

| | |
|---------------------|--|
| Zeitschrift: | Ingénieurs et architectes suisses |
| Band: | 113 (1987) |
| Heft: | 20 |
| Artikel: | Il risanamento del Lago Maggiore nel bacino del Verbano: trasporto dei fanghi da Locarno al Piano di Magadino per l'eliminazione centralizzata dei residui |
| Autor: | Rima, Augusto |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-76429 |

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 24.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Il risanamento del Lago Maggiore nel bacino svizzero del Verbano

Trasporto dei fanghi da Locarno al Piano di Magadino per l'eliminazione centralizzata dei residui

di Augusto Rima, Locarno

L'eliminazione dei residui provenienti sia dagli impianti di trattamento delle acque reflue, sia dagli impianti individuali non ancora allacciabili alle fognature comunali, nell'area del bacino svizzero del Verbano, avviene sul Piano di Magadino. La produzione liquida dei residui convogliati all'impianto di trattamento delle acque del Locarnese (IDAL Foce Maggia) è raccolta localmente in appositi contenitori cilindrici detti «ispessitori»; appena raggiunto un certo quantitativo, si effettua il trasporto per il tramite di una condotta sotto pressione detta «pipe-line fanghi», posata lungo il tracciato dei collettori del Consorzio depurazione acque di Locarno e dintorni (CDL) che già evacuano le acque di rifiuto dei Comuni attraversati, raccolte localmente per mezzo delle opere comunali PGC (progetto generale delle canalizzazioni) verso gli impianti di trattamento.

Questo metodo di trasporto, che è più economico rispetto ad altri, considera il postulato assai importante per il Locarnese di non ingombrare ulteriormente il traffico stradale con mezzi pesanti in una zona turistica pregiata. È risaputo che la strettoia della Verbanella è una delle arterie stradali più caricate del Canton Ticino e che la produzione di fanghi nei mesi estivi di punta è da due a tre volte superiore alla media annua.

La figura 1 illustra l'andamento della pipe-line.

Pianificazione

Il trattamento centralizzato sul Piano di Magadino del complesso dei residui liquidi è pianificato in modo che le esistenti opere che già agiscono in sponda destra del bacino svizzero del Verbano, abbiano a soddisfare ai bisogni di altre utenze.

È pianificato che l'impianto sito alla foce della Maggia è in grado di ricevere anche gli scarichi provenienti dai Comuni attigui del Locarnese: Tegna, Verscio, Cavigliano, Intragna (Consorzio CDAP), che attualmente scaricano le acque delle fogne nel basso corso del fiume Maggia e affluenti, in confine con i Comuni consorziati del CDL (Locarno, Losone).

Per mezzo della pipe-line tutti i residui liquidi raccolti all'impianto di Foce Maggia vengono trasportati sul Piano di Magadino dove avviene il trattamento centralizzato in un settore speciale dell'impianto di Foce Ticino.

Questo impianto è in grado di ricevere anche le acque reflue dei comuni della sponda sinistra del bacino svizzero del Verbano e basso corso del fiume Ticino che sono: Cadenazzo, Camorino, Caviano, Contone, Gerra-Gambarogno, Magadino, Piazzogna, Robasacco, S. Abbondio, S. Antonino, S. Nazzaro,

Vira-Gambarogno, organizzati nel Consorzio del Gambarogno (CDG); i collettori di evacuazione per trasportare le acque reflue del CDG verso l'impianto del CDL di Foce Ticino sono in fase di realizzazione.

Allacciabili al sistema esistente sono 31 Comuni, con una popolazione complessiva di 53 107 abitanti al 1980, cioè la quinta parte della popolazione residente del Canton Ticino.

I Comuni attualmente allacciati sono 15 (CDL) di cui la popolazione considerata è l'81,5% del totale allacciabile.

I Comuni ancora da allacciare sono 16. Sul totale 5 Comuni fanno parte del distretto di Bellinzona.

La pianificazione prevede gli apporti di fango liquido per il tramite della pipe-line fanghi: è indicata in ragione della popolazione residente che è:

| | |
|----------------------------|-------|
| - all'impianto di FM (CDL) | 58,7% |
| - apporto CDAP | 4,7% |
| 63,4% di abitanti | |

direttamente sul Piano di Magadino:

| | |
|----------------------------|-------|
| - all'impianto di FT (CDL) | 17,7% |
| - apporto CDG | 13,8% |
| 31,5% di abitanti | |

Senza ulteriore edificazione in aggiunta alle opere esistenti nelle stazioni di trattamento CDL, è raccordabile una popolazione pari al 96% di quella della Regione Locarnese e Vallemaggia (RLVM, distretto di Locarno + Vallemaggia, al 1980: 55 428 abitanti).

La figura 2 indica l'analisi del concetto pianificatorio.

Risulta con ciò che la totalità dei residui liquidi dell'agglomerato locarnese viene trasportata per pipe-line, ciò che rappresenta due terzi del totale regionale.

L'utilizzo dei fanghi liquidi per bisogni agricoli favorisce in modo ottimale la chiusura organica del ciclo biologico.

