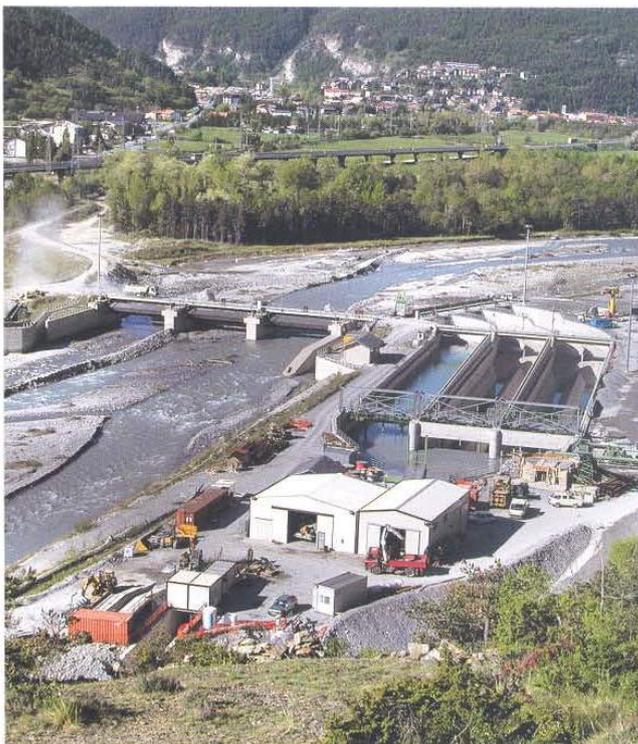
INTRODUZIONE ALL'IMPIANTO

L'impianto nel suo genere è la più grande opera di recente realizzazione in Italia ed una delle maggiori in Europa, è stato realizzato adottando il Sistema della Qualità congruente con la normativa UNI EN 9001 e conforme con i requisiti di qualità contrattuali del Committente.

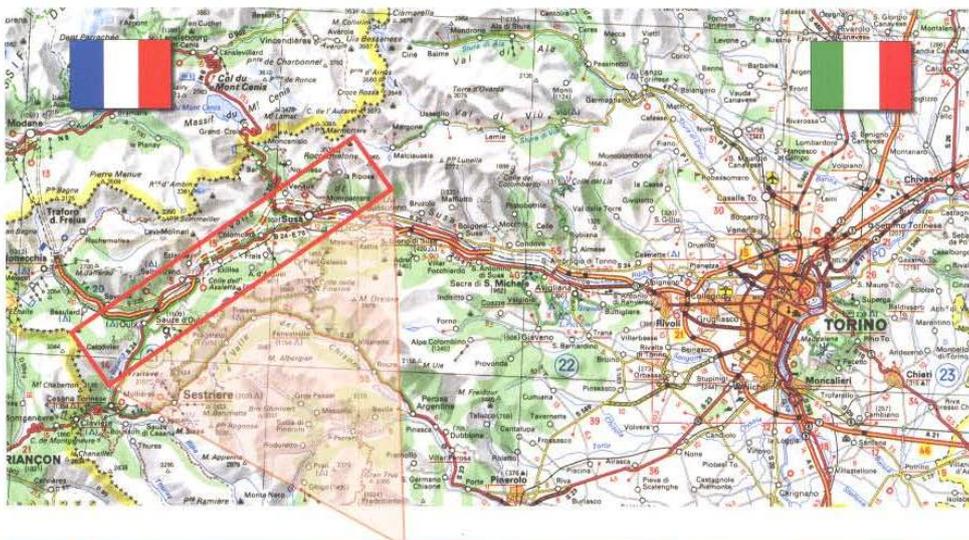
Progettato secondo i più avanzati principi funzionali di rispetto dell'ambiente e di efficienza produttiva consentirà un risparmio annuo pari a 86.000 tonnellate equivalenti petrolio ed una mancata emissione di 258.000 tonnellate/anno di anidride carbonica.

Potenza installata 150 MW con una produzione prevista di 457 GWh annui.

Portata massima turbinabile 34 mc/s salto massimo 515,50 m.



SVILUPPO PLANIMETRICO DELL'IMPIANTO



DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

È un impianto ad acqua fluente, con regolazione giornaliera, per l'utilizzazione delle acque della Dora Riparia e del parziale contributo del rio Clarea, affluente di sinistra.

L'opera di derivazione è costituita dallo sbarramento sulla Dora a Pont Ventoux nel comune di Oulx a quota 1140 m s.l.m., dall'opera di presa, da una vasca a tre settori dotata di sghiaiatori e dissabbiatori e dalle opere di arginatura. Dallo sbarramento viene comunque garantito il rilascio della portata minima ecologica pari a 1520 l/s per garantire la vitalità del fiume, a monte dell'immissione degli altri affluenti.

Le acque vengono quindi convogliate in un canale derivatore in galleria a pelo libero dimensionato per una portata massima di 34 mc/s controllata all'imbocco da un misuratore a risalto e regolato da un sistema di paratoie metalliche.

Il canale ha uno sviluppo di 14,2 Km e porta al serbatoio di accumulo di Val Clarea predisposto fuori alveo in conformità allo studio di Valutazione di Impatto Ambientale che ha richiesto la salvaguardia dell'ambiente idrico ed ambientale della Dora Riparia. Il serbatoio di regolazione giornaliera delle portate di Val Clarea ha una capacità utile di 563.300 mc.

A fianco della vasca è stato realizzato un nuovo canale di inalveazione delle acque non captate del rio Clarea per regimentare il corso del rio e proteggere lo sbarramento arginale sul canale è posta una piccola opera di presa che può derivare una portata sino a 2 mc/s, mentre l'ecosistema fluviale del rio Clarea è garantito rilascio ecologico minimo di 126 l/s.

