PROVINCIA DI GENOVA **COMUNE DI GENOVA**

ECONENERGIA CERUSA SRL
Via Brusinetti n.15 - 16158 Genova (GE)
CF/P.IVA 01580520995

IMPIANTO IDROELETTRICO CON DERIVAZIONE DAL T. CERUSA IN LOCALITÀ FABBRICHE

PROCEDURA DI SCREENING
D.Lgs. 152/2006 e s.m. e i.
L.R. 38/98 e s.m. e i.

ELABORATI DEL PROGETTO DEFINITIVO AUTORIZZATI DAGLI ENTI

PER LA SOCIETÀ

IL TECNICO
ING. M. GALFRÈ

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO
A1649 Dott. Ing. Marco Galfrè

LABORATORIO DI INGEGNERIA, ARCHITETTURA E AMBIENTE

LIAAM di Galfrè ing. Marco
via Toglia, n. 3 – 12018 Roccavione
Tel. 347-2427265
E-mail: galfre.m@tiscali.it
P.IVA 03483550046

ROCCAVIONE, maggio 2013

RELAZIONE TECNICA DEL 12/04/2007

STUDIO TECNICO
GEOM. DOMENICO BOZZANO
VIA D.G. VERITÀ CIV. 4 INT. 2
16158 GENOVA – VOLTRI
TEL/FAX 010.6133312

Comando VV.F. Genova Ufficio Prevenzione Incendi
Prot. Ricevuto Data
018888 22 GIU. 2007
Pratica P.I. Rif
☐ Elaborati superati da documentazione sostitutiva
☐ Elaborati non valutati ai fini della prevenzione incendi
☑ Il parere di competenza è stato espresso da questo Ufficio con sottoindicata nota
Visto
per il Comandante Provinciale
Il Funzionario Responsabile
dell'Istruttoria Tecnica
Prot Risposta Data

RELAZIONE TECNICA

OGGETTO: 031262 26 GIU. 2007

Realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica

RICHIEDENTE:

ECOENERGIA CERUSA S.R.L. p.i. 01580520995 – Via Brusinetti civ. 15 - Genova

Rappresentante legale CANEPA Maria Elisa c.f. CNP MLS 81H46 D969G

UBICAZIONE:

c/o Via Brusinetti – Loc. Fabbriche – Genova Voltri

DESCRIZIONE:

L'intervento consiste nel realizzare due locali tecnici utili alla società richiedente per la produzione di energia elettrica.

Il locale sgrigliatore, posto a monte, che avrà una superficie pari a mq 14.00, sarà realizzato in muratura e servirà a proteggere appunto lo sgrigliatore (macchinario utile al filtraggio e alla pulizia dell'acqua) che sarà posto all'interno del canale esistente, il quale verrà leggermente allargato per consentire la corretta installazione della macchina filtrante.

Il locale sarà chiuso sui prospetti nord ed est, mentre sarà parzialmente aperto sul lato ovest e totalmente sul lato sud, questo per facilitare le ispezioni alla macchina da parte degli addetti. Sul lato ovest, nella parte in muratura, verrà realizzata una porta che consentirà l'accesso all'interno del locale, il quale avrà un'altezza minima interna di m 2.30 e una massima di m 3.00, mentre, la copertura sarà anch'essa in muratura.

Il manufatto che si andrà a realizzare non andrà ad ostruire il sentiero che costeggia il canale.

Infine, verrà anche realizzata, per consentire l'accesso alla porta d'ingresso, un passerella utile a facilitare l'attraversamento del canale.

Il secondo locale, che conterrà la turbina, sarà realizzato a valle, al di sotto della strada di via delle Fabbriche.

Il locale turbina sarà posto a cavallo del canale e avrà una superficie interna pari a circa mq 20 per un'altezza interna minima pari m 2.60 e una massima pari a m 3.00, mentre le pareti così come la copertura saranno in muratura.

Il locale, che sarà posto a circa m 1.40 d'altezza rispetto al sentiero adiacente, avrà l'ingresso a est raggiungibile dalla scaletta esistente, sempre sul prospetto est sarà realizzata anche una finestra per dare luce al locale.

Sul prospetto sud saranno realizzate due bucature, che, poste m. 1.70 dal suolo, serviranno a facilitare sia il corretto posizionamento della turbina all'interno del locale, sia la periodica e necessaria manutenzione della turbina stessa . Stessa funzione avrà la bucatura di m 4.00 per m. 1.80 posta sulla copertura.

Al di sotto del pavimento, in corrispondenza della turbina sarà realizzato uno scarico in muratura utile a far defluire, nel canale, l'acqua utilizzata dalla turbina per la produzione di energia elettrica.

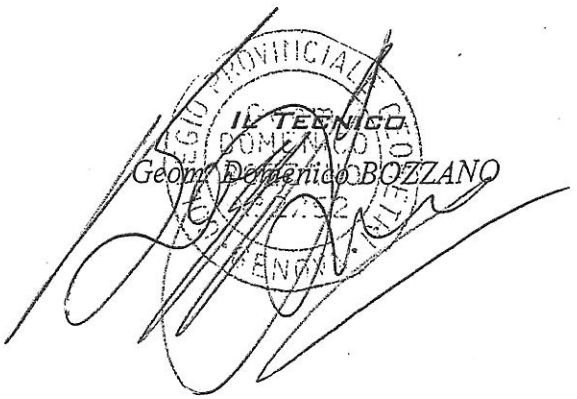
In fine verrà realizzata una condotta,di diametro pari a mm 450, che servirà a convogliare l'acqua appena filtrata dal locale strigliatore fino al locale turbina. La suddetta tubazione sarà posta lungo un rivo esistente dove, in passato, vi era appunto presente una condotta che col tempo, in quanto ormai inutilizzata, e stata totalmente eliminata tranne il tratto interrato che attraversa la strada di via delle Fabbriche (vedi foto n° 4 e 5).

Quanto sopra descritto e meglio evidenziato negli elaborati grafici allegati.

Tanto dovevo in riferimento al mandato conferitomi rinviando a maggiori indicazioni anche visibili dalla documentazione fotografica allegata, restando a disposizione per quanto possa occorrere.

Cordialmente saluto

Genova 12/04/2007



RELAZIONE TECNICA DEL 2009

Studio Tecnico Per. Ind. Mao Fabrizio
Fraz. Mursecco n°31 12075 Garessio (CN)
Tel. 338 4445015 Tel/Fax 0174 88425
E-mail: fabrizio.mao@libero.it
P.IVA 00041558883

DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO: Nuova Centrale Idroelettrica di potenza nominale 250 kW

COMMITTENTE: **ECOENERGIA CERUSA s.r.l.**
Via delle fabbriche
Genova (GE)

INSTALLATORE: R.B.L. di Sabatino Cristian
Via Roberto Lepetit n°86
12075 Garessio (CN)

PROGETTISTA: Studio Tecnico Per. Ind. Mao Fabrizio
Fraz. Mursecco n° 31
12075 Garessio (CN)

RELAZIONE TECNICA

Rif. N° 005-09

COLLEGIO PERITI INDUSTRIALI E DEI PER. INDUSTRIALI LAUREATI
M A O FABRIZIO N° 637
PROV. DI CUNEO

Un impianto idroelettrico è costituito da un insieme organico di macchinari, di apparecchiature varie e di opere di ingegneria destinato a trasformare l'energia idraulica di un corso d'acqua naturale o artificiale in energia elettrica.
In esso si possono distinguere:

- Le opere di presa, di filtraggio e di convogliamento dell'acqua;
- Il locale con il macchinario;
- L'opera di scarico dell'acqua;
- La linea elettrica per il trasporto e la distribuzione dell'energia elettrica.

Le opere suddette, il tipo di macchinario e di regolamentazione dipendono da fattori fisici inerenti alle condizioni di lavoro dell'impianto quali l'orografia, il salto e la portata, la disponibilità di un bacino di accumulo idrico; e dal tipo di esercizio dell'impianto stesso quali il funzionamento autonomo oppure in parallelo con la rete esistente.
Il numero dei diversi componenti e la loro complessità costruttiva e, conseguentemente, operativa e gestionale variano poi ancora a seconda che si sia in presenza di una micro o mini centrale, fermo restando che tutti i componenti devono ottemperare alle normative legislative, tecniche ed ambientali.

Le opere di presa d'acqua

Dipendono dalla tipologia del corso d'acqua intercettato e dall'orografia locale, mentre il tipo di filtro necessario e l'opportunità di automatizzarne la pulizia dipendono dalla portata derivata e dall'entità dei corpi solidi trasportati dal flusso idrico; le micro-centrali usano normalmente acqua fluente, mentre per le mini-centrali è più comune la presenza a monte di modesti bacini di accumulo.

Le opere di convogliamento dell'acqua alla turbina

Sono costituite essenzialmente da canali o da condotte forzate e anch'esse dipendono dall'orografia, dalla portata e dalla turbina prevista. In particolare per le micro-centrali ovunque sia possibile e conveniente, si utilizzano tubazioni in plastica (PEAD o PVC) attualmente in grado di lavorare alla pressione ottimale di 16 bar.

Il tipo di turbina

Dipende fondamentalmente dalla portata turbinata e dal salto motore. Il macchinario è costituito in genere da piccole turbine Francio e Pel ton per gli impianti con maggiori salti. Nel campo delle portate elevate e dei salti contenuti, sono diffuse le turbine Banki-Mitchell che in prossimo futuro potrebbero essere sostituite da nuovi prototipi.

Il trasformatore

È quell'elemento che si interpone tra la centrale e la rete elettrica; ha la funzione di variare la tensione della corrente in uscita dall'alternatore, in particolare di portare la corrente dalla tensione di uscita del generatore a quella della linea elettrica (media tensione o alta tensione). Il trasporto della corrente elettrica avviene infatti a tensione elevata per ridurre le perdite per effetto joule lungo la linea. Il gruppo turbina - generatore e le apparecchiature connesse vengono infine alloggiati in un locale opportunamente dimensionato e provvisto delle adeguate protezioni.

Quadri di controllo e di potenza

In tutte le nazioni, le norme per l'erogazione d'elettricità obbligano le società di distribuzione a mantenere, entro limiti molto stretti, la sicurezza e la qualità del servizio.
Il produttore indipendente, se la centrale è collegata alla rete, deve gestirla in modo che il distributore possa rispettare questi obblighi. Per questo tra i morsetti del generatore e la linea si installano dispositivi che controllano il funzionamento della macchina, la proteggono, la mettono in parallelo con la rete o la staccano dalla stessa in caso di guasto.
Il controllo si realizza mediante apparati più o meno sofisticati che misurano la tensione, l'intensità e la frequenza della corrente in ognuna delle tre fasi, l'energia prodotta dal generatore, il fattore di potenza ed eventualmente il livello dell'acqua nella camera di carico. La tensione e l'intensità di corrente si misurano mediante trasformatori di misura.

Quadri d'automazione

La maggior parte delle piccole centrali lavora senza presidio permanente di personale e funziona mediante un sistema automatico di controllo. Esistono dei requisiti generali che devono essere soddisfatti: tutti gli equipaggiamenti devono essere dotati di controlli manuali e misure, indipendenti dal controllo automatico, da usarsi solamente per l'avviamento iniziale dell'impianto e per operazioni di manutenzione; il sistema deve includere i dispositivi necessari per individuare il funzionamento difettoso; i dati di funzionamento devono essere registrati; il sistema di controllo deve essere tale da permettere il funzionamento della centrale senza personale; si deve poter accedere al sistema di controllo da un punto remoto e poterne prendere il controllo.

Organi di scarico

Sono costituiti da un canale a pelo libero o da una condotta in pressione che restituisce la portata d'acqua utilizzata al corso d'acqua, portando l'acqua dalla centrale al corso d'acqua.

Impatto ambientale

La produzione di energia idroelettrica non provoca emissioni gassose o liquide che possano inquinare l'aria o l'acqua. Gli impianti mini-idroelettrici in molti casi, con la sistemazione idraulica che viene eseguita per la loro realizzazione, portano invece notevoli benefici al corso d'acqua.
I grandi impianti idroelettrici a bacino possono presentare qualche problema in più, dal punto di vista dell'inserimento ambientale, e necessitano quindi di opportune valutazioni di impatto ambientale, tese a garantire l'assenza di interferenze con l'ambiente naturale.

Inquinamento acustico

L'inquinamento acustico proveniente da una centrale dipende prevalentemente dalle turbine e dagli eventuali meccanismi di moltiplicazione dei giri. Attualmente il rumore può essere ridotto fino a 70 dB (A) all'interno della centrale, e fino a livelli praticamente impercettibili all'esterno.

Vantaggio ambientale

La generazione di energia elettrica per via idroelettrica presenta l'indiscutibile vantaggio ambientale di non immettere nell'ecosfera sostanze inquinanti, polveri, calore, come invece accade nel caso dei metodi tradizionali di generazione per via termoelettrica.
In particolare si riducono le emissioni di anidride carbonica di 670 g per ogni kWh di energia prodotta.

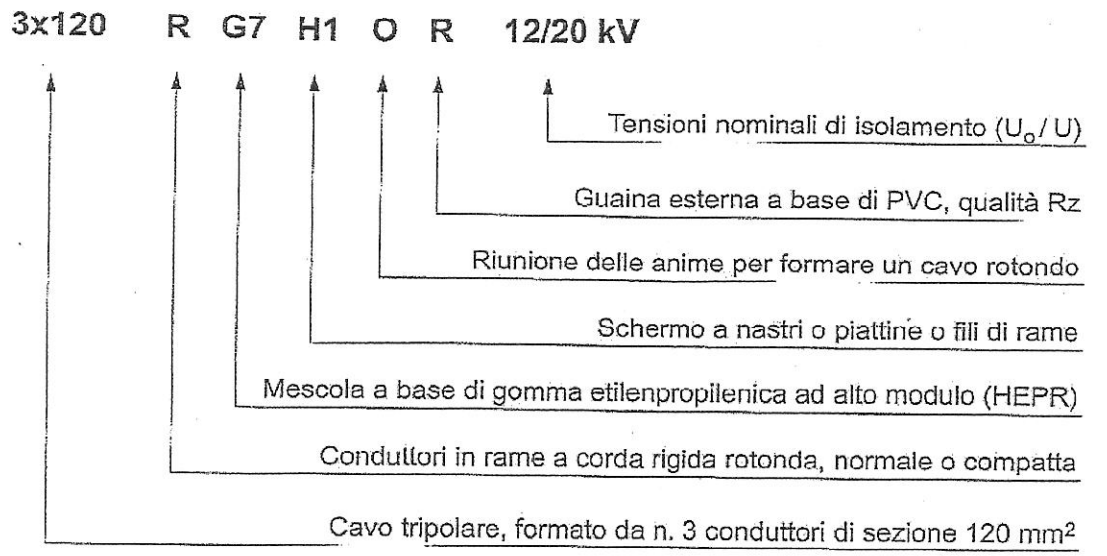
COLLEGAMENTO AL QUADRO DI BASSA TENSIONE

Il trasformatore viene collegato al quadro generale di bassa tensione con cavi, in genere FG7(O)R 0,6/1 kV, o condotti sbarre, dimensionati per portare almeno la corrente nominale secondaria del trasformatore. Nel dimensionamento della conduttura è opportuno tenere conto della sovraccaricabilità del trasformatore.
I cavi possono essere posati in cunicoli, passerelle, canali. Tubi, sotto pavimento.
Con trasformatori fino a 250 kVA si impiegano in genere cavi unipolari in parallelo

TRASFORMATORE		CAVI FG7(O)R 0,6/1 kV				
S_r (kVA)	I_r (A)	FORMAZIONE	TIPO [1] DI POSA	I_0 [2] (A)	CIRCUITI [3] n x k_2	I_Z [4] (A)
50	72	4x25	A	117	1x1	117
		4x16	B	107	1x1	107
		4x16	C	107	1x1	107
100	144	3(1x50)+(1x25) [5]	A	175	1x1	175
		3(1x35)+(1x25)	B	176	1x1	176
		3(1x35)+(1x25)	C	169	1x1	169
160	231	3(1x95)+(1x50)	A	269	1x1	269
		3(1x70)+(1x35)	B	279	1x1	279
		3(1x70)+(1x35)	C	268	1x1	268
250	361	3(1x185)+(1x95)	A	417	1x1	417
		3(1x150)+(1x95)	B	464	1x1	464
		3(1x150)+(1x95)	C	444	1x1	444
400	577	3(2x1x240)+2(1x120)	A	490	2x0,8	706
		3(2x1x150)+2(1x95)	B	464	2x0,8	668
		3(2x1x150)+2(1x95)	C	444	2x0,8	639
630	909	3(4x1x240)+2(1x240)	A	490	4x0,65	1146
		3(2x1x300)+2(1x150)	B	736	2x0,8	1060
		3(2x1x300)+2(1x150)	C	703	2x0,8	1012
800	1155	-	A	-	-	-
		3(4x1x240)+2(1x240)	B	634	4x0,65	1484 [6]
		3(4x1x240)+2(1x240)	C	607	4x0.65	1420
1000	1443	-	A	-	-	-
		3(4x1x300)+2(1x300)	B	736	4x0,65	1722 [7]
		3(4x1x300)+2(1x300)	C	703	4x0,65	1645

CAVI

I cavi di media tensione hanno uno schermo metallico collegato a terra, a volte un'armatura.
Sulla guaina devono essere stampigliati (almeno ogni 55 cm) il nome del costruttore, o il marchio di fabbrica, l'eventuale marchio di qualità ed il contrassegno di comportamento al fuoco.
I cavi in media tensione sono designati con una sigla riportata nella tabella sottostante



Un cavo è specificato in base alle tensioni nominali (di isolamento) Uo/U, rispettivamente verso terra e tra le fasi.
Le tensioni Uo/U unificate in media tensione sono indicate nella tabella sottostante, insieme alla corrispondente tensione massima del sistema elettrico.
In madia tensione si fa riferimento alla tensione massima del sistema elettrico e al tempo per cui può permanere a terra una fase; infatti in media tensione le sollecitazioni dielettriche sono più severe e sono determinanti per la durata della vita del cavo. In presenza di un guasto a terra di una fase, aumenta la tensione verso terra delle fasi sane e se il guasto permane si riduce la durata di vita del cavo.

