

La longarina a gancio e la muratura cellulare

Contributo al consolidamento del suolo e alla generale sistemazione dei fiumi

Il consolidamento del suolo e la regolazione delle acque sono problemi la cui soluzione s'impone con carattere d'urgenza. Essi possono essere risolti, in determinati limiti, attenuando le varie difficoltà che vi si oppongono, relativamente alla spesa, alla disponibilità dei materiali da costruzione, e alla riduzione del tempo tecnico. A tal uopo l'Autore, Ispettore Generale del Genio Civile, propone l'uso di muratura cellulare con elementi prefabbricati in c. a. (Brevetto Italiano n. 466779). Dati di costo e applicazioni varie.

Scopo essenziale della presente nota è quello di mettere in luce il contributo che alla soluzione dei problemi del consolidamento del suolo e della sistemazione dei fiumi può recare il sistema della muratura cellulare sulla base di un elemento in c. a. prefabbricato, munito di brevetto, e denominato *longarina a gancio*.

Prima però di addentrarci nel tema, non sembra fuori d'opera fare alcune considerazioni generali, ed inquadrare i suddetti problemi nella contingenza della vita nazionale, e in una visione retrospettiva geo-antropica.

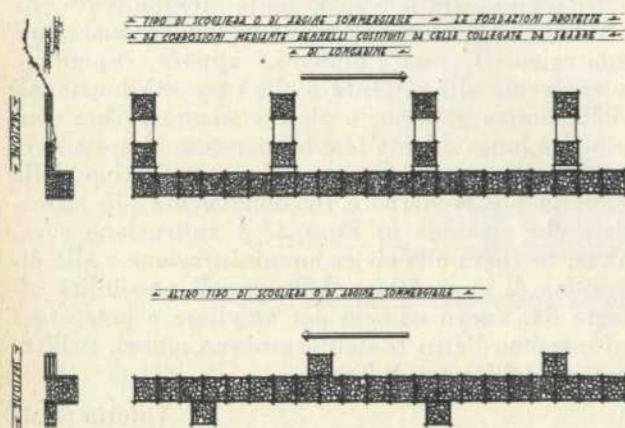
PARTE I

Problemi contingenti.

Da qualche tempo in Italia i problemi del consolidamento del suolo e della generale regolazione delle acque sono posti all'ordine del giorno. I danni che dalle recenti alluvioni e frane sono stati apportati a coltivi, abitati e comunicazioni stradali hanno vivamente impressionato l'opinione pubblica, che sembra rilevare un aggravarsi progressivo della torrenzialità nei nostri corsi d'acqua e della degradazione del terreno; e ne dà colpa alla sistemazione, ingorda devastazione boschiva fatta dall'uomo in epoca recente, causa della rottura di quell'equilibrio che la natura tenderebbe spontaneamente a creare a riparo dai suddetti lamentati danni.

D'altra parte la pressione demografica, che non trova sufficiente sfogo nella emigrazione all'estero, chiede sollievo nella creazione di nuova attività nel Paese, e maggiore disponibilità di terre coltivabili.

Fig. 1.



A prima vista sembrerebbe che la crisi dello spopolamento montano, che assume sempre più vaste proporzioni, estendendosi anche a molta parte della zona collinare ed al piano, sia in contraddizione con la precedente affermazione: ma non è così. Infatti, se la detta crisi è indice della fine di sistemi economici a ciclo chiuso ormai sorpassati, essa sta pure ad indicare la necessità e urgenza di rimediare all'eccessivo frazionamento (polverizzazione) della proprietà coltiva, e di dare al territorio nazionale un nuovo assetto produttivo, in cui ogni lembo di terra sia destinato a quel genere di coltivazione che più gli si addice per le sue caratteristiche geo-altimetriche, premessa la soluzione dei due problemi proposti, che supera le possibilità difensive dei singoli proprietari, e che solo può ottenersi con il consorzio delle iniziative private, opportunamente integrate con l'intervento statale.

Sguardo retrospettivo geo-antropico.

Si può domandare: questi problemi che tanto travagliano le nostre generazioni erano sconosciuti alle generazioni passate? Rispondiamo senz'altro negativamente, in quanto essi hanno avuto origine fin dalla prima comparsa dell'Uomo sulla Terra, al principio dell'Era Quaternaria.

Fin da quell'Epoca l'Uomo, il cui destino è quello di procurarsi il sostentamento con il sudore della fronte, si dedicò alla caccia ed alla pesca, ma soprattutto alla coltivazione del suolo, trattando di preferenza quei terreni che, disgregati dagli agenti endogeni ed esogeni (vulcanismo ed agenti atmosferici), apparivano più fertili e più facili da coltivare, cioè i terreni vulcanici, i morenici e gli alluvionali. Ma intanto le dette forze della Natura continuavano la loro attività con escursioni oscillanti nel tempo, spesso frustrando l'opera tenace dell'Uomo. Si venne allora impegnando fra l'Uomo e la Natura una lotta ostinata, da una parte per conservare ed estendere il dominio sui beni della terra, e dall'altra per la cieca, fatale estrinsecazione delle forze della Natura.

