

**PIETRO PICUNO - GIACOMO SCARASCIA MUGNOZZA**

**PROVE SPERIMENTALI SU PALI DI SOSTEGNO  
IN CALCESTRUZZO  
DI STRUTTURE PORTANTI PER VIGNETO**

**edagricole** 

Estratto dalla Rivista di « INGEGNERIA AGRARIA »

Anno XXV - n. 1 - marzo 1994



# PSYCHOPHYSIOLOGICAL PAIN IN POSTSTROKE IN CALCIUM CHANNEL BLOCKERS

David P. Green, Robert A. Stewart

## Abstract

Psychophysiological pain in stroke survivors was measured using a variety of techniques. The study was designed to evaluate the effectiveness of calcium channel blockers in reducing pain. The study included 20 stroke survivors who were randomly assigned to either a control group or a treatment group. The treatment group received calcium channel blockers for a period of 4 weeks. The study found that the treatment group showed a significant reduction in pain levels compared to the control group. The study also found that the treatment group showed a significant improvement in quality of life. The study was limited by a small sample size and a short duration of treatment.

## Keywords

stroke, pain, calcium channel blockers, psychophysiological

Stroke is a leading cause of disability in the United States, and it is a major cause of pain. Pain is a common symptom of stroke, and it can be a major barrier to recovery. The pain is often described as a sharp, burning pain that is localized to the affected area. The pain can be caused by a variety of factors, including damage to the brain, damage to the nerves, and damage to the muscles. The pain can be a major barrier to recovery, and it can significantly impact the quality of life of stroke survivors.

## Calcium Channel Blockers

Calcium channel blockers are a class of drugs that are used to treat a variety of conditions, including high blood pressure, heart disease, and angina. They work by blocking the calcium channels in the heart and blood vessels, which helps to relax the muscles and reduce the pressure. Calcium channel blockers are also used to treat pain, and they have been found to be effective in reducing pain in stroke survivors.

## Psychophysiological Pain

Psychophysiological pain is a type of pain that is caused by a combination of physical and psychological factors. It is often described as a sharp, burning pain that is localized to the affected area. The pain can be caused by a variety of factors, including damage to the brain, damage to the nerves, and damage to the muscles. The pain can be a major barrier to recovery, and it can significantly impact the quality of life of stroke survivors.

## Introduction

The purpose of this study was to evaluate the effectiveness of calcium channel blockers in reducing pain in stroke survivors. The study was designed to evaluate the effectiveness of calcium channel blockers in reducing pain in stroke survivors. The study included 20 stroke survivors who were randomly assigned to either a control group or a treatment group. The treatment group received calcium channel blockers for a period of 4 weeks. The study found that the treatment group showed a significant reduction in pain levels compared to the control group. The study also found that the treatment group showed a significant improvement in quality of life. The study was limited by a small sample size and a short duration of treatment.

## Method

The study was a randomized controlled trial. The study included 20 stroke survivors who were randomly assigned to either a control group or a treatment group. The treatment group received calcium channel blockers for a period of 4 weeks. The study found that the treatment group showed a significant reduction in pain levels compared to the control group. The study also found that the treatment group showed a significant improvement in quality of life. The study was limited by a small sample size and a short duration of treatment.

## Results

The study found that the treatment group showed a significant reduction in pain levels compared to the control group. The study also found that the treatment group showed a significant improvement in quality of life. The study was limited by a small sample size and a short duration of treatment.

## Conclusion

The study found that calcium channel blockers are effective in reducing pain in stroke survivors. The study also found that calcium channel blockers improve quality of life in stroke survivors. The study was limited by a small sample size and a short duration of treatment.

# PROVE SPERIMENTALI SU PALI DI SOSTEGNO IN CALCESTRUZZO DI STRUTTURE PORTANTI PER VIGNETO

Pietro Picuno, Giacomo Scarascia Mugnozza

## 1. INTRODUZIONE

### 1. Introduction

La diffusione della coltivazione dell'uva da tavola ha raggiunto in Italia valori di produzione di circa 10 Milioni di quintali [3] di cui la metà circa [1] destinata all'esportazione principalmente nei Paesi della Comunità Europea; sotto questo aspetto l'Italia si pone come la principale esportatrice, seguita dalla Grecia con 1 Milione di quintali e dalla Spagna con 950.000 quintali [1].

La coltivazione dell'uva da tavola in Italia interessa un'estensione di circa 80.000 ettari [4] e viene condotta essenzialmente con la forma di allevamento a tendone, in virtù dei migliori risultati ottenibili in termini produttivi e di raccolta grazie alla razionalizzazione della disposizione degli apparati vegetali. Questa tecnica consente inoltre l'impiego della meccanizzazione e l'applicazione di coperture trasparenti per ottenere una coltivazione in ambiente protetto con produzioni anticipate o tardive [8].

Nonostante la notevole diffusione sul territorio italiano, l'impiego di tali sistemi di allevamento non è attualmente preceduto da una fase di progettazione dei suoi componenti strutturali. Generalmente vengono seguiti criteri di carattere empirico con la conseguen-

za che, a seguito di eventi meteorologici sfavorevoli, quali nevicate o forte vento, si possono produrre cedimenti che compromettono la statica della struttura. In precedenti studi [9, 10, 11] è stato analizzato il comportamento statico della struttura nel suo complesso e sono stati esaminati gli elementi tesi, costituiti da fili in acciaio, definendone razionali criteri di dimensionamento; nella presente ricerca sono stati esaminati i pali di sostegno in calcestruzzo, che costituiscono una soluzione frequentemente adottata per gli elementi compressi di supporto della struttura, in alternativa ai pali in legno o in acciaio.