TENSIONI NOMINALI DEL CAVO U_o/U (kV)	1,8/3	3,6/6	6/10	8,7/15	12/20	18/30
TENSIONE MASSIMA DEL SISTEMA ELETTRICO U_m (kV)	3,6	7,2	12	17,5	24	36

Posa dei cavi

I cavi di media tensione possono essere posati in aria o interrati.
In genere i cavi vengono protetti dal danneggiamento meccanico (posa in tubo o in canale) se sono a portata di mano (fino a 2,5 m di altezza).
I cavi fuori dalla portata di mano sono posati su passerelle o su mensole, salvo casi particolari in cui siano ragionevolmente prevedibili urti meccanici.

Le eventuali parti metalliche a contatto con i cavi di media tensione non sono masse, essendo il cavo schermato e lo schermo messo a terra ad entrambe le estremità; dunque non è necessario metterle a terra, me anche proibito.

PROTEZIONI DI SOVRACORRENTE

Protezione generale

Il cavo che collega il punto di prelievo dell'energia elettrica, posto nella cabina di consegna del distributore, al quadro MT è di proprietà dell'utente, ma è protetto dai dispositivi di protezione del distributore.
Per le caratteristiche e la sezione del cavo di collegamento ci si deve attenere alle prescrizioni del distributore.

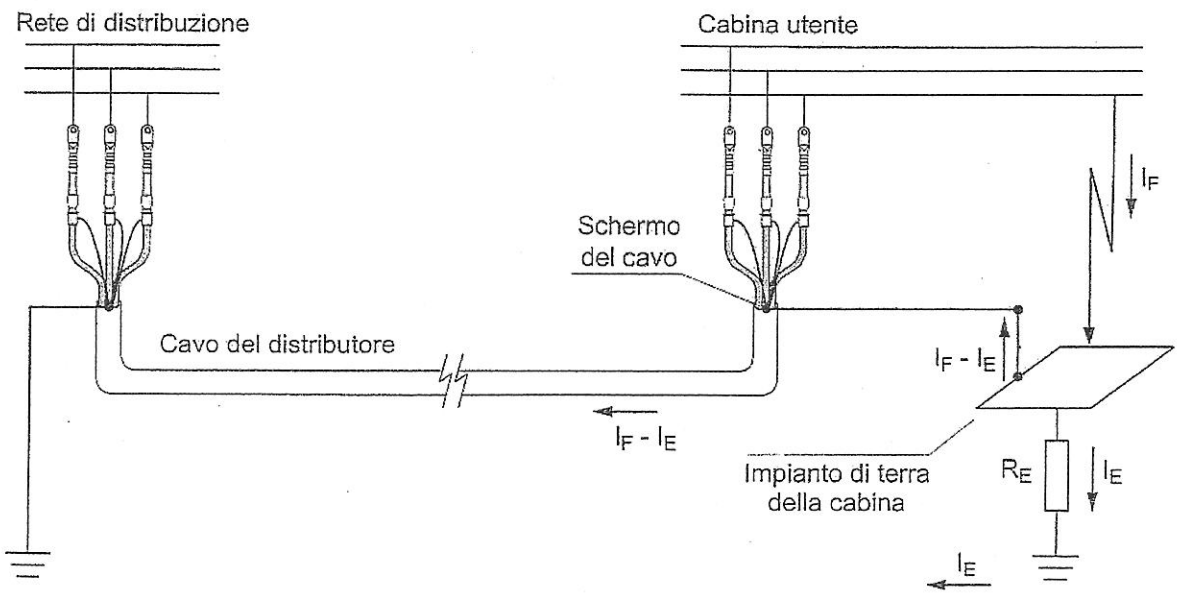
IMPIANTO DI TERRA

Generalità

In un impianto in media tensione si realizza in genere un impianto di terra unico, per la media e per la bassa tensione.
Se a questo impianto di terra viene collegato anche il neutro si ottiene un sistema TN.

Corrente di guasto a terra e stato del neutro

L'impianto di terra di cabina è chiamato a disperdere la corrente di guasto a terra in media tensione.
Il valore della corrente di guasto a terra (I_F) deve essere richiesto (insieme al tempo d'intervento delle protezioni a monte t_F) al distributore.
La corrente di guasto (I_F) si richiude al generatore, in parte tramite il dispersore della cabina stessa (I_E) e in parte tramite le guaine metalliche dei cavi di media tensione.



Ne consegue che l'impianto di terra dell'utente è chiamato a disperdere soltanto la corrente I_E (corrente di terra), la quale è una frazione della corrente di guasto di terra (I_E=r I_F) dove r è un fattore minore di uno.
Tuttavia, nella progettazione di un impianto di terra in media tensione, in genere si pone r=1, cioè $I_E = I_F$, a favore della sicurezza.
Se il distributore comunica il valore della resistenza di terra della propria rete alla quale l'utente è allacciato, l'impianto di terra dell'utente si trova in parallelo con la suddetta resistenza di terra della rete del distributore e l'insieme deve disperdere la corrente $I_E = I_F$.

Limiti normativi

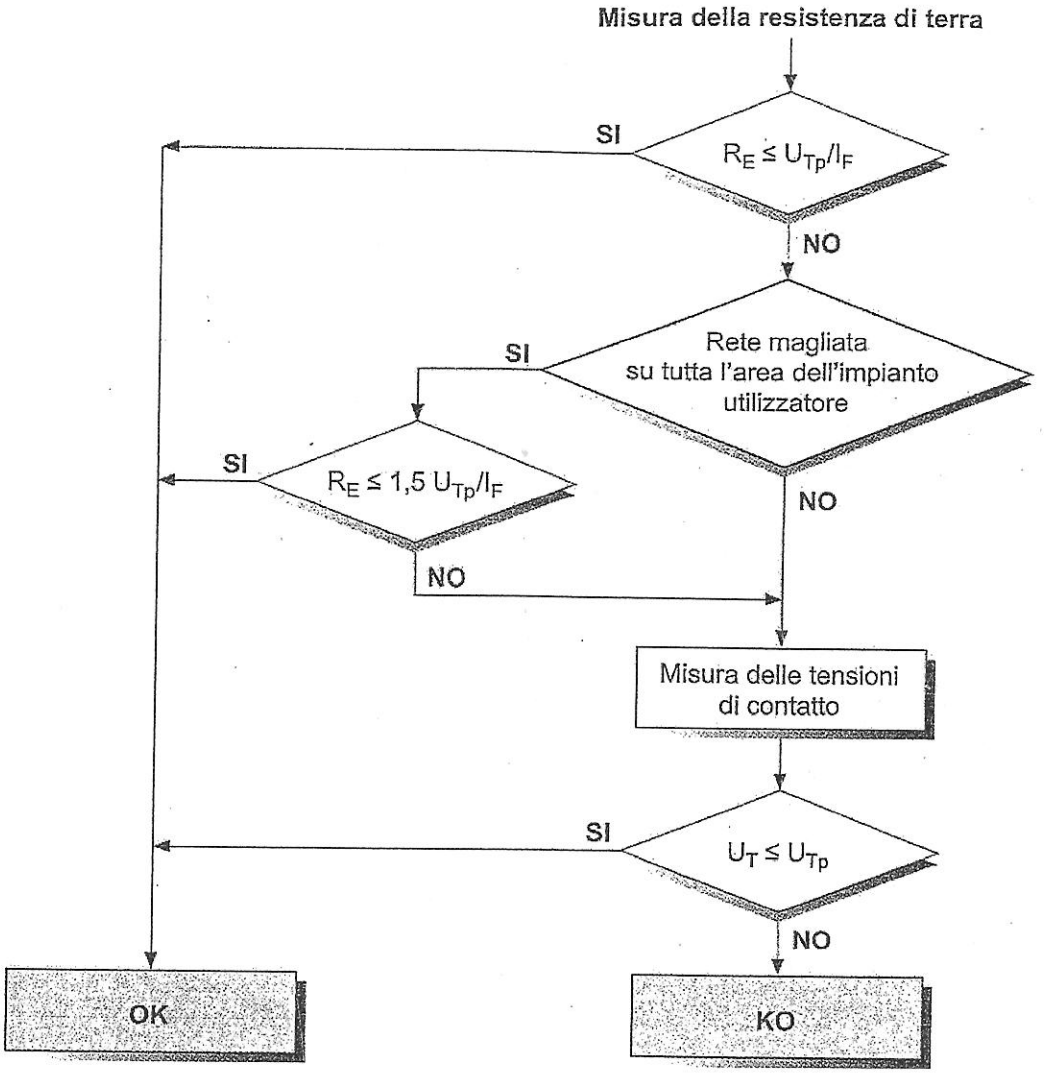
Un impianto di terra è ritenuto sicuro nei confronti di un guasto a terra in media tensione, se la tensione di contatto che si può stabilire in un punto qualsiasi (interno o esterno) dell'impianto di terra unico (media e bassa tensione) non supera la tensione di contatto ammissibile U_{TP} e la tensione di passo non supera 3 U_{TP}.
In sede di verifica, la misura delle tensioni di contatto è complessa (anche pericolosa) e si preferisce, se possibile, giudicare l'impianto di terra sulla base della resistenza di terra R_E.
Se la tensione totale di terra U_E=R_E I_F è inferiore, o tutt'al più uguale, alla tensione di contatto ammissibile ($U_E < U_{TP}$), l'impianto di terra garantisce senz'altro la sicurezza, essendo $U_T < U_E$.

Tempo di eliminazione del guasto a terra t_F (s)	Tensione di contatto ammissibile U_{Tp} (V)	Tempo di eliminazione del guasto a terra t_F (s)	Tensione di contatto ammissibile U_{Tp} (V)
0,04	800	0,55	185
0,06	758	0,60	166
0,08	700	0,64	150
0,10	660	0,65	144
0,14	600	0,70	135
0,15	577	0,72	125
0,20	500	0,80	120
0,25	444	0,90	110
0,29	400	0,95	108
0,30	398	1,00	107
0,35	335	1,10	100
0,39	300	3,00	85
0,40	289	5,00	82
0,45	248	7,00	81
0,49	220	10,00	80
0,50	213	> 10	75 (1)

(1) Valore asintotico.

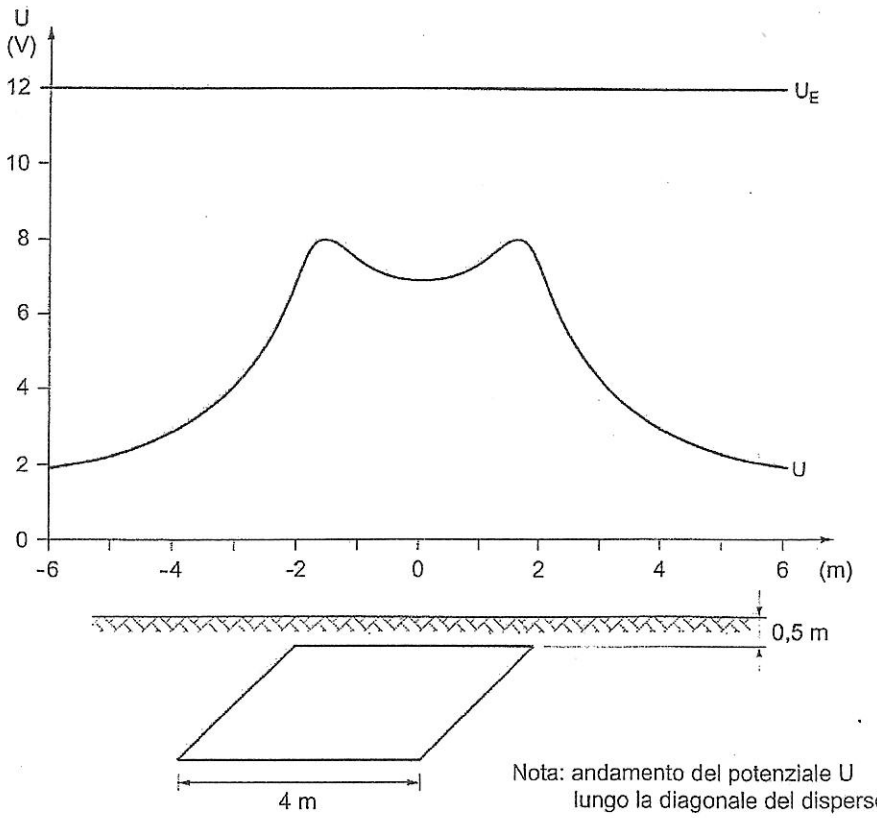
Se la resistenza dell'impianto di terra supera il rapporto U_{TP} / I_F non è ancora detto che l'impianto sia pericoloso, occorre misurare le tensioni di contatto U_T.

Se la massima tensione di contatto rientra nei limiti ($U_T < U_{TP}$) l'impianto di terra e ritenuto idoneo. Se invece $U_T > U_{TP}$ bisogna intervenire per riportare la tensione di contatto entro i limiti di sicurezza.

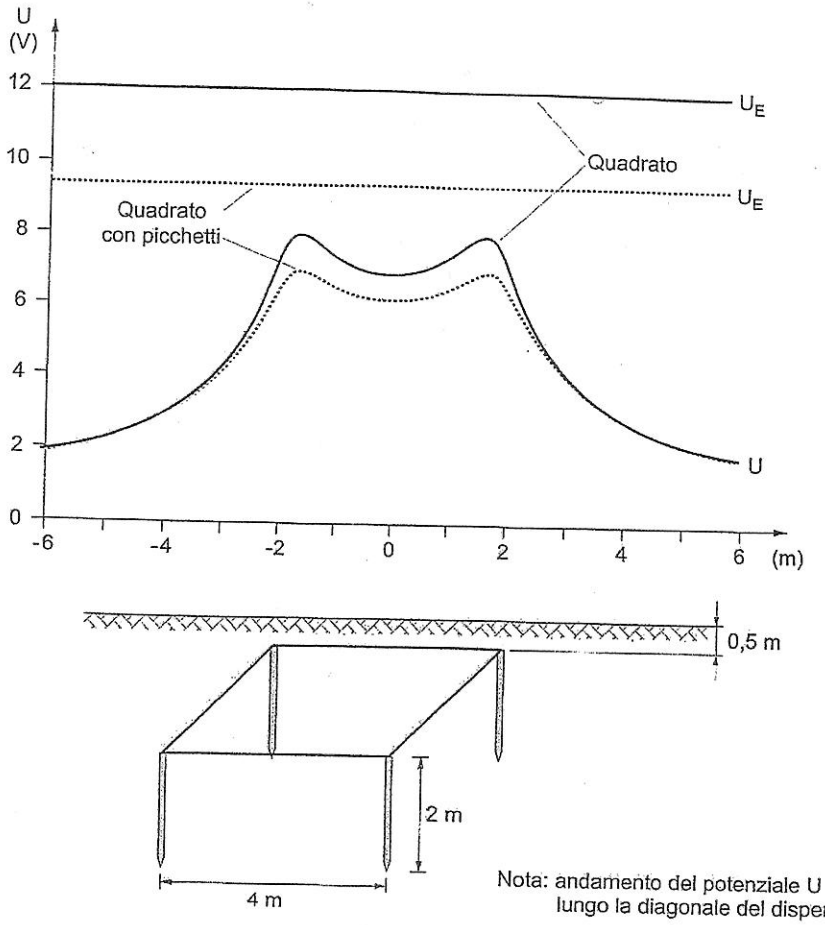


Dispersore di cabina

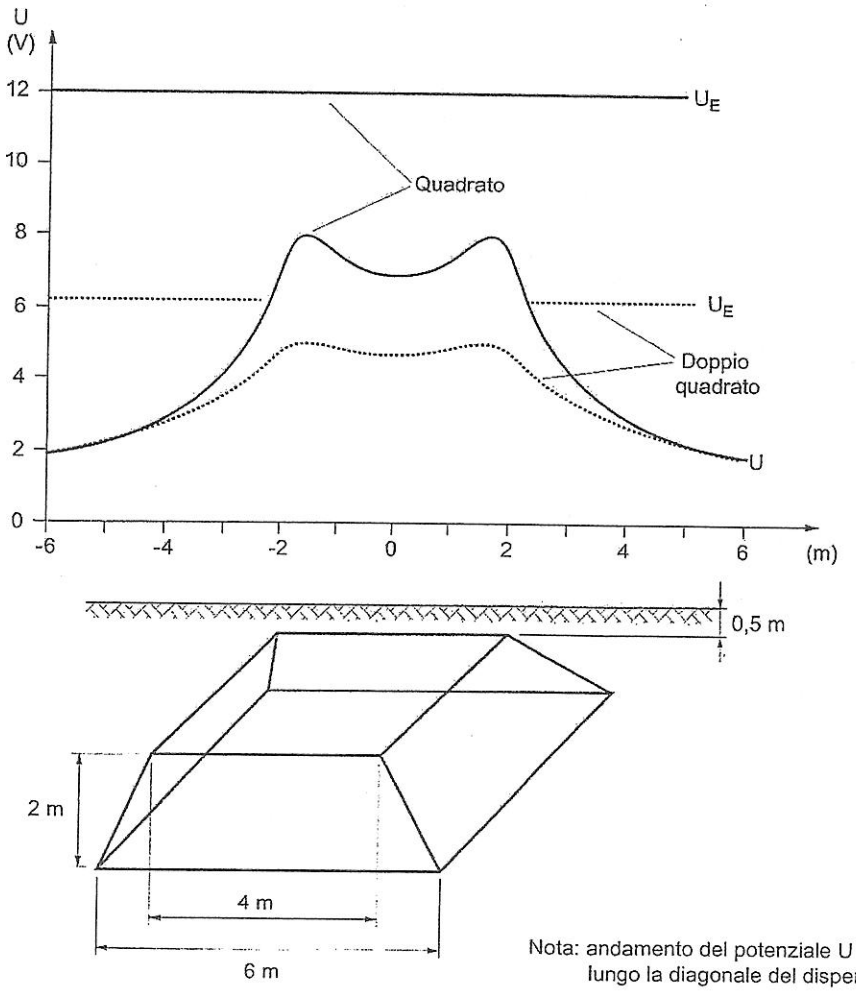
Il dispersore viene in questo caso considerato unicamente ai fini di un guasto sulla media tensione.
Per quanto riguarda un guasto sulla bassa tensione è opportuno ricordare che in un sistema TN la corrente di guasto si richiude direttamente al neutro e non si disperde a terra. Tutti i dispersori (picchetti) per il collegamento a terra delle masse in bassa tensione in un sistema TN sono inutili, nei confronti di un guasto sulla bassa tensione.
I dispersori di fatto presenti vanno collegati all'impianto di terra, ai fini dell'equipotenzialità.
In cabina, il dispersore è in genere costituito da un anello (quadrato o rettangolare) che segue il perimetro della cabina, interrato ad una profondità di circa 0,5 m. In questo modo, si porta il terreno ad un potenziale prossimo a quello delle masse e si riduce la tensione di contatto.
A tal fine, è utile collegare l'anello ai ferri di fondazione in cemento armato e soprattutto all'eventuale griglia elettrosaldata posta sotto il pavimento di cabina.
Non conviene interrare l'anello ad una profondità maggiore di 0,8 m. Se si aumenta la profondità del dispersore cresce la tensione di contatto, poiché il potenziale sulla superficie del terreno diminuisce più della tensione totale U_E.
In terreni ad alta resistività si può integrare il dispersore quadrato con picchetti ai vertici; oppure con un altro quadrato disposto a maggiore profondità (dispersore piramidale).