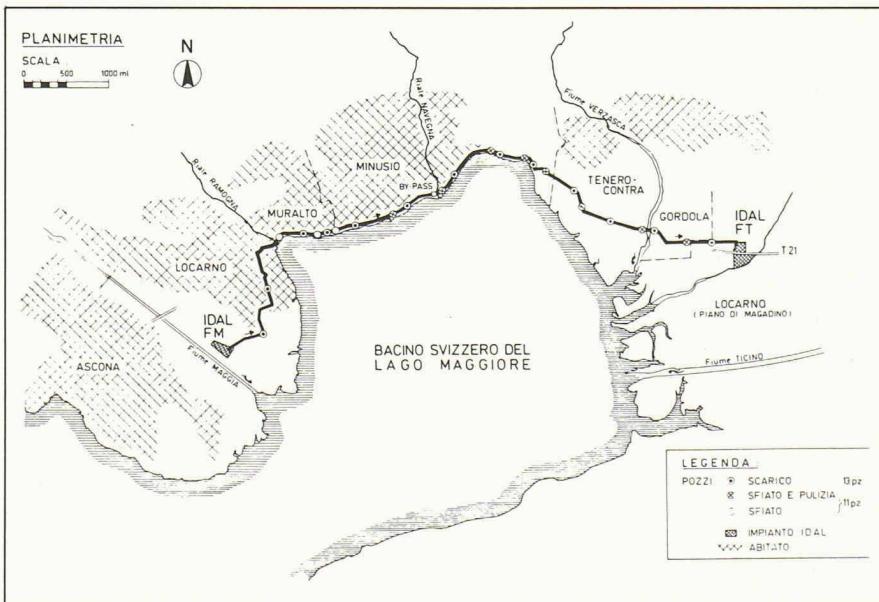


Fig. 1. - Pipe-line: trasporto dei fanghi da Locarno al piano di Magadino per un trattamento centralizzato.

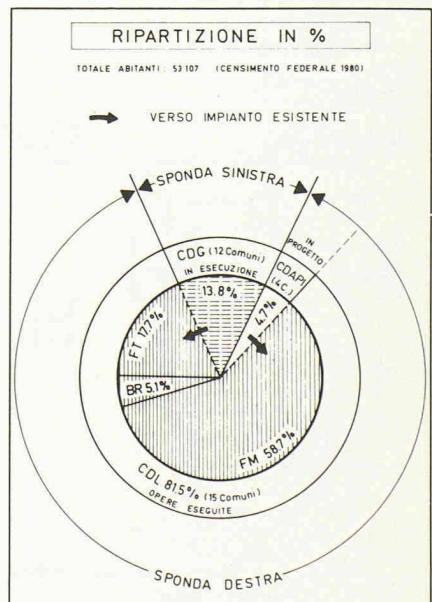


Fig. 2. - Bacino svizzero del Verbano - Abitanti residenti in 31 comuni.

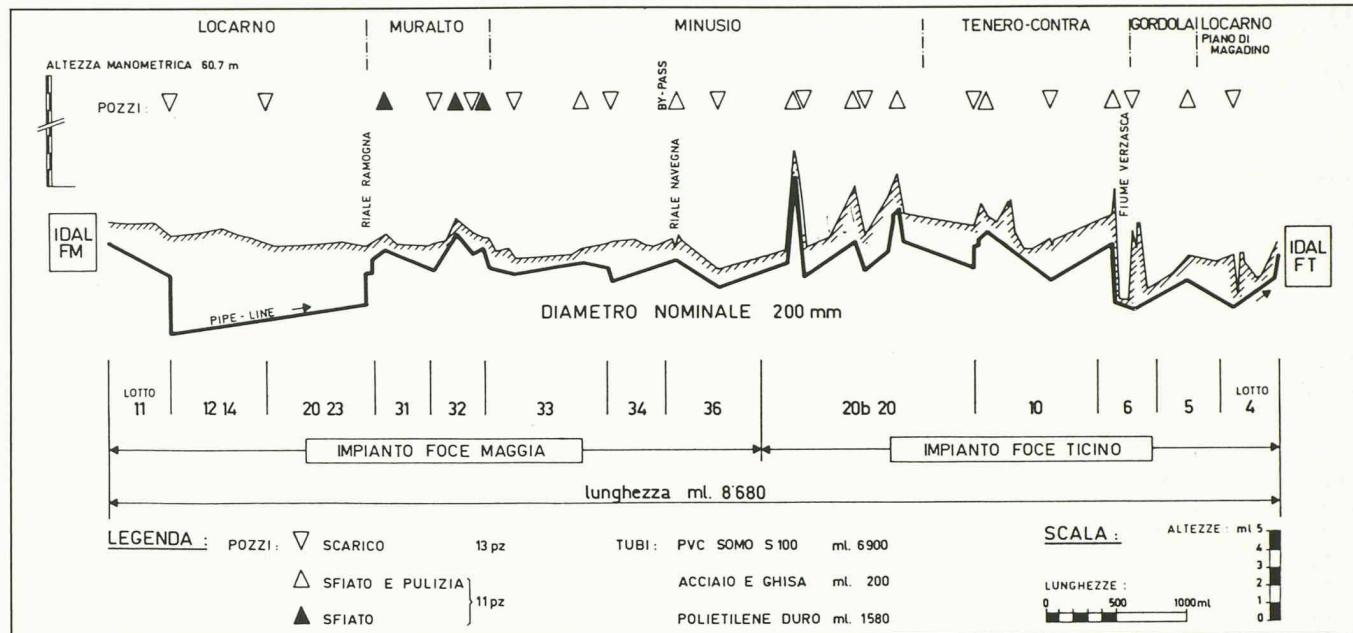


Fig. 3. - Profilo longitudinale della pipe-line FM - FT.

Trasporto

I fanghi prodotti dai tre impianti (300 + 600 mc/giorno) sono trattati centralizzati a Foce Ticino in primo luogo per mezzo della digestione anaerobica.

Il trasporto dei fanghi liquidi provenienti da Foce Maggia avviene per mezzo della pipe-line lunga 8680 m, capacità di 110 mc/h, in servizio dal 1983. Il trasporto è ciclico, a dipendenza dei quantitativi disponibili; in stato di riposo la condotta è sempre riempita di acqua. Il quantitativo limitato dei fanghi di Brissago è trasportato con autocarro a FM o FT.

La condotta in partenza da FM attraversa, nella sede di altre infrastrutture, centri abitati popolosi, prevalentemente occupa suolo pubblico.

L'andamento altimetrico presenta «punti alti» detti di sfiato e «punti bassi» detti di scarico, dai quali è data la possibilità di intervenire per manutenzione e

controlli. È possibile isolare tratti di condotta per scarichi di emergenza e interventi di riparazione.

