30. B. VISINTIN. — Impianto per la produzione e distribuzione di acqua distillata nell'Istituto Superiore di Sanità.

Riassunto. — Viene descritto un impianto di produzione e distribuzione di acqua distillata, attuato nell'Istituto Superiore di Sanità.

Résumé. — On décrit l'installation de production et de distribution d'eau distillée comme on l'a réalisée à l'Istituto Superiore di Sanità.

Summary. — The author describes the installation for the production and distribution of distilled water which is in operation in the Istituto Superiore di Sanità.

Zusammenfassung. — Beschrieben wird eine Anlage zur Herstellung und Verteilung von destilliertem Wasser, die im Istituto Superiore di Sanità aufgestellt worden ist.

In conseguenza del notevole consumo di acqua distillata da parte dei Laboratori e dei vari Reparti dell'Istituto Superiore di Sanità, ebbi l'incarico di disciplinare il servizio relativo alla sua produzione e distribuzione mediante lo studio e la realizzazione di un impianto di adeguata potenzialità.

Si rendeva pertanto necessario un circuito, capace di alimentare otto piani del fabbricato, entro il quale il flusso dell'acqua doveva essere sollecitato preferibilmente per gravità.

A tale scopo, venne scelto un locale nella parte più elevata dell'edificio e precisamente nella torre destra del medesimo, per installarvi la centrale di produzione.

Tale impianto, portato a termine nel 1951 ed entrato immediatamente in funzione, è ora in grado di soddisfare, con un buon margine di sicurezza, il fabbisogno in acqua distillata dell'Istituto suddetto e di consentire l'accumulo della medesima per consumi di eccezionale entità (Fig. 1).

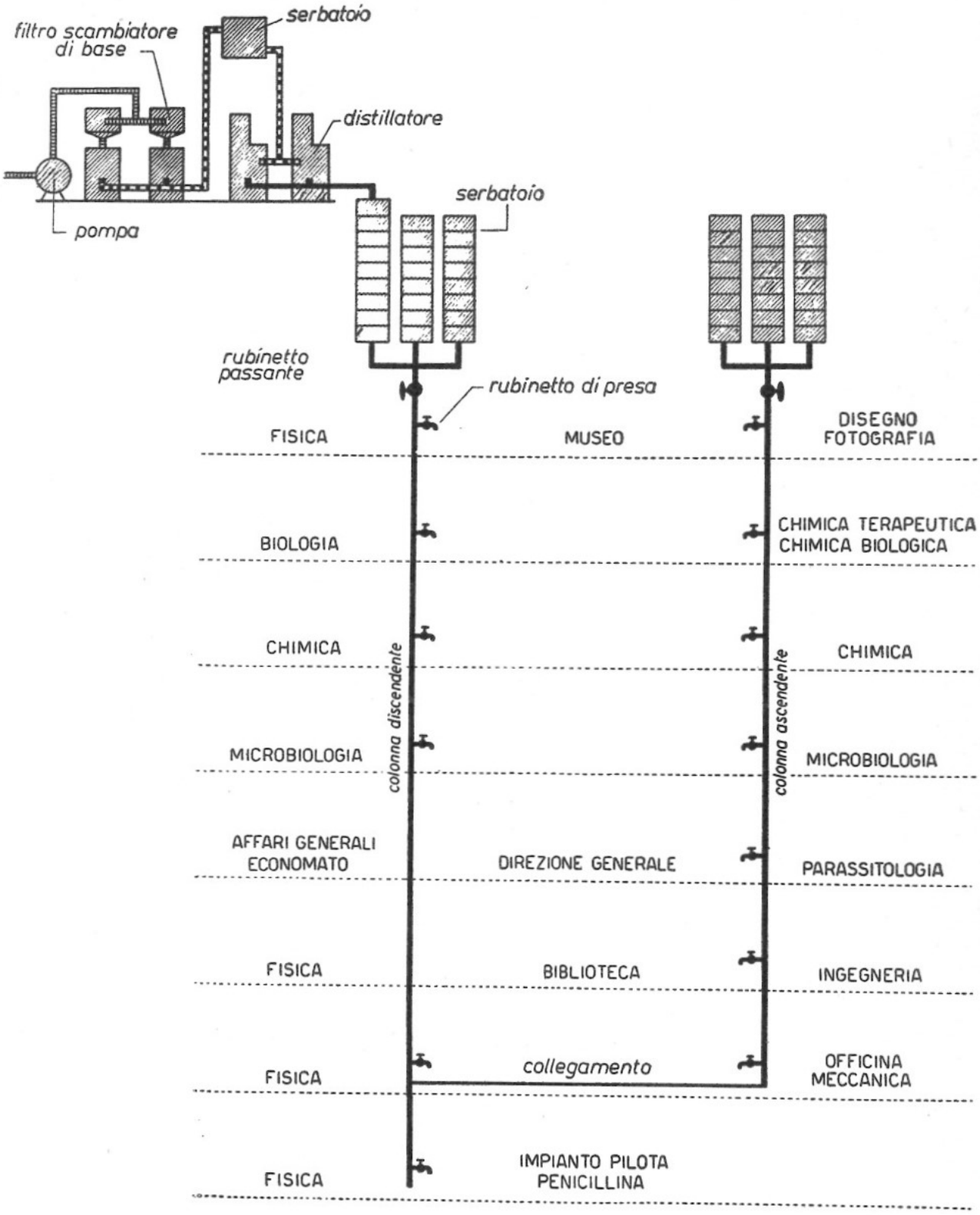

Fig. 1. — Schema d'insieme dell'impianto di produzione e di distribuzione dell'acqua distillata.

CENTRALE DI PRODUZIONE DI ACQUA DISTILLATA

E' ubicata in un locale della superficie di m^2 18,5 e dell'altezza di m 3,83. In esso sono installati:

1) Due elettropompe centrifughe della portata di 25 l/s e della prevalenza di 15 metri.

2) Due filtri di resina, scambiatrice di basi, collegati in serie ed in parallelo, ciascuno dei quali è in grado di annullare la durezza, dopo rigenerazione con cloruro di sodio, di 1500 litri di acqua della rete cittadina (Fig. 2).

3) Due distillatori Ponzini, alimentati con acqua priva di durezza e dotati ciascuno della capacità di produrre circa 50 litri di acqua distillata (Fig. 3) .

4) Due recipienti in vetro, ciascuno della capacità di circa 30 litri, nei quali si raccoglie l'acqua distillata che poi si scarica nel circuito di raccolta e di distribuzione ad intervalli di circa 40 minuti.

Il locale è inoltre corredato da un quadro elettrico dotato di un commutatore, di un telesalvamotore e di un interruttore; vi è pure un armadio attrezzi, un lavabo con l'acqua fornita da un serbatoio estraneo a quello che alimenta i distillatori, un dispositivo atto ad espellere i vapori che si accumulassero nell'ambiente.