## 2. LE STRUTTURE PORTANTI PER VIGNETO

### 2. Vineyard supporting structures

Un criterio razionale di progettazione degli elementi costituenti un tendone per vigneto è stato ricavato [11] mediante l'analisi strutturale condotta su differenti configurazioni di tendoni per uva da tavola, giungendo alla formulazione di algoritmi di calcolo impiegabili per il dimensionamento delle sezioni resistenti degli elementi tesi e compressi costituenti la struttura funicolare (fig. 1).

Nel caso delle funi sono state ricavate relazioni di tipo lineare per il calcolo degli sforzi di trazione nei diversi elementi tesi (tiranti d'angolo, tiranti di bordo, correnti di corona, correnti interni) in funzione dello sforzo di pretrazione, del diametro e del carico dovuto alla vegetazione, ai frutti ed alle azioni esterne. Inoltre mediante prove a rottura per trazione effettuate su diversi tipi di materiali impiegati per le funi, sono state definite le caratteristiche di resistenza e le tensioni di calcolo necessarie per il progetto.

### 2.1. CALCOLO A SFORZO NORMALE DEI PALI DI SOSTEGNO

#### 2.1. Axial stress design of supporting posts

Per quanto attiene i pali di sostegno, è stata ricavata l'espressione generale che consente di calcolare lo

---

Memoria presentata il 21 giugno 1993; accettata il 15 novembre 1993.

Dr. Ing. PIETRO PICUNO, Ricercatore Confermato. Dipartimento Tecnico-economico, Università della Basilicata, Potenza.

Prof. Ing. GIACOMO SCARASCIA MUGNOZZA, Professore Associato. Istituto di Costruzioni Rurali dell'Università, Bari.

*Il contributo all'impostazione ed allo svolgimento del lavoro va suddiviso in maniera paritetica tra gli Autori.*

*Memoria presentata al Simposio Internazionale su «Il calcestruzzo per una Agricoltura sostenibile», Bologna, 21-23 aprile 1993.*

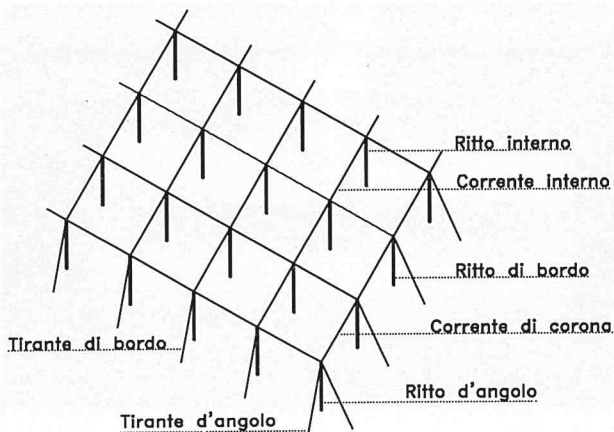


Fig. 1 - Stralcio assonometrico di struttura a tendone per vigneto con indicazione degli elementi principali.

Fig. 1 - Axonometric view of a vineyard pergola structure with its principal elements.

sforzo di compressione nei ritti d'angolo (fig. 2) e di bordo (fig. 3), in funzione dello sforzo di pretrazione imposto alle funi e del carico distribuito, nella seguente forma:

$$N = -(aq + b)P_t + cq - d \quad (1)$$

ove:

$N$  = sforzo normale nel ritto, daN;  
 $q$  = carico uniformemente distribuito sulle funi, daN/cm;

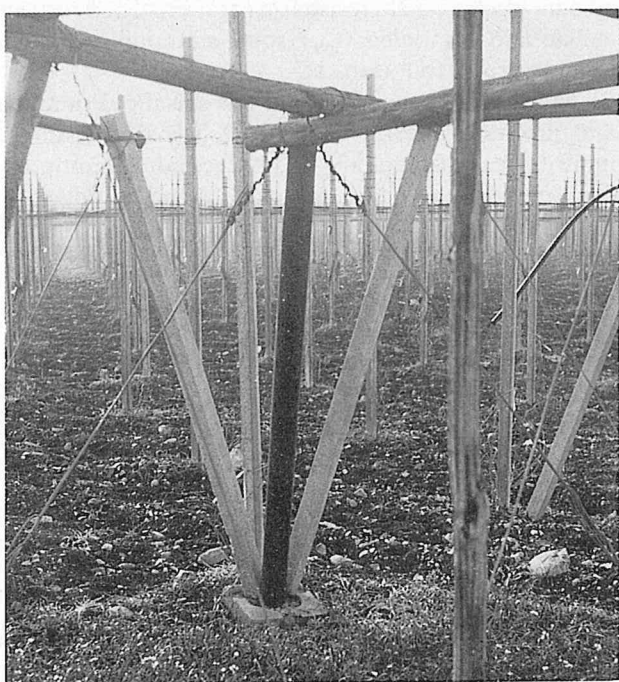


Fig. 2 - Pali d'angolo in cemento armato precompresso di un tendone per vigneto.

Fig. 2 - Prestressed concrete corner posts of a vineyard pergola.



Fig. 3 - Pali di bordo ed interni realizzati in cemento armato precompresso.

