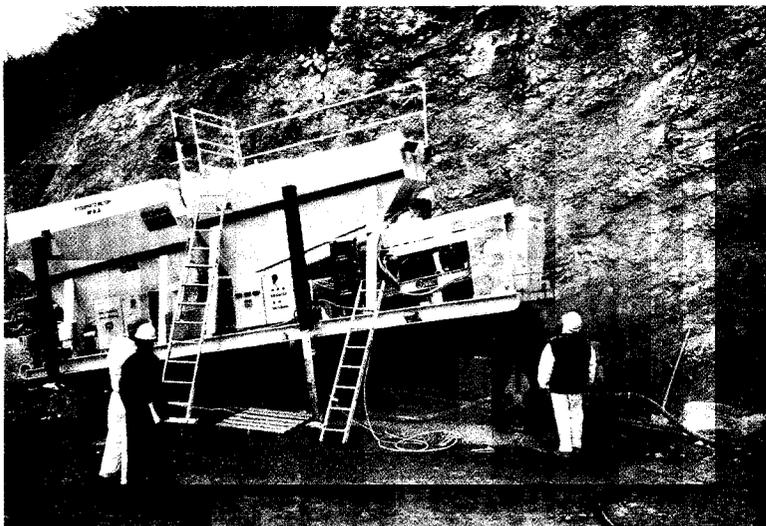


# Ecospritzbeton



▲ FIGURA 1

*Impianti (Fig. 1) destinati a lavori quali:*

- gallerie di bypass
- protezioni superficiali
- protezioni del fronte di scavo in galleria
- strutture monoguscio
- riparazioni
- rivestimenti di gallerie

## 1.) Il cemento Ecospritz

La Buzzi Cementi S.p.A., dopo una lunga ricerca e sperimentazione, ha messo a punto un cemento atto al confezionamento di calcestruzzi proiettati che non necessita di additivazione per la sua presa (su pareti verticali o negative), mantenendo qualità prestazionali che vengono definite «strutturali», cioè identificabili in quelle di un calcestruzzo ottimale. Il prodotto mantiene un brevetto internazionale.

Le peculiarità principali sono:

1. presa istantanea senza bisogno di additivi;
2. resistenze medie doppie rispetto agli spritz classici;
3. resistenza ai solfati ed alle acque dilavanti;

4. buona resistenza alle reazioni alcali/ aggregati;
5. proprietà «ecologiche» del prodotto;
6. elevata permeabilità;
7. ridotti sfridi (< 10% !);
8. sfridi facilmente asportabili.

Viene posato in opera mediante una pompa pneumatica a rotore.

Deve essere trasportato mediante attrezzature speciali che mantengono divisi aggregati e cemento sino alla fase di getto nella tramoggia della pompa. Definendo pertanto questo prodotto un «calcestruzzo strutturale», in fase di progettazione, sfruttando questa tecnologia, si perviene per lo meno ai seguenti vantaggi:

1. Nelle Opere in Sottosuolo, ottenimento di un calcestruzzo strutturale (>40 Mpa) già in prima fase e di conseguenza diminuzione dello spessore del getto finale e della sezione di scavo (oltre alle maggiori caratteristiche che lo legano al fattore sicurezza in fase operativa).
2. Nelle Opere di Consolidamento esterno (paratie, berlinesi, diaframmi, ...), a parità di spessore, possibilità di riduzione delle armature collaboranti e/o maggiore coefficiente di sicurezza.
3. Rapidità e semplicità di esecuzione

**Dr. Ing. Massimiliano Bringiotti**  
**Dr. Arch. Andrea Parodi**  
GeoTunnel S.p.A.

Miscelatore Ponderale  
Polivalente M 8.4 e Braccio  
Manipolatore Robotizzato SM  
305.8 atti al confezionamento  
ed alla posa di calcestruzzi  
proiettati strutturali

per lavori di ripristino di calcestruzzi ammalorati, quali rivestimenti di gallerie in esercizio, pile, pulvini, impalcati, ...

4. Soluzione dei problemi di rivestimento in sezioni aventi geometrie particolari (gallerie di bypass, nicchie, ...).

5. Soluzione dei problemi di gestione delle fasi operative in situazioni di limitati periodi operativi (strade, autostrade, linee ferroviarie, ...) per la semplicità di approntamento, fase produttiva e rimozione del Cantiere.

6. Economicità di gestione del parco attrezzature (si elimina i costi di acquisto e gestione dell'impianto di betonaggio, delle autobetoniere, delle pompe da spritz beton ad umido, ...), per cui minori consumi, manutenzioni e costi di gestione del parco macchine.

7. Possibilità di installazione del Cantiere di confezionamento del calcestruzzo fino ad 1 km di distanza dalla zona di intervento, sfruttando la veicolabilità per via pneumatica della miscela semiumida preparata.

8. Ecologia dell'intervento, non dando adito alla possibilità di utilizzo di alcun prodotto chimico additivo.

Prima di illustrare gli impianti realizzati per l'applicazione si ritiene doveroso esporre alcune premesse sulle tec-

nologie di posa e le peculiarità del prodotto.

