

(A1)



1

# Progetto di Massima per

(Allegato a)

impianto idroelettrico animato dalla sorgente Capo  
d'acqua in territorio di S. Massimo - (Campobasso)

2/12/1918

## Relazione particolareggiata

### Preliminari.

Il presente progetto di massima riflette la uti-  
lizzazione della Sorgente Capo d'acqua in terri-  
torio di S. Massimo, provincia di Campobasso, al  
lo scopo di impiantare una centrale idroel-  
trica.

Meisinger

Le caratteristiche principali dell'impianto  
saranno le seguenti:

Prelevamento di litri 72 a 100 per 1" dalla sor-  
gente Capo d'acqua, alla quota metri 1426.

Conduttura di detta portata per un percorso  
di m. 3885.

Costruzione di una centrale idroelettrica sul-  
la sponda destra di un affluente del Corren-  
te Callora, alla quota m. 700.

Caduta complessiva fra presa ed abbando-  
no dell'acqua m. 726.

Perdita di carico lungo l'intero percorso me-

2  
Ani 21.20

Carico utile m. 104, 10

Potenza nominale HP 968 -

Potenza utile al lordo del rendimento delle turbine HP 939 pari a KW 690

---

- Sorgente e sua ragionevole utilizzazione -

La Sorgente Capo d'acqua scorge dal fianco Nord Est del Monte Miletto, che è la punta culminante del massiccio del Matese.

Questo massiccio è costituito per la massima parte da calcari appartenenti all'orizzonte geologico Urosomiano -

Presenta la cresta assai frastagliata con picchi e numerose doline, quasi tutte a fondo asciutto nell'estate.

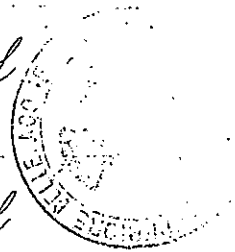
La Sorgente Capo d'acqua affiora fra gli strati del calcare, scorre in un alveo ristretto con un percorso di circa m. 700. Si riversa poi in una dolina, che ha la estensione di circa ettari 16, e qui si perde in varie fessure insieme alle acque torrentizie, che confluiscono nella stessa località.

Nei periodi di piena, le fessure esistenti nel fondo della dolina, e mascherate da det-



fonti di Poggiana e di Arriccio, non sono sufficienti al pronto smaltimento dell'acqua, si forma quindi un laghetto, che sparisce col cessare delle piene.

La sorgente, dal punto ove sorge, e fino al punto ove si disperde appartiene alle acque pubbliche comprese nel perimetro della Provincia di Campobasso, come rilevasi dallo elenco annesso al Decreto.



pubblici

La portata è variabilissima durante l'anno, ed anche a seconda della maggiore o minore precipitazione meteorica annuale.

Il minimo ordinario è di circa litri 100 al 1", ed in qualche annata di siccità straordinaria è discesa anche molto al di sotto di questo limite.

La utilizzazione di questa sorgente con uso di acqua potabile, in un acquedotto consorziale, per provvedere parecchi comuni della provincia, che ne sono privi, non è da consigliare, appunto perchè la sua portata può ridursi a limiti troppo ristretti nella stagione calda. Ne può servire per

5  
i comuni vicini perché questi sono già provvisti  
da altre sorgenti.

La utilizzazione industriale si presenta invece  
convenientissima per la considerevole caduta  
che si può ottenere in un percorso relativa-  
mente breve.

Considerata la questione sotto il punto di vi-  
sta della utilizzazione industriale si pre-  
senta la scelta fra l'utilizzazione massi-  
ma e quella contenuta in limiti più mo-  
desti, ma di più sicura attuabilità.

L'utilizzazione massima si può evidentemen-  
te ottenere coagendo la variabilità di portan-  
za della sorgente, mediante la formazione  
di un lago artificiale nella dolina stessa, nel-  
la quale ora si disperde l'acqua, ed occorre  
quindi addiventare a strutture adatte on-  
de rendere stagni il fondo e le pareti della  
dolina.