Fig. 3 - Prestressed concrete border and internal posts.

$P_t$  = sforzo di pretrazione applicato ai tiranti, daN.  
 $a$  = coefficiente, pari a 3,0 e 1,53 per ritti d'angolo e di bordo, cm/daN;  
 $b$  = coefficiente, pari a 1,27 e 0,66 per ritti d'angolo e di bordo, adimensionale;  
 $c$  = coefficiente, pari a 3358 e 1735 per ritti d'angolo e di bordo, cm;  
 $d$  = coefficiente, pari a 24,4 e 11,4 per ritti d'angolo e di bordo, daN.

Nel caso dei ritti interni, infine, la relazione che esprime lo sforzo di compressione è:

$$N = 2 ql \quad (2)$$

ove:

$l$  = sesto d'impianto, cm.

Nelle relazioni (1) e (2) il carico  $q$  va assunto con segno negativo se diretto verso il basso, come nel caso dei carichi dovuti alle piante e alle azioni esterne [11].

Sulla struttura si possono però produrre altre azioni di carattere occasionale, quali urti provocati da errate manovre delle macchine, componenti di spinta orizzontali dovute all'azione del vento o vibrazioni prodotte durante le operazioni colturali meccanizzate che, sia pure per intervalli di tempo limitati, possono sollecitare a taglio e flessione i pali. Pertanto è stata svolta un'indagine attraverso un ciclo di prove su pali in calcestruzzo armato precompresso per analizzarne le caratteristiche di resistenza a compressione e a flessione. Nella realtà la sollecitazione risultante sul palo sarà di pressoflessione, ma rispetto alle tensioni indotte dalla precompressione quelle di compressione generate nel palo dai carichi di esercizio sono trascurabili, per cui la sperimentazione condotta è sufficientemente rappresentativa dell'effettivo comportamento dei pali di sostegno.



### 3. PROVE SPERIMENTALI

#### 3. Experimental tests

##### 3.1. MATERIALI E METODI

##### 3.1. Materials and methods

Le prove sono state svolte nel Laboratorio Prove Materiali del Dipartimento Tecnico-Economico dell'Università della Basilicata, impiegando una pressa universale Galdabini tipo PMA 10 per le prove a flessione (figg. 4, 5), ed una pressa per calcestruzzi TECNOST Mod. K 300 SV per le prove a compressione.

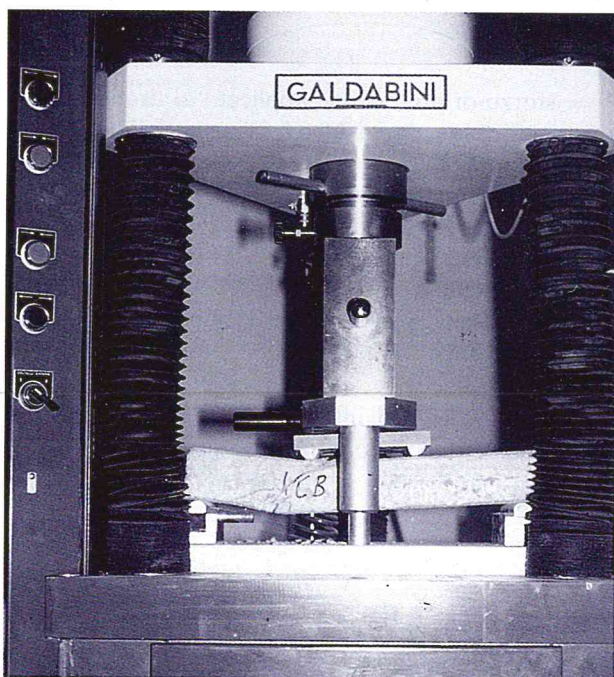


Fig. 4 - Pressa universale computerizzata utilizzata per prove a flessione in laboratorio.

Fig. 4 - Computerized press for laboratory bending tests.

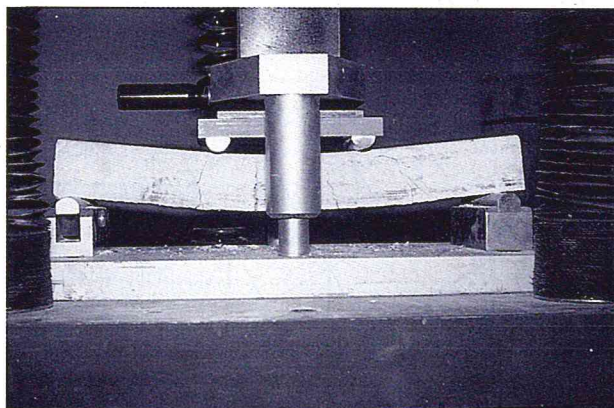


Fig. 5 - Provino sottoposto a prova di resistenza a rottura per flessione mediante pressa universale Galdabini Mod. PMA 10. Si nota la fase successiva al momento di fessurazione con apertura di numerose fessure a flessione e di fessurazione per taglio.

Fig. 5 - Specimen broken by bending test by means of the Galdabini Mod. PMA 10 press. The phase following the cracking, with bending and shearing fissures, is shown.

