



- AI PA - 26

OLEODOTTO DEVOLI

† VALONA † 44

Dr. Lag

Roma, 30 Ottobre 1953/XII

Onorevole

MINISTERO DELLE COMUNICAZIONI

Azienda Italiana Petroli Albania

Direzione Centrale

R O M A

Serbatoi interrati e stazione
pompaggio per petrolio grezzo
Valona

A complemento della relazione tecnica, disegni di progetto e calcoli statici qui allegati, ci preghiamo presentare la nostra offerta per la costruzione delle opere edili e movimenti di terra concernenti il deposito di petrolio grezzo, da costruirsi presso Valona, per la potenzialità iniziale di 16000 mc.

L'offerta riguarda:

- 1°= Serbatoi per petrolio grezzo;
- 2°= Stazione di pompaggio.

Per ogni categoria di lavoro, e per ogni soluzione proposta, esponiamo anche un computo metrico, sommario e i prezzi unitari delle corrispondenti voci, riservandoci di fornire su richiesta ogni più ampia e dettagliata analisi giustificativa delle cifre esposte.

Come condizione generale, e in conformità a quanto previsto nella lettera di invito 2 Settembre a.c., abbiamo calcolato che i trasporti e lo scarico dei materiali (ferro, cemento, metalli, ecc.) occorrenti per la costruzione, vengono eseguiti a cura e spese dello On.le Amministrazione Appaltante, dai singoli centri di produzione in Italia, fino alla banchina di Valona; similmente, è considerato gratuito il trasporto dall'Italia a Valona dei ns/ macchinari necessari per la costruzione dell'opera; il tra-

sporto dei materiali dalla banchina di Valona al cantiere è invece calcolato come onere dell'impresa.

Si è inoltre supposto l'esenzione di eventuale dazio doganale e comunale di tutti i materiali provenienti dall'Italia.

Per il ferro tondo omogeneo per le opere in cemento armato, e per la lamiera di ferro (nella eventualità che sia impiegata) si è calcolato che vengano fabbricati in Italia con materia prima temporaneamente importata; però la produzione, la mano d'opera ed altri elementi rendono anche questi materiali, in preponderanza, di fabbricazione nazionale.

Il prezzo per la esecuzione del rivestimento interno dei serbatoi, con intonaco retinato eseguito con la macchina Cement-gun e con cemento alluminoso, così come è descritto nella relazione, è uguale a quello eseguito con intonaco Sika Purigo Fluato Igol; parimenti, il prezzo del rivestimento in lamiera di ferro saldata e verniciata è uguale a quello del rivestimento con lastre di piombo; per la soluzione 3[^] (vasche cilindriche con tirante ad asse orizzontale) si propone rivestimento interno col solito tipo di intonaco in cement-gun retinato con cemento fuso; cosicchè si avranno i seguenti cinque progetti di prezzo:

Soluzione 1[^] (8 vasche Gal da 2000 mc. ciascuna).

- a) con rivestimento in cemento fuso retinato oppure Sika
- b) " " in lamiera di ferro o lastre di Piombo

Soluzione 2[^] (4 vasche Gal da 4000 mc. ciascuna).

- c) con rivestimento in cemento fuso retinato oppure Sika
- d) " " in lamiera di ferro o lastre di Piombo.

Soluzione 3[^] (4 vasche da 4000 mc. ognuna, cilindriche, ad asse orizzontale).
Con rivestimento interno in cement-gun retinato e cemento alluminoso.

o f f e r t a

A. Vasche per 16000 mc. di petrolio grezzo

Soluzione 1[^]

(8 vasche da 2000 mc. ciascuna; disegni 6155/1=2=3=4=11=15.=)

a) Con rivestimento interno ottenuto con intonaco retinato di cemento alluminoso proiettato con la macchina cement-gun.

per una vasca:

Beton in cemento pozzolanico tipo 450 Kg. di resistenza, dosato con 3,5 q.li. di cemento al mc. di impasto;

mc. 550 a L.120.= L. 66.000.=

Ferro tondo omogeneo per cemento armato, lavorato e posto in opera, compreso spreco, legature, ecc.

q. 460 a L.105.= L. 48.300.=

Casseforme in legname per i getti, comprese le centinature per le strutture curve, i disarmi, ecc.

mq. 1800 a L.15.= L. 27.000.=

Beton di sottofondo delle vasche, dosato con 1,5 q. di cemento al mc. di impasto.

mc. 55 a L. 75.= " 4.125.=

Beton sul coperchio, per le opportune pendenze e di protezione, dosato con 2 q. di cemento al mc. di im-

pasto mc. 55 a L.90.= L. 4.950.=

Intonaco esterno e cappa sulla copertura, con materiale che garantisca l'impermeabilità da infiltrazioni dall'esterno.

mq. 810 a L.12.= L. 9.720.=

Ponteggi in legname esterni alla vasca, comprese le ferramenta, il disfaccimento, a corpo

L. 22.500e.=

L. 182.595.=

Rivestimento interno in cement-gun con cemento alluminoso inattaccabile,

con rete metallica del peso di circa Kg.2,5/mq., liscio e rifinito in opera; oppure con intonaco Sika-1, Purigo Fluato e Igol 6, conforme descrizione, e conforme i campioni già sperimentati chimicamente e da esibirsi: mq.1250 x L.37.= L. 46.250.=

Cabina di manovra (per ogni coppia di vasche).

a corpo

L. 10.000.=

Galleria di accesso, conforme il tipo 6155/11, intonacata impermeabile all'esterno, con pavimento interno, al ml. L. 900.=

Movimenti di terra per le otto vasche:

Scavi in terra e trasporti in cantiere a deposito del materiale di scavo mc. 48.500 x 6.=

L. 291.000.=

Ripresa del suddetto materiale a opera ultimata, trasporto, rinterro e parziale ricoprimento

mc. 48.500.= x 4.=

" 194.000.=

Ricoprimento totale con materiale proveniente da cave di prestito, pigiature, sistemazione falde

mc. 42.400 x 5.=

" 212.000.=

L. 697.000.=

R i a s s u n t o

Vasche L.182.595 x 8.=

L. 1.460.760.=

Cabine di manovra L.10.000.= x 2.=

" 20.000.=

Galleria di accesso L.900 x ml.120=

" 108.000.=

Movimenti di terra

" 697.000.=

L. 2.285.760.=

a) Rivestimento interno n°8 x L.46.250.=

" 370.000.=

L. 2.655.760.=

= 5 =

Riparto	L. 2.655.760.=
Compenso a corpo per gli oneri di cui al capitolato Generale dello Stato, provvidenze igieniche per la zona malarica	" <u>75.000.=</u>
	L. 2.730.760.=
	=====

b) Confrinvestimento interno in lamiera di ferro 30/10 saldata elettricamente e verniciata con materiale di alta resistenza all'azione corrosiva degli acidi; oppure con lastre di piombo spessore 3 mm. lavorato e saldato in opera:

Voci come sotto a)	L. 2.285.760.=
Rivestimento 1250 mq. x 8= mq. 10.000.= a L. 73.=	" <u>730.000.=</u>
	L. 3.015.760.=
Compenso a corpo	" <u>85.000.=</u>
	L. 3.100.760.=
	=====

Soluzione 2^

(4 vasche da 4000 mc. ciascuna; disegni 6155/5/6/7/8)

c) Rivestimento come a), gement-gun alluminoso oppure Sika Icol;

Per una vasca:

Beton 3,5 Q.	mc. 1000 x 120.=	L. 120.000.=
Ferro 0	Q. 920 x 105.=	" 96.600.=
Casseri	mq. 3050 x 15.=	" 45.750.=
Beton sottofondo 1,5 Q.	mc. 105 x 75.=	" 7.875.=
" copercchio 2,0 "	mc. 105 x 90.=	" 9.450.=
Intonaco esterno e cappa	mq. 1320 x 12.=	" 15.840.=
Ponteggi esterni, a corpo		" <u>33.000.=</u>
		L. 328.515.=
		=====
<u>Rivestimento interno</u>	mq. 2300 x 37.=	L. 85.100.=
		=====

Cabina di manovra a corpo L. 10.000.=
=====

Galleria di accesso al ml. L. 900.=
=====

Movimenti di terra:

Scavi mc. 26.500 x 6.= L. 159.000.=

Rinterri mc. 26.500 x 4.= " 106.000.=

Da cava di prestito "54.000.= x 5.= " 270.000.=

L. 535.000.=
=====

Riassunto

Vasche 328.515 x 4.= L. 1.314.060.=

Cabine 10.000 x 2.= " 20.000.=

Galleria 900 x ml.121.= " 108.900.=

Movimenti di terra " 535.000.=

L. 1.977.960.=

Rivestimento interno L.85.100 x n°4 " 340.400.=

L. 2.318.360.=

Compenso a corpo " 70.000.=

L. 2.388.360.=
=====

d) Rivestimento come b): lamiera di ferro oppure lastre di Piombo

Posizioni precedenti L. 1.977.960.=

Rivestimento interno: mq.2300x4=mq.9200x73" 671.600.=

L. 2.649.560.=

Compenso a corpo " 77.000.=

L. 2.726.560.=
=====

Soluzione 3^

(4 vasche cilindriche con tirante, ad asse orizzontale, capacità mc.4000 ciascuna; disegni n°6155/9=10=12).=

./.

c) Per una vasca

Beton a 3,5 q.	mc. 1200 x 120.=	L. 144.000.=
Ferro \emptyset	q. 1600 x 105.=	" 168.000.=
Casseri e centinature	mq. 2950 x 18.=	" 53.100.=
Acciaio per tiranti	q. 160 x 140.=	" 22.400.=
Ferri U per ancoraggio	" 55 x 105.=	" 5.775.=
Fondazioni* in beton a 2 q.	mq. 830 x 90.=	" 74.700.=
Cappe impermeabile	mq. 1080 x 12.=	" 12.960.=
Ponteggi esterni, e corpo		<u>" 53.000.=</u>
		<u>L. 513.935.=</u>

Rivestimento interno in cement-gun retinato con cemento alluminoso inattaccabile.

	mq. 2225 a L. 37.=	<u>L. 82.325.=</u>
--	--------------------	--------------------

Cunicolo (per ogni coppia di vasche)

Beton mc. 150 x 110.=	L. 16.500.=
Ferro \emptyset q. 85 x 105.=	" 8.925.=
Casseri mq. 800 x 12.=	<u>" 9.600.=</u>
	<u>L. 35.025.=</u>

Galleria di accesso: ml. 18 x 900.= L. 16.200.=

Movimenti di terra

Scavi e trasporti in cantiere	mc. 26.600 x 6.=	L. 159.600.=
Rinterro e ricoprimento	" 26.600 x 4.=	" 106.400.=
da cava di prestito	" 40.500 x 5.=	<u>" 202.500.=</u>
		<u>L. 468.500.=</u>

= 8 =

Riassunto

Vasche 513.935 x 4.=	L. 2.055.740.=
Cunicoli di accesso 35.025 x 2.=	" 70.050.=
Galleria di accesso	" 16.200.=
Movimenti di terra	" <u>468.500.=</u>
	L. 2.610.490.=
Rivestimento interno 82.325 x 4.=	" <u>329.300.=</u>
	L. 2.939.790.=
Compenso a corpo	L. <u>85.000.=</u>
	L. <u>3.024.790.=</u>

Riepilogo delle offerte

prezzo per 1 mc.

Soluzione 1^ otto vasche Gai da 2000 mc. ognuna

- a) con rivestimento in cement-gun e Sika 2.730.760.= (170)
- b) con rivestimento di ferro a piombo 3.100.760.= (194)=

Soluzione 2^ Quattro vasche Gai da 4000mc. ognuna

- c) con rivestimento in cement-gun o Sika 2.388.360.= (149)
- d) " " in lamiera di ferro o piombo 2.726.560.= (170)

Soluzione 3^

- e) Quattro vasche cilindriche con tirante rivestimento in cement-gun 3.024.790.= (188)

===

N.B. Avendo constatato il perfetto stato di conservazione del conglomerato in cemento pozzolanico razionale in contatto con petrolio, qualora si ritenga di adottare il rivestimento interno con intonaco retinato in cement-gun impiegando cemento pozzolanico (6 q. al mc. di malta) anzichè cemento foso, si avrebbe una economia, per ciascuno delle tre soluzioni presentate, di L.60.000.=

B) Stazione di pompaggio

Soluzione prima

(Copertura a volte; dis. 6155/13).

Beton per piattabande a 3 q. di cemento mc.400 x 100=	L. 40.000.=
Beton per c.a. in elevazione " " " 680x110=	" 74.800.=
Ferro ϕ per c.a. " " " 600x105.=	" 63.000.=
Casseri per strutture in c.a. normali mq.3000x15.=	" 45.000.=
" e centine per volte " 900 x 18.=	" 16.200.=
Beton sottofondo a 1,5 q. mc.35 x 75.=	" 2.625.=
Beton sopra le volte mq.814x18=	" 14.652.=
Intonaco esterno impermeabile " 750x12.=	" 9.000.=
Rifinito strutture in c.a. " 2600x2.=	" 5.200.=
Tavolati interni in cotto formanti camera d'aria " 500 x 28.=	" 14.000.=
Ponteggi esterni, a corpo	<u>" 10.000.=</u>
	<u>L.305.777.=</u>

Movimenti di terra

Scavi in terra e trasporti in cantiere a deposito del materiale di scavo.=

mc. 3820 x 6.= L. 21.120.=

Ripresa del suddetto materiale a opera ultimata
trasporto, rinterro e parziale ricoprimento

mc. 3520 x 4.= " 14.080.=

Ricoprimento totale con materiale proveniente da
cave di prestito, pigiatura, distemazione falde

mc. 19.930 x 5.= " 99.650.=

L. 134.850.=
=====

Accessi

Gallerie per le macchine, larga m. 4,00

Previsti ml. 20 x l. 2800.= L. 56.000.=

Cunicolo dall'esterno, previsti ml. 27 x 900.= " 24.300.=

" di comunicazione alle cabine di manovra
dei serbatoi, non calcolato nel computo di que_

sti ml. 44 x 900.= " 39.600.=

L. 119.900.=
=====

RIASSUNTO

Stazione di pompaggio L. 303.777.=

Movimenti di terra " 134.850.=

Accessi " 119.900.=

L. 555.527.=

a corpo, per gli oneri di cui al Capitolato
generale dello Stato

" 17.000.=

L. 572.527.=
=====

Du Say

R o m a 30 ottobre 1933/XI

Onorevole

Ministero delle Comunicazioni

Azienda Italiana Petroli Albania

Direzione Centrale

R O M A

Deposito interrato per petrolio grezzo

V a l o n a

A seguito dell'invito 2 settembre u.s., e successive lettere, la sottoscritta Società si pregia presentare il progetto e l'offerta per la costruzione di serbatoi interrati in cemento armato, della capacità complessiva di 16000 mc., da eseguirsi presso Valona, in località esaminata in sito dalla scrivente.

Il deposito, illustrato dai disegni allegati e dalla presente relazione, è studiato anche in vista del raddoppiamento, portando così la potenzialità a 32000 mc. - I serbatoi da costruirsi in un secondo tempo sono indicati punteggiati nei disegni.

I depositi interrati

Ci permettiamo innanzitutto di ricordare che lo studio e la costruzione di grandi depositi interrati per carburante, aventi la capacità fino a 20000 mc. ognuno, sono stati da parte nostra oggetto di lunghi studi ed esperienze; tali depositi, affini a quello in oggetto e salvo le caratteristiche proprie di quest'ultimo dovute alla natura chimica del liquido da immagazzinare - sono in via di compimento o in piena esecuzione in due grandiosi impianti per conto di altro Ministero, e all'uopo potranno essere fornite le delucidazioni del caso.

Per intanto, possiamo solo affermare che la proposta che abbiamo l'onore di esporre è avvalorata dalla nostra diretta esperienza e dall'essere stata prescelta dalle supreme Autorità preposte alla sicurezza nazionale.

Forma delle vasche e disposizione generale dell'impianto

La forma ad assegnarsi alle vasche dipende esclusivamente, a parità di sicurezza statica e per determinare condizioni di sollecitazione e carico, da ragioni economiche. Vennero all'uopo studiate varie forme geometriche: la sferica, l'ellittica, la cilindrica ad asse orizzontale, la cilindrica ad asse verticale con copertura sferica, l'ovale, ecc. Dal conguaglio fra le varie soluzioni risultò che la più economica forma è la cilindrica ad asse verticale, col fondo e coperchio piani, pilastri interni allargantisi agli estremi a fungo, con abolizione totale di travi.

fissata la forma, occorre stabilire il rapporto fra l'altezza e il diametro della vasca, per una determinata capacità, onde ottenere il recipiente più economico, il problema venne risolto in via analitica, e confermato aritmeticamente applicando i costi attendibili ai singoli elementi: scavo, riporto, ferro, beton, ecc.

Da queste considerazioni, è scaturita la forma da noi assegnata alle vasche, e che abbiamo più sopra ricordato; la vasca è del tipo brevettato "Gai": la struttura monolitica della vasca è tale da trasmettere al sottofondo una pressione assolutamente uniforme; la rigidità data dalle pareti esclude anche cedimenti parziali.

Per ottenere la capacità di 16000 mc., si propongono due soluzioni:

1°= otto vasche da 2000 mc. ciascuna

2°= quattro vasche da 4000 mc. "

Le vasche sono ubicate circa nella zona prevista nei rilievi allegati alla lettera 7 ottobre.

Le vasche sono accoppiate, ed ogni coppia presenta una cabina di accesso atta a contenere anche gli apparecchi di manovra. Alle cabine si

accede dal locale pompaggio mediante gallerie. Vasche, cabine di manovra, gallerie e locale pompaggio sono interrati, e sull'intradosso delle singole strutture vi è uno strato di ricoprimento di terra di protezione avente lo spessore di 7 m.

La quota di fondazione del fondo delle vasche è stata fissata a $\pm 40,00$ cioè 10 m. più alta della quota di fondo della stazione di pompaggio.

Abbiamo studiato una terza soluzione, assegnando a ciascuna delle 4 vasche da 4000 mc. la forma cilindrica ad asse orizzontale, sezione circolare; poichè dal calcolo più rigoroso le dimensioni delle strutture risultavano tali che questa soluzione era molto più onerosa rispetto alle precedenti, si è prescelto il tipo di cilindro con tirante orizzontale che elide la spinta.

Disegni di progetto

Il progetto che si allega comprende i seguenti disegni:

- N. 6155/1: Soluzione 1.a : otto vasche da 2000 mc.=Planimetria generale 1:500
- " " /2: sezione trasversale 1:200
- " " /3: sezione e pianta 1:100
- " " /4: calcoli statici
- " " /5: Soluzione 2.a : Quattro vasche da 4000 mc.=Planim.gen. 1:500
- " " /6: sez. trasversale AA 1:200
- " " /7: " " BB 1:200
- " " /8: sezione e pianta 1:100
- " " /9: Soluzione 3.a : Quattro vasche cilindriche da 4000mc. Planim. gen. 1:500
- " " /10: sezione trasversale e dettagli 1:50
- " " /11: sezione tipica delle gallerie di accesso e di comunicazione
- " " /12: Calcoli statici della soluzione 3.a
- " " /13: Stazione di pompaggio: pianta 1:100

- N. 6155/14: Stazione di pompaggio : sezioni 1:100
" " /15: Dettagli tipici della vasca soluz. 1.a
" " /16: Stazione di pompaggio = Variante (pianta)
" " /17: " " " (sezioni)

Cenni descrittivi del progetto

I.a Soluzione: otto vasche da 2000 mc. ognuna

La capacità di ogni vasca è circa eguale a quella assegnata ad altri impianti consimili che teniamo in costruzione o in via di ultimazione: il tipo è del tutto eguale.

La disposizione generale delle vasche risulta dalla planimetria 6155/1 ogni vasca (V. dis. 6155/3) ha il diametro interno di m. 20,00; altezza utile m. 6,60, oltre il franco prescritto di 50 cm.

Il coperchio (soffitto a fungo) è portato da 32 pilastri cilindrici terminanti alle due estremità a cono.

Le dimensioni e l'armamento delle singole strutture risultano dai calcoli statici 6155/4. Come risulta dagli stessi, si sono fatte le ipotesi di calcolo le più favorevoli per la stabilità: peso specifico del liquido = 1; la vasca riempita totalmente (per m. 7,10) e quindi trascurando il franco di 50 cm.; peso specifico del terreno 1,8 tonn/mc., con un angolo di attrito di 35°.

La capacità utile di ogni vasca, come risulta dal computo riportato sulla tavola 6155/3, è di 2000 mc. La pressione trasmessa dalla vasca piena al terreno è di 2,2 Kg/cmq., tenendo conto del ricoprimento di terra di 7 m. sul coperchio. Ogni vasca presenta un tubo di aereazione centrale, che si prolunga verticalmente fino fuori del terrapieno di ricoprimento.

Ogni vasca avrà un intonaco esterno perimetrale atto ad impedire qualsiasi infiltrazione verso l'interno; sul coperchio verrà sistemato uno strato di beton magro per dare la pendenza ^{atta} allo scolo, strato pure

protetto da intonaco impermeabile.