Essendo il fondo della dolina coperto da un  
alto strato di poggiana, assai permeabile  
e dal terriccio alluvionale, essendo la roccia  
calcarea molto fessurata e permeabile, la bu-  
ona riuscita di un serbatoio con mezzi eco-  
nomicamente convenienti, è assai incerta.

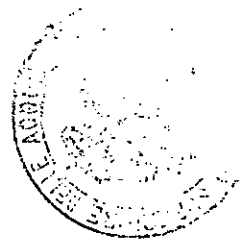


La utilizzazione minima è invece di imme-  
diata attuabilità, di sicura riuscita, ed eco-  
nomicamente conveniente, consistente nella  
semplice utilizzazione della portata mini-  
ma ordinaria, con un piccolo serbatoio per  
la semplice correzione delle punte di usen-  
za considerate nel breve periodo diurno.

Quattavia ci proponiamo sia la utilizzazione *St. Minerva*  
ne minima che quella massima nel mo-  
do il più razionale e conveniente.

Utilizzeremo cioè la minima portata  
di litri 100 circa a 1" da effettuarsi in un  
breve periodo di tempo, e prevediamo poi  
la utilizzazione massima, perché abbia-  
mo stabilito di procedere per tentativi al-  
la chiusura delle diverse falle e traverso  
le quali si disperde l'acqua che naturalmente  
si raccoglie nelle doline, onde ottenere  
un considerevole immagazzinamento  
nel modo più economico e senza andare  
incontro a forte spese con incertezza di  
risultato.

Infatti si notano nel fondo della dolina  
tre gorghi principali - Converrà quindi fan-  
ne l'esplorazione, rimuovendo l'alto depu-



nito di servizio all'intorno, per impiantarvi opportune strutture che permettano di sollevare il peso d'acqua del lago a poco per volta, onde rimbocciare le albe eventuali fughe. Acciò, siccome opportune parrebbe si provvederà poi allo scarico del lago negli stessi gorghi. Dopo tali tentativi si potranno precisare le opere definitive - per la maggiore utilizzazione del bacino.

### - Opere progettate -

Le opere progettate sono le seguenti:

1° Opera di presa alla Sorgente Capo d'acqua.

Poiché questa sorgente, come si è detto, sgorga sulla faglia rocciosa si è progettato di raccogliertela in una vasca in muratura da costruire immediatamente a valle della fonte.

Questa vasca lunga m. 15, larga m. 3 ed alta m. 1.50 ha quasi tutto il bordo superiore a pelo d'acqua in modo che possa funzionare subito da sfioratore.

L'acqua dopo di aver attraversata una griglia di protezione, si riverserà per una bocca in un'altra vasca, della portata di litri 100, nel canale.



derivatore -

2. Costruzione di un canale derivatore, fatto su

roccia calcarea della lunghezza di metri 2600 -

Questo canale, partendo dalle opere di presa

percorrerà prima la sponda sinistra dell'al-

veo a valle della sorgente, seguirà poi il bordo

occidentale della sabbina, raggiungerà la sella

ove passa la mulattiera che viene da Rocca-

mandolfi, e volpendo poi a destra, a mezza

costa, va ad incontrare una linea di massi-

mo pendio, lungo la quale vedesi tracciato

un sentiero proveniente da S. Massimo.

La sezione del canale è semicircolare, col dia-

metro di cm. 60. Sulla parte di sezione ~~se-~~

~~zione~~ semicircolare, che corrisponde alla ve-

na d'acqua, le spallette sono sovralzate

in modo da avere un franco di cm. 20 sul

pielo d'acqua. Il rivestimento del canale

è in calcstruzzo in malta semidraulica,

la copertura in lastroni di cemento.

Le caratteristiche riflettenti la portata

sono le seguenti:

Sezione -  $A = 111^2 \cdot 0.14$

Raggio medio -  $R = m. 0.15$

Pendenza -  $i = 111 \cdot 0.002$

Coefficiente di spaziosità  $\alpha = 39.9$

Per la formula di Bazin avremo

$$\text{Velocità} = 39.9 \times \sqrt{0.15 \times 0.002} = 0.78$$

Quindi la portata è

$$0.78 \times 0.14 = \text{m}^3 0.109$$

cioè di poco eccedente quella prestabilita di litri  
100 per s"

### 3.ª Costruzione di una vasca di carica.

Questa vasca deve servire a regolare il carico nella condotta in modo da compensare le variazioni di portata richieste dalle variazioni di lavoro, assorbito sulla centrale idro-elettrica —

Quando la portata della sorgente non sia inferiore a litri cento, poiché si è stabilita la potenzialità dell'impianto sulla base di questa portata, nelle ore di minor lavoro, il risparmio di acqua deve senz'altro passare per lo sfioratore.