I pali di calcestruzzo sottoposti a prova (tab. 1) sono stati forniti direttamente da due delle principali aziende produttrici (ICB di Ginosa (TA) e Edilpref di Oria (BR)) ubicate in Puglia. Tutti i pali oggetto delle prove sono precompressi con armatura pre-tesa poichè, come è stato rilevato presso i produttori ed i coltivatori, vengono sempre più frequentemente preferiti ai pali in cemento armato vibrato. L'armatura di precompressione è costituita, in tutti i casi esaminati, da trecce di acciaio armonico costituite da n. 2 fili di diametro 2,25 mm ciascuno; i valori della pretensione ( $P_i$ ) applicata ad ogni treccia e della resistenza caratteristica a rottura dell'acciaio armonico ( $f_{ptk}$ ) sono stati indicati dalle aziende produttrici (tab. 1).

Tutti i pali risultano privi di una specifica armatura a taglio (staffe o ferri piegati); la resistenza a flessione, inoltre, viene affidata alle stesse trecce di precompressione che risultano, così, le uniche armature del palo.

Le trecce sono disposte sui 4 spigoli della sezione nel caso dei pali A2, A3, A4, B2 e B3, mentre nei pali del

TABELLA 1 - Caratteristiche geometriche e armature dei pali sottoposti a prova.

TABLE 1 - Geometrical characteristics and reinforcements of tested post specimen.

Tipo	Azienda produttrice	Sezione	Armatura di precompressione	Pretensione su 1 treccia [N]	$f_{ptk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
A1	ICB - Ginosa (TA)	6 × 6 cm	N° 2 trecce	7000	1850
A2	»	6 × 6 cm	N° 4 trecce	7500	»
A3	»	7 × 7 cm	N° 4 trecce	8000	»
A4	»	9 × 9 cm	N° 4 trecce	9000	»
B1	Edilpref - Oria (BR)	6 × 6 cm	N° 2 trecce	5600	1900
B2	»	6 × 6 cm	N° 4 trecce	4000	»
B3	»	8 × 8 cm	N° 4 trecce	4000	»

tipo A1 e B1 le 2 trecce sono disposte in prossimità di due spigoli opposti secondo la diagonale. Il copriferro rilevato in tutti i tipi di pali è stato di circa 1 cm.

Le prove a flessione [12] sono state condotte su campioni di 50 cm di lunghezza secondo lo schema statico di figura 6 per i pali del tipo A1, A2, A3, B1 e B2; tale configurazione è stata ottenuta utilizzando un'apposita piastra di ripartizione del carico (fig. 7) mediante la quale si è ottenuta una sollecitazione di solo momento flettente nel tronco di mezzeria del provino [2]. A causa delle limitazioni imposte dalle dimensioni dell'apparecchiatura di appoggio del provino, invece, non si è potuto impiegare la piastra di ripartizione del carico nel caso dei pali di dimensione maggiore (B3 e A4), che sono stati pertanto sottoposti ad un carico concentrato in mezzeria (fig. 8). Tale schema statico, nel quale alla sollecitazione flettente massima in mezzeria è andato ad aggiungersi uno sforzo di taglio, è stato comunque ritenuto significativo per un'analisi del comportamento flessionale del provino. Per ogni tipologia di palo sono stati portati a rottura per flessione 10 provini.

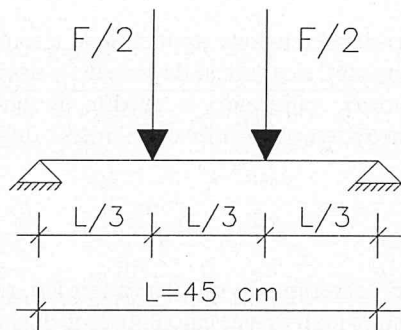


Fig. 6 - Schema statico delle prove a flessione sui pali di tipo A1, A2, A3, B1 e B2.

Fig. 6 - Static pattern for bending tests on A1, A2, A3, B1 and B2 posts.

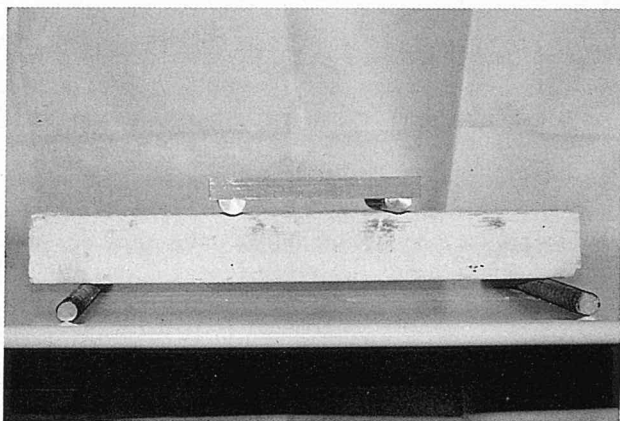


Fig. 7 - Piastra di ripartizione del carico per prove a flessione sui pali di tipo A1, A2, A3, B1 e B2.

Fig. 7 - Load-splitting plate for bending tests on A1, A2, A3, B1 and B2 posts.

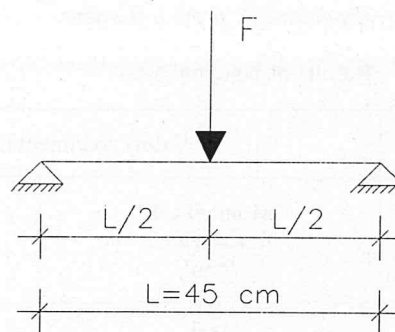


Fig. 8 - Schema statico delle prove a flessione sui pali di tipo B3 e A4.

