

agricole nel piano di studi e ricerche che si propone di attuare nel campo della meccanica agraria, onde stimolare la costruzione e la conoscenza del macchinario elettroagricolo, il suo razionale impiego, lo studio delle linee elettroagricole, le modalità del loro esercizio, il sistema di tariffazione dell'energia per scopi agricoli; ecc.

Quello che desiderano gli agricoltori ed i tecnici che si occupano di questi problemi è la conoscenza di dati sicuri, od almeno attendibili, sul

costo di impianto e di esercizio delle macchine agricole in genere e di quelle elettroagricole in ispecie, onde poter valutare preventivamente e con una certa sicurezza, la convenienza del loro impiego, perchè solo il successo economico di questi impieghi è il migliore e più efficace propagandista della loro diffusione nelle nostre campagne, diffusione che solamente in caso di successo sarà fonte di ricchezza e di benessere per il Paese.

G. Vitali

# INFORMAZIONI

## Costruzione di strade in "terra stabilizzata" presso il Centro Nazionale Meccanico-Agricolo di Torino

*L'Autore riferisce sul primo esperimento pratico di costruzione di strade in terra stabilizzata effettuato in Italia con la realizzazione della rete stradale sull'ex-campo di Mirafiori destinato a sede del Centro Nazionale Meccanico Agricolo, corredando la sua relazione di indicazioni tendenti a mettere in evidenza la convenienza economica di tale tipo di costruzione.*

L'istituzione a Torino del Centro Nazionale Meccanico Agricolo destinato a svolgere studi e ricerche nel campo delle discipline agrarie, in particolare nel settore della meccanica agraria, offrì la occasione di mostrare al lavoro in una pubblica manifestazione le applicazioni e le attrezzature create per rendere la trattrice un mezzo capace di compiere i più gravosi lavori in vari settori industriali (edile, stradale, agrario ecc.) ed offrì inoltre l'occasione di presentare al pubblico un nuovo tipo di costruzioni stradali (in terre stabilizzate).

La trasformazione di quell'arida distesa che costituiva l'ex campo volo di Mirafiori in un complesso organizzato per compiti di ricerca e sperimentazione meccanica e agraria quale richiede un Centro Meccanico Agricolo, permise cioè di mostrare il progresso dei metodi di sistemazione fondiaria, con la dimostrazione, fra l'altro, di un moderno e praticissimo sistema di costruzioni stradali.

Il sistema di costruzioni a cui ci riferiamo (interessante per certe sue peculiari caratteristiche di cui diremo ap-

presso) è quello delle strade dette « in terra stabilizzata », cioè rese permanentemente praticabili in ogni condizione atmosferica e climatica, pur essendo costruite con criteri e con mezzi in gran parte differenti da quelli in uso per le comuni rotabili a massciata.

Il tipo di strada in terra stabilizzata, diffusissimo in America grazie alla convenienza economica ed alla rapidità di costruzione, è stato oggetto colà di numerose pubblicazioni e di norme ufficiali di esecuzione. In particolare la possibilità di non usare pietrame per la costruzione, impone questo sistema su ogni altro, specie quando si tratti di zone assai distanti da cave. Inoltre la consistenza semirigida del corpo stradale che ne risulta, ha poi fatto scegliere questo procedimento per la costruzione di quasi tutti gli aeroporti sia in America che in Inghilterra.

La stabilizzazione delle terre consiste nel formare una miscela di terre naturali, ghiaioni o sabbioni naturali, argille, ecc. opportunamente dosati ed inumiditi e successivamente costipati in

modo acconcio, sino a ricavarne un conglomerato di notevole peso specifico (da 1,8 a 2,0) che potrebbe venire definito con il nome di « calcestruzzo di terra ».

Apposite analisi preliminari consiglieranno la giusta dosatura delle terre disponibili, onde ottenerne una conveniente granulometria e assicurare al conglomerato l'optimum di compattezza, elasticità, plasticità, rigidità, ecc. e le caratteristiche più opportune per resistere all'azione dell'acqua, del gelo, del calore, dell'usura ecc.

Il principio informatore essenziale è peraltro quello di utilizzare il materiale terroso che si trova in loco proveniente dagli scavi fatti per le cunette e le opere d'arte, aggiungendovi, quando occorra, altre terre o ghiaioni o sabbioni naturali scavati da piccole cave di prestito nelle vicinanze.

Il tutto cioè senza dover ricorrere a pietrame e pietrischi selezionati di molto maggior costo da trasportarsi da cave spesso assai lontane.

Nel caso dell'ex campo volo di Mirafiori le strade furono costruite utilizzando la terra di scavo delle cunette e dei fossi di drenaggio, e ancora la terra degli sbancamenti in corso presso vicini cantieri edili.