Risultato di questa lotta plurimillennaria è il modellamento della Terra quale oggi a noi si presenta, e che ad un attento osservatore, nei coltivi, nelle strade, nei canali, nelle arginature, nel terrazzamento dei terreni acclivi, nelle gallerie, nei porti, nei centri abitati, rivela l'opera immane, ostinata, geniale delle varie generazioni che si sono tramandate dall'una all'altra il compito di continuare que-

st'opera, senza mai vederne la fine. Perché non si tratta soltanto di opera da continuare in estensione, ma anche da conservare nel tempo, dato che l'equilibrio provvisorio creato fra le forze in gioco non è statico ma dinamico. Onore pertanto all'Uomo, che ha saputo domare la Natura, anche se, nonostante l'esperienza più volte fatta, spesso dimentica che oltre un certo limite Egli non può competere con le forze enormemente superiori della Natura.

A noi dunque viene tramandato dalle passate generazioni il compito di difendere il territorio coltivato fino all'estremo limite compatibile con il regolare deflusso delle piene dei fiumi e torrenti, e di estenderlo anche alle zone più degradate e franose, nei limiti delle umane possibilità. Ed insistiamo su questo concetto di limite.

Le sistemazioni in Italia ed in Piemonte. Dati di massima sulla spesa occorrente.

Nel territorio italiano, causa la irregolarità delle precipitazioni e la instabilità del suolo, specialmente nella zona appenninica, dove prevalgono i terreni argillosi, sono rilevanti gli elementi della torrenzialità (grandi portate di piena e grande franosità). Non si possono citare dati precisi sull'estensione dei terreni mobili o degradati da consolidare e recuperare, e sulla entità delle opere occorrenti per la sistemazione dei fiumi e torrenti. Questa è materia che interessa anche, con numerosi altri argomenti, i Piani Regolatori Regionali e Nazionali previsti dalla legge urbanistica 17 agosto 1942, n. 1150. Per quanto detti studi da noi siano ancora all'inizio, tuttavia possiamo citare i risultati dei rilievi fatti nella Regione Lucana ⁽¹⁾, secondo i quali le spese occorrenti per il solo consolidamento del suolo e per la regolazione delle acque, nostro tema, superano ogni limite di convenienza economica, a meno che la moderna tecnica non suggerisca nuovi mezzi d'opera meno costosi di quelli attualmente in uso.

Per il Piemonte (e Valle d'Aosta) uno studio analogo di massima esteso a tutto il territorio valutato in 29.000 Kmq. in c. t., comprendente provvedimenti idraulici, forestali ed agrari, segnala una spesa di circa 80 miliardi, pari a circa L. 2,75/mq. di territorio. Estendendo questa media a tutto il territorio nazionale, desumiamo una spesa occorrente di 850 miliardi arrotondabile prudenzialmente in 1000 miliardi, pari a L. 3/mq. di territorio e all'11 per cento del reddito italiano annuo netto complessivo.

Sono cifre imponenti che fanno meditare sullo sforzo economico che si richiede alla Nazione per avviare a soluzione i due proposti problemi, tanto più che essi non sono i soli da risolvere per portare il nostro Paese a livello di quelli più progrediti.

⁽¹⁾ Prof. MANLIO ROSSI DORIA, *Relazione sul Piano Regolatore della Lucania*, IV Congresso Nazionale di Urbanistica, Venezia, ottobre 1952.

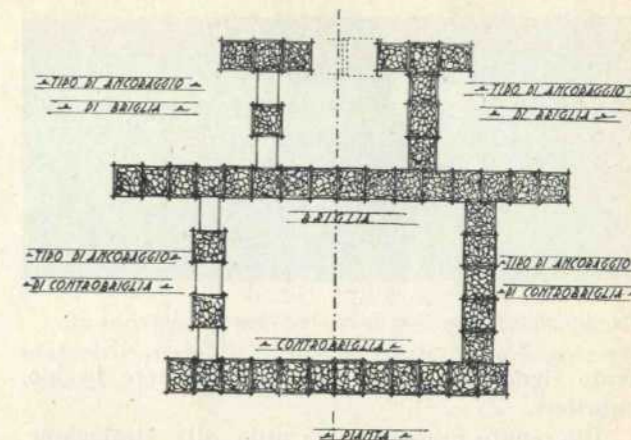


Fig. 2.

Criteri da adottare nelle sistemazioni.

È stato anche detto che nei Paesi poveri è più facile trovare i fondi per finanziare le opere che impiegarli utilmente. E questo si verifica purtroppo quando si presume di risolvere gravi problemi tecnici con disinvolta improvvisazione, o quando il criterio politico prevale sul criterio tecnico, disperdendo i limitati finanziamenti nell'inizio contemporaneo di troppe opere, che non possono essere ultimate nel prescritto tempo tecnico, o quando si perde di vista il fine principale, per correr dietro a interessi particolari, o quando, con provvedimenti innaturali, si presume di arginare i corsi d'acqua a qualunque costo ed in qualunque tratto dell'asta di deflusso, senza nulla concedere alle necessità fisiche del corso d'acqua.

In un paese come il nostro a clima mediterraneo, con abbondante insolazione, è naturale che le coltivazioni cerealicole, o intensive specializzate a base di primizie floro-orto-frutticole abbiano una decisa prevalenza sopra il bosco. Cionondimeno potranno utilmente, anche ai fini economici, riservarsi a bosco le falde più acclivi e franose dei monti, alcune fasce di girapoggio intercalate fra i coltivi in pendio, le rive dei fiumi e torrenti, e certe zone adiacenti ai corsi d'acqua, di bassa quota, utili all'espansione delle piene e non difendibili dalle alluvioni, se non con opere relativamente costose e non giustificate,

Fig. 3. - Sistemazione idraulico-montana torrente Museglia in Comune di Montacuto - località Magroforte.