Fig. 8 - Static pattern for bending tests on A3 and B4 posts.

Per valutare la resistenza caratteristica del calcestruzzo impiegato nella realizzazione dei pali sono state condotte prove a compressione su cubetti di calcestruzzo, aventi spigolo pari a 15 cm, effettuando presso ciascuna azienda 10 prelievi costituiti da 2 cubetti ciascuno, determinandone il valore medio  $R_m$  e lo scarto quadratico medio  $\delta$ . Si è ricavata quindi la resistenza caratteristica a compressione attraverso la relazione

$$R_{ck} = R_m - k\delta$$

ove per il coefficiente  $k$  è stato assunto il valore previsto dalla Normativa [7].

### 3.2. RISULTATI E DISCUSSIONE

#### 3.2. Results and discussion

I risultati delle prove a compressione mostrano una notevole differenza di qualità dei calcestruzzi usati dai due costruttori, dovuta, probabilmente, al dosaggio e alla qualità del cemento impiegato nonché all'assortimento e composizione granulometrica degli inerti. La resistenza caratteristica  $R_{ck}$  è infatti risultata pari a 34,92 N/mm<sup>2</sup> e a 53,69 N/mm<sup>2</sup> rispettivamente per i pali del tipo A e B.

Per quanto riguarda la resistenza flessionale sono stati confrontati (tab. 2) i momenti di fessurazione ( $M_f$ ) e di rottura ( $M_r$ ) teorici con quelli osservati sperimentalmente. I valori sperimentali riportati in tabella 2 sono i valori medi dei 10 provini, avendo ricavato i valori dei momenti di fessurazione e di rottura nella seguente maniera:

— il momento sperimentale di fessurazione è stato assunto (fig. 9) pari all'ordinata del punto di intersezione delle due rette tangenti rispettivamente al tratto elastico ed al successivo tratto di deformazione non proporzionale della curva  $M/f$ , coerentemente con quanto indicato in altri studi [5];

— il momento sperimentale di rottura è stato



TABELLA 2 - Risultati delle prove a flessione.

TABLE 2 - Results of bending tests.

Palo	Valori sperimentali		Valori teorici	
	Momento di fessurazione [Nm]	Momento di rottura [Nn]	Momento di fessurazione [Nn]	Momento di rottura [Nm]
A1	587	1058	227	359
B1	268	597	228	443
A2	711	1204	387	672
B2	725	1075	276	1035
A3	1054	1454	512	750
B3	804	1420	489	1450
A4	1561	2466	834	851

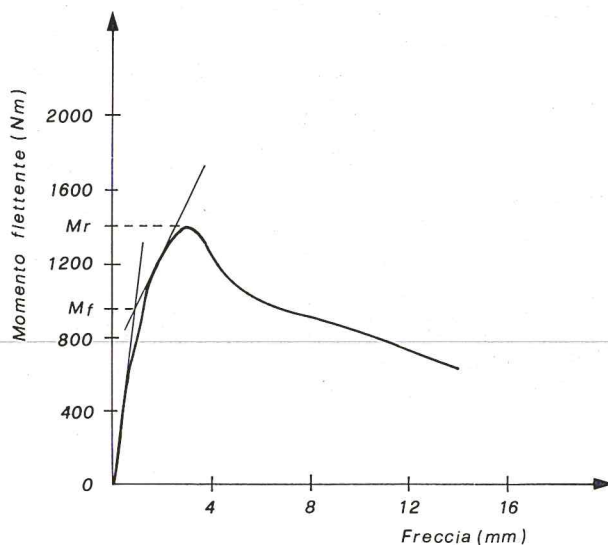


Fig. 9 - Diagramma Momenti/frecce per un palo di tipo A3 provato a flessione.

Fig. 9 - Moment/deflection diagram for an A3 post.

assunto pari al momento flettente massimo registrato nel corso della prova (fig. 9).

Il momento di fessurazione teorico è stato ottenuto con l'ausilio della relazione:

$$M_f = W (f_{cfk} + nP/b^2) \quad (3)$$

ove

$b$  = lato del paletto di sezione quadrata, m;  
 $W$  = modulo di resistenza della sezione omogenea del paletto =  $b^3/6$ ,  $m^3$ ;  
 $f_{cfk}$  = resistenza caratteristica a flessione del calcestruzzo,  $Nm^{-2}$ ;  
 $n$  = numero di trecce pre-tese;  
 $P$  = pretensione applicata su ciascuna treccia, N.

La valutazione della resistenza caratteristica a flessione

del calcestruzzo  $f_{cfk}$  è stata effettuata in accordo con la Normativa vigente (7), utilizzando la relazione:

$$f_{cfk} = 1,2 \times 0,7 \times 0,27 \times \sqrt[3]{R_{ck}^2}$$

I valori di pretensione applicata su ciascuna treccia (tab. 2) sono stati ricavati, sulla base dei valori  $P_i$  forniti dai produttori, valutando le perdite di tensione per rilassamento a tempo infinito con l'ausilio della relazione:

$$\Delta P_{r, \infty} = 0,2 P_i$$

I valori del momento di rottura teorico, riportati in tabella 2, sono stati invece calcolati [5] in accordo con la relazione:

$$M_r = 0,95 h (A_r f_{ptk} - P) n/2 \quad (4)$$

ove:

$h$  = altezza utile della sezione, m;  
 $A_r$  = area della sezione di ciascuna treccia,  $mm^2$ ;  
 $f_{ptk}$  = resistenza caratteristica a rottura dell'acciaio armonico,  $N mm^{-2}$ .