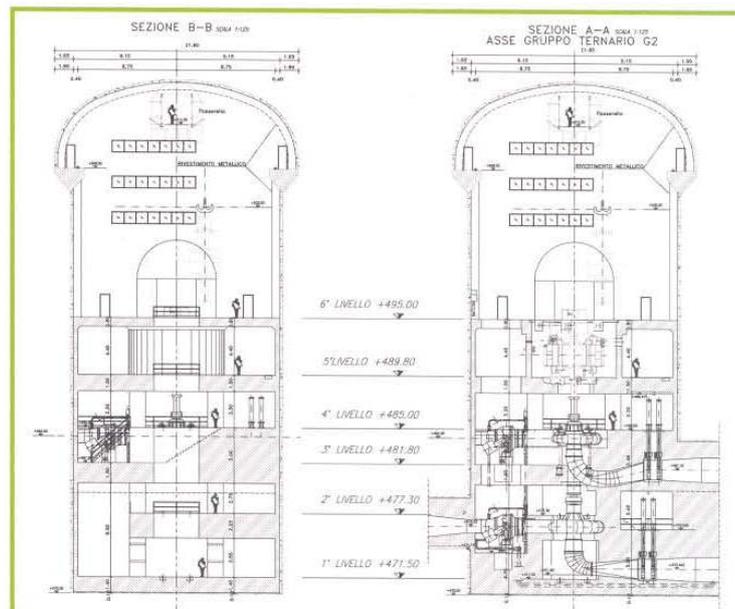
Dal bacino si diparte una galleria in pressione della lunghezza di 4,3 Km, dimensionata per una portata massima di 34 mc/s, che porta al pozzo piezometrico di monte da cui inizia la condotta forzata interamente in galleria, costituita da una tubazione metallica, avente un diametro variabile da 3,50 a 2,80 m ed una lunghezza di 1430 m, che immette nella centrale in caverna dove sono alloggiati i macchinari idraulici ed elettrici di produzione: un gruppo binario (turbina - alternatore) ed un gruppo ternario (turbina - alternatore - pompa) entrambi ad asse verticale della potenza complessiva di 150 MW.

L'utilizzo della pompa, che consente di riportare l'acqua dal serbatoio delle Gorge alla vasca di accumulo di Val Clarea, è previsto nelle ore notturne quando normalmente

FUNZIONAMENTO IN ACQUA AFFLUENTE



FUNZIONAMENTO IN POMPAGGIO



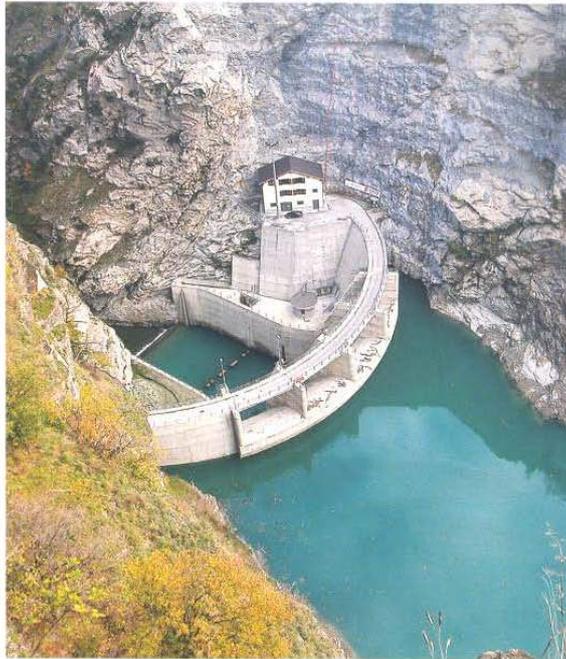
DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

In rete vi è un esubero di energia elettrica a disposizione. Questa operazione consentirà una produzione aggiuntiva da impiegare nelle ore diurne di maggior richiesta. L'accesso alla centrale è consentito da una galleria camionabile di circa 1200 m con imbocco dalla strada provinciale Susa-Venaus immediatamente a valle dell'abitato di Venaus.

La centrale è collegata via cavo, con una linea a 132 Kv, con gli impianti ENEL di Venaus.

A valle della centrale è stato realizzato un canale di restituzione in galleria della lunghezza di 1600 m che sbocca nell'alveo della Dora Riparia in località "Le Gorge" subito a monte dell'abitato di Susa, dove è stata realizzata una diga in calcestruzzo ad arco gravità, trascinabile, per la creazione di un serbatoio di demodulazione degli scarichi e di accumulo per il pompaggio notturno.

Serbatoio della capacità di circa 420.000 mc. Inoltre 170 m prima dello sbocco della galleria di restituzione si diparte la galleria di demodulazione per convogliare a valle del bacino, con un sifone subalveo di attraversamento della Dora Riparia, una portata di 12 mc/s per alimentare il canale della centrale ENEL di Susa posto sulla sponda destra.



Le Gorge

Clarea



INTRODUZIONE AL PROGETTO

La costruzione di questo nuovo impianto sostituisce i due impianti "Salbertrand – Chiomonte" (del 1910) e "Chiomonte – Susa" (del 1923) ed è stato sviluppato sul versante Sinistro della valle di Susa utilizzando le acque della Dora Riparia tra la Località Pont Ventoux (Oulx) e Susa, e parzialmente quelle del Rio Clarea, (Giaglione) suo affluente di sinistra.