Quando invece la portata si abbassi è necessario che il risparmio predetto sia utilizzato. Vorremmo cioè che quando la portata si riduca a  $x$ , si possa sempre avere nella condotta un carico la portata di litri 100 al s" durante le ore di lavoro.





Ammettendo che durante le 24 ore vi siano 6 ore di inoperosità e 18 ore di utilizzazione completa dell'impianto, dovremo avere

$$18 \times 60^2 \times 0.10 = 24 \times 60^2 \times x \text{ quindi}$$

$$x = \frac{18 \times 60^2 \times 0.10}{24 \times 60^2} = m^3 0.075$$

La capacità della vasca deve essere tale da poter contenere la portata di  $m^3 0.075$  durante le sei ore di inoperosità dell'impianto quindi:

$$0.075 \times 6 \times 60^2 = m^3 1555.20$$

La vasca progettata, verrà scavata nella roccia, a mezza costa, con muro di sponda nella parte a valle e muri di rivestimento a monte e sulle sponde ~~da~~ *Adibiteria*.

Il muro a monte sarà sopraelevato in modo da formare ostacolo alla possibile caduta di materie nella vasca, che possono rotolare dalla costa superiore.

La sezione trasversale misura m. 8 - di larghezza e m. 7 - di altezza di cui m. 6.70 utili e m. 0.30 di franco sul pelo d'acqua.

La lunghezza assegnata è di m. 30, si ha quindi una capacità di  $m^3 1608$ , un po' superiore a quella strettamente necessaria e calcolata in  $m^3 1555.20$

Oltre alla bocca di presa, la vasca medesima

avrà anche lo sfioratore e la bocca di scarico  
con smaltimento nell'alveo del vicino torrente.  
Se.

#### 4. Conduttura di carico

Abbiamo studiato due tracciati per la con-  
duttura di carico, e cioè: il tracciato n. 1 che  
va sino all'alveo del torrente Gallora alla  
quota m. 570, il tracciato n. 2 - che raggruppa  
se l'alveo di un affluente del Gallora spie-  
na al piede della costa più ripida, alla  
quota m. 400 =

Così stabiliti i tracciati siamo passati a cal-  
colare la conduttura metallica, assumendo  
le condizioni che seguono.

1. Gli spessori della lamiera andranno cre-  
scendo di millimetro in millimetro a secon-  
da del carico.

Per il calcolo di questi spessori abbiamo a-  
dotto la seguente formola.

$$s = 0,0714 \times \sqrt{h}$$

così come è riportata nel manuale del Co-  
lombo, nella quale

s = spessore in millimetri

h = altezza di carico in metri



$D$  = diametro in metri

Dalla stessa si ricava

$$h = \frac{8}{0.0414 \times 9} = 14 \frac{2}{9}$$

2° Il diametro della condotta nei singoli tratti si dovrà essere tale da rispondere alla maggiore convenienza economica —

Al tale scopo procederemo nel modo come segue.  
Il valore della perdita di carico è dato dalla seguente

$$y = B \frac{Q^2}{D^5}$$

$$\text{Costante } B = 0.0025$$

A  $Q$  nel caso nostro corrisponde la portata di  $m^3 0.10$  -

Quindi

$$y = 0.00025 \frac{1}{D^5}$$

A questa perdita di carico corrisponde la seguente energia espressa in H.P.

$$HP = 0.00025 \frac{1}{D^5} \times \frac{100}{75}$$

Attribuendo ad 1 H.P. il valore di  $L. 1000$ , avremo il valore  $V_c$  della perdita di carico espresso nel modo seguente

$$V_c = 0.00025 \times \frac{100}{75} \times \frac{1}{D^5} \times 1000$$

$$V_c = 0.033325 \times \frac{1}{D^5}$$

Quando, dato un diametro  $D$ , lo si aumenta di 1 centimetro, la perdita di carico sarà minore.

