

IL PASUBIO, TRA GUERRA ED INGEGNERIA

GIACOMO GALBUSERA

CLASSE 5^A SEZIONE G

ITIS DE PRETTO - SCHIO

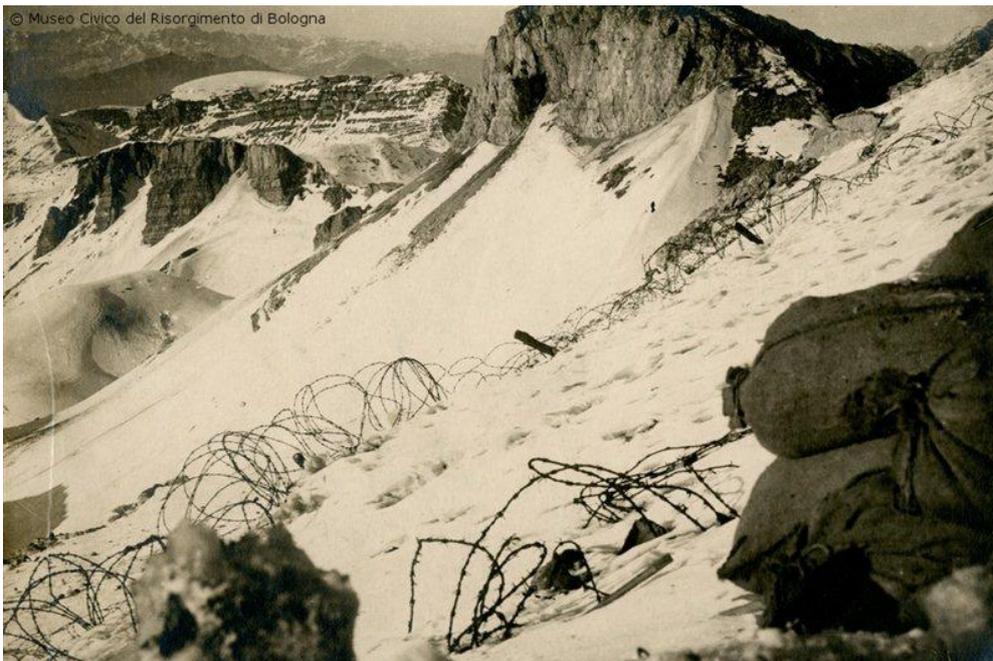
ANNO SCOLASTICO 2016/2017



INDICE:

