



European Organisation for Technical Approvals
Organizzazione Europea per il Benestare Tecnico
Organisation Européenne pour l'Agrément Technique

ETAG No 001

Edizione 1997

LINEA GUIDA
PER IL BENESTARE TECNICO EUROPEO
DI
**ANCORANTI METALLICI
DA UTILIZZARE NEL CALCESTRUZZO**

Allegato A: DETTAGLI DELLE PROVE

Allegato A
DETTAGLI DELLE PROVE

- 1. Campioni di prova**
- 2. Supporti di prova**
 - 2.1. Inerti
 - 2.2. Cemento
 - 2.3. Rapporto acqua/cemento e dosaggio di cemento
 - 2.4. Resistenza del calcestruzzo
 - 2.5. Dimensione dei supporti di prova
 - 2.6. Modalità del getto e della maturazione dei supporti di prova e dei provini
- 3. Installazione degli ancoranti**
- 4. Apparecchiatura di prova**
- 5. Procedura di prova**
 - 5.1. Generalità
 - 5.2. Prova di trazione
 - 5.3.1 Ancorante singolo
 - 5.3.2 Gruppo di quattro ancoranti
 - 5.3.3 Gruppo di due ancoranti
 - 5.3. Prova a taglio
 - 5.3.4 Ancorante singolo
 - 5.3.5 Gruppo di due ancoranti
 - 5.3.6 Gruppo di quattro ancoranti
 - 5.4. Prova a carico combinato di trazione e taglio
 - 5.5. Prova con variazioni di larghezza della fessurazione
 - 5.6. Prova a carico ripetuto
 - 5.7. Prova a carico permanente
 - 5.8. Prova con ancoranti a contatto con l'armatura
 - 5.9. Prova per determinare l'interasse minimo e la distanza minima dal bordo
 - 5.10. Prova di coppia di serraggio
- 6. Rapporto di prova**

1. CAMPIONI DI PROVA

I campioni da sottoporre a prova saranno scelti in modo da essere rappresentativi della normale produzione in stabilimento ed includeranno viti, dadi e rondelle.

Gli ancoranti con filettatura interna potranno essere forniti senza elementi di fissaggio (bulloni e dadi), ma in questo caso il produttore dovrà specificare che tipo di bulloni o dadi dovranno essere utilizzati.

Se in base al metodo di progettazione prescelto venisse richiesta la resistenza caratteristica di rottura del calcestruzzo, potrà essere necessario l'impiego di viti e bulloni di resistenza più elevata rispetto a quelli specificati in modo da ottenere la rottura del calcestruzzo durante la prova; qualora venissero utilizzati viti e bulloni di resistenza più elevata, il funzionamento degli ancoranti non dovrà essere influenzato in alcun modo.

In alcuni casi le prove vengono effettuate con campioni prodotti espressamente per le prove, prima dell'emissione del documento ETA. In questo caso dovrà essere verificato che gli ancoranti successivamente prodotti risultino conformi sotto tutti gli aspetti a quelli utilizzati durante le prove, ed in particolare nei confronti dell'idoneità all'uso ed alla caricabilità.

2. SUPPORTI DI PROVA

I supporti di prova dovranno essere realizzati in accordo con ENV 206 [8] ed essere conformi alle seguenti prescrizioni:

2.1 Inerti

Gli inerti dovranno avere durezza media ed una curva granulometrica che rientri entro i limiti riportati in Fig. 2.1.

La dimensione massima del singolo aggregato dovrebbe essere pari a 16 mm o 20 mm.

La massa specifica dell'inerte deve essere compresa tra 2,0 e 3,0 t/m³ (vedi ENV 206[8] e ISO 6783 [9]).

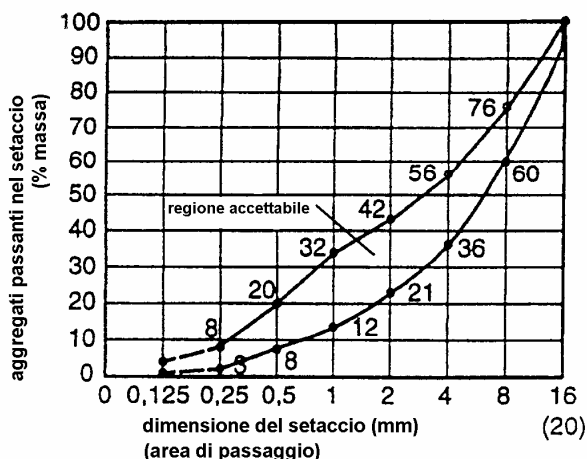


Figura 2.1 Campo ammissibile della curva granulometrica

2.2 Cemento

Il calcestruzzo sarà prodotto utilizzando cemento Portland tipo CEM I 32,5 o CEM I 42,5 (vedi ENV 197-1 [10]).

2.3 Rapporto acqua/cemento e dosaggio di cemento

Il rapporto acqua/cemento non dovrebbe superare 0.75 ed il dosaggio del cemento dovrebbe almeno essere in ragione di 240 kg/m³.

Nessun additivo che potrà in qualche modo variare le proprietà del calcestruzzo (e.g. cenere volante, fumi di silice, calcare o altre polveri) dovrebbe essere incluso nella miscela.

2.4 Resistenza del calcestruzzo

Le prove vengono effettuate su supporti di calcestruzzo di due classi di resistenza: a bassa resistenza (classe resistenza C 20/25) e ad alta resistenza (classe resistenza C 50/60)

Al momento delle prove sugli ancoranti i supporti di calcestruzzo per le due classi devono raggiungere i seguenti valori di resistenza media a compressione:

- C 20/25 : $f_{cm} = 20-30$ MPa (cilindro: diametro 150 mm, altezza 300 mm)
 $f_{cm} = 25-35$ MPa (cubo : 150x150x150 mm)
- C50/60 : $f_{cm} = 50-60$ MPa (cilindro diametro 150 mm, altezza 300mm)
 $f_{cm} = 60-70$ MPa (cubo 150x150x150 mm)

Si raccomanda di misurare la resistenza a compressione del calcestruzzo sia su cilindri di diametro 150 mm e altezza 300 mm che su cubetti da 150x150x150 mm³.