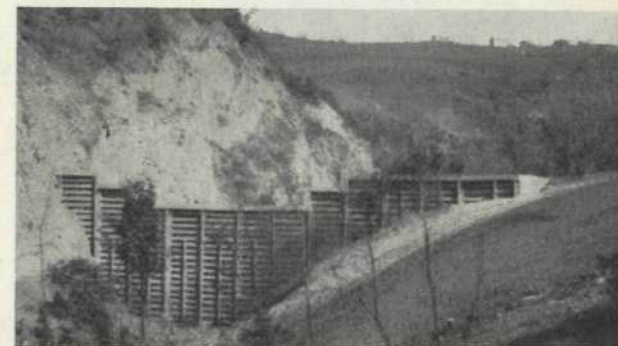




Fig. 4. - Sistemazione Dora Baltea in Comune di Aosta.

avuto riguardo al buon regime dell'intero bacino imbrifero.

Ciò tenuto presente, sarà utile alla risoluzione dei proposti problemi ogni provvedimento inteso al consolidamento del suolo, alla trattenuta in sito dei materiali solidi di disgregazione, al prolungamento dei tempi di corruzione, allo scollamento delle piene, alla difesa degli abitati e delle vie di comunicazione, al consolidamento e completamento di sistemi arginali la cui efficace funzione sia stata da tempo riconosciuta.

Delle opere murarie per le sistemazioni.

Qualunque sia il concetto tecnico che presieda alla sistemazione di ogni zona di territorio, di ogni valle, di ogni bacino imbrifero, di ogni asta di fiume o torrente, occorreranno muri paravalanghe, muri di girapoggio, briglie, murature drenanti, scogliere, repellenti, argini, e tutto questo in numero e volume ingentissimo.

Per tali opere le strutture ordinariamente in uso sono: a prescindere dalle opere in terra, la muratura di gabbioni metallici, la muratura a secco, la muratura di pietrame e malta, la muratura di calcestruzzo, eccezionalmente la muratura in c. a. Ora la muratura in gabbioni metallici e quella a secco non sono da considerare, in generale, come murature permanenti e definitive, perchè soggette a facile degrado; e quelle in pietrame e malta o in calcestruzzo, oltre che essere piuttosto costose, non sono attuabili dovunque, perchè spesso

Fili. 5. - Difesa in sponda sinistra Dora Baltea in Comune di Aosta.



mancano in sito i buoni materiali da costruzione. Questo succede in buona parte del territorio italiano, specialmente nelle zone appenniniche, dove, per contrasto, abbondano le frane, e quindi la necessità di più vasto intervento. Vi è una limitazione stagionale per l'esecuzione delle opere in malta, che non consente di lavorare nel periodo del gelo.

Vi è poi nella massa dei disoccupati scarsità di mano d'opera specializzata, e invece abbondanza di mano d'opera non specializzata. Trovare un genere di muratura che si presti indifferentemente per tutte le opere sopra elencate, che le renda possibili ovunque, indipendentemente dalla esistenza in sito di buoni materiali da costruzione, ed in qualunque stagione, che possa essere eseguita facilmente e celermente, anche con mano d'opera non specializzata, che richieda unitariamente minor peso di materiali da trasportare a distanza, che realizzi notevoli economie rispetto ai generi di murature ordinariamente in uso, e che infine abbia in sé qualità tecniche peculiari per le difese in acqua e nei terreni franosi, equivarrebbe a superare in blocco, o quanto meno attenuare, le principali difficoltà che finora hanno impedito di affrontare i problemi proposti, con programma deciso e fattivo.

PARTE II

La longarina a gancio e la muratura cellulare.

Lo scrivente è ormai in grado di affermare, dati i buoni risultati delle opere sperimentali costruite presso i Provveditorati Regionali delle O. O. PP. del Piemonte e dell'Emilia ⁽²⁾ che la muratura cellulare ottenibile con la *longarina a gancio*, elemento in c. a. prefabbricato, brevettato, di sua ideazione, risponde egregiamente a tutti i sopradetti requisiti, e pertanto è lieto di poter offrire il suo contributo tecnico per l'auspicato nuovo, assetto da dare al nostro Paese, per ricavarne nuova fonte di ricchezza e di bellezza.

L'originalità della longarina consiste nella sua semplicità e nella autosufficienza per i collegamenti delle longarine fra di loro. La longarina a gancio ha la forma di un ferro arnese. È un'asta rettangolare con sezione di cm. 15x8 e con ripiegamenti a gancio alle estremità. Ha volume di 30 dm.³ e peso di 70 Kg. È facilmente trasportabile tanto per via ordinaria che in montagna (preferibilmente con teleferica). Serve per la costruzione di *celle* senza fondo (il fondo, occorrendo può essere costruito con le stesse longarine).

Le celle hanno dimensioni in pianta di circa m. 2x2. Si riempiono di pietrame, anche se di scarto, dando luogo alla *muratura cellulare*. Le celle risultano dalla disposizione delle longarine a due

⁽²⁾ In provincia di Modena, briglie costruite nel bacino imbrifero del T. Panaro in muratura cellulare di longarine hanno resistito bene all'alluvione dell'autunno 1952, mentre numerose briglie in muratura ordinaria, nello stesso bacino, sono crollate.

a due longitudinalmente e trasversalmente in ordini sovrapposti, a catasta. Quando le celle sono riempite di pietrame, è questo stesso materiale che impedisce lo scorrimento relativo dei vari ordini sovrapposti di longarine. Ma le celle possono anche usarsi vuote di materiale, e allora apposite longarine normali o di lunghezza ridotta hanno il compito di impedire detti scorrimenti.