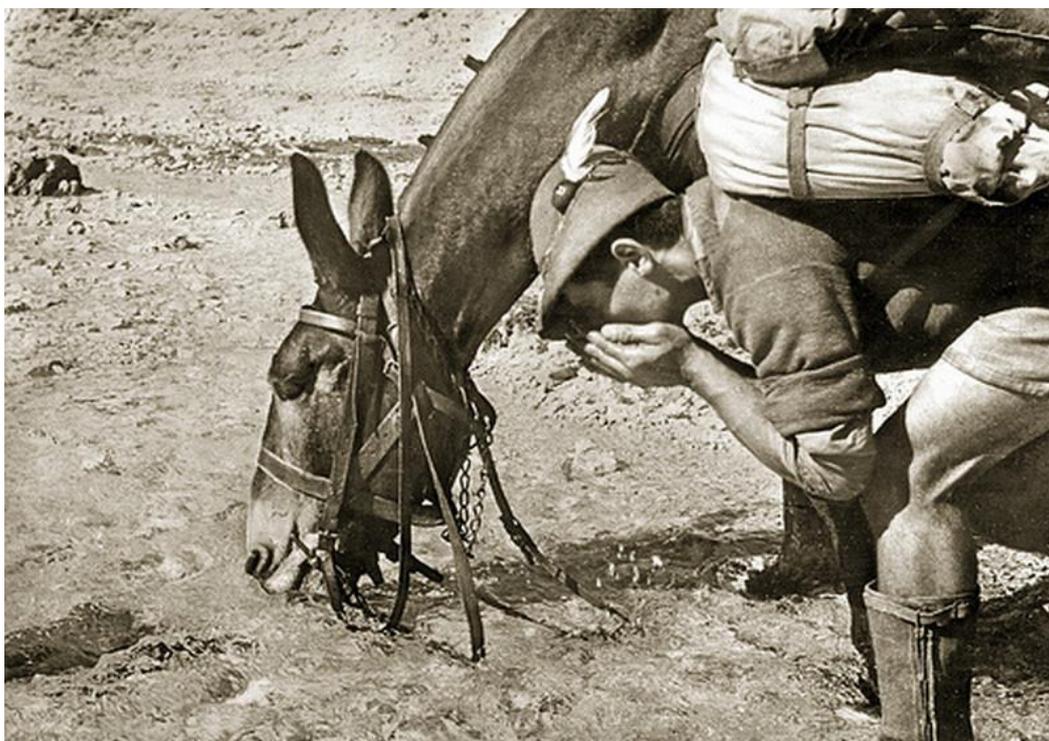
Introduzione

1. Storia :
 - Principali avvenimenti della Prima guerra mondiale
 - La guerra del Pasubio
2. Impianti:
 - Gli impianti idrici durante la Prima guerra mondiale
 - Il dimensionamento dell'impianto della Lora



INTRODUZIONE

Il “Bepi” aveva freddo in quell’aprile del 1917, rintanato nella caverna in attesa di ritornare in trincea, sperando che il vento gelido che sferzava la cima del Pasubio finisse. Dopo un inverno con tanta neve che a sua memoria non ricordava di aver mai visto, era contento di essere ancora vivo e non, come molti suoi compagni travolti da valanghe e slavine. Sentiva, a fondo caverna, il ragliare degli asini che volevano cibo ed acqua e pensava che a uno dei prossimi turni sarebbe toccato anche a lui aiutare a portare su le cisterne piene d’acqua. Per fortuna tra pochi giorni, come continuava a ripetere il comandante, sarebbe finito l’acquedotto che avrebbe portato l’acqua fin da loro. Ne era orgoglioso, erano stati bravi i Genieri, aveva visto con quante difficoltà avevano combattuto! Ma almeno avrebbero potuto lavarsi, dar da bere alle bestie e soprattutto bere acqua fresca. Ad occhi chiusi rivedeva la fattoria della sua famiglia e vedeva la madre che andava al pozzo a prendere l’acqua e si immaginò alla fine della guerra a costruire un piccolo acquedotto per alleviare le fatiche della mamma .Ci sarebbe mai riuscito? Aveva seguito i lavori e aveva fatto tesoro di alcuni insegnamenti appresi quando si era offerto volontario per aiutare i Genieri. Sospirando si alzò sentendo il richiamo del sergente, prese il fucile ed andò a posizionarsi in trincea pregando che quella sera la guerra finisse.