## 1.1) Le tecnologie dello spritzbeton

La tecnica del calcestruzzo proiettato, che a tutt'oggi ha portato al deposito di più di 5000 brevetti in tutto il mondo, si basa sulle esperienze sviluppate nell'arco di questo secolo negli Stati Uniti ed in Europa. Il primo brevetto in materia: quello depositato negli USA nel 1911 da Carl E. Akeley, riguarda un'attrezzatura per la proiezione di una miscela di cemento e sabbia denominata «Cement Gun».

Tutte le macchine, via via perfezionate, comparse fino alla fine degli anni '50 erano basate su una tecnologia denominata «a secco», in cui un legante cementizio, aggregati asciutti (o a bassissimo contenuto di umidità) ed eventualmente un accelerante in polvere venivano mescolati, convogliati in un tubo di dimensioni adeguate e fatti giungere sotto pressione ad una pistola o apparato di proiezione in cui veniva introdotta un'opportuna quantità di acqua d'impasto, che in maniera estremamente veloce doveva umidificare tutta la miscela secca.

Nel secondo dopoguerra si è sviluppata la tecnologia di proiezione «ad umido», in cui cemento e aggregati vengono pre-mescolati con tutta l'acqua d'impasto, e la miscela umida viene pompata a pressione fino all'ugello di proiezione nel quale è aggiunto eventualmente un accelerante liquido.

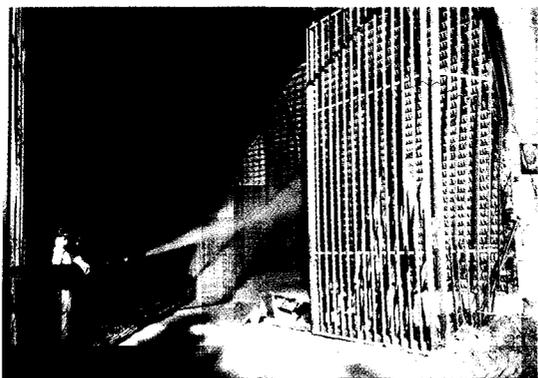
Tale variante della tecnologia dello Spritzbeton fu proposta e sviluppata nel tentativo di dare una soluzione a due carenze tecnologiche manifestate dalla tecnica «a secco» di quegli anni:

- 1) rendere più controllata la quantità di acqua totale immessa nell'impasto, al fine di migliorare le prestazioni finali del calcestruzzo proiettato e renderle analoghe a quelle di un calcestruzzo ordinario;

- 2) aumentare il volume di Spritzbeton applicato nell'unità di tempo.

Il primo obiettivo fu almeno parzialmente conseguito integrando la tecnologia di Spritzbeton con quella del calcestruzzo preconfezionato: il calcestruzzo da proiettare viene impastato con acqua in un impianto addizionale di miscelazione ad umido e quindi tra-

sferito, con tempi di trasporto più o meno lunghi, all'impianto di Spritzbeton vero e proprio per la sua messa in opera. Il soddisfacimento del secondo obiettivo ha da parte sua portato alla costruzione di apparati di proiezione sempre più potenti ed affidati a sistemi robotizzati telecomandati. Si è così allontanato il lancista dalla superficie di applicazione dello Spritzbeton, diminuendo di conseguenza il suo completo controllo sulla qualità del materiale



▲ FIG. 2 - Galleria di servizio e soccorso Ospedaletti, GeoTunnel, realizzazione di guscio strutturale mediante Ecospritz con blindatura in pannelli d'acciaio a supporto

applicato (1).

Oggi, nel mondo, entrambe le tecnologie, quella «a secco» e quella «ad umido», riscuotono un vasto successo. Le preferenze degli operatori vanno all'una o all'altra tecnica a seconda delle nazioni, delle tradizioni culturali e delle conoscenze pratiche che storicamente si sono create col passare degli anni.

## 1.2) Gli additivi per spritzbeton

Una caratteristica comune ad entrambe le tecniche può essere individuata nell'utilizzo di acceleranti di presa e/o indurimento e, negli ultimi anni, di additivi tixotropici. L'impiego di tali additivi consente di ottenere che lo Spritzbeton, una volta applicato, perda di consistenza con estrema rapidità ed aderisca al supporto di applicazione. Gli additivi acceleranti sono basati su Silicati ed Alluminati Alcalini opportunamente formulati, che consentono anche di ottenere una modulazione della velocità di indurimento/rapprindimento secondo specifiche di lavoro pre-determinate. L'ispessimento delle miscele proiettate viene facilmente ottenuto mediante l'aggiunta di

microsilice, ad elevato effetto tixotropico.

L'uso di additivi acceleranti comporta però due difetti sostanziali, molto differenti tra loro:

- a) il primo è un difetto prestazionale, in quanto l'utilizzo di questi acceleranti provoca una forte riduzione (30-45%) delle resistenze meccaniche del calcestruzzo alle lunghe stagionature.

- b) Il secondo è una difficoltà di utilizzo in cantiere, in quanto l'elevata alcalinità di questi acceleranti provoca sia un'esposizione indesiderata degli operatori a nebbie fortemente irritanti per la pelle e gli occhi, con conseguenti problemi di protezione e, nel caso peggiore, di insorgenza di malattie professionali, sia la liberazione di eluati ad elevato pH e contenuto in sali alcalini, che vanno inevitabilmente ad incrostare i dreni ed inquinare falde e corsi d'acqua adiacenti i cantieri di lavoro, con reazioni pesanti e frequenti da parte delle Autorità locali preposte alla salute pubblica.