Per circa 26.000 mq. di strade e piazzali eseguiti mediante stabilizzazione di circa 17.000 mc. di terre, il quantitativo di materiali pregiati acquistati all'esterno (ghiaietti e pietrischetti per manti superficiali) non ha superato i quattrocento metri cubi. Con tali premesse si intuisce la convenienza economica del sistema.

Sui corpi stradali così fatti possono poi venire costruite pavimentazioni di tipo usuale (semplice trattamento antipolvere oppure annaffiatura di bitume e pietrischetto, oppure ancora manto bituminoso di conveniente spessore, o addirittura pavimentazioni in calcestruzzo

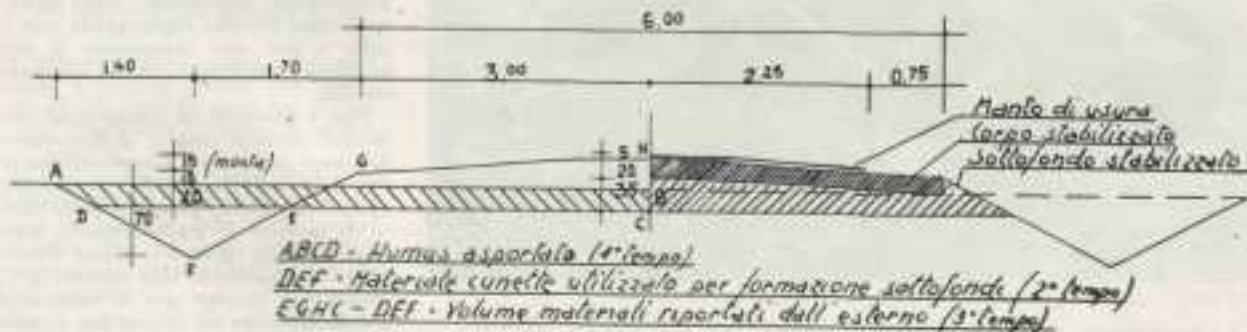


Fig. 1. - Sezione della strada in terra stabilizzata.





Fig. 2. - Scarificatore a denti multipli.



Fig. 3. - Motolivellatrice.

Fig. 4. - Ruspa trainata.

di cemento o in blocchetti o di altro tipo).

Altra caratteristica essenziale delle costruzioni stradali in terra stabilizzata è la totale meccanizzazione delle operazioni di costruzione con abolizione quasi integrale dell'abbruttente lavoro del manovale terrazziere.

Ne deriva una eccezionale economia di costo ed un enorme maggior rapidità d'esecuzione.

Basti dire che nel caso delle strade costruite nell'ex campo di Mirafiori, se è stato impiegato un mese per preparare i progetti, rilievi e tracciamenti, è bastato poco più di un altro mese per costruire i 26.000 mq. di strade in una zona da pochi giorni dismessa alle coltivazioni agricole.

Le macchine usate per la costruzione delle strade sono in parte di tipo semovente ed in parte trainate o montate su trattrici. Tra i tipi trainati da trattrici si notano:

— gli scarificatori a denti multipli per rompere i terreni duri;

— le ruspe (scrapers) capaci di asportare strati superficiali di terreno, caricarli automaticamente in movimento e scaricarli a strati o a mucchi in altro sito. (Al proposito facciamo notare che queste macchine, in taluni tipi di nuova creazione costruiti in Italia, possono essere utilmente impiegate per sbancamenti in cantieri edili);

— gli affossatori su carrello idraulico per eseguire fossi profondi;

— gli erpici a punte, a lame ed a dischi per mescolare le terre;

— i rulli costipatori a punte di vario tipo atti a costipare in profondità le terre stabilizzande;

— i rulli multiruote gommate per la costipazione e lisciatura superficiale dei corpi stabilizzati.

Tra i tipi montati su trattrici si notano gli apripista frontali od angolabili (buldozer ed angledozer) applicati anteriormente alla trattrice, per spianare e sbancare frontalmente i rilevati.

Sono invece macchine semoventi non derivate dalle trattrici le motolivellatrici (motorgraders) capaci di scotennare i terreni, tagliarli su piani inclinati per la formazione delle cunette, livellarli e mescolarli se disciolti, fino ad ottenerne la giusta miscela omogenea mediante varie passate.

Pure semoventi sono i rulli a cilindri per la rullatura finale delle pavimentazioni bituminose; le autobotti innaffiatrici dei bitumi, i carrelli spargitori del pietrischetto superficiale. Altri macchinari come trattrici equipaggiate con trivella o gru ecc. completano il parco macchine impiegato nelle costruzioni stradali.