1.1 PRINCIPALI AVVENIMENTI DELLA PRIMA GUERRA MONDIALE

- Sarajevo, 28 giugno 1914: assassinio dell'Arciduca Francesco Ferdinando.
- 23 luglio 1914: ultimatum austriaco alla Serbia e immediata invasione di essa. Scoppia così la Prima Guerra Mondiale, uno scontro di proporzioni inaudite che costò all'umanità 10 milioni di vittime.
- Scattano le clausole delle alleanze che legano tra loro le principali potenze europee: la Triplice Alleanza(Germania, Austria e Italia) e la Triplice Intesa (Inghilterra, Francia e Russia).
- L'Italia tuttavia si dichiara neutrale.
- 3 agosto 1914: invasione tedesca del Belgio neutrale nel tentativo di attaccare la Francia aggirandone le difese.
- 6-12 settembre 1914: battaglia della Marna; i francesi respingono il nemico sul fiume Somme. Inizia così la cosiddetta "guerra di logoramento" nella quale gli eserciti, schierati gli uni di fronte agli altri, si combattono senza guadagnare terreno.
- 24 maggio 1915: dopo uno scontro tra i neutralisti ed interventisti , l'Italia entra in guerra ma a fianco dell'Intesa.
- Maggio 1915: la Germania avvia la guerra sottomarina
- 7 maggio 1915: viene affondato il Lusitiana (nave americana); gli americani fanno pressioni affinché la Germania concluda questa guerra sottomarina.
- 15 maggio 1916: Strafexpedition dell'Austria contro l'Italia per vendicarsi del cambiamento di fronte.
- Febbraio 1917: i tedeschi riprendono la guerra sottomarina.
- Marzo 1917: gli USA entrano in guerra a fianco dell'Intesa.
- Novembre 1917: disfatta italiana a Caporetto.
- Novembre 1917: la Russia con la rivoluzione d'ottobre si ritira dalla guerra.
- Agosto-settembre 1918: attacco francese per liberare la Francia e il Belgio.
- 11 novembre 1918: armistizio tedesco.
- Ottobre- novembre 1918: armistizio austriaco con l'Italia a Villa Giusti.
- 28 giugno 1919: pace di Versailles.

1.2 LA GUERRA DEL PASUBIO

Il monte Pasubio non viene spesso nominato nelle cronache dei fatti della Grande Guerra. Tuttavia questo massiccio che sorge tra il confine settentrionale del territorio dell'Alto Vicentino ed il Trentino, fu simbolo di eroica resistenza. Le cime del Pasubio divennero luogo di una guerra particolare, dove la lotta non era combattuta solamente tra uomini e ordigni bellici, bensì tra uomini e natura ostile.



Cronologia degli eventi principali:

-Giugno 1915: le truppe italiane schierate sul Pasubio, il quale rappresentava il confine tra Italia ed Austria, avanzarono fino ad occupare il Col Santo senza incontrare notevole resistenza da parte austriaca.

-15 maggio 1916: iniziò la Strafexpedition, le prime linee italiane, impreparate ad un simile attacco, furono costrette ad arretrare perdendo buona parte dei territori conquistati.

-L'esercito italiano si trovò costretto ad indietreggiare fino a Cima Palon, ultimo baluardo prima di entrare nelle valli dell'Alto Vicentino.

-Gli austriaci tentarono invano di espugnare questa vetta ma non vi riuscirono a causa della neve alta e della mancanza di artiglieria. Si trovarono così costretti



ad arrestarsi su uno sperone roccioso che passerà alla storia come “Dente Austriaco”.

-Gli italiani, favoriti dallo spostarsi dell’attenzione nemica sulle vallate laterali poterono riorganizzare una difesa anch’essi su uno sperone roccioso di fronte al Dente Austriaco, il Dente Italiano.

-I due eserciti si ritrovarono a combattere a poche centinaia di metri l’uno dall’altro, all’interno di trincee aspettando l’ordine di attaccare.

-Durante l’inverno 1916-17 a causa di enormi nevicate la guerra non poté essere combattuta a viso aperto, si cominciarono quindi a scavare delle gallerie sotto la neve per ripararsi , maturando l’idea di una guerra di mine.

-Queste gallerie vennero scavate in seguito anche dentro la roccia ed in particolare sotto i due Denti. Lo scopo era quello di arrivare sotto le postazioni nemiche e farle saltare con l’esplosivo.

-Lo scoppio avvenne il 13 marzo 1918 quando gli austriaci caricarono due camere di scoppio sotto il Dente Italiano con 50.000 kg di dinamite e le fecero esplodere causando numerose vittime ed il crollo di esso.

-Nonostante questa vittoria gli austriaci non riuscirono a sfondare le linee italiane ma, anzi, furono costretti ad arretrare vista l’audacia con cui i difensori combatterono. Da quel momento in poi l’esercito italiano inizia un’azione di sfondamento e il 2 novembre 1918 gli austriaci sono costretti ad una ritirata. Il Pasubio era stato liberato.