## 1.3) Cementi per spritzbeton

### 1.3.1) Cementi Tradizionali

I cementi che vengono impiegati per il confezionamento del calcestruzzo destinato allo Spritzbeton, sono prevalentemente dei Cementi Portland 32,5 R o 42,5 R e, nel caso di lavori in presenza di acque sotterranee solfatiche, vengono talvolta utilizzati Cementi alla Loppa o Cementi Pozzolatici 42,5.

Per ottenere i tempi di presa/rapprindimento rapidi, tipici della tecnologia dello Spritzbeton, vengono, come già detto, introdotti negli impasti degli acceleranti a base alcalina, che devono essere opportunamente scelti o a volte appositamente formulati per poter ottenere le prestazioni desiderate in funzione dello specifico cemento disponibile localmente.

### 3.2) Nuovi Cementi per Spritzbeton (Fig. 2)

Un gruppo di lavoro europeo, costituito da un produttore tedesco, uno austriaco ed uno italiano, ha contribuito alla semplificazione della tecnologia di produzione dello Spritzbeton, rendendo più affidabile l'ottenimento di risultati qualitativi del calcestruzzo proiettato in opera e risolvendo i pro-

blemi ecologici collegati all'impiego degli additivi alcalini. E' stato infatti messo a punto un cemento speciale che, pur rispondendo alle normative europee sui cementi, presenta le seguenti caratteristiche peculiari:

**a) Tempi di presa estremamente ridotti**, tali da soddisfare i requisiti della normativa Austriaca (2) anche per le condizioni di scavo più critiche. Tali requisiti sono sostanzialmente ripresi nei suoi punti qualificanti dalle norme europee e dalla normativa nazionale Unicement in fase di avanzata stesura.

**b) Contenuto di alcali del tutto analogo** a quello dei cementi comuni, al fine di minimizzare tutti i problemi ecologici di esposizione del personale e di inquinamento della acque, ed evitare ogni possibile insorgenza di fenomeni di reazione alcali-aggregato, nel caso che gli aggregati utilizzati per la confezione dello Spritzbeton e/o le rocce a contatto con le strutture risultino reattivi.

Brevetti europei scaturiti dal lavoro in comune (per il prodotto italiano valgono i brevetti EU 93104830 - ÖS 399147) proteggono i Cementi Pozzolatici Rapidi ad Elevata Resistenza, tipo IV A 42,5 R o Ecospritz, che non richiedono l'uso di additivi per la proiezione.

Le caratteristiche generali tipiche di questi cementi sono:

- **Finezza:** 35% residuo su 24 micron
- **Massa volumica reale:** 3.1 t/m<sup>3</sup>
- **Massa volumica apparente:** 1.2-1.5 t/m<sup>3</sup>
- **Presa:** Immediata a contatto con acqua (30" + 1.5' secondo EN196/1)
- **Resistenza ad attacchi chimici**
- solfati: alta (UNI 9156/97)
- acque dilav.: altissima (UNI 9606/97)
- **Saggio di Pozzolanicità:** Positivo

#### 1.4) Caratteristiche di un C15 per spritzbeton prodotto con Ecospritz

Vengono di seguito riportate le caratteristiche tecnologiche ed applicative più importanti di un calcestruzzo per Spritzbeton prodotto con tale Cemento Speciale:

- **Cemento:** 400 kg/m<sup>3</sup>
- **Aggregati (D<sub>max</sub> 8mm):** 1600 kg/m<sup>3</sup>
- **A/C:** 0,5

#### a) Resistenza a compressione

Le resistenze a compressione rendono conformi questi calcestruzzi alle prescrizioni della nuova norma Unicement in fase di ultimazione, oltre che alla citata normativa austriaca (2), la più avanzata in Europa ed universalmente accettata:

	6'	15'	1h	24h	7gg	28gg	90gg
Resistenza a Compressione (MPa)	0,5	1.0	1.2	12	20	40	50

#### b) Sfrido

Lo sfrido è stato valutato attorno al 7-10 %, in funzione della natura del supporto e della quantità di armatura presente.

#### c) Spessore consigliato di applicazione

Lo spessore consigliato di applicazione di ogni passata è di circa 10 cm. Spessori maggiori possono essere affidabilmente ottenuti applicando più passate da 10 cm ciascuna l'una sull'altra, lasciando passare qualche minuto tra l'applicazione di una passata e quella successiva.

#### d) Eluati

E' stata valutata la riduzione della concentrazione degli Alcali negli eluati, in accordo alla Norma Austriaca ÖN S2072, in confronto con i valori tipici di un calcestruzzo confezionato con Cemento CEM 32,5 con e senza aggiunta di Acceleranti per Spritzbeton:

Legante	Additivo	Sodio (mg/kg)	Potassio (mg/kg)
CEM 32,5	No	3	12
CEM 32,5	Si	35	15
Ecospritz	No	3	11

dimostrando che le proprietà di accelerazione della presa sono state raggiunte senza stravolgere quelle di un calcestruzzo tradizionale.