Nel caso questa prescrizione non venga rispettata, si può ricavare la resistenza a compressione del calcestruzzo usando le seguenti formule di conversione:

- C20/25 : $f_{cyl} = \frac{1}{1,25} f_{cubo\ 150}$ (2.1 a)

- C50/60 : $f_{cyl} = \frac{1}{1,20} f_{cubo\ 150}$ (2.1 b)

Fattori di conversione per cubi di dimensioni diverse :

$$f_{cubo\ 100} = \frac{1}{0,95} f_{cubo\ 150} \quad (2.1\ c)$$

$$f_{cubo\ 150} = \frac{1}{0,95} f_{cubo\ 200} \quad (2.1\ d)$$

Per ogni getto, i provini (cilindri, cubi) dovrebbero avere le dimensioni convenzionalmente impiegate nello Stato Membro; i provini devono essere fatti e trattati allo stesso modo dei supporti di prova.

In genere i provini utilizzati per il controllo del calcestruzzo, dovranno essere sottoposti alle prove lo stesso giorno in cui verranno provati gli ancoranti.

Se per una serie di prove sono necessari alcuni giorni, i provini dovrebbero essere sottoposti alle prove in un periodo di tempo tale da rappresentare in modo ottimale la resistenza del calcestruzzo al momento della prova, ad es. all'inizio e alla fine delle prove.

La resistenza del calcestruzzo, ad un certo livello di maturazione, dovrà essere misurata su almeno 3 provini, e sarà ritenuta valida la media dei valori ottenuti.

Qualora, valutando i risultati delle prove, dovessero sorgere dei dubbi sul fatto che la resistenza dei provini rappresenti effettivamente la resistenza del calcestruzzo dei supporti di prova, allora si dovrebbero ricavare dai supporti di prova almeno tre carote di diametro pari a 100mm o 150mm, al di fuori dalla zona in cui il calcestruzzo è stato danneggiato dalla prova, e su queste sarà effettuata una prova a compressione.

I provini cilindrici saranno tagliati ad un'altezza pari al loro diametro, e la superficie su cui si applica la compressione dovrà essere irruvidita. La resistenza a compressione misurata sui provini cilindrici può essere convertita in resistenza cubica per mezzo dell'Equazione (2.1e).

$$f_{c,cubo\ 200} = 0.95 * f_{c,cubo\ 150} = f_{c,carota\ 100} = f_{c,carota\ 150} \quad (2.1\ e)$$

2.5 Dimensioni dei supporti di prova

Le caratteristiche e le dimensioni dei supporti di prova dovrebbero essere conformi a quanto segue:

a) Prove su calcestruzzo fessurato

Le prove vengono eseguite su supporti di prova con fessure unidirezionali, e la larghezza della fessura deve essere approssimativamente costante lungo tutto lo spessore del supporto di prova.

Lo spessore del supporto di prova deve essere $h \geq 2h_{ef}$ ma almeno 100 mm. Per ancoranti chimici si veda la Parte 5, per ancoranti per applicazioni leggere si veda la Parte 6.

Per controllare la fessurazione, possono essere inseriti nel supporto di prova dei cosiddetti "generatori di fessure", a patto che non siano situati in vicinanza agli ancoranti. Un esempio di supporto di prova è dato dalla Fig. 2.2

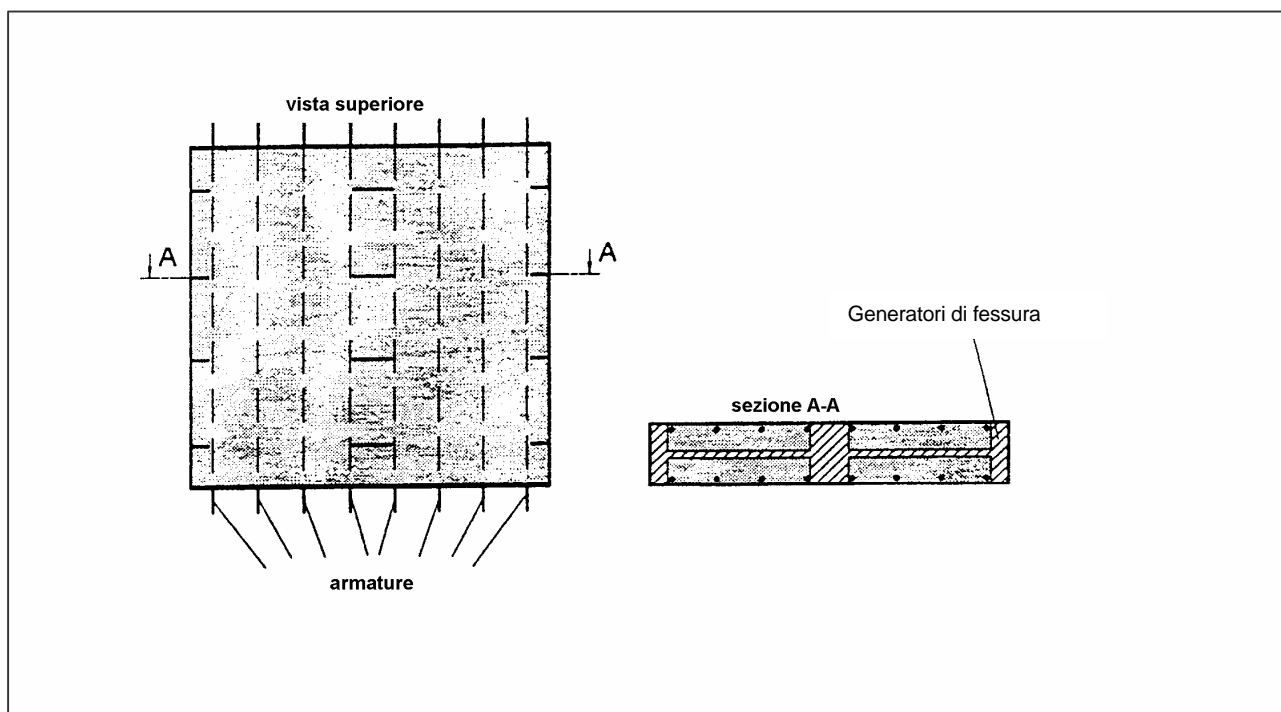


Fig. 2.2 Esempio di un supporto di prova per ancoranti testati su calcestruzzo fessurato

Quando si usa un supporto di prova come quello di Figura 2.2, la percentuale di armatura e/o lo spessore del supporto di prova dovrebbe essere sufficiente a consentire piccoli incrementi della larghezza di fessurazione durante la fase di carico dell'ancorante (si veda 5.1).