Le celle vengono concatenate in serie semplice o multipla, nelle forme geometriche di rettangoli, trapezi, parallelogrammi. Le celle, sempre a mezzo di longarine usate come *tiranti*, possono essere *ancorate*, con notevole aumento della loro resistenza, Longarine normali o di lunghezza ridotta possono usarsi come *staffe*, per il collegamento verticale dei quadri di longarine, dando al sistema la funzione di vera *trave a traliccio*. Questo occorre, ordinariamente, alla base delle opere od al sommo delle medesime, onde renderle *monoblocco*, ad evitare il disarticolamento o l'asporto di qualche elemento, o quando le celle sono usate vuote. In questo caso, mancando il materiale di riempimento, che servirebbe anche a tenere a posto le staffe, si usano, per il collegamento delle staffe con le longarine, appositi bulloni passanti in fori predisposti nel getto, in forma, delle longarine stesse.

La cella normale, se assoggettata a forti spinte nelle pareti verso l'esterno (pareti di paramento) o per incoerenza del materiale insilato, o per notevole altezza dell'opera, può essere *diaframmata*,

usando la longarina normale come tirante di ancoraggio nella mezzaria della cella, ciò che, dimezzando la lunghezza libera di flessione della longarina, ne quadruplica la resistenza. Nel caso dei muri di controriva, di sostegno o di sottoscampa, si farà uso di longarine normali e di mezza longarine, ottenendo una muratura di spessore costante di m. 1 circa, formata di una serie di celle di m. 2 x 1 circa, con scarpa a piacimento, ottenuta con lo spostamento orizzontale di quadro sopra quadro.

Quando un'opera ha cessato la sua funzione, il materiale prefabbricato può essere agevolmente recuperato per essere utilizzato altrove.

Applicazioni.

Il sistema è fecondo di applicazioni a tutte le opere sopra elencate come briglie, muri paravalanghe, muri di girapoggio, muri drenanti a pettine, scogliere, repellenti, argini, dighe di presa d'acqua, piattaforme di fondazione su terreni cedevoli, maglie di ancoraggio di lastre di calcestruzzo per il rivestimento di argini e canali, ecc.

Nei corsi d'acqua che trasportano materiale minuto e non adatto al riempimento delle celle, si possono costruire opere a celle vuote, opportunamente *staffate*, particolarmente adatte per frenare e dirigere la corrente di piena senza formazione di gorgi, e per favorire i depositi di materiali alluvionali.

Fig. 6. - Casalcermelli (Alessandria). Difese in sponda sinistra torrente Orba.



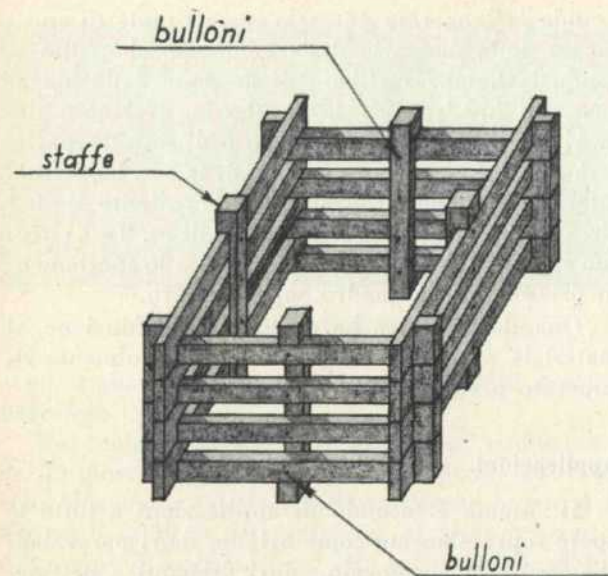


Fig. 7. - Cella di longarine monoblocco (pareti irrigidite da 4 staffe con bulloni)

volume mt. $2 \times 2 \times 1.05 = \text{mc. } 4.20$
peso ql. 13.5

Da usare vuota a saturazione di gorgi e a presidio delle fondazioni di opere. Può essere calata alla rinfusa in acque profonde.

Elementi monoblocco di celle vuote possono anche costruirsi su galleggianti e calarsi in acqua, sempre allo scopo di favorire gli interrimenti. Nelle zone franose la muratura cellulare, disposta a pettine, agisce come muratura drenante e resistente a catena, e può essere usata tanto in muri isolati quanto in maglia di muri disposti a meridiani e paralleli (muratura ciclopica).

E le strutture che ne risultano sono facili, di rapida costruzione, economiche, richiedono minima quantità di mano d'opera specializzata, si possono eseguire in qualunque stagione e dovunque, hanno capacità drenante e di resistenza a catena, permeabilità e quindi assenza di sottopressioni.

In tutti i casi la convenienza economica del sistema deriva dal fatto della limitata incidenza percentuale (5 ÷ 12 %) del volume del cemento armato per longarine sul volume lordo delle opere, come pure della limitata incidenza delle spese di trasporto delle longarine, sia per via ordinaria, che per teleferica, sul costo unitario risultante delle opere.

Ne consegue che con il sistema della muratura cellulare a base di longarine i prezzi unitari delle opere si uniformano verso un più basso livello tanto al piano quanto al monte, anche là dove mancherebbero i buoni materiali per le murature ordinarie. Dove le spese di trasporto non siano sufficientemente compensate dai vantaggi di un cantiere centrale di produzione delle longarine, si potrà far luogo a cantieri volanti, vicini al luogo di impiego, dovunque si trovino buoni materiali per calcestruzzi ed energia per l'uso dei tavoli vibranti o vacuumizzatori.