I punti di sfiato permettono, tramite valvole automatiche (Erhard), la fuoriuscita di aria o gas sia durante la messa in servizio e l'utilizzo, sia ogni qualvolta la condotta, per interventi, viene vuotata e successivamente riempita.

I punti di scarico della condotta rendono possibile un ipotetico intervento settoriale, un lavaggio e l'eventuale evacuazione di residui.

L'andamento altimetrico è indicato nella figura 3.

Esercizio

La pipe-line fanghi, per principio generale, viene utilizzata una o due volte al giorno a dipendenza dei quantitativi di fanghi stoccati a Foce Maggia e della necessità del loro trattamento ottimale a Foce Ticino.

Dopo l'uso la condotta viene riempita di acqua per evitare depositi e formazione di gas.

È possibile pompare da Foce Maggia, separatamente, fango fresco (primario) e fango di supero (biologico) in due contenitori separati di Foce Ticino; le acque di lavaggio della pipe-line possono pure essere stoccate nel bacino acque di risulta (BAR) o addotte immediatamente nell'impianto di trattamento attraverso il sifone.

Il volume di miscelazione fango-acqua misurato rappresenta ca. l'1,1 per cento del volume della condotta e ancora meno dell'1 per cento del volume dei contenitori dei fanghi.

L'avvio del ciclo avviene manualmente; le altre susseguenti funzioni avvengono automaticamente.

La necessità di avvio del ciclo viene richiamata da alcuni segnali fondamentali che regolano i livelli degli ispezzitori e bacini di stoccaggio.

Le possibilità di pompaggio sono pertanto diversificate in quanto dai tre contenitori di Foce Maggia è possibile pompare nei tre contenitori di Foce Ticino oltre che nel sifone.

L'operatore decide perciò quali contenitori utilizzare e agisce sui rispettivi tasti. Lo schema di comando e controllo è indicato nella figura 4.

Tecnologia

I dati riassuntivi della condotta tra il punto di partenza e di arrivo sono indicati nella scheda tecnica seguente:

| | |
|-------------------------------------|---------------------|
| - Punto di partenza della pipe-line | Locarno-Foce Maggia |
| - Punto di arrivo | Locarno-Foce Ticino |
| - Lunghezza | 8680 m |
| - Diametro nominale | 200 mm |
| - Pozzetti di sfiato | 11 pz |
| - Pozzetti di scarico | 13 pz |
| - Velocità fluido | <1,0-1,2 m/s |
| - Altezza manometrica | 60,7 m |

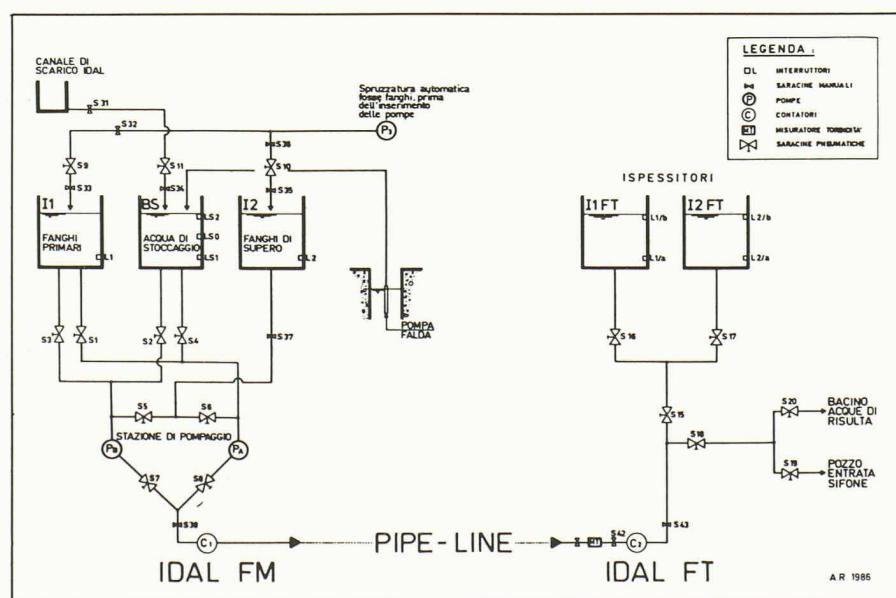


Fig. 4. - Schema di comando e controllo della pipe-line FM - FT.

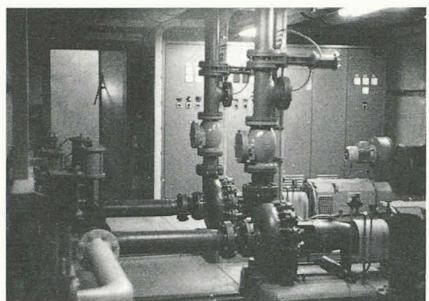


Fig. 5. — Stazione di pompaggio della pipe-line con vista del quadro elettrico.

La tecnologia è riassunta nei seguenti dati:

- Tubi:
PVC Somo S 100 PN 10 6900 m
acciaio e ghisa Von Roll 200 m
polietilene duro 1580 m
- Pompe:
2 pompe Egger-Turo da 150 kW ciascuna
32 l/s
- Saracinesche
pneumatiche Sistag 16 pz
- Valvole di sfiato Erhard 11 pz
- Quadri pneumatici Festo 3 pz
- Valvole pneumatiche
Festo tipo monostabili CL 5/2-1/4 16 pz

La fotografia, figura 5, indica la stazione di pompaggio.

Per il funzionamento e per il controllo lungo la pipe-line si trovano pozzi d'ispezione, sfiato e pulizia eseguiti sulla base dei tipi normali indicati nella figura 6.

Pneumatica

L'avvio del processo è regolato da un computer che elabora i dati della posizione di ogni saracina pneumatica munita di fine-corsa.

Il funzionamento delle pompe, come pure l'apertura e la chiusura delle saracine pneumatiche, avviene automaticamente tramite i quadri elettropneumatici provvisti di 5-12 valvole monostabili che possono funzionare sia con comando elettrico, come con comando manuale, in caso di mancanza di corrente.