Nella prova di variazione della larghezza della fessurazione (si veda par. 5.5) la percentuale di armatura (superiore e inferiore) dovrebbe essere:

$$\mu = \frac{A_s}{(b \cdot h)} \sim 0,01$$

e l'interasse tra le barre ≤ 250 mm.

Per prove con ancoranti a contatto con l'armatura (si veda 5.8) il supporto di prova dovrà essere rinforzato con barre lisce (diametro della barra = 25 mm, interasse ≥ 150 mm.)

Il copriferro del calcestruzzo deve essere pari al valore $h_{ef} - \varnothing/2$ (cosicché l'effettiva profondità di ancoraggio sia alla stessa profondità dell'asse della barra).

b) Prove su calcestruzzo non fessurato

Generalmente le prove vengono effettuate su supporti di prova non armati. Solo nelle prove che si riferiscono al paragrafo 5.9, l'elemento in calcestruzzo potrà avere un bordo armato.

Detto bordo rinforzato usato nelle prove deve essere indicato nel documento ETA come requisito minimo.

Le barre di armatura dovrebbero essere dritte e avere un copriferro di calcestruzzo su entrambi i lati di 15 mm.

Nei casi in cui i supporti di prova contengano un'armatura atta a consentire la movimentazione o la distribuzione del carico trasmesso dagli strumenti di prova, l'armatura deve essere posizionata in modo tale da garantire che la capacità di carico degli ancoranti testati non venga influenzata. Lo stesso requisito verrà soddisfatto qualora l'armatura venga posta fuori della zona dei coni di calcestruzzo aventi angolo al vertice di 120° .

Per le prove di ancoranti a contatto con l'armatura, ai supporti di prova si applicheranno gli stessi requisiti descritti al punto "a" sopra citato.

In generale, lo spessore dei supporti di prova dovrebbe corrispondere allo spessore minimo dell'elemento utilizzato dal produttore e dovrà essere riportato nel documento ETA (generalmente $h = 2h_{ef}$, ma almeno 100 mm).

Per ancoranti chimici si veda Parte 5, per ancoranti per applicazioni leggere si veda Parte 6.

Lo spessore del supporto di prova potrà essere maggiore solo nel caso di prove a trazione, a taglio, e a trazione-taglio combinata, con ancoranti singoli senza l'influenza del bordo e dell'interasse tra gli ancoranti, nel caso di prove a trazione con gruppi di quattro ancoranti, nel caso di prove a taglio per misurare eventuali carichi di rottura per pryout / scalzamento e nel caso di carico a taglio con ancoranti singoli e gruppi di ancoranti vicino al bordo (solamente Opzioni 1, 2, 7 e 8, si confronti Parte 1, Tabella 5.4 righe da 16 a 19).

2.6 Modalità del getto e della maturazione dei supporti di prova e dei campioni

In generale, i supporti di prova dovrebbero essere gettati orizzontalmente. Possono altresì essere gettati verticalmente a patto che l'altezza massima non superi 1,50 metri e venga assicurata una completa compattazione.

I supporti di prova ed i provini di calcestruzzo (cilindri, cubi) devono essere maturati e immagazzinati in un luogo coperto per 7gg..

Passato tale periodo potranno essere conservati all'aperto, a patto che siano protetti in modo che il gelo, la pioggia e il sole, non provochino un decadimento della resistenza a compressione e a trazione del calcestruzzo.

Quando si proveranno gli ancoranti, il calcestruzzo deve avere una maturazione di almeno 21 giorni.

3. INSTALLAZIONE DEGLI ANCORANTI

In generale, gli ancoranti in prova dovrebbero essere installati sulla superficie di calcestruzzo che sia stata gettata contro il cassero. Per le eccezioni si veda il punto 5.9.

In generale, gli ancoranti devono essere installati attenendosi alle istruzioni fornite dal produttore. La coppia di serraggio, quando necessaria, dovrà essere applicata all'ancorante con una chiave dinamometrica calibrata e con certificato di taratura. L'errore di misura non deve superare il 5% della coppia di serraggio applicata, nell'intero intervallo della misura.

In generale, dopo circa 10 minuti dall'applicazione della coppia di serraggio pari a T_{inst} richiesto dal produttore, la coppia di serraggio dovrà essere ridotta a $0,5 T_{inst}$ per tenere conto del rilassamento delle forze di pre-carico nel tempo.

Gli ancoranti che non necessitano dell'applicazione di una definita coppia di serraggio per il corretto funzionamento (quali ad es. ancoranti ad espansione a controllo di spostamento, molti tipi di ancoranti sottosquadro e ancoranti chimici) non devono essere sottoposti a coppia di serraggio prima della prova.

Nel caso di ancoranti che devono essere soggetti a coppie di serraggio, i risultati delle prove possono essere influenzati dalla rugosità dell'elemento da fissare. Pertanto la rondella non deve ruotare sull'elemento da fissare. Al fine di assicurare le definite condizioni di prova possono ad esempio essere inseriti materiali abrasivi su entrambi i lati tra le rondelle e l'elemento da fissare (vedi Fig.4.4).

Per le prove necessarie a valutare il livello di sicurezza dell'installazione degli ancoranti, in una parte di questa Linea Guida sono specificate le condizioni speciali per specifici ancoranti.

Quando si eseguono prove in calcestruzzo fessurato, gli ancoranti devono essere posizionati in corrispondenza della mezzzeria delle micro fessure. Se è definito che le fessure si creino lungo l'asse degli ancoranti, l'installazione degli ancoranti può essere effettuata in calcestruzzo non fessurato.