E' il primo progetto in Italia in cui è stata attuata ed ottenuta la procedura di V.I.A. (Valutazione Impatto Ambientale) e si sviluppa per la maggior parte nel sottosuolo; La realizzazione affidata in forma di **concessione di costruzione** comprende:

- Attuazione delle modalità autorizzative
- Procedure espropriative ed acquisizione dei diritti reali delle aree
- Elaborazione progettazione esecutiva
- Elaborazione progettazione costruttiva
- Realizzazione opere civili, elettromeccaniche ed elettroniche
- Esercizio provvisorio dell'impianto
- Formazione ed assistenza al personale del Committente

Condotto e gestito per mezzo di un sofisticato sistema di governo garantisce la massima sicurezza sotto ogni aspetto, oltre a possedere caratteristiche operative e funzionali di grande valenza ambientale.

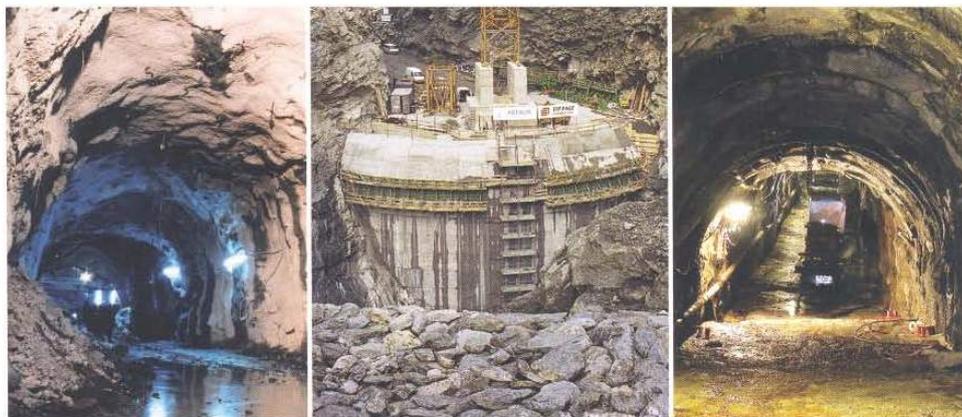


GEOLOGIA DEL SITO

L'intero tracciato delle opere si sviluppa sul versante sinistro della valle di Susa nel tratto compreso tra Oulx e Susa che è caratterizzato da due unità geologiche distinte: il massiccio dell'Ambin e la zona piemontese dei calcescisti.

Il primo è costituito da rocce metamorfiche: gneiss, micascisti ed anfiboliti, la seconda comprende una serie basale di calcari dolomiti, quarziti, gessi e carnioli del Trias. I rapporti tra le due unità geologiche sarebbero di tipo primario: le ripetute fasi di deformazione dell'orogenesi alpina hanno poi complicato tettonicamente i caratteri originari creando localmente fasce in cui si alternano i litotipi dei due

complessi. L'attraversamento di queste zone sofferenti di notevole instabilità ha richiesto l'impiego di trattamenti preventivi di consolidamento dell'ammasso roccioso con successivo sistematico controllo dello stato deformativo. Particolare attenzione e cura si è dovuta avere per la captazione ed il drenaggio delle acque di permeazione, soprattutto in centrale.



OPERE

TRAVERSA E OPERA DI PRESA A PONT VENTOUX

Traversa:

lo sbarramento è costituito da una traversa in calcestruzzo con tre luci da 18 m con paratoie a settore a funzionamento idraulico, un canale sghiaiatore e una scala di risalita della fauna ittica. A valle della traversa c'è la vasca di calma tra due muri laterali e una briglia terminale con sottostante taglione anti-scalzamento.

A monte c'è l'opera di presa vera e propria che termina con un canale di immissione alla galleria di derivazione. La circolazione subalvea, a monte della traversa e dell'opera di presa, è stata intercettata da uno schermo di tenuta, realizzato con diaframmi in cemento armato di spessore 0,60 m accostati con profondità tra i 12 e i 17 m, aventi lo scopo di mantenere invariato il livello freatico.

- Altezza (differenziata tra quota coronamento e alveo a monte): 6,45 m
- Paratoie principali n. 3 a settore larghezza: 18 m
- Paratoia sghiaiatrice n. 1 a settore, larghezza: 5 m
- Altezza dal piano di fondazione: 9,9 m

L'opera è stata dimensionata per una portata della Dora con tempo di ritorno 1000 pari a 900 mc/s.

Opera di presa:

- Captazione: n. 6 paratoie, larghezza 6,60 m
- Dissabbiatore: n. 3 navate, larghezza 12,50 m e lunghezza 90 m
- Impianto di cicloni con separazione: 0,2 mm



CANALE DERIVATORE IN GALLERIA A PELO LIBERO TRA PONT VENTOUX E SERBATOIO DI REGOLAZIONE IN VAL CLAREA

La galleria unica è stata realizzata su due tratti distinti:

- il primo dall'opera di presa Pont Ventoux verso la finestra intermedia (F2), per una lunghezza di 7.645m, realizzato con TBM aperta tipo Robbins Mod. 147/210 e parte in tradizionale
- il secondo dalla finestra intermedia (F2) a Val Clarea per una lunghezza di 6.580 m, realizzato con TBM aperta tipo Robbins 147/210

La galleria ha un funzionamento a pelo libero con portata massima di 33 mc/sec. Il rivestimento è in calcestruzzo di spessore 0,30 - 0,33 m o in spritz beton o con blindaggio all'attraversamento delle faglie.



Metodo di scavo: con TBM Km o in tradizionale

- Diametro di scavo: 4,75 m
- Diametro interno: 4,09/4,15 m
- Lunghezza della galleria: 14.224,78 m
- Pendenza: 0,1%
- Portata: 33 mc/sec

OPERE

DIGA E SERBATOIO DI REGOLAZIONE IN VAL CLAREA

La diga di Val Clarea è un serbatoio fuori alveo con funzione di regolazione. In tal modo il corso del Rio Clarea è tenuto in regolare esercizio, con lieve modifica del suo tracciato originario. Il bacino è contenuto da un rilevato zonato ed è rivestito in conglomerato bituminoso, in sponda destra la roccia messa a nudo è rivestita con placcaggi di cemento armato.