#### 1.5) Tecnologia di applicazione: spritzbeton a «semiumido»

Ecospritz, pur caratterizzato da un'elevata reattività, consente di confezionare calcestruzzi per

Spritzbeton con aggregati ad umidità naturale (anche oltre il 6%), e quindi la tecnologia d'impiego può essere ragionevolmente definita «semi-umida». Questi cementi, estremamente reattivi in presenza di acqua, non possono essere ovviamente utilizzati per confezionare calcestruzzi negli impianti di

betonaggio, né possono essere trasportati con una normale betoniera come previsto nel processo dello Spritzbeton «ad umido», ma necessitano di apparecchiature che rappresentano una moderna e più efficiente versione di quelle sviluppate a suo tempo per lo stoccaggio, la produzione e la proiezione dello Spritzbeton «a secco». In sostituzione della betoniera tradizionale, per la confezione della miscela semi-umida, vengono utilizzate apparecchiature differenti a seconda della tipologia di applicazione. (Fig. 3). In particolare le tecnologie di confezione possono essere sommariamente così classificate:

#### a) Costruzione di strutture nuove e di grandi dimensioni (volumi Spritzbeton applicati >15 m<sup>3</sup>/h)

Apparato semovente su slitta o cingoli



**FIG. 3** - Fase di carico cemento Ecospritz confezionato in big bags da 1.000 kg, su miscelatore volumetrico Blend, GeoTunnel, Cantiere Galleria Seglia, Ventimiglia

**b) Riparazione di strutture e applicazioni di dimensioni minori (volumi Spritzbeton applicati <math><10\text{ m}^3/\text{h}</math>)**

Apparato miscelatore montato su camion.

Per quanto riguarda le proiezioni dello Spritzbeton, vengono utilizzate moderne pompe per tecnologia «a secco» che consentono di applicare con assoluta efficienza fino a  $18\text{ m}^3/\text{h}$  di conglomerato. (Fig. 4)

Qualora siano richiesti volumi maggiori, come nel caso a) sopra indicato, la soluzione più conveniente e pratica dal punto di vista di gestione dei cantieri pare essere quella di utilizzare 2 o 3 pompe in parallelo, come già verificato in molteplici applicazioni eseguite.

**1.6) Applicazioni**

Le applicazioni tipiche di Ecospritz sono tutte quelle in cui è possibile prevedere l'utilizzo di un calcestruzzo proiettato strutturale.

In particolare si possono indicare per esempio:

**a) Costruzioni di strutture:**

- Gallerie
- Opere in sotterraneo
- Vasche
- Rilevati stradali
- Ferrocemento

**b) Riparazione di strutture in calcestruzzo ammalorato:**

- Gallerie
- Viadotti
- Strutture idrauliche



▲ FIG. 4 - Pompa a secco Ocmer Universale, GeoTunnel, Cantiere Autostrada A12, gallerie tra Recco e Sestri Levante

**1.7) Normative tecniche**

Attualmente è in avanzata fase di elaborazione la Normativa Unicemento che definisce e regola il «Calcestruzzo Proiettato» (Unicemento - GdL Calcestruzzi-Sottogruppo Calcestruzzi Speciali), anche con funzioni strutturali e non solo di sostegno provvisorio. Comunque tutte le normative tecniche prescrivono, sulla base dell'esperienza maturata in molteplici anni di utilizzo, l'uso della tecnologia di Spritzbeton per la messa in opera di calcestruzzi di qualità.

A titolo di puro esempio citiamo qui di seguito ed in maniera estremamente succinta, l'impostazione data da alcuni Enti ai loro capitolati, relativamente allo Spritzbeton:

**a) Ferrovie dello Stato SpA**

Nel Cap. 11 «Conglomerati Cementizi Speciali» (All.3) «Prescrizioni per la

produzione, trasporto, posa in opera e controllo di conglomerati cementizi», si prevede che lo Spritzbeton possa essere prodotto, oltre che con la tecnica «ad umido», anche con l'uso un legante a presa rapida senza uso di additivi acceleranti.

**b) ANAS**

All'art. 34, punto F «Lavori in Sotterraneo delle Norme Tecniche per l'esecuzione dei lavori», l'ANAS prevede che la messa in opera del rivestimento in calcestruzzo di 1ª fase della costruzione delle gallerie possa essere eseguito con tecnologia di Spritzbeton sia «a secco» che «ad umido».

**c) Autostrade SpA e Autostrada del Brennero SpA**

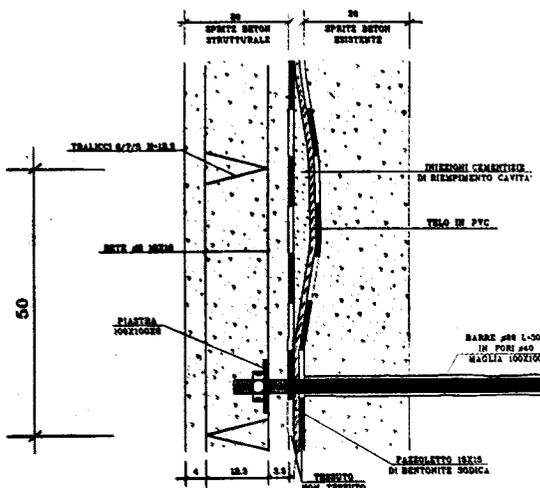
Queste due società prevedono, coerentemente con le indicazioni generali delle Norme tecniche dell'ANAS, la possibilità di utilizzare lo Spritzbeton per la messa in opera di calcestruzzi di 1ª fase nella costruzione di nuove gallerie, però, per quanto riguarda la tecnologia di Spritzbeton, si esprimono in maniera più restrittiva, indicando la sola tecnologia «ad umido».