Le vasche saranno munite di scarichi sul fondo per la pulizia e per l'erogazione del liquido. Attorno ai serbatoi, e alla quota di fondo dei medesimi, verrà costruito un cunicolo filtrante con apposito scarico a valle. Al di sopra di detto cunicolo verrà costruito un drenaggio con ciottoli, per l'altezza di circa m. 1,50.

Cabina di manovra, con relativo duomo di copertura, e galleria di accesso, risultano chiaramente dai disegni; la tavola 6155/11 riproduce il tipo di galleria di accesso, adottato in consimili nostri impianti.

2.a soluzione: quattro vasche da 4000 mc. ognuna

In questo caso, la disposizione generale che proponiamo per le vasche è illustrata nella planimetria 6155/5.

Ogni vasca, come risulta da disegno 6155/8, ha il diametro interno di m. 28,20, altezza utile m. 6,60, oltre il franco. Il coperchio è portato da 69 pilastri interni cilindrici a fungo. Per il resto, valgono i cenni descrittivi di cui sopra.

3.a soluzione : quattro vasche cilindriche ad asse orizzontale
di 4000 mc. ognuna

La disposizione generale delle vasche risulta dalla planimetria 1:500 disegno 6155/9; il tipo è illustrato dal disegno 6155/10.

Ogni vasca ha il diametro interno di m. 9,00, lunghezza netta m. 64,00 capacità utile mc. 4000; l'involucro cilindrico presenta in direzione diametrale orizzontale dei tiranti in acciaio, rivestiti di conglomerato, interasse 1 m.; così si è potuto ridurre sensibilmente lo spessore e la armatura dell'involucro.

Anche per questa soluzione, presentiamo i calcoli statici giustificativi (6155/12).

Caratteristiche delle strutture in cemento armato

Qualunque sia il tipo di vasca prescelto, la struttura in cemento armato costituente la vasca deve rispondere, oltre ai soliti requisiti di stabilità e resistenza meccanica, al doppio requisito dell'impermeabilità e della resistenza alle azioni chimiche del petrolio grezzo.

Esporremo in seguito, trattando dei rivestimenti interni, i provvedimenti che si propongono per conferire alla vasca questi caratteri, onde avere la sicurezza assoluta dell'impermeabilità e della resistenza chimica; ma già il massiccio di calcestruzzo della vasca deve essere previsto di natura tale che i due requisiti accennati siano ottenuti con quel grado di sicurezza massima che può offrire la tecnica.

Occorre perciò la scelta idonea del cemento, e la granulometria la più razionale.

Cemento - Il comune cemento del commercio, anche se risponde in pieno ai requisiti meccanici previsti dalla legge (rilevati da prove di rottura su conglomerati) contiene elementi che hanno spiccata attività chimica con talune sostanze contenute nel petrolio grezzo, specialmente i composti di zolfo e l'acqua salmastra. I conglomerati fabbricati con questo cemento darebbero luogo a combinazioni chimiche originanti nuovi composti solubili e quindi asportabili; dalla sottrazione al cemento degli elementi di reazione si determina in tempo più o meno lungo la distruzione della compagine del conglomerato.

Il cemento da impiegarsi, quindi, deve essere indifferente alle azioni chimiche di carattere aggressivo; la resistenza chimica è offerta al massimo dai cementi pozzolanici razionali del tipo come vengono fabbricati dalla Società Calci e Cementi di Sogni.

La letteratura tecnica è molto ricca in proposito, e conferma la inalterabilità di provini fabbricati con tale cemento pozzolanico alle azioni di soluzioni saline diverse, come solfato di magnesio, solfato di calcio, solfato ammoniaco, cloruro ammonico, cloruro di calce, nonché

agli olii minerali più svariati. Questo carattere d'inalterabilità del cemento pozzolanuco è dovuto all'assenza in esso di calce libera, che è l'elemento labile e determinante le reazioni e conseguenti disgregazioni: la calce vi è totalmente integrata dalla pozzolana attivata, costituendo un prodotto inalterato al manifestarsi di quelle trasformazioni chimiche che conducono alla distruzione del beton.

La nostra offerta prevede quindi la costruzione delle vasche con l'impiego di cemento pozzolanico razionale, tipo 450 Kg.cmq. alla compressione a 28 giorni, dosando l'impasto con 3,5 Q. di cemento al mc.

Il materiale inerte - In luogo della tradizionale miscela ottenuta con 0,8 mc. di ghiaia, e mc. 0,4 di sabbia, questa Società - prima dell'inizio dei getti dei suoi più notevoli lavori - affida al proprio Laboratorio Sperimentale il compito di determinare la composizione granulometrica "ottima", impiegandò i campioni di materiale ritenuti idonei, ed inviati al Laboratorio dal cantiere.

I materiali, sabbia e ghiaietto, che saranno reperibili in posto, e che dovranno rispondere alle Norme Ministeriali vigenti, verranno perciò selezionati in granuli di dimensioni assortite; quindi si fisseranno i dosaggi granulometrici in conformità ai metodi suggeriti dagli sperimentatori classici come Fuller, Graf, Dutron, Bolomay; poichè esiste un rapporto (in peso o in volume) tra i singoli elementi o grani costituenti il materiale inerte, secondo il quale rapporto il conglomerato che ne risulta ha la compattezza e resistenza massima, il Laboratorio determinerà sperimentalmente tale rapporto; l'Impresa prima di iniziare i getti, in conformità a tali risultati, dovrà dimostrare alla Direzione dei Lavori della Cn. Stazione appaltante che la composizione granulometrica che intende adottare è la "ottima".

Confezione del beton = Il beton verrà confezionato con l'adozione di impastatrici meccaniche, usando la quantità di acqua di impasto nel quantitativo che =compatibilmente alla plasticità necessaria per il get_ to= dia al conglomerato la resistenza massima.

Anche questo elemento (acqua di impasto) viene da noi solitamente determinato dal nostro Laboratorio, dopo esperienze apposite.

La massima compattezza del conglomerato si otterrà infine integrando l'azione di pestaggio del beton con l'uso di vibratori meccanici, sempre impiegati nei ns/ più delicati lavori, e che danno risultati sorprendenti in riguardo alla resistenza e densità del conglomerato.

Il rivestimento interno

In confronto dei serbatoi per acqua potabile, quelli in oggetto offrono il carattere di contenere un liquido prezioso, penetrante nelle pareti murarie ordinarie, corrosivo, pericoloso in caso trovi all'esterno vie di infiltrazione con possibilità di incendio.

Perciò, se la struttura staticamente resistente verrà costruita con gli accorgimenti sopra menzionati, un maggior grado di sicurezza contro l'infiltrabilità e la corrosione si otterrà provvedendo il recipiente di un rivestimento interno che faccia corpo unico con la struttura in cemento armato, ed abbia il compito precipuo di resistere ad infiltrazioni e corrosioni.

E' questo certamente il problema più delicato dell'opera in progetto, e può offrire varie soluzioni in dipendenza di considerazioni di diverso genere.

Noi perciò proporremo quattro diverse soluzioni, a ciascuna delle quali trova riscontro un prezzo nell'offerta.

Rivestimento con cemento fuso

E' ben nota la resistenza chimica del cemento fuso, fabbricato a Pola dalla Società Istriana Cementi di Trieste, con questo prodotto si sono eseguiti importantissimi lavori in tutta Europa, specialmente sfruttando il suo carattere di altissima resistenza meccanica e chimica. Anche la Agip, a Fornovo Taro, ne ha fatto impiego per pozzi e serbatoi di petrolio, e con ottimi risultati.

Va ricordato all'uopo che lo zolfo, che con le ossidazioni tende a formare solfati nella massa del calcestruzzo, risulta pericoloso col cemento Portland ordinario, data la nota azione disgregante del sale di Candlot che ne risulta, col cemento fuso, tale azione non esiste.

Proponiamo quindi l'applicazione alle pareti interne delle vasche di un intonaco in cemento fuso o alluminoso; per ottenere la massima compattezza dell'intonaco (circa 30 mm.), l'applicazione verrà fatta mediante la macchina cement-gun; nello strato di intonaco così formato verrà incorporata una robusta rete metallica (del peso di circa 2,5 Kg.mq.), ammarrata ai ferri di armamento della struttura in conglomerato della vasca.

La sabbia che verrà all'uopo impiegata sarà esclusivamente silicea, vagliata ed essiccata, come è richiesto dalla natura del lavoro.

Questo rivestimento è sicuramente ottimo, anche contro l'azione disgregante di sostanze acide del petrolio, oltre che essere assolutamente impermeabile.

Rivestimenti simili (intonaco di cement-gun retinato) abbiamo eseguito per condutture forzate di grande diametro (3000 e 3500 mm.), soggette a carico idrostatico elevato (60 m. di acqua, oltre il colpo di ariete) negli impianti idroelettrici di Merano (Soc. Alto Adige) e di Ceprano, senza che le tubazioni presentassero alcun cenno di permeabilità.

Rivestimento con Sika

Il rivestimento è già adottato per la costruzione di grandi serbatoi per nafta a Castellammare di Stabia per conto della R. Marina, e lo stesso

procedimento è pure eseguito con ottimo successo per serbatoi per petrolio in Germania per conto di Amministrazioni Statali e per importanti Società di nafta e benzina.

Il processo consiste nell'applicazione di un intonaco impermeabile fatto con Sika = 1a presa normale ; detto intonaco, dello spessore complessivo di circa 25 mm., viene eseguito in quattro strati e con malta cementizia di differenti proporzioni di miscela che vanno da 1: 1 fino a 1:3, tutte impastate con Sika = 1 in ragione del 3% del cemento impiegato. La superficie del conglomerato, prima di applicare questo intonaco, viene irruvidita e resa scabra . L'ultimo strato di intonaco è lisciato alla cazzuola.

Asciugato completamente l'intonaco, esso viene sottoposto a un trattamento di protezione contro l'azione corrosiva del petrolio grezzo, e consistente nella doppia impregnazione con una soluzione di Purigo Fluato, applicato a caldo, e che ha lo scopo di togliere all'intonaco di cemento la alcalinità, e di indurire considerevolmente anche l'intonaco stesso.

Sulla superficie così preparata viene applicata a pennello una doppia mano di Igol = 6, la superficie smaltata che ne risulta venne sperimentata come inalterabile anche dopo lungo contatto con petrolio grezzo.

Rivestimento in lamiera di ferro

Anche in vista della possibilità che un movimento tellurico, o qualsiasi altra causa imprevedibile, determini lesioni nella struttura massiccia in cemento armato (sebbene la forma prescelta sia già per se stessa tale da offrire in questo caso la resistenza massima), e ad evitare quindi il pericolo di una fuoruscita del liquido attraverso pareti rese stagne con l'intonacatura perfetta, l'ermeticità della vasca è presidiata da un rivestimento interno in lamiera di ferro, saldata elettricamente, senza alcuna soluzione di continuità.

La lamiera ha lo spessore di 30/10 di mm.; la sua resistenza statica viene completamente trascurata nel calcolo, sebbene dia un cospicuo con-

tributi all'irrobustimento dell'opera. L'applicazione della lamiera risulta in modo perfetto, così come viene eseguita nei nostri impianti, e come l'On. Stazione appaltante potrà accertare.

Va però notato che in codesti impianti, il rivestimento di lamiera venne prescelto, oltre che per la ragione suaccennata, anche per la maggiore potenza di penetrazione del carburante nelle strutture murarie comunque intonacate, si da ottenere anche per la benzina un recipiente di ermeticità assoluta.

Per impedire qualsiasi reazione tra il ferro della lamiera e le sostanze corrosive del petrolio, la lamiera verrà accuratamente verniciata con una doppia mano di uno smalto dotato di alto potere protettivo anche contro acidi: tale è il "Tentectol", largamente impiegato dalla R. Marina e dalla R. Aeronautica inglese per rivestire serbatoi in ferro contenenti petrolio, oppure l' "Igol-6", già preparato per il rivestimento di petrolio a base di Sika.

Rivestimento con lastre di piombo

Qualunque possa essere il potere chimico aggressivo delle sostanze contenute nel petrolio grezzo, un rivestimento interno totale in lastre di piombo offre la sicurezza assoluta alla inattaccabilità.

Vari serbatoi da noi eseguiti in cemento armato, come una grande vasca a torre alla Bovisa per la Società Gas & Coke di Milano (contenente acqua ammoniacale con impurità di acido cianidrico e cianico), grandi casse per depuratori con miscela di Laming per la Soc. Stige a Torino, e che furono ribelli a ogni altro sistema di intonacatura protettiva, trovarono la loro piena messa in efficienza con l'applicazione di una sottile lastra continua di piombo saldata, che ne assicura anche la perfetta impermeabilità.

Recipienti in cemento armato per nafta, rivestiti internamente in piombo, sono tuttora in efficienza presso il R. Arsenale alla Spezia.

Noi quindi proponiamo, come ultima variante, di rivestire le pareti interne, fino a 20 cm. sopra il livello di tutto pieno, il fondo, e i

pilastrì delle vasche con lastra di piombo, spessore 30/10 di mm.

Prove chimiche

Pur sapendo che l'azione del petrolio grezzo sopra le pareti del recipiente è lentissima, e il risultato si può accertare saltando dopo molto tempo, abbiamo sperimentato - per tutta la durata che ci era possibile - il comportamento del petrolio grezzo in contatto con materiali diversi.

All'uopo, abbiamo adoperato del petrolio grezzo fornitoci dalla "Raffineria Triestina di Olii Minerali", di Trieste S. Sabba; il materiale era quello ricevuto coi piroscafi direttamente come esce dai pozzi, senza nessuna lavorazione.

Per alcuni prodotti in commercio, aventi la pretesa caratteristica di dare rivestimenti (vernici e smalti) inattaccabili da acidi, si è constatato col petrolio grezzo una resistenza chimica negativa; invece fu accertata l'inalterabilità all'azione del petrolio di cassette costituite da:

lamiera di ferro metallizzata con zinco mediante pistola elettrica;

recipiente impermeabilizzato con intonaco di cemento alluminoso di Pola
recipiente di piombo;

recipiente confezionato con Sika 1, e rivestito con due mani di Igol 6;
l'esperienza venne eseguita anche con l'aggiunta al petrolio di H_2SO_4 , in ragione del 5%

recipiente allestito con conglomerato di cemento pozzolanico di Segni, senza intonaco di sorta.

Quest'ultima esperienza è certo fra le più importanti, avendo messo in evidenza la resistenza chimica del cemento pozzolanico, tutta

via la durata dell'esperienza (circa un mese) è troppo limitata per poter formulare un giudizio definitivo.

Ad ogni modo, anche per tener conto di possibili fessurazioni capillari del calcestruzzo dovute alla presa, si ritiene necessaria l'adozione di un rivestimento interno di impermeabilità e resistenza chimica sicura.

B) Stazione di pompaggio

Abbiamo studiato due soluzioni:

Soluzione I.a dis. 6155/3

L'edificio, interrato, è coperto con volte a botte continue, aventi la luce teorica di m.7,20. La distribuzione dei pilastri, sia interni che periferici, si è mantenuta eguale a quella segnata nel disegno rimesso e così pure, si sono conservate le dimensioni di massima indicateci.

La fondazione consta di una zatterone a piattabande in cemento armato calcolate in modo da trasmettere al terreno di appoggio (quota +30,00) la pressione specifica massima di 2,2 Kg/cmq., tenendo conto del ricoprimento di terra di 7 m., e della densità di questo di 1,8 Tonn/mc.

I pilastri presentano tante mensole da formare gli appoggi di portelle, che serviranno come piani di scorrimento per quattro gru, ciascuna della potenzialità utile di 6 tonn.

La spinta esterna del terreno viene trasmessa, dalla parete verticale in cemento armato di chiusura, a un sistema di nervature solidali a questa parete; la spinta in chiave della volta esterna e la spinta del terreno, danno una risultante che cade circa a metà della base di ciascuna delle costole esterne.

Sulle volte è sistemato uno strato di b ton magro per ottenere le pendenze verso le fronti longitudinali; su questo strato è poi previsto un letto di asfalto naturale di 15 mm.; tutte le pareti verso l'esterno sono poi protette da infiltrazioni mediante un intonaco impermeabile.

Le pareti d'ambito sono a camera d'aria isolante, ottenuta con un tavolato di cotto applicato contro le nervature.

Non si è previsto pavimento, dipendendo questo dalla distribuzione che riceveranno i blocchi di fondazione delle macchine, cunicoli per le tubazioni ecc.

L'accesso del macchinario alla stazione di pompaggio avviene a mezzo di una galleria a volta ampia 4 m., e prevista lunga 20 m. cioè tale che raggiunga, fuori del ricoprimento, la quota del terreno + 30,00; l'accesso delle persone e delle tubazioni si ottiene con un cunicolo largo m.2,00, lungo m.27 del tipo del disegno 6155/11.

===

Soluzione 2.a dis. 6155/16

E' rappresentata dal disegno 6155/166; la copertura è a solaio piano, con travi incrociate e soletta armata in quadrato.

Dato l'enorme sovraccarico, allo scopo di diminuire le dimensioni delle travi portanti il solaio, e quel e delle piattabande di fondazione, di sono progettate due file di pilastri in più della soluzione precedente, cioè 8 file con interasse m.4,80, pur conservando le stesse dimensioni dell'ambiente. I pilastri interni vengono così a scompartire l'area in campate di 4,70 x 4,80; date le consuete dimensioni di ingombro delle pompe e dei motori Diesel, riteniamo che questa distribuzione dei pilastri non crei alcuna difficoltà per la installazione del macchinario.

Il solaio di copertura presenta un rivestimento in beton magro, per ottenere le pendenze, ricoperto da un letto di asfalto, le pareti esterne sono pure protette da intonaco impermeabile alle filtrazioni; per il resto, valgono le spiegazioni di cui alla soluzione precedente;

====

TUBAZIONE VALONA = OTRANTO.

Lunghezza Km. 800

Quantitativo da far defluire Tonn. 300.000 annue.

Portata oraria : $300.000 : 365 = \text{tonn.} 820 : 24 \text{ tonn. } 34 \text{ all'ora.}$

Portata al secondo : $34000 : 3600 = \text{litri } 9,4 = \text{in cifra tonda } \underline{10 \text{ litri}}$
al l", supponendo naturalmente un esercizio continuo per tutto l'anno.

Con viscosità pari a quella dell'acqua, con tale portata, la perdita di carico per un tubo di 100 m/m di diametro interno è di 31 metri per chilometro, e quindi per 80 Km risulta di metri 2480.

Per liquido con viscosità di 5 E. alla temperatura di 10° C. la perdita di carico risulta di metri 12400 e quindi, occorrerebbe in partenza la pressione di oltre 1250 atmosfere.

Per viscosità di 10 Engler, sempre a 10° C. la pressione occorrente in partenza salirebbe a 2490 atm.

Una tubazione di 100 m/m di diametro risulta quindi possibile.

Con una tubazione di 150 mm. di diametro interno, si avrebbe, per liquido con viscosità 5 Engler a 10°C. una perdita di carico di 1520 metri, e quindi occorrerebbe una pressione in partenza di 160 atmosfere.

Per liquido con viscosità 10 E. a 10°C. tale pressione salirebbe a 310 atm.
circa.

Anche questo diametro risulta quindi inapplicabile.

Con tubazione da 200 mm. di diametro interno, si avrebbero :

per viscosità	5 E. a 10°C.	atm.:	<u>45</u>
"	"	10 E. a "	" <u>90</u>

Questo diametro sarebbe quindi, per quanto riguarda la pressione occorrente, abbastanza conveniente.

Il peso della tubazione, per gli 80 km., risulterebbe per questo diametro, di oltre Kg. 4.000.000.-

Se si adottassero 2 tubazioni in parallelo, con tubi da 150 mm. occorrerebbe una pressione di :

per viscosità 5 E. a 10° = atmosfera 40
" " 10 E. a 10° = " 80

ed il peso delle tubazioni sarebbe in tal caso di oltre Kg. 6.000.000.-

Se la viscosità del petrolio ~~da~~, far defluire a 10° C.; o meglio a 5°C., fosse maggiore, la pressione occorrente in partenza sarebbe proporzionalmente più grande.

COSTO TRASPORTO MARITTIMO DI PETROLIO GREGGIO

da VALONA AD OTRANTO

Tonnellate anque da trasportare 300.000.

Distanza tra Valona ed Otranto = Km.80.

Si prevede l'impiego di una nave cisterna della portata utile di Tonn.1500.

Valore presunto per detta L.1.750.000.

Numero dei viaggi occorrenti : $300.000 : 1500 = 200.$

Durata di ogni viaggio completo.

Cerico a 250 tonn: ora, più attracchi ecc.	ore	10 =
Viaggio andata	"	6 =
Scarico, attracchi ecc, pratiche ecc.	"	10 =
Viaggio di ritorno	"	6 =
		<hr/>
	ore	32 =

Si assume in media 1 giorno $\frac{1}{2}$ e quindi la nave sarà occupata per $200 \times 1,5 = 300$ giorni all'anno, rimanendo disponibili 60 giorni, per verniciature, verifiche, riparazioni, cattivo tempo ecc.