Stoccaggio iniziale

La pipe-line in partenza è collegata a Foce Maggia ai contenitori cilindrici chiamati ispezzitori 1 e 2 FM e al bacino di

stoccaggio delle acque industriali, che sono in grado di raggruppare il fango liquido da trasportare e l'acqua industriale da inserire nel ciclo di pompaggio, a mantenimento della pipe-line sempre piena di liquido, il cui ritmo viene adattato periodicamente in relazione ai volumi utili di stoccaggio disponibili alla foce della Maggia e al punto di arrivo sul Piano di Magadino e in funzione dei quantitativi di fanghi liquidi prodotti e dei residui smaltiti.

Due pompe a girante aperta (variabile) tipo Egger-Turo da 150 kW ciascuna, azionate da motori a corrente continua, con una portata nominale di 32 l/s ognuna, assicurano il trasporto fino al Piano di Magadino tramite la pipe-line. Lo stoccaggio di fango liquido iniziale avviene nei due ispezzitori capaci di contenere 1200 mc di fango liquido (400 + 800) disposti a valle dell'impianto di trattamento della Foce Maggia (figura 7). La fotografia, figura 8, rappresenta i due ispezzitori. Il piano di progetto riprodotto nella figura 9 indica le particolarità dell'ispezzitore di 800 mc.

Stoccaggio finale

Al punto di arrivo sul Piano di Magadino il fluido viene scaricato a scelta in uno dei due contenitori cilindrici denominati ispezzitori 1 e 2 FT, e l'acqua di lavaggio nel bacino di accumulazione dell'acqua di risulta (BAR) o nell'impianto di trattamento delle acque tramite un sifone che attraversa la strada cantonale (T21).

I due ispezzitori cilindrici primari di stoccaggio sono ubicati nel settore del trattamento centralizzato dei fanghi associato all'impianto IDAL FT.

I due ispezzitori sono capaci ognuno di 400 mc. L'ubicazione è indicata nella figura 10.

Gli ispezzitori primari sono contrassegnati con la cifra 11; l'ispezzitore secondario, 875 mc, con la cifra 16.

Nella figura 11 è riprodotto un settore del trattamento centralizzato dei fanghi con uno dei due ispezzitori primari di stoccaggio.

Sicurezza

La sicurezza relativa all'incolumità delle opere esterne della pipe-line è stata ricercata in primo luogo nella costruzione della condotta.

Il materiale PVC è risultato essere il più idoneo, resistente alle abrasioni interne; esternamente il tubo è protetto da un rivestimento in calcestruzzo che ne assicura la buona incolumità da interventi occasionali (per esempio scavi stradali). Questo materiale isola anche dalle correnti vaganti che, nel Locarnese, registrano elevati potenziali elettrici.

La sicurezza d'esercizio negli stoccati è determinata sia da dispositivi che impediscono i travasi nelle condotte tra i vari contenitori per mezzo di valvole inibitrici

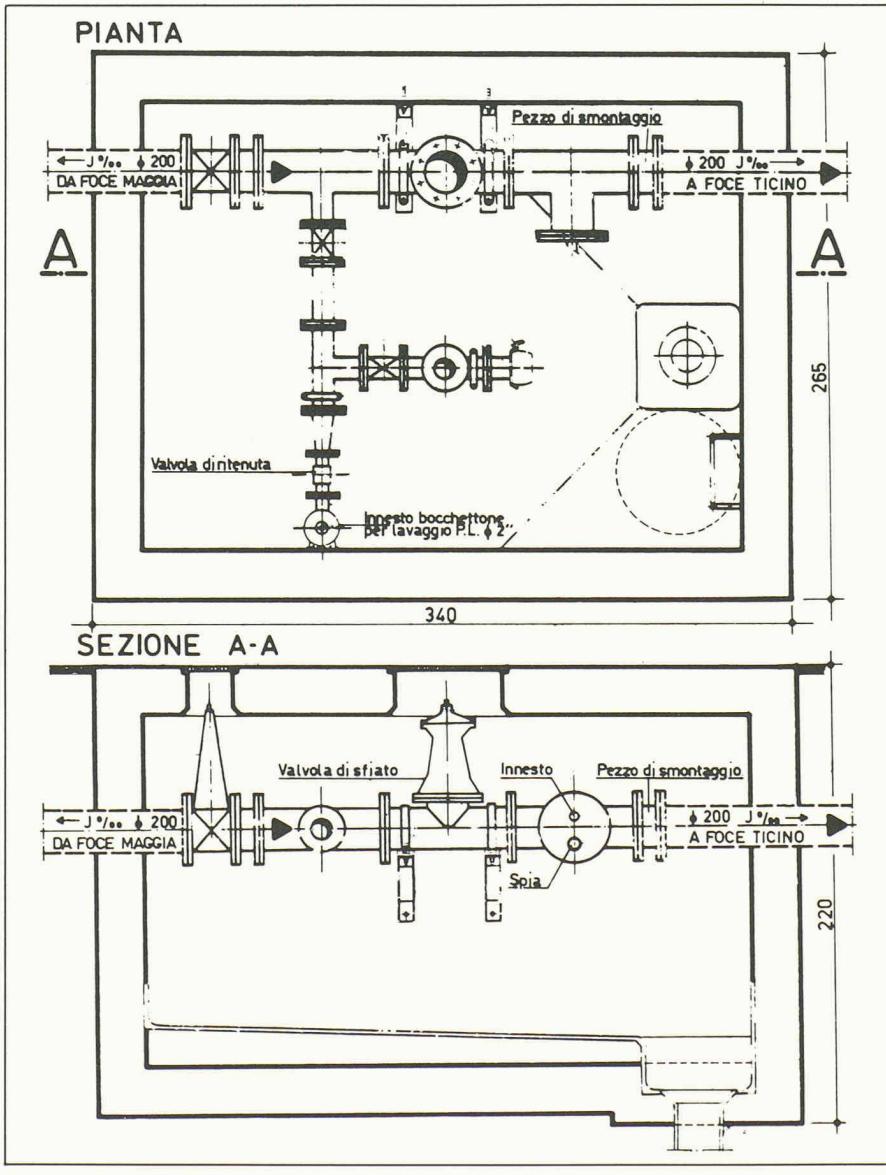


Fig. 6. — Pozzo di sfiato e pulizia.