Sono comunque in atto applicazioni di notevole entità di Spritzbeton con il sistema a secco e semi-umido per il ripristino di gallerie ammalorate. (Fig. 4)

**1.8) Prospettive future**

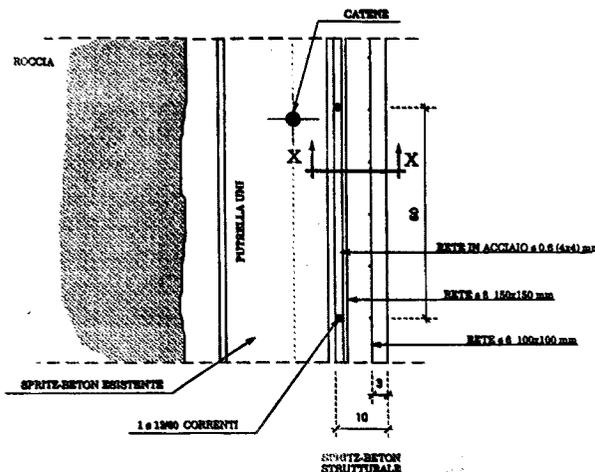
La tecnologia dello Spritzbeton ha fatto negli ultimi anni notevoli progressi dopo un periodo abbastanza lungo di

▼ FIG. 5 - Particolare progettuale Shell Method Cantieri Stazione Ferroviaria di Sanremo



▲ Fig. 7 - Particolare del guscio strutturale

▼ FIG. 6 - Particolare progettuale Shell Method - Cantieri Galleria di fuga e soccorso Terzorio



stasi tecnologica e, specialmente all'estero, ci si è indirizzati con decisione sulla strada del suo utilizzo strutturale, con realizzazioni importanti di tale tecnologia. In essa sono individuati numerosi vantaggi tecnologici ed economici rispetto alle tecnologie tradizionali di costruzione delle strutture in sotterraneo; ciò è testimoniato da tutta una serie di pubblicazioni scientifiche in merito (3)(4)(5)(6)(7)(8).

Ma occorre abbandonare l'impiego dei silicati di Na in quanto frenano lo sviluppo delle resistenze a lungo termine e non consentono il raggiungimento di resistenze «strutturali».

Di particolare importanza e novità è quindi sia la definitiva accettazione dello Spritzbeton strutturale per la messa in opera del calcestruzzo di 2ª fase nella costruzione delle gallerie, ma anche e soprattutto la definizione della tecnologia del Monococque Shotcrete (9)(10), anche definito Single Shell Method (11), per la costruzione in un'unica operazione della struttura delle gallerie, successivamente al primo consolidamento dopo lo scavo, mantenendo nel calcestruzzo messo in opera tutte le caratteristiche di resistenza, durezza ed impermeabilità delle attuali strutture, ma rendendo possibili consistenti risparmi sia in termini di sezione di scavo sia per quanto riguarda tempi di esecuzione e costi complessivi dell'opera. (Fig. 5, 6 e 7)

E' auspicabile che tale impostazione susciti l'interesse scientifico anche dei progettisti italiani oltre che l'apprezzamento dei nostri Enti committenti in modo che sia possibile vedere

realizzate presto anche in Italia opere di alto contenuto tecnologico come quelle recentemente costruite in nazioni d'Europa a noi vicine.

## 2.) Il progetto Ecospritzbeton M 8.4

Per l'applicazione di calcestruzzi strutturali proiettati in via semiumida il Gruppo Geotunnel & Scamac ha progettato e costruito un impianto composto da due attrezzature specifiche, aventi funzioni totalmente distinte, da utilizzare in lavori civili e minerari.

La prima attrezzatura è una macchina speciale (Fig. 1), assemblata su una slitta telescopica, atta alla miscelazione di inerti e cemento, composta principalmente da un telaio di sostegno, 2 tramogge (inerti e cemento), un nastro trasportatore estrattore, una coclea, due sistemi di pesatura, un sistema di miscelazione, un sistema oleodinamico

parata sul primo mezzo nelle zone di intervento.

Il miscelatore dosatore ponderale polivalente Ecospritzbeton Machine presenta una concezione fortemente innovativa; essa consiste nel trasportare tutti gli elementi per il confezionamento dello spritz beton separati in idonee tramogge.

L'impianto estrae durante lo scarico gli elementi in modo ponderale, secondo i parametri scelti dall'Utilizzatore. La miscelazione, pertanto la produzione dello spritz beton, avviene nel momento dello scarico. Molti e particolarmente evidenti sono i vantaggi di questo nuovo impianto rispetto ai sistemi tradizionali di produzione di calcestruzzo.