I fori per gli ancoranti devono essere perpendicolari alla superficie del supporto di prova di calcestruzzo.

Nelle prove dovranno essere utilizzati gli utensili di perforazione indicati dal produttore. Nel caso vengano richieste punte con inserto in metallo duro per trapani a percussione, le punte dovranno avere i requisiti delle norme DIN 8035 [11] o NF E 66-079 [12] (una corrispondente norma CEN è in preparazione) con particolare riguardo all'accuratezza dimensionale, simmetria, simmetria e altezza dell'inserto e tolleranza di concentricità.

Il diametro dei taglienti dell'inserto in funzione del diametro nominale della punta è riportato in Fig. 3.1

Per le prove di idoneità, il diametro di taglio delle punte deve essere conforme alle prescrizioni date nelle Tabelle 5.1 e 5.2 delle parti successive.

In tutte le prove per le condizioni di servizio ammissibile il foro cilindrico è effettuato con una punta avente un diametro medio ($d_{\text{cut,m}}$).

Per garantire una qualità costante della foratura, il diametro della punta deve essere verificato ogni 10 fori eseguiti.

Se viene richiesta la perforazione con utilizzo di punte speciali come ad esempio punte con fermo o corone diamantate, in genere non è disponibile nessuna norma specifica per queste attrezzature. In questi casi il produttore degli ancoranti deve specificare le dimensioni e le tolleranze delle punte e le prove devono essere effettuate con punte rientranti nelle specifiche. La definizione di un diametro medio ($d_{\text{cut,m}}$) dovrebbe essere fornita dall'Istituto che esegue la prova.

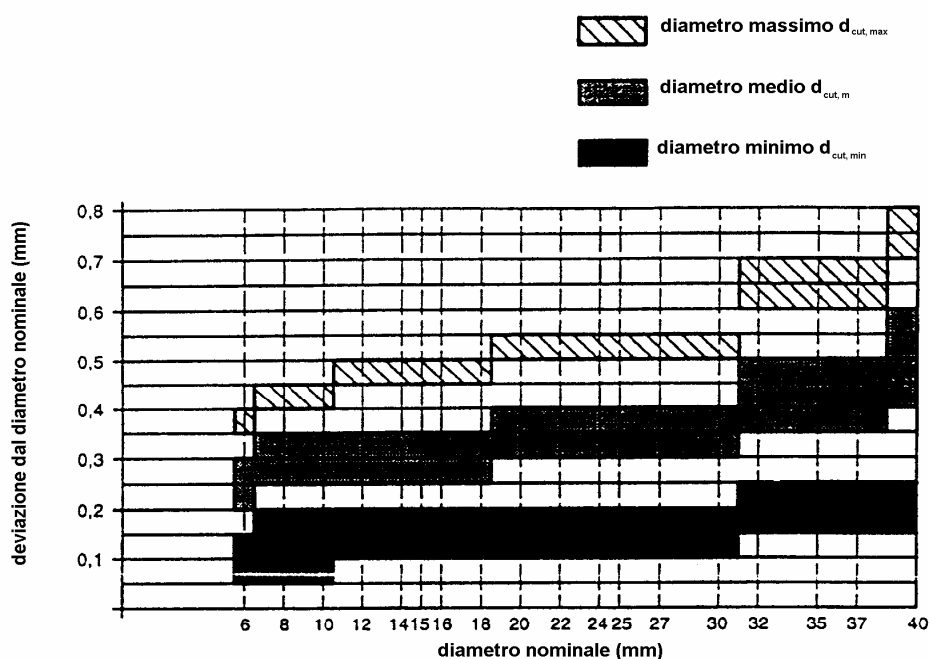


Figura 3.1 Diametro di taglio dell'inserto in metallo duro della punta per trapani a percussione

4. APPARECCHIATURA DI PROVA

Le prove devono essere eseguite utilizzando strumenti di misura con documentazione di taratura rintracciabile. L'attrezzatura per l'applicazione del carico deve essere progettata in modo da evitare improvvisi incrementi di carico soprattutto all'inizio della prova.

L'errore di misura del carico non deve essere superiore al 2 % all'interno di tutto l'intervallo di misura.

Gli spostamenti devono essere registrati in continuo (ad esempio tramite trasduttori elettrici), con una rilevazione di errore non maggiore di 0,02 mm.

In generale, l'attrezzatura di prova dovrebbe consentire la formazione di un cono di rottura libero. Per questa ragione la distanza netta tra la reazione vincolare dell'appoggio e l'ancorante (nel caso di ancorante singolo) o un ancorante esterno (nel caso di ancoranti in gruppo) rispettivamente dovrà essere almeno $2 h_{ef}$ (prova a trazione) o $2c_1$ (prova a taglio vicino al bordo con carico applicato in direzione del bordo) (c_1 = distanza dal bordo in direzione del carico). Solo nelle prove a taglio senza influenza del bordo, dove si prevede la rottura dell'acciaio dell'ancorante, la distanza netta potrà essere minore di $2 c_1$.

Durante tutte le prove, il carico deve essere applicato all'ancorante tramite l'elemento da fissare che rappresenti le condizioni reali di funzionamento.

Nelle prove su ancoranti singoli senza influenza dell'interasse tra ancoranti e del bordo, la distanza tra gli assi degli ancoranti e le distanze dal bordo libero, devono essere tali da consentire la formazione di un cono di rottura nel calcestruzzo libero con un angolo di 120° al vertice.

Durante le prove a trazione (si veda 5.2) il carico deve essere applicato all'ancorante in modo non eccentrico. Perché ciò possa avvenire, tra il dispositivo di carico e l'ancorante dovrebbero essere inserite delle cerniere. Il diametro del foro realizzato nell'elemento da fissare deve essere in accordo con le specifiche riportate dalla Tabella 4.1. Questi valori corrispondono approssimativamente a fori "medi" in accordo alla norma ISO 273[13] e all'Eurocodice n°3 [14]. Un esempio di attrezzatura per prova a trazione è illustrata nella Figura 4.1.