*Seitkering*

ed il corrispondente valore guadagnato avrà la seguente espressione

$$V'' - V' = 0.033325 \times L \left( \frac{1}{D} - \frac{1}{(D+0.01)^2} \right)$$

Chiamando  $p$  il peso per metro quadrato della lamina di spessore  $s$ , il peso complessivo di un determinato tratto di tubo sarà:

$$P = L(D+s) \times 3.14 \times p$$

Quando il diametro  $D$  venga aumentato di 1 centimetro, il corrispondente accrescimento di peso sarà dato da

$$P'' - P' = L \times 3.14 \times p \times [(D+s) + 0.01 - (D+s)] = 0.0314 \times L \times p$$

Questo accrescimento di peso è dato in chili-grammi.

Nella stima dei lavori, della quale ci occupere, mo in seguito, abbiamo adottato il prezzo di L. 50 per ogni chilogramma di condot. Ana in opera; però, nel valutare l'aumento di peso in un determinato tratto di tubo, non si può adottare lo stesso prezzo, giacchè le spese per la costruzione del tubo e per la posa in opera restano pressocchè costanti, e la effettiva maggiore spesa si riduce quasi alla sola provvista del metallo.

Per queste considerazioni, valuteremo l'a-

accrescimento di peso risultante dalla formula  
su esposta alla ragione di  $\text{L} \frac{1}{5}$  il chilogram-  
ma.

Ciò posto avremo che il valore limite di  
 $D$  si avrà quando la somma in lire,  
che esprime il quadruplo di energia  
per l'accrescimento di diametro, comincia  
a risultare minore della somma che esprime  
l'aumento di costo della conduttura.

Cioè fino a quando sarà

$$0.033325 \times \text{L} \left( \frac{1}{D^5} - \frac{1}{(D+0.01)^5} \right) > 0.0314 \text{ L.p.}$$

converrà l'aumento di diametro, e tale aumento  
cesserà di essere conveniente non appena di-  
venga

$$0.033325 \times \text{L} \left( \frac{1}{D^5} - \frac{1}{(D+0.01)^5} \right) = 0.0314 \text{ L.p.}$$

Stabilito queste condizioni sono state calco-  
late le seguenti due tabelle, avvertendo che  
ad un metro quadrato di lamiera dello spessa-  
re di  $m \frac{3}{4}$  è stato attribuito il peso di  $\text{kg. } 28$   
e l'accrescimento per ogni millimetro di  
maggior spessore è stato assunto di  $\text{kg. } 8$ , i qua-  
li valori sono alquanto superiori a quel-  
li risultanti dal peso specifico, onde tener  
conto del maggior peso occorrente per giunti,  
sovrapposizioni e chiusature.

Per il tracciato n. 2

Condotta utile

$$720 - 15.90 = \text{mm. } 704.10$$

Corrispondente energia

$$\frac{704.10 \times 100}{75} = \text{HP } 939 -$$

Fra il tracciato n. 1 ed il n. 2 vi è dunque una differenza di  $1086 - 939 = \text{HP } 147 -$

che valutata alla ragione di  $\text{L. } 1000$ , rap-  
presentano il valore di  $\text{L. } 147$  mila.

Però la differenza di peso fra le due condotte  
è di  $2550 - 1086 = \text{q.li } 1464$ , che valu-  
tata alla ragione di  $\text{L. } 150$  il quintale,  
rappresenta il valore di Lire  $229600$ .

Da ciò risulta che non conviene prolunga-  
re la condotta fino al torrente Calbra,  
perché il valore della energia che si guada-  
gnerebbe sarebbe assai minore del costo del-  
la sola condotta necessaria al prolu-  
gamento.

Sarà invece conveniente riprendere l'acqua  
di scarico per un secondo impianto in se-  
rie rispetto al precedente, ma di ciò non  
ci occuperemo per il momento, poiché la  
convenienza del secondo impianto sarà  
maggiore quando si disporrà di un mag-

più volume d'acqua, dopo la formazione del lago artificiale, e noi ci riserviamo di presentare nuovo progetto per questo secondo salto.