Non è possibile in questa sede entrare nei dettagli tecnici dell'esecuzione dei corpi stabilizzati. L'applicazione pratica della base scientifica del sistema è comprovata dalla presenza nella baracca di cantiere di un laboratorio attrezzato di vagli, pesatrici, forno d'essiccazione ed apparecchi vari specifici per le analisi del terreno per le misurazioni granulometriche ed ancora per le misurazioni di plasticità, liquidità, ritiro, igroscopicità, dilatazione, ecc. delle ter-

re fini aventi funzioni di leganti per la formazione di calcestruzzi di terre.

L'effettiva esecuzione del lavoro di costruzione del corpo stradale comporta operazioni varie e non sempre uguali, dati i molteplici casi che si possono incontrare.

Per lavori in zone non pianeggianti la formazione degli sbancamenti e dei riporti si effettua mediante gli apripista angolabili, le motolivellatrici, le ruspe trainate per i trasporti (economici fino a 150 metri), ed i rulli a punte per le rullature dei successivi strati di formazione dei rilevati.

Per i lavori in zona piana, come nel caso dell'ex campo di Mirafiori, la prima operazione è lo sbancamento superficiale dell'humus per mezzo delle ruspe trainate.

Indi la formazione delle cunette con le motolivellatrici a lama in posizione inclinata, gettante il materiale scavato sulla sede della costruenda strada.

Indi l'aggiunta di altre terre e ghiaie da miscelarsi al suddetto materiale, mediante passata iniziale di apripista e successive passate plurime delle motolivellatrici.

Mescolatura finale con erpici quando occorre.

Innaffiatura con acqua in caso di tempo asciutto (in caso invece di troppa pioggia occorrerà attendere il prosciugamento della massa prima di rullarla).

Rullatura a più passate di rulli a punte ed ultima lisciatura con rullo multiruote gommato.

Con questa operazione è formato il sottofondo di altezza variabile a seconda delle livellette della strada costruenda e delle preesistenti livellette del piano campagna.

Identiche operazioni, con più accurata dosatura e miscelazione delle terre porteranno alla formazione del corpo stradale vero e proprio stabilizzato che nel caso in esame è stato eseguito con spessore di circa 20 centimetri.

Sopra tale corpo sono stati effettuati due tipi di pavimentazione e cioè su taluni assi stradali di minor traffico una semplice annaffiatura di 1,7 Kg. per metro quadrato di bitume a penetrazione con spargimento di coltre di pietrischetto serpentinoso; e su taluni assi stradali e piazzali di maggior traffico è invece stato steso un manto bituminoso spesso 4 cm.

Tale manto attuato con bitumi speciali appartiene esso pure alla famiglia delle terre stabilizzate essendo stato eseguito con le stesse terre di scavo usate per i corpi stabilizzati (si sono usati materiali più minuti e con aggiunta di sabbioni).

Per formare questo manto sono stati impiegati 4 Kg. di bitume per metro quadro di cui circa la metà per le annaffiature fatte sotto e sopra il manto vero e proprio.

Nella esecuzione dei lavori in oggetto, qualche difficoltà è stata originata da presenza di macerie nelle terre provenienti dalla discarica degli sbancamenti dei cantieri edili vicini utilizzati come cava di prestito.

Qualche altra difficoltà è stata data dalla stagione inclemente che ha provocato allagamenti durante violenti tem-



Fig. 5. - Carrello pigiatore

porali, quando le opere di drenaggio non erano ancora state completate.

Al proposito è bene far rilevare che se le strade in terra stabilizzata presentano i sopradescritti vantaggi di economicità e di velocità di costruzione, per contro esse presentano lo svantaggio di soffrire, più che non le normali strade a massciata, degli effetti deleteri dell'acqua e del gelo.

Occorrono quindi banchine laterali molto larghe, scarpe non troppo pendenti e cunette molto profonde e ben drenate.

La costruzione delle strade al Campo di Mirafiori è la prima applicazione importante del tipo in terre stabilizzate fatta in Italia.

Ci auguriamo di poter ritornare sull'argomento tra un anno o due per poter confermare, dopo constatata la durata e la buona conservazione delle strade stesse, che il sistema ora esaminato è consigliabile anche nei nostri paesi, ove il gelo e il disgelo iniziantisi subito dopo le piogge autunnali (condizione particolarmente deleteria perché agente su materiali impregnati d'acqua) e alternantisi per tutta la stagione invernale (nuova condizione deleteria per la ripetizione degli effetti e con differente efficacia a seconda della profondità) rappresenteranno il più severo collaudo che possa essere richiesto dal più esigente dei collaudatori.