= PREVENTIVO DI COSTO D'ESERCIZIO =

Interesse sul capitale ed ammortizzo al 10%	L.	175.000
Assicurazione nave al 5%, bolli, registrazioni ecc.	"	90.000
Assicurazione equipaggio; infortuni, malattie responsabilità civile	"	18.000
Riparazioni e manutenzioni	"	100.000
Consumi macchine e coperta	"	70.000
Spese registro di classificazione	"	8.000
Tassa annuale di ancoraggio	"	5.000
		<hr/>
a riportare	L.	466.000

	Riporto	L. 466.000
Paghe e penatichhe equipaggio composto di 17 persone	"	170.000
Consumo olio combustibile :		
Navigazione ora 2400 x 1000 = Tonn 2400		
Pompaggio, alimento, soste	<u>600</u>	
Tonn 3000 a L.180 =	"	540.000
Spese nei porti = N°400 attracchi	"	160.000
Spese impreviste per cambio equipaggio, gratifiche multe ecc.	"	40.000
Spese amministrazione, telegrammi ecc.	"	20.000
Presunte imposte e tasse	"	54.000
		<hr/>
		L. 1.450.000

=====

E quindi per tonnellata trasportata :
L.1.450.000 : 300.000 = L.4,85.

2-12-52

12/13

COMPOSIZIONE CHIMICA DEL PETROLIO GREZZO DEI SERBATOI DI VALONA

Per uno studio razionale dei mezzi protettivi contro un eventuale attacco chimico dei costruendi serbatoi di Valona da parte del petrolio grezzo che in essi deve essere conservato, occorre conoscere con certezza quale sia la quantità e la qualità delle sostanze anormali nel petrolio stesso contenute.-

E' da notare a questo proposito che secondo le indicazioni forniteci il petrolio contiene circa il 5% di zolfo ed un'alta percentuale di ~~acqua~~ ^{sempre} salmastra.-

Queste indicazioni non possano considerarsi sufficienti in quanto, come ben risaputo, lo zolfo può trovarsi nel petrolio sotto varie forme di combinazione alcune delle quali innocue ed altre dannose direttamente al cemento od all'uno od all'altro tipo di rivestimento protettivo. Altrettanto si può dire per l'acqua salmastra che potrebbe contenere solfati disgregatori del cemento od anche altri sali con azioni varie sulle pareti.-

Oltre a questi componenti comunicatoci notiamo che possono essere contenuti nei petroli vari altri, quali fenoli ed acidi organici in più o meno alta percentuale.-

Di alcune di queste sostanze è possibile e facile determinare l'esistenza nel petrolio, di altre, e particolarmente dei composti organici dello zolfo, è difficile determinare il tipo, dato che anche i più moderni studi in proposito non hanno potuto stabilire quali esse siano con certezza.-

Si crede generalmente che essi consistano in tiofene e suoi omologhi, mercaptani, tioeteri.-

Dato che generalmente il tasso in zolfo dei petroli si aggira su 0,1-0,5% superando solo in vari casi l'uno%, è legittimo il dubbio, nel caso in questione, in cui la percentuale di zolfo è molto alta, che una parte di esso sia dovuta alla presenza nell'acqua salmastra di solfati minerali.-

La questione è stata, come risulta dalla ns. relazione del 30 Ottobre u.s. all'On.le Ministero delle Comunicazioni, da noi studiata teoricamente e, nei limiti del possibile, praticamente in relazione ai pochi dati comunicatoci, essendoci noi prospettati tutti i vari casi possibili di sostanze dannose al cemento direttamente o ai vari mezzi di protezione.-

Inoltre abbiamo tentato con vari tipi di petrolio grezzo aggiunti di varie sostanze corrosive quali eventualmente potrebbero essere presenti nel petrolio da conservare nei serbatoi di Valona, di riprodurre le condizioni pratiche più sfavorevoli.-

In seguito a quanto sopra abbiamo proposti i vari sistemi protettivi che a ns. giudizio risultassero più idonei e sicuri.-

Dobbiamo però osservare che il problema merita di essere studiato ancora più a fondo per ottenere la sicurezza del successo.-

Sarebbe pertanto utilissimo che ci venisse comunicata esattamente la composizione chimica del petrolio in parola, non, evidentemente, per quanto riguarda i suoi componenti normali e cioè idrocarburi saturi o non saturi, ciclici ecc. ma per quanto riguarda invece i componenti che chiameremo anormali quali fenoli, acidi grassi, acidi minerali, composti organici di zolfo (in quale forma) solfati, cloruri ecc. ecc.

In base a tali dati ci sarebbe naturalmente facilitata una ancora più accurata revisione dei mezzi di protezione da noi proposti.-

Inoltre desidereremmo ottenere il campione del petrolio stesso, dato che come sopra si è detto abbiamo sinora potuto sperimentare direttamente solamente con petrolio di altri tipi (portato da noi ad un maggior grado di aggressività).-

In tal modo potremmo riprodurre esattamente le condizioni pratiche ed eventualmente ricavare per analisi del ns. Laboratorio i dati di cui sopra che non ci venissero comunicati.-

Soluzione seconda

(Solaio piano) dis. 6155/16

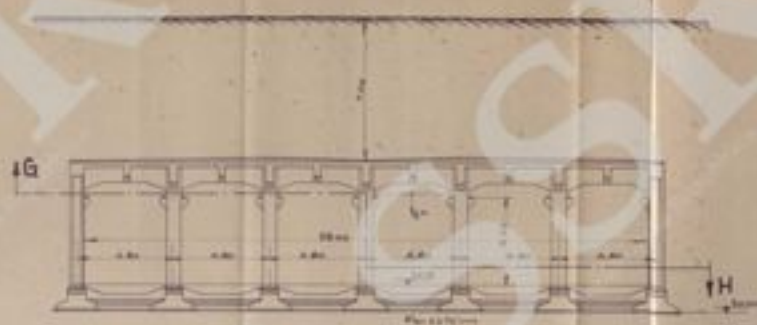
Beton per piattabande a 3 q. di cemento mc. 290 x 100=	L. 29.000.=
" c.a. in elevazione "	" 550 x 110.= " 60.500.=
Ferro ϕ per c.a. in opera	q. 814x105.= " 85.470.=
Casseri per c.a. a ponteggi interni	mq. 4100x15.= " 61.500.=
Beton sottofondo a 1,5 q. di cemento	mc. 30 x 75.= " 2.250.=
" per pendenze a 2 q. " "	" 60 x 90= " 5.400.=
Asfalto sulle coperture	mq. 700 x 18.= " 12.600.=
Rivestimento interno in tavolati di cotto, formanti camera d'aria isolante	mq. 430 x 28 " 12.040.=
Intonaco impermeabile esterno	mq. 800 x 12.= " 9.600.=
Rabboccatura strutture in c.a. in vista	" 2650 x 2.= " 5.300.=
Ponteggi esterni a corpo	" 5.000.=
	<u>L. 288.660.=</u>

RIASSUNTO

Stazione di pompaggio	L. 288.660.=
Movimenti di terra	" 134.850.=
Accessi	" 119.900.=
	<u>L. 543.410.=</u>
Compenso a corpo per gli oneri di cui al Capitolato Generale dello Stato	L. 17.000.=
	<u>L. 560.410.=</u>

=====

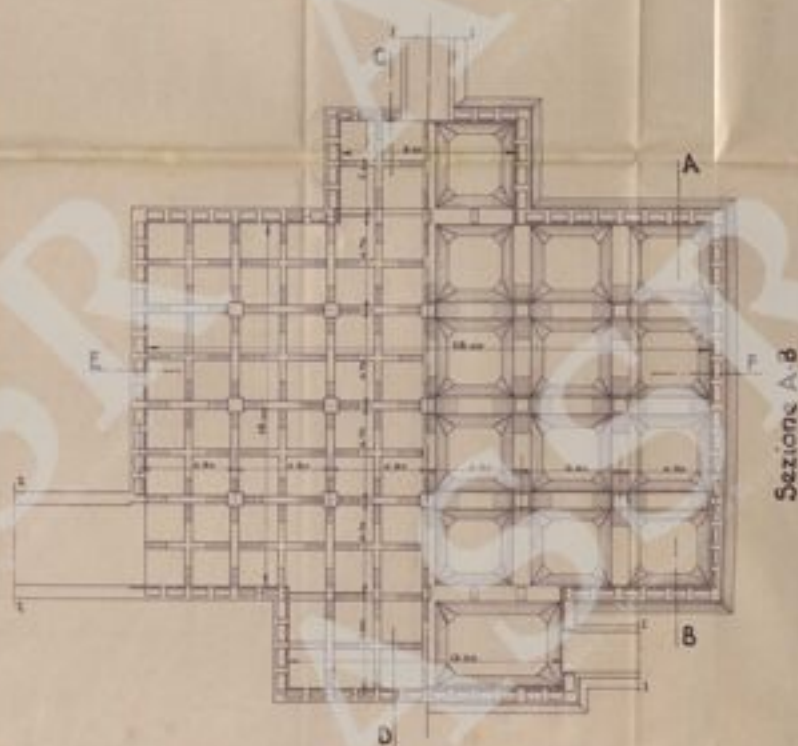
Sezione E-F



Sezione 2-2



Sezione 1-1



Sezione orizzontale G-H

Sezione A-B



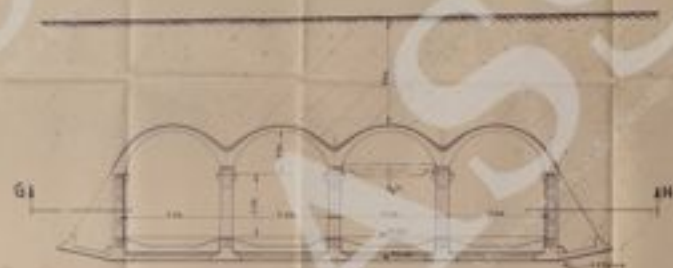
Sezione C-D



FERRATOI PETROLIO - VALONA -
 STAZIONE DI DOPPIAGGIO

Soluzione II

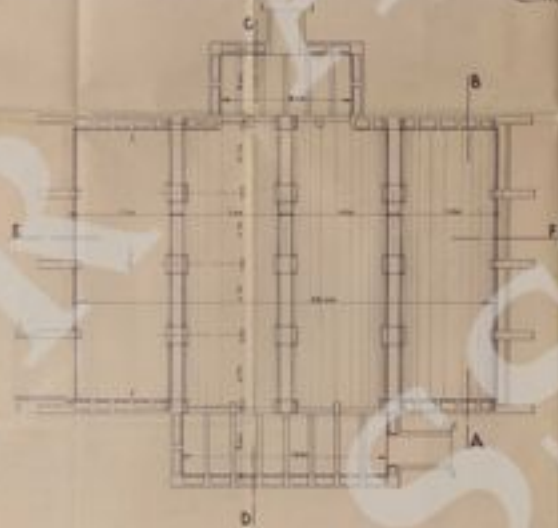
Sezione E-F



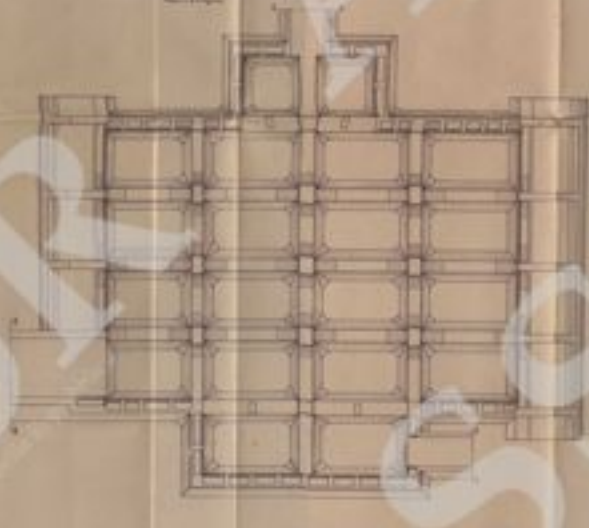
Sezione A-B



Sezione C-D



Sezione orizzontale G-H



Pianta delle fondazioni

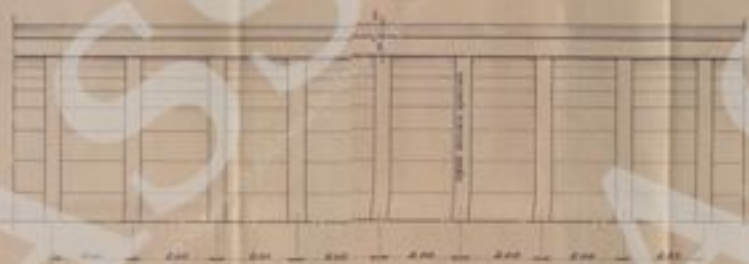
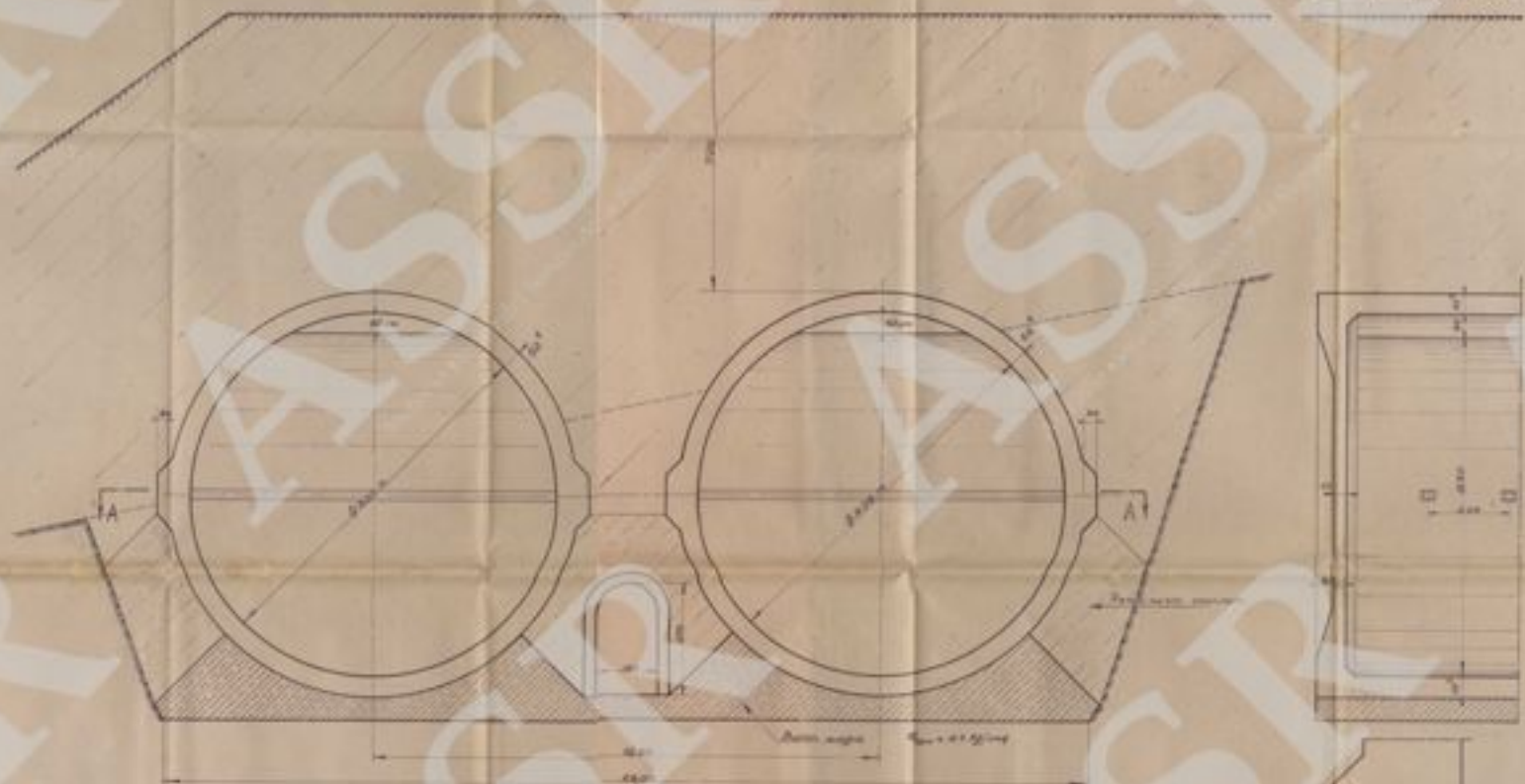


SERBATOI PETROLI - VALONA -
 - ITAZIONE DI BOMBAGGIO -
 Soluzione I

- Sezione trasversale -

- Testata -

- Sezione longitudinale -



Planta - Sezione AA

Lunghezza totale interna in m

Cilindrata

$50 \times 100 \times 100 = 5000 \text{ m}^3$

$50 \times 100 \times 100 = 5000 \text{ m}^3$

$50 \times 100 \times 100 = 5000 \text{ m}^3$

$50 \times 100 \times 100 = 5000 \text{ m}^3$

$50 \times 100 \times 100 = 5000 \text{ m}^3$

$50 \times 100 \times 100 = 5000 \text{ m}^3$

$50 \times 100 \times 100 = 5000 \text{ m}^3$

$50 \times 100 \times 100 = 5000 \text{ m}^3$

$50 \times 100 \times 100 = 5000 \text{ m}^3$

$50 \times 100 \times 100 = 5000 \text{ m}^3$

$50 \times 100 \times 100 = 5000 \text{ m}^3$

$50 \times 100 \times 100 = 5000 \text{ m}^3$

$50 \times 100 \times 100 = 5000 \text{ m}^3$

$50 \times 100 \times 100 = 5000 \text{ m}^3$

Particolare accoppiatura

Interno

Esterno



SERBATOI PETROLIO

VALONA

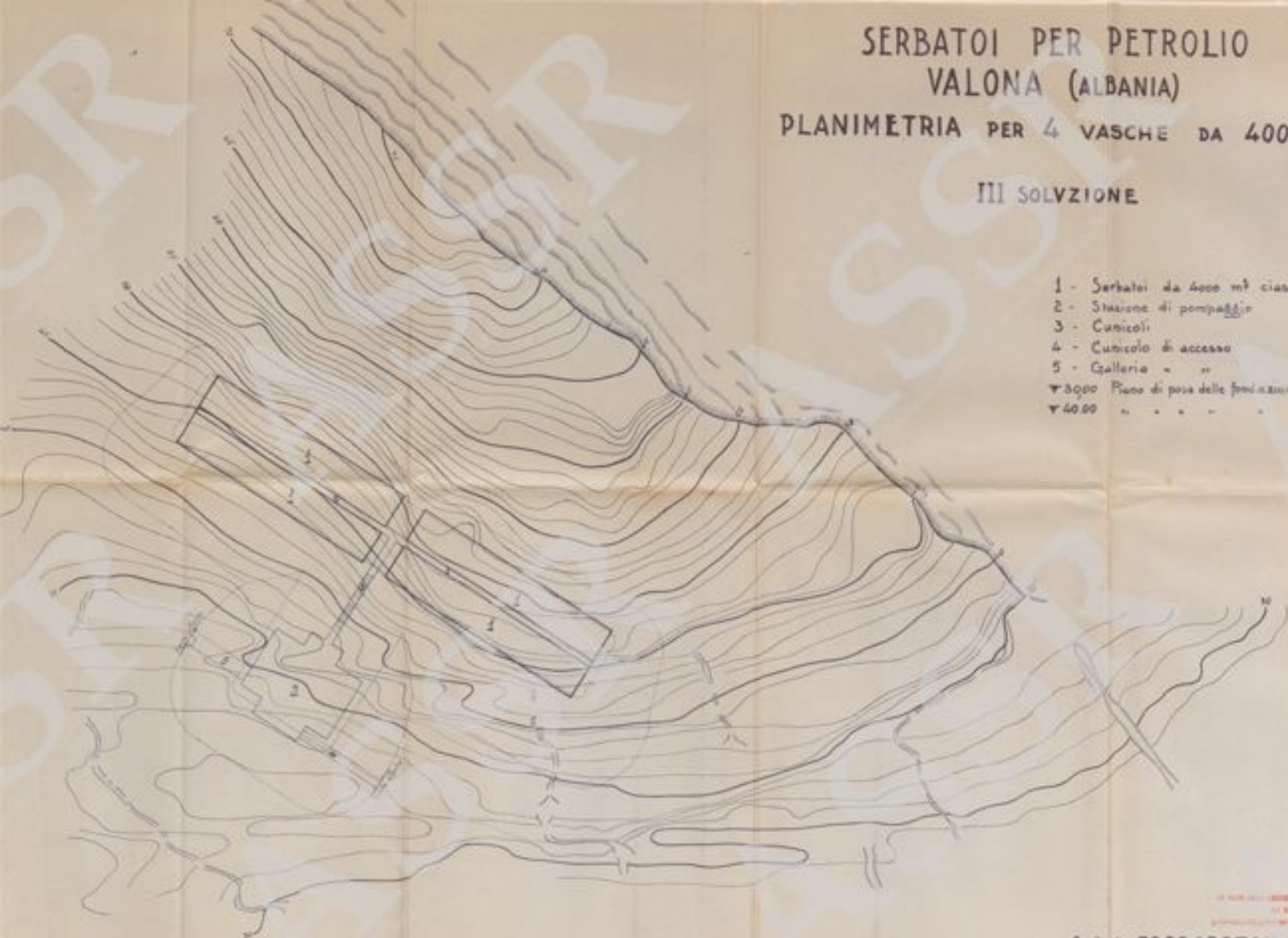
4 Vasche cilindriche di 4000 mc - III Soluzione

241, Roma, Italia

SERBATOI PER PETROLIO
VALONA (ALBANIA)
PLANIMETRIA PER 4 VASCHE DA 4000 m.c.