### 5.° Stazione centrale idroelettrica

La stazione centrale sarà costruita alquanto distanziata dalla sponda del torrente, su terreno quasi pianeggiante, ed adatto a ricevere le fondazioni.

Il corpo principale misura esternamente m. 14.70 x 12.70 - ed altro piccolo corpo di fabbrica adiacente a quello principale misura m. 10.90 x 3.85.

Il corpo principale contiene solamente la sala per le turbine e gli alternatori. Misura m. 16 x 11 con un'altezza di m. 7 fino all'imposta del tetto - Questo è in legno, con copertura di tegole.

Il pavimento è previsto in battuto di cemento orso a graniglia lucida.

Nel corpo secondario si troveranno: nel sottoterraneo l'officina di riparazione, nel piano terreno, sopraelevato di m. 0.40 rispetto a quello della sala delle macchine, sarà installato il quadro degli apparecchi misuratori.

e dei comandi elettrici -

Il altropiano superiore è previsto il locale per il personale di servizio - questo locale sarà provvisto di ampia invernata dalla quale si potrà sorvegliare agevolmente tutta la sala delle macchine.

#### 6: Macchinario

Sono previsti A: 3 gruppi turbo alternatori, dei quali due attivi ed uno di riserva.

Ciascun gruppo sarà da 350 KW, corrispondente a circa HP 476 -

Le condutture elettriche, mediante apposito canale sotterraneo, passeranno al locale degli apparecchi e da questo, mediante una finestrina nel timpano del tetto, avremo l'uscita per l'inizio della linea su pali di ficazione.

#### 7: Strada di servizio

Esistendo la strada rotabile fino all'abitato di S. Massimo, è necessario prolungarla, mediante una strada di servizio provvisoria, fino al sito d'impianto della centrale idroelettrica.

La lunghezza della strada da sistemare è di m. 1600, con un dislivello di



m. 20 - quindi si avrà una strada rotabile con la pendenza media del 6% circa.  
 La strada di servizio si troverà per brevi tratti in sede propria, mentre il rimanente occuperà la sede di una strada mulattiera esistente.  
 Sarà così assicurato il facile trasporto del macchinario, dei tubi e degli altri materiali che occorreranno per le diverse strutture.

### Preventivo sommario della spesa.

In separato fascicolo abbiamo esposto il calcolo sommario della spesa, ragguagliando l'ammontare complessivo di £ 600.000.  
 Le circostanze attuali fanno sperare assai prossima la fine vittoriosa della guerra mondiale, quindi non si può presumere che i lavori possano avere esecuzione in periodo bellico.

Non si può d'altra parte sperare che avvenga presto il riequilibrio dei mercati e del lavoro, si è ritenuto perciò opportuno prevedere prezzi molto superiori a quelli che si sarebbe potuto ipotizzare nel periodo

ante bellum; ma inferiori a quelli attuali, che sono del tutto precari -

Va notato che la pietra trovasi sul posto, ed è di natura calcarea, quindi è possibile produrre la calce in situ, utilizzando il frasca-  
me dei boschi vicini -

La sabbia è data dai detriti dolomitici che affiorano fra gli strati di calcare

Nella pianura di Campitello vi è poi uno strato abbastanza alto di ottima pozzolana.

Queste condizioni favorevoli avrebbero consentito, in tempi normali la muratura al prezzo di circa £ 10 il metro cubo. È stato invece previsto il prezzo di £ 20 -

Il legname per la tettoia della centrale idroelettrica si potrà ricavare dai boschi del luogo, e tuttavia è stato previsto il prezzo di £ 300 - per metro cubo di trave e quello di £ 11 per metro quadrato di tavolato.

Il costo del ferro dovrà ribassare rapidamente dopo la guerra, perché le numerose e potenti fonderie, sorte per la guerra riusciranno a soddisfare ampiamente le esigenze delle costruzioni civili, e potranno altresì in-

bassare i prezzi non appena saranno ribas-  
sati i costi per il trasporto del carbone.