Dati di costo delle longarine a gancio e della muratura cellulare.

Le longarine vengono confezionate in serie in appositi cantieri con forme appropriate metalliche e con calcestruzzi più o meno asciutti, con uso di vibratori o vacuumizzatori.

Per ogni mc. di prefabbricato occorrono:

- 1) sabbia e pietrischetto o ghiaio tipo pisello mc. 1,200;
- 2) cemento res. normale ql. 3;
- 3) ferro nei diam. 5-6 mm. per armature a mm. 3 per staffe Kg. 100.

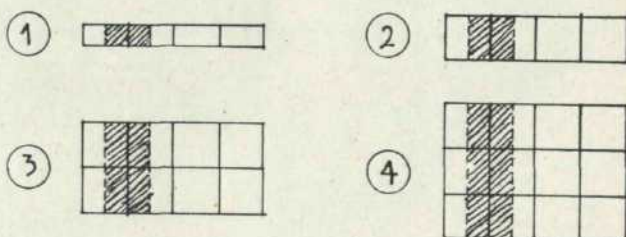
Il costo di 1 mc. di c. a. prefabbricato per longarine risulta mediamente:

- 1) in cantiere L. 32.000/mc.;
- 2) a piè d'opera L. 34.000/mc.;
- 3) in opera L. 40.000/mc.;

come dalle seguenti analisi

a) ferro lavorato per armature Kg. 100		
x L. 130.	L.	13.000
b) cemento q.li 3 x L. 1200.	»	3.600
c) sabbia, ghiaio mc. 1,200 x L. 1500	»	1.800
d) forme ed energia	»	400
e) mano d'opera per impasto, getto, disarmo (di muratore e manovale mediam. L. 280/ora) per ore 24x280	»	6.720
f) Spese generali e beneficio 25 %	»	6.480
1) In cantiere.	L.	32.000
	Riparto	L. 32.000
g) Trasporto per via ordinaria a 45 Km. di distanza a L. 2/q.Km. Sono q. 22x45x2.	L.	1.980
	Arrot.	L. 20
2) A piè d'opera.	L.	34.000
	Riparto	L. 34.000
h) Ripresa e messa in opera (di manov. e muratore med. a L. 280/ora). ore 18x280.	L.	5.040
i) Beneficio e spese generali 20 % circa su L. 5.040.	»	960
3) In opera.	L.	40.000

L'incidenza del prefabbricato sul volume lordo delle opere si può desumere dal seguente schema:



in cui il n. 1 sta ad indicare la muratura di mezze celle di m. 2 x 1 (muri stradali)

il n. 2 la muratura a un sol ordine di celle normali;

il n. 3 la muratura a due ordini di celle;
il n. 4 la muratura a tre ordini di celle.
Si considerano, per il computo, celle alte 1 m. e il numero di longarine occorrenti ad ogni ricorso di 30 cm. in elevazione.

$$1) \text{ mc. } 0,030 \times 2,5 \times \frac{1}{0,30} \times \frac{1}{2} = \text{mc. } 0,125$$

$$2) \text{ mc. } 0,030 \times 3 \times \frac{1}{0,30} \times \frac{1}{4} = \text{mc. } 0,075$$

$$3) \text{ mc. } 0,030 \times 5 \times \frac{1}{0,30} \times \frac{1}{8} = \text{mc. } 0,063$$

$$4) \text{ mc. } 0,030 \times 7 \times \frac{1}{0,30} \times \frac{1}{12} = \text{mc. } 0,058$$

Stabiliti i prezzi medi del prefabbricato in opera in L. 40.000/mc. e del materiale di riempimento in L. 1.000/mc. si ha

1) Longarine mc. 0,125 x 40.000 = L. 5.000	
Riempimento mc. 0,875 x 1.000 = L. 875	
	Totale L. 5.875/mc. di muratura cellulare
2) Longarine mc. 0,075 x 40.000 = L. 3.000	
Riempimento mc. 0,925 x 1.000 = L. 925	
	Totale L. 3.925/mc. di muratura cellulare
3) Longarine mc. 0,063 x 40.000 = L. 2.520	
Riempimento mc. 0,937 x 1.000 = L. 937	
	Totale L. 3.457/mc. di muratura cellulare
4) Longarine mc. 0,058 x 40.000 = L. 2.320	
Riempimento mc. 0,942 x 1.000 = L. 942	
	Totale L. 3.262 mc. di muratura cellulare

Da quanto sopra risulta che la percentuale volumetrica del prefabbricato sul volume unitario dell'opera rimane ordinariamente al di sotto del 10 %, superando detto limite soltanto nel caso dei muri stradali fatti di mezze celle; e che il costo unitario della muratura cellulare risultante rimane sempre inferiore alle L. 4.000/mc., ad eccezione del caso dei muri stradali, in cui si avvicina a L. 6.000/mc. prezzo ancora inferiore a quello della muratura di pietrame e malta, nonostante i suoi pregi peculiari di muratura drenante e resistente a catena.

Per opere da eseguire in alta montagna e lontano da strade camionali il loro costo normale potrà aumentare di circa L. 1.000/mc. per il trasporto dal basso, preferibilmente a mezzo di teleferica (il trasporto a mulo non è agevole, nè economico), di circa 2 q. di longarine per ogni mc. d'opera.