Nella prova a taglio (vedasi 5.3), il carico deve essere applicato parallelamente alla superficie del calcestruzzo. Per provare le diverse misure degli ancoranti, si dovrà posizionare una piastra con boccole intercambiabili (vedasi Fig.4.2). Le boccole devono essere di acciaio temprato e avere bordi arrotondati (raggio di curvatura = 0,4 mm) nei punti in cui vengono a contatto con gli ancoranti. In generale l'altezza delle boccole deve essere approssimativamente uguale al diametro esterno degli ancoranti. Il diametro interno delle boccole deve corrispondere alla misura riportata nella Tab. 4.1. Per ridurre l'attrito si deve posizionare tra la piastra di tiro con la boccola e il supporto di prova, fogli lisci (e.g. PTFE) con uno spessore massimo di 2 mm.

Un esempio di attrezzatura per la prova di taglio è illustrata in Fig.4.3 e 4.3b. Poiché esiste un braccio di leva tra il carico applicato e la reazione del supporto, il supporto di prova è sollecitato da un momento. Questa sollecitazione deve essere bilanciata da forze di reazione addizionali poste sufficientemente lontane dall'ancorante.

Nelle prove di carico combinato trazione-taglio (vedasi 5.4), l'asse del carico dovrebbe passare per un punto coincidente con l'asse dell'ancorante e con la superficie del calcestruzzo. La direzione del carico deve essere mantenuta costante durante l'intero periodo di prova. Per tutti gli altri aspetti si applicano le prescrizioni per le prove di trazione e taglio.

Nelle prove con carico permanente (vedi 5.7), il carico costante può essere applicato tramite un martinetto idraulico, con molle o con un peso applicato, ad esempio, tramite un braccio di leva.