Al fine di dare ai tecnici che hanno avuto interesse a leggerci fin qui, qualche ulteriore elemento circa il costo effettivo delle costruzioni stradali sopra descritte, riassumiamo in breve il consuntivo spese dei lavori in oggetto.

1) *Noleggio macchine messe a disposizione dell'impresa appaltatrice, comprese spese generali:*

n. 2 motorgrader Adams e Gallion per 70 giornate complessive a L. 25.000	L. 1.750.000
n. 2 coppie rulli Giovannett per 70 giornate complessive a L. 6.600	L. 462.000
n. 1 rullo gommato Giovannetti per 40 giornate complessive a L. 3.800	L. 152.000
n. 2 scraper Giovannetti per 60 giornate complessive a L. 3.300	L. 198.000
n. 1 attrezzatura angledozer Giovannetti per 40 giornate complessive a Lire 1.800	L. 72.000

n. 1 rullo compressore per 20 giornate complessive a L. 15.000	L. 300.000
macchine varie minori a corpo	L. 250.000
annaffiatrice acqua con uomo per circa un mese	L. 166.000
trasporto macchinari vari sopraddetti	L. 350.000

2) *Prestazioni e forniture all'impresti appaltatrice:*

bitume per 4000 mq. a Kg. 4 e per 17.000 mq. a Kg. 1,7 = 45.000 Kg. a L. 42,30 riscaldato e innaffiato

L. 1.900.000

pietrischetto serpentinoso 250 mc. a L. 2.200

L. 550.000

manodopera per operatori ai motorgre-  
ler e per manovalanza in aiuto alle  
macchine e acconciatura cunette e la-  
vori accessori, in media 13 persone  
per 40 giorni lavorativi, a corpo

L. 1.250.000

spese varie consulenza, direzione lavori,  
trasferte ed opere varie accessorie,  
laboratorio prove, ecc. utili, spese  
generali, IGE; registr. L. 1.700.000

3) *Prestazioni e forniture dirette del-  
l'ente appaltante:*

noleggio 5 trattrici Fiat 55 L e 1 trat-  
tore gommato OM per 210 giornate  
complessive a L. 6.200

L. 1.300.000

operatori alle trattrici 3600 ore a L. 360

L. 1.300.000

carburante nafta per 6 trattrici e 2 mo-  
torgrader per complessive 2000 ore  
lavorative a Kg. 6,5 nafta ora = 13.000

Kg. a L. 35

L. 455.000

olio grasso petrolio e benzina per ser-  
vizi vari

L. 95.000

rilievi studi direzione lavori assistenza  
e spese minute

L. 350.000

*Totale progressivo costo*

*effettivo* L. 12.600.000

A questo importo debbesi aggiungere il valore delle terre di riporto che provenivano dai vicini scavi di cantieri edili. Si valuta che in mancanza di tali terre (pervenute quasi gratuitamente) e volendo avere i piani stradali convenientemente rialzati sul piano campagna, si sarebbe dovuto aprire una cava di prestito il cui costo avrebbe inciso per circa L. 200 a mc. e per 17.000 mc. per

L. 3.400.000

*Totale costo teorico*  
*delle opere* L. 16.000.000



Riferendoci ai 26.000 mq. (comprese banchine laterali) otteniamo un prezzo di L. 615 al mq.

Riferendoci ai 21.000 mq. asfaltati (escluse banchine) otteniamo un prezzo di L. 762 al mq.

Per avere una più esatta idea del costo effettivo delle strade dobbiamo aggiungere le spese accessorie per opere di drenaggio e cioè per 38 pozzi perpendenti diametro 2,00 interno alti 2,20 in muratura con copertura a soletta c. a. e relativi raccordi alle cunette, ammontanti complessivamente a L. 2.600.000. Il che corrisponde ad una maggior spesa di circa L. 100 per mq. di strade costruite.

L'esame di questi costi consuntivi ci conferma che la nostra asserzione circa l'economicità del sistema adottato è sostenibile in confronto a qualsiasi altro sistema di costruzioni stradali.

Giuseppe Trincherò

#### BIBLIOGRAFIA

1. *Soil mechanics in engineering practice*, Karl Terzaghi - Editore John Wiley & Sons Tnc, 1948.

2. *Engineering properties of soil*, C. A. Hogentogler C. E. - Editore Mc Graw Hill Book Company Inc., 1937.

3. *Highway engineering*, Bateman - Editore John Wiley & Sons Inc., 1947.

4. *Proceedings, Highway research Board 2101*, Constitution Ave Washington.