In confronto, la muratura di pietrame in malta richiede, per la sola malta, il trasporto di q. 5 di sabbia e 1 di cemento per mc. di opera. Facendo pertanto riferimento ai noti costi delle murature ordinarie in uso, vediamo che il costo della muratura cellulare a base di longarine gareggia con quello delle gabbionate in filo di ferro, ed è inferiore al costo delle murature a secco, e più ancora

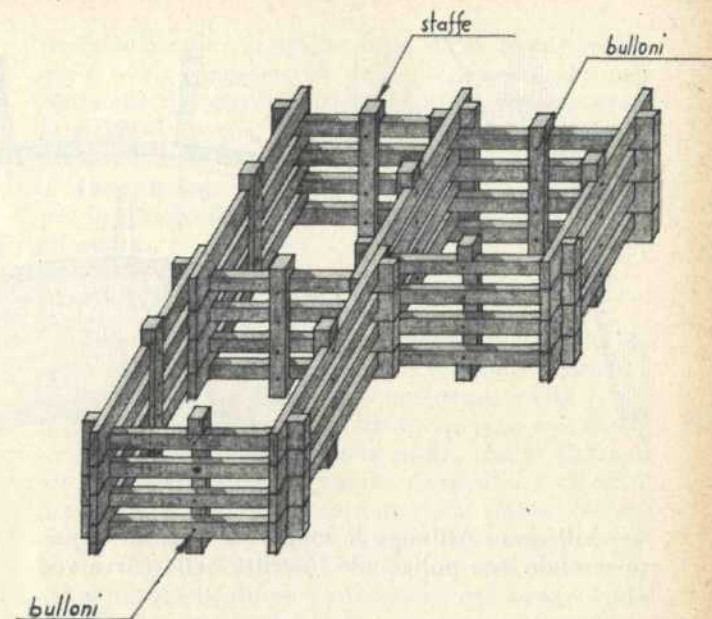


Fig. 8. - Tema di celle (pareti irrigidite da 4 staffe con bulloni)
volume mt. $3 \times 2 \times 2 \times 1.05 = \text{mc. } 12.60$
peso ql. 34

Da usare vuota a saturazione di gorgi e a presidio delle fondazioni di opere. Può essere calata alla rinfusa in acque profonde.

delle murature in pietrame e malta, o di calcestruzzo. Inoltre la limitata quantità di mano d'opera occorrente per l'esecuzione della muratura cellulare dà ragione della riduzione del tempo tecnico di esecuzione rispetto ad altri sistemi.

È infine da osservare che la muratura cellulare di longarine è struttura permanente, e non provvisoria.

Norme costruttive.

Scavi. — Gli scavi di fondazione delle opere dovranno essere spinti fino alla profondità necessaria, evitando di doverli eseguire in acqua corrente. Serviranno all'uopo i canali fagatori, deviatori, o i comuni mezzi di aggettamento. Sarà anche opportuno approfittare della stagione delle magre. In tal modo si potrà ottenere che l'impostazione delle longarine di base per la formazione delle celle avvenga all'asciutto.

In caso che le opere occorrenti per la deviazione dell'acqua e per gli aggettamenti siano troppo onerose, si potrà procedere alla saturazione dei gorgi mediante comune scogliera di pietrame o di massi artificiali, per sovrapporvi poi la muratura a celle.

Comunque eventuali piccoli cedimenti delle fondazioni nelle murature a celle di longarine sono meno temibili che nelle murature ordinarie, per la discesa automatica del materiale di riempimento, ed una certa elasticità del sistema cellulare.

Livellette. — Di norma la muratura cellulare viene impostata su livellette orizzontali. È però ammissibile, senza inconvenienti, anche la pendenza di qualche unità per cento.

Muratura in curva. — La muratura cellulare, può essere, occorrendo, disposta in curva di raggio

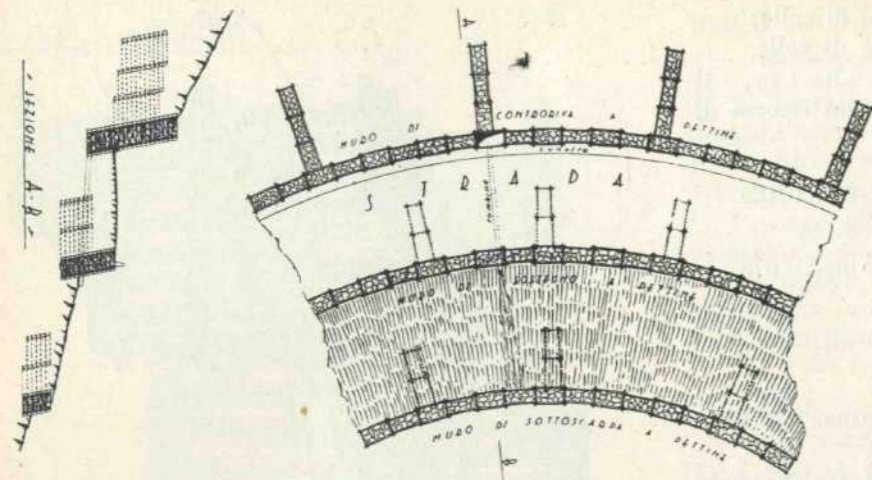


Fig. 9. - Tipo di sistemazione di strada in terreno franoso.

vece, dove i torrenti trasportano congerie grossolana sarà opportuno, coronare le briglie con muratura in pietrame e malta, posata sopra letto di calcestruzzo, e lavorata alla grossa punta nei giunti.