III SOLUZIONE

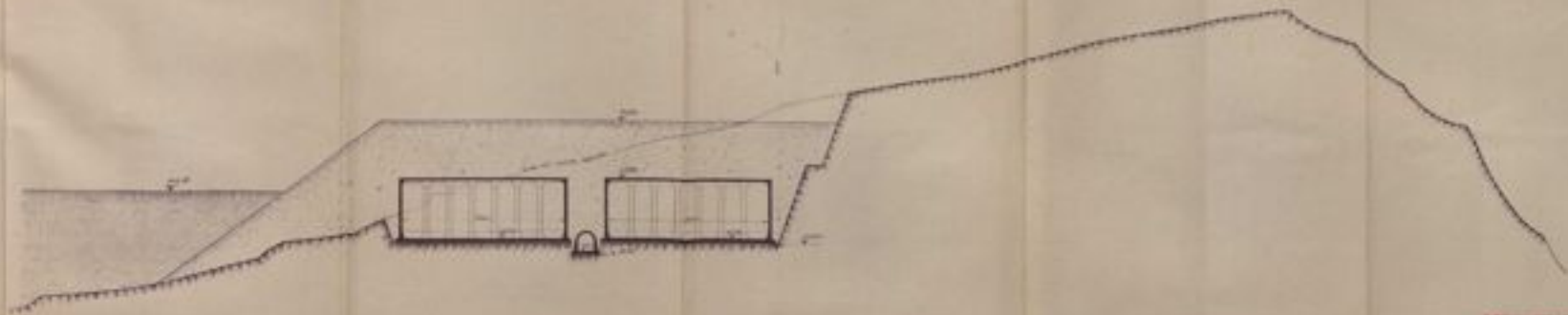
- 1 - Serbatoi da 4000 m³ ciascuno
- 2 - Stazione di pompaggio
- 3 - Cunicoli
- 4 - Cunicolo di accesso
- 5 - Galleria - "
- ▽ 3000 Piani di posa delle fondazioni stazione pompaggio
- ▽ 4000 " " " " " " " " " " " "



S.A.I. FERROBETON ROMA
RAPP. 1:500 Dis. 6155/9

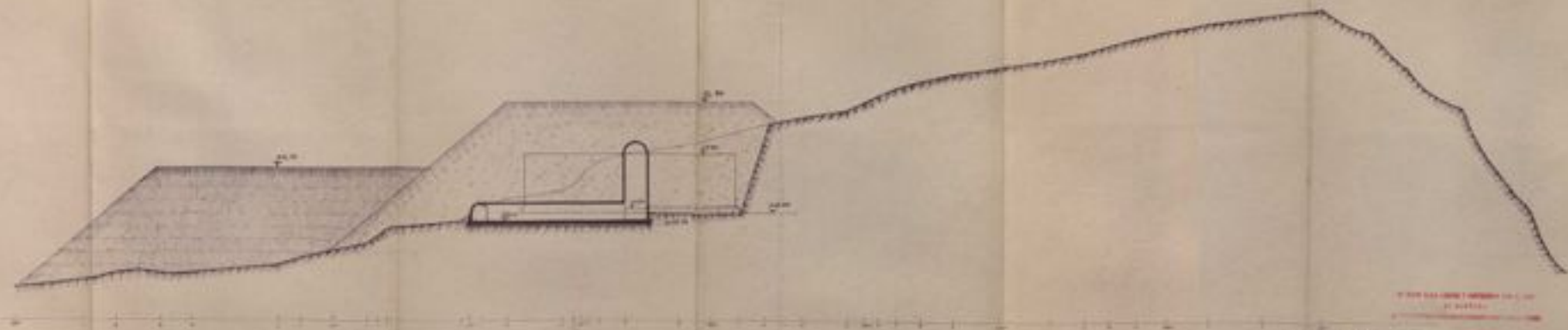
SERBATOI PER PETROLIO
VALONA
(ALBANIA)

SOLUZIONE I 8 VASCHE DA 2000 mc. OGNUNA
SEZIONE A A



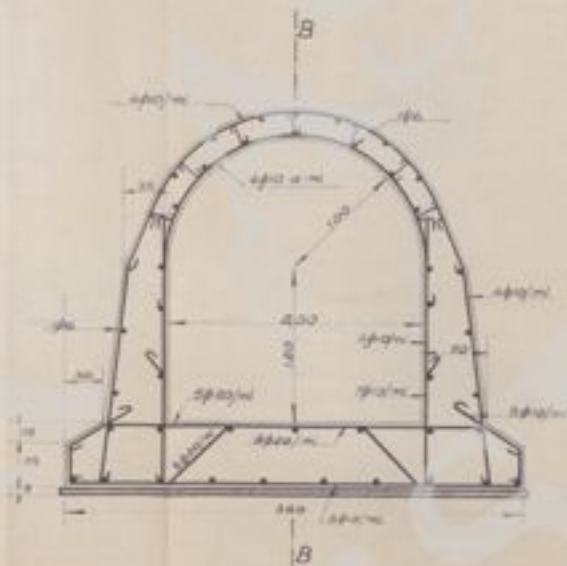
S.A.I. FERROBETON ROMA
RAPP. 1:200 Dis. 6155/2

SERBATOI PER PETROLIO
VALONA (ALBANIA)
SEZIONE B B II SOLUZIONE
4 VASCHE DA 4000 mc. CIASCUNA

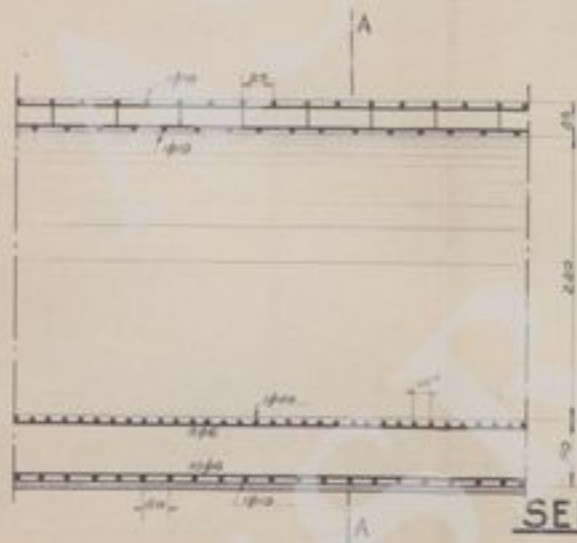


S.A.I. FERROBETON ROMA
RAPP. 1:200 Dis. 6155/7

- Sezione A-A -



- Sezione B-B -



DI BIANCO ELLI E C. S.p.A. - ROMA -
SE BIELLA
E CONSIGLIO INGENNERIA S.p.A. - TORINO -

SERBATOI PETROLIO

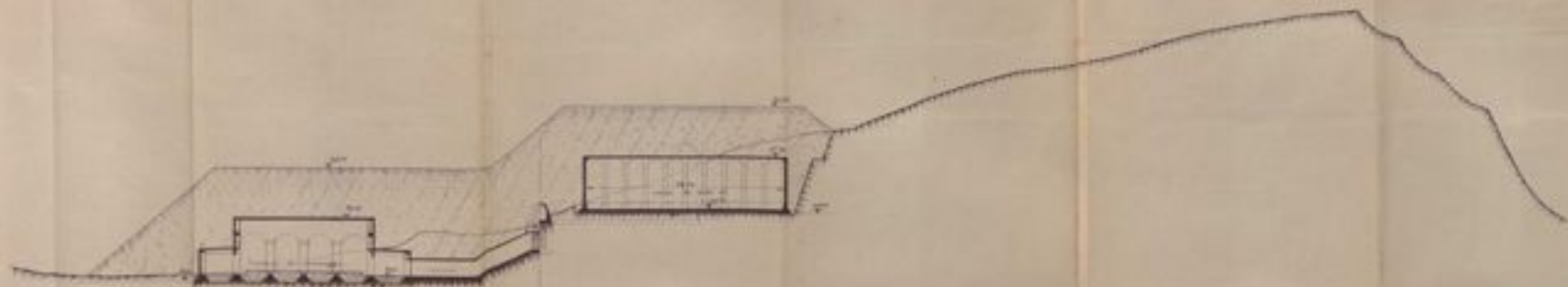
- VALONA -

Tipo galleria d'accesso

SERBATOI PER PETROLIO
VALONA
(ALBANIA)

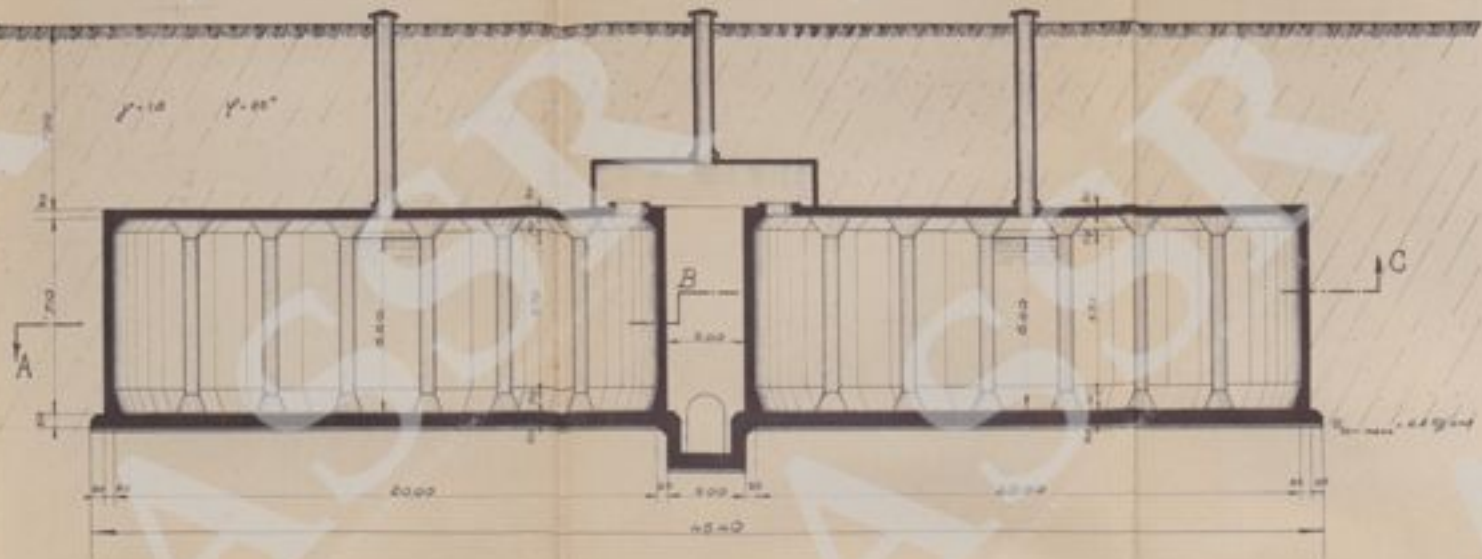
SOLUZIONE II 4 VASCHE DA 4000 mc. CIASCUNA

SEZIONE A A



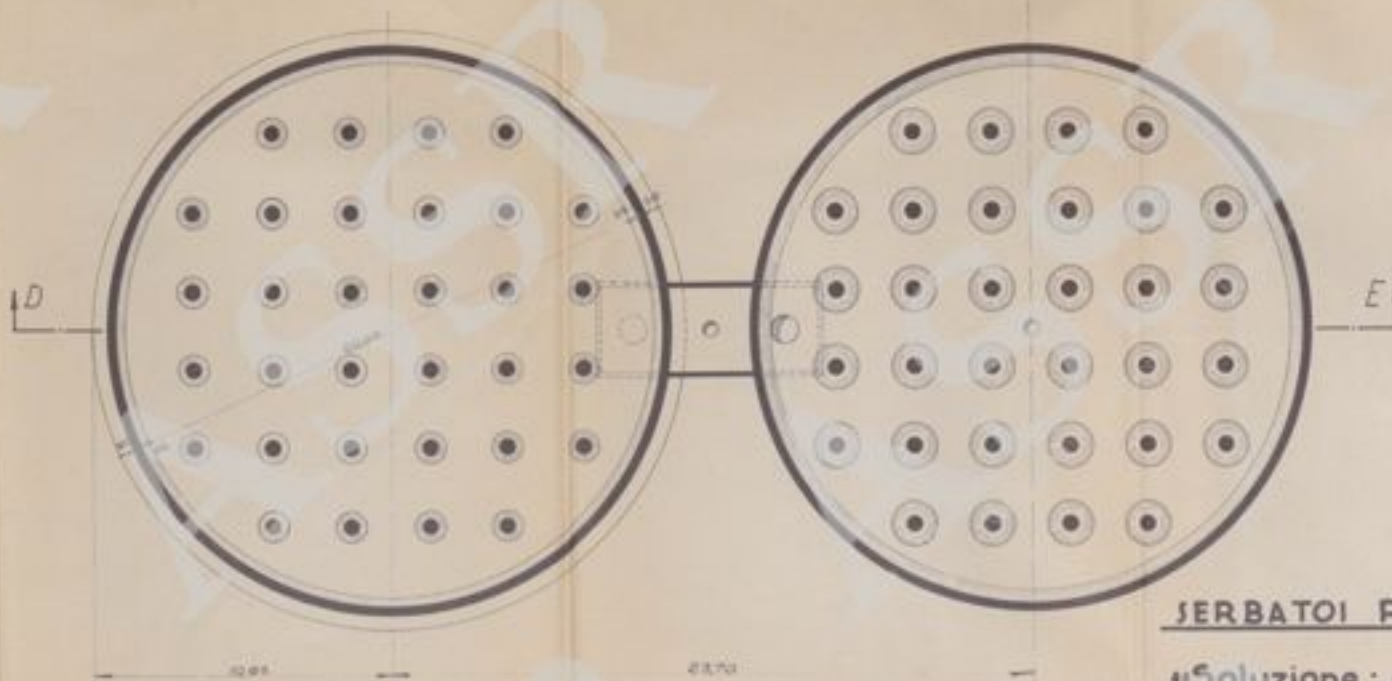
S.A.I. FERROBETON ROMA
RAPP. 1:200 Dis. 6155/6

- Sezione longitudinale D-E -



- Sezione orizzontale A-B-C -

Gabellina	1000 x 200	= 20000 m ²
di acciaio piano	2000 x 200	= 40000 m ²
di ferro	2000 x 200	= 40000 m ²
di legno	2000 x 200	= 40000 m ²
		= 160000 m ²
		= 20000 m ²



SERBATOI PETROLIO-VALONA

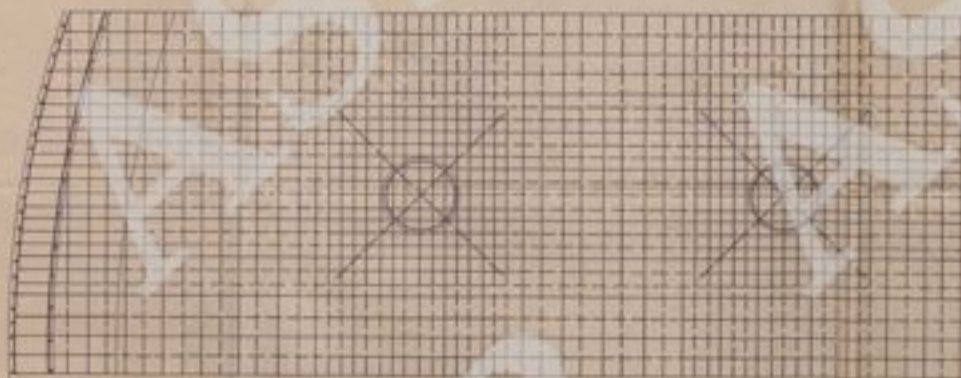
1° Soluzione : 6 vasche da 2000 m³

SCALA 1:100

L. 43

10/10/1910

20 N° 6185, 3



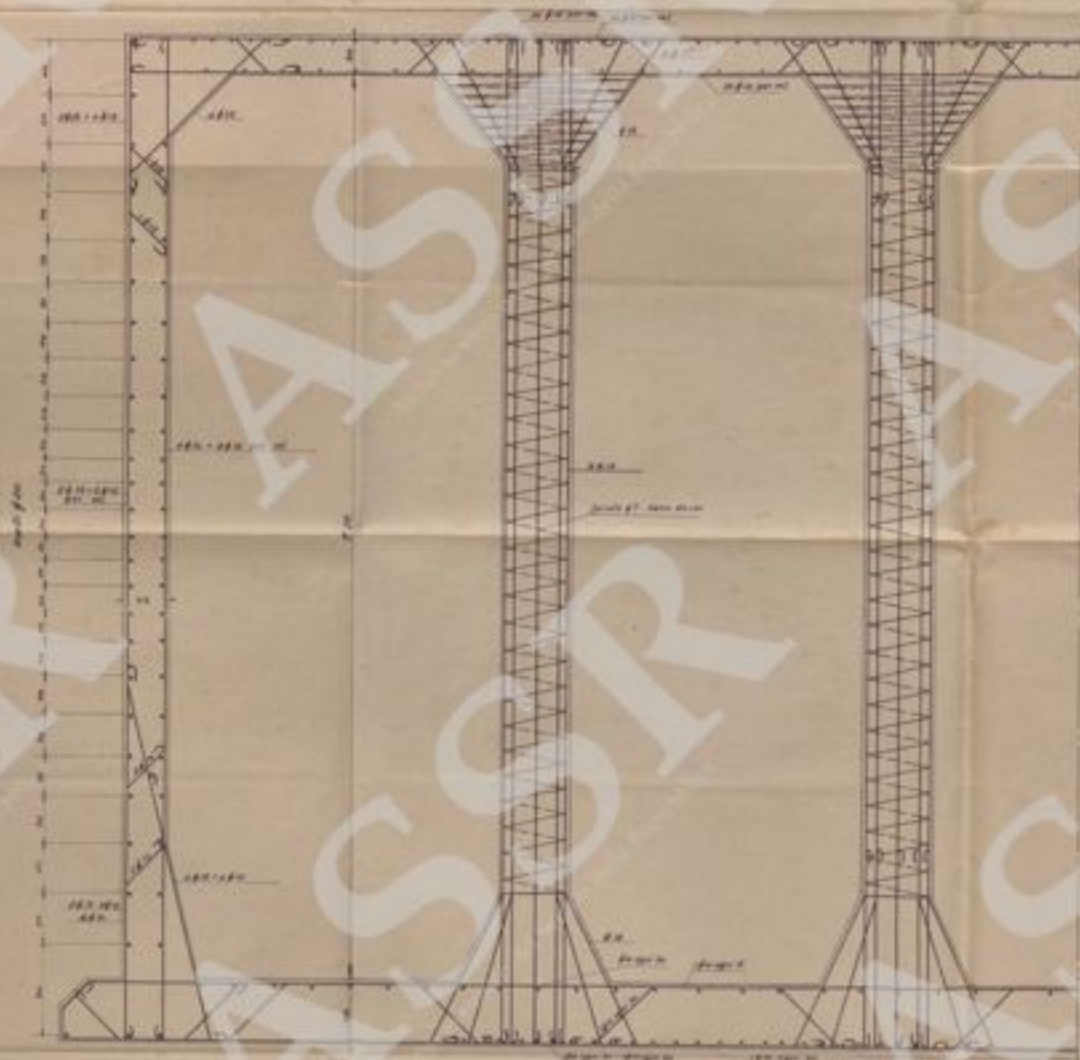
Armatura in ferro della copertura

Armatura superiore 1 ϕ 12 ogni 30 cm.

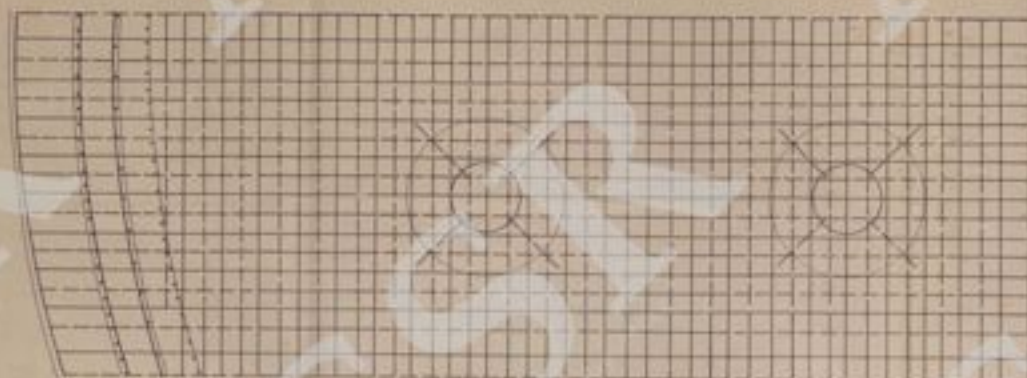
Ferri piegati ϕ 12 ogni 30 cm.