La tenuta del fondo vasca è ottenuta con una membrana in PVC, tutte le opere complementari sono collocate in destra e sono ricavate in roccia in un complesso nodo idraulico.

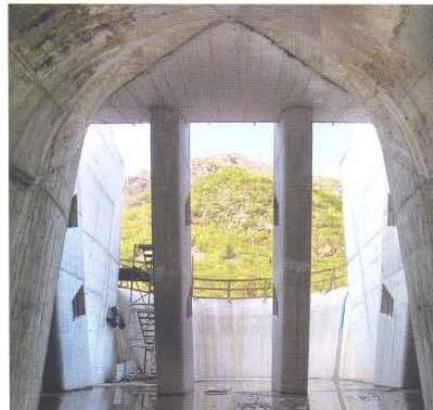
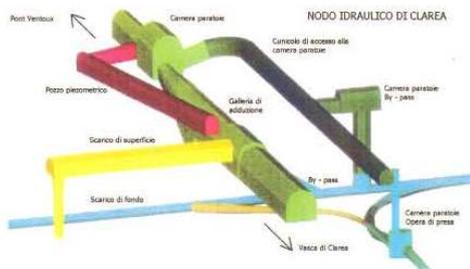
- Tipo: in materiali sciolti: 440.000 mc
- Scavi: 2.300.000 mc
- Sommano materiali: 2.740.000 mc
- Altezza massima della diga sul fondo dell'invaso: 30 m
- Pendenza paramento interno: 1,7/1
- Volume utile di regolazione: 563.300 mc
- Livello massimo regolazione: 1.030,50 m slm
- Livello minimo regolazione: 1.013,70 m slm
- Livello di massimo invaso: 1.030,90 m slm
- Quota soglia di sfioro: 1.030,60 m slm
- Quota coronamento: 1.034,505 m slm



NODO IDRAULICO DI CLAREA

Il nodo di Clarea è composto da:

- Camera paratoie al termine del canale derivatore
- Pozzo piezometrico obliquo
- Tratto di galleria di adduzione con funzione anche di serbatoio (15.000 mc ca.)
- Scarico di superficie
- Galleria by-pass per funzionamento dell'impianto ad acqua fluente
- Opera di presa
- Scarico di fondo
- Camera di manovra per paratie by-pass
- Camera di manovra per opera di presa e scarico di fondo
- Galleria di accesso alle camere di manovra



GALLERIA DI DERIVAZIONE IN PRESSIONE POZZO PIEZOMETRICO DI MONTE



Galleria di derivazione in pressione

- Metodo di scavo: TBM Robbins
- Diametro di scavo: 4,75 m
- Diametro interno: 4,09 m
- Lunghezza: 4.362 m
- Pendenze: 5,80% - 3,40% - 0,19%
- Pressione interna: 5 - 8 bar

Il rivestimento della galleria, di sezione circolare, è stato eseguito in calcestruzzo fibrorinforzato.

Lo spessore minimo di 33 cm è stato calcolato per una pressione esterna d'acqua pari a 150 m.

Pozzo piezometrico di monte

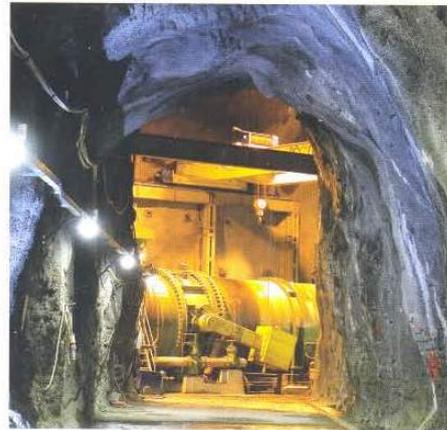
- Metodo di scavo tradizionale ad anelli in sottomurazione
- Diametro interno canna: 12 m
- Altezza canna: 82 m

Lo scavo è stato eseguito dall'alto per avanzamenti successivi, con la contemporanea esecuzione dei conci di rivestimento, per altezze di 2 - 2,2 m. Lo spessore minimo del rivestimento è di 70 cm.

CONDOTTA FORZATA

- Metodo di scavo: tradizionale e con raise borer
- Tipo: Condotta metallica parte inghisata e parte su selle metalliche.
- Diametro di scavo: 5,10 m e 3,82 m
- Diametri tubazione: 3,5 - 3,2 - 2,8 m
- Lunghezza: 1.430 m
- Pendenze: 100% - 15% - verticale
- Diametro valvola a farfalla: 3500 ml

La condotta forzata è composta da tre tratti di cui: il primo inclinato di 45 gradi della lunghezza di 142 m, il secondo sub-orizzontale con pendenza del 15% circa, di lunghezza pari a 941 m ed il terzo costituito da un pozzo verticale con altezza 230 m. Il primo tratto, realizzato in tradizionale in discenderia, ospita una condotta di diametro 3.500 mm inghisata nel calcestruzzo. Il secondo tratto, pure realizzato in tradizionale, ospita una condotta metallica del diametro variabile da 3.500 a 3.200 mm circa, appoggiata su apposite selle in acciaio. Il pozzo terminale di diametro di scavo 3,82 m, scavato con tecnica raise borer, ospita una condotta metallica di diametro 2.800 mm. La condotta, prima di immettersi in centrale, presenta due biforcazioni per separare il flusso di acqua alle turbine e alla pompa centrifuga.