Il calcolo di  $M_r$  è stato effettuato valutando la rottura per cedimento dell'acciaio, giungendo a risultati analoghi a quelli ottenibili mediante il momento di rottura per cedimento del calcestruzzo, poichè entrambi discendono convenzionalmente dalle stesse considerazioni di equilibrio.

Come si può notare dai risultati riportati in tabella 2, i valori teorici appaiono inferiori rispetto a quelli sperimentali; tale risultato appare spiegabile in virtù dell'incertezza nell'assunzione di alcuni valori, quali ad esempio lo sforzo di pretensione, oltrechè nell'assegnazione convenzionale di alcune grandezze che compaiono nelle formulazioni teoriche. Il buon risultato ottenuto confrontando i momenti sperimentali con quelli teorici è sottolineato anche dal calcolo degli scarti



quadratici medi, compresi tra il 4% ed il 20% rispetto ai risultati di tabella 2, a conferma dell'uniformità di esecuzione dei manufatti.

Il comportamento del provino sottoposto a carico si può schematizzare in varie fasi del diagramma Momenti/frecce: ad un primo tratto con andamento lineare, in presenza di sezione omogenea in calcestruzzo interamente reagente, segue un tratto non proporzionale, a volte con andamento a denti di sega, caratterizzato dall'apparizione di un quadro fessurativo flessionale corrispondente ad una situazione di sezione parzializzata. Al crescere del carico di prova viene raggiunto il momento massimo ( $M_r$ ) e successivamente compaiono fessure a taglio al di sotto dei punti di applicazione del carico, con probabile plasticizzazione della zona compressa in calcestruzzo. Si produce quindi un cedimento della resistenza della sezione ed un aumento della freccia sotto carico fino al collasso che viene raggiunto per scorrimento dell'armatura tesa e schiacciamento del calcestruzzo compresso; molto raramente, invece, nel corso delle prove effettuate si è verificata la rottura dell'armatura in zona tesa. Le figure 9, 10, 11 e 12 riportano, per i pali di tipo A3, B1, B3 e A4 rispettivamente, l'andamento delle curve Momenti/frecce caratteristico di ciascun manufatto scegliendo per ciascuna tipologia di palo un diagramma rappresentativo del comportamento durante le prove.

Dai risultati ottenuti mediante le prove sperimentali, nonché dalle indicazioni emerse dai contatti avuti con gli operatori del settore e con le aziende produttrici di pali in calcestruzzo per tendoni, si può quindi osservare quanto segue:

— i pali in c.a.p. provati hanno dimostrato ottime caratteristiche di resistenza e buona fattura, per cui possono fornire prestazioni adeguate all'impiego in tendoni per vigneto;

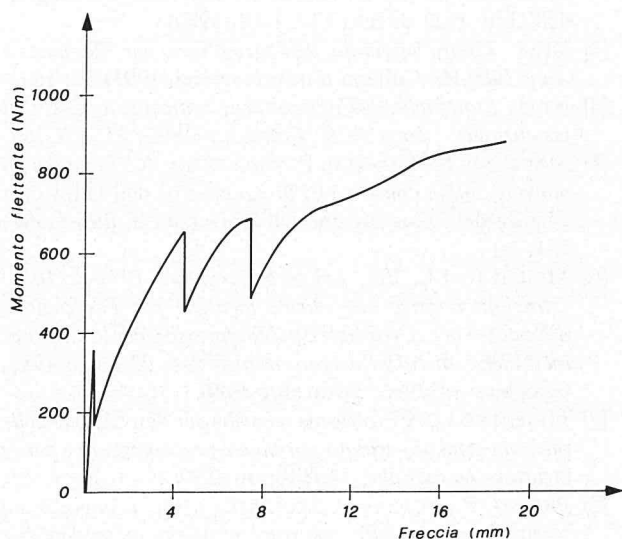


Fig. 10 - Diagramma Momenti/frecce per un palo di tipo B1 provato a flessione.

Fig. 10 - Moment/deflection diagram for B1 post.

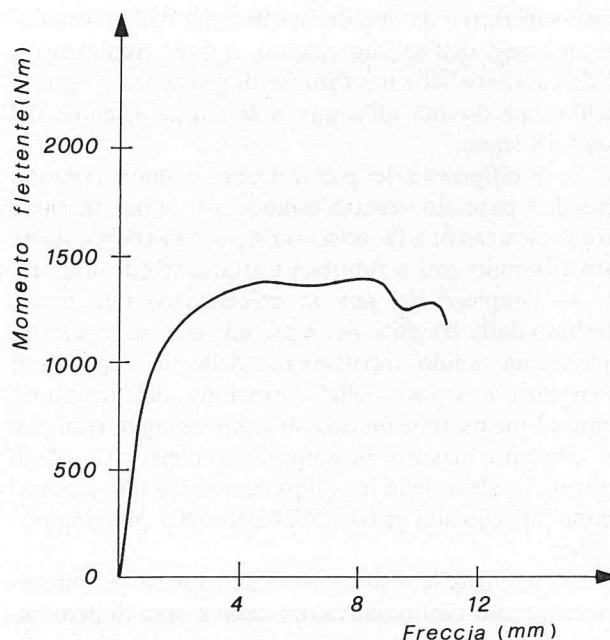


Fig. 11 - Diagramma Momenti/frecce per un palo di tipo B3 provato a flessione.