Armatura inferiore 1 ϕ 12 ogni 30 cm.

Armature incrociate idem



Armature in ferro dei pilastri
e della parete esterna



Armature in ferro del fondo

Armatura superiore 1 ϕ 14 ogni 30 cm.

Ferri piegati 1 ϕ 14 ogni 30 cm.

Armatura inferiore 1 ϕ 10 ogni 30 cm.

IN VENDITA ALLA LABORATORIA E SUPERMERCATO S.p.A. - ROMA
10100

ARMATURE E PROGETTI SERRAVALLO S.p.A. - ROMA

SERRAVALLO PETROLIO-VALONA

Soluzione: 8 vasche da 2000 mc.

PARTICOLARI ARMATURE IN FERRO

Scala 1:20

N° 6155/12

Ferrobeton
Soc. Anon. Italiana
Roma

26-10-1983-XIEF

IN BASE ALLA LEGGE 7 NOVEMBRE 1975 N. 1960
SI DIFFIDA
DI RIPRODURRE IL PRESENTE DISEGNO O PASSARLO A TERZI

Serbatoi per petrolio

Valona (Albania)

Soluzione III^a - Vasche cilindriche ad asse
orizzontale.

Calcoli statici.

I presenti calcoli statici sono proseguiti in conformità con
le vigenti prescrizioni ministeriali.

Sollecitazioni ammesse:

Beton	50 kg/cmq	alla pressione
" "	65 . . .	" " flessione composta
Ferro	1200 . .	
Acciaio ad alta resistenza	1600 kg/cmq	

Rapporto dei moduli $n=10$

Descrizione.

Il serbatoio della capacità di 4000 m^3 consta di due tubi in c.a. del diametro interno $\phi = 9,00 \text{ m}$ poggiati su sella in beton magro e rinforcati prima ancora che non vengano ricoperti. La copertura di protezione è di $7,00 \text{ m}$ a contare dal punto più alto. Data l'ingenza dei carichi si prevedono dei tiranti orizzontali in acciaio ad alta resistenza ancorati su profilati normali $NP \text{ C} 26$. Ad un estremo sono provvisti di tenditori così da garantire la messa in forza prima che intervengano cedimenti.

Dopo il collaudo e a rivestimento compiuto i tiranti verranno rivestiti in beton così da garantirne la conservazione.

Carichi.

- a) Peso proprio : da considerare senza l'aiuto dei tiranti.
- c) Riempimento d'acqua con franco di 50 cm
- d) Rivestimento e copertura p.s. $f = 1,80 \text{ tm}^3$ pari a $7,00 \text{ m}$ a contare dall'estremo superiore.

Sforzo artificiale nei tiranti in misura da convenire.

Calcolo degli sforzi.

Riportiamo (fig. 1, 2, 3) ora i momenti flettenti nel tubo dovuti alle condizioni a, b, c senza tener conto del tirante.

Riportiamo infine (fig. 4) quelli dovuti ad uno sforzo unitario nel tirante.

Avremo quanto occorre per calcolarci lo sforzo effettivo in quello e quindi gli sforzi effettivi nel tubo.

Momenti $M_0^{(a)}$ dovuti al peso permanente q per mq

Momento

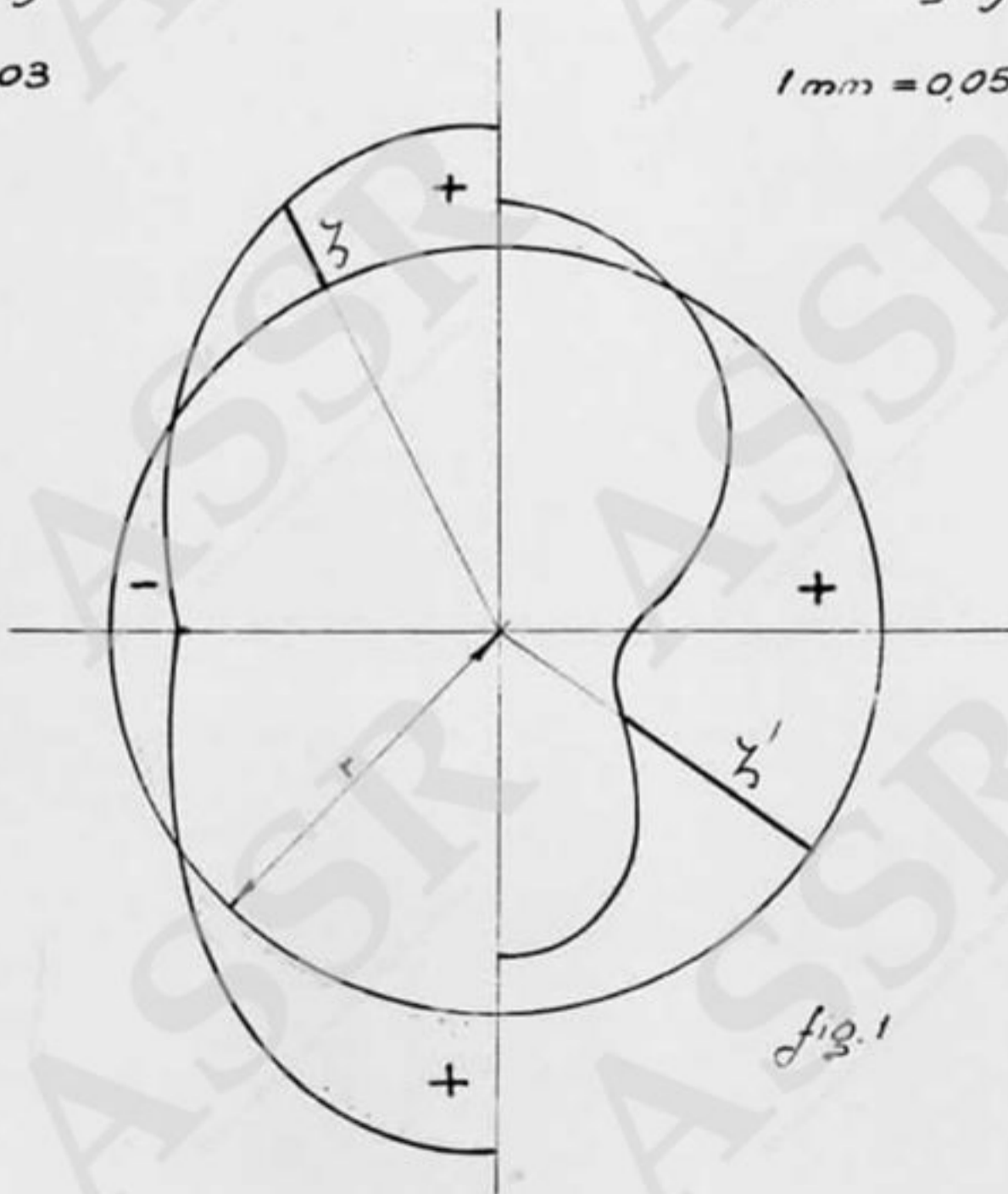
$$M = r^2 \cdot q \cdot 3$$

$$1 \text{ mm} = 0.03$$

Sforzo assiale

$$\Delta R = r \cdot q \cdot 3'$$

$$1 \text{ mm} = 0.05$$



Momenti dovuti al liquido interno. ($p.s = f$)

Momenti

$$M = r^3 \gamma \cdot \eta$$

$$1 \text{ mm} = 0.01$$

Sforzi assiali

$$\Delta R = f \cdot r^2 \cdot \eta'$$

$$1 \text{ mm} = 0.02$$

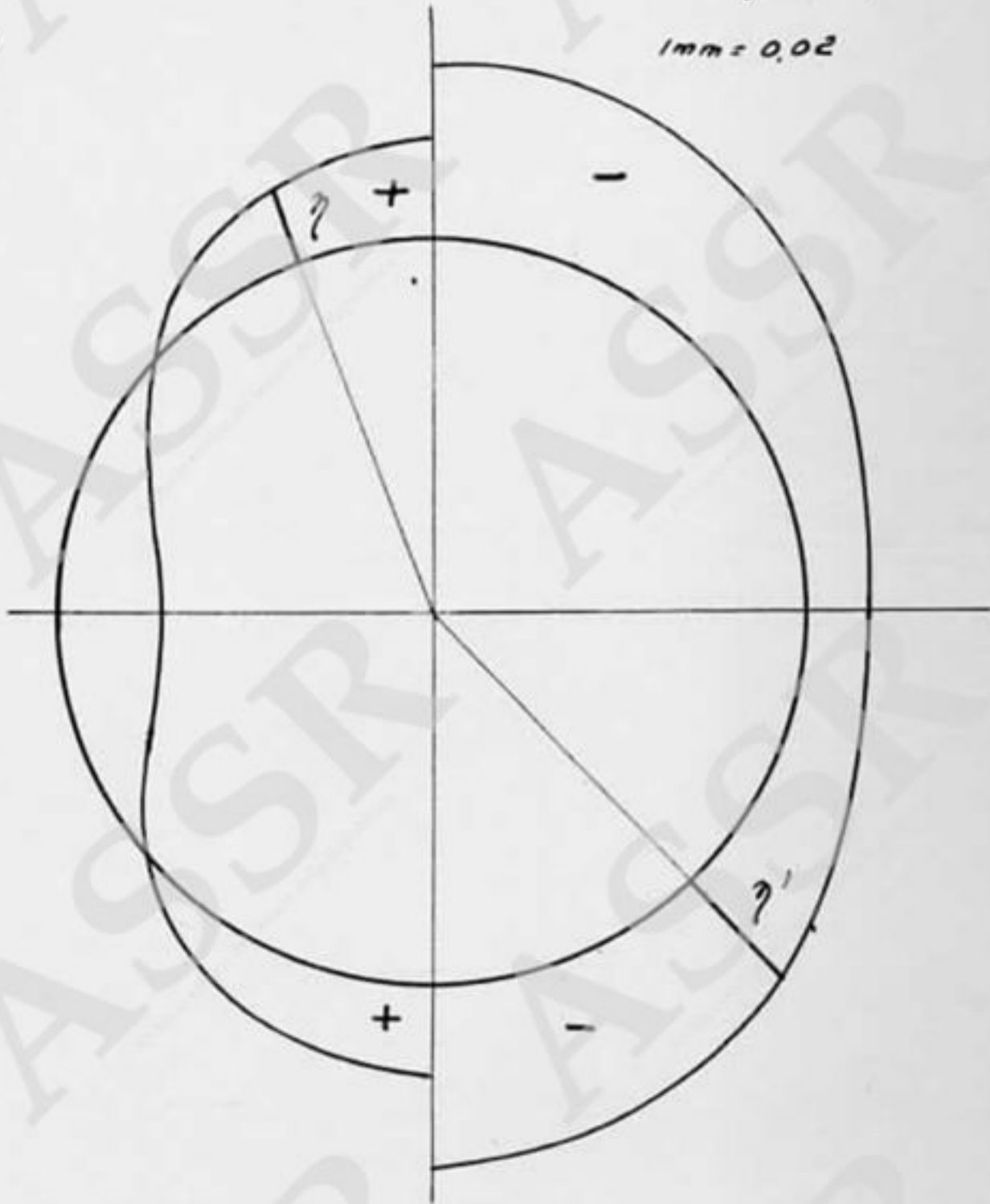


fig. 2

Momenti dovuti al rivestimento*)

Momento

$$M = r^2 \cdot q \cdot \rho$$

$$1 \text{ mm} = 0,01$$

Sforzo assiale

$$\Delta R = r \cdot q \cdot \rho'$$

$$1 \text{ mm} = 0,04$$

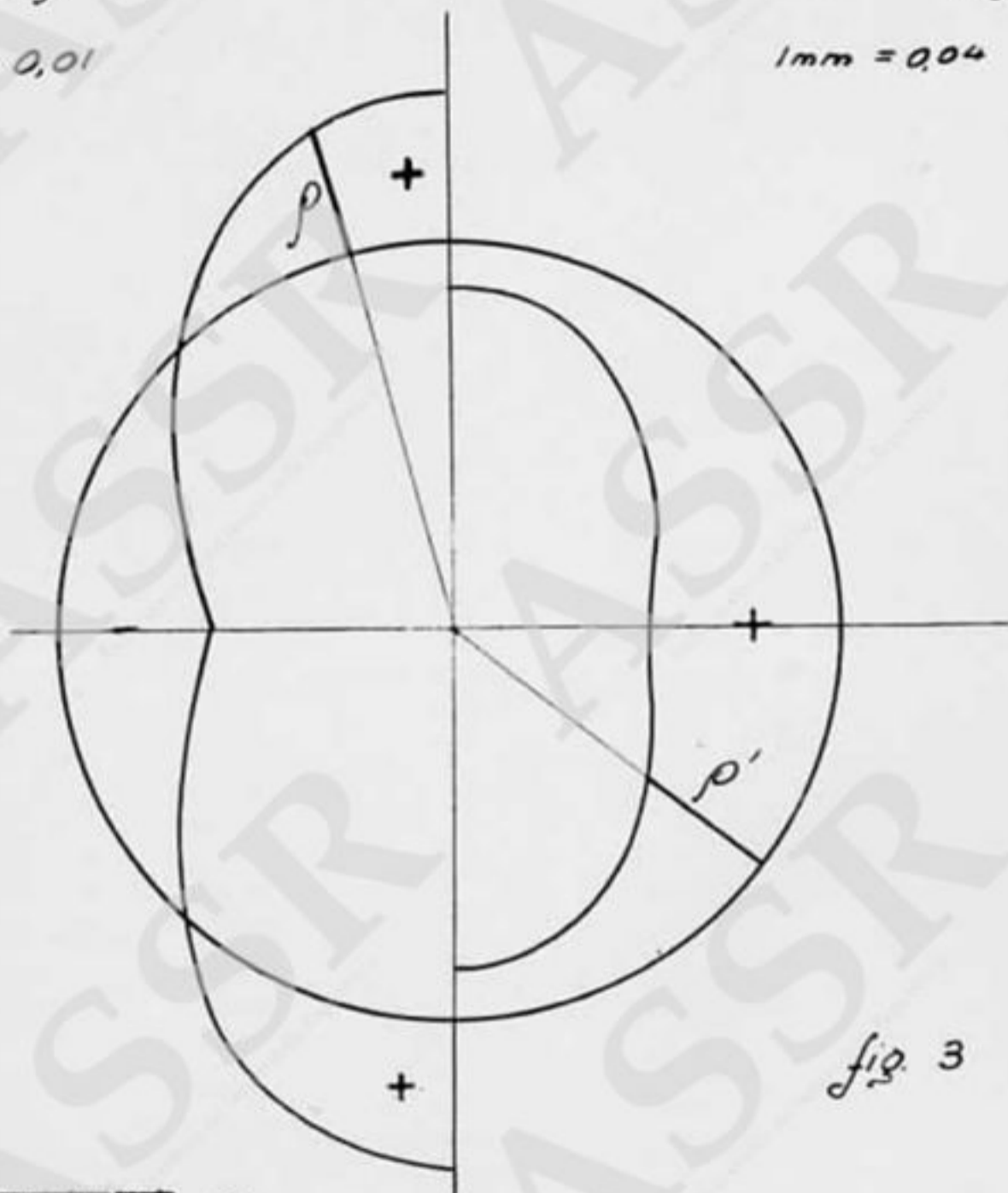


fig. 3

*)



Per questo caso non s'è da far altro che rotare di 90° la figura di cui sopra.

Momenti dovuti a due forze opposte lungo un diametro.

$$M = -0,132 P \cdot r + \frac{Pr}{2} (1 - \cos \varphi)$$

$$= P_r \left\{ \underline{0,318 - 0,50 \cos \varphi} \right\}$$

$$\cos 0 \cdot 1000 = -0,182$$

$$\cos 15 \cdot 0,966 = -0,165$$

$$\cos 30 \cdot 0,866 = -0,115$$

$$\cos 45 \cdot 0,707 = -0,035$$

Momento

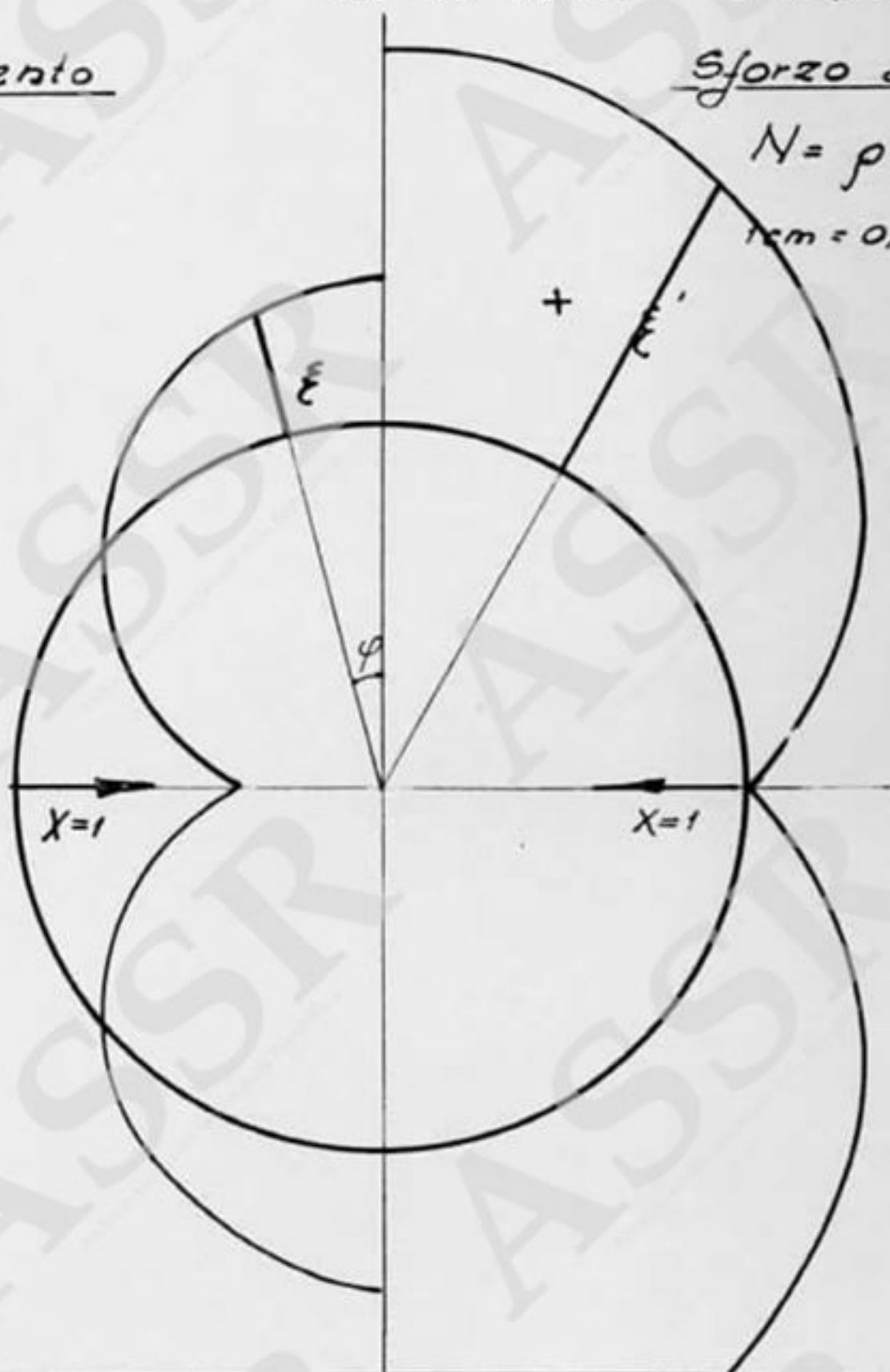
$$M = r \cdot \xi$$

$$1 \text{ mm} = 0,1$$

Sforzo assiale

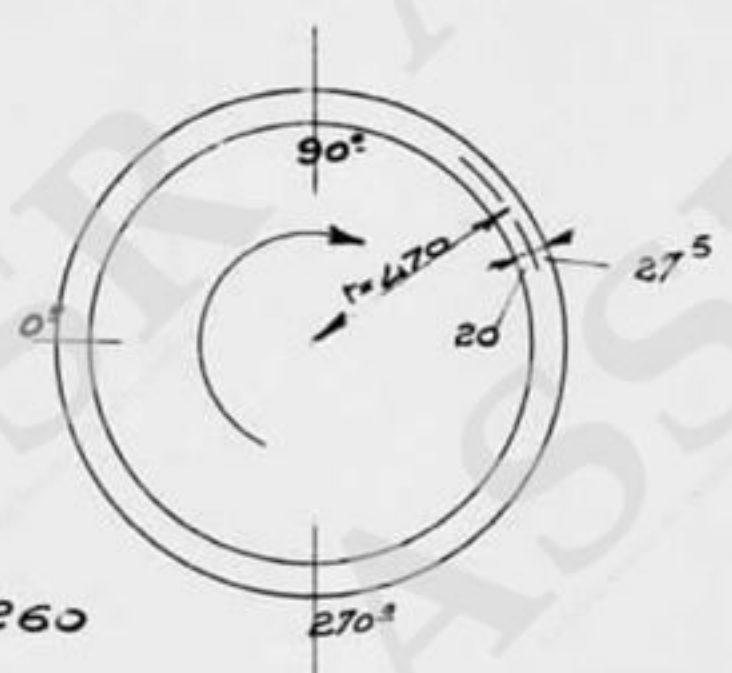
$$N = \rho'$$

$$1 \text{ cm} = 0,1$$



Calcolo dei momenti flettenti e degli sforzi assiali effettivi.