5. *Il materiale stradale*, Raffaele Ariano - Editore Gorlich, Milano, 1948.

6. *Pavimentazioni stradali*, Bruno Bolis e Aldo Di Renzo - Editore Hoepli, Milano, 1949.

7. *Guida meccanica del terreno e stabilità delle fondazioni*, Carlo Cestello - Editore Hoepli, Milano, 1947.

8. *Lezioni di costruzioni stradali e ferroviarie*, Prof. Luigi Baschieri - Editore Vallerini, Pisa, 1949.

9. *Sulla recente tecnica meccanica adottata nelle costruzioni stradali*, Ingegnere Walter Tartarini - Estratto Annali LL. PP. 1933, Fascic. 5-6 - Roma - Stabilimento Tipografico Genio Civile.

calcestruzzo gettato in posto o prefabbricato a seconda delle circostanze, non altrettanto può dirsi per la rete di distribuzione.

Mentre nel primo caso ci si trova di fronte a sezioni di qualche importanza con apprezzabile impiego di calcestruzzo sia per il rivestimento dei canali che per le opere d'arte, nel secondo caso si è di fronte a piccole sezioni che danno luogo a modesti movimenti di terra, di non facile esecuzione per il largo impiego di terrazzieri specializzati; tali piccole sezioni quando assumono il profilo voluto sono continuamente soggette alle aggressioni più varie (agenti atmosferici, animali, transiti abusivi, ecc.) determinando le note difficoltà insite nella costruzione dei piccoli canali.

Il rivestimento di tali sagome, se gettato in posto, presume un adeguato assetto delle terre, il che mal si concilia con la stagionatura delle terre profilate soggette alle aggressioni di cui sopra si è detto.

È giuocoforza quindi ricorrere al rivestimento con elementi prefabbricati.

Si pone allora il problema del come superare l'inconveniente determinato dai giunti che risultano — per la inevitabile limitazione delle dimensioni degli elementi piani — assai ravvicinati, il che oltre a costituire un elemento di perdita delle modeste portate convogliate, rappresenta anche una via d'ingresso di erbe e piccole radici che vivificate dall'acqua contenuta nel canale, assumono nei paesi caldi particolare vigoria.

Da qui la tendenza a realizzare la rete di distribuzione minore in elementi monolitici a sezione trapezia, semicircolare o policentrica, di adeguata lunghezza, che evitino gli inconvenienti di cui sopra ed assicurino al tempo stesso alla condotta d'acqua buone caratteristiche idrauliche e di resistenza per le elevate qualità dei calcestruzzi, così da superare anche il problema delle difese a protezione dei canali, che in taluni comprensori è stato posto. L'orientamento di cui sopra consente anche di tenere la canalizzazione di qualche poco rilevata sul terreno con evidente vantaggio per gli agricoltori, in quanto più facile risulterà la irrigazione nel non breve periodo — talvolta di qualche decennio — che passa fra l'inizio della pratica irrigua e l'ultimazione della sistemazione del terreno. Tale tipo di canale può essere gettato in posto o prefabbricato.

Alla prima soluzione è senz'altro da risponderci in senso negativo, in quanto la esiguità del volume di calcestruzzo da gettarsi a metro lineare e per lunghe tratte, pone problemi di complessa risoluzione sia sotto l'aspetto della preparazione e posa in opera del calcestruzzo medesimo che della sua maturazione, anche in conseguenza degli esigui spessori e delle ben note condizioni di sole, di vento e di carenza d'acqua, tipiche nei comprensori meridionali.

La tecnica moderna nella costruzione delle reti di distribuzione si è nettamente orientata sui canali prefabbricati aventi sezione semicircolare o policentrica, costruiti in cantiere e montati in opera, aventi paramento interno molto liscio, così da consentire coefficienti di scabrezza assai limitati.

## Canalette prefabbricate per irrigazione

*Elementi di canale realizzati col trattamento a vuoto del calcestruzzo unitamente a vibrazione, particolarmente adatti per le reti minori di irrigazione. Posa in opera su appoggi e basamenti di dimensioni unificate.*

La costruzione delle reti minori di irrigazione ha fortemente appassionato in questi ultimi anni i tecnici del nostro paese nella ricerca delle soluzioni più idonee, sia sotto il profilo tecnico che economico.

Canali in terra rivestiti o canali in elementi prefabbricati?

Su questo aspetto si è in particolare rivolta l'attenzione degli esperti.

Mentre per i canali di adduzione delle acque ai comprensori di irrigazione e per quelli che convogliano portate apprezzabili, nessun dubbio può esservi nella convenienza di adottare la sezione in terra, trapezia, con rivestimento in