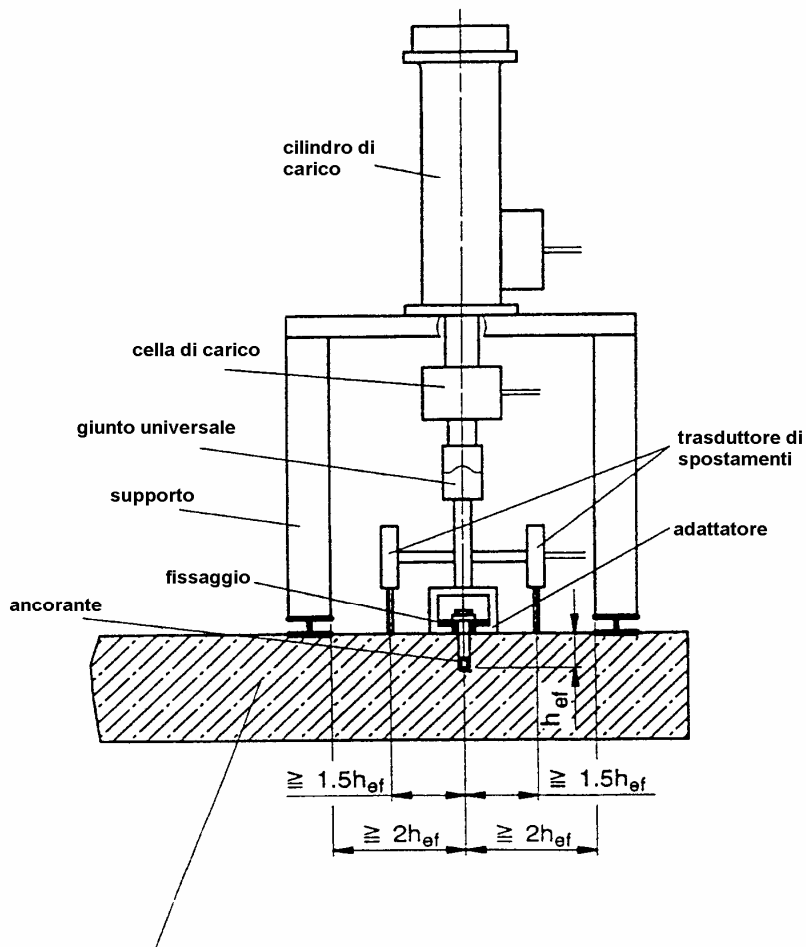


Figura 4.1 Esempio dell'attrezzatura per prova a trazione

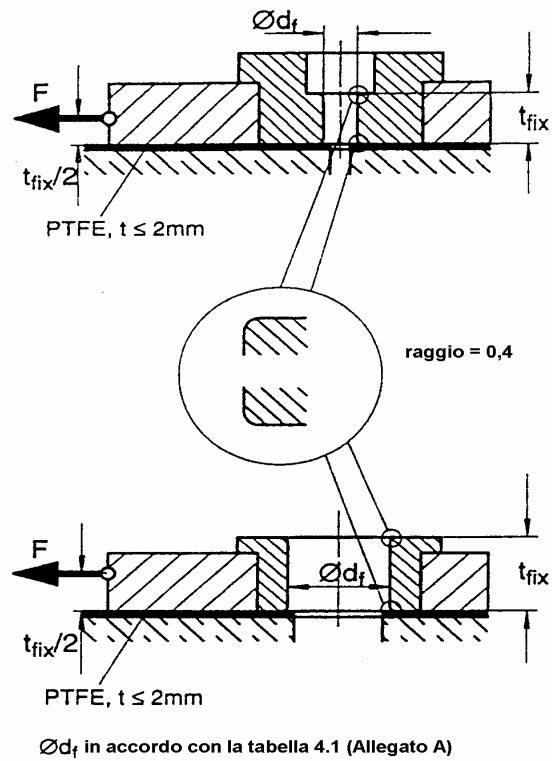
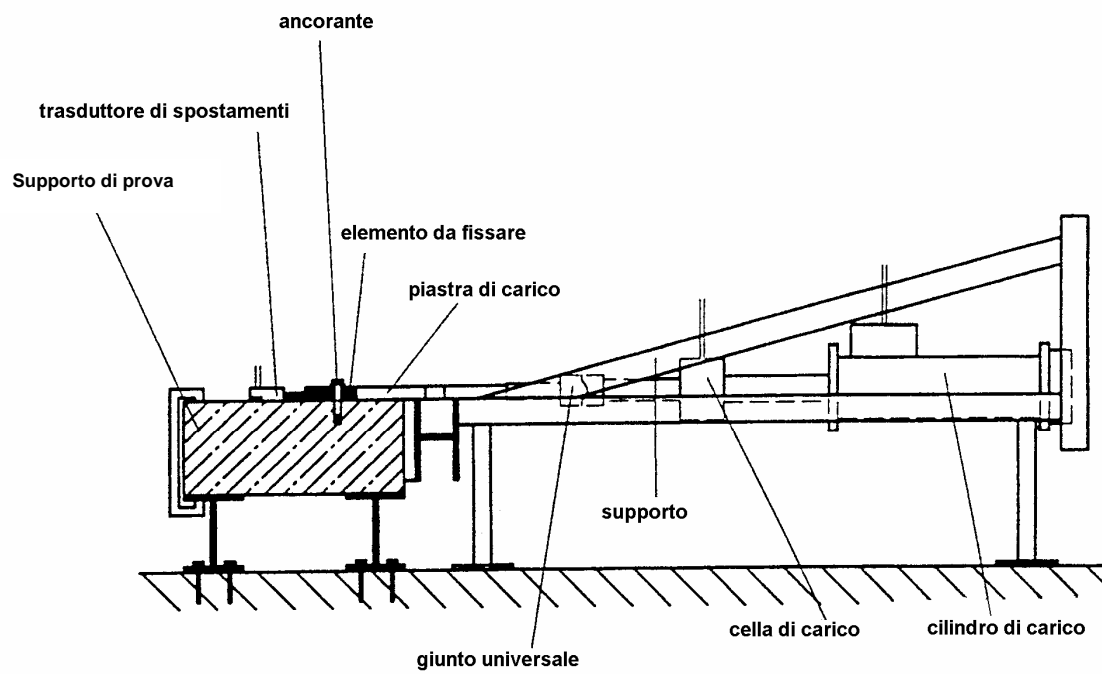


Figura 4.2 Esempio di manicotto per prova di taglio

Tabella 4.1 Diametro del foro nell'elemento da fissare

diametro esterno d o d_{nom} (mm)	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
diametro d_f del foro nell'elemento da fissare (mm)	7	9	12	14	16	18	20	22	24	26	30	33