La tubazione che adduce l'acqua al distillatore è in ferro zincato, quella che effettua l'allontanamento delle acque di scarico è in piombo. I circuiti idrici ed elettrici sono stati realizzati in maniera da consentire il funzionamento indipendente o contemporaneo dei due distillatori (Fig. 4).

Tenuto conto che ciascun distillatore, dotato della quantità normale di acqua, pesa circa 750 Kg, si è ritenuto necessario creare un solido basamento mediante due travi di ferro, scostate dal pavimento e poggianti su due muri portanti: in tal modo, si è voluto anche evitare la trasmissione di vibrazioni al solaio sottostante causate dagli apparecchi distillatori durante il loro funzionamento.

L'acqua bruta che viene utilizzata per la produzione di quella distillata presenta le seguenti caratteristiche:

Conducibilità elettrica specifica a 18° (K_{18})	=	$4,286 \times 10^{-4}$
Acidità attuale (pH)	=	7,72
Alcalinità (cm^3 di HCl N/10 consumato per litro di acqua)	=	61
Sostanze organiche (ossigeno consumato per litro di acqua)	=	0,0000792

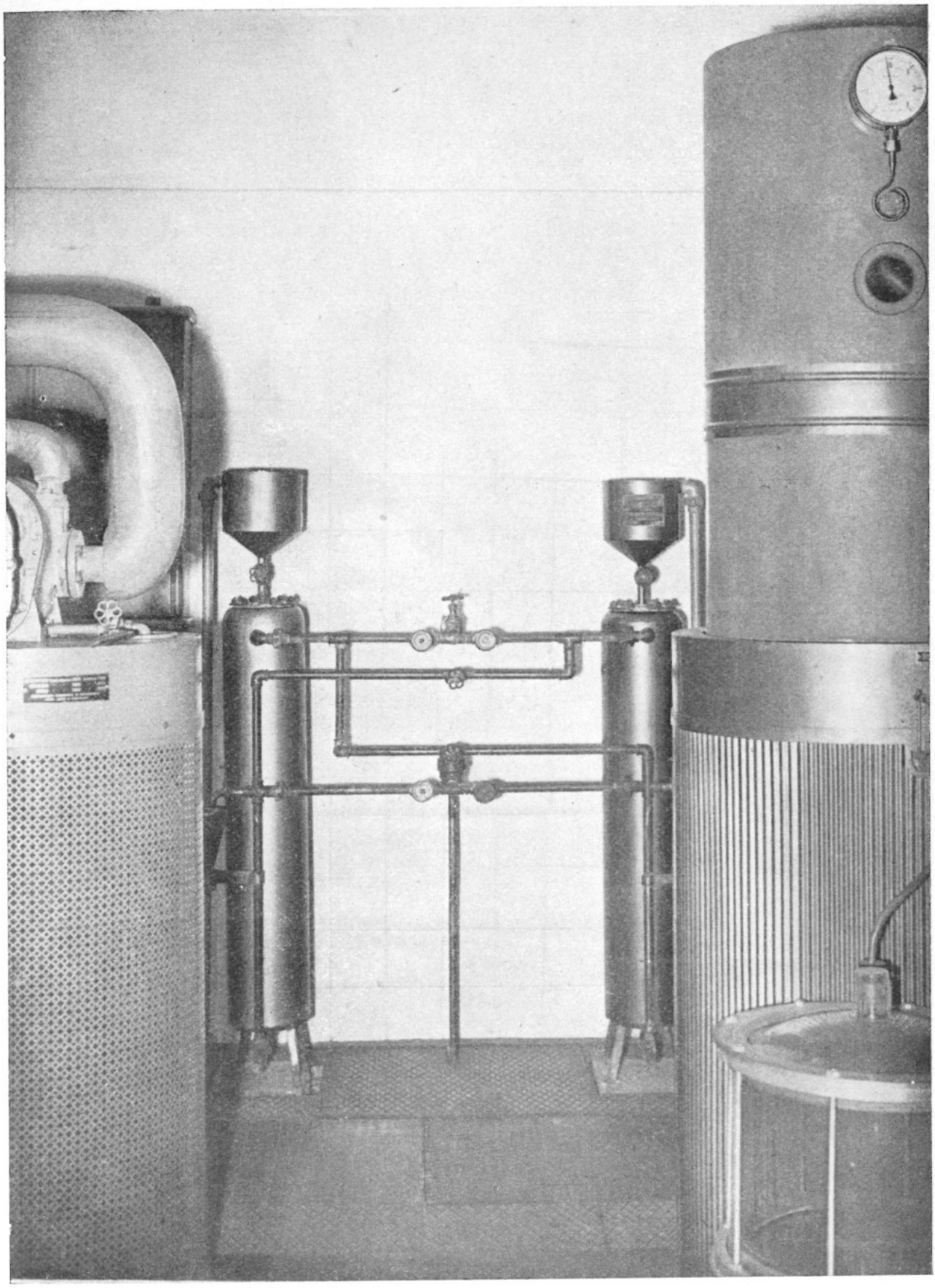

Fig. 2. — Filtri a scambio di basi e veduta parziale dei due distillatori.