OPERE

CENTRALE IN CAVERNA ED OPERE ANNESSE

La caverna della centrale è posizionata nel massiccio di calcescisti tra la Valle del Cenischia e quella della Dora Riparia ed è impostata a quota 470 m slm, con copertura di circa 280 m.

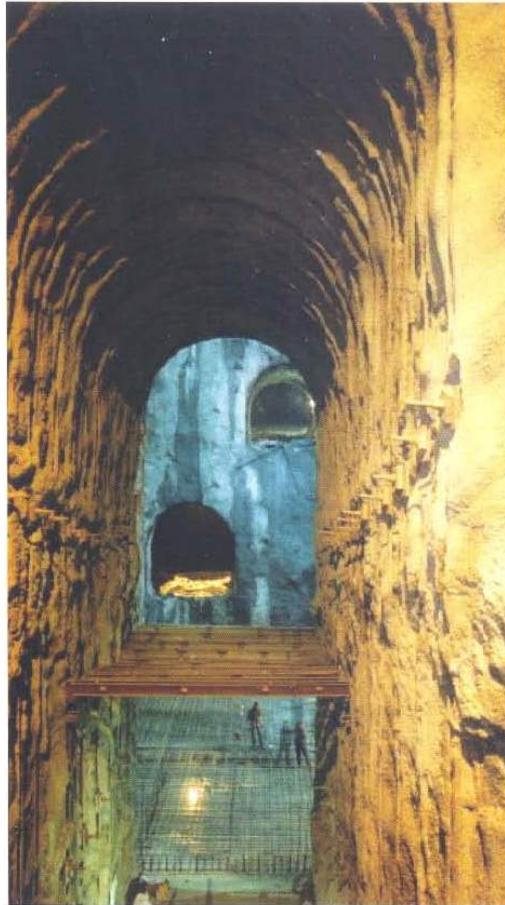
Metodo di scavo: in tradizionale a sessioni successive e consolidamenti sistematici

Sala Macchine:

- Larghezza: 18,80 m
- Lunghezza: 50 m
- Altezza diversi piani: 21,21 - 36,75 - 45,5 m

L'accesso alla caverna è costituito da una galleria di circa 1.200 m, con sezione 7 x 6,65 m che partendo da quota 575 m, in prossimità del paese di Venaus, scende con una pendenza del 7,5% fino alla sala macchine. Alla centrale in caverna sono collegate le gallerie di arrivo della condotta forzata (distributori e ramale pompa) e di partenza della restituzione (diffusori e pozzo piezometrico di valle), oltre alla galleria di fuga. Tutto il nodo di gallerie è stato realizzato in tradizionale con uso di esplosivi. Per la caverna della centrale sono stati adottati chiodi Gewi per la stabilità a breve termine e barre Diwidag per garantire la stabilità a lungo termine.

All'esterno della galleria di accesso sono ubicati i seguenti edifici: sala di controllo, locale sotto-stazione blindata 132 kV, locale arrivo ENEL 15 kV, locale gruppi elettrogeni, locale distribuzione BT, uffici, officina e magazzino.



OPERE

GALLERIA DI RESTITUZIONE IN PRESSIONE, POZZO PIEZOMETRICO DI VALLE E GALLERIA DI DEMODULAZIONE



Galleria di restituzione in pressione:

Metodo di scavo: tradizionale

Diametro di scavo: 5 m con piedritti verticali

Diametro interno: 4,09 m

Lunghezza: 1.600 m circa

La galleria di restituzione parte dai diffusori e convoglia l'acqua turbinata al serbatoio sotteso dalla Diga di Susa. Circa 150 m prima dello sbocco nel bacino, si diparte la galleria di demodulazione che, oltre a modulare le portate da restituire alla Dora Riparia, attraverso un canale a sifone alimenta la centrale idroelettrica ENEL posta più a valle.

Durante la fase di pompaggio, la galleria costituisce la condotta di aspirazione della pompa centrifuga che solleva l'acqua dal bacino di Susa fino al serbatoio di Clarea.

Pozzo piezometrico di valle

(L= 409,00m):

Andamento obliquo con camera di espansione superiore.

Sezione della galleria 7,0 x 5,5 m

Espansione superiore lunghezza 100 m

DIGA DELLE GORGE DI SUSAD ARCO GRAVITA'

- Altezza massima: 54,75 m
- Volume utile di regolazione: 420.000 mc
- Livello massima regolazione: 531,20 m slm
- Livello minima regolazione: 515,00 m slm
- Livello massimo invaso: 536,20 m slm
- Quota coronamento: 537,75 m slm
- Quota scarico di fondo: 515,50 m slm
- Lunghezza del coronamento: 91,50 m
- Lunghezza netta soglia sfiorante: 47,20 m
- Portata di dimensionamento scarico di superficie: 1.100 mc/sec (piena millenaria)
- Volume calcestruzzo: 48.000 mc circa
- Scarico di fondo in corpo diga e scarico in galleria: 180 mc/s

La diga è protetta a valle da una vasca di dissipazione del tipo USBR III di lunghezza 35 m e larghezza 25 m.

Circa 60 m a monte della diga è stata realizzata una avandiga con quota coronamento a 521 m slm.

Le opere annesse alla Diga sono la galleria di accesso al coronamento di lunghezza 871 m con sezione 5,50 x 5,90 m, con un ramo di accesso all'avandiga per consentire il transito di mezzi necessari per la manutenzione del bacino, la galleria di scarico di fondo e deviazione provvisoria di lunghezza 285 m e sezione a ferro di cavallo con raggio 3,30 m.



COMPONENTI ELETTROMECCANICI ED ELETTRONICI

GRUPPI TURBINE

Composto da un gruppo binario turbina Francis/generatore sincrono, un gruppo ternario turbina Francis/generatore accoppiati tramite giunto disinnestabile ad una pompa centrifuga. Entrambi i gruppi sono ad asse verticale, completi di gruppo pompaggio, regolatore, valvola di macchina e paratoie di valle.