Fig. 11 - Moment/deflection diagram for B3 post.

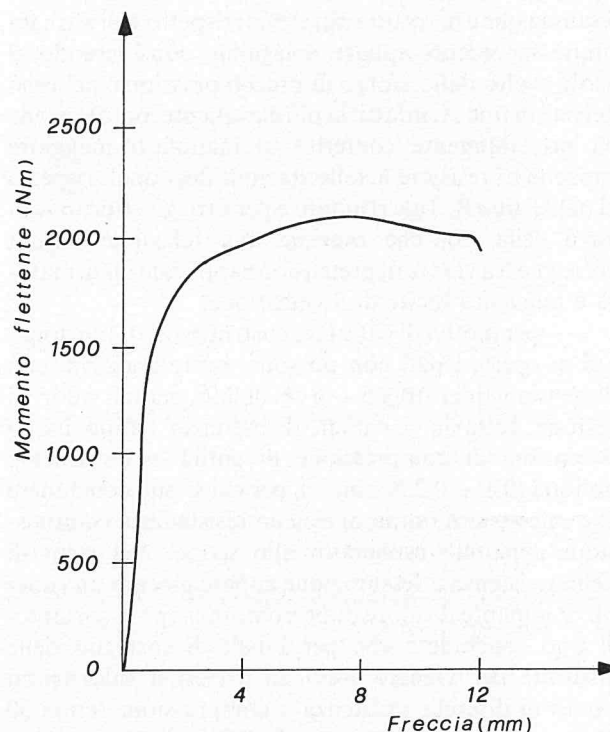


Fig. 12 - Diagramma Momenti/frecce per un palo di tipo A4 provato a flessione.

Fig. 12 - Moment/deflection diagram for an A4 post.

— l'utilizzo dei pali in calcestruzzo per il sostegno delle strutture a tendone risulta economico e conveniente a confronto con altri materiali caratterizzati da

costi superiori e da una durata limitata dalla corrosione, nel caso dell'acciaio zincato, o dalla diminuzione delle caratteristiche meccaniche di resistenza a seguito dell'azione dovuta all'acqua e al ghiaccio, come nel caso del legno;

— a differenza dei pali in legno, in cui si possono annidare parassiti vegetali dannosi per le piante, i pali in calcestruzzo non favoriscono la presenza di patogeni, contribuendo così a ridurre i trattamenti fitosanitari;

— l'impiego dei pali in calcestruzzo può essere limitato dalla fragilità del materiale che, se fessurato, subisce un rapido abbattimento delle sue capacità di resistenza a causa della corrosione dell'armatura; è quindi auspicabile un ricorso sempre maggiore ai pali in cemento armato precompresso rispetto a quelli vibrati, in virtù della maggiore resistenza alla fessurazione [6] acquisita grazie all'effetto della precompressione;

— ai fini della resistenza statica, appare più importante il ruolo svolto dal valore dello sforzo di precompressione rispetto alla qualità e dosaggio del calcestruzzo. Infatti dai risultati delle prove sperimentali effettuate su tipologie distinte di pali precompressi, è emerso che i manufatti di tipo A, pur essendo stati realizzati con un calcestruzzo dotato di un valore di resistenza a compressione inferiore rispetto a quello dei pali di tipo B, hanno fatto riscontrare valori dei momenti di fessurazione e di rottura più elevati rispetto agli altri; un simile fenomeno appare spiegabile considerando il ruolo svolto dallo sforzo di precompressione: nel caso dei pali di tipo A, infatti, la più elevata precompressione ha probabilmente conferito ai manufatti maggiore capacità di resistere a sollecitazioni flessionali rispetto ai pali di tipo B. Tale risultato è peraltro giustificabile in virtù della (3), che esprime una relazione lineare crescente tra valore di pretensione applicata all'armatura e momento limite di fessurazione;

— per motivi di carattere costruttivo e di funzionalità in opera, i pali non possono essere realizzati con dimensioni inferiori a  $5 \div 6$  cm di lato; per tali valori di sezione, tuttavia, i carichi di esercizio danno luogo a tensioni di compressione di entità estremamente limitata ( $0,1 \div 0,2$  N mm<sup>-2</sup>), per cui si può concludere che calcestruzzi dotati di elevata resistenza a compressione appaiono esuberanti allo scopo. Nei riguardi della resistenza a fessurazione appare giocare un ruolo predominante il valore di precompressione e, pertanto, si può concludere che per i pali di sostegno delle strutture per vigneto sono da preferirsi calcestruzzi dotati di discreta resistenza a compressione (circa 30 N mm<sup>-2</sup>) ma soggetti a valori di precompressione sufficientemente elevati ( $4 \div 6$  N mm<sup>-2</sup>).

#### 4. CONCLUSIONI

##### 4. Conclusions

L'impiego dei pali in calcestruzzo per il sostegno delle strutture a tendone per vigneto si rivela una valida

soluzione, caratterizzata da bassi costi e da elevata durata nell'ambiente rurale, con benefici per un'agricoltura sostenibile sia dal punto di vista economico che ambientale.