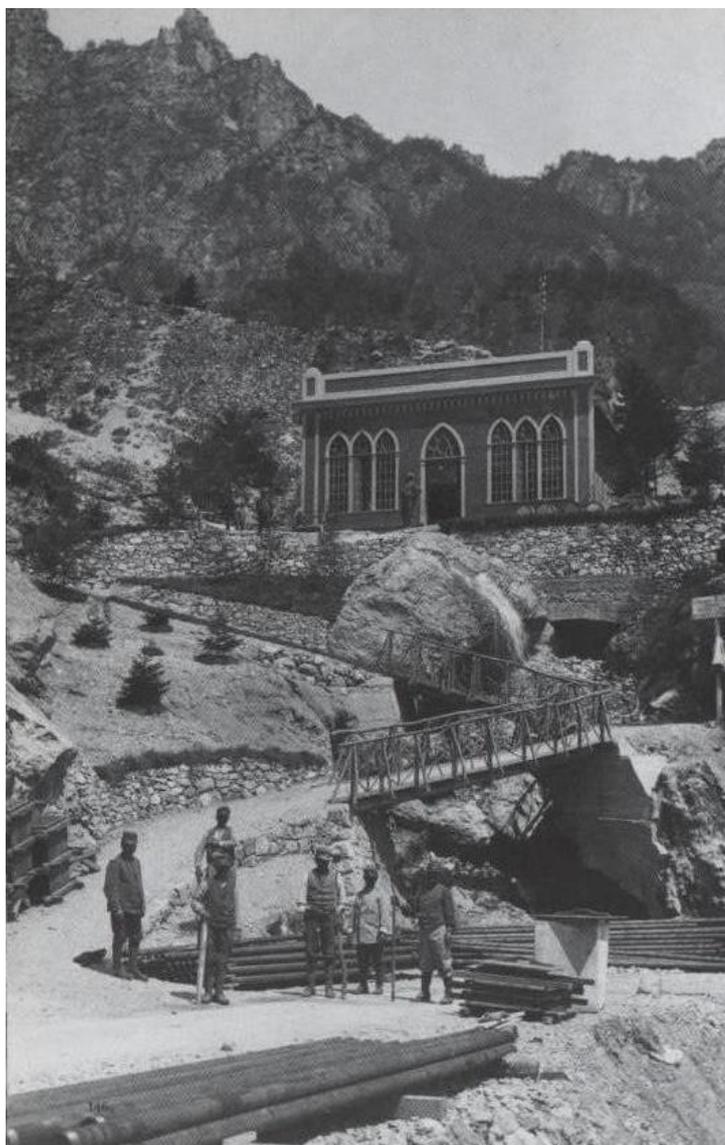


2.1 GLI IMPIANTI IDRICI DURANTE LA PRIMA GUERRA MONDIALE

Il massiccio del Pasubio era uno dei più importanti capisaldi della difesa italiana sul Fronte della prima Armata. Il versante italiano della montagna scendeva a picco sulle valli retrostanti con dislivelli che superavano anche i 1000 metri, queste condizioni così avverse rendevano particolarmente difficile l'alimentazione idrica delle prime linee italiane completamente aride. Questo problema fu risolto con la costruzione di due impianti: quello della Lora e quello del Pasubio.

Malga Busi

L'impianto del Pasubio fu iniziato nel mese di febbraio 1917 e iniziò a funzionare soltanto due mesi più tardi. Utilizzava una sorgente a Malga Busi la cui acqua veniva innalzata da quota 960, saliva per il canalone di Fontana d'Oro fino ad arrivare a cima Palon (2236), la quota più alta del Pasubio. In questo punto l'acqua veniva immagazzinata in serbatoi dai quali per gravità, si diramava in tubazioni che formavano un'estesa rete di oltre 40 km raggiungendo anche i punti più estremi delle prime linee. L'opera venne considerata un vero capolavoro perché per la prima volta al mondo si riuscì a superare i 1000 metri di dislivello con una sola mandata. Questa altezza di sollevamento comportava una prevalenza manometrica di circa 140 atmosfere equivalenti a 1450 metri di colonna d'acqua.