I dati principali di progetto sono:

- Portata nominale: 17,0 mc/s
- Salto netto: 509,55 m
- Potenza nominale asse turbina: 76.000 kW
- Velocità rotazione gruppo: 750 rpm
- Portata nom. pompa: 13 mc/s

Le turbine sono del tipo Francis con pale del distributore regolabili e principalmente composte da:

- cassa spirale con mantello in lamiera saldata e predistributore centrale in acciaio fuso ad alta resistenza
- girante Francis in acciaio inossidabile con pale accuratamente lavorate a sagoma all'ingresso e allo scarico; la ruota è equilibrata staticamente
- distributore a direttrici mobili in acciaio inossidabile con perni girevoli su bussole autolubrificanti azionati da n. 2 servomotori a doppio effetto
- coperchi superiore ed inferiore in lamiera di acciaio saldata, con sede per le boccole dei perni delle direttrici
- albero motore in acciaio fucinato direttamente flangiato alla girante e collegato, tramite un tronchetto intermedio, al generatore.



COMPONENTI Elettromeccanici ed Elettronici

VALVOLE DI MACCHINA

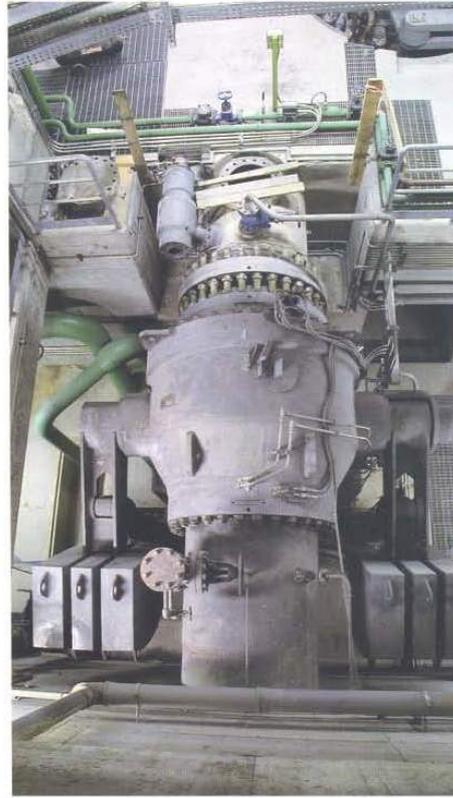
Le due turbine e la pompa sono provviste di valvole rotative a doppia tenuta PN 70 DN 1200. Le valvole sono comandate da n. 2 servomotori idraulici in apertura e da contrappesi in chiusura. La perfetta tenuta è garantita per mezzo di anelli mobili in acciaio inox comandati da circuito ad acqua filtrata e decantata. Le valvole sono dotate di valvola di by-pass per la manovra con pressioni equilibrate.

Le valvole sono principalmente costituite dalle seguenti parti:

- corpo esterno in acciaio elettrosaldato completo di flangie di estremità e mozzì di alloggiamento dei supporti perni di rotazione
- rotore in acciaio con perni calettati in acciaio inox e operanti da cuscinetti in materiale auto-lubrificante
- servomotori di rotazione otturatore di tipo a semplice effetto comandati ad olio e collegati tramite leva ai contrappesi di chiusura.

GRUPPI OLEODINAMICI

Ogni turbina è dotata di un indipendente gruppo di pompaggio ed accumulo olio in pressione che alimenta i servomotori della turbina e quelli della valvola. Il sistema oleodinamico nel suo complesso alimenta sia i circuiti di manovra che di controllo degli organi di macchina.



SISTEMA DI POMPAGGIO

Inoltre la centrale è protetta dai rischi di allagamento da un potente impianto di pompaggio in grado di evacuare sino a 500 l/s con prevalenza massima di 110 m.



COMPONENTI ELETTROMECCANICI ED ELETTRONICI

QUADRI MONTANTI DI MACCHINA 15 KV E QUADRO "POWER CENTER"

Nella centrale insistono numerosi quadri elettrici con alimentazione 110 V.c.c. \pm 20% aventi dimensioni di 600x600x2000 mm.



POMPA CENTRIFUGA

La pompa è di tipo centrifugo ed è trascinata dal generatore/motore tramite un albero passante attraverso lo scarico della turbina con portata di 13 mc/s e con una velocità di 750 giri/s ed una prevalenza di 500,10m.



- gomito e troncocono di aspirazione in lamiera di acciaio saldata, completi di accessori di ancoraggio alle murature
- supporto di guida a pattini oscillanti con lubrificazione automatica in bagno d'olio e sistemi di raffreddamento a circolazione esterna
- tenuta principale d'albero di tipo meccanico frontale con attivazione mediante circuito di comando e controllo
- supporto combinato di spinta e guida a pattini oscillanti con lubrificazione automatica in bagno d'olio e sistemi di raffreddamento a circolazione esterna.

La pompa è principalmente costituita da:

- cassa spirale con mantello in lamiera saldata e diffusore centrale in acciaio fuso ad alta resistenza
- girante fusa in acciaio inossidabile con pale accuratamente lavorate a sagoma all'ingresso e allo scarico; la ruota è equilibrata staticamente
- coperchi superiore ed inferiore in lamiera di acciaio saldata
- albero motore in acciaio fucinato direttamente flangiato alla girante e collegato, tramite un tronchetto intermedio, al giunto disinnestabile di collegamento al generatore



PARATOIE DI REGOLAZIONE, INTERCETTAZIONE E SICUREZZA

L'impianto, dalla traversa dell'opera di presa allo scarico della diga di Susa, è governato da un complesso sistema di circa 30 paratoie metalliche a settore piane, semplici e/o a doppia tenuta con misura da 0,80 m a 18 m.