Nota: andamento del potenziale U lungo la diagonale del dispersore



Nota: andamento del potenziale U
lungo la diagonale del dispersore



Nota: andamento del potenziale U
lungo la diagonale del dispersore

Disposizione ENEL e impianto di terra

L'ENEL impone, per i nuovi allacciamenti alla propria rete di distribuzione in media tensione, di soddisfare i requisiti indicati nella GUIDA PER LE CONNESSIONI (Dicembre 2008).

Protezioni di terra

La protezione più comune per un guasto a terra sulla media tensione è il relè omopolare (51N), il quale interviene quando la somma vettoriale delle correnti attraverso il TA toroidale (TAT) supera la soglia di intervento.
In media tensione le correnti capacitive dei cavi non sono trascurabili e se i cavi MT a valle del TA toroidale sono molto lunghi il relè può intervenire anche per un guasto a monte.

SEZIONE DEI DISPERSORI E DEI CONDUTTORI DI TERRA

I dispersori ed i conduttori di terra devono avere caratteristiche tali da resistere a:
- sollecitazioni meccaniche e corrosive
- sollecitazioni termiche dovute alla corrente di guasto a terra.

I due problemi assumono aspetti diversi secondo che si tratti sei dispersori o dei conduttori di terra.

Dispersori

La tabella sottostante indica le dimensioni sufficienti affinché il dispersore abbia un'adeguata resistenza meccanica ad alla corrosione.
In media tensione, tali dimensioni sono sufficienti anche ai fini delle sollecitazioni termiche, sia con il neutro isolato sia con il neutro compensato.

DISPERSORE			DIMENSIONI		
Tipo	Forma	Materiale	Diametro (mm)	Sezione (mm^2)	Spessore (mm)
Corda	-	Rame nudo o stagnato	1,8 (filo elementare)	25	-
Piattina (nastro)	-	Acciaio zincato a caldo	-	90	3
Picchetto	Profilato	Acciaio zincato a caldo	-	90	3
	Tubo	Acciaio zincato a caldo	25	-	2
	Tondo massiccio	Acciaio ramato [1]	14,2	-	-

[1] Spessore del deposito elettrolitico 100 μm (valore medio).

Conduttori di terra

Il conduttore collegato alla massa in bassa tensione per la protezione contro i contatti indiretti si chiama conduttore di protezione; lo stesso conduttore in media ed alta tensione prende il nome di conduttore di terra.
Ai fini della resistenza alle sollecitazioni meccaniche e alla corrosione, il conduttore di terra deve avere una sezione di almeno 16 mm^2 in rame, o di 50 mm^2 in acciaio.
I conduttori di questa sezione sono adeguati per sopportare anche le sollecitazioni termiche dovute alla corrente di guasto a terra nelle reti a neutro isolato.
Nelle reti con neutro compensato bisogna considerare anche un doppio guasto a terra.
La suddetta corrente di doppio guasto a terra viene considerata soltanto ai fini delle sollecitazioni termiche dei conduttori di terra. Non viene invece ritenuta come corrente dispersa nel terreno nei confronti delle tensioni di contatto.
Un conduttore di terra di 25 mm^2 , è sufficiente a fronteggiare la corrente di doppio guasto a terra anche nelle condizioni più severe.

Cosa collegare a terra

Devono essere collegate a terra tutte le masse e le eventuali messe estranee presenti in cabina.
Se l'impianto di terra di cabina è costituito da un anello, collegato ai plinti di fondazione, un infisso metallico inevitabilmente assume lo stesso potenziale del dispersore, tramite la resistenza della muratura, e dunque non è una massa estranea.

Messa a terra dello schermo dei cavi

Come regola generale, lo schermo dei circuiti di media tensione va collegato a terra ad entrambe le estremità.
Tuttavia è ammesso collegare a terra lo schermo di un cavo, lungo fino a 1 Km, ad una sola estremità, purché:

- lo schermo, se accessibile, sia considerato a tensione pericolosa all'estremità non collegata a terra e nelle giunzioni;
- la guaina di materiale isolante che ricopre lo schermo supporti la tensione totale dell'impianto di terra al quale è collegata l'altra estremità.

BOX TRASFORMATORI

La protezione contro i contatti diretti di un trasformatore può essere effettuata con un involucro metallico (tipico dei trasformatori a secco) oppure con barriere.
Le barriere devono avere un grado di protezione almeno IP1XB ed essere poste ad una distanza dalle parti attive (non schermate) almeno uguale a quella di guardia $\mathbf{d_g}$ (vedi tabella).

- *Distanze di guardia e di vincolo.*

TENSIONI U_n / U_m (kV)	TENSIONE DI TENUTA AD IMPULSO (kV)	DISTANZA DI GUARDIA d_g (cm)	DISTANZA DI VINCOLO	
			ORIZZONTALE d_{vo} (cm)	VERTICALE d_{vv} (cm)
3 / 3,6	20	15	200	303
	40	15	200	303
6 / 7,2	40	15	200	306
	60	15	200	306
10 / 12	60	15	200	310
	75	15	200	310
15 / 17,5	75	18	200	315
	95	20	200	315
20 / 24	95	22	200	320
	125	28	200	320
30 / 36	145	34	200	330
	170	40	200	330

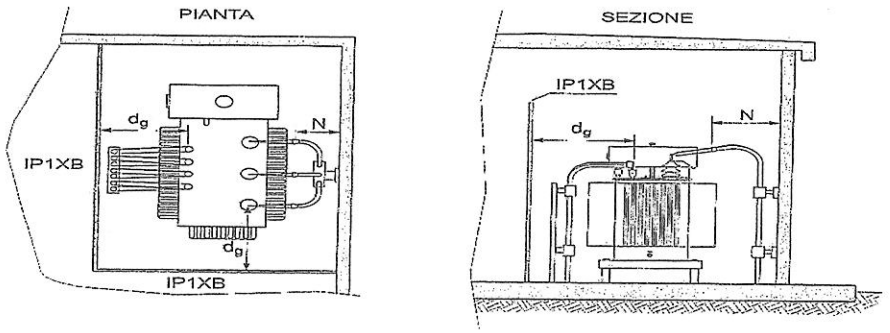
La distanza verso le pareti che delimitano lo stallo del trasformatore deve essere almeno pari alla distanza d'isolamento **N** (vedi tabella).

- Distanze minime di isolamento (N) in aria tra le fasi e verso terra (fino a 1000 m di altitudine).

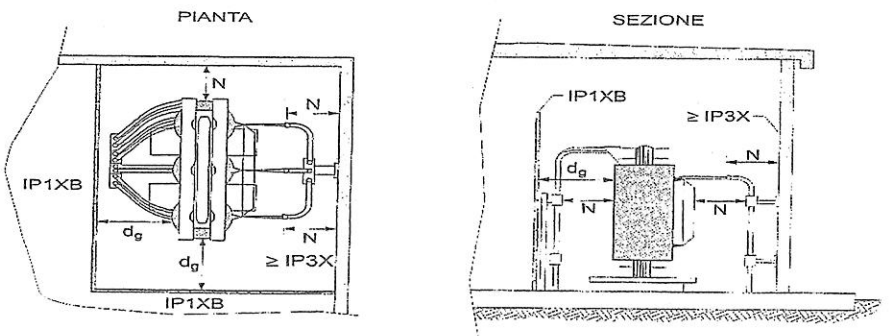
TENSIONE NOMINALE (kV)	TENSIONE DI TENUTA AD IMPULSO (kV)	DISTANZA MINIMA TRA LE FASI E VERSO TERRA (cm)
3	20	6
	40	6
6	40	6
	60	9
10	60	9
	75	12
15	75	12
	95	16
20	95	16
	125	22
30	145	27
	170	32

Per i trasformatori a secco, la protezione contro i contatti diretti è sempre necessaria, perché gli avvolgimenti, seppure inglobati in resina, e i ponti isolati di collegamento degli avvolgimenti primari vanno considerati parti attive nude (non essendo schermate).

a)



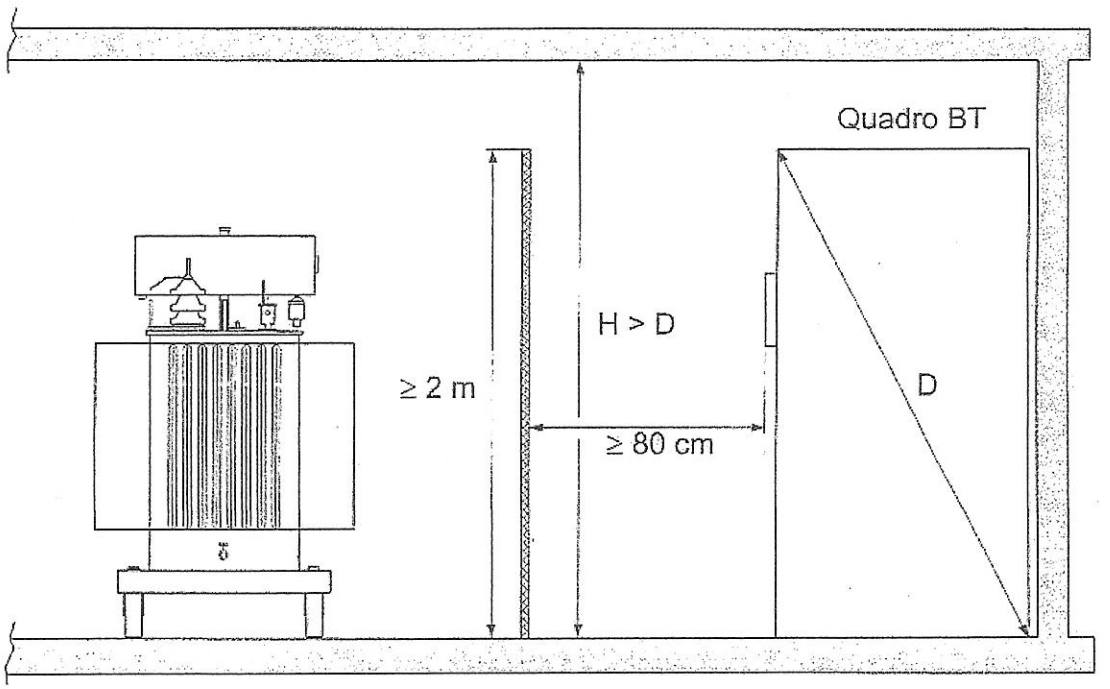
b)



I cavi MT e BT, di collegamento dei trasformatori a secco, devono essere distanziati dagli avvolgimenti e dai ponti isolati degli avvolgimenti primari secondo le indicazioni del costruttore del trasformatore. In mancanza di tali indicazioni, occorre osservare la distanza di isolamento **N**.

PASSAGGI E VIE Di FUGA

Un locale cabina deve avere dimensioni sufficienti per permettere l'agevole ingresso e uscita dei componenti dell'impianto, per disporre di adeguati passaggi ed aree di accesso, onde effettuare in sicurezza manovre e interventi di manutenzione e infine offrire idonne vie di fuga.
L'altezza del locale deve essere ovviamente superiore a quella dei quadri e dei trasformatori, con un minimo di 2 m.
I passaggi (previsti per il transito delle persone) devono essere larghi almeno 80 cm, al netto di eventuali sporgenze; se dietro un quadro chiuso è previsto il transito delle persone, la larghezza del passaggio può essere ridotta a 50 cm.



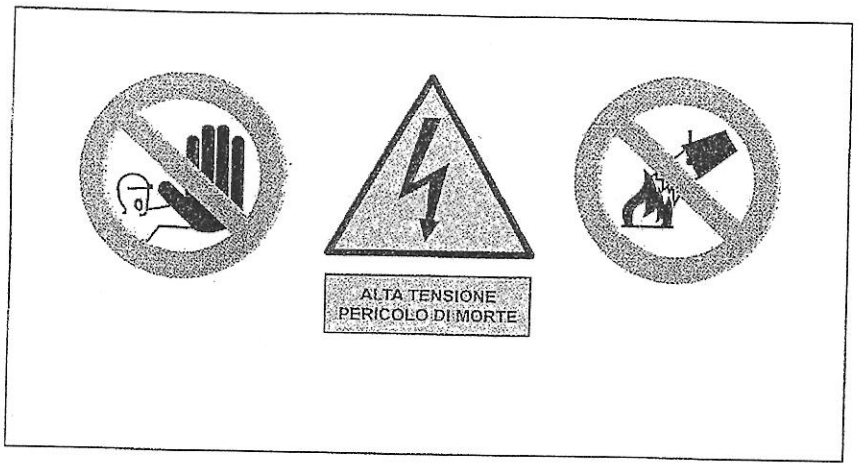
SEGNALETICA, QUALIFICA DELLE PERSONE E DPI

Le disposizioni legislative e norme di buona tecnica richiedono cartelli sulla porta e all'interno della cabina.

Cartelli sulla porta

Sulla porta del locale va esposto il cartello di divieto di accesso alle persone non autorizzate.
Secondo il DPR 547/55, "nei luoghi ove esistono impianti ad alta tensione deve essere indicata con apposita targa l'esistenza del pericolo di morte con il contrassegno del teschio". Il cartello con il teschio non è più previsto nell'unificazione europea, quindi si adempie a questa disposizione di legge esponendo il cartello di avvertimento di "tensione elettrica pericolosa" (triangolo giallo con folgore nera).

Secondo il DPR 547/55 è vietato usare acqua per spegnere incendi " in prossimità di conduttori, macchine e apparecchi elettrici sotto tensione" e tale divieto "deve essere reso noto al personale mediante avvisi".
Il legislatore non dice dove vadano posti questi avvisi; in teoria, andrebbero su tutti gli impianti ed apparecchiature elettriche; in pratica, almeno dove è la loro densità, cioè sulla porta delle cabine elettriche.





Cartelli all'interno del locale

All'interno dei locali devono essere esposti:

- lo schema elettrico
- le istruzioni relative ai soccorsi di urgenza da prestare ai folgorati

Può essere utile ma non obbligatorio conservare in cabina il cartello da utilizzare nella messa in sicurezza dell'impianto, o di una sua parte, per l'esecuzione dei lavori elettrici fuori tensione.
E' comunque necessario applicare tale cartello sul dispositivo di sezionamento ad evitare che qualcuno lo richiuda intempestivamente.

Qualifica delle persone

Il personale che entra in cabina è autorizzato nel momento stesso in cui riceve le chiavi dal responsabile dell'impianto.
Ovviamente, può essere autorizzata soltanto una persona che abbia conoscenze tecniche o esperienza (persona esperta) o che abbia ricevuto istruzioni specifiche sufficienti per permetterle di prevenire i pericoli dell'elettricità, in relazione a determinate operazioni condotte in condizioni specifiche (persona avvertita).
Persona esperta è ad esempio un installatore o un manutentore qualificato.

DPI

Per l'esecuzione delle manovre in bassa e media tensione non occorre indossare guanti isolati (le manovre non sono lavori elettrici).
Nel lavoro elettrico si accede su o in prossimità di parti in tensione attive, fuori tensione o in tensione.
I guanti isolati possono essere utili nelle vecchie cabine a giorno dove i sezionatori sono ancora azionati con fioretti isolati.