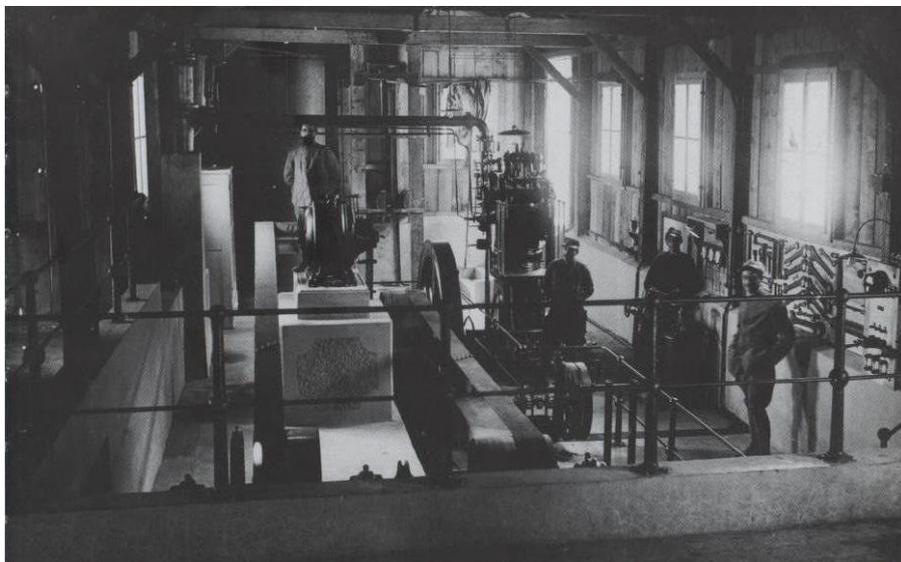


Impianto della Lora

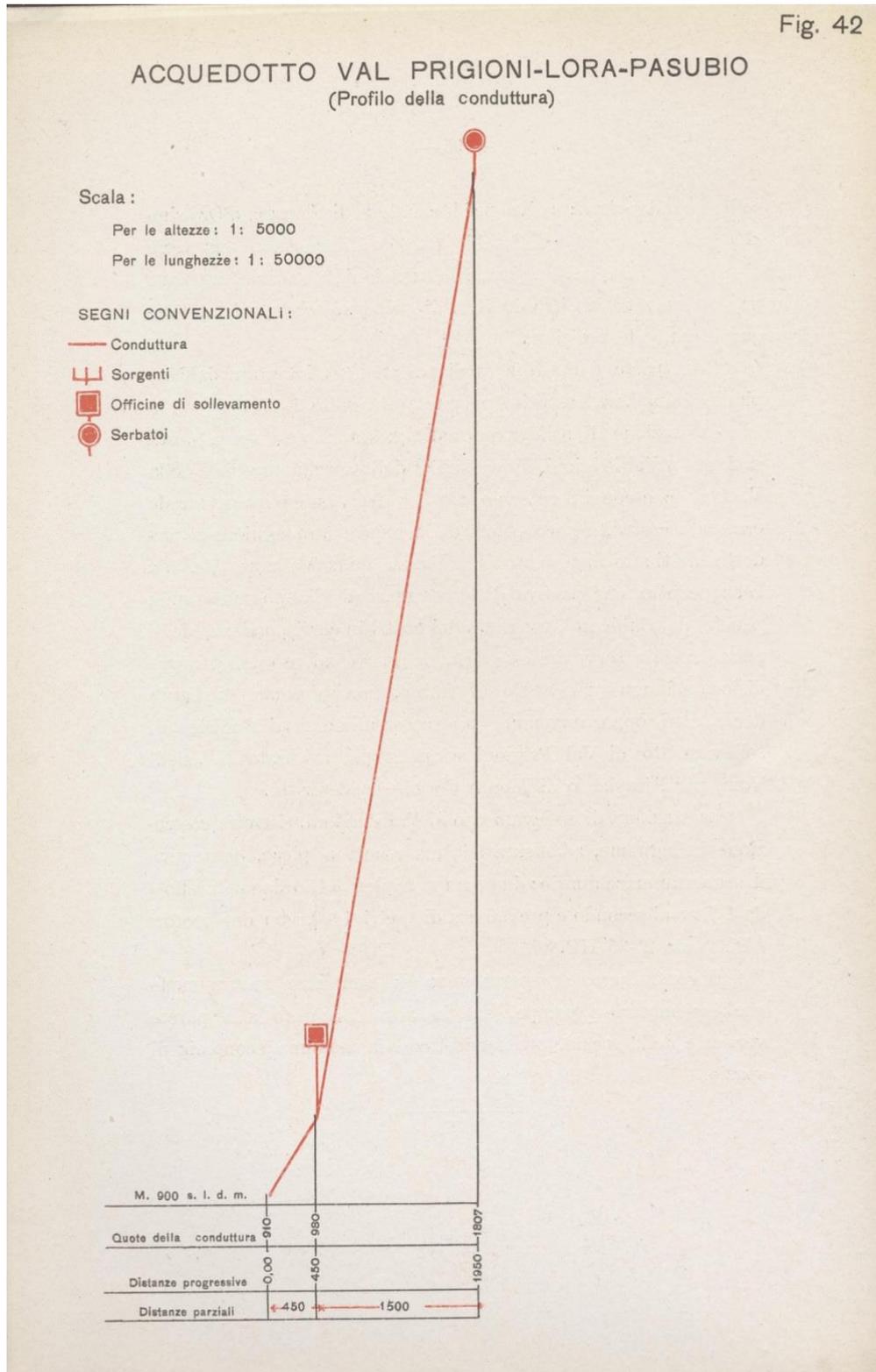
Contribuì a questa causa anche l'impianto della Lora entrato in funzione dall'agosto del 1917. La centrale di sollevamento, limitata a una ristretta costruzione in legno, era posta in fondo alla val delle Prigioni. Il macchinario era formato da due gruppi motori Fiat 35CV e pompe della ditta Giordana Garello con portata di un litro al secondo alla prevalenza di 140 atmosfere. La posizione di Monte Corno che la centrale andava ad alimentare era una delle più difficili e più contese del Pasubio. Era posta in mezzo a un semicerchio di postazioni nemiche e una rupe rendeva quasi inaccessibile il collegamento dalla nostra parte. Così si impose la costruzione di un acquedotto che risolvesse i bisogni idrici dei reparti dislocati in quel settore.



L'impianto dovette adeguarsi alle condizioni avverse che il massiccio presentava, il diametro e lo spessore delle condotte furono limitati dal peso massimo per facilitare i trasporti a mano. Per questo motivo si ridusse il diametro a 70 mm. con uno spessore massimo di 7-8 mm aventi una portata di 5 litri al secondo. In un primo momento queste tubazioni furono poste allo scoperto legate con funi lungo le pareti rocciose. In seguito si effettuarono scavi per ricoprire le tubazioni e proteggerle dal gelo. Il gelo e il freddo furono la causa anche di un altro problema.