- **Semplicità di carico** - Il caricamento può essere eseguito utilizzando un normale impianto di betonaggio o alternativi mezzi di carico quali:
  - per l'inerte
  - pala gommata (Fig. 10)



▲ FIGURA 9



▲ FIGURA 10

di sollevamento (Fig. 8), un impianto misto di vibrazione ed un sistema PLC di governo e controllo.

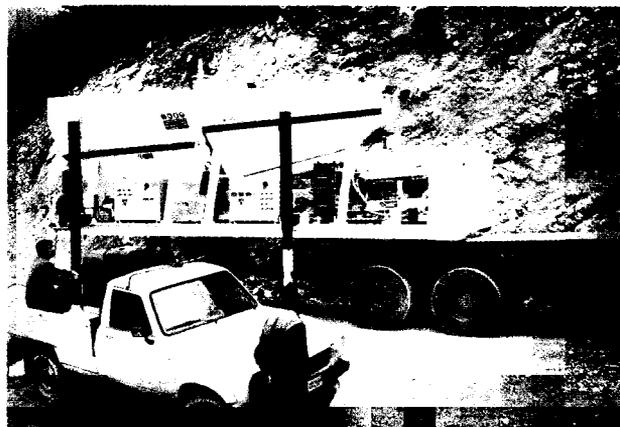
Questa macchina è corredata di una pompa di proiezione pneumatica; quest'ultima permette la veicolazione della miscela introdotta all'interno di essa dal miscelatore. (Fig. 4)

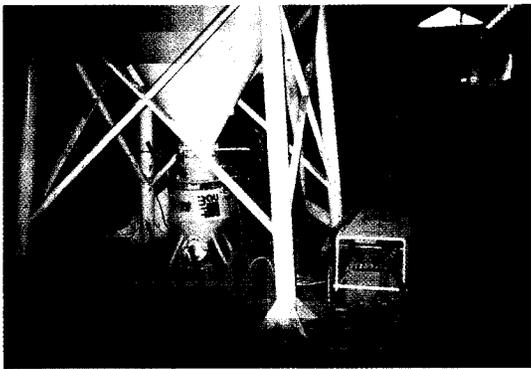
La seconda è un veicolo speciale autocarrato, dotato di motorizzazione autonoma, sul quale si trova assemblato un braccio innovativo robotizzato (Fig.9) avente la funzione di proiettare la miscela cementizia pre-

- terna
- escavatore
- autobetoniera
- normale camion
- dumper
- ...
- e per il cemento
- un silos con coclea senza pesa
- un silos mediante trasporto pneumatico (Fig. 11)
- big bag (estrazione gravimetrica o via coclea)
- normali sacchi di cemento.

L'indipendenza di questa macchina dalla centrale di betonaggio consente di effettuare il caricamento direttamente in Cantiere, senza l'ausilio della centrale stessa; questa caratteristica permette di aumentare sensibilmente il raggio d'azione della macchina.

▼ FIG. 8 - M 8.4 in fase di posizionamento in Cantiere, Cava di Roaschia, Robilante





▲ FIGURA 11

• **Trasporto separato** - Il miscelatore dosatore ponderale polivalente Ecospritzbeton trasporta separatamente gli elementi per il confezionamento del calcestruzzo e consente all'operatore di variare, nella fase di scarico, la miscela. I comandi vengono eseguiti con l'impianto in funzione ed i dati possono venire registrati e gestiti mediante un semplice software.

• **Versatilità dell'impianto** - Il miscelatore dosatore ponderale polivalente Ecospritzbeton, progettato per l'applicazione di calcestruzzi proiettati strutturali, può essere impiegato integrandolo in una centrale di betonaggio standard; può anche essere impiegato nei getti di complemento, nella microdistribuzione, negli scarichi lenti, negli scarichi ove si richiede il frazionamento per diversità del tipo di calcestruzzo. L'impianto permette anche di produrre misti cementati per pavimentazioni e malte; può essere particolarmente idoneo nella distribuzione di inerti in sezione obbligata, nei getti speciali ad alta resistenza, nei getti distanti dal punto di carico, nei getti in zone dove l'inquinamento acustico e dei gas non sono tollerati.

• **Elevata portata dell'impianto** - Il miscelatore dosatore ponderale polivalente Ecospritzbeton, nella versione assemblabile su autotelaio, permette una portata elevata. L'impianto montato su un autotelaio a 3 assi (mezzo d'opera) trasporta 10 metri cubi di spritz beton reso.

• **Risparmio del carburante** - Il miscelatore dosatore ponderale

polivalente Ecospritzbeton riduce drasticamente il consumo del carburante paragonandolo ad una autobetoniera; funziona con ca. 18 kW che può prelevare dalla linea elettrica di Cantiere o, nella versione su autotelaio, dalla presa di forza solo al momento dell'estrazione dei componenti.

• **Risparmio del materiale e resistenza del calcestruzzo** - Il miscelatore dosatore ponderale polivalente Ecospritzbeton consente una maggiore resistenza del calcestruzzo in generale (grazie alla produzione di calcestruzzo fresco).

Il miscelatore dosatore ponderale polivalente Ecospritzbeton presenta il grande vantaggio di produrre calcestruzzo nel momento stesso dello scarico evitando il deterioramento a seguito del trasporto tra centrale di betonaggio e Cantiere, nonché l'influenza dei fattori climatici (caldo/freddo). L'innovativa concezione di questo impianto consente importanti risparmi economici nell'uso del cemento ed eventualmente degli additivi.