ILLUMINAZIONE E PRESE A SPINA

I locali delle cabine devono essere provvisti di un efficiente impianto di illuminazione artificiale per il normale servizio.
Il valore di illuminamento raccomandato nelle sale quadri è di 200 lx (fattore di uniformità di 0,7). Oltre all'illuminazione artificiale, la cabina deve disporre di un impianto elettrico di servizio per l'alimentazione di:

- sorgente di energia dei servizi ausiliari
- ventilazione forzata o condizionamento
- prese di servizio (almeno una presa è necessaria per interventi di manutenzione e per l'alimentazione degli strumenti di misura per le verifiche periodiche).

VERIFICA INIZIALE

Prima di mettere in servizio la cabina, deve essere effettuata la verifica iniziale, per accertare la funzionalità e la conformità dell'impianto alla regola dell'arte.
La procedura tipica di verifica iniziale sull'impianto di media tensione prevede almeno:

- verifica delle caratteristiche dei componenti elettrici in rispondenza al progetto e alle condizioni di funzionamento;
- verifica delle targhe e delle segnalazioni di sicurezza;
- ispezione a vista e prove funzionali dei componenti elettrici, in particolare di dispositivi di sicurezza, di comando e degli interblocchi;
- Ispezione a vista e prove e/o misure sui dispositivi di protezione, di monitoraggio, di misura;
- verifica del corretto serraggio delle connessioni;
- verifica dell'impianto di terra;
- verifica delle distanze minime tra parti attive e tra parti attive e terra;
- verifiche delle altezze minime e delle distanze dalle barriere.

Particolare attenzione deve essere rivolta alla verifica del corretto collegamento e funzionamento dei relè di protezione e dei circuiti di sgancio degli interruttori associati.

Per la parte di bassa tensione le verifiche devono essere effettuate secondo la norma CEI 64-8/6.

La verifica iniziale dell'impianto di terra, effettuata dall'installatore, ha valore di omologazione con il rilascio al committente della dichiarazione di conformità.
Successivamente le verifiche periodiche dell'impianto di terra possono essere affidate a persona esperta nominata dal datore di lavoro, ad esempio un professionista, un installatore o un tecnico interno all'azienda, di comprovata capacità ed esperienza.
Per effettuare tali verifiche non sono richiesta qualifiche ufficiali o titoli di studio. Il datore di lavoro, sotto la propria responsabilità, può incaricare una persona esperta di sua fiducia.

Le verifiche periodiche previste dal DPR 462/01 devono invece essere effettuate ogni due anni, se la cabina MT/BT alimenta luoghi con pericolo di esplosione , ambienti medici o a maggior rischio in caso di incendio; ogni cinque anni negli altri casi.

E' inoltre richiesta una verifica straordinaria in caso di modifiche sostanziali, ad esempio il rifacimento della cabina.

ALTRA RELAZIONE TECNICA

ALLEGATO " "

INTERVENTO DI REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA CENTRALE IDROELETTRICA IN GENOVA-VOLTRI, LOCALITA' FABBRICHE

1) DESCRIZIONE

L'intervento si propone la realizzazione di una centrale idroelettrica posta nel territorio del ponente genovese, in particolare in località "Fabbriche", nel primo entroterra di Voltri. In questo luogo transita il Torrente Cerusa, le cui acque da secoli sono state utilizzate prima ad uso forza motrice e poi per la produzione di energia elettrica. A dimostrazione e conferma di ciò è la presenza di opere di derivazione lungo tutto il corso del torrente e la presenza di centrali idroelettriche talvolta ancora in funzione (e, in alcuni casi, inserite in cicli produttivi) e talora dismesse.

Per il nostro intervento abbiamo intenzione di sfruttare l'esistente opera do presa posta in località "Maglietta" ed il canale derivatore già esistenti, e realizzare ex novo

- condotta forzata, da posizionare in uno scarico a cielo aperto che congiunge il detto canale con un alto canale sito a valle;
- due locali tecnici di modeste dimensioni che ospiteranno rispettivamente lo "sgrigliatore" (strumentazione di pulizia dell'acqua) e la turbina (nonché valvola di macchina; moltiplicatori di giri; generatore; quadri di controllo e comando; quadri elettrici di potenza; dispositivi di protezione; trasformatore e sezionatore M.T.).

L'acqua "turbinata" e PULITA (si ricorda che le centrali idroelettriche utilizzano l'energia potenziale-cinetica dell'acqua attraverso il movimento meccanico della girante posta all'interno della turbina e pertanto non immettono nella stessa sostanze gassose e/o liquide inquinanti) verrà scaricata in un altro canale che deriva a sua volta acqua dallo stesso Torrente Cerusa ed è a servizio di un altro impianto sito più a valle, infine tutta l'acqua derivata verrà immessa nuovamente nel Torrente (per l'individuazione dei punti di presa, del percorso dell'acqua e dello scarico si fa espresso rinvio agli elaborati grafici allegati alla presente domanda nonché agli elaborati che si trovano allegati alla Domanda di Rinnovo di Concessione di Derivazione d'Acqua ad uso forza motrice presentata dalla società Ecoenergia Cerusa S.r.l. alla Provincia di Genova in data 02/10/2006 e successive integrazione del 10/06/2008 e variante del 24/11/2009).

2) DIMENSIONAMENTO IMPIANTO

La scelta di voler utilizzare alcune opere già presenti nel territorio, onde evitare una modificazione radicale dello stesso ed onde evitare di realizzare opere difficilmente contestualizzabili nell'ambiente nonché infine per ridurre i costi, comporta tuttavia limiti nel dimensionamento dell'impianto.

L'opera di presa ed il canale, infatti, pongono limiti di esercizio, in quanto permettono di derivare solo una determinata portata di acqua e, anche se talvolta il torrente potrebbe consentire di addurre maggiori quantitativi di acqua ciò non è tecnicamente possibile. Va detto altresì che la posizione della briglia, a monte di "Rio Gava", non consente di derivare l'ulteriore acqua immessa nel Torrente Cerusa dal detto Rio, ma va infine segnalato tuttavia che la realizzazione di un impianto più a valle

- non è opportuna, in quanto è già presente un impianto (di proprietà della stessa ditta richiedente, Ecoenergia Cerusa S.r.l.) che sfrutta la maggiore portata del torrente;

- non è conveniente, in quanto la ditta Ecoenergia Cerusa Srl non possiede più a valle terreni di proprietà e pertanto ai costi di produzione si aggiungono quelli di acquisto del terreno (sempreché il proprietario voglia vendere, altrimenti si apre la strada - più complessa e lunga - dell'ottenimento della dichiarazione di Pubblica Utilità).

Alla luce di quanto sopra si evince che, sotto il profilo tecnico,

- non esistono alternative progettuali fattibili, più convenienti e più produttive oltreché di minor impatto per il territorio;
- il dimensionamento dell'impianto è "obbligato".

In particolare, per quanto riguarda quest'ultimo aspetto, si precisa che il dimensionamento del canale non è necessario, in quanto esso è già esistente e non modificabile date le caratteristiche del territorio, mentre la vasca di carico verrà ricavata in un ansa del detto canale (ove partirà la condotta forzata) e le sue dimensioni saranno compatibili alla possibilità di effettuare scavi nel punto individuato (in caso ciò non fosse tecnicamente opportuno e possibile si ridurranno le dimensioni a favore della fattibilità dell'intero impianto e a parziale scapito del rendimento).

Individuazione dei parametri "non modificabili" che hanno reso obbligata la scelta

- del tipo di turbina (e dei componenti ad essa collegati) e
- del diametro del tubo:

<u>Dati caratteristici dell'impianto:</u>

- portata massima derivabile 198 l/s (0,198 m^3/s)
- salto lordo 80 m

2.1 SCELTA DEL TIPO DI TURBINA E DEGLI ULTERIORI COMPONENTI CONNESSI ALLA STESSA

La turbina è quel dispositivo meccanico che trasforma l'energia potenziale e cinetica dell'acqua in energia meccanica.

Essa è essenzialmente costituita da un organo fisso, il distributore, e da un organo mobile, la girante.

Il distributore ha tre compiti essenziali:

- indirizza la portata in arrivo alla girante imprimendovi la direzione dovuta,
- regola la portata mediante organi di parzializzazione,
- provoca una trasformazione parziale o totale dell'energia di pressione in energia cinetica.

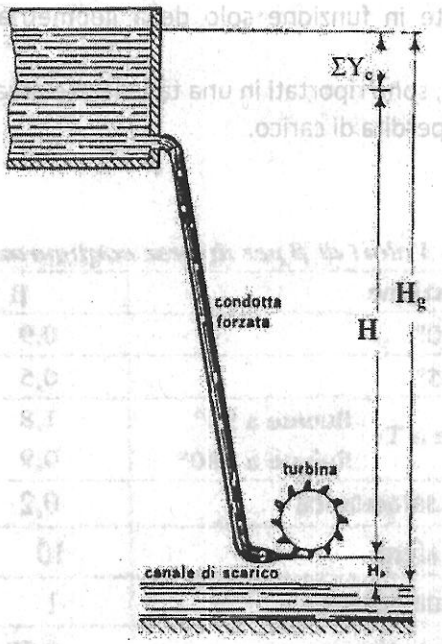
L'entità di questa trasformazione è l'elemento più importante per la classificazione delle turbine: quando la trasformazione da energia potenziale a energia cinetica avviene completamente nel distributore si parla di turbine ad azione; se invece la trasformazione nel distributore è parziale si parla di turbine a reazione.

Il tipo, la geometria e le dimensioni di una turbina sono condizionati essenzialmente dai seguenti parametri:

- <u>salto idraulico netto</u>

Il salto lordo Hg è il dislivello tra il pelo d'acqua alla presa (o in corrispondenza della vasca di carico) e quello nel canale di scarico nelle turbine a reazione, oppure tra il pelo d'acqua alla presa (o alla vasca di carico) e il livello dell'asse dei getti nelle turbine ad azione. Il salto netto H è dato dal salto lordo depurato dalle perdite di carico che si hanno lungo il percorso idraulico.

L'altezza ΣY_c rappresenta la perdita di energia che subisce il fluido nella condotta forzata. Le perdite di carico sono di due tipi: concentrate e distribuite.



Perdite di carico distribuite. L'acqua perde energia nel fluire attraverso il tubo essenzialmente per due motivi: attrito contro la parete del tubo e per dissipazione viscosa conseguente all'attrito interno della massa d'acqua in movimento.
Una delle formule finalizzata alla determinazione delle perdite distribuite, ampiamente utilizzata per valutazioni relative ai canali a pelo libero, ma applicabile anche per condotti chiusi, è quella sviluppata da Manning:

$$J = Q^2 \cdot n^2 \cdot (P^{4/3}/A^{10/3})$$

dove n è il coefficiente di scabrezza di Manning che nel nostro caso (condotta in acciaio) assume valore 0,012 $s/m^{1/3}$, P è il perimetro bagnato (m), A è la sezione trasversale del tubo (m^2) e Q la portata (m^3/s)
Questa formula applicata ad un tubo circolare completamente pieno d'acqua, diventa:

$$J= (10{,}29 \cdot n^2 \cdot Q^2)/D^{5{,}333}$$

dove, D il diametro del tubo (m). Pertanto nel nostro caso (con una portata massima di 0,198 m^3/s, ed un diametro interno minimo – nella parte terminale lo spessore del tubo è maggiore, si fa rinvio al paragrafo 2.2 -) di 0,452 m

$$J= 0{,}004001 \approx \text{zero}$$

Perdite di carico concentrate(o localizzate). Esse sono dovute agli ostacoli come ad esempio curve, gomiti, valvole, brusche variazioni di pressione, che l'acqua può incontrare mentre scorre all'interno del tubo.
Per calcolare tali perdite si utilizza la seguente espressione

$$J_{conc}= (W^2/2) \cdot \beta$$

Indicando con β un coefficiente in funzione solo della geometria, W è la velocità media di scorrimento dell'acqua.
I valori di β per i casi più comuni, sono riportati in una tabella che affianca a ogni valore del fattore di attrito il suo caso specifico di perdita di carico.

Tab.5.4 - *Valori di β per diverse configurazioni*

Configurazione		β
Gomito 90°		0,9
Gomito 45°		0,5
Giunzione a T:	fluente a 90°	1,8
	fluente a 180°	0,9
Valvola a saracinesca		0,2
Valvola a sfera		10
Contrazione brusca		1
a bocca di campana		0,02-0,1
Brusca espansione		0,5

Ora, nel nostro caso si hanno significative perdite di carico
nella vasca di carico in corrispondenza della partenza della condotta forzata ("stramazzo" o contrazione brusca del flusso di acqua) a cui segue una curva (gomito) a 45°
nelle due curve a 45°,
pertanto, considerata una velocità W pari a 1,2 m/s,

$J_{conc} = 1,8$

In definitiva risulta che per calcolare le perdite di carico R, dovrò sommare le perdite distribuite a quelle concentrate, ma visto che le distribuite sono state considerate pari a zero:

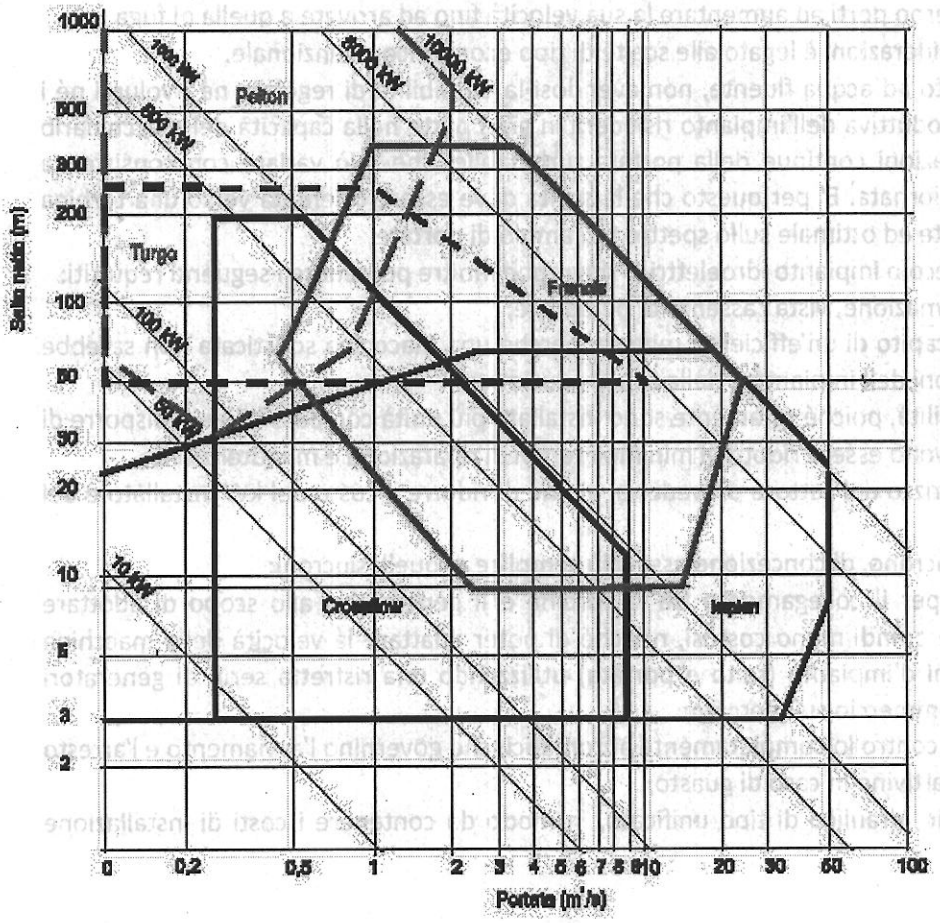
$J = J_{conc} = 1,8$

Il salto netto pertanto è pari a 78,2 m.

- <u>portata da turbinare</u>

Tale portata è ottenibile attraverso un'analisi delle portate dai dati idrometrici o attraverso studi idrogeologici, ricordando che occorre lasciare al corso d'acqua la portata di minimo deflusso vitale. Nel nostro caso specifico è determinata da limiti tecnici delle opere di derivazione (di cui sopra) e dal Disciplinare di derivazione della Provincia di Genova numero 06/10 in data 15 marzo 2010.

I costruttori di turbine idrauliche hanno elaborato un diagramma orientativo che permette di scegliere il tipo di turbina in funzione della portata, del salto netto e della potenza richiesta.





Come si può vedere dal grafico, è possibile a volte decidere tra più tipologie di macchine idrauliche oppure fare una scelta tra più macchine dello stesso tipo ma con caratteristiche diverse.
Per la scelta si dovranno comunque considerare anche questi fattori:

- <u>velocità di rotazione</u>

Essa è legata al numero di giri caratteristico e quindi al diametro della ruota.
La velocità va a incidere sul peso della macchina e sull'eventualità di inserire un moltiplicatore di giri tra ruota idraulica e generatore elettrico.

- <u>problemi di cavitazione</u>

La cavitazione è un fenomeno fisico che produce delle sollecitazioni meccaniche sulle pale delle turbine a reazione e che dipende dal salto idraulico, dal battente di aspirazione e dal numero di giri caratteristico.

- <u>velocità di fuga</u>

E' la velocità massima sopportabile meccanicamente dalla turbina.