Ci limitiamo a considerare le 3 sezioni pericolose 0° , 90° e 270° (cfr. fig.)



Permanente

$Q = 0,52^5 \cdot 2,4 = 1,260$

$r^2 \cdot Q \approx 27,33 \text{ tm}$

$r \cdot Q = 5,922 \text{ to}$

0°	$27,33 \cdot -0,270$	$= -7,51 \text{ Tm}$
	$5,92 \cdot 0,160$	$= +9,47 \text{ To}$
90°	$27,33 \cdot +0,480$	$= +13,36 \text{ Tm}$
	$5,92 \cdot$	$\%$
270°	$27,33 \cdot +0,60$	$= +16,70 \text{ Tm}$
	$5,92 \cdot \%$	$\%$

Riempimento acqua

$r^2 \cdot f_a \approx 22,09 \text{ To}$

$r^3 \cdot f_a = 4,70^3 \cdot 1,00 \approx 103,80 \text{ Tm}$

0° ,	$103,80 \cdot -0,150 = \underline{-15,57} \text{ Tm}$
	$22,09 \cdot -0,200 = \underline{-4,42} \text{ To}$
90° ,	$103,80 \cdot +0,140 = \underline{+14,53} \text{ Tm}$
	$22,09 \cdot -0,520 = \underline{-11,49} \text{ To}$
270° ,	$103,80 \cdot +0,140 = \underline{+14,53} \text{ Tm}$
	$22,09 \cdot 0,520 = \underline{-11,49} \text{ To}$

Copertura

$$q \approx 7,00 \cdot 1,8 = \underline{12,60} \text{ Tm}^2$$

$$4,70^2 \cdot 12,60 = 278,3 \text{ Tm}$$

$$4,70 \cdot 12,60 = 59,2 \text{ To}$$

0 ,	$0,180 \cdot 278,3 = \underline{-50,0} \text{ Tm}$
	$1,00 \cdot 59,2 = \underline{+59,20} \text{ To}$
90° ,	$0,190 \cdot 278,3 = \underline{+52,8} \text{ Tm}$
	$0,24 \cdot 59,2 = \underline{+14,2} \text{ To}$
270° ,	$0,190 \cdot 278,3 = \underline{+52,8} \text{ Tm}$
	$0,24 \cdot 59,2 = \underline{+14,2} \text{ To}$

Spinta laterale - Rinfranco.

Posto $\tan^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right) \approx 0,250$ (valore basso a favore della stabilità) troviamo:

$$q' = \frac{7,00 + 16,00}{2} \cdot 1,80 \cdot \sim 0,250 \approx \underline{5,20} \text{ Tm}^2$$

quindi:

$$5,20 \cdot 4,70^2 = 114,87 \text{ Tm}$$

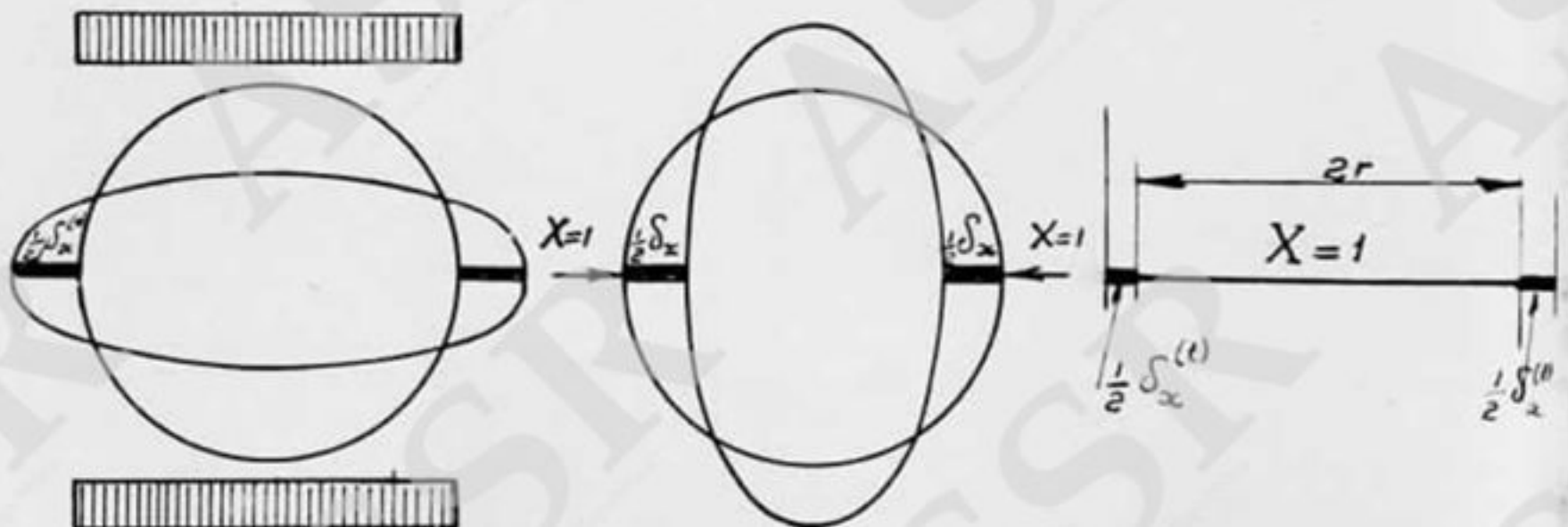
$$5,20 \cdot 4,70 = 24,44 \text{ To}$$

Questa dà, prendendo i valori della figura, dopo aver rotato gli assi di 90°

0°	$0,190 \cdot 114,87 = + 21,82 T_m$	$0,24 \cdot 24,44 = + 5,86 T_0$
90°	$0,180 \cdot 114,87 = - 20,67 T_m$	$1,00 \cdot 24,44 = + 24,44 T_0$
270°	$0,180 \cdot 114,87 = - 20,67 T_m$	$1,00 \cdot 24,44 = + 24,44 T_0$

Tirante.

Per ripartire e deattenuare i momenti introduciamo dei tiranti in corrispondenza al diametro orizzontale. Lo sforzo X nel tirante vale, con riferimento alle figure,



$$\delta_x^{(0)} - X \delta_x = X \delta_x^{(t)}$$

quindi

$$X = \frac{\delta_x^{(0)}}{\delta_x + \delta_x^{(t)}}$$

Or si ha con simboli notissimi:

$$\int_{\alpha}^{(0)} = \oint \frac{M^{(0)} M_x}{EJ} ds$$

$$\int_{\alpha} = \oint \frac{M_x^2}{EJ} ds$$

$$\int_{\alpha}^{(t)} = \frac{d}{E_f F_t} = \frac{2r}{E_f F_t}$$

quindi

$$X = \frac{\oint \frac{M_x M^{(0)}}{E_b J}}{\oint \frac{M_x^2}{E_b J} ds + \frac{2r}{E_f \cdot F_t}}$$

Poniamo, badando alle espressioni di M_x ed $M^{(0)}$ riportate nei diagrammi alle pag. 2, 4, 5, $M_x = r \cdot \rho$,

$M^{(0)} = r^3 \cdot \eta$ rispettivamente $M^{(0)} = r^2 \cdot q \cdot \xi$

$$\oint \frac{M_x M^{(0)}}{E_b J} ds = \frac{1}{E_b J} \cdot \left(\frac{r^4 \cdot \int \rho^2}{100} K_{x,\rho} \right. \\ \left. \frac{r^3 \cdot q}{100} K_{x,q} \right), \quad \frac{r^3 \cdot q'}{100} K_{x,q'}$$

$$\oint \frac{M_x^2}{E_b J} ds = \frac{1}{E_b J} \cdot \frac{r^2}{100} K_{x,\rho}$$

con

$$K_{x,\rho} = \oint \xi \eta \cdot ds, \quad K_{x,q} = \oint \xi \rho ds,$$

$$K_{x,q'} = \oint \xi \rho' ds, \quad K_{x,\rho} = \oint \xi^2 ds$$

dove $\bar{\rho}$ è legato a ρ della relazione

$$\bar{\rho}(\alpha) = \rho(\alpha + 90^\circ)$$

Con queste posizioni si ottiene, poichè $J = \frac{s^3}{12}$, con s spessore del tubo

$$X_{\alpha} = \frac{K_{\alpha, \alpha}}{K_{\alpha, \alpha}^2 + \frac{16.55 \cdot s^3}{n F_t \cdot r}} \cdot r \cdot f_{\alpha}$$

$$X_{\alpha, \alpha'} = \frac{K_{\alpha, \alpha'}}{K_{\alpha, \alpha'}^2 + \frac{16.55 \cdot s^3}{n F_t \cdot r}} \cdot \begin{matrix} r \cdot \alpha \\ r' \cdot \alpha' \end{matrix}$$

Calcolo dei coefficienti $K_{\alpha, \alpha}$, $K_{\alpha, \alpha}$, $K_{\alpha, \alpha}$, $K_{\alpha, \alpha}$

Sezione	ξ	$100 \cdot \xi^2$	η	ρ	$100 \cdot \xi \cdot \eta$	$100 \cdot \xi \cdot \rho$	$100 \cdot \xi \cdot \bar{\rho}$
90	-0,182	+1,656	+0,150	+0,190	-1,865	-1,729	-0,190
75	-0,165	+2,723	+0,130	+0,160	-2,145	-2,640	-0,160
60	-0,115	+1,323	+0,065	+0,100	-0,748	-1,150	-0,100
45	-0,035	+0,123	+0,030	-0,010	+0,105	+0,036	-0,010
30	+0,063	+0,462	-0,084	-0,100	-0,571	-0,680	+0,100
15	+0,189	+3,572	-0,122	-0,160	-2,306	-3,024	+0,160
0	+0,318	+5,056	-0,140	-0,190	-2,226	-3,021	+0,190
		14,915			-9,256	-12,209	12,209

Circonferenza divisa in 24 parti, quindi

$$\Delta s = \frac{2 \cdot 4,70 \cdot \pi}{24} = 1,24 \text{ m}$$

I valori sottoriportati danno coefficienti k a meno del fattore

$$\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{1,24}$$

Or troviamo

$$r^2 \cdot f_0 = 22^{\text{Tm}}$$

$$r \cdot q = 59,2^{\text{Tm}}$$

$$r \cdot q' = 24,44^{\text{Tm}}$$

Sicché avremo rilevando che

$$\frac{16,65 \cdot 5^3}{n \cdot F \cdot r} = \frac{16,55 \cdot 52,5^3}{10 \cdot 35 \cdot 470} = 14,60$$

$$X_0 = 32 \cdot \frac{9,256}{14,915 + \frac{14,60}{4 \cdot 1,24}} = +11,40$$

$$X_q = 59,2 \cdot \frac{12,209}{14,915 + \frac{14,60}{4 \cdot 1,24}} = +40,50$$

$$X_{q'} = 24,4 \cdot \frac{-12,209}{14,915 + \frac{14,60}{4 \cdot 1,24}} = -16,70$$

$$\underline{\underline{X = 35,20}}$$

I momenti dovuti al tirante sono quindi

$$0^\circ \quad 35,20 \cdot 4,70 \cdot 0,318 \quad = +39,40^{\text{Tm}}$$

$$90^\circ \quad 35,20 \cdot 4,70 \cdot 0,182 \quad = -22,50$$

$$270^\circ \quad 35,20 \cdot 4,70 \cdot -0,182 \quad = -22,50 \text{ Tm}$$

Sforzo sistematico nel tirante $S = 10 \text{ T}$ (da dare con tenditori)

$$0^\circ \quad 10,00 \cdot 4,70 \cdot 0,313 \quad = +15,42 \text{ T}^\circ$$

$$90^\circ \quad 10,00 \cdot 4,70 \cdot 0,182 \quad = -8,55 \text{ ,,}$$

$$270^\circ \quad 10,00 \cdot 4,70 \cdot -0,182 \quad = -8,55 \text{ ,,}$$

φ	M_0	S_0	M_2	S_2	M_q	S_q	M_q'	S_q'	M_{tot}	S	X_M	S_2	$10 \cdot M_2$	S_{10}
0°	-7,51	9,47	-15,57	-4,42	-50,0	+59,20	+21,82	+5,86	-51,26	70,11	+39,40	7	+15,42	7
90°	-13,36	7	+14,53	-11,49	+52,80	+14,20	-20,67	+24,44	+60,02	27,15	-22,50	+17,60	-8,55	5,00
270°	+16,73	7	+14,53	-11,49	+52,80	+14,20	-20,67	+24,44	+63,36	27,15	-22,50	+17,60	-8,55	5,00
													M_{tot}	S_{tot}
													+3,56	70,11
													+28,97	49,75
													+32,31	49,75

Verifica delle sollecitazioni

Sezione 0°

$$s = 52^5 \quad M = +15,42 - 7,51 = +7,91 \text{ Tm} \quad N = 9,47 \text{ T}$$

$$\mu = 0,50\% \quad \text{oppure} \quad M = +3,56 \text{ Tm} \quad N = 70,11 \text{ T}$$

$$\frac{M}{N \cdot d} = \frac{7,91}{9,47 \cdot 0,52^5} = 1,58$$

$$\alpha = 0,29^5 = 0,29 \cdot 52^5 = 15,23 \text{ cm}$$

$$\sigma_{be} = \frac{9470}{\frac{15,23 \cdot 100}{2} + \frac{10 \cdot 26,25}{15,23} (30,46 - 58,5)} = 25 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{fe} = 10 \cdot 25,0 \frac{50 - 15,2}{15,2} = 375,0 \text{ Kg/cm}^2$$

Nell'altro caso

$$\sigma_b < \frac{70110}{52,5 \cdot 100} + \frac{356000 \cdot 6}{52,5^2 \cdot 100} = 13,40 + 7,80 = \underline{21,10 \text{ Kg/cm}^2}$$

Tale buone condizioni servono perché qui particolarmente si fa sentire l'influenza del tirante. Esse sono particolarmente desiderabili, poiché si tratta di una parte assai delicata (attacchi dei tiranti)

Sezione 90°

$$s = 52,5 \text{ cm}$$

$$\mu = 0,80\%$$

$$M = 28,97 \text{ Tm}$$

$$N = 49,75 \text{ T}$$

$$\frac{28,97}{49,75 \cdot 0,525} = 1,10$$

$$\alpha = 0,385 \quad d = 20,20$$

$$\sigma_{be} = \frac{49750}{\frac{100 \cdot 20,20}{2} + \frac{10 \cdot 42,00}{20,20} \cdot (40,40 - 52^5)} = \underline{65 \text{ Kg/cm}^2}$$

$$\sigma_f = 14,65 \frac{50 - 20,20}{20,20} = \underline{960 \text{ Kg/cm}^2}$$

Sezione 270°

Prevediamo un leggero ingrossamento

$$s = 60 \text{ cm}$$

$$\mu = 0,75 \cdot 60 = 45,00$$

$$M = 32,31 \text{ Tm}$$

$$N = 49,75$$

$$\frac{M}{N \cdot s} = \frac{32,31}{49,75 \cdot 0,60} = 1,08$$

$$x = 0,37 \cdot 60 = 22,20$$

$$\sigma_{be} = \frac{49750}{\frac{100 \cdot 22,20}{2} + \frac{10 \cdot 45,00}{22,20} (44,4 - 60)} = 63,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{fe} = 10 \cdot 63,00 \frac{57,50 - 22,20}{22,20} = 720,00 \text{ kg/cm}^2$$

Tiranti

Sopportano uno sforzo per ml. di

$$35,20 \text{ T} + 10,00 \text{ T} = 45,20 \text{ T}$$

Ammissa una sollecitazione di 1600 kg/cm^2 trattandosi di acciaio ad alta resistenza, saranno necessari

$$\frac{45,20}{1,6} = \underline{\underline{28,20 \text{ cm}^2 \text{ m}^{-1}}}$$



N° 6155/4

Ferrobeton
Soc. Anon. Italiana
Roma

IN BASE ALLA LEGGE 7 NOVEMBRE 1946 N. 1950

SI DIFFIDA

DI RIPRODURRE IL PRESENTE DISEGNO di PASSARLO & TERZI

Serbatoi petrolio-Valona.

1^a Soluzione - Serbatoi di 2000 m³

diametro interno 20 m.

Calcoli statici

Premesse

I seguenti calcoli statici sono condotti secondo le vigenti prescrizioni ministeriali e si riferiscono al nostro disegno di progetto N° 6155/3.

Le massime sollecitazioni ammesse sono:

$$\sigma_{be} = 50 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{fe} = 1200 \text{ .}$$

Nelle superfici lambite dal liquido non si consentirà che il beton lavori a trazione con una sollecitazione unitaria superiore ai 15 kg/cm^2 valutata facendo astrazione del ferro.

Condizioni di carico.

I serbatoi verranno sottoposti alle seguenti condizioni di carico.

- Pieno di liquido $\gamma = 1,00$ (pensando al collaudo)
- Serbatoio vuoto sottoposto alle spinte della terra.
- Pieno di liquido + ricoprimento di m. 7,00 di terra

$$\gamma_{\text{terra}} = 1,8 \text{ T/m}^3 \quad \text{angolo } \varphi = 35^\circ$$

Descrizione.

Il serbatoio è di forma cilindrica, con pilastri interni di sezione circolare. Coperchio e fondo sono solai a funghi.

Il nostro calcolo tratta i seguenti elementi:

1° Solaio di copertura

2° Manto cilindrico

3° Pilastri

4° Fondo

1° Solaio di copertura.

Analisi dei carichi

coprimento di terra	$7,00 \cdot 1,8$	$= 12,6 \text{ T/mq}$
p.p. soletta	$0,30 \cdot 2,4$	$= 0,72$
Carico totale	p	$= 13,32 \text{ T/mq}$

Momenti flettenti.

Per la valutazione dei momenti flettenti ci serviamo delle tabelle del Lewe (vedi Lewe, Plzdechen 2. Auflage), valevoli per solai a funghi quadrati.

Per riportare il nostro caso di funghi circolari a quello contemplato dal Lewe, sarà sufficiente considerare il quadrato del cerchio.

Con riferimento al simbolismo adottato in figura a pag. 7 si ha.

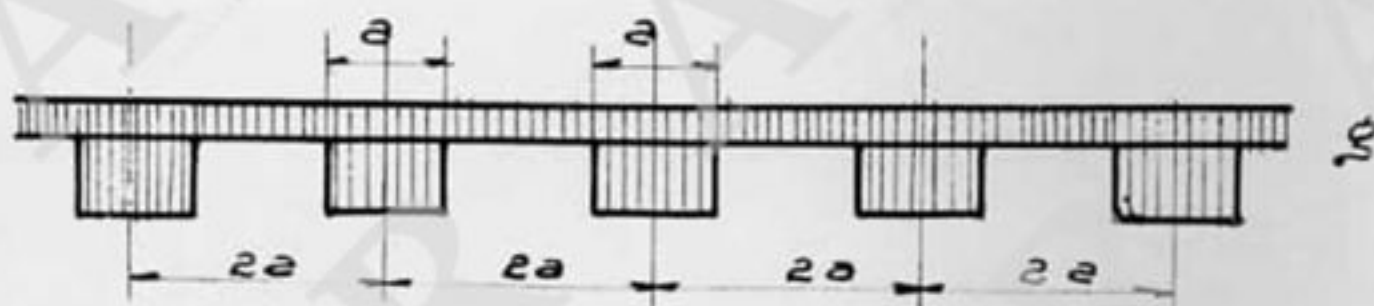
$$q_0^2 = 13,32 \cdot \left(\frac{2,85}{2} \right)^2 = 27,0 \text{ Tm}$$

e per un estensione di fungo pari a $2 \cdot 0,5$ a risultano i seguenti momenti riportati dal Lewe nelle sue tabelle e precisamente in pag. 79 del libro sopra indicato.

η	$f = 0,00$	0,25	0,5	0,75	1,00
0,00	$-0,1651 \cdot 270 = -4,45$	$-0,1228 \cdot 270 = -3,32$	0,00	$0,1228 \cdot 270 = +3,32$	$0,1651 \cdot 270 = +4,45$
0,25	$-0,154 = -4,16$	$-0,1149 = -3,1$	0,00	+3,1	+4,16
0,5	$-0,125 = -3,33$	$-0,0938 = -2,53$	0,00	+2,53	+3,33
0,75	$-0,096 = -2,6$	$-0,0727 = -1,96$	0,00	+1,96	+2,60
1,00	$-0,0649 = -2,3$	$-0,0647 = -1,75$	0,00	+1,75	+2,3

Per tener conto che la piastra è solidale col fungo secondo Lewy si addizionano ai carichi equilibrati ora considerati e precisamente:

Condizione di carico I



un'altra distribuzione (naturalmente pure equilibrata) come segue.