Riparazione di briglie fatiscenti. — La muratura cellulare a base di longarine è particolarmente adatta per riparare e rialzare briglie costruite con altri sistemi, anche se allo stato di faticenza. All'uopo si costruisce a partire dalla base della briglia esistente una muratura di paramento in celle o mezze celle di longarine, che si eleva fino al coronamento della briglia, per poi allargare, sopra il coronamento, ed elevare l'opera nuova, che così viene a rivestire e ricoprire tutta l'opera fatiscente.

Difese fluviali. — Possono essere sommergibili od insommergibili, longitudinali o trasversali.

In tutti casi la loro sezione rettangolare obbligatoria, caratteristica del sistema cellulare, consente, a parità di effetto utile, un'economia nel volume, e quindi nella spesa, rispetto alle scogliere o arginature a sezione trapezoidale.

Non essendo da temere danno dalla tracimazione, le difese potranno essere costruite basse in un primo tempo, e, successivamente, gradualmente sovralzate.

Dovunque sia da temere uno scalzamento dell'opera alla base, sarà da prevedere il collegamento verticale, nelle pareti delle celle, con staffe.

Le sistemazioni di sponda, in rettilineo o in curva, dovranno essere studiate in modo organico, tanto planimetricamente quanto nei profili, tenendo presente che quanto più si eviteranno bruschi cambiamenti nella direzione e nella velocità della corrente,

variabilissimo. All'uopo le longarine saranno disposte secondo una poligonale inscritta nella curva voluta.

Tipi di longarine. — Per le opere più comunemente occorrenti, si userà la longarina normale, di lunghezza m. 1,95 fra i ganci, per la formazione dei quadri cellulari, e la longarina ridotta di m. 1,05 o di m. 0,75 fra i ganci, per le staffe, tanto nella sezione 15 x 8 cm. che nella sezione inversa di cm. 8 x 15.

Per tipi speciali di opere potrà occorrere di modificare sezione e lunghezza delle longarine.

Briglie. — La stabilità della fondazione di una briglia si può garantire in vari modi: con la controbriglia, con la disposizione sul fondo delle celle del materiale più grosso, con la staffatura dei primi corsi di longarine, con uno zatterone di fondo costruibile con le stesse longarine, o con tutti questi espedienti insieme.

Nelle briglie le longarine più sollecitate (flessione laterale) sono quelle del paramento, e, nel paramento, quelle degli strati inferiori. A ridurne la sollecitazione, gioverà dare un po' di freccia alla briglia, ma con grande raggio di curvatura, non minore di m. 100, e diaframmare le celle di paramento nella mezzera delle medesime, usando la longarina come tirante, in ordine continuo o saltuario. Tale provvedimento, sarà prudente adottare fin dalla base, per briglie di altezza superiore a m. 2,50-3,00.

Ricordiamo come particolarmente resistente la briglia a ginocchio o a cassettoni.

Quanto al coronamento delle briglie, nessuna particolare struttura sarà necessaria nei torrenti fluitanti materiali fangosi, salvo il collegamento verticale, con staffe, degli ultimi strati di longarine. In-

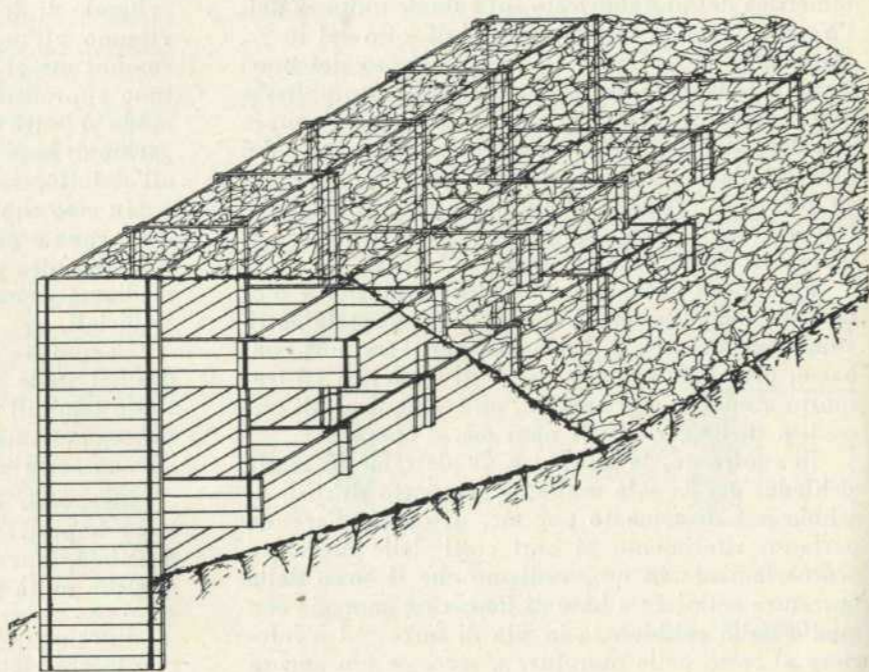


Fig. 10. - Tipo di briglia a cassettoni o a ginocchio.

tanto più sarà evitata la formazione di dannosi gorghi. Di massima le fondazioni dovranno essere spinte fino alle minime quote del profilo trasversale.

Le difese cellulari sono parzialmente permeabili. Ma questa permeabilità, che in acque torbide andrà progressivamente diminuendo, oltre essere un vantaggio, perchè evita le sottopressioni, potrà provvidamente utilizzarsi per la bonifica del terreno a tergo delle difese.