vista dall'alto

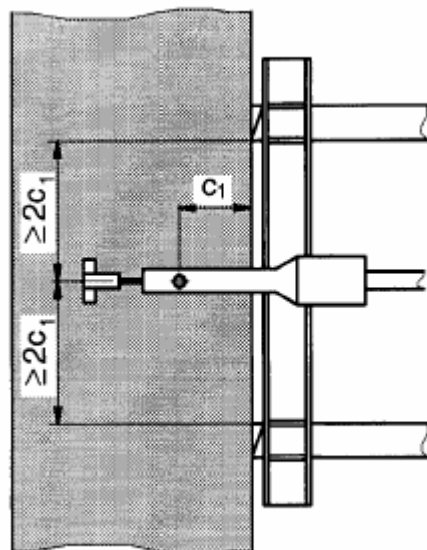


Figura 4.3a Esempio dell'attrezzatura per prova a taglio

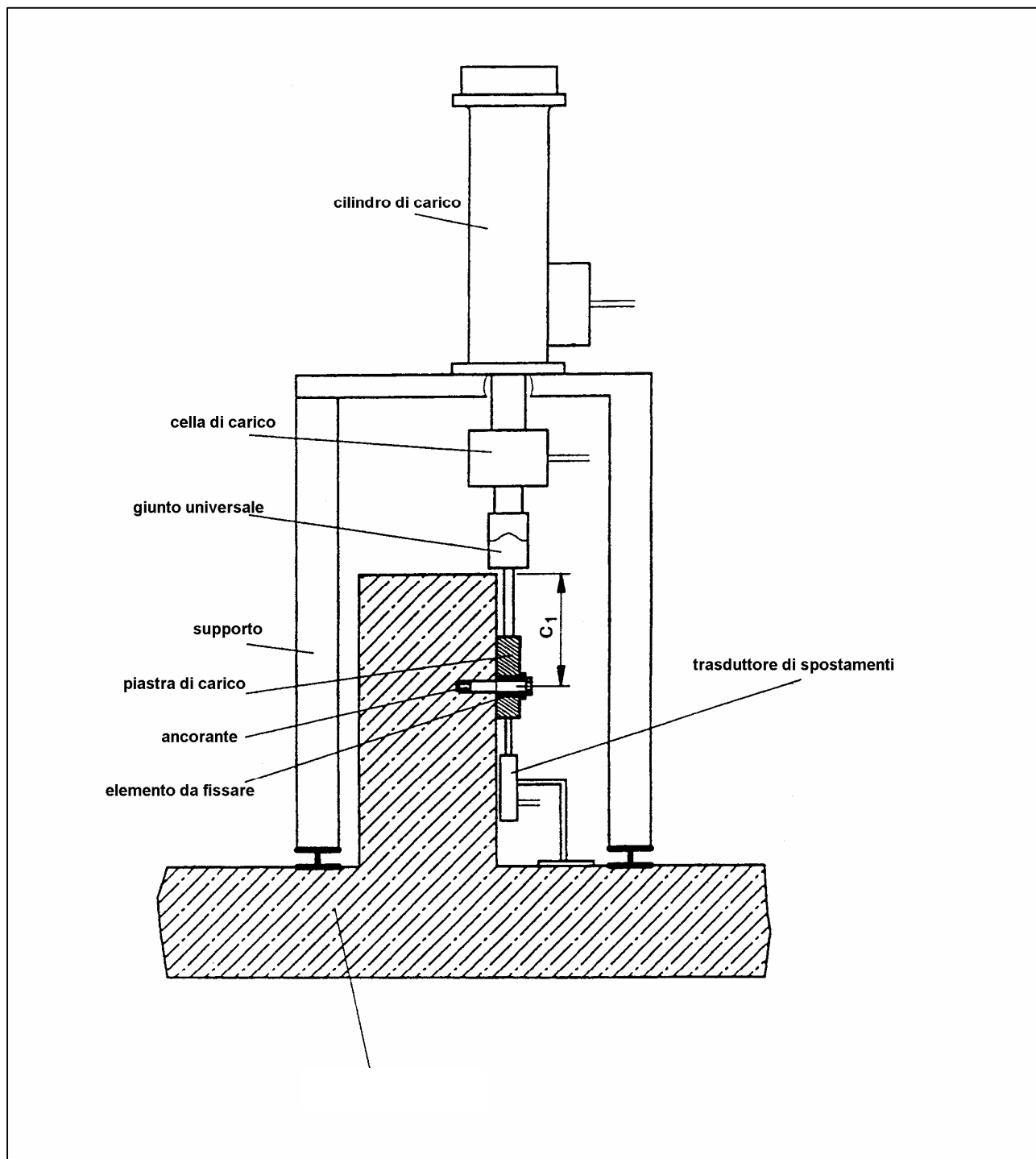


Figura 4.3b Esempio dell'attrezzatura per prova a taglio

Nelle prove di coppia di serraggio (vedi 5.10) si misura la relazione tra la coppia applicata e la forza di trazione generata nel bullone. Per questo motivo si utilizza come elemento da fissare una cella di carico calibrata con un errore di misura $\leq 3\%$ nell'intero intervallo di misura (Fig. 4.4). L'ancorante deve essere installato in calcestruzzo non fessurato, con classe di resistenza C 50/60 (Fig. 4.4).

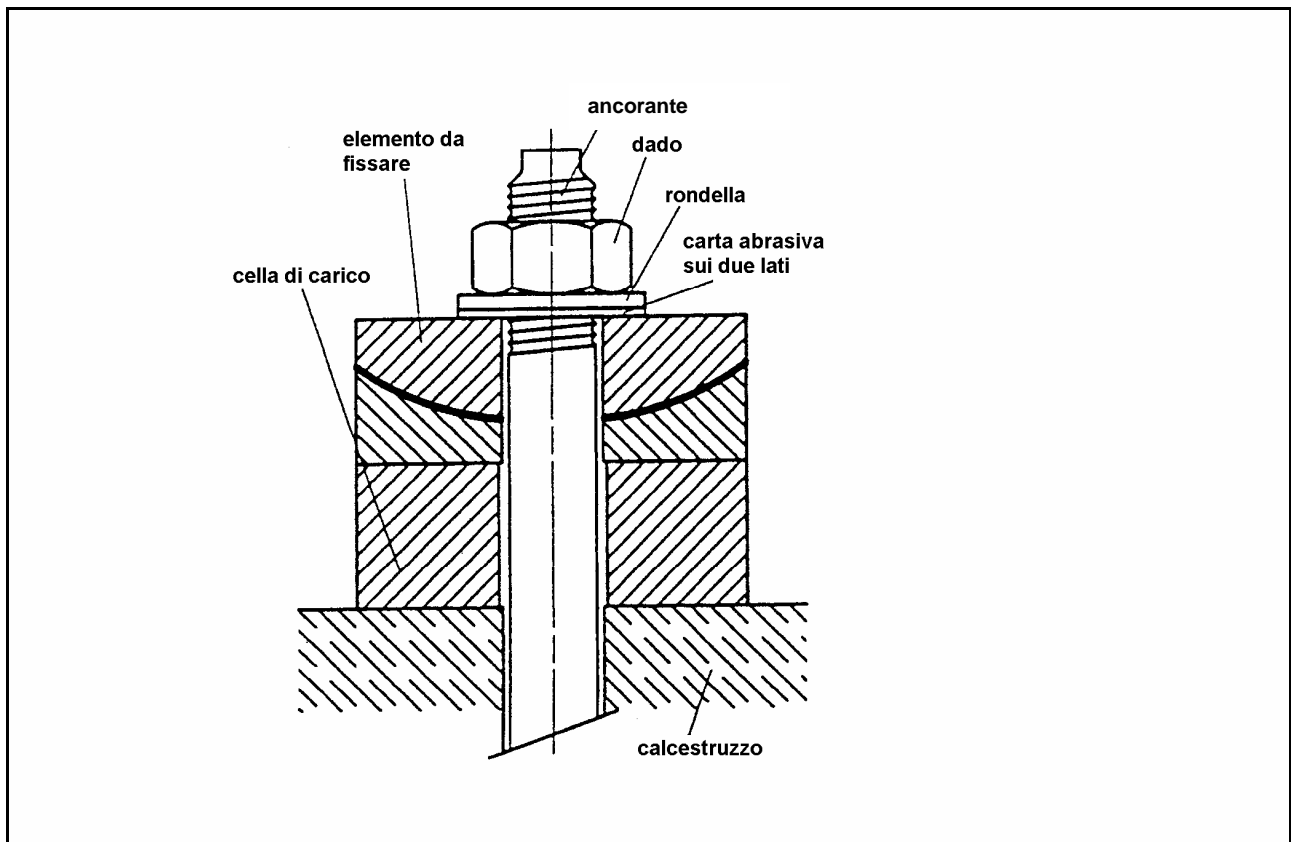


Fig. 4.4 Esempio schematico di prova di coppia di serraggio
(Qualsiasi rotazione della parte sferica dell'elemento da fissare dovrà essere evitata)

5. PROCEDURA DI PROVA

5.1 Generalità

In generale, gli ancoranti dovranno essere installati seguendo le istruzioni standard fornite dal produttore, tranne in condizioni particolari espressamente specificate nelle prove.

In generale, le prove in calcestruzzo fessurato sono eseguite con fessure unidirezionali (vedi le note introduttive). La larghezza Δw della fessura è riportata nella Parte Prima, Tabella 5.1 (prove di idoneità) e Tabella 5.4 (prove per condizioni di servizio ammissibili). Δw è la differenza tra la larghezza della fessura durante la fase di carico dell'ancorante e la larghezza della fessura al momento dell'installazione dell'ancorante. Dopo l'installazione dell'ancorante (vedi 3) e prima di applicare il carico, la fessura viene allargata fino a raggiungere l'apposito valore di larghezza. La larghezza iniziale della fessura deve essere fissata entro il $\pm 10\%$ del valore specificato. Tuttavia, il valore medio di una serie di fessure deve corrispondere al valore specificato.