Condizione di carico II



I momenti dovuti a questa seconda distribuzione sono ⁵
 dati nella seguente tabella (vedi Lewe pag 104)

η	$\xi = 0.00$	0.25	0.5	0.75	1.00
0.00	$0,00972 \cdot 32 \cdot 47,6 = +18,4$	$-0,00017 \cdot 32 \cdot 27,0 = -0,147$	$-0,00267 = -2,31$	$-0,00169 = -1,46$	$0,00146 = -1,26$
0,25	$0,00648 = +5,6$	$-0,00015 = -0,13$	$-0,00162 = -1,32$	$-0,00131 = -1,14$	$-0,00125 = -1,08$
0,50	$0,00235 = +1,94$	$-0,00049 = -0,425$	$-0,00053 = -0,46$	$-0,0007 = -0,605$	$-0,00023 = -0,72$
0,75	$0,00093 = +0,805$	$0,00047 = +0,416$	$-0,00017 = +0,147$	$-0,00047 = -0,406$	$-0,00055 = -0,476$
1,00	$0,00064 = +0,555$	$0,00039 = +0,34$	$-0,0008 = -0,069$	$-0,00038 = -0,33$	$-0,00047 = +0,406$

Momenti totali $M_I + M_{II}$

η	$\xi = 0.00$	0.25	0.5	0.75	1.00
0,00	$-4,46 + 8,43 = +3,98$	$-3,32 - 0,147 = -3,47$	$-2,31$	$+3,32 - 1,46 = +1,86$	$+4,46 - 1,26 = +3,19$
0,25	$-4,16 + 5,6 = +1,44$	$-3,1 - 0,13 = -3,23$	$-1,32$	$+3,1 - 1,14 = +1,96$	$+4,16 - 1,08 = +3,08$
0,5	$-3,38 + 1,94 = -1,44$	$-2,53 - 0,42 = -2,95$	$-0,46$	$+2,53 - 0,6 = +1,93$	$+3,38 - 0,72 = +2,66$
0,75	$-2,6 + 0,805 = -1,80$	$-1,96 + 0,4 = -1,55$	$-0,147$	$+1,96 - 0,4 = +1,56$	$+2,6 - 0,47 = +2,13$
1,00	$-2,3 + 0,55 = -1,75$	$-1,75 + 0,34 = -1,41$	$-0,069$	$+1,75 - 0,33 = +1,42$	$+2,3 - 0,4 = +1,9$

Verifica delle sollecitazioni

Momento massimo positivo = + 3,19 Tm

$$h' = 28 = C_h \sqrt{\frac{319000}{100}} \quad C_h = 0,496$$

$$\sigma_{be} = 38 \text{ kg/cm}^2 \quad C_{fe} = 0,0018$$

$$f_e = 10,3 \text{ cm}^2 = 10 \phi 12$$

Momento massimo negativo (non sul funzo) = - 2,95 Tm

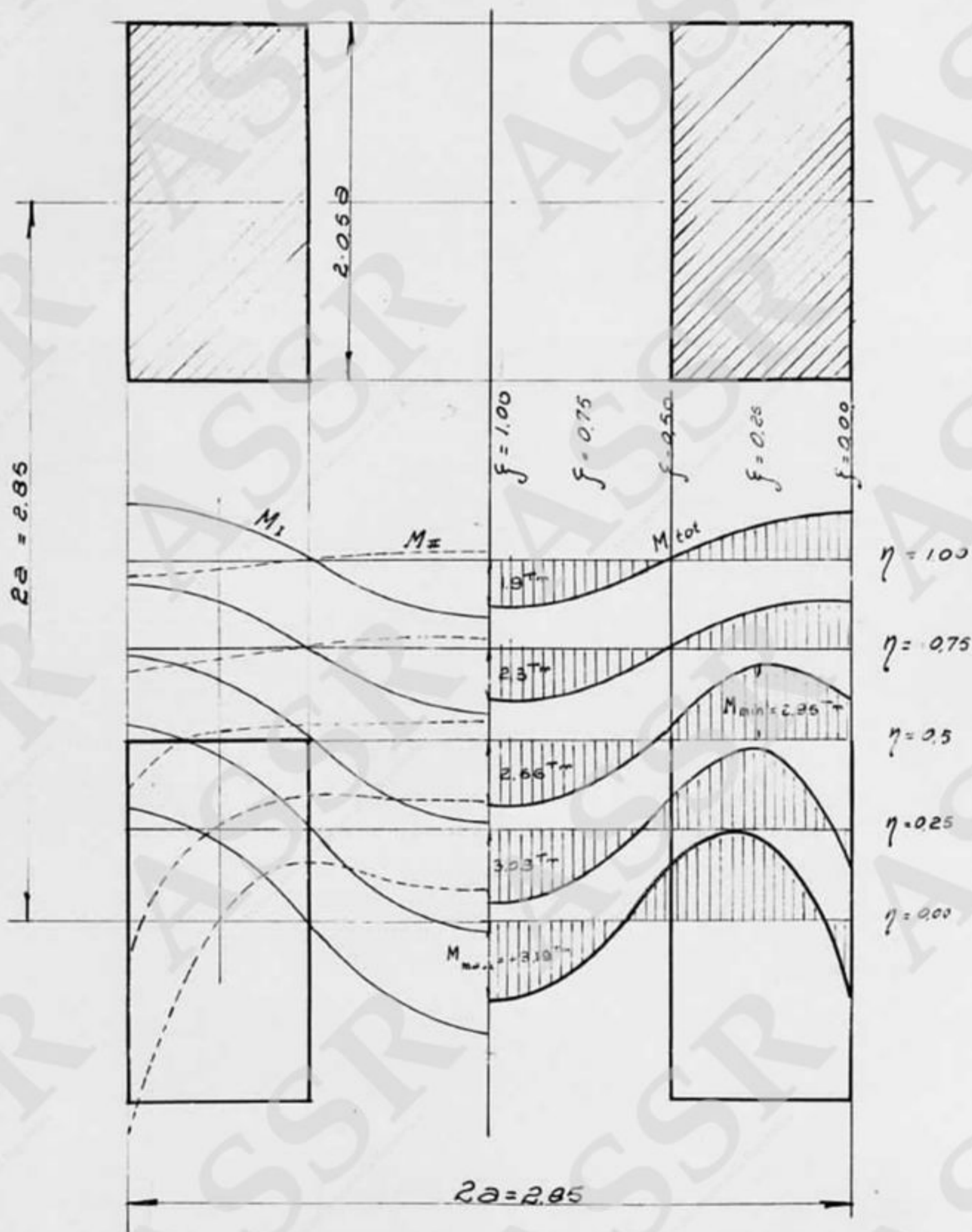
$$h' = 28 = C_h \sqrt{\frac{295000}{100}} \quad C_h = 0,515$$

$$\sigma_{be} = 36 \text{ kg/cm}^2 \quad C_{fe} = 0,00175$$

$$f_e = 9,5 \text{ cm}^2 = 10 \phi 12$$

Illustrazione grafica dei momenti.

$1\text{cm} = 2\text{Tm}$



2° Manto cilindrico.

La parete è solidale col coperchio e col fondo. Lavora orizzontalmente ad anello, e nel senso verticale a trave.

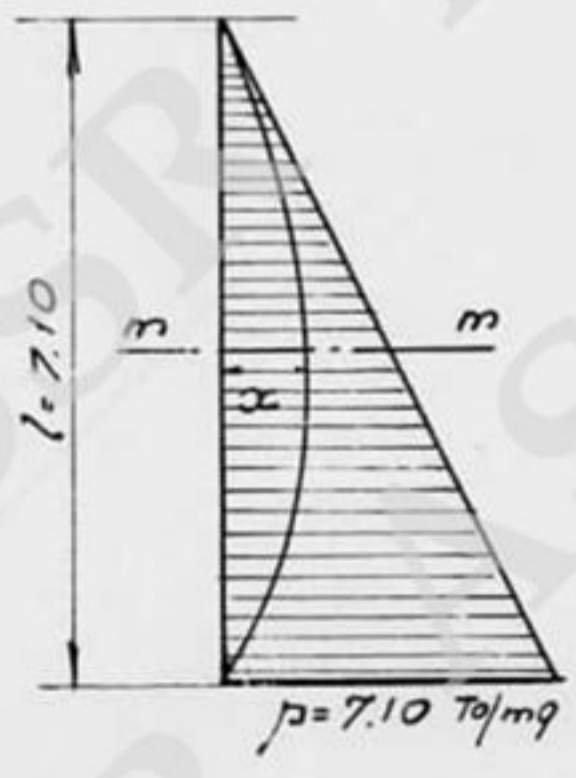
La ripartizione dei carichi:

diagramma parabolico sugli anelli e

diagramma effettivo meno il parabolico sulle travi

sarà condizionata dall'eguaglianza delle frecce d'inflexione negli anelli e nelle travi

Diagramma del carico.



Frecce elastiche nella sezione m-m.

per il carico triangolare nella trave verticale incastrata

$$\delta_0 = \frac{1}{768} \frac{p \cdot l^4}{EJ}$$

per il carico parabolico nella trave verticale incastrata

$$\delta_x = \frac{1}{443} \frac{\alpha l^4}{EJ}$$

Lo spostamento radiale della parete dovuto all'allungamento degli anelli sarà:

$$\text{sforzo di tensione negli anelli} = \alpha \cdot r$$

$$\text{allungamento degli anelli} =$$

$$\frac{\alpha \cdot r \cdot 2r \pi}{E \cdot d (1+n_{fe})} =$$

$$= \frac{2\pi r^2 \alpha}{E d (1+n_{fe})}$$

circonferenza dell'anello allungato

$$2\pi r \left(1 + \frac{r\alpha}{E d (1+n_{fe})}\right) = 2\pi (r + \delta_r)$$

$$r + \frac{r^2 \alpha}{E d (1+n_{fe})} = r + \delta_r$$

$$\delta_r = \frac{r^2 \alpha}{E d (1+n_{fe})}$$

Condizione dell'uguaglianza delle frecce

$$\delta_0 - \delta_\alpha = \delta_r$$

$$\frac{1}{768} \cdot \frac{p \cdot l^4}{EJ} - \frac{1}{443} \frac{\alpha l^4}{EJ} = \frac{r^2 \alpha}{E d (1+n_{fe})}$$

$$\alpha = \frac{\frac{1}{768} \cdot \frac{p l^4}{EJ}}{\frac{1}{443} \cdot \frac{l^4}{EJ} + \frac{r^2}{E d (1+n_{fe})}}$$

e introducendo i seguenti valori

$$p = 7.1 \text{ Tg/mg}$$

$$l = 7.1 \text{ m}$$

$$J = \frac{1}{12} \cdot 100 \cdot 0,35^3 = 0,0036 \text{ m}^4$$

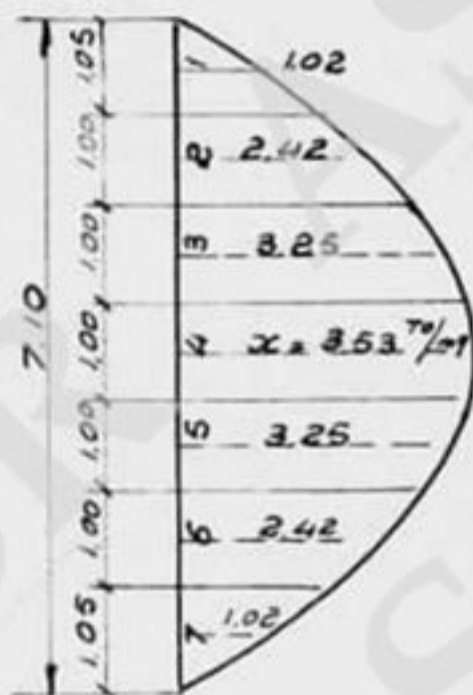
$$r = 10,175 \text{ m}$$

$$d(1+n\gamma_e) = 0,35 \left(1 + 15 \frac{1,5}{100} \right) - 0,35 \cdot 1,225 = 0,43 \text{ m}$$

$$\alpha = \frac{\frac{1}{768} \cdot \frac{7,1 \cdot 7,1^4}{0,0036}}{\frac{1}{443} \cdot \frac{7,1^4}{0,0036} + \frac{10,175^2}{0,43}} = 3,53 \text{ } \tau_0/\text{mq}$$

Valutata in tal guisa l'iperstatica α procediamo al calcolo di stabilità

Anelli orizzontali.



Striscia	Tensione T_0	sezione ferro con $\sigma = 1200 \text{ kg/cm}^2$
1	$10,175 \cdot 1,02 \cdot 1,05 = 11,10$	9,25 cm ²
2	$10,175 \cdot 2,42 \cdot 1,00 = 24,60$	20,50 "
3	$10,175 \cdot 3,25 \cdot 1,00 = 33,10$	27,60 "
4	$10,175 \cdot 3,53 \cdot 1,00 = 36,0$	30,00 "
5	33,1	27,60 "
6	24,6	20,50 "
7	11,1	9,25 "

Trave verticale incastrata.

Per disegnare il diagramma dei momenti provocati nelle parti considerandone il funzionamento a trave, determiniamo il diagramma dovuto al carico triangolare e deduciamo quello dovuto al carico parabolico.

Carico triangolare

L'espressione del momento è raffigurata dalla formula:

$$M_h = \frac{p_h l^2}{60} \left(-2 + 9 \frac{x}{l} - 10 \left(\frac{x}{l} \right)^3 \right)$$

$\frac{x}{l}$	M	M
0	$7,1 \cdot 7,1^2 \cdot \frac{1}{60} (-2)$	$= - 11,94 \text{ Tm}$
0,2	$5,97 (-2 + 9 \cdot 0,2 - 10 \cdot 0,2^3)$	$= - 1,67 \text{ ,,}$
0,4	$5,97 (-2 + 9 \cdot 0,4 - 10 \cdot 0,4^3)$	$= + 5,72 \text{ ,,}$
0,5	$5,97 (-2 + 9 \cdot 0,5 - 10 \cdot 0,5^3)$	$= + 7,45 \text{ ,,}$
0,6	$5,97 (-2 + 9 \cdot 0,6 - 10 \cdot 0,6^3)$	$= + 7,40 \text{ ,,}$
0,8	$5,97 (-2 + 9 \cdot 0,8 - 10 \cdot 0,8^3)$	$= + 0,537 \text{ ,,}$
1,0	$5,97 (-2 + 9 \cdot 1,0 - 10 \cdot 1,0^3)$	$= - 17,90 \text{ ,,}$

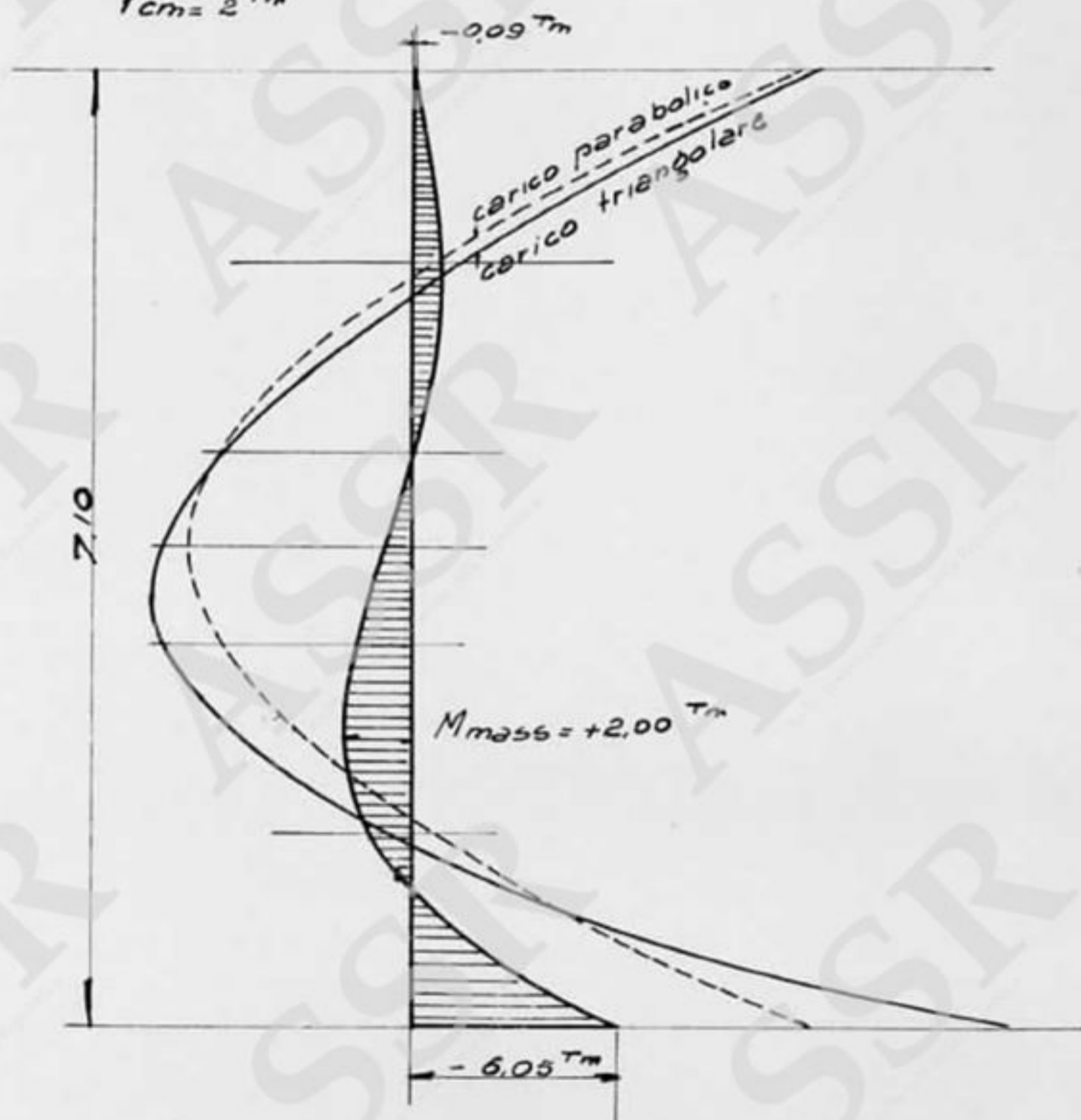
Carico parabolico.

$$M_h = \frac{p_m l^2}{15} \left(-10 \left(\frac{x}{l} \right)^3 + 5 \left(\frac{x}{l} \right)^4 + 5 \left(\frac{x}{l} \right) - 1 \right)$$

$\frac{x}{l}$	M	M
0	$\frac{3.53 \cdot 71^2}{15} (-1)$	$= -11.85 T_m$
0.2	$11.85 (-10 \cdot 0.2^3 + 5 \cdot 0.2 + 5 \cdot 0.2 - 1) = -0.854 \cdot$	
0.4	$11.85 (-10 \cdot 0.4^3 + 5 \cdot 0.4 + 5 \cdot 0.4 - 1) = +5.80 \cdot$	
0.5	$11.85 (-10 \cdot 0.5^3 + 5 \cdot 0.5^4 + 5 \cdot 0.5 - 1) = +6.65 \cdot$	

Diagramma dei momenti.

1 cm = 2 Tm



2° Serbatoio vuoto e sottoposto alla spinta della terra.

Diagrammi dei carichi.

Spinta della terra a $\nabla - 7.30 =$

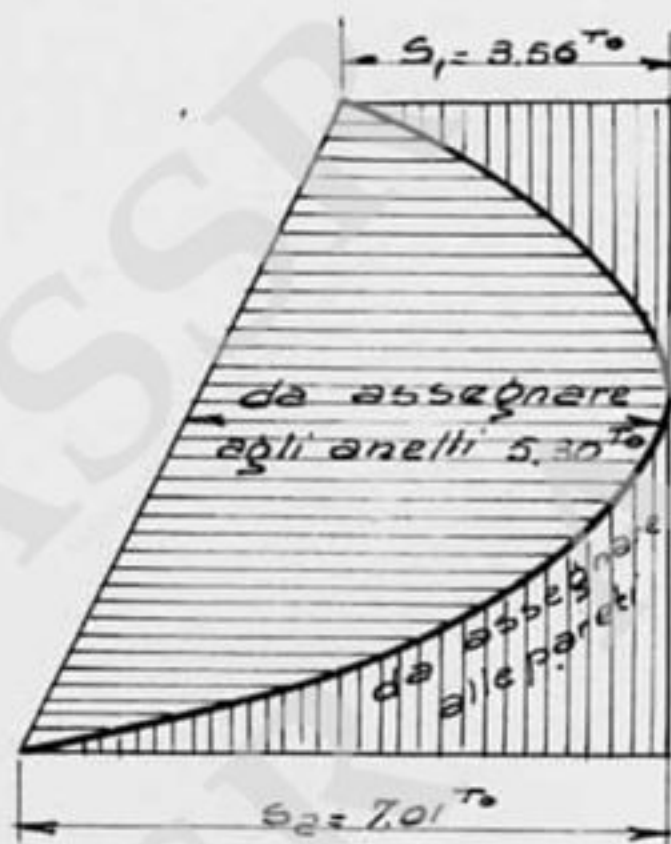
$$\gamma = 1.8 \quad \varphi = 35^\circ$$

$$S_1 = \gamma h \cdot \frac{1}{2} \left(95 - \frac{\varphi}{2} \right) =$$

$$= 1.8 \cdot 7.3 \cdot 0.271 = 3.56 \text{ To/mq}$$

Spinta della terra a $\nabla - 14.40$

$$S_2 = 1.8 \cdot 14.4 \cdot 0.271 = 7.01 \text{ To/mq}$$



Con analogo procedimento a quello seguito per l'ipotesi di carico precedente, valutiamo le aliquote assorbite separatamente dalle compressioni degli anelli orizzontali e dalle flessioni delle pareti.