2.2 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DELLA LORA



I dati di partenza sono:

-portata $Q=5 \left[\frac{l}{s} \right] = 0,005 \left[\frac{m^3}{s} \right]$

- diametro $d=70 \text{ [mm]} = 0,07 \text{ [m]}$

Calcolo la sezione della tubazione

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4} = [m^2]$$

Calcolo la velocità all'interno della condotta attraverso la formula della portata

$$Q = v \times A \quad v = \frac{Q}{A} = \left[\frac{m}{s} \right]$$

Determino i parametri della massa volumica e viscosità dal manuale

Massa volumica dell'acqua $\rho = 1000 \left[\frac{Kg}{m^3} \right]$

Viscosità dinamica dei liquidi (acqua) $\mu = 1 \times 10^{-3} \text{ [Pa} \times \text{s]}$

Attraverso questi parametri e la velocità trovo il numero di Reynolds

$$Re = \frac{\rho \times v \times d}{\mu}$$

Determino il valore della rugosità assoluta da manuale

$$\varepsilon = 0,045$$

Calcolo il valore della rugosità relativa

$$\frac{\varepsilon}{d}$$

Con il valore del rapporto e il numero di numero di Reynolds precedentemente calcolato vado a definire attraverso il diagramma di Moody la rugosità della condotta

$$\varphi = 0,022$$

Con l'acquisizione di tutti questi parametri posso andare a calcolare la perdita di carico unitaria reale

$$y_a = \frac{\varphi}{d} \times \frac{v^2}{2g} = \left[\frac{mca}{m} \right]$$

Conoscendo la perdita di carico unitaria si può andare a calcolare la perdita di carico distribuita e concentrata.

Calcolo della perdita di carico distribuita

Definendo le distanze parziali X e le quote della condotta Y trovo la lunghezza effettiva della tubatura.

$$l_{tot} = \sqrt{x^2 + y^2} = [m]$$

Trovo la perdita di carico distribuita

$$\Delta Pd = ya \times l_{tot} = [m]$$

Calcolo della perdita di carico concentrata con il metodo della lunghezza equivalente

Sapendo che la lunghezza massima per ogni tubazione è $l_{tub} = 6[m]$

Ipotesi come giunzione tra i vari tubi un raccordo con $l_{eq.} = 3,6 [m]$

Calcolo il numero di raccordi da utilizzare

$$n. \text{ raccordi} = \frac{l_{tot}}{l_{tub}}$$

Considero irrilevante le perdite di carico dovute alle valvole di non ritorno e alle valvole a sfera poste prima e dopo la pompa.