Essa va ad incidere sulle caratteristiche del moltiplicatore e del generatore, che dovranno essere progettati per resistere alle sollecitazioni indotte, essendovi la possibilità che un improvviso distacco del carico esterno porti ad aumentare la sua velocità fino ad arrivare a quella di fuga.
Un altro ordine di considerazioni è legato alle scelte di tipo economico e funzionale.
Nel caso di un impianto ad acqua fluente, non avendosi la possibilità di regolare né i volumi né i deflussi, la capacità produttiva dell'impianto risiederà in gran parte nella capacità del macchinario di adattarsi alle oscillazioni continue della portata turbinabile, che può variare con consistenza anche nell'arco della giornata. E' per questo che la scelta deve essere orientata verso una turbina dal rendimento costante ed ottimale sullo spettro più ampio di portate.
Il macchinario di un piccolo impianto idroelettrico dovrebbe inoltre possedere i seguenti requisiti:
- elevato grado di automazione, vista l'assenza di personale;
- costo contenuto, a scapito di un'efficienza minore, perché una macchina sofisticata non sarebbe ripagata dalle dimensioni dell'impianto e dalla sua produzione;
- robustezza ed affidabilità, poiché raramente sono installate più unità con possibilità di disporre di una riserva, per cui devono essere ridotti al minimo i tempi di riparazione e manutenzione.
Le attuali scelte di indirizzo del settore prevedono, al fine di ridurre il costo del kW installato e del kWh prodotto:
- generatori di tipo asincrono, di concezione assai più semplice di quelli sincroni;
- giunti moltiplicatori per il collegamento tra la turbina e il generatore, allo scopo di adottare generatori più veloci e quindi meno costosi, nonché di poter adattare la velocità della macchina idraulica alle condizioni d'impianto (salto e portata) utilizzando una ristretta serie di generatori standard in normale commercio sul mercato;
- sistemi di comando e controllo completamente automatici, che governino l'avviamento e l'arresto del gruppo e che lo disattivino in caso di guasto;
- utilizzo di macchinario idraulico di tipo unificato, in modo da contenere i costi di installazione della turbina.

In considerazione

a) dei parametri iniziali citati;
b) delle valutazioni di cui sopra;
c) dei limiti dettati dalla conformazione del territorio.

Tutto quanto sopra valutato, si è scelto di installare i seguenti componenti:

- Turbina Tipo Pelton a due ugelli Modello 2318 costruttore Officine Meccaniche Riva, velocità di esercizio 360 giri/min ad asse orizzontale.
- Generatore: motore elettrico marca Dr DRIVERS T355062500JB50U08B modello 355L6 asincrono, trifase 400 V, 250 Kw, 6 poli,B3
- Trasformatore in resina marca TESAR SRL TARGA 3394/3 COD:TRP-010-0315-0015-03, Potenza nominale 315KVA, 50 HZ. Tensione nominale primaria 15000V, Tensione nominale secondaria 400V, livello di isolamento primario 17,5/38/95 KV, livello di isolamento secondario 1,1/3 KV. Collegamento primario Triangolo, collegamento secondario Stella + Neutro.
- Sistema di rifasamento in automatico DUCATI ENERGIA composto da batterie di condensatori, 400V -130/140 Kvar.
- Strumenti di controllo e misura: Contatore marca ACTARIS modello ACE3000/100 matricola 07817784 classe 1
- Trasformatori di corrente marca AE2 modello TAR8 rapporto 500/5 10 VA classe 0,5 Matricole 72362 - 72363.

Si precisa inoltre che tra la turbina ed il generatore verrà posto un moltiplicatore di giri costituito da una puleggia dentata.

2.2 SCELTA DELLA CONDOTTA FORZATA

Le condotte forzate degli impianti idroelettrici costituiscono opere di notevole importanza, sia dal punto di vista economico per l'incidenza assai sensibile sul costo complessivo dell'impianto, sia sotto l'aspetto tecnico per gli elevati valori di portata e pressione d'esercizio, nonché per il complesso delle sollecitazioni addizionali cui sono chiamate a resistere.

Il loro compito è addurre l'acqua dalla vasca di carico alla centrale, attraverso il percorso più breve possibile. In base alle modalità di posa possono essere divise in condotte in roccia ed in condotte scoperte, la seconda tipologia è classificata in base al materiale: esisteranno dunque condotte metalliche, in cemento armato ed in legno.

Le condotte forzate richiedono opere d'arte specifiche e pezzi speciali, tra cui:

- giunti di dilatazione: soprattutto le installazioni ad alta quota sono soggette a forti escursioni termiche, causa di dilatazioni e contrazioni. Ad opportuni intervalli le giunzioni rigide sono sostituite da giunzioni scorrevoli, in modo da lasciar sfogo ad allungamenti o accorciamenti;
- selle d'appoggio: ogni singolo elemento di tubazione si posa su idonei appoggi, la cui più semplice tipologia è costituita da una lamiera curvata abbracciante la condotta ed ancorata ad un blocco cementizio sottostante;
- blocchi di ancoraggio: sotto l'aspetto altimetrico la condotta è divisa in diversi tronchi a pendenza costante (livellette), progettati col criterio di adattarsi al profilo naturale del terreno; è chiaro che ogni cambio di livelletta (vertice) è soggetto ad azioni particolari per la differenza tra spinte di monte e di valle, che devono quindi essere neutralizzate da appoggi murari di dimensioni e peso adeguati.

DIMENSIONAMENTO

Diametro

Il dimensionamento della condotta forzata in pressione è stato effettuato imponendo la velocità pari a W = 1,2 m/s e calcolando il diametro (D) secondo la relazione

$$D = \sqrt{(4Q/\pi W)}$$

Essendo Q = 0,198 m^3/s ,

D = 0,458 m.

In considerazione del fatto che il calcolo di cui sopra è fatto sulla base di una portata massima che si raggiunge solo in limitati periodi dell'anno ed alla luce del fatto che esso è molto cautelativo e che si è scelto di installare una condotta in acciaio (tipo TP 304) con flange in ferro, molto pesante, si è optato per una condotta con diametro esterno di 457,2 mm (0,4572 m).

Spessore minimo

Si è scelto di utilizzare tubi di spessore pari a 4,00 mm, per la prima parte di condotta (partendo dalla vasca di carico) e pari a 4,78 mm per la parte terminale (l'arrivo alla turbina).

La verifica viene fatta per nelle sezioni terminali del tubo, in quanto è qui che si ha la maggiore pressione. In particolare, va verificato lo spessore minimo necessario per resistere alla pressione idrostatica agente (P_{idro}) più un contributo del 20% come indicato da normativa per stimare l'effetto dei fenomeni di moto vario:

P_{idro}= ρ g salto (dove ρ è la densità dell'acqua pari a 1 dm^3/m^3)

$P_d = P_{idro} + 20\%$
quindi $P_{idro} = 0{,}785$ MPa e $P_d = 0{,}942$ MPa

Si utilizza la formula di Mariotte per il calcolo dello spessore, ponendo la tensione agente pari a quella ammissibile dell'acciaio $\sigma = f_{yd}$ pari in questo caso a 275 MPa:

$s_{min} = P_d D / f_{yd} = 1{,}60$ mm
quindi $s_{min} < s = 4{,}78$ mm => VERIFICATO.

3) REALIZZAZIONE

Progettare e realizzare un piccolo impianto idroelettrico non è un compito facile. Ci sono molti aspetti, afferenti a diverse discipline, che devono essere tenuti in considerazione: dalle questioni economiche a quelle ingegneristiche, dalle problematiche di tipo legale alla gestione amministrativa. Tutti questi elementi rivestono un ruolo nelle diverse fasi di sviluppo di un progetto, dal momento della scelta del sito fino all'entrata in esercizio dell'impianto.
Per decidere se un impianto è fattibile è necessario incominciare dalla stima dell'entità delle risorse idriche disponibili sul posto. Il potenziale energetico dell'impianto è proporzionale al prodotto tra la portata e il salto. Il salto lordo è generalmente costante (eccetto per i salti molto bassi), mentre la portata varia nel corso dell'anno. E, per quanto riguarda le fonti torrentizie, come la nostra, la variabilità della risorsa è estrema.
A facilitare il compito di valutazione preventiva della fattibilità dell'impianto aiuta notevolmente il fatto che la ditta Ecoenergia Cerusa S.r.l. gestisce da anni l'impianto a valle e quindi conosce non solo il Torrente Cerusa e la variabilità delle sue condizioni nel corso dell'anno ma conosce altresì il territorio, il contesto entro il quale verrà inserito l'impianto.
Pertanto, ritenuto tecnicamente fattibile l'intervento a questo punto è necessario pianificarne la realizzazione.

3.1) OPERE DI PRESA E CANALE ADDUTTORE

Per poter produrre energia con la forza dell'acqua è, innanzitutto è necessario derivare l'acqua dal torrente, pertanto opera prima è la presa.
L'opera di presa deve essere in grado di convogliare nel canale di carico la quantità d'acqua prevista, riducendo al minimo ogni impatto negativo sull'ambiente locale e con perdite di carico ridotte. La presa funge da elemento di transizione tra un corso d'acqua, che può variare dal rigagnolo al torrente impetuoso, e il canale di derivazione, che convoglia una portata controllata sia in quantità sia in qualità.
La presa, come sopra precisato, è già esistente, ed è ancora in ottimo stato (oltreché perfettamente integrata con l'ambiente), pertanto non si ritiene necessario né opportuno porre in essere interventi che la riguardano.
Per quanto riguarda il canale adduttore invece si ritiene necessario operare affinché vengano eliminate le perdite, a tal fine si procede a ripristinare completamente il fondo e le pareti dello stesso.

3.2) VASCA DI CARICO E SGRIGLIATORE

Una volta eliminate le perdite d'acqua del canale adduttore si procederà a realizzare, a valle dello stesso, la vasca di carico dalla quale partirà la condotta forzata.

Una buona vasca di carico non deve solo minimizzare le perdite di carico, ma anche evitare lo sviluppo di vortici, poiché influenzano negativamente le prestazioni delle turbine, specialmente di quella a bulbo e a pozzo. Di fatto i vortici:
- generano condizioni di flusso non uniforme;
- immettono aria nella corrente liquida con effetti dannosi sulle turbine: vibrazioni, cavitazione, carichi non equilibrati, etc.
- aumentano le perdite di carico e diminuiscono il rendimento della turbina;
- trascinano materiale dentro la camera di carico.

I criteri da seguire per evitare la formazione di vortici sono ben lungi dall'essere chiaramente definiti, e non esiste una singola formula che tenga adeguatamente conto dei possibili fattori che incidono sul fenomeno. Tra i fattori di disturbo che introducono non uniformità nelle velocità e che pertanto concorrono a creare vortici si possono elencare i seguenti:
- condizioni asimmetriche d'arrivo dell'acqua;
- sommergenza insufficiente;
- velocità in arrivo superiori a 0,65 m/s;
- bruschi cambi nella direzione del flusso.

Compatibilmente alle condizioni del territorio non propriamente favorevoli (il canale è stato costruito secoli fa: non ha una pendenza costante, non ha sezione uniforme e non un tracciato rettilineo, il terreno è roccioso pertanto lo scavo della vasca non è agevole e non potrà arrivare a grande profondità) si tenterà, per quanto possibile, di realizzare una vasca di carico atta ad evitare le perdite di carico e la formazione di vortici.
In corrispondenza della vasca di carico verrà posizionato uno sgrigliatore per la pulizia dell'acqua da foglie, rami ecc.
In considerazione del fatto che la vasca si trova in un posto isolato e raggiungibile sono a piedi viene installato uno sgrigliatore automatico che opera ad intervalli di tempo prestabiliti.
Lo sgrigliatore è azionato da cilindri oleodinamici. Il cilindro secondario avvicina o allontana il pettine montato su un braccio incernierato ad un'estremità. Il pettine viene dapprima allontanato dalla griglia e calato in acqua fino a fine corsa; poi una volta avvicinato alla griglia viene risollevato correndo lungo di essa. Il pettine è costituito da una serie di denti che scorrono negli spazi tra le barre. Lo sgrigliatore è sollevato fino alla testa della griglia per essere scaricato su un nastro trasportatore.
A protezione dei meccanismi e della parte elettrica dello sgrigliatore viene realizzato un modesto locale tecnico in muratura e con il tetto in lamiera ondulata, chiuso a tre lati ed aperto sul lato ove si trova la griglia e il braccio dello strumento.

3.3) CONDOTTA FORZATA

Dalla vasca di carico parte la condotta forzata in acciaio, costituita da verghe della lunghezza di 6 m ciascuna e da due curve a 45° (oltreché una curva iniziale atta a portare la condotta a livello del terreno). I singoli componenti vengono posati sul terreno con l'ausilio di un elicottero e poi, a seguito della posa sommaria, vengono uniti a mezzo flange di ferro dotate di appositi giunti di dilatazione e infine vengono progressivamente realizzate le selle di appoggio.
Si segnala che la sede della condotta altro non era che un scarico di congiunzione tra il canale a monte ed il canale a valle: esso si adatta perfettamente ad ospitare la condotta la quale ultima, sostituendo uno scarico dell'acqua a cielo aperto, oltre a servire l'impianto che si va a realizzare, evita fenomeni di erosione ed eventuale franamento del terreno.

3.3) TURBINA, GENERATORE E TRASFORMATORE E INFRASTRUTTURA CONNESSA

Una volta individuato con precisione il luogo di arrivo della condotta forzata si può procedere al posizionamento della valvola di collegamento tra turbina e condotta forzata e quindi si può procedere all'installazione della turbina.

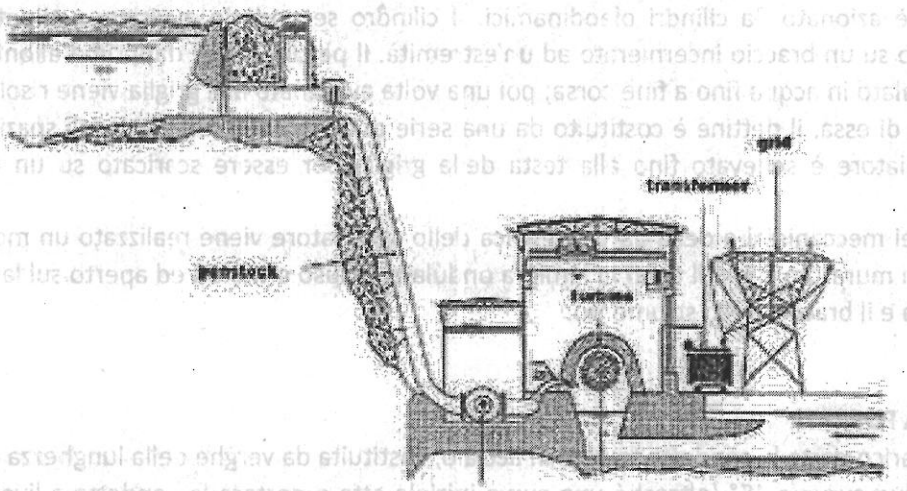
Ovviamente, preventivamente va realizzato idoneo locale tecnico che ospiterà la turbina e tutti gli altri componenti dell'impianto.

In un impianto idroelettrico, il detto locale (che viene realizzato interamente in laterizio, ad eccezione della soletta costituita da travetti prefabbricati e cemento per resistere al peso delle attrezzature ed alle sollecitazioni cui è sottoposta la turbina) ha il compito di proteggere dagli eventi atmosferici l'equipaggiamento idraulico ed elettrico che converte l'energia potenziale dell'acqua in energia elettrica. Il numero, il tipo e la potenza delle turbine, la loro disposizione rispetto al canale di scarico, l'altezza del salto e la geomorfologia del luogo condizionano la tipologia dell'edificio.

Il locale dovrà ospitare i seguenti equipaggiamenti:

- valvola di macchina;
- turbina;
- moltiplicatori di giri (puleggia dentata);
- generatore;
- quadri di controllo e comando;
- quadri elettrici di potenza (rifasamento, interruttori, alimentazione d'emergenza in c.c. etc.);
- dispositivi di protezione;
- trasformatore e sezionatore M.T.

La figura rappresenta schematicamente la configurazione che avrà l'impianto.



L'acqua turbinata viene scaricata in un altro canale che adduttore che si trova al medesimo livello del "locale turbina" (qualche metro più in basso del pavimento del locale) e viene utilizzata a servizio di altro impianto posto più a valle, indi l'acqua viene scaricata nel Torrente Cerusa.

3.4) LINEA ELETTRICA E PUNTO DI CONNESSIONE

L'energia viene prodotta dal gruppo turbina-generatore in Bassa Tensione e poi, a mezzo trasformatore, viene trasformata in Media Tensione (15.000) e infine immessa nella rete del distributore.

Il punto di connessione è costituito da una cabina Enel posta a valle del locale di produzione pertanto, al fine di trasportare l'energia prodotta sino al punto di connessione, viene realizzata una linea MT sotto traccia che consente l'immissione in rete di tutta l'energia elettrica prodotta al netto dei servizi ausiliari di centrale.

ALLEGATO " "

ASPETTI ENERGETICI DELL'IMPIANTO IDROELETTRICO SITO IN GENOVA – VOLTRI LOCALITA' FABBRICHE (VIA BRUSINETTI s.n.c.)

1) MOTIVAZIONI DELLA SCELTA

La scelta di realizzare un impianto idroelettrico, piuttosto che un'altra tipologia di impianto a fonte rinnovabile (fotovoltaico, eolico ecc.) deriva dal fatto che il territorio ove si inserisce l'opera si adatta perfettamente alla stessa, in quanto gran parte degli elementi costituenti l'impianto - opera di presa, canale di derivazione, sede della condotta forzata) - erano già presenti e sono proprio quelli citati gli elementi che danno maggiori problemi nella realizzazione, sia dal punto di vista ambientale (cercare di ridurne l'impatto talvolta non è tecnicamente possibile), sia da quello economico (ridurne l'impatto e creare opere durature nel tempo significa spesso scegliere materiali e tecniche costruttive affatto economiche).

Avere già una sorta di "punto di partenza", costituito dalla presenza delle dette opere, non è cosa da sottovalutare quando si sceglie di intraprendere la realizzazione di una struttura complessa e articolata come quella in oggetto e a ciò si aggiunge il fatto che la scrivente ditta Ecoenergia Cerusa S.r.l. gestisce già anni altro analogo impianto sito più a valle e pertanto conosce il Torrente Cerusa, i suoi pregi e i suoi aspetti problematici.