La freccia per il carico trapezoidale si ottiene come somma delle due frecce dovute a carichi triangolari

$$f_0^1 = \frac{3,56 \cdot 7,1^4}{768 EJ} = \frac{11,8}{EJ}$$

$$f_0^2 = \frac{7,01 \cdot 7,1^4}{768 EJ} = \frac{23,2}{EJ}$$

La freccia per il carico parabolico α

$$f_0^{\alpha} = \frac{\alpha \cdot 7,1^4}{443 EJ} = \frac{5,72 \cdot \alpha}{EJ}$$

La freccia della trave incastrata sar  in definitiva

$$f_0 = f_0^1 + f_0^2 - f_0^{\alpha}$$

$$f_0 = \frac{11,8}{EJ} + \frac{23,2}{EJ} - \frac{5,72 \alpha}{EJ}$$

$$f_0 = \frac{35}{EJ} - \frac{5,72 \alpha}{EJ}$$

L'accorciamento radiale per il carico parabolico α sugli anelli   gi  stato valutato nella pag. 9

$$f_r = \frac{r^2 \alpha}{Ed(1+n\eta_e)} = \frac{10,175^2 \cdot \alpha}{E \cdot 0,43}$$

Dall'uguaglianza delle frecce risulta

$$f_0 = f_r = \frac{35}{EJ} - \frac{5,72 \alpha}{EJ} = \frac{10,175^2 \cdot \alpha}{E \cdot 0,43}$$

$$\alpha = \frac{\frac{35}{J}}{\frac{10,175^2}{0,43} + \frac{5,72}{J}} = \frac{35}{\frac{10,175^2}{0,43} J + 5,72}$$

$$\alpha = \frac{35}{\frac{10,175^2}{0,43} \cdot 0,0036 + 5,72} = 5,3 \text{ } T_0/mq$$

Valutata in tal guisa l'iperstatica α procediamo al calcolo di stabilità

Anelli orizzontali.

La sezione maggiormente compressa è quella di mezzeria, nella quale abbiamo una pressione complessiva per la striscia unitaria di 1,00 m

$$P = \alpha \cdot r = 5,3 \cdot 10,25 = 54,2 T_0$$

e la sollecitazione interna unitaria del calcestruzzo risulta

$$\sigma_{bc} = \frac{54,200}{100 \cdot 35} = 15,6 \text{ } kg/cm^2$$

Trave verticale incastrata.

Momenti dovuti al carico trapezoidale.

Si deducano per proporzionalità da quelli determinati valutati. (pag. 11)

Si ottiene la seguente tabella

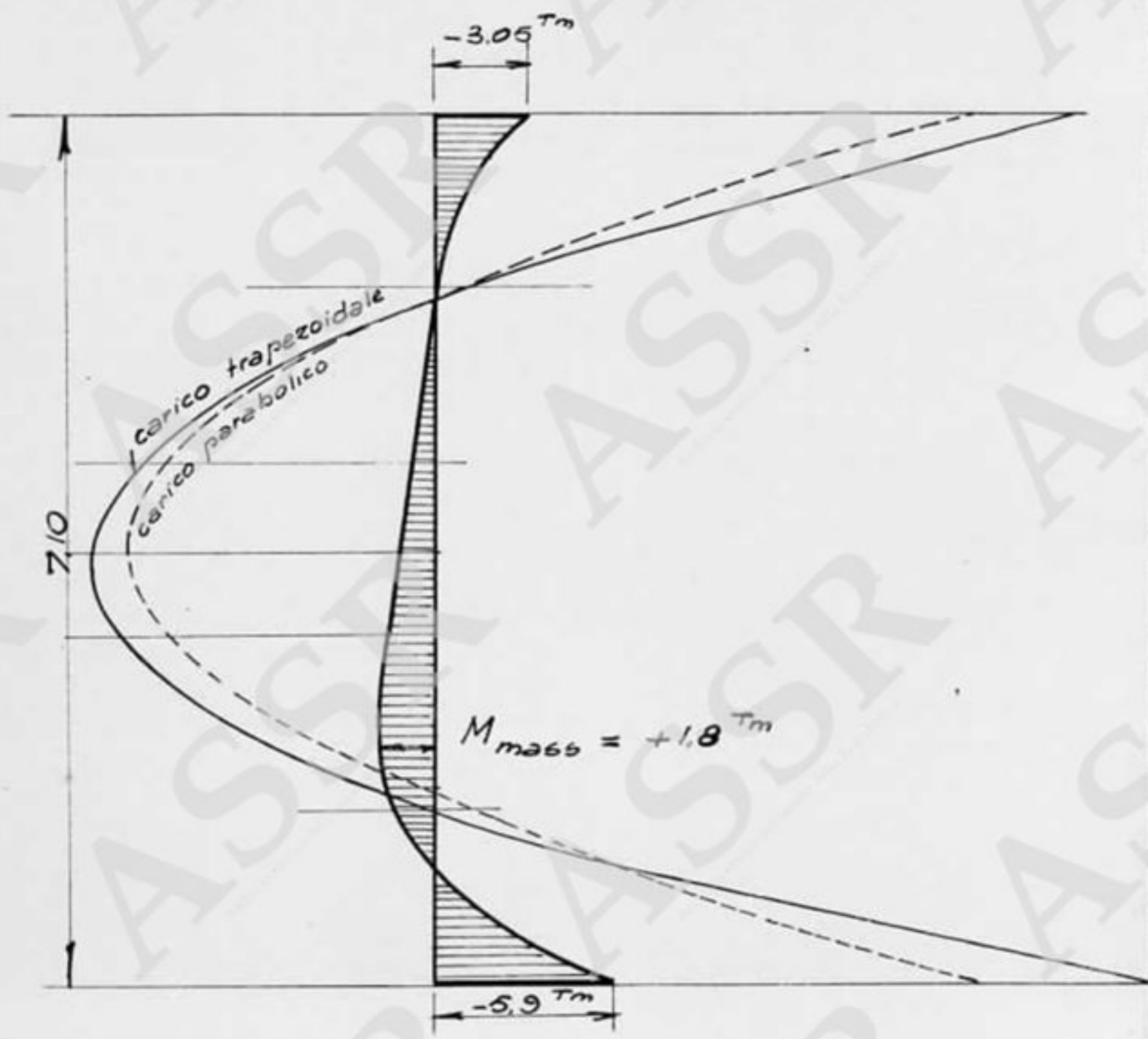
$\frac{x}{l}$	M_2	M_1	$M_{tot} = M_2 + M_1$
0	$\frac{7,01}{7,10} - 11,94 = -11,85$	$\frac{3,56}{7,10} - 17,9 = -9,0$	$-20,85 \text{ Tm}$
0,2	$-1,67 = -1,65$	$+0,537 = +0,27$	$-1,38 \text{ "}$
0,4	$+5,72 = +5,67$	$+7,4 = +3,71$	$+9,38 \text{ "}$
0,5	$+7,45 = +7,38$	$+7,45 = +3,75$	$+11,13 \text{ "}$
0,6	$+7,4 = +7,31$	$+5,72 = +2,88$	$+10,19 \text{ "}$
0,8	$+0,537 = +0,53$	$-1,67 = -0,84$	$-0,31 \text{ "}$
1,00	$-17,9 = -17,7$	$-11,94 = -6,00$	$-23,70 \text{ "}$

Momenti dovuti al carico parabolico. (vedi pag. 11)

0	$\frac{5,36}{3,53} - 11,85$	$= -1,78 \text{ Tm}$
0,2	$-0,854$	$= -1,28 \text{ "}$
0,4	$+5,8$	$= +8,70 \text{ "}$
0,5	$+6,65$	$= +10,00 \text{ "}$

Diagramma dei momenti flettenti nella parete.

$1\text{ cm} = 2\text{ Tm}$



Verifica delle sollecitazioni di flessione sulle pareti.

Sezione in sommità.

Momento massimo negativo (pressione esterna) = $-3,05^T$

$$h' = 33 = C_h \sqrt{\frac{305000}{100}} \quad C_h = 0,600$$

$$\sigma_{be} = 30 \text{ kg/cm}^2 \quad C_{fe} = 0,00150$$

$$f_e = 8,3 \text{ cm}^2 = 2\phi 16 + 4\phi 12$$

Sezione in mezzeria.

Momento massimo positivo (pressione esterna) = $+1,80^T$

$$h' = 32 = C_h \cdot \sqrt{\frac{180000}{100}} \quad C_h = 0,75$$

$$\sigma_{be} = 23 \text{ kg/cm}^2 \quad C_{fe} = 0,0012$$

$$f_e = 5,1 \text{ cm}^2 = 2\phi 12 + 2\phi 14$$

Momento massimo negativo (pressione interna) = $-2,00^T$

$$h' = 32 = C_h \sqrt{\frac{200000}{100}} \quad C_h = 0,715$$

$$\sigma_{be} = 25 \text{ kg/cm}^2 \quad C_{fe} = 0,00125$$

$$f_e = 5,6 \text{ cm}^2 = 2\phi 12 + 2\phi 16$$

Sezione sul fondo

Momento massimo negativo (pressione esterna) = $-5,9 Tm$

$h = 47 = C_h \sqrt{\frac{590000}{100}} \quad C_h = 0,610$

$\sigma_{be} = 30 \text{ kg/cm}^2 \quad C_{fe} = 0,0015$

$f_e = 11,5 \text{ cm}^2 = 2\phi 16 + 2\phi 12 + 4\phi 14$

Momento massimo positivo (pressione interna)

$M = 6,05 Tm$

$h = 47 = C_h \sqrt{\frac{605000}{100}} \quad C_h = 0,6$

$\sigma_{be} = 30 \text{ kg/cm}^2 \quad C_{fe} = 0,0015$

$f_e = 11,7 \text{ cm}^2 = 4\phi 16 + 4\phi 12$



Particolare dell'armatura
in ferro del manto
cilindrico.

3° Pilastri.

Il carico che incide su ogni pilastro è il seguente:

Reazione copertura

$$P = 2,85^2 \cdot 13,32 = 108 \text{ T}_0$$

$$\text{p.p. pilastro } \frac{0,55 \pi \cdot 7,1 \cdot 2,4}{4} = 4 \text{ "}$$

$$P = 112 \text{ T}_0$$

Sollecitazioni nel beton

$$\sigma_{be} = \frac{112000}{\left(\frac{55}{2}\right)^2 \pi} = 47,2 \text{ kg/cm}^2$$

4° Platea di fondazione.

Portiamo in conto nelle valutazioni dei momenti flettenti nella platea, l'elasticità del terreno.

Interasse dei pilastri $l = 2,85$

Costante di elasticità del terreno

$$C = 3,0 \text{ kg/cm}^3$$

$$E = 2 \cdot 10^5 \text{ kg/cm}^2$$

$d =$ spessore della platea $= 50 \text{ cm}$.

valutiamo la costante

$$\lambda_c = \sqrt[4]{\frac{4EJ}{C}}$$

per $J = \frac{0,5^3 \cdot 1,0}{12} = 10400 \text{ cm}^3$

$$\lambda_c = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 10400}{3}} = 230 \text{ cm}$$

Il diagramma dei momenti è dato dalla relazione

$$M\left(\frac{x}{\lambda}\right) = \frac{\lambda}{4} \sum_{0}^n P_i \cdot \frac{x - f_i}{\lambda_0} \cos\left(\frac{x - f_i}{\lambda}\right) \sin\left(\frac{x - f_i}{\lambda}\right)$$

Nella figura che segue si è disegnata la curva, che a meno d'un coefficiente coincide colle linee d'influenza del momento flettente.

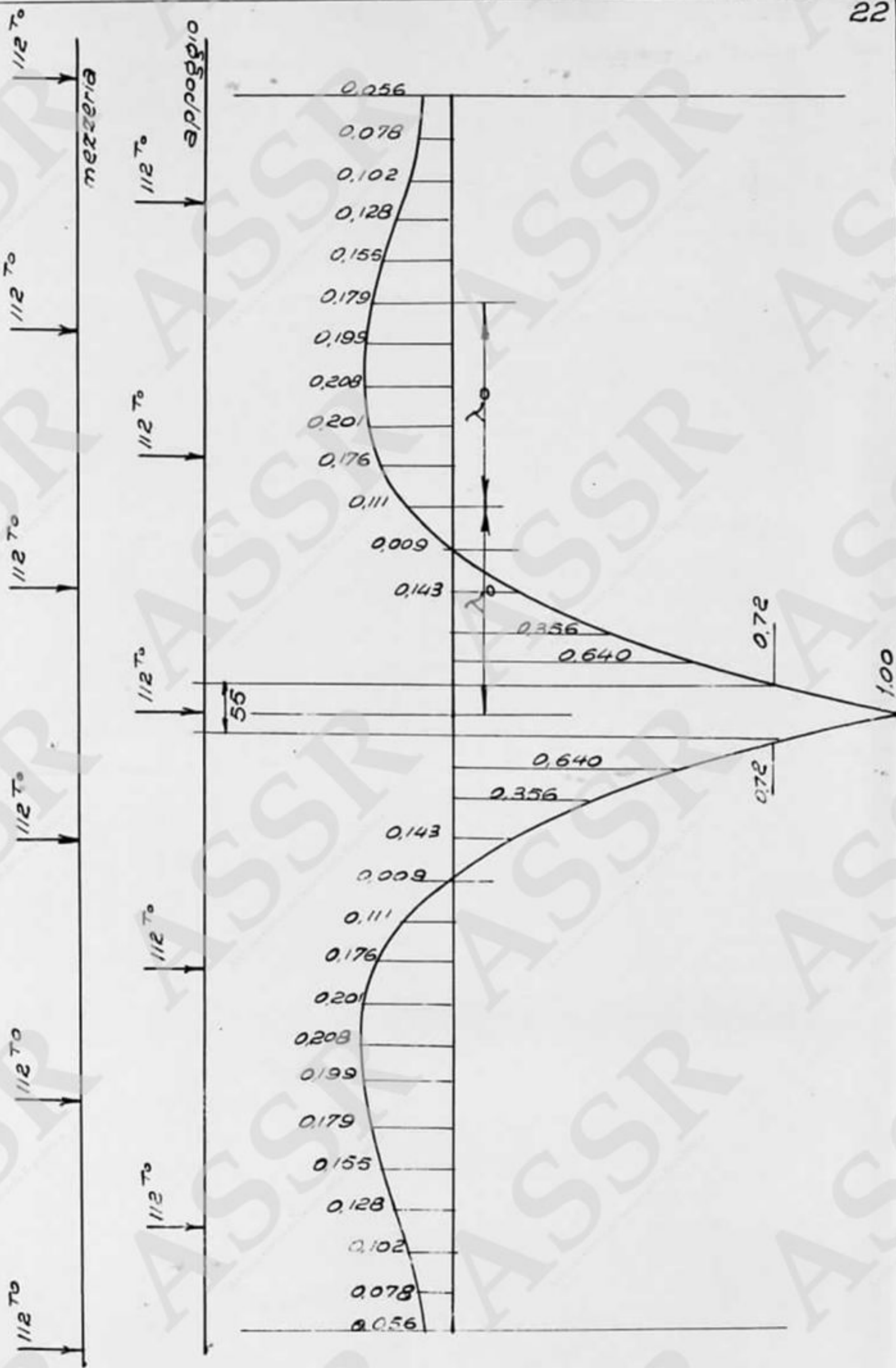
Valutiamo i momenti in mezzeria e all'appoggio, nota la disposizione dei carichi.

Le ordinate della curva corrispondono al valore

$$\eta = e \left(\frac{-x - f_i}{\lambda_0} \right) \cdot \cos\left(\frac{x - f_i}{\lambda}\right) - \sin\left(\frac{x - f_i}{\lambda}\right)$$

ed il valore del momento sarà:

$$M = \frac{\lambda}{4} P \cdot \sum \eta$$



Momento nell'appoggio.

$$M = \frac{2,30}{4} \cdot 112 \left\{ 0,72 - 2(0,181 + 0,115 + 0,03) \right\}$$

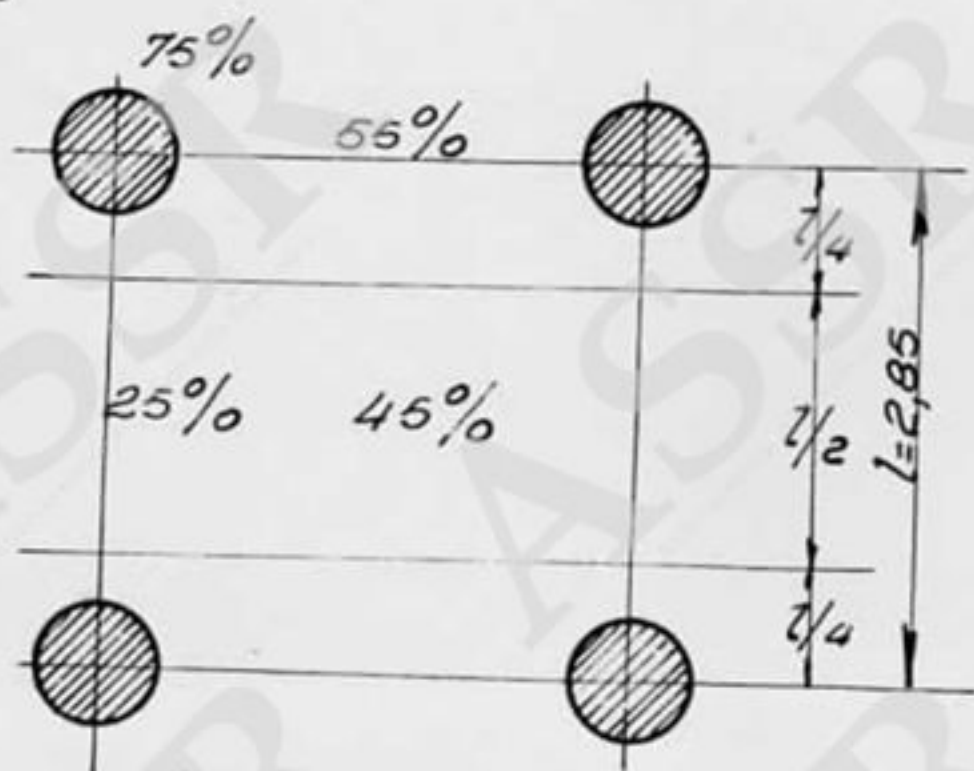
$$M = -4,36 \text{ Tm}$$

Momento in mezzeria

$$M = \frac{2,30}{4} \cdot 112 \cdot 2 (0,140 - 0,190 - 0,05)$$

$$M = +12,9 \text{ Tm}$$

I momenti così valutati competono una striscia larga m. 2,85



Divisa la zona tra quattro pilastri in striscie delle dimensioni in figura si ha:

Striscia sui pilastri

$$\text{Appoggio} \quad M = \frac{75}{100} \cdot 4,36 \cdot \frac{1}{1,425} = -2,3 \text{ Tm}$$

$$\text{Mezzeria} \quad M = \frac{55}{100} \cdot 12,9 \cdot \frac{1}{1,425} = -5,0 \text{ Tm}$$

Striscia tra i pilastri

$$\text{Appoggio} \quad M = \frac{25}{100} \cdot 4,36 \cdot \frac{1}{1,425} = 0,755 \text{ "}$$

$$\text{Mezzeria} \quad M = \frac{45}{100} \cdot 12,9 \cdot \frac{1}{1,425} = 4,080 \text{ "}$$

Verifica delle sollecitazioni.

Mezzeria - Striscia sui pilastri

$$M = -5,0 \text{ Tm}$$

$$h' = 47 = C_h \cdot \sqrt{\frac{500000}{100}} \quad C_h = 0,665$$

$$\sigma_{be} = 27 \text{ kg/cm}^2 \quad C_{fe} = 0,00135$$

$$f_e = 9,55 \text{ cm}^2$$

Appoggio - Striscia sui pilastri.

$$M = -2,3 \text{ Tm}$$

(assumiamo lo spessore della piastra)

$$h' = 47 = C_h \cdot \sqrt{\frac{230000}{100}} \quad C_h = 0,98$$

$$\sigma_{be} = < 20 \text{ kg/cm}^2 \quad C_{fe} = 0,001$$

$$f_e = 4,8 \text{ cm}^2$$

Pressione massima sul terreno.

$$\text{Carico trasmesso dai pilastri} = \frac{112}{2.85^2} = 1.38 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Carico del liquido} = 6.3 \cdot 1.0 = 0.65$$

$$\text{Platea di fondazione} = 0.5 \cdot 2.4 = 0.12$$

$$p = 2.15 \text{ kg/cm}^2$$