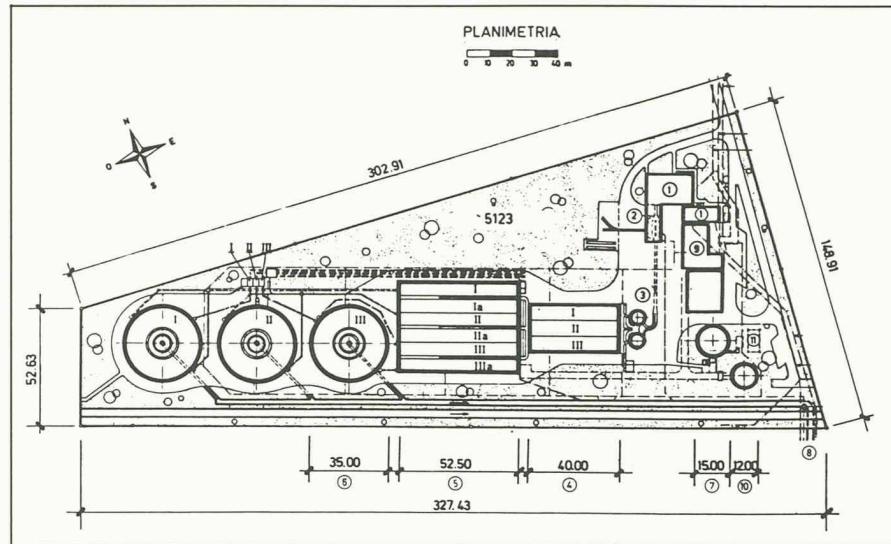


Fig. 7. – IDAL Foce Maggia (Abitanti Equivalenti nominali AE: 67500).

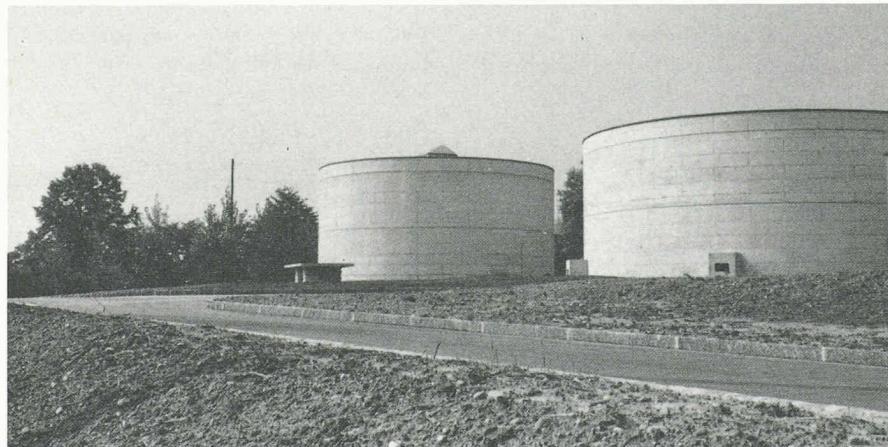


Fig. 8. – Ispeccitore 1, 800 mc (a destra) e ispeccitore 2, 400 mc (a sinistra). Veduta da nord-ovest.
(Foto ing. Rima del 16.9.1982.)

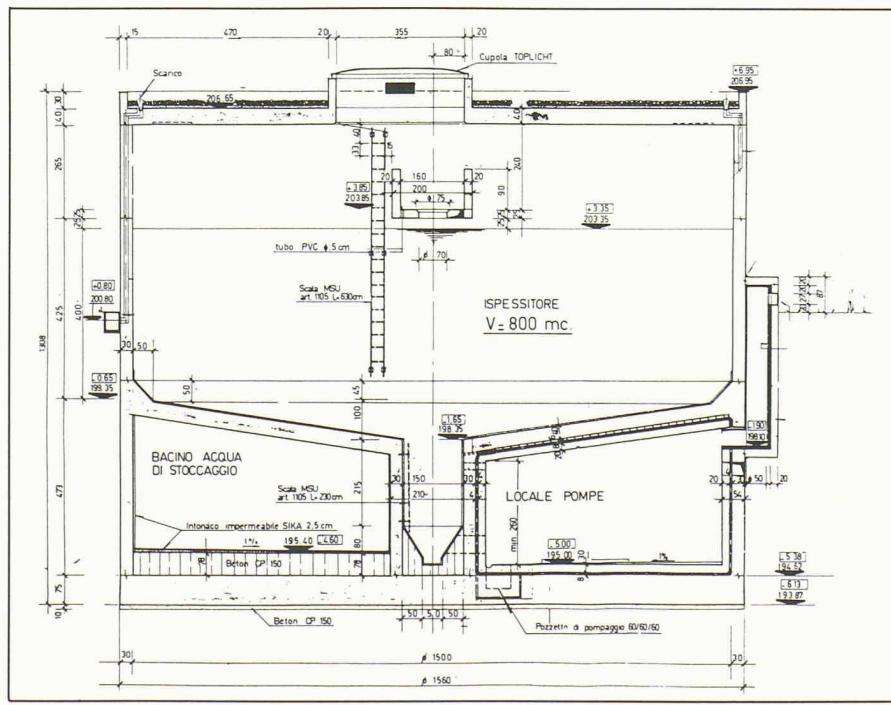


Fig. 9. — Sezione dell'ispezzitore di 800 mc con indicato il bacino acqua di stoccaggio. È equipaggiato di agitatore meccanico. (Estratto dal piano di progetto A. Rima del 25.10.1979.)

che assicurano la chiusura di saracine quando altre sono già aperte, sia da allarmi nel caso che gli ispezzitori fossero riempiti oltre il limite indicato, rispettivamente per impedire l'avvio del ciclo, nel caso in cui fosse raggiunto il limite inferiore ammissibile.