In seguito l'ancorante viene caricato mentre la larghezza della fessura viene controllata:

- a) mantenendo una larghezza costante, ad es. attraverso un sistema servo assistito, oppure
- b) mantenendo la larghezza della fessura limitata ad un valore prossimo a quello iniziale per mezzo di un'appropriata armatura e spessore del supporto di prova.

In entrambi i casi la larghezza della fessura sul lato opposto rispetto a quello su cui è installato l'ancorante deve essere mantenuta ad una dimensione prossima al valore specificato.

Il carico deve aumentare in modo che il carico massimo venga raggiunto dopo 1 – 3 minuti dall'inizio della prova. Il carico e lo spostamento devono essere registrati in continuo, o almeno ogni 100 intervalli. Le prove possono essere effettuate a controllo di carico o di spostamento. Nel caso di controllo di spostamento, la prova dovrebbe essere continuata sino ad almeno il 75 % del carico massimo misurato (per consentire la registrazione della discesa della curva carico-spostamenti).

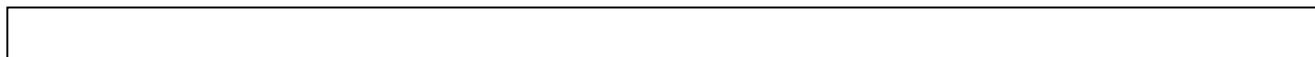
5.2 Prova di trazione

5.2.1 Ancorante singolo

Dopo l'installazione, l'ancorante viene collegato all'attrezzatura di prova e caricato a rottura. Gli spostamenti dell'ancorante rispetto alla superficie del calcestruzzo devono essere misurati ad una distanza $\geq 1,5 h_{ef}$ dall'ancorante, usando o un trasduttore posizionato sull'estremità superiore dell'ancorante oppure utilizzando almeno due trasduttori posizionati su entrambi i lati, in quest'ultimo caso, bisognerà registrare il valore medio.

Quando si provano ancoranti posizionati in un angolo di un elemento di calcestruzzo non fessurato, l'attrezzatura di prova deve essere posizionata in modo tale da rendere possibile la rottura del calcestruzzo vicino all'angolo (vedi Fig. 5.1). Può essere necessario sostenere l'attrezzatura di prova al di fuori dell'elemento di prova.

Quando si effettuano prove su calcestruzzo fessurato, la larghezza della fessura deve essere misurata in modo regolare durante la prova su entrambi i lati dell'ancorante ad una distanza approssimativa di $1,0 h_{ef}$ ed almeno sulla superficie dell'elemento di prova nel quale gli ancoranti sono installati.



2.

Fig. 5.1 Esempio di attrezzatura di prova per prova di trazione su ancoranti posizionati in un angolo.

5.2.2 Gruppo di quattro ancoranti

Le prove sono effettuate su supporti di prova di calcestruzzo non fessurato. Gli ancoranti di un gruppo di quattro ancoranti devono essere collegati tramite una piastra rigida. Il carico di trazione deve essere applicato in modo centrato rispetto all'elemento da fissare. La connessione tra l'elemento da fissare ed il martinetto di carico deve essere realizzata tramite cerniere per permettere spostamenti differenziali tra i diversi ancoranti.

Si deve misurare lo spostamento medio del gruppo di ancoranti rispetto alla superficie di calcestruzzo ponendosi ad una distanza $\geq 1,5 h_{ef}$ dagli ancoranti più esterni, ad esempio per mezzo di trasduttori che misurino lo spostamento degli angoli dell'elemento da fissare.

5.2.3 Gruppo di due ancoranti

In certi casi, sono necessarie prove di trazione su gruppi di due ancoranti posti vicino al bordo (vedasi Parte 2, paragrafo 5.1.3). Le prove vengono effettuate su calcestruzzo non fessurato. I due ancoranti vengono installati parallelamente al bordo del supporto di prova con un interasse $s = s_{min}$ ed una distanza dal bordo $c = c_{min}$. La procedura di prova è quella indicata al punto 5.2.2.

5.3 Prova a taglio

5.3.1 Ancorante singolo

Dopo l'installazione, l'ancorante è collegato senza giochi all'attrezzatura di carico a contatto con la boccola intercambiabile inserita nel braccio di tiro; poi caricato fino a rottura. Lo spostamento dell'ancorante rispetto alla superficie del calcestruzzo deve essere misurato nella direzione di applicazione del carico, ad esempio per mezzo di un trasduttore fissato sul calcestruzzo dalla parte opposta all'ancorante (rispetto alla direzione di applicazione del carico) (vedi Fig.4.3 a).

Quando si provano ancoranti posizionati in un angolo, l'attrezzatura di prova dovrà essere sistemata in modo che si possa verificare la rottura libera dell'angolo del calcestruzzo.

Quando si provano ancoranti in calcestruzzo fessurato, si deve far riferimento al punto 5.1. In ogni caso, la larghezza della fessura deve essere misurata ad una distanza pari a circa h_{ef} dietro l'ancorante. Il carico deve essere applicato nella direzione della fessura verso il bordo.

5.3.2 Gruppo di due ancoranti

La prova è effettuata in calcestruzzo non fessurato. I due ancoranti devono essere installati parallelamente al bordo e connessi da una piastra rigida e il carico di taglio deve essere applicato in modo baricentrico. L'attrezzatura della prova deve simulare una connessione incernierata in modo che i due ancoranti siano sottoposti allo stesso valore di carico.

Si devono misurare il carico totale agente sul gruppo di ancoranti e lo spostamento medio dell'elemento da fissare rispetto al calcestruzzo al di fuori del cono di rottura (vedi punto 5.3.1).

5.3.3 Gruppo di quattro ancoranti

Dopo l'installazione, i quattro ancoranti devono essere collegati da una piastra rigida le cui dimensioni sono date dalla Fig. 5.2.

Al di sotto dell'elemento da fissare deve essere posizionato un foglio di PTFE (ad esempio Teflon) di spessore massimo 