Procedo con il calcolo della lunghezza equivalente dei raccordi

$$l_{eq.raccordi} = n. \text{ raccordi} \times l_{eq.} = [m]$$

Calcolo la perdita di carico concentrata

$$\Delta Pc = l_{eq.raccordi} \times ya = [mca]$$

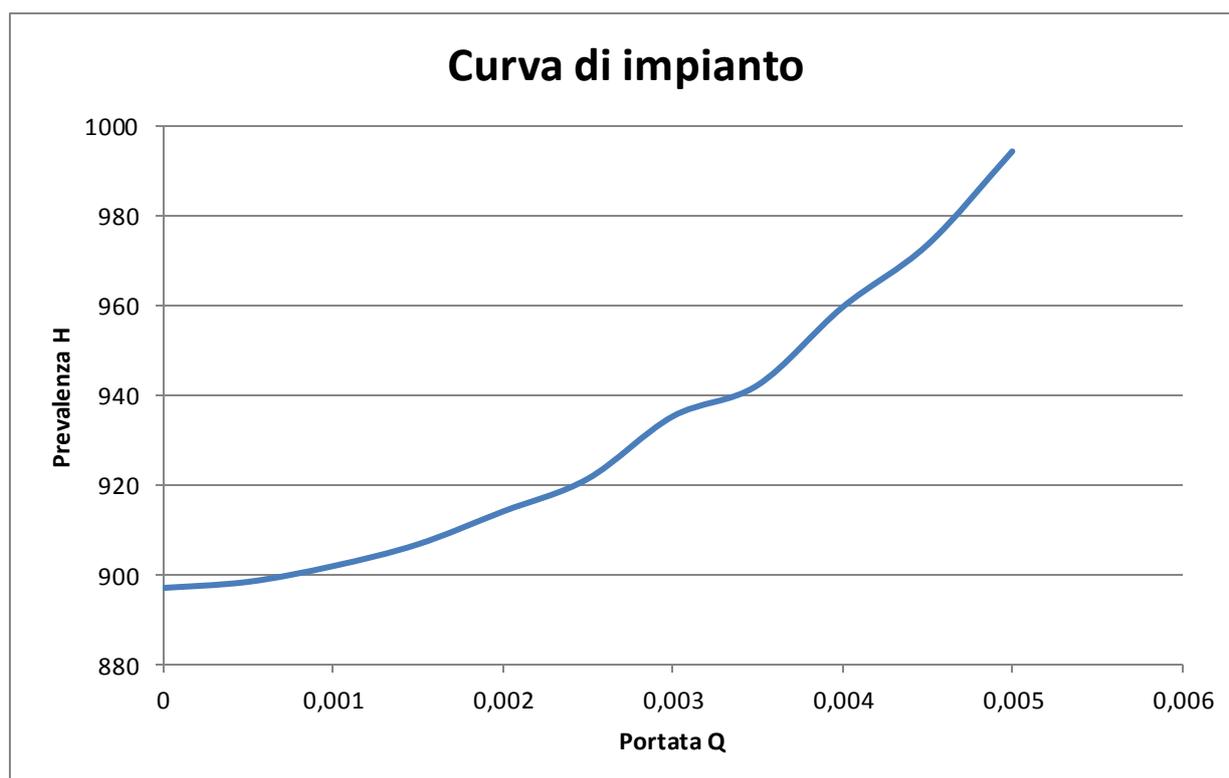
Trovo la prevalenza dell'impianto

Indico con la lettera Z l'altezza geodetica

$$H = \Delta Pc + \Delta Pd + Z = [m]$$

Dopo aver calcolato la prevalenza con il valore della portata massima ho proceduto eseguendo lo stesso calcolo con valori di portata minore in modo tale da poter tracciare la curva di impianto della mia condotta.

Prevalenza H[m]	Portata Q [$\frac{m^3}{s}$]	Velocità v [$\frac{m}{s}$]	Ya [$\frac{mca}{m}$]	Coefficiente lambda	Numero di Reynolds	Perdite distribuite [mca]	Perdite concentrate [mca]	Area [m^2]
897	0	0	0	0	0	0	0	0,003847
898,3537	0,0005	0,129988	0,00039	0,032	9099	0,84513	0,508599	0,003847
901,8595	0,001	0,259977	0,0014	0,03	18198	3,0338	1,82574	0,003847
906,7191	0,0015	0,389965	0,0028	0,026	27297	6,0676	3,65148	0,003847
914,0084	0,002	0,519953	0,0049	0,025	36396	10,6183	6,39009	0,003847
921,2977	0,0025	0,649942	0,007	0,024	45495	15,169	9,1287	0,003847
935,1821	0,003	0,77993	0,011	0,0235	54595	23,837	14,3451	0,003847
942,1243	0,0035	0,909918	0,013	0,023	63694	28,171	16,9533	0,003847
959,4798	0,004	1,039906	0,018	0,023	72793	39,006	23,4738	0,003847
973,3642	0,0045	1,169895	0,022	0,022	81892	47,674	28,6902	0,003847
994,1908	0,005	1,299883	0,028	0,022	92400	60,676	36,5148	0,003847



BILIOGRAFIA:

- **Bollettino dell'istituto storico e di cultura dell'arma del genio, gennaio 1951.**
- **Bollettino tecnico di guerra dell'Arma del Genio, maggio 1919.**
- **"Non solo armi. Pasubio 1915-1918", Gianluigi Fait.**
- **"L'esperienza della storia", Marco Fossati, Giorgio Luppi, Emilio Zanette.**