Va detto inoltre che la produzione di energia idroelettrica non provoca emissioni gassose o liquide che possano inquinare l'aria o l'acqua. Gli impianti mini idroelettrici, anzi, in molti casi, con la sistemazione idraulica che viene eseguita (e in questo caso "mantenuta", in quanto l'impianto è parzialmente già esistente) per la loro realizzazione portano notevoli benefici al corso dell'acqua.

La produzione di energia elettrica per via idroelettrica presenta l'indiscutibile vantaggio ambientale di non immettere nell'ecosfera sostanze inquinanti, polveri calore, come invece accade nel caso dei metodi tradizionali di generazione per via termoelettrica.

2) MOTIVAZIONI DELLA SCELTA DELLA TAGLIA

La scelta della taglia dell'impianto, per quanto già detto, è vincolata e determinata dalla:

- possibilità di derivare solo una determinata quantità d'acqua in quanto l'opera di presa ed il canale di derivazione sono preesistenti e non oggetto di interventi modificativi,
- possibilità di posizionare la condotta forzata solo ove è stato previsto (sia per motivi tecnico-economici che di diponibilità del terreno).

Ciò detto, si passa a ora a determinare, partendo da dati "obbligati" la *potenza dell'impianto*.

La potenza di un impianto è misurata in Kwatt ed equivale all'energia cinetica e potenziale posseduta dall'acqua nel tratto considerato, in particolare, defluendo dalla vasca di carico sino turbina, a mezzo della condotta forzata, l'acqua perde energia potenziale in accordo con l'equazione:

$$P_{impianto} = Q \cdot Hg \cdot \gamma$$

dove $P_{impianto}$ è la potenza, in KW, perduta dall'acqua, Q la portata in m^3/s, Hg il salto netto in metri e γ il peso specifico dell'acqua, pari al prodotto della sua densità ρ_{acqua} (ρ = 1 Kg/dm^3) per l'accelerazione di gravità (g = 9,81 m/s^2).

Nel nostro caso

$P_{impianto} = 152$ KW

La *potenza nominale o potenza utile* della turbina P_{utile} è espressa da:

$P_{utile} = \eta_T \cdot P_{impianto}$

dove η_T è il rendimento totale della turbina, ed è compreso tra 0,85 e 0,94 ed è dato dal prodotto dei tre rendimenti : idraulico η_Y , volumetrico η_V e organico η_O.
Il rendimento idraulico ($\eta_Y = 0,88 \div 0,96$) ci dice che non tutta l'energia corrispondente alla caduta utile viene trasformata in lavoro a causa delle resistenze passive incontrate dal liquido nell'attraversamento della turbina e delle eventuali perdite per energia cinetica non recuperate allo scarico.
Il rendimento volumetrico η_V esprime la perdita legata a quella frazione di liquido che, sfuggendo attraverso i giochi, non agisce sulle pale fornendo lavoro; questo rendimento è sempre molto alto e normalmente viene considerato uguale a uno.
Il rendimento organico ($\eta_O = 0,96 \div 0,99$) tiene conto della potenza che viene persa per attrito e nell'azionare gli ausiliari; il rendimento organico viene considerato uguale a uno, a meno che non si tratti di turbine di piccola potenza, nelle quali le perdite di origine meccanica possono rappresentare una frazione significativa della potenza utile generata dalla turbina.
Nel nostro caso, tenuto conto delle caratteristiche della turbina installata si può imporre un rendimento massimo η_T pari a e pertanto la potenza nominale è

$P_{utile} =$

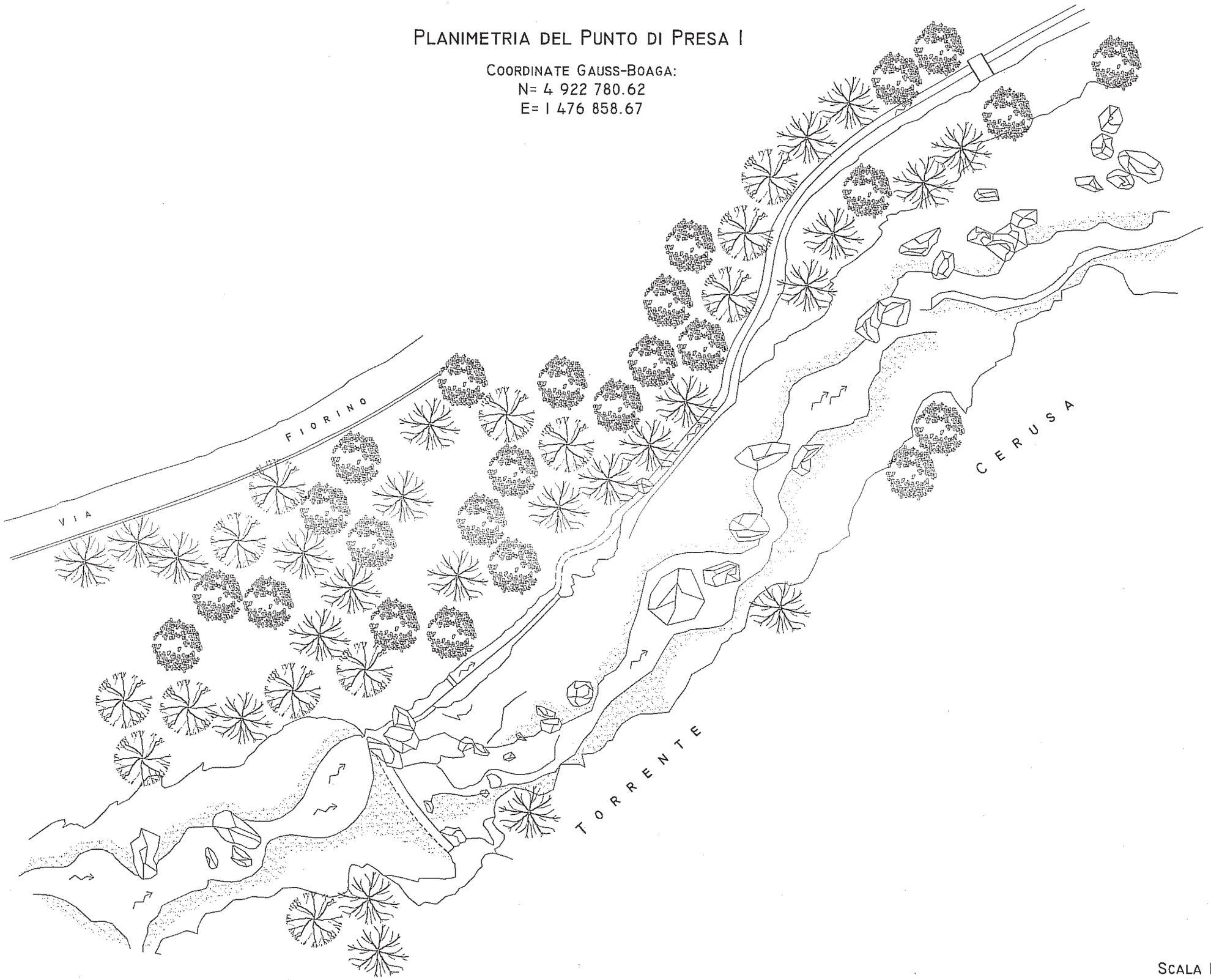
2) BILANCIO ENERGETICO E MODALITA' DI RIPARTIZIONE DELL'ENERGIA PRODOTTA

Tutta l'energia prodotta dall'impianto è ceduta al G.S.E. (Gestore Servizi Energetici), pertanto non esiste una ripartizione dell'energia prodotta in quanto essa, si ripete, è per intero destinata ad essere immessa in rete.
Riguardo all'aspetto produzione/consumi e quindi al bilancio energetico, si precisa che gli unici consumi di energia sono quelli destinati ai servizi ausiliari di centrale (sgrigliatore, illuminazione, eventuale condizionatore per il locale macchine ecc) e pertanto sono *consumi propri di impianto* che incidono in maniera modestissima sulla quantità di energia prodotta.

DISEGNI DI PROGETTO

Planimetria del Punto di Presa 1

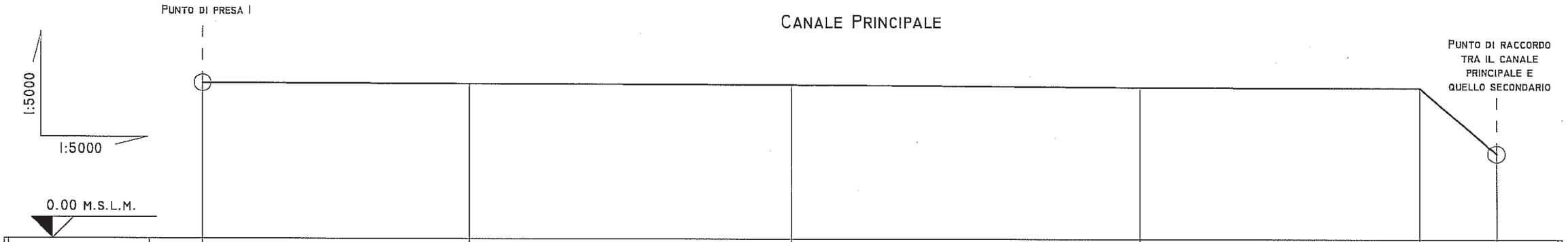
Coordinate Gauss-Boaga:
N= 4 922 780.62
E= 1 476 858.67



Scala 1:500

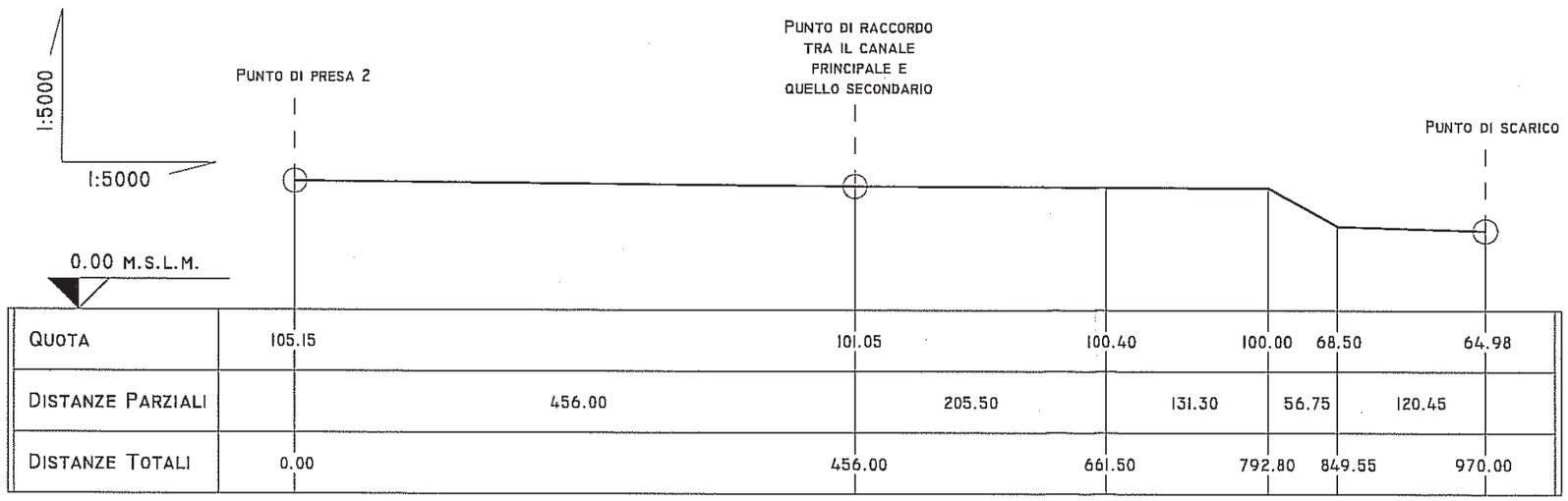
PROFILO LONGITUDINALE

CANALE PRINCIPALE



QUOTA	183.65	182.98	180.22	179.31	178.56	101.05
DISTANZE PARZIALI		316.00	379.00	410.75	332.00	90.00
DISTANZE TOTALI	0.00	316.00	695.00	1105.75	1437.75	1527.75

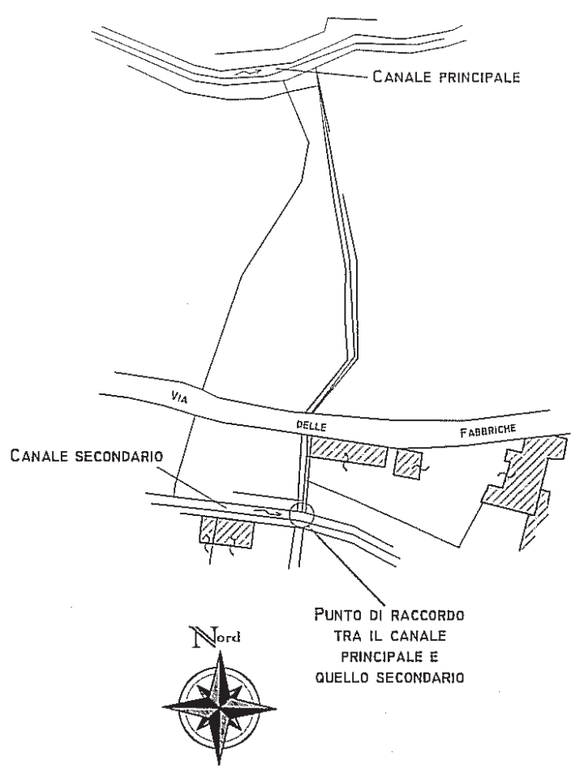
CANALE SECONDARIO



QUOTA	105.15	101.05	100.40	100.00	68.50	64.98
DISTANZE PARZIALI		456.00	205.50	131.30	56.75	120.45
DISTANZE TOTALI	0.00	456.00	661.50	792.80	849.55	970.00

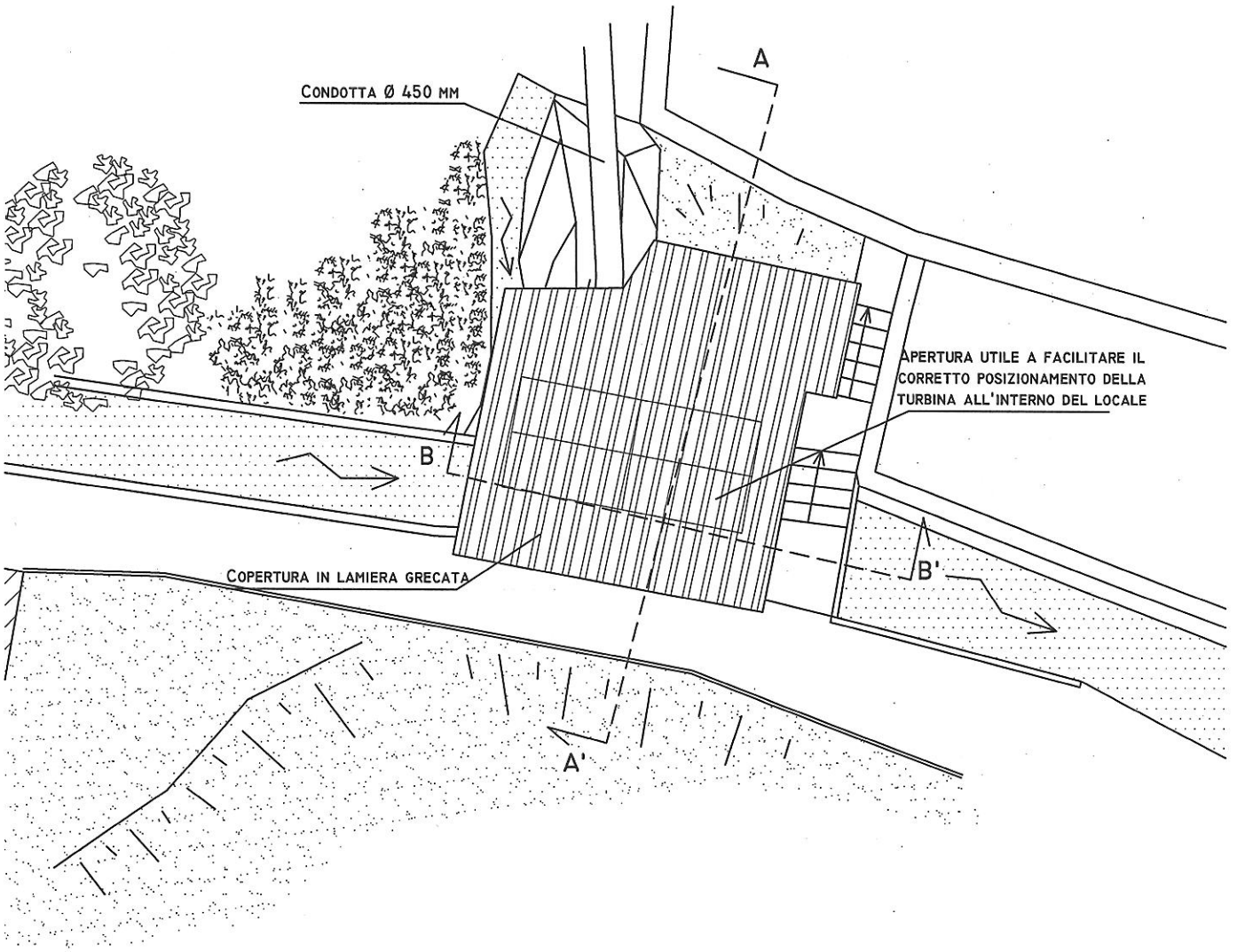
STRALCIO CATASTALE

FUORI SCALA



STATO DI PROGETTO APPROVATO
(PROVV. N° 750 DEL 05-12-2008, PROG.MADRE N° 222/2007)

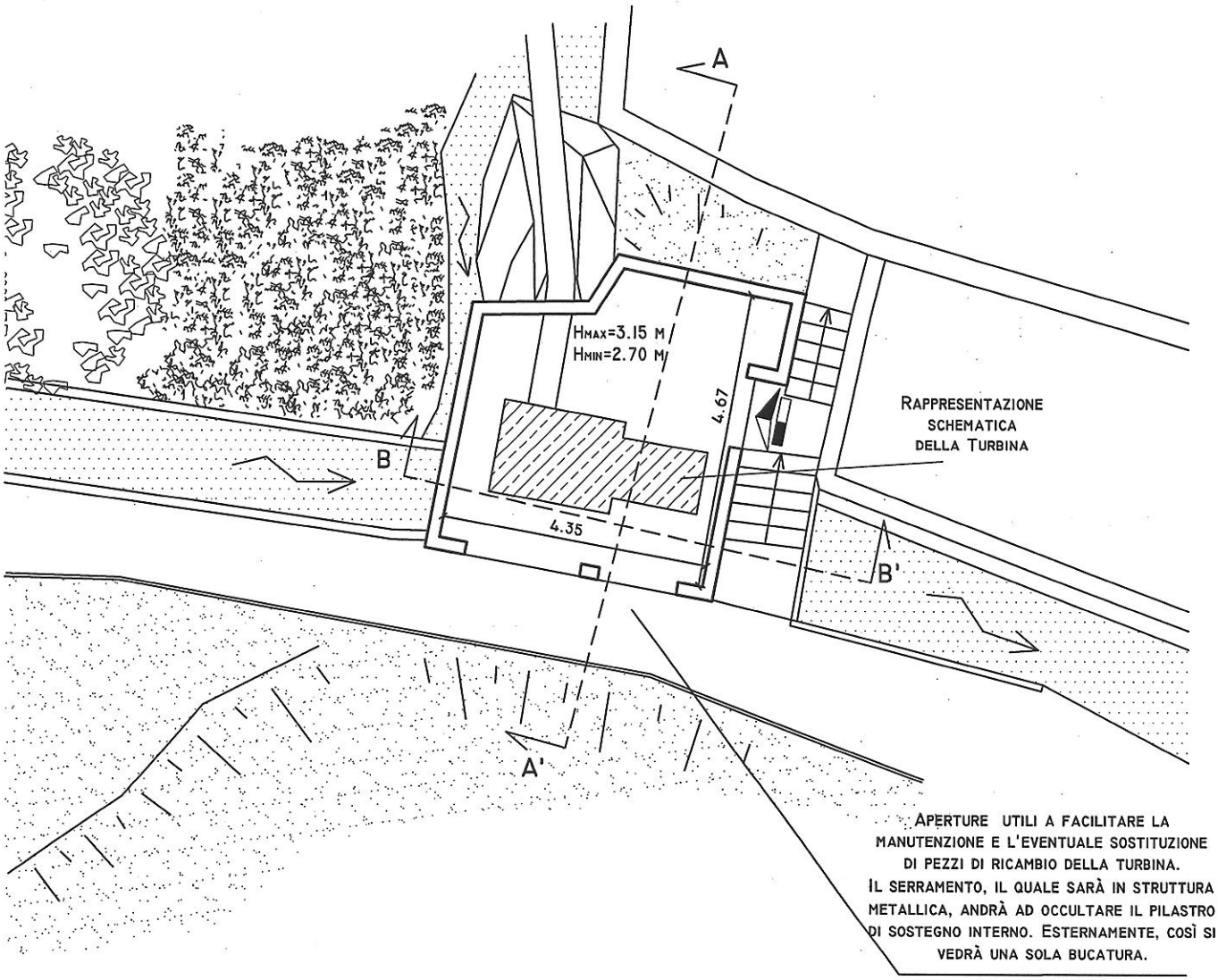
PIANTA COPERTURA



SCALA 1:100

STATO DI PROGETTO APPROVATO
(PROVV. N° 750 DEL 05-12-2008, PROG.MADRE N° 222/2007)

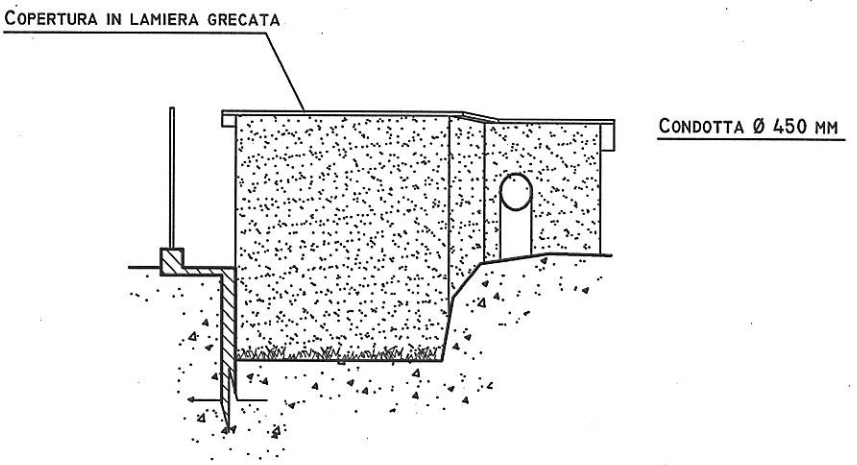
PIANTA DEL LOCALE TURBINA



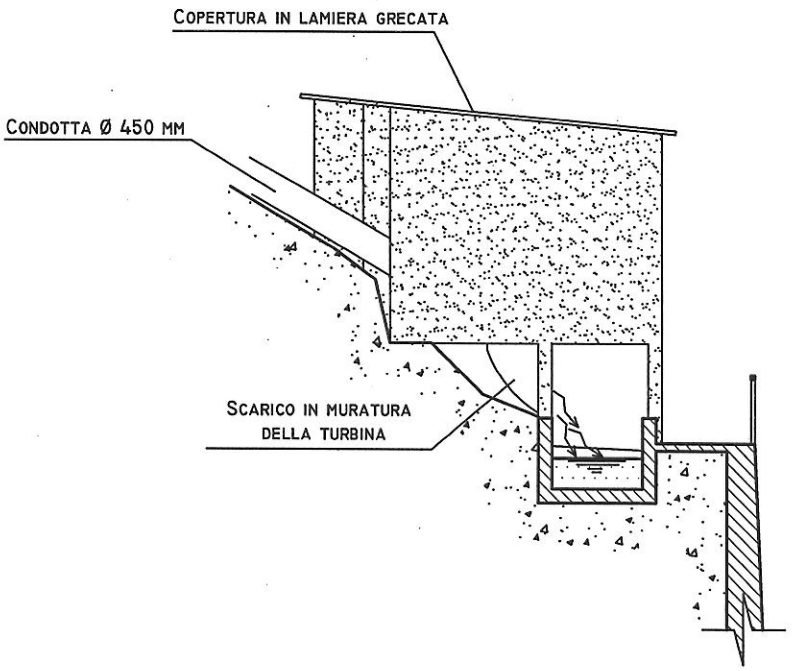
SCALA 1:100

STATO DI PROGETTO APPROVATO
(PROVV. N° 750 DEL 05-12-2008, PROG.MADRE N° 222/2007)

PROSPETTO NORD



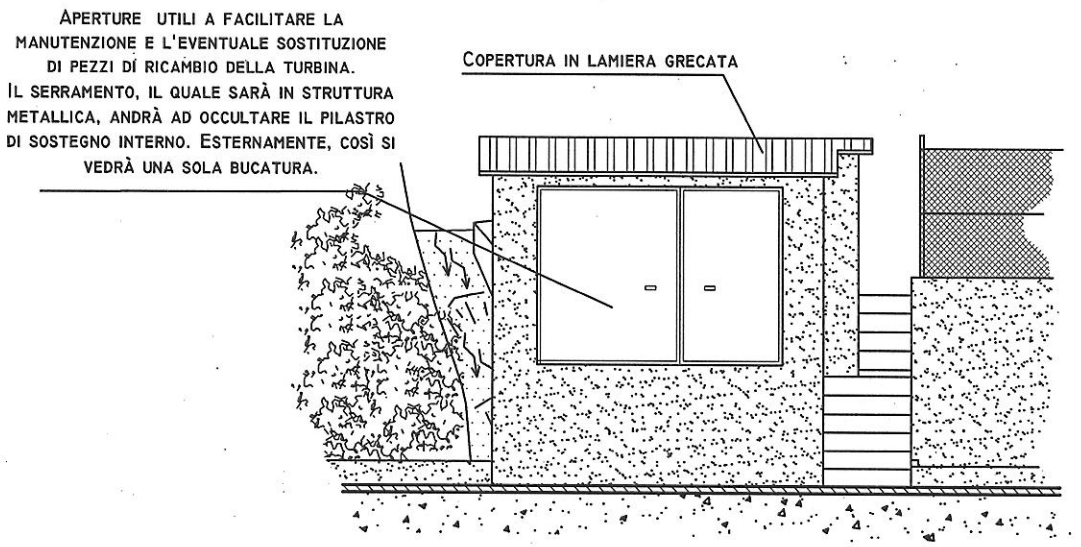
PROSPETTO OVEST



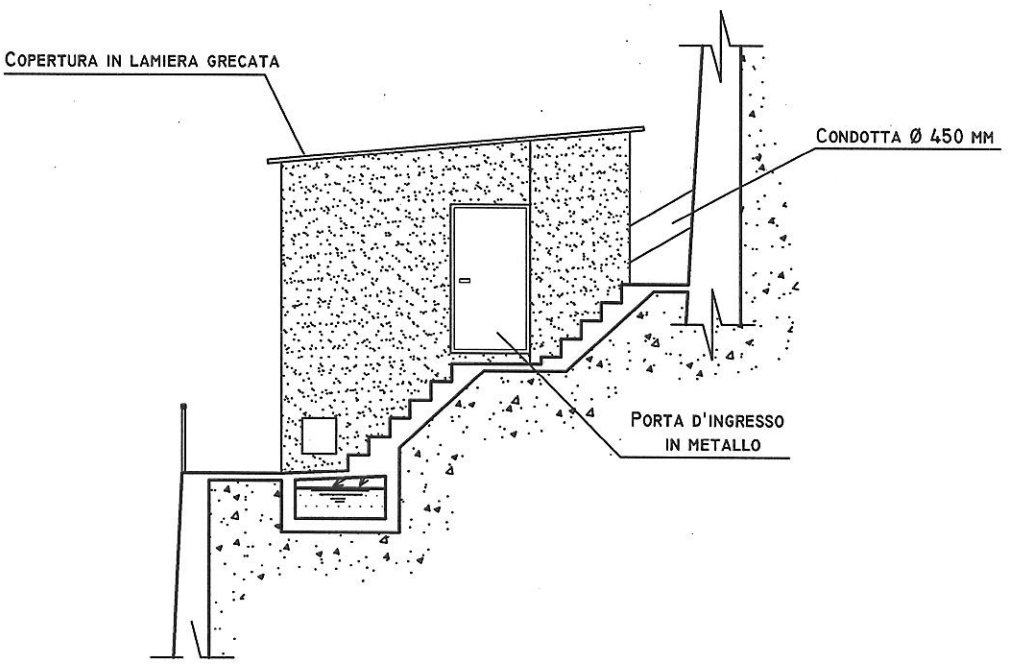
SCALA 1:100

STATO DI PROGETTO APPROVATO
(PROVV. N° 750 DEL 05-12-2008, PROG.MADRE N° 222/2007)

PROSPETTO SUD



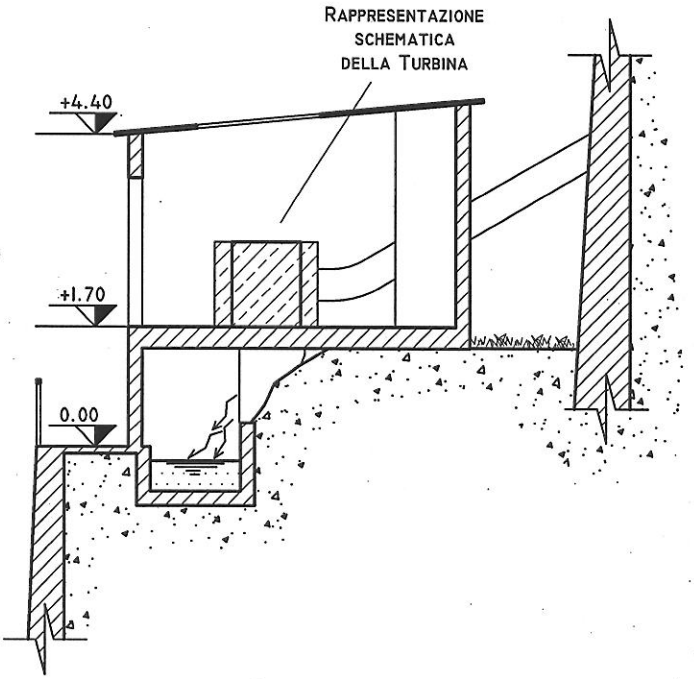
PROSPETTO EST



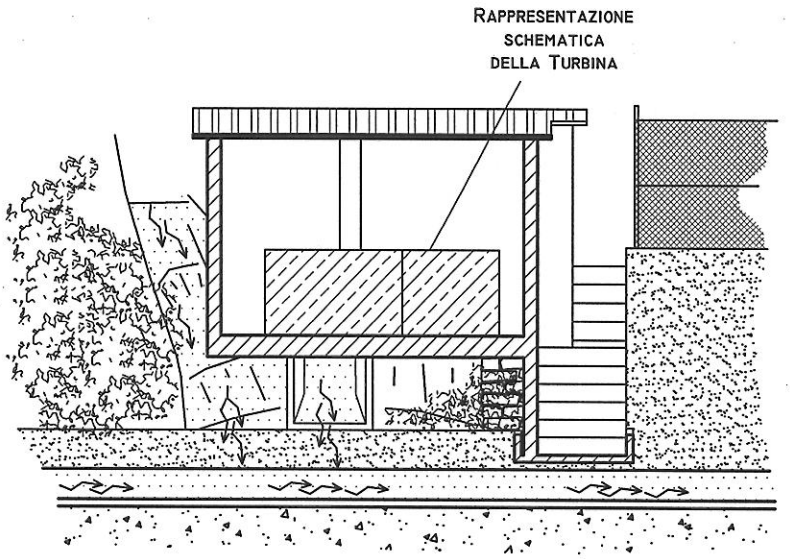
SCALA 1:100

STATO DI PROGETTO APPROVATO
(PROVV. N° 750 DEL 05-12-2008, PROG.MADRE N° 222/2007)

SEZIONE A-A'



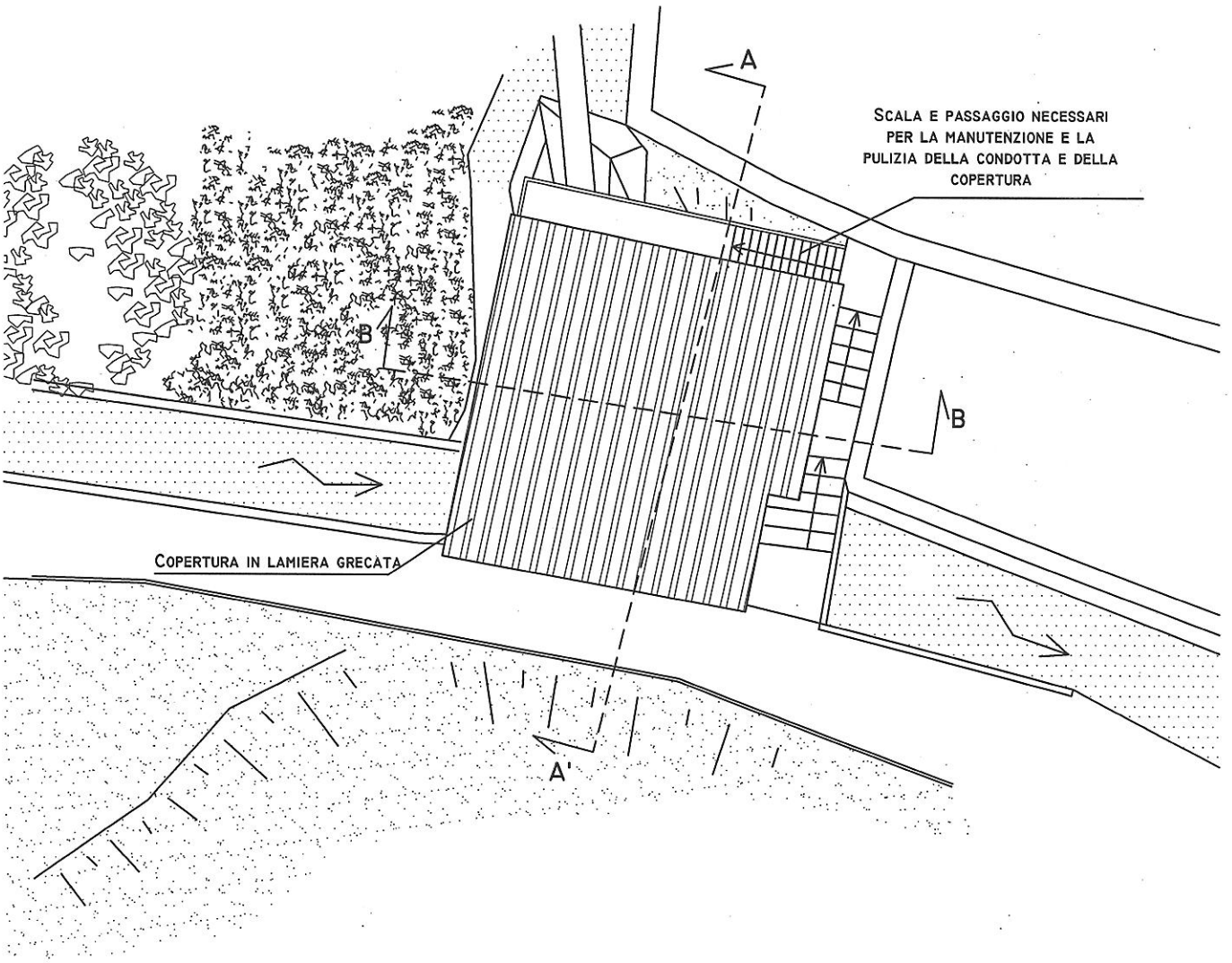
SEZIONE B-B'



SCALA 1:100

STATO DI VARIANTE

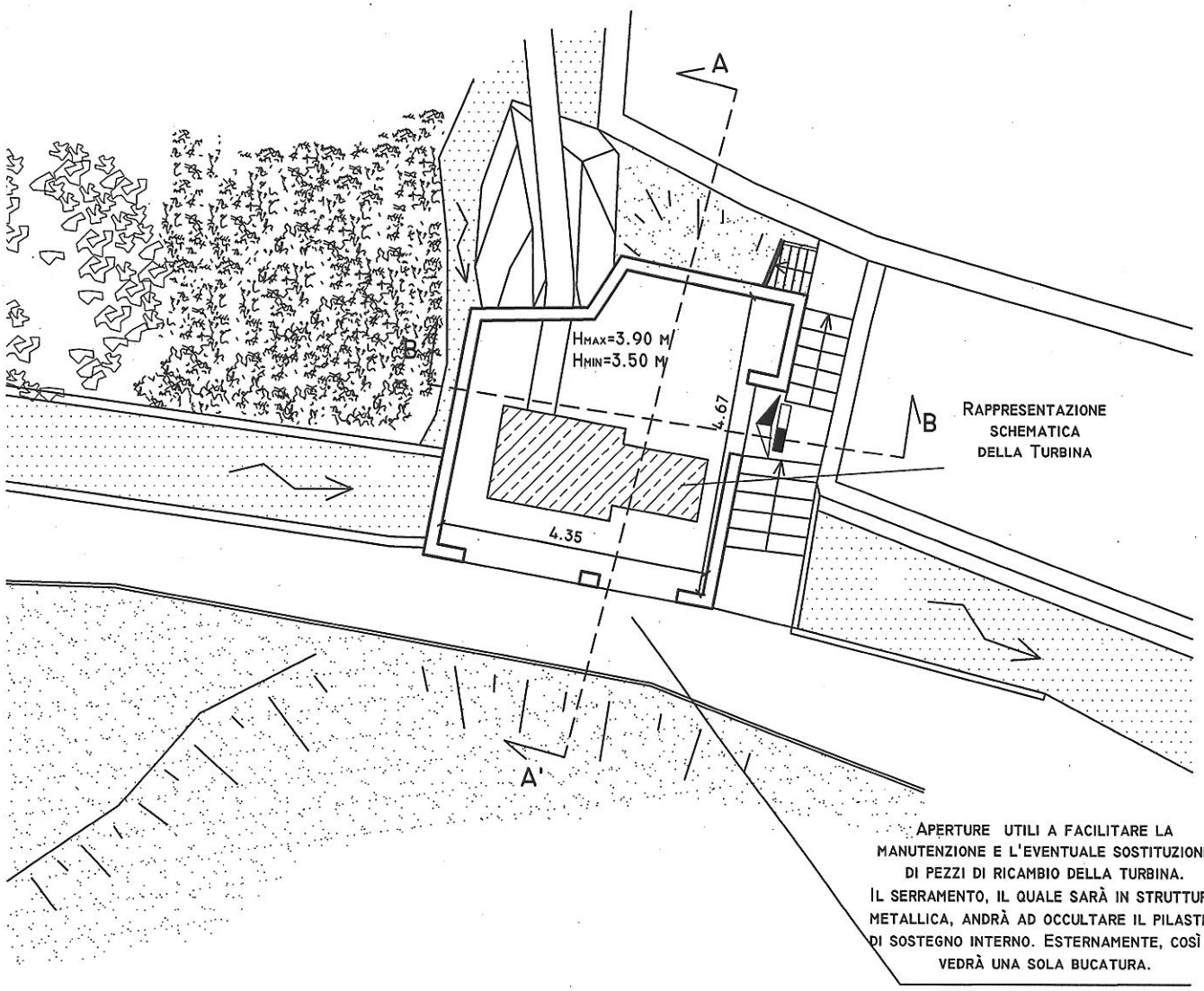
PIANTA DEL PIANO PRIMO



SCALA 1:100

STATO DI VARIANTE

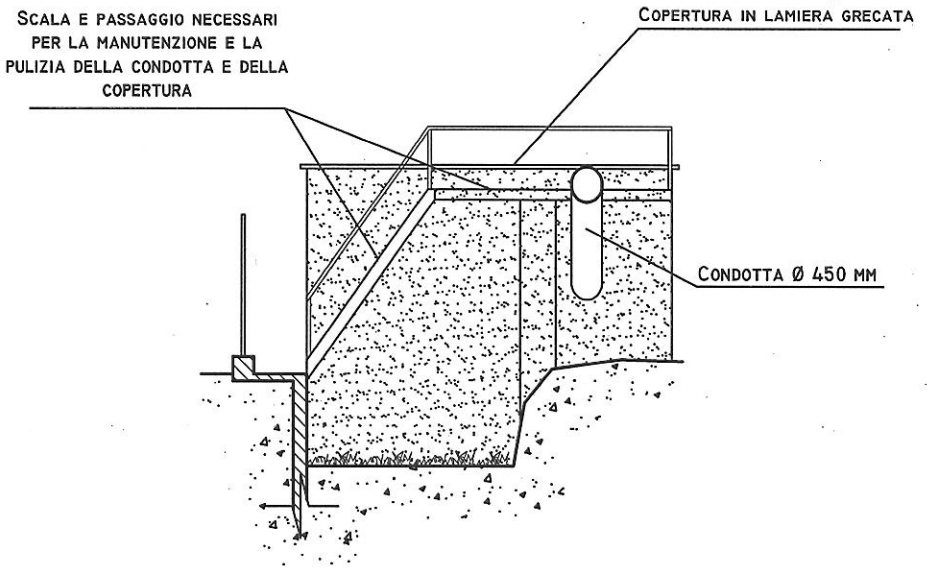
PIANTA DEL LOCALE TURBINA



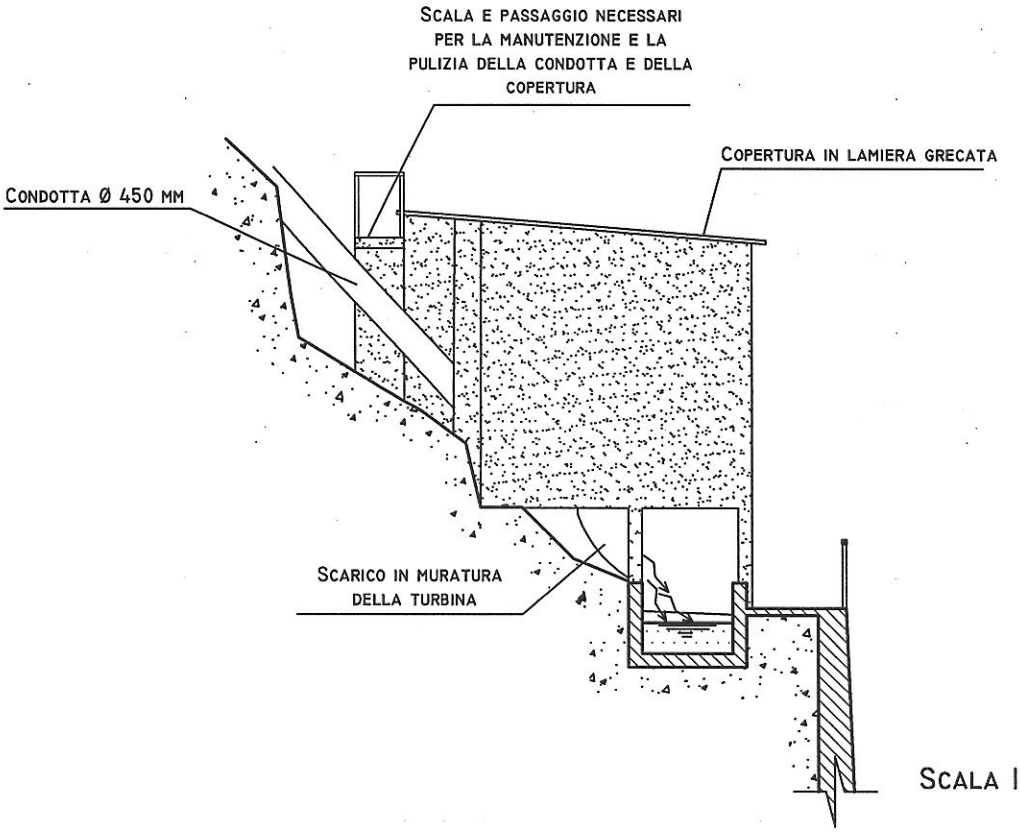
SCALA 1:100

STATO DI VARIANTE

PROSPETTO NORD



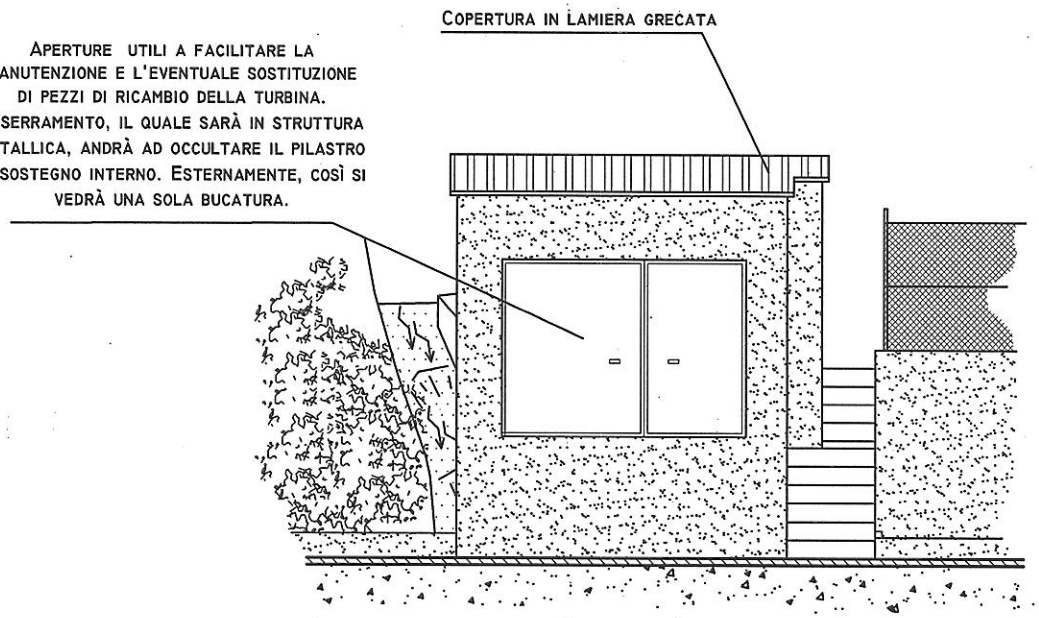
PROSPETTO OVEST



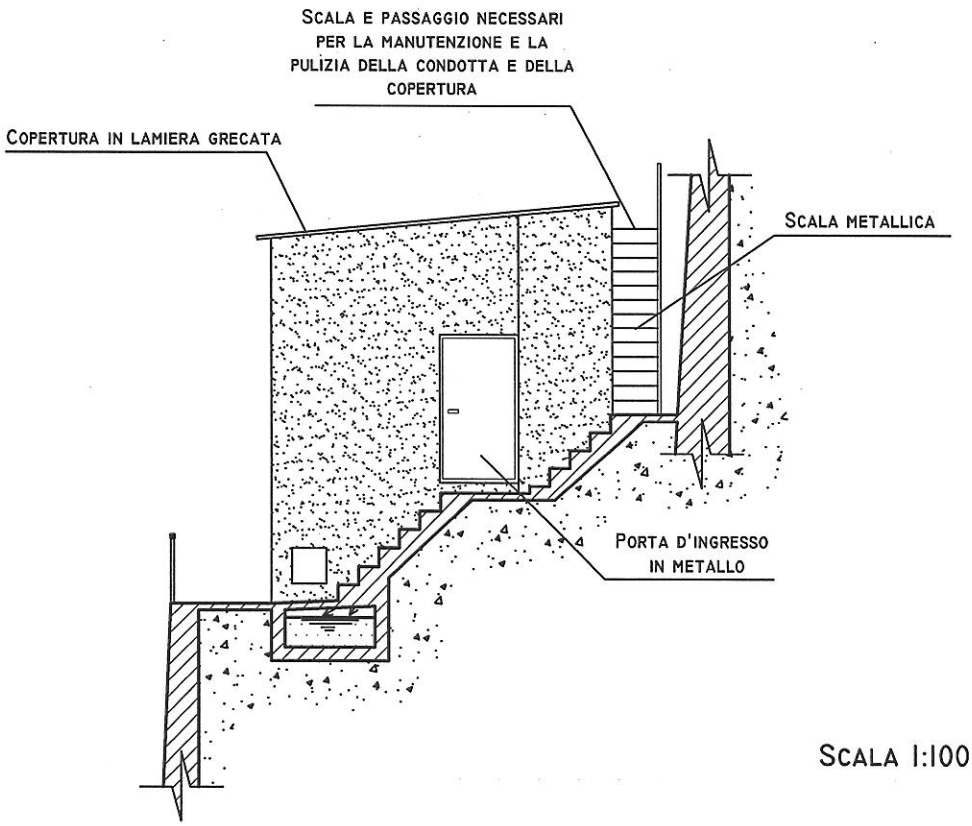
SCALA 1:100

STATO DI VARIANTE

PROSPETTO SUD



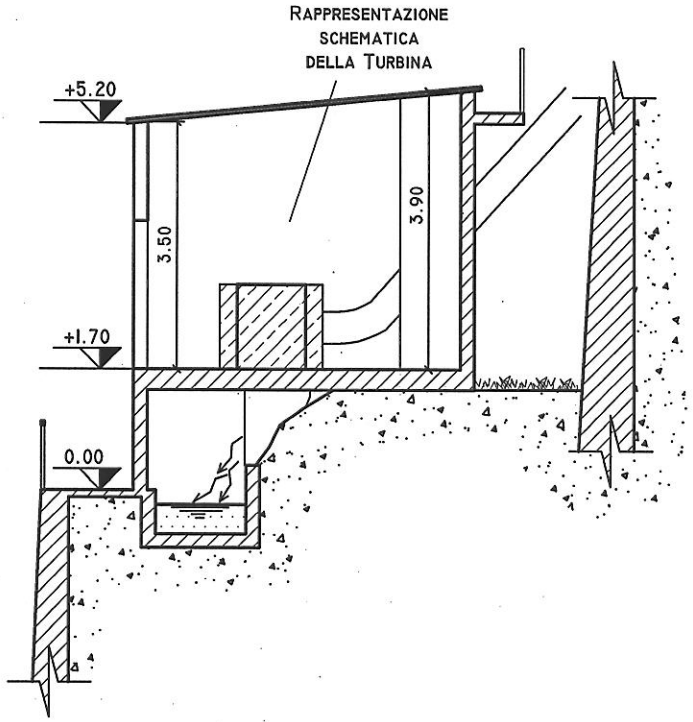
PROSPETTO EST



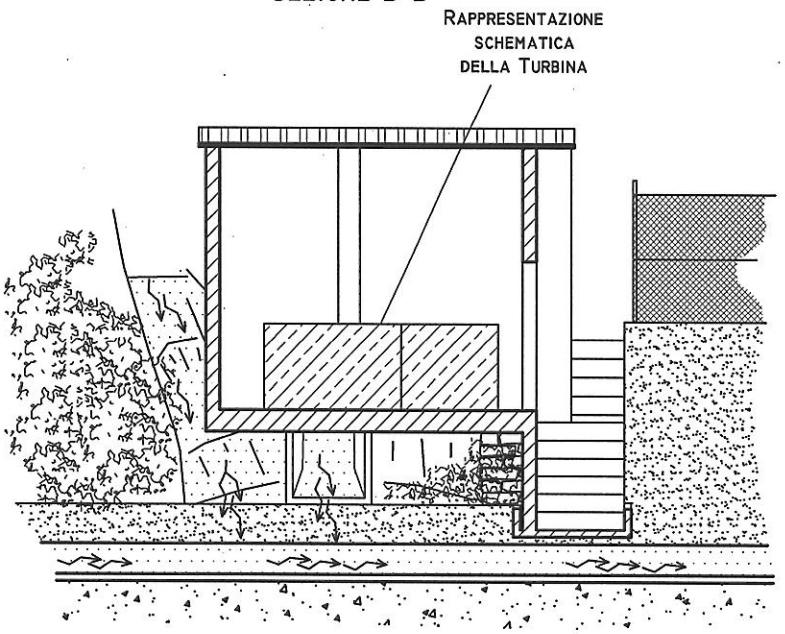
SCALA 1:100

STATO DI VARIANTE

SEZIONE A-A'



SEZIONE B-B'



SCALA 1:100