Le considerazioni emerse sulla base delle prove sperimentali effettuate possono consentire un miglioramento delle qualità costruttive dei pali in c.a.p., anche al fine di renderne l'impiego ancora più competitivo sia dal punto di vista economico che di resistenza sotto l'effetto di azioni diverse da quelle di esercizio. In particolare, come emerso dall'analisi condotta, una ottimizzazione nella produzione dei pali in c.a.p. si può ottenere attraverso l'impiego di più economici calcestruzzi dotati di resistenza a compressione non molto elevata e applicando alti sforzi di precompressione, al fine di aumentare la resistenza alla fessurazione e di poter così ridurre le sezioni trasversali dei manufatti, con conseguenti economie, oltre che sui materiali impiegati, anche sugli oneri di trasporto e montaggio.

Le prove hanno riguardato la resistenza a flessione che, a causa delle basse tensioni di compressione provocate dalle azioni esterne sui pali, appare la sollecitazione più pericolosa insieme al taglio, anche in considerazione della riduzione di resistenza nel tempo in manufatti in cui si sia innescato un processo fessurativo. Ulteriori approfondimenti potranno riguardare l'analisi delle capacità di resistenza alle sollecitazioni di taglio dei pali in c.a.p., per i quali appare possibile una maggiore diffusione in viticoltura.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] COLAPIETRA, M., *L'uva da tavola in coltura protetta*. L'Informatore Agrario (1991), 47 (48), 28-64.
- [2] DONATONE, G., SABATELLI, R., SALLUSTIO, A., *Sul comportamento flessionale di conglomerati armati di resina poliesteri*. Atti dell'Istituto di Scienza delle Costruzioni dell'Università di Bari 134, 1-18 (1980).
- [3] ISTAT, *Valore aggiunto dell'agricoltura per Regione. - Anni 1980-90*. Collana d'informazione (1991) 39, 180.
- [4] ISTAT, *Statistiche dell'agricoltura, zootecnia e mezzi di produzione. - Anno 1989*. Annuario (1992) 37, 267-269.
- [5] MARZANO, S., MONACO, P., SALLUSTIO, A., *Indagine su pannelli solaio con travetti in c.a.p.*. Atti dell'Istituto di Scienza delle Costruzioni dell'Università di Bari (1981) 151, 1-17.
- [6] MINISTERO LL. PP., *Legge 5 novembre 1971 n. 1086. Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche, di cui al decreto ministeriale 27 luglio 1985*, Circolare n. 27996, 31 ottobre 1986.
- [7] MINISTERO LL. PP., *Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche*, 14 febbraio 1992.
- [8] PICUNO, P., SCARASCIA MUGNOZZA, G., *L'impatto sul territorio rurale delle coperture plastiche di tendoni per vigneto*. Atti del 2° Seminario della II Sezione Tecnica AIGR, Città della Pieve (PG), 7-8 giugno 1990, 505-514.
- [9] SCARASCIA MUGNOZZA, G., MANERA, C., DE LUCA, V., PICUNO P., *Strutture funicolari di sostegno per colture*



- arboree specializzate*. Atti del IV Convegno Nazionale AIGR, Alghero (SS), 4-6 maggio 1988, 448-454.
- [10] SCARASCIA MUGNOZZA, G., MANERA, C., DE LUCA, V., PICUNO, P., *Analysis of funicular structures and tests on materials for specialized arboreal cultivations*. Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Congress on Agricultural Engineering, Dublino (Irlanda), 4-8 settembre 1989, 1183-1190.
- [11] SCARASCIA MUGNOZZA, G., PICUNO, P., *La progettazione di strutture a tendone per vigneto: prove sui materiali e metodi di calcolo*. Riv. di Ing. Agr. (1991) 22 (4), 208-217.
- [12] UNI 6133, *Prove distruttive sui calcestruzzi. Prova di flessione*, (1983) UNICEMENTO Milano.

#### RIASSUNTO

#### PROVE SPERIMENTALI SU PALI DI SOSTEGNO IN CALCESTRUZZO DI STRUTTURE PORTANTI PER VIGNETO

Il sistema di allevamento a tendone per colture arboree quali il vigneto e l'actinidia ha raggiunto in Italia una estensione di circa 80.000 Ha in virtù dell'elevata produzione che permette di realizzare.

Per le strutture di sostegno vengono spesso utilizzati pali in calcestruzzo armato sia nel caso dei tendoni che dei sistemi a spalliera. Allo scopo di esaminarne le caratteristiche meccaniche sono state effettuate prove sperimentali portando a rottura per flessione provini di

pali in calcestruzzo armato precompresso. I risultati hanno consentito di valutare le capacità di resistenza degli elementi conseguenti a stati tensionali indotti da possibili urti ricevuti durante le operazioni colturali, ovvero derivanti dall'effetto della spinta del vento.

#### Parole chiave:

Tendoni vigneto, Resistenza a flessione, Pali in calcestruzzo

#### SUMMARY

#### EXPERIMENTAL TESTS ON CONCRETE POSTS FOR VINEYARD SUPPORTING STRUCTURES

The «Pergola» growing system for grape and kiwi cultivation covers in Italy an area of about  $8 \cdot 10^8$  m<sup>2</sup>, because of the high productions obtained.

Concrete posts are often used as supporting structure of pergola and trellis growing systems. In order to examine their mechanical characteristics, experimental tests were conducted by bending stress specimens of prestressed concrete posts. The results allowed to evaluate the upright strength in stress situations caused by impacts during crop operations or due to the effects of wind action.

#### Key words:

Concrete posts, Vineyard structures, Bending strength.