Lungo la condotta poi, sono posati gli sfiati (valvole automatiche) che sono in grado di espellere l'aria o il gas che è presente nel medio o che si libera durante la sua percorrenza.

Per l'esercizio normale, l'apertura e la chiusura delle saracine avviene secondo tempi relativamente lunghi, atti ad evitare ogni propagazione di onde di urto. La manutenzione vigilata degli elementi: sfinti, apparecchi anti colpo d'ariete, pneumatica, è garanzia di sicurezza in quanto la combinazione di alcuni fattori sfavorevoli, può essere la causa di danni (per esempio esplosione).

Costi

Il costo di costruzione specifico della pipe-line, escluso le opere di stoccaggio, è 363 fr/m, di cui il 76% sono le opere da impresario costruttore, il 10% le opere da idraulico nei pozzetti di sfato e scarico; le attrezzature elettromeccaniche e la pneumatica il 9%.

Il costo totale (escluso gli stoccaggi) è di 3,16 Mio di franchi.

Il periodo di costruzione delle opere da impresario costruttore e da idraulico si estese tra il 1977 e il 1982.

Idraulica

La letteratura indica che i fanghi liquidi sono un fluido non newtoniano, non riscontrandosi la proporzionalità espressa dal coefficiente di viscosità che dipende dalle forze di attrazione delle molecole, come è il caso per i fluidi come l'acqua.

Le limitazioni dovute a questa caratteristica sono più accentuate per il trasporto di fanghi di supero.

In generale però per un fluido ispesso con il contenuto di materia secca del 4% e in certi casi di più, le regole dell'idraulica sono ancora applicabili.

Il calcolo idraulico secondo Prandtl & Colebrook indica che il trasporto di acqua nella pipe-line alla velocità 1,2 m/s necessita un'altezza iniziale della colonna d'acqua di 67,6 m (viscosità 131 ctStokes a 10°C), e per il fango alla velocità di 1,0 m/s la colonna d'acqua è di 60,7 m (viscosità 2 ctStokes).

La velocità di 1,0 m/s del fango assicura una minore abrasione delle pompe; i fanghi locarnesi infatti contengono anche sabbie quarzifere. La velocità 1,2 m/s dell'acqua è favorevole per un normale risciacquo della pipe-line.

Le prove effettuate sulla pipe-line confermano le ipotesi di calcolo.

Dalle misurazioni effettuate sulla pipeline in esercizio risulta confermata l'in-

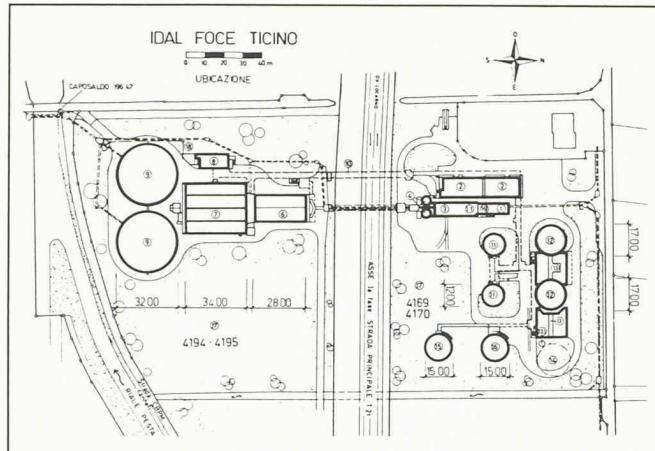


Fig. 10. — IDAL Foce Ticino (ubicazione).

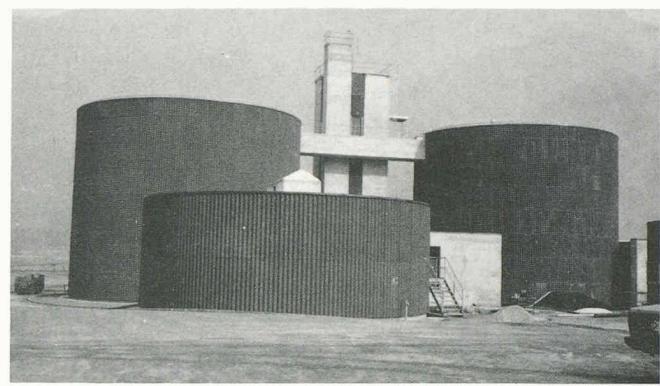


Fig. 11. — Vista dei digestori e ispesseur I dal piazzale corpo griglie. (Foto ing. Rima del 30.3.1983.)

formazione che figura nella bibliografia relativa all'applicabilità delle leggi empiriche dell'idraulica quando si è in presenza di contenuti ridotti di materia secca.

I dati raccolti sono riprodotti nei diagrammi H/Q (altezza/quantità) indicati nella figura 12 per i diversi tipi di fanghi. La linea tratteggiata indica il dato Q/H previsto contrattualmente per le pompe montate dal fornitore.

Le caratteristiche fisiche e chimiche dei fanghi prodotti attualmente nell'impianto IDAL FM indicano: il fango primario stoccati è in grado di immagazzinare un elevato contenuto di sabbia come risulta dal prelievo no. 1 riportato nell'istogramma della figura 13, il fango primario aerato raggiunge il contenuto

dell'8% di residuo secco e il pH è spesso relativamente basso. Le indicazioni numeriche sono riportate nell'istogramma della figura 14.

Il metano presente nel fango viene espulso dagli sfiatì posati lungo la condotta e perciò la sua presenza non è influente sul rendimento del trasporto dei fanghi con la pipe-line.