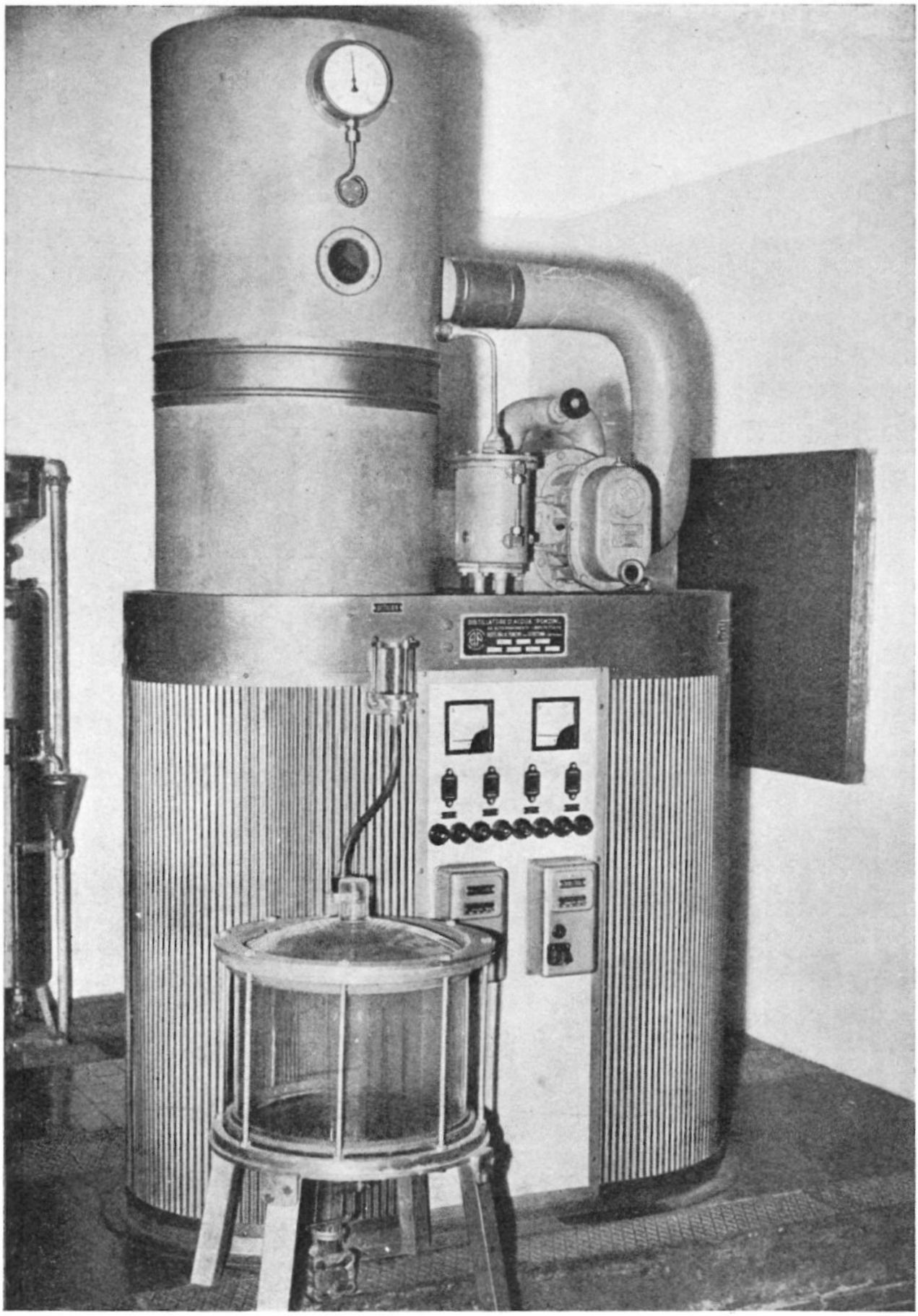

Fig. 3. — Uno dei distillatori.

Durezza totale (in gradi francesi)	=	29,79
Ione calcio	=	0,0855 g/l
Ione magnesio	=	0,0205
Ione cloro	=	0,0070
Ione idrocarbonico	=	0,3722
Ione solforico	=	0,0085
Ione ammonico	=	assente
Cloro libero	=	assente

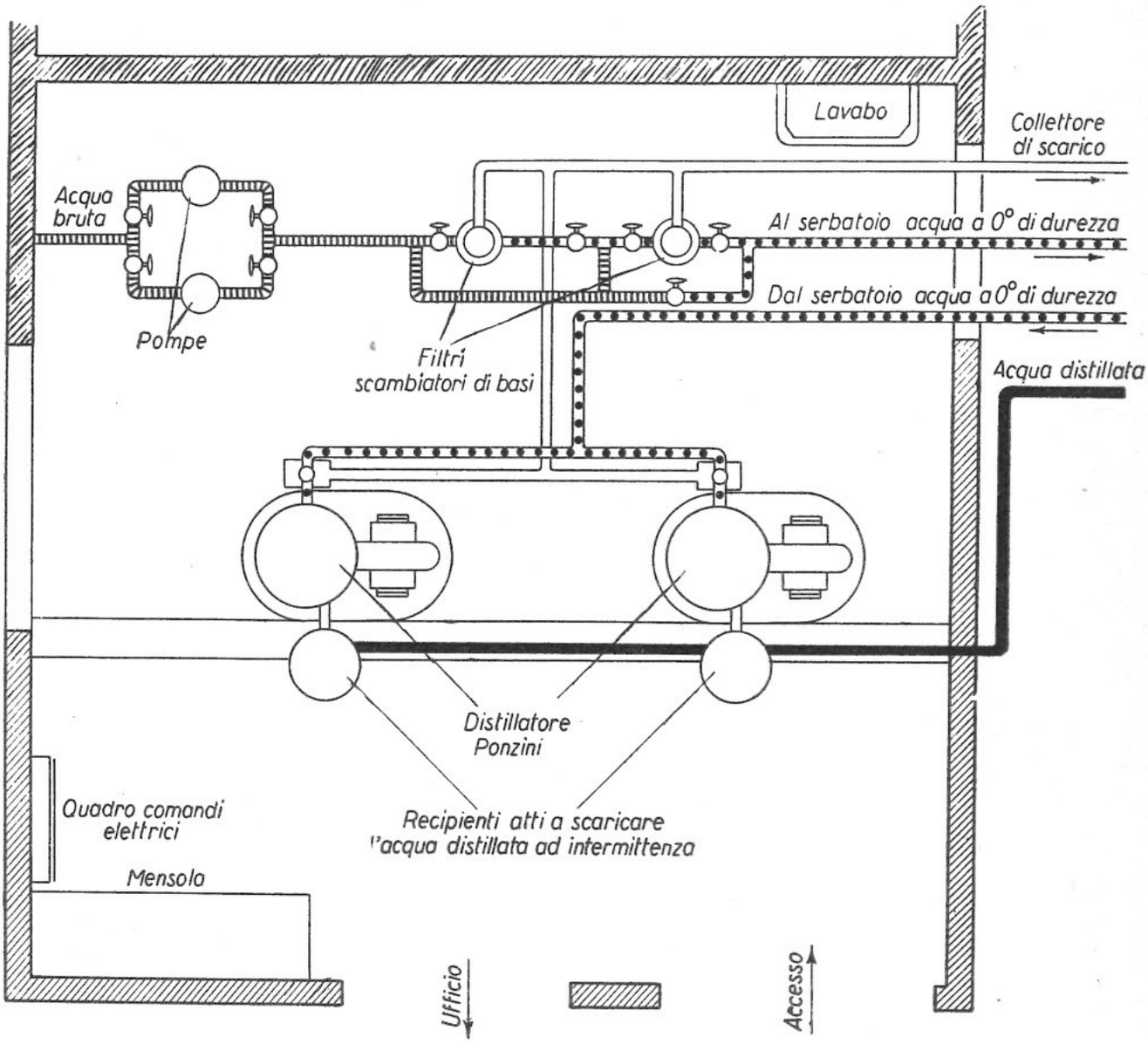

Fig. 4. — Pianta della centrale di produzione di acqua distillata.

L'assenza di ione ammonico e di cloro libero e l'esigua quantità di sostanze organiche presenti, hanno consigliato di sottoporre l'acqua bruta all'unico trattamento preliminare, tendente ad inibire la formazione di incrostazioni nell'ambito degli apparecchi distillatori.

Perciò l'acqua prelevata dai serbatoi di un locale adiacente viene

spinta, mediante pompaggio, attraverso i filtri di resina a scambio di basi e mandata quindi in due cassoni, della capacità complessiva di mille litri, sistemati a quattro metri dal piano di posa dei distillatori, all'estremità superiore di una chiostrina attigua.

Un galleggiante, munito di comando elettrico, provvede a rendere automatico il funzionamento della pompa.

Da questi cassoni, l'acqua, privata della sua durezza, viene condottata per gravità ai distillatori nei quali un dispositivo di alimentazione automatico provvede anche ad azionare i teleruttori dei medesimi per arrestarne il funzionamento nel caso che venga a mancare l'acqua di alimentazione.

La distillazione dell'acqua si effettua ad una pressione leggermente ridotta, mentre la condensazione dei vapori viene facilitata da una leggera compressione dei medesimi in una camera distinta (Fig. 5).

Le calorie cedute dall'acqua distillata durante il raffreddamento vengono in buona parte recuperate dall'acqua fredda che continuamente alimenta il distillatore.

Quest'acqua fredda, in cui gli ioni alcalino-terrosi sono stati scambiati con quelli sodici, contiene del bicarbonato sodico che, per effetto della temperatura alla quale è sottoposta l'acqua stessa durante la distillazione, si decompone:

$$2\ NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

Conseguentemente l'acqua, accanto agli altri componenti fissi, si arricchisce in carbonato sodico e dà luogo ad una liscivia suscettibile di produrre schiuma. Per evitare che questa raggiunga la bocca di aspirazione del vapor acqueo, si provvede a far defluire, attraverso un apposito scarico, la liscivia in quantità strettamente necessaria a mantenere nella camera di distillazione un conveniente strato di schiuma: in tal modo anche la concentrazione salina dell'acqua da distillare viene mantenuta ad un valore limite.

Le superfici degli apparecchi distillatori, con le quali l'acqua distillata viene a contatto, sono in stagno.

L'assorbimento di energia elettrica richiesto per il funzionamento dei due distillatori è il seguente:

19 K Wh = nella fase di riscaldamento dell'acqua, della durata di 2 ore.

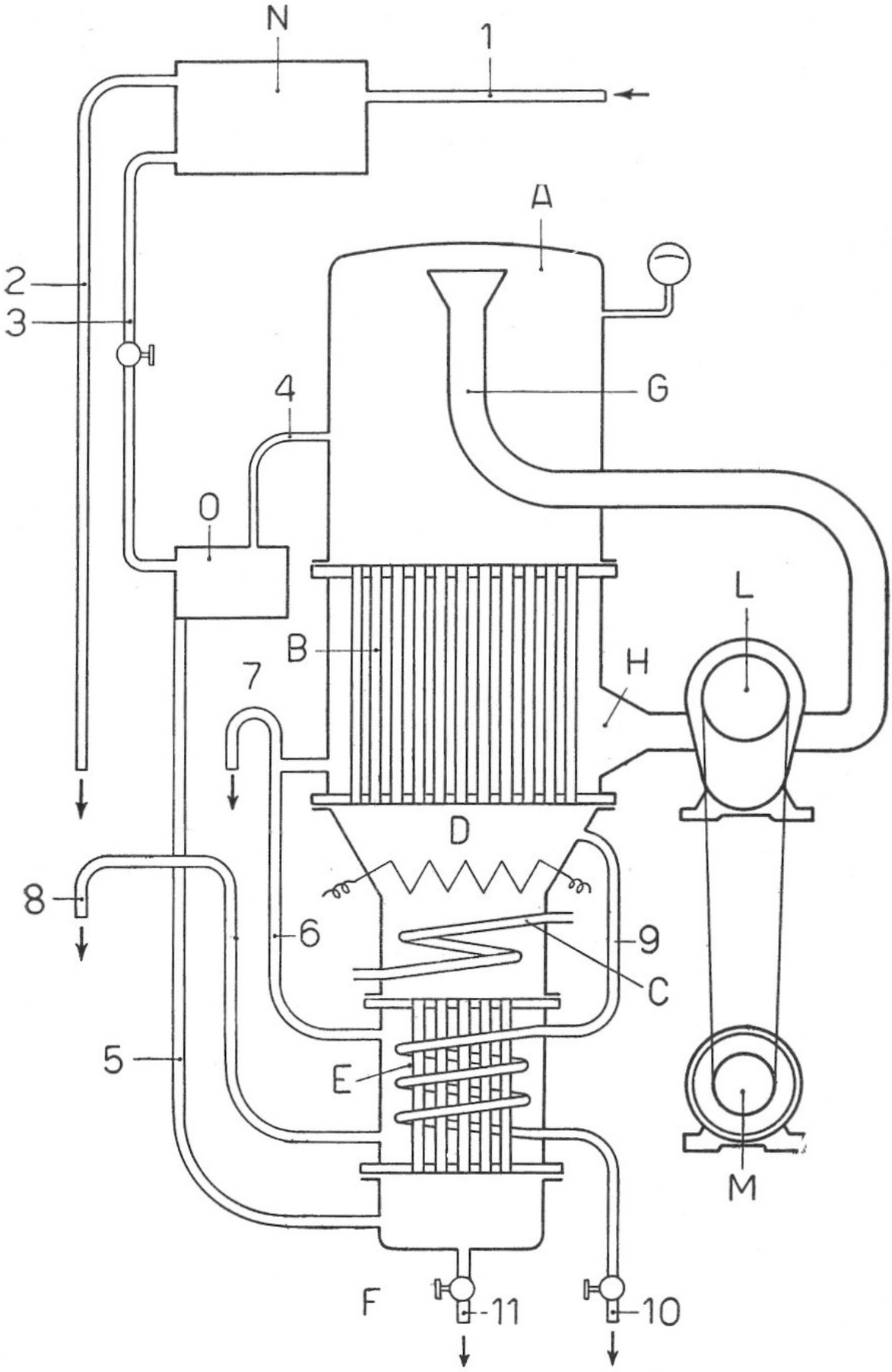

Fig. 5. — Disegno schematico del distillatore Ponzini: A, campana; B, condensatore; C, camera riscaldamento; D, riscaldatore; E, refrigerante; F, vaso arrivo acqua bruta; G, tubazione aspirante; H, tubazione premente; L, compressore; M, motore; N, vaschetta riduzione press.; O, alimentatore automatico; 1, arrivo acqua bruta; 2, scarico troppo pieno; 3, tratto vaschetta-alimentatore automatico; 4, tubo equilibrio; 5, alimento distillatore; 6, presa condensa; 7, scarico gas incondensabili; 8, scarico distillata; 9, presa liscivia; 11, scarico fondo caldaia.

3,52 K Wh = nella successiva fase di avviamento, della durata di 20 minuti, durante i quali vengono distillati circa 25 litri di acqua, di cui 8 circa vengono scartati.

5,8 K Wh = per ciascuna ora di marcia dell'impianto, durante la quale vengono distillati circa 90 litri di acqua.

Poichè è opportuno protrarre il funzionamento dei distillatori per la durata di 12 ore consecutive, il consumo totale di energia necessaria a distillare un litro di acqua ammonta in questo caso a circa 0,0893 K Wh, corrispondenti a 77,15 calorie.

E' noto, dalla relazione empirica di Regnault, che per vaporizzare un chilogrammo di acqua, con un salto di temperatura di 80°, sono necessarie 630,9 calorie.

Il recupero di calorie realizzato dalla ditta costruttrice con i distillatori sopra descritti, consente un rendimento in acqua distillata, di circa 8,2 volte superiore a quello che si ottiene con la vaporizzazione di un litro di acqua, senza recupero di energia.

ALCUNE CARATTERISTICHE DELL'ACQUA DISTILLATA OTTENUTA COME SOPRA INDICATO

— Conducibilità elettrica specifica a 18° (K_{18})	=	$2,44 \times 10^{-6}$
— Acidità attuale (pH)	=	5,705
— Sostanze organiche (ossigeno consumato per litro)	=	assenti
— Residuo fino a 180° in mg/l	=	1

Saggi eseguiti sull'acqua concentrata da 1000 a 1 hanno messo in evidenza:

— Ione calcio	=	assente
— Ione magnesio	=	assente
— Ione rame	=	assente
— Ione ferro	=	assente
— Ione cloro	=	tracce
— Ione nitrico	=	assente

L'acqua distillata, che sgorga da ciascun apparecchio, viene mandata in due recipienti di vetro uguali, della capacità di circa 30 litri, nel cui interno è stato applicato un sifone e che, dopo essersi riempiti, scaricano l'acqua automaticamente e simultaneamente nell'impianto di raccolta e di distribuzione. Lo scarico dell'acqua distillata da tali reci-

pienti, effettuato ad intervalli di 40 minuti, è stato dettato dall'opportunità di controllare l'aspetto dell'acqua distillata prima della sua immissione nel circuito di raccolta.

Una scarsa sorveglianza dell'apparecchio e sopratutto il mancato regolaggio dello scarico della liscivia potrebbe avere come conseguenza l'inquinamento dell'acqua distillata per l'eccessiva schiuma formatasi nella camera in cui ha luogo la distillazione dell'acqua medesima. A questo riguardo, ciascun recipiente è dotato di uno scarico di fondo che permette di scartare l'acqua nell'eventualità di un irregolare funzionamento degli apparecchi, e di una via di deflusso, collegata al sifone che adduce l'acqua distillata al serbatoio ubicato nella chiostrina di destra dell'edificio.

IMPIANTO DI RACCOLTA E DI DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA DISTILLATA PRODOTTA

E' costituito da due condotte verticali, comunicanti inferiormente per mezzo di una tubazione orizzontale, così da formare una condotta unica le cui estremità sono collegate ciascuna ad un serbatoio della capacità di litri 750 circa. La condotta verticale discendente sviluppa una lunghezza di m 28,30, quella orizzontale una lunghezza di m 68,70 e quella verticale ascendente una lunghezza di m 26,60. Dalle due tubazioni verticali si diramano, in corrispondenza dei vari piani, delle derivazioni che vanno ad alimentare altrettanti rubinetti terminali.

Tutte le parti dell'impianto, con le quali l'acqua viene a contatto e che si dipartono dagli apparecchi di distillazione, sono in vetro, fatta eccezione dei brevi tratti di derivazione e dei rubinetti, entrambi in acciaio inossidabile (al 18% di cromo e all'8% di nichel) e sviluppanti complessivamente una lunghezza di 50 cm, ed inoltre di una superficie molto ridotta di gomma para che unisce i vari elementi in vetro dell'impianto medesimo.

La parte in vetro dell'impianto è costituita da un materiale al borosilicato, ad alto tenore in silice ed a basso tenore in alcali che, per le sue caratteristiche fisiche e meccaniche, oltre che chimiche, si identifica con quello Pyrex.

Ciascun serbatoio è formato da tre colonne verticali, chiuse alle due estremità; ogni colonna è costituita da otto cilindri sovrapposti, uniti da guarnizioni di gomma e tenuti solidali da tiranti in ferro. Le tre colonne comunicano tra di loro per mezzo di tubi che partono dal fondo di ciascuna di esse. La colonna del serbatoio, che riceve l'acqua dell'impianto di distillazione, è più alta delle altre due, essendo dotata di un cilindro in più al fine di consentire il gioco dei dislivelli, che si verifica

durante lo scarico dei sessanta litri circa di acqua provenienti periodicamente dalla centrale di distillazione, quando il livello dell'acqua nel serbatoio è già alto. La copertura delle singole colonne dei serbatoi è provvista di un'apertura che consente il libero movimento dell'acqua entro le colonne medesime. Tali aperture sono collegate, in ciascun serbatoio, da tubi del diametro di mm 25 che fanno capo a una chiusura idraulica avente lo scopo di proteggere l'acqua distillata, contenuta nell'impianto di raccolta, da possibili impurezze dell'ambiente esterno (Fig. 6).

I due serbatoi, racchiusi ciascuno in un armadio in ferro, munito di sportelli in vetro, sono sistemati nelle due chiostrine dell'edificio a quota eguale (Fig. 7).

Le due colonne verticali della condotta sono fissate alle pareti delle due chiostrine che le separano dai corridoi, situati ai vari piani nella parte centrale dell'edificio. Esse si allacciano ai rispettivi serbatoi, all'altezza del 5° piano e scendono verticalmente fino a raggiungere: quella di destra il piano interrato e quella di sinistra il piano seminterrato.

Sono composte di elementi di tubo del diametro di 25 mm e della lunghezza di 2 metri. Il giunto usato per la composizione delle condotte è stato fornito dalla ditta I.A.M. di Torino che ha pure fornito tutto il materiale in vetro per la costruzione dei serbatoi e delle tubazioni. I particolari di tale giunto sono illustrati dalla annessa figura (Fig. 8). Per conferire al giunto sufficiente tenuta e solidità si provvede a comprimere il manicotto di gomma entro quello metallico mediante anelli metallici posti alle estremità del manicotto. In corrispondenza di ciascun piano, a m 1,42 dal pavimento, si allacciano ai 2 rami verticali della condotta, dei tubi in acciaio inossidabile della lunghezza di cm 35 circa (Fig. 9), che attraversano il muro divisorio, e raggiungono, dalla parte del corridoio, una nicchia, della profondità di cm 36 e dell'ampiezza di cm 45 per cm 70, provvista di sportello in vetro. Alla estremità di detti tubi è stato applicato un rubinetto, pure in acciaio inossidabile, ricavato dalla barra e provvisto di volantino in ebanite (Fig. 10).

Il tratto di condotta orizzontale, che collega i due rami verticali, è stato posato in un cunicolo ispezionabile, scavato nel pavimento del corridoio principale del piano seminterrato; è costituito da elementi di tubo della lunghezza di m 4 e del diametro di mm 11. Detto diametro si è dimostrato sufficiente, avendo questa parte della condotta la sola funzione di consentire l'equilibramento dei livelli nelle due colonne verticali del circuito idrico.

L'impianto di distribuzione è provvisto di rubinetti passanti in corrispondenza delle due estremità che si allacciano ai serbatoi e di quelle

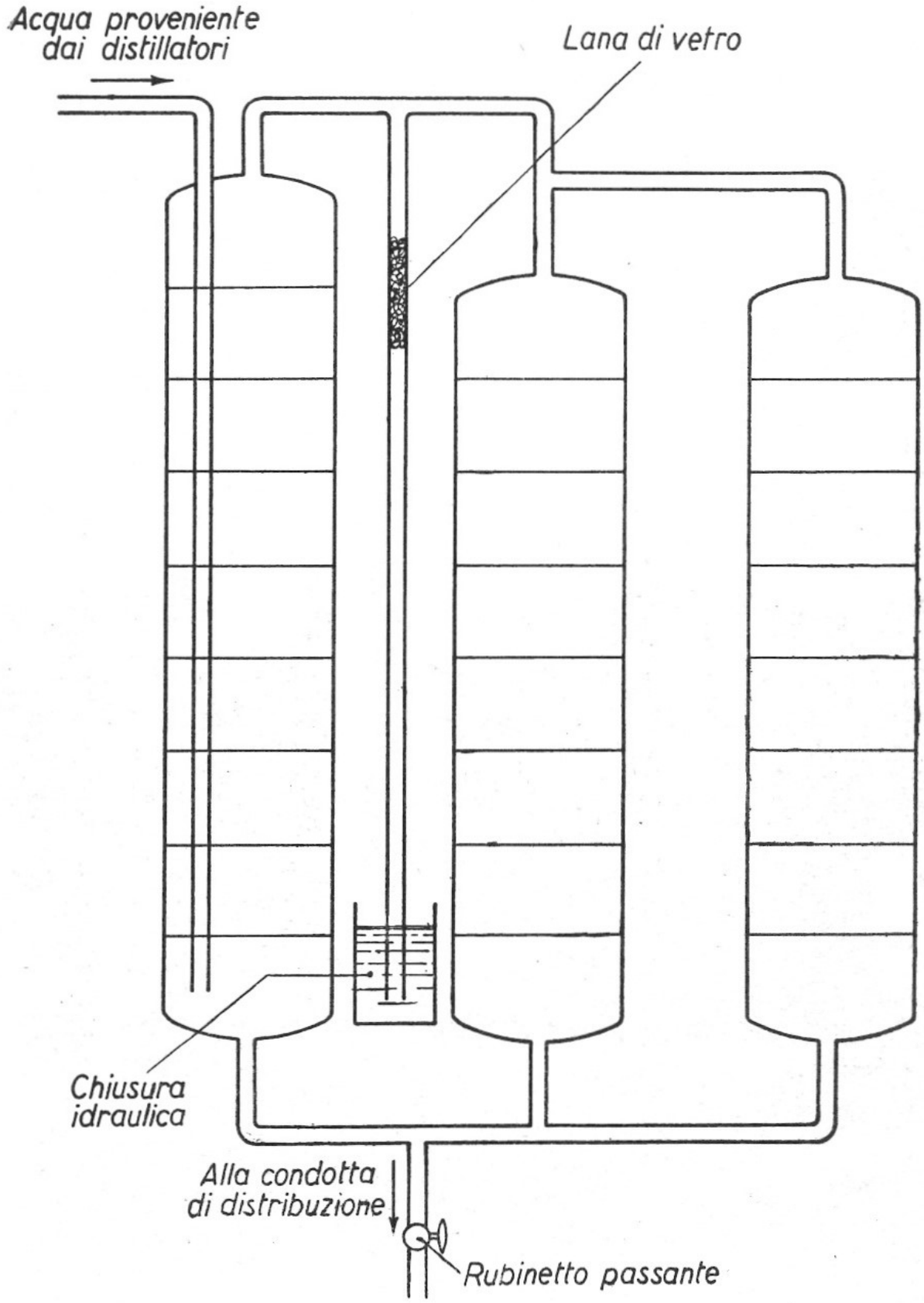

Fig. 6. — Composizione schematica di un serbatoio di accumulo dell'acqua distillata.

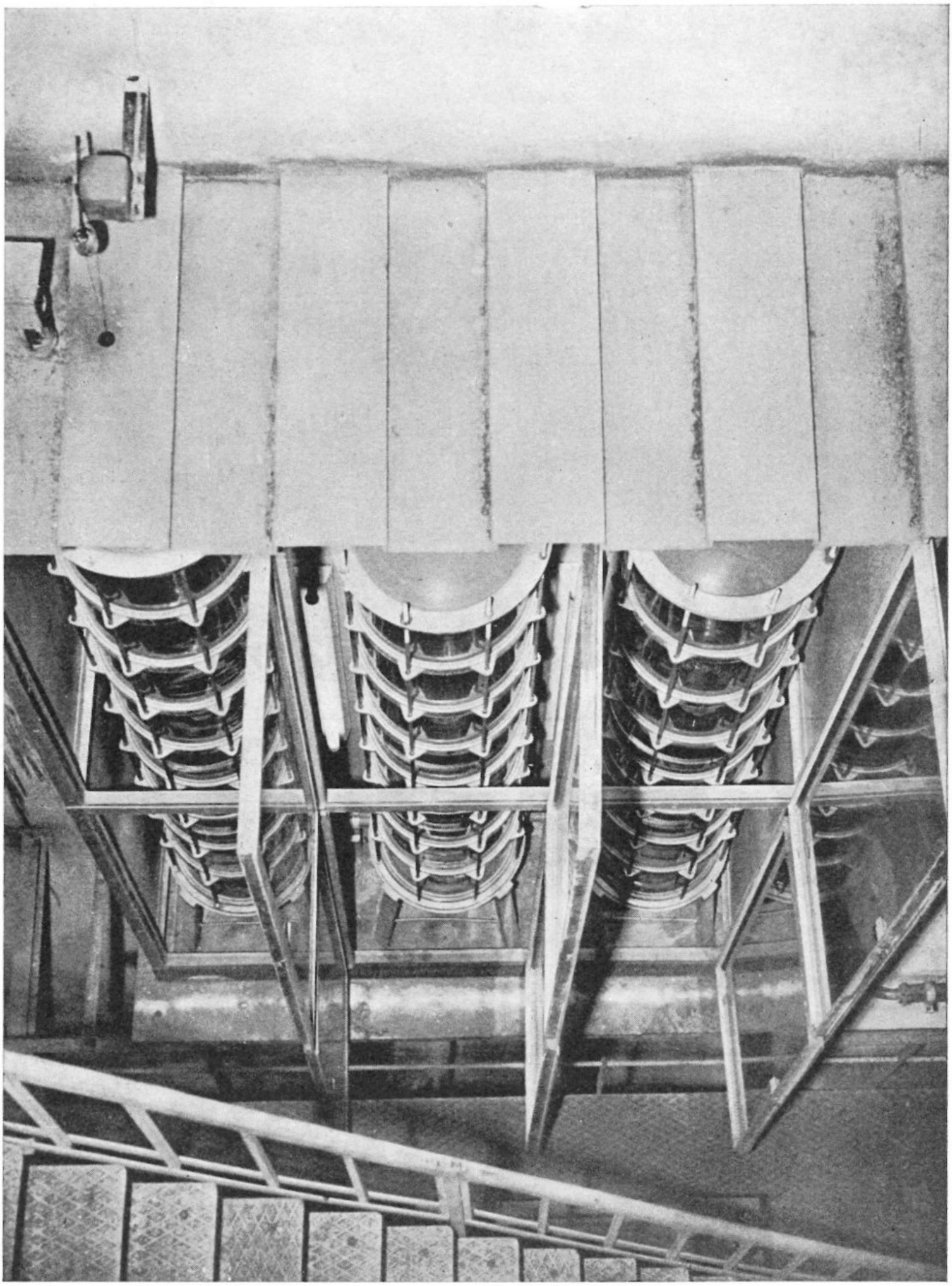

Fig. 7. — Uno dei serbatoi visto dall'alto.

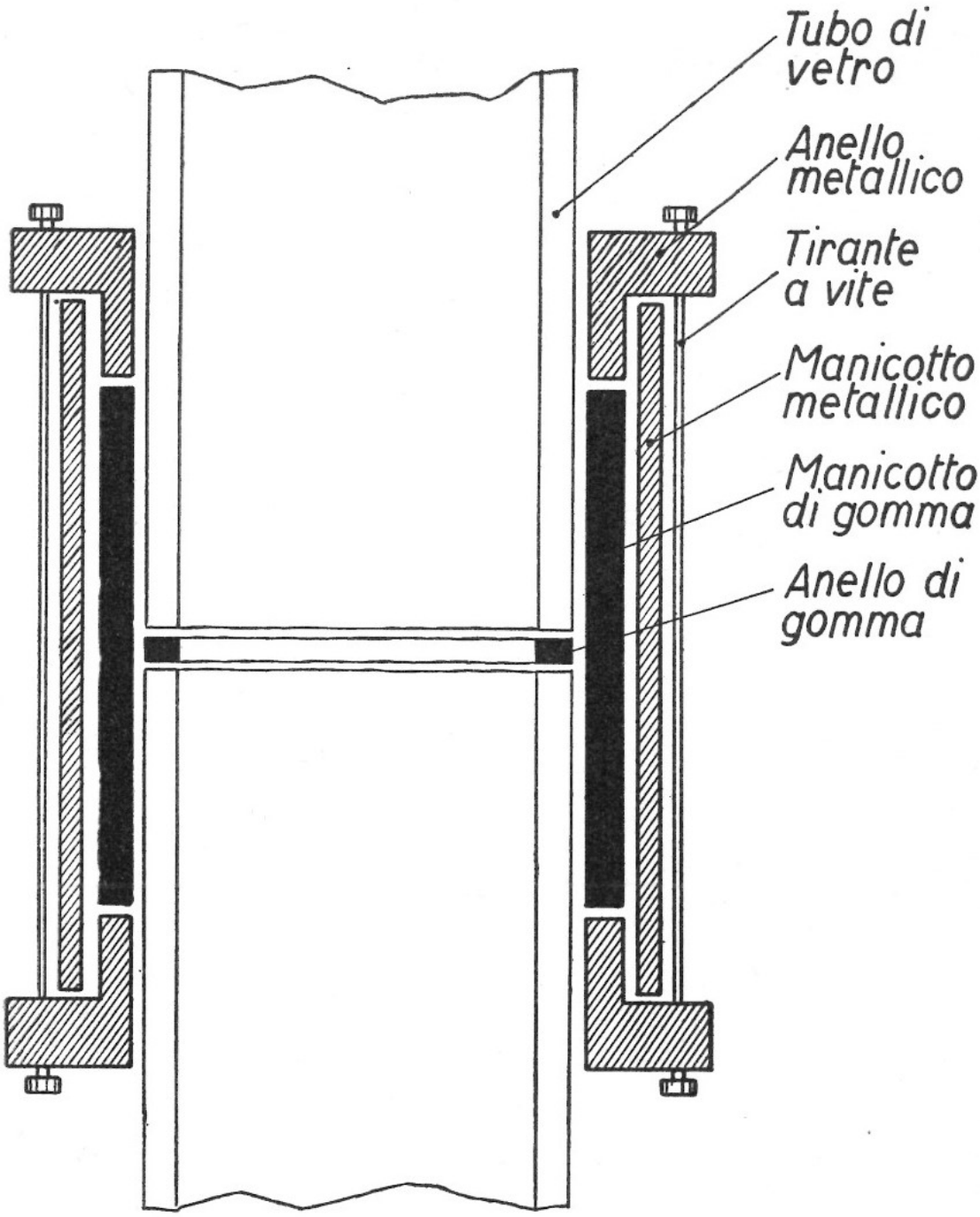

Fig. 8. — Sezione longitudinale di un tratto di tubazione, in corrispondenza di un giunto.

che si trovano immediatamente a monte ed a valle del tratto orizzontale della condotta; tali rubinetti offrono la possibilità di isolare parti delimitate dell'impianto in parola.

Il rubinetto terminale, posto nella parte più bassa e cioè nel piano interrato, consente lo svuotamento totale dell'impianto.

Le nicchie, alle quali fanno capo i rubinetti per il prelevamento dell'acqua distillata, sono provviste di scarico.

Ogni camera di lavoro ha in dotazione una o due bottiglie di Mariotte delle capacità di 10-15 litri che vengono riempite di acqua distil-

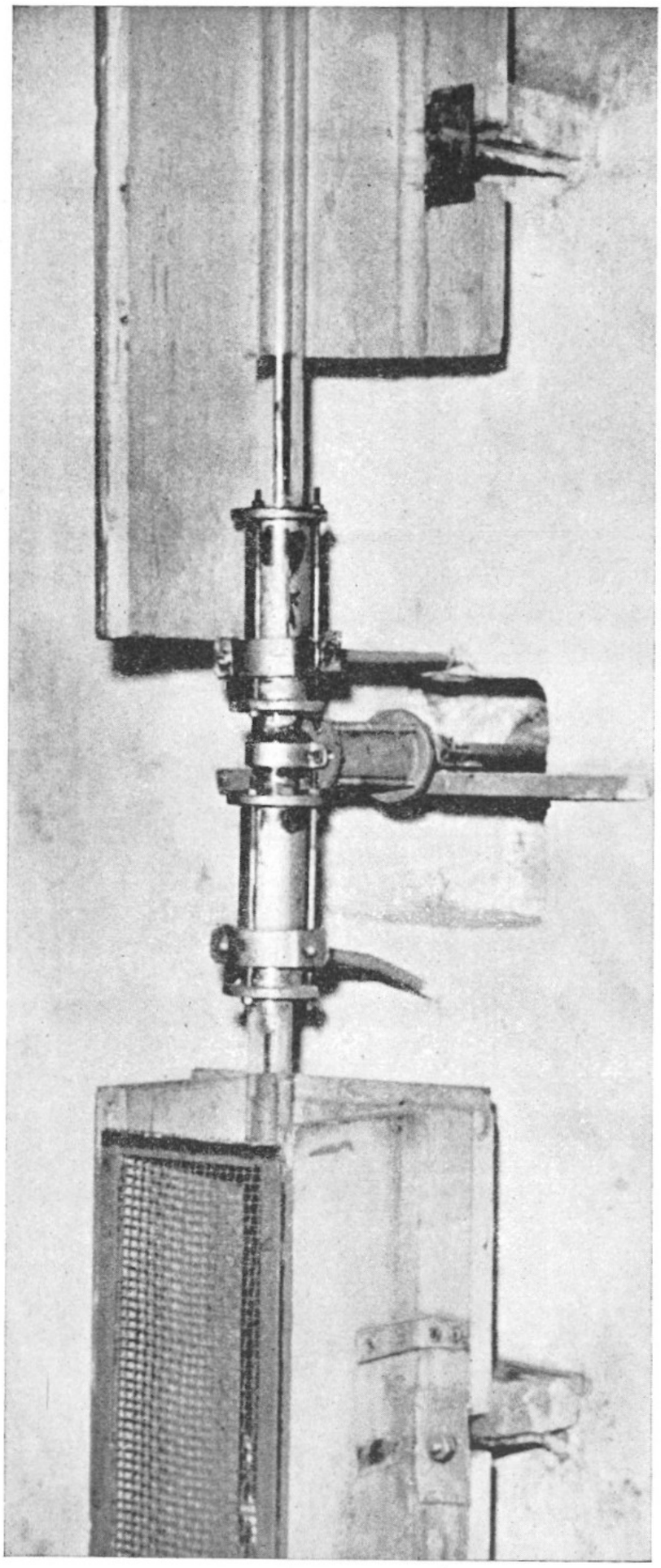

Fig. 9. - Veduta di un tratto verticale di tubazione in corrispondenza di una diramazione che adduce l'acqua distillata a un rubinetto.

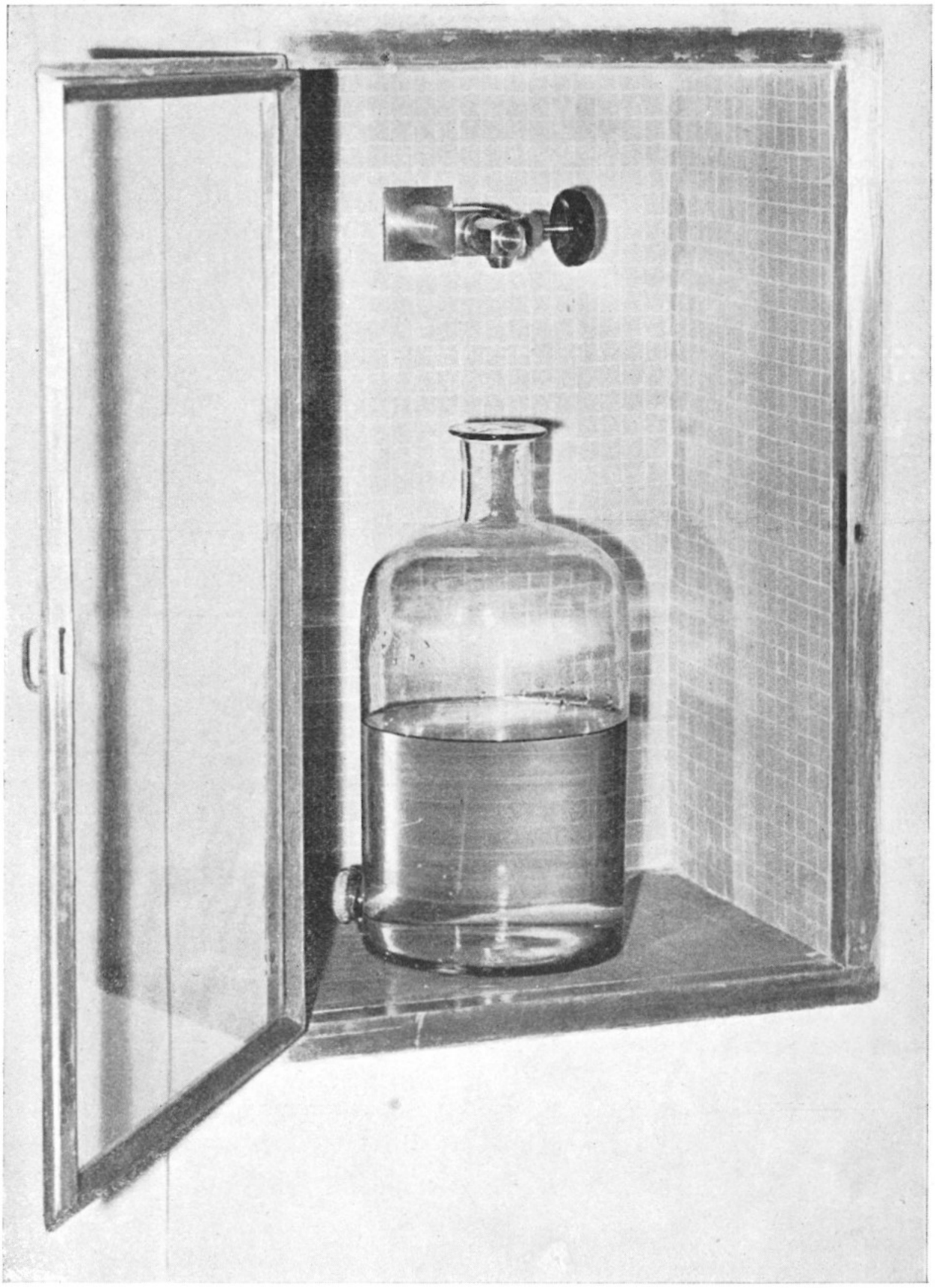

Fig. 10. — Una delle nicchie con rubinetto per la presa dell'acqua distillata.

lata, dal personale incaricato, prelevandola nelle apposite nicchie. Le operazioni relative vengono eseguite di preferenza nelle prime ore della mattinata, avendo cura di scartare i primi 200 cm^3 di acqua che hanno sostato a lungo entro le derivazioni in acciaio inossidabile.

L'analisi chimica dell'acqua distillata, dopo che la medesima ha sostato per almeno 48 ore nell'impianto di raccolta e di distribuzione, non ha messo in evidenza un apprezzabile peggioramento delle sue caratteristiche in rapporto ad una possibile azione aggressiva dell'acqua sulle pareti dei serbatoi e delle tubazioni, entro i quali viene fatta fluire.

Mentre i valori dell'acidità-attuale (pH — 5,65) e della conducibilità elettrica specifica (K_{18} — $2,65 \times 10^{-6}$) dell'acqua distillata così raccolta non differiscono sensibilmente da quelli dell'acqua medesima, distillata di fresco, quelli relativi alla presenza del ferro, del boro, della silice risultano inferiori a 5 γ per litro di acqua.

Roma — Istituto Superiore di Sanità - Laboratorio di chimica.