• **Stabilità dell'impianto** - Il carico stabile ed il baricentro basso consente al miscelatore dosatore ponderale polivalente Ecospritzbeton, nella versione su telaio, il superamento di pendenze molto ripide senza perdita di materiale

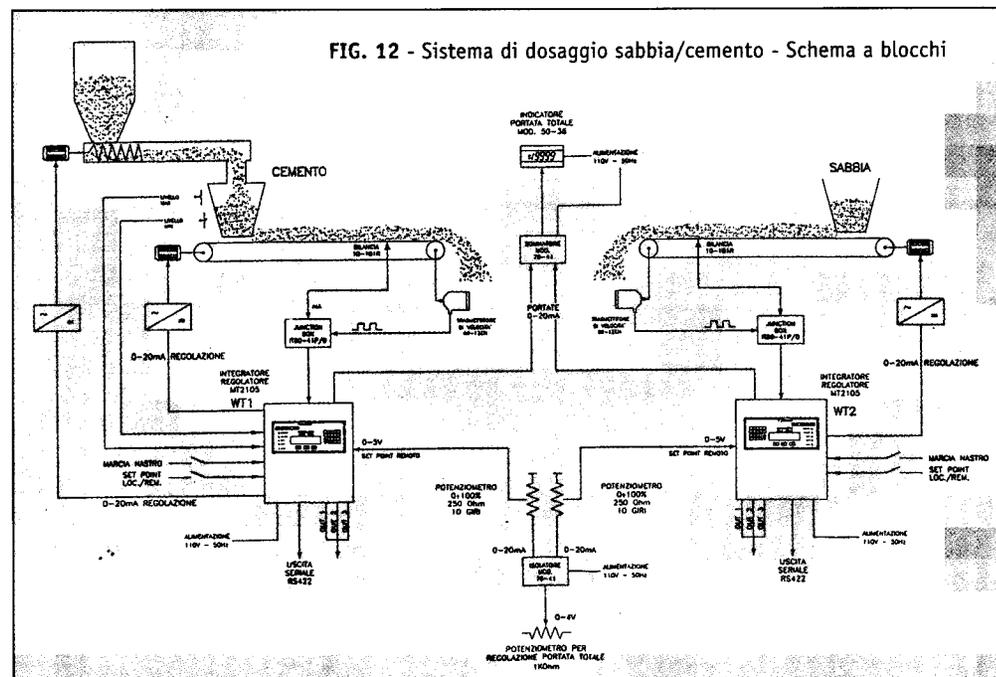
o la massima stabilità nelle curve e nei percorsi fuori strada, riducendo l'usura dei pneumatici.

• **Pulizia senza sprechi** - Non serve un impianto specifico di lavaggio e recupero delle acque reflue, che è ormai necessario negli impianti di betonaggio per il lavaggio delle autobetoniere (essendo tutti i materiali allo stato secco).

• **Velocità di scarico** - La produttività del miscelatore dosatore ponderale polivalente Ecospritzbeton, in fase di scarico, è estremamente elevata, superiore a quella di una autobetoniera convenzionale.

• **Comando a distanza** - Il miscelatore dosatore ponderale polivalente Ecospritzbeton può essere dotato di telecomando per gestire a distanza la macchina.

• **Gestione della fornitura** - Il miscelatore dosatore ponderale polivalente Ecospritzbeton non avendo necessità dell'impianto di betonaggio per il carico, consente all'Utilizzatore di avere il servizio di fornitura proprio dello spritz beton senza grossi investimenti e di autogestirsi il proprio fabbisogno in zone dove vincoli ambientali, mancanza di spazi e costi di investimento e gestione impediscono l'installazione di un impianto di betonaggio.



## 2.1) Peculiarità del progetto Ecospritzbeton Machine

Il progetto Ecospritzbeton Machine, inteso nella sua globalità, si differenzia dai sistemi convenzionali di proiezione di calcestruzzo principalmente per i seguenti fattori:

1. Totale innovazione nella progettazione di un sistema di pesatura degli inerti e del cemento finalizzato ad avere un errore di dosaggio del 2% massimo (Fig. 12).

2. Totale innovazione nel design, fornendo una macchina atta a lavorare in un cantiere in sottosuolo.

3. Innovativo sistema di carico da tergo in modo da poter riempire la tramoggia inerti con scarico diretto da dumper.

4. Innovativo sistema di sollevamento per permettere al dosatore ponderale Ecospritzbeton di autolivellarsi e di potersi autocaricare su un pianale. (Fig. 8)

5. Innovativo sistema di miscelazione mediante un miscelatore a gravità che riduce tutti i problemi di usure e presa dei componenti la miscela sugli organi in movimento.

6. Innovativo braccio di proiezione per calcestruzzi preparati a secco o in via semiumida.

7. Innovativo autotelaio da Cantiere, in grado di muoversi con disinvoltura su terreni accidentati e fangosi, con la possibilità di cambiare direzione (3 tipi

diversi di sterzata) in luoghi angusti quali le opere in sottosuolo.