Riassunto

La concentrazione sul Piano di Magadino delle opere per l'eliminazione centralizzata dei residui liquidi rappresenta la soluzione di un problema che interessa direttamente il 20% della popolazione del Canton Ticino. L'opera assicura una vigilata utilizzazione dei fanghi nell'agricoltura in relazione ai contenuti elevati di fosfati, assicurando così, almeno per una parte dei resti, la chiusura di un ciclo in via naturale, per quanto avviene nel rispetto delle esigenze di legge per i valori limite tollerati relativi al contenuto di metalli pesanti che sono principalmente: il piombo, il cromo, il rame, lo zinco, presenti spesso in percentuali elevate.

La soluzione della concentrazione e trasporto con pipe-line è per la prima volta adottata in Svizzera; risolve nel miglior modo possibile l'eliminazione dei residui liquidi degli impianti di depurazione delle acque reflue e di quelle delle fosse seccche non ancora allacciate alle reti comunali.

Non provoca carichi ambientali supplementari dovuti, per esempio a depositi di fanghi non trattati e con l'introduzione del trasporto da Locarno al Piano di Magadino per mezzo della pipe-line, evita la molestia di trasporti pesanti aggiuntivi nella regione turistica pregiata del Locarnese, togliendo dall'agglomerato urbano ogni immissione. La soluzione adottata rappresenta un miglioramento della qualità della vita.

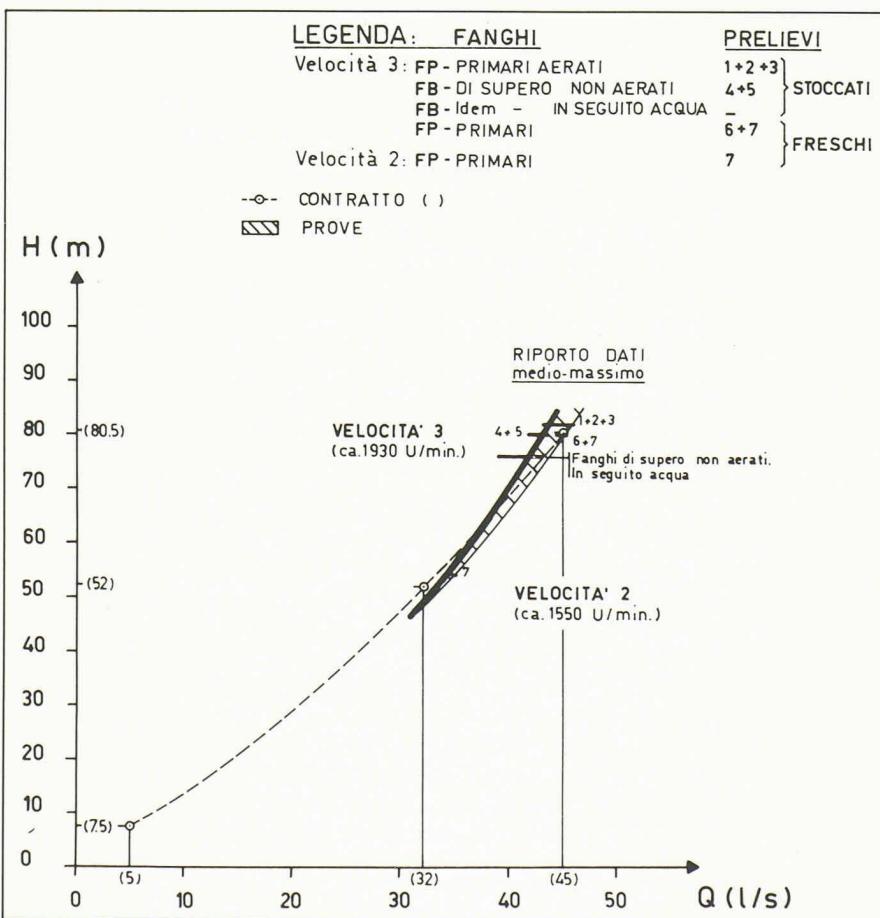


Fig. 12. — Pipe-line FM - FT - Trasporto diversi fanghi; diagramma H/Q.

Bibliografia

- RIMA, A.: Pipe-line continentale e svizzera - Teoria e pratica dei trasporti per pipe-line (Manoscritto 1943).
- BRAUN, R.: Trattamento e smaltimento dei rifiuti solidi urbani e difogna, 3^o congresso internazionale, Trento, 1965 (ANDIS).
- WPCF: Esercizio e manutenzione degli impianti di trattamento dei liquami domestici, Water pollution control federation, Politecnico di Milano, Istituto di ingegneria sanitaria, 1974.
- GANDENGERGER, W.: Über die wirtschaftliche und betriebssichere Gestaltung von Fernwasserleitungen, Monaco, 1957.
- VOLK, M.: «Belüftungs- und Entlüftungsventile: ihre Wirkungsweise und Bemessung», Die Wirtschaft, 10/1966.
- RADCKE, H. D.: Schlammförderung (Manoscritto 1977).