Nelle aste dei corsi d'acqua di fondo valle, dove il materiale alluvionale è piuttosto minuto e non adatto al riempimento delle celle, molta importanza assumono i repellenti a celle vuote, capaci di rallentare e dirigere la corrente, favorendo gli interrimenti di sponda.

Molta importanza assumono anche le celle di longarine vuote monoblocco, da costruire in sito, o da calare in acqua con mezzi meccanici (gru contrappesate), per favorire interrimenti nelle sponde in corrosione, o consolidare alla base scogliere a salvaripa.

A parità di volume lordo, i repellenti e le celle monoblocco sono più efficienti delle scogliere o repellenti a blocchi naturali o artificiali, perchè non determinano gorghi profondi, sono più facili all'interrimento e sono anche più economici.

Sistemazione dei terreni franosi. — La muratura cellulare, tipicamente drenante e resistente a catena, porta un contributo prezioso, e in certi casi decisivi, alla soluzione del difficilissimo problema della sistemazione dei terreni franosi.

La tecnica della sistemazione dei terreni franosi è ardua, essenzialmente empirica, e spesso scarsa di buoni risultati. Il concetto teorico di ricercare le vie sotterranee delle acque, anche se di origine lontana, nei terreni da consolidare, individuare i piani di slittamento delle masse in movimento, e provvedere a drenaggi profondi e su vasta scala, porterebbe a far troppo lungo e dispendioso lavoro, e per di più di incerto esito.

È stato osservato che in alcuni casi terreni cedevoli si sono consolidati semplicemente con la sovrapposizione di un manto impermeabile, cioè impedendo la filtrazione negli strati superficiali delle acque meteoriche, e conservando gli strati medesimi aridi ed asciutti. Un risultato simile si può ottenere con una grande maglia di muratura a celle di longarine, che abbia lo scopo di drenare e inaridire lo strato superficiale del terreno franoso, e, creando attrito, impedire gli spostamenti superficiali delle singole masse. Trattandosi di spesa normalmente contenuta in limiti ammissibili, avuto riguardo agli scopi da conseguire, il nostro sistema merita di essere controllato, alla prova dei fatti, anche in questa importante applicazione, dove, agli effetti del drenaggio, la muratura cellulare di longarine aggiunge la capacità di agire a catena.

Nel caso che le zone franose interessino strade, ferrovie, un buon risultato pratico si può ottenere prosciugando la sede e le immediate vicinanze con muratura cellulare usata per muri di controriva, di sostegno o sottoscarpa, da integrarsi con speroni di muratura di penetrazione a monte (muri a pettine). In luogo delle normali celle di m. 2 x 2 i detti muri

saranno formati di mezze celle di m. 2 x 1. Anche qui è ovvia l'importanza del collegamento verticale con staffe dei quadri di base. I muri possono avere la richiesta scarpa, spostando orizzontalmente quadro su quadro.

Completano l'opera alcuni pozzetti o tombini per lo scarico delle acque di drenaggio, e le cunette ad aletta.

Conclusioni.

Tenute presenti tutte le caratteristiche del sistema cellulare proposto, che consente economia di spesa e di tempo, che è universale nella possibilità di applicazione, che sfrutta nuovi concetti tecnici con l'ancoraggio, con la staffa, con il diaframma, con la resistenza a catena congiunta a capacità drenante, e con l'eliminazione delle sottopressioni, con le difese aeree o subacquee a celle vuote monoblocco (specie di cavalli di Frisia usati nelle note difese militari), difese particolarmente adatte a frenare la corrente, provocando interrimenti senza formazione di gorghi, che infine richiede per la esecuzione delle opere pochissima mano d'opera specializzata e largo impiego di mano d'opera non specializzata (e pertanto il sistema è particolarmente adatto ai cantieri di lavoro di recente organizzazione), possiamo concludere che la muratura cellulare a base di longarine è veramente capace di apportare un notevole contributo al consolidamento del suolo ed alla regolazione delle acque.

In vista di ciò, apposita organizzazione di cantieri fissi per la produzione delle longarine potrà mettere a disposizione degli utenti materiale pronto, ottimamente confezionato, a prezzo controllato, evitando, a tal riguardo, ogni improvvisazione o perditempo agli Enti o Imprese che attueranno le sistemazioni.

Per queste poi è più che mai necessario che i tecnici specializzati (ingegneri, agrari e forestali) procedano di comune accordo allo studio di piani organici, zona per zona, bacino per bacino. Nella maggior parte dei casi l'evidente tornaconto economico delle sistemazioni stimolerà le iniziative di Enti e privati riuniti in Consorzi, a parziale alleggerimento degli interventi statali diretti. Sorgerà allora un'attività nuova e molteplice. La mano d'opera disoccupata avrà largo impiego. Crescerà la fiducia nella capacità creativa del lavoro, e con essa l'amore alla terra.

In breve molti lembi di territorio, che prima erano greto errante, burrone, calanco, frana, diverranno pregiati coltivi o verdi distese di bosco.

Parimenti abitati e coltivi saranno salvaguardati dai lamentati danni di alluvione, con il sistema delle arginature e difese varie atte a stabilizzare gli alvei e a contenere le esondazioni delle piene, mentre invece le zone da lasciare disponibili per la libera espansione delle piene, potranno, senza danno, essere utilizzate a bosco.

Non è da escludere che nelle applicazioni del sistema proposto emergano difetti o imperfezioni; ma è prevedibile che vi si potrà sempre rimediare efficacemente con adeguati accorgimenti.

Guido Bonicelli