8. Quadruplicamento della produzione standard che attualmente avviene utilizzando attrezzature convenzionali di pompaggio spritz beton a secco.

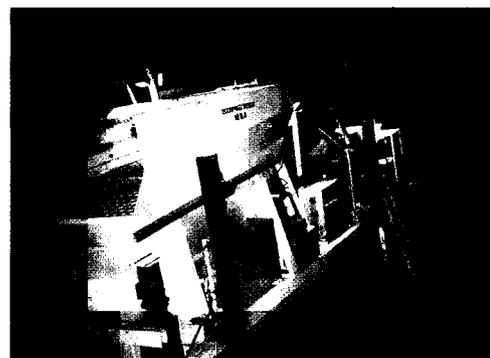
9. Progettazione di un insieme di attrezzature di semplice componentistica ed utilizzo.

10. Riguardo totale per la salvaguardia della salute dei lavoratori, non permettendo più lavori prettamente manuali (fino ad oggi la lancia di proiezione è sempre stata utilizzata manualmente) e mantenendo lontano l'operatore dalla zona di lavoro tramite un comando ombelicale (rischi per polveri, rumori, crolli, ...).

## 3.) Principali caratteristiche tecniche del miscelatore M 8.4

Produzione oraria max	28 mc/h
Capacità tramoggia inerti	10 mc
Capacità tramoggia cemento	4 mc
Altezza max	2,6 m
Larghezza max	2,5 m
Peso	8 ton
Potenza impegnata	20 kW

Gli organi principali che costituiscono la macchina (Fig. 13) sono rappresentati nel lay out riportato in basso.



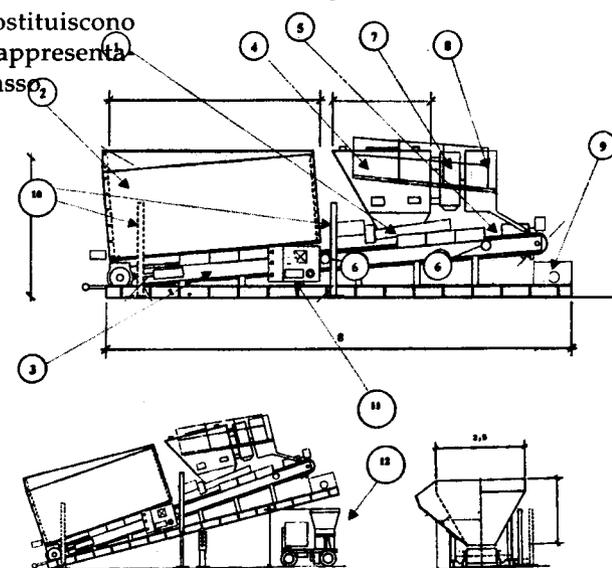
▲ FIGURA 13

I componenti principali della macchina ai fini della miscelazione del calcestruzzo sono ovviamente il nastro estrattore inerti, la coclea estrattrice cemento, i due sistemi di pesatura + PLC ed il mescolatore inerziale gravimetrico.

## 4.) Manipolatore robotizzato di lancio Ecospritzbeton SM 305.8

La proiezione del calcestruzzo strutturale avviene mediante un braccio di proiezione (Fig. 14) composto da:

- due ralle orizzontali;
- una ralla verticale;
- 5 elementi di sbraccio e snodo;
- sistema di pennellamento automatico autotarabile;
- comandi degli elementi mediante ci-



COMPONENTISTICA	SOLUZIONI PROGETTUALE
Struttura di supporto	Telaio rigido
Movimentazione	Slitta
Slitta	Cilindri estensibili di carico su pianale
Tramoggia inerte	Monosettore, Copertura antiabrasiva
Vibrazione inerte	Pneumatica
Tramoggia cemento	Sistema di ancoraggio e svuotamento big bag
Vibrazione cemento	Flussaggio
Pesatura inerte	Celle di carico
Pesatura cemento	Celle di carico su nastro dedicato
Miscelatore forzato	Miscelatore inerziale gravimetrico
Estrazione inerte	Nastro in gomma
Estrazione cemento	Coclea
Circuito motore	Elettrico
Sistema di regolazione	Inverter
Regolazione sistema pesatura	PLC
Sicurezza, Rumore e Polveri	A norme vigenti leggi
Options	Circuito ausiliario, Motorizzazione autonoma, Avvolgicavo, Sponde ribaltabili idraulicamente, Scarico diretto da camion, Carro cingolato, Sistema di carico pneumatico da silos, Sistema automatico di carico big bags, Sbrigliatore fibre, Filtro a cartucce, Depolverizzatore

NUM.	DESCRIZIONE
1	TELAIO DI SUPPORTO
2	TRAMOGGIA INERTI
3	NASTRO ESTRATTORE INERTI
4	TRAMOGGIA ECOSPRITZ
5	NASTRO PESATORE CEMENTO
6	SISTEMA DI PESATURA
7	FILTRO A CARTUCCE
8	SBRIGLIATORE DOSATORE FIBRE
9	MISCELATORE INERZIALE
10	SISTEMA DI SOLLEVAMENTO E LIVELLAMENTO
11	PLC DI COMANDO E CONTROLLO
12	POMPA A ROTORE