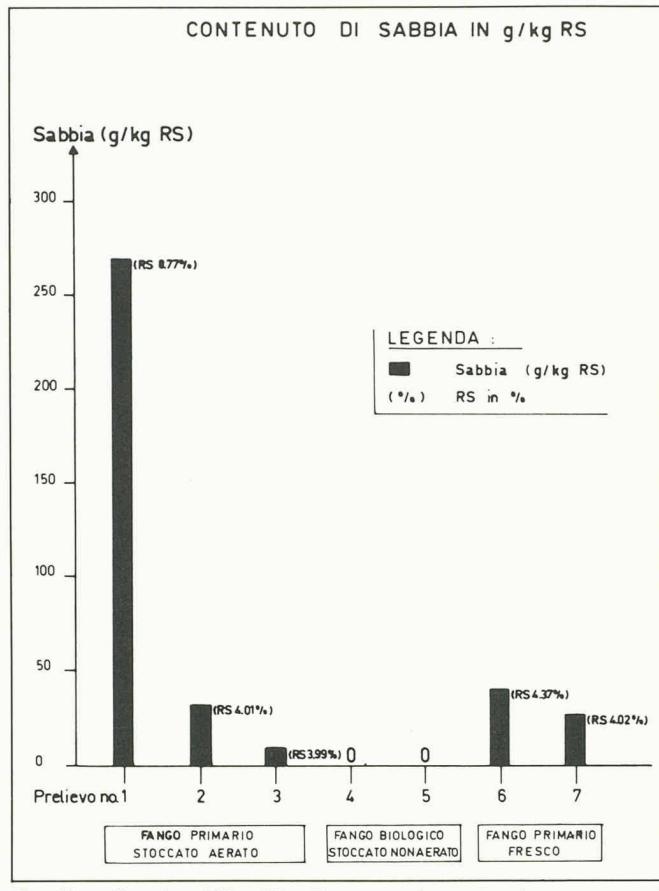


Fig. 13. — Pipe-line FM - FT - Trasporto diversi fanghi; contenuto di sabbia in g/kg/RS (RS = residuo secco).

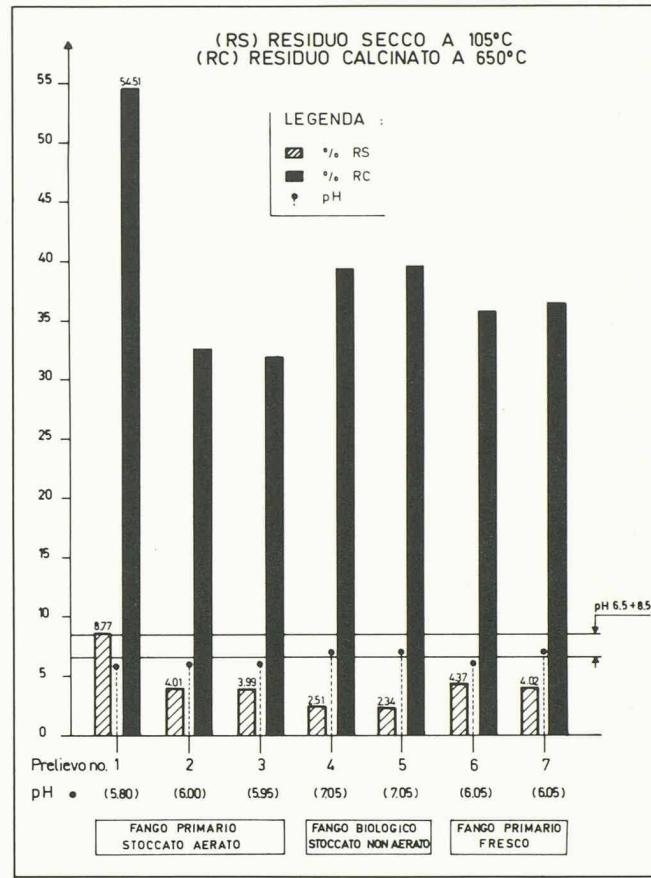


Fig. 14. — Pipe-line FM - FT - Trasporto diversi fanghi; residuo secco a 105°C (RS), residuo calcinato a 650°C (RC).

Nouveau studio de la Télévision Suisse Romande à Genève

par André Sumi, Genève

Le centre de la Télévision Suisse Romande à Genève a dû, en raison du développement de ses activités, construire un nouveau studio de 370 m², qui a été intégré dans le vide de 10 m de hauteur du rez-de-chaussée, du premier et du deuxième étage d'un nouveau bâtiment de 42 m de long et 39 m de large, et comportant en tout quatre étages sur rez-de-chaussée (fig. 1).

Structure tendue

L'absence de porteur dans le vide du studio nous a conduits à recourir à une structure tendue pour la reprise des charges des trois dalles des étages supérieurs. Cette structure a été réalisée sous la forme de six colonnes tendues précontraintes en construction mixte acier/béton sur la hauteur des 3^e et 4^e étages et en construction métallique sur la partie extérieure, au-dessus de la toiture. Ces colonnes sont suspendues à une structure tridimensionnelle en charpente métallique construite en tubes RHS au-dessus de la toiture et s'appuyant sur les murs et les piliers extérieurs du studio.

Cette charpente comporte des doubles membrures inférieures dans le sens porteur principal entre et sur lesquelles passent et s'appuient les colonnes tendues. Les caractéristiques des colonnes tendues sont les suivantes :

Tubes RHS 200 × 200 × 12,5 mm avec tête de poinçonnage au niveau des trois dalles, enrobés de 7,5 cm de béton armé, assurant en outre la protection au feu avec prolongement au-dessus de la toiture par des tubes RHS 200 × 200 × 16 mm (fig. 2).

Une précontrainte centrale des colonnes assure une compression permanente de leur section sous l'influence du poids propre de la structure et des surcharges de service (fig. 3).

Pour des raisons acoustiques, la dalle sur studio a été suspendue élastiquement aux colonnes tendues des étages par l'intermédiaire de têtes de poinçonnage extérieures spéciales auxquelles ont été incorporées les têtes fixes des câbles de précontrainte des colonnes.

La construction du gros œuvre a été entièrement réalisée sur appuis fixes provisoires constitués par des tours d'étagage triangulées qui ont été posées dans le vide du studio, directement sous les colonnes des étages. Après la mise en place de la charpente tridimensionnelle au-dessus de la toiture, la mise en précontrainte des colonnes a été effectuée en première étape pour lui transmettre les charges dues au poids propre des dalles, jusqu'à la libération complète des tours d'étagage.

Après cette première mise en pression, le clavage de la tête des colonnes avec les nœuds de la structure a permis, en deuxième étape, de poursuivre la précontrainte des colonnes jusqu'à la valeur T_0 de l'unité de précontrainte (138 t).

Pour tenir compte et pour diminuer l'effet de la variation de température entre la dalle toiture isolée et la structure tridimensionnelle, en raison de son autostabilité, tous les appuis de cette structure ont été réalisés avec libre déformation dans les deux sens. En outre, les plaques de clavage de la tête des colonnes ont été