GENERATORI

I generatori sono del tipo ad asse verticale con cuscinetto di guida e spinta superiore per i gruppi, cuscinetto di guida inferiore per l'alternatore e con sistema di eccitazione statica.

Dati principali del progetto:

Potenza nominale: kVA 85.000

Tensione nominale: kV 15

Fattore di potenza nominale: - 0,9

Frequenza nominale: Hz 50

Velocità rotazione gruppo: rpm 750

Velocità di fuga (per 2'): rpm 1185



Principali componenti della macchina:

- Carcasa saldata costituita da anelli di lamiera disposti perpendicolarmente all'asse di rotazione collegati tra loro da nervature disposte in circonferenza. Tali nervature si ancorano direttamente alla fondazione nella parte inferiore mentre nella parte superiore sono collegate alla crociera.
- Pacco statorico costituito da pacchetti di lamierini magnetici a bassa cifra di perdita. Tra i vari pacchetti, allo scopo di creare i canali di ventilazione per il passaggio dell'aria di raffreddamento sono posti dei distanziatori in acciaio amagnetico opportunamente sagomati.
- Avvolgimento statore a doppio strato montato nelle cave del pacco statore ed eseguito con barre costituite da piattine elementari di rame isolate.

Le barre così formate e sagomate sono isolate in modo uniforme e continuo con nastro di mica-vetro e impregnate sotto vuoto con resina epossidica.

- Rotore composto da due tronchi d'albero e da un corpo centrale massiccio. Sull'albero inferiore, flangiato per l'accoppiamento alla turbina, e' ricavata la campana di scorrimento del cuscinetto di guida. Entrambi i tronchi d'albero sono flangiati per l'accoppiamento al corpo centrale e fissati mediante bulloni.
- Avvolgimento rotore composto dai poli costituiti da lamierini magnetici e piastre frontali di pressione e dalle spire dell'avvolgimento rotore montate sui poli.
- Ventilatori assiali posti ai lati del rotore e costituiti da strutture circolari di carpenteria sulle quali sono posizionate le pale.

I ventilatori hanno lo scopo di fornire, aggiungendosi all'effetto ventilante della ruota polare, la portata di aria necessaria per il raffreddamento delle parti attive del generatore.

- Il raffreddamento del generatore e' con aria in circuito chiuso che asporta le perdite nelle parti attive del generatore (avvolgimenti e pacco) e che viene a sua volta raffreddata tramite 4 refrigeranti aria/acqua disposti in circonferenza ed addossati alla carcassa.



COMPONENTI ELETTROMECCANICI ED ELETTRONICI

- Sistema di frenatura e sollevamento: l'arresto della macchina viene facilitato tramite frenatura elettrica, al fine di ridurre i tempi di arresto dalla generazione al sistema di pompaggio, e meccanica realizzata per attrito tra la superficie del volano ed i pattini di ferro. Tramite martinetti viene invece garantita la possibilità di sollevare il rotore quando necessario durante fasi di montaggio, smontaggio e durante i periodi di fermata della macchina.

Sistema di eccitazione dei generatori

Ogni generatore è corredato del proprio sistema di eccitazione il quale è di tipo completamente statico, con alimentazione prelevata dai morsetti del generatore stesso e con regolazioni e logiche di tipo digitale.

I principali componenti costituenti ogni sistema di eccitazione sono i seguenti:

- trasformatore di eccitazione di tipo a secco, isolato in resina, di taglia 650 kVA - rapporto di trasformazione 15.000/260 V/V - gruppo Yd11 Vcc = 8% - per installazione all'interno - fornito dalla "MF Trasformatori"
- quadro di eccitazione capace di erogare una corrente continua permanente di 1534 A, una corrente di picco transitoria (10s) di 2900 A e una tensione di ceiling pari a 310V.

N.2 trasformatori principali

A valle di ogni generatore è collegato, tramite blindosbarre isolate in resina, un trasformatore "VERBANO" da 85 MVA che trasforma la tensione di macchina di 15 KV fino alla tensione di rete di 132 KV.

Il trasformatore è formato da un nucleo magnetico a tre colonne con due gioghi orizzontali il cui pacco lamellare isolato verso i pressaggi permette di resistere ad una tensione di prova di 2 kV a 50 Hz per 60 secondi.

Gli avvolgimenti sono realizzati con conduttori in rame elettrolitico con grado di incrudimento controllato, quelli a bassa tensione sono del tipo ad elica con cavo trasposto ad alta resistenza meccanica, mentre quelli di alta tensione e regolazione sono del tipo a disco a spire intercalare.

Il conservatore d'olio montato sulla cassa del trasformatore atta a sopportare una pressione di 1 Kg/cmq ha dimensioni tali da consentire l'espansione dell'olio tra -10 °C e -100 °C, due valvole di sezionamento consentono di rimuovere il relè Buchholz senza svuotamento dell'olio. Il raffreddamento è assicurato con due refrigeranti ad acqua ciascuno in grado di dissipare il 50% delle perdite. I due trasformatori sono collegati con la sottostazione blindata in SF6 tramite cavi AT in rame unipolari.



Principali funzioni espletate da ogni regolatore di tensione:

- regolazione automatica della tensione ai morsetti di macchina
- regolazione manuale dell'eccitazione da effettuarsi in locale
- regolazione automatica di potenza reattiva erogata dal gruppo
- regolazione automatica del fattore di potenza
- limiti di protezione del gruppo in sovraccarico ed in sottoeccitazione
- limite di protezione di flusso nel generatore e nel trasformatore elevatore
- funzione di stabilizzazione del gruppo su rilevanti variazioni di carico (funzione PSS = Power System Stabilizer)
- compensazione automatica di corrente reattiva (compound)
- funzione "caricamento linea"
- funzione "frenatura"

COMPONENTI Elettromeccanici ed Elettronici

SISTEMA DI GOVERNO

L'impianto è dotato di un sistema antincendio, evacuazione fumi, ventilazione, antintrusione, oltre al sistema di governo a fibre ottiche che ha la funzione di acquisire, dalle varie aree di processo, i dati essenziali per sovrintendere, in regime automatico ed autonomo, alle procedure per l'utilizzo ottimale della risorsa idrica della Dora Riparia, in modo da garantire:

- gestione integrata degli impianti da un'unica sala di controllo (SCC) mantenendo i sistemi locali (SCL) per operazioni di verifica e manutenzione
- gestione delle condizioni di funzionamento critiche
- creazione di archivi storici per analisi approfondite e monitoraggio continuo del comportamento strutturale delle varie opere
- adozione di soluzioni innovative dal punto di vista tecnologico e consolidate dal punto di vista operativo
- un controllo efficace e selettivo degli impianti nella massima considerazione e garanzia della sicurezza.



QUANTITÀ SIGNIFICATIVE

DESCRIZIONE

Lunghezza tot. gallerie: 32.000 ml

Scavi in galleria: 800.000 mc

Scavi all'aperto: 3.200.000 mc

Rilevato bacino alto: 1.800.000 mc

Diaframmi Barrettes: 12.000 mq

Jet-grout. ø80: 56.830 ml

Tiranti: 22.000 ml

Cavi: oltre 120 Km

Quantità tot. Calcestruzzo: 280.000 mc

Quantità tot. d'acciaio d'armat: 9.200.000 Kg

Quantità acciaio condotta forzata: 34.000.000 Kg

Gallerie scavate con metodo tradizionale: 10.000 ml

Gallerie scavate con TBM: 22.000 ml

Pozzi scavati con Raise Boring Machine: 400 ml

Peso gruppo Turbina: 150 T

Fibra Ottica: 150 Km

RISORSE PRINCIPALI

• **RISORSE UMANE:** ore lavorate 5.800.000

• **ATTREZZATURE E MEZZI D'OPERA:**

- N. 2 TBM diam. 4.75 con nastro trasportatore
- Impianto di frantumazione e vagliatura di 150 Ton/h
- N. 3 Impianti di Betonaggio
- N. 3 installazioni logistiche "on site" ubicate in Val Clarea, Salbertand e Venaus atte ad alloggiare oltre 300 persone ed erogare oltre 2.000 pasti al giorno
- Stazioni di pompaggio capacità 200 lt/s
- Gru a torre Potain 900 di 50 Ton.
- Generatori elettrici sino a 1.200 KVA compresi quelli di emergenza
- Autogru di 25 Ton.
- Pala caricatrice Schaeff
- Pale gommate Cat. 936
- Jumbi di perforazione
- Attrezzature per galleria
- Casseforme rampanti e tradizionali

• **CONSULENTI, APPALTATORI E FORNITORI:** oltre 300, tra cui:

Progettazione e geologia:

ALPINA S.p.A.
ETATEC S.r.l.
GEOTECNA S.p.A.
ITEA S.r.l.
POLITECNICO DI MILANO
POLITECNICO DI ROMA
POLITECNICO DI TORINO
ROKSOIL S.p.A
SEA CONSULTING S.a.s.

Monitoraggio ambientale:

ECOMETER S.r.l.
ECOPLAN S.p.A.

Opere civili ed affini:

CIFA S.p.A.
DI VINCENZO DINO & c. S.p.A.
EDILMAC S.r.l.
EDILSTRADE S.r.l.
EDILSONDA S.p.A.
EUROGEO S.r.l.
EUROROCK S.r.l.
FAURE SCAVI S.r.l.
FERRARI S.p.A.
FRANCO ALDO S.n.c.
GEOMONT S.r.l.
GUIDA S.r.l.
ING. PRATI S.p.A - MACKO
MAPEI S.p.A.
NOCON A.S.
PEDERZOLI S.r.l.
PERI CASSAFORMA S.p.A.
RODIO S.p.A.
SOGELMA S.r.l.
S.P.A.I. S.r.l.
STRABAG INTERNATIONAL
TAMROCK S.r.l.
TP TINEL - FOUGEROLLE B.
TS COSTRUZIONI S.r.l.

Opere elettromeccaniche ed affini:

ATI: ANSALDO S.p.A. - ALSTOM POWER
VOITH SIEMENS
ATI: BARUZZI S.n.c. - BIANCO S.r.l.
ATI: GAVAZZI S.p.A. - MAGRINI SCHEIDER
ATI: SERTOM S.p.A. - CIMOLAI S.p.A.
CAMUNA INSTALLAZIONI S.p.A.
C.S.B. S.p.A.
EUROIMPIANTI S.r.l.
ING. FRANCO PIZZI
SISGEO S.p.A.
TER S.r.l.
TERRACOMPANY S.p.A.

Direzione lavori:

BARRO DOTT. ING. FULVIO

Collaudatore:

FIAMBERTI DOTT. ING. ALDO

TEAM PONT VENTOUX NEL 2001



L'IMPIANTO IDROELETTRICO DI PONT VENTOUX - SUSÀ
È UN'OPERA



REALIZZATA DA



Ettore Omacini

Electromechanical consulting

Tel. (+ 39) 0345 49478

Fax. (+ 39) 0345 49478

Cell. (+ 39) 335 6577044

Cell. (0051) 1 97794321 Lima

E-mail: ettore.omacini@tin.it

E-mail: eomacini@gmail.com

Via F.Gamba,21

24010-Dossena (BG)-Italy