Per l'attrezzatura per la condotta di carico, tutta in  
acciaio, abbiamo previsto il prezzo di £ 150 per  
quintale, più che doppio di quello norma-  
le.

Il costo degli alternatori veniva valutato al-  
la ragione di £ 25 a £ 30 per KW; noi abbia-  
mo adottato il prezzo di £ 60 —

Le turbine sono state valutate alla ragione  
di £ 30 per KW —

È stata anche aggiunta una conveniente  
riserva del 20% circa per imprevisti e spese  
generali —

Nel complesso il nostro progetto porta dunque  
una previsione di spesa sicuramente dop-  
pia di quella che sarebbe stata imputata  
nel periodo normale.

---

### Convenienza economica dell'impianto.

---

Abbiamo calcolato in KW. 690 la energia  
normalmente disponibile all'entrata  
dell'acqua nella centrale; questa energia  
viene ridotta a

$690 \times 0.80 = 552 \text{ KW}$   
sull'albero delle turbine; e viene ancora ridot-  
ta a

$552 \times 0.92 = 507 \text{ KW}$   
all'uscita dalla centrale.

Il costo d'impianto in chilo watt<sup>2</sup> effettivo sa-  
rà dunque  $\frac{600000}{507} = \text{L. } 1187.00$

Se l'impianto si potesse effettuare con i pro-  
ggetti che si praticavano prima della guerra,  
il predetto costo sarebbe risultato, per le con-  
siderazioni precedentemente fatte, uguale  
alla metà, sarebbe cioè ogni KW co-  
sta L. 600.00 che è una cifra inferiore al li-  
mite minimo normale.

Da ciò si deduce che le condizioni locali  
si presentano assai favorevoli.

Le spese ed oneri dell'esercizio per ogni an-  
no saranno le seguenti:

Interesse del 6% sul capitale d'impianto	
$600000 \times 0.06 =$	L. 36000.00
Ammortamento in ragione del 3%	" 18000.00
Spese di esercizio, manutenzione col imposte	" 50000.00

Totale Lire 104.000.00

Il costo del KW anno sarà

$$\frac{104.000}{507} = \text{L. } \underline{\underline{205.-}}$$

Od il costo del KW ora sarà

$$\frac{205}{8760} = \text{L. } \underline{\underline{0.0234}}$$

Trattandosi di un progetto di massima e  
siano attenuti a cifre costanti, senza tener  
conto delle variazioni, comprese fra definiti  
limiti massimi e minimi.

---

La derivazione progettata in rapporto all'interesse pubblico.  
Si è precedentemente riferito che l'acqua della  
sorgente da utilizzare, dopo breve percorso  
si disperde nel sottosuolo, di modo che il  
suo corso allo scoperto è assai breve e non  
dà luogo a speciali interessi ed a specia-  
li diritti di utenza.

L'interesse locale è ora esclusivamente co-  
stituito dall'uso della sorgente per obbe-  
nere gli armenti nella sola stagione esti-  
va.

Onde non pregiudicare l'industria armen-  
tizia, il concessionario si obbligherà a costrui-  
re un regolare abbeveratoio, immettendo  
in la portata indispensabile per tale indu-

stria.

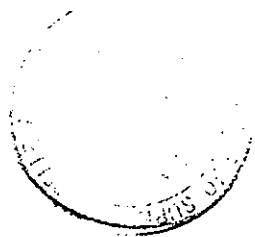
La immissione di nuove acque nel bacino del  
Callora non potrà che essere di grande utilità  
per la irrigazione della pianura, che ora vie-  
ne praticata con la scarsa portata di ma-  
gna del torrente.

- Utilizzazione della energia prodotta -

L'energia prodotta sarà utilizzata per illu-  
minazione e per forza motrice nei nume-  
rosi abitati esistenti nella regione vicina al-  
la centrale idroelettrica.

Campobasso 2 Dicembre 1918.

Act. Viterbia



VERO PER IL CONSIGLIO SUPERIORE

DI AGRICOLTURA E FORESTE

IN ADEMPIMENTO DEL 26.12.1920 N. 597

IL SEGRETARIO

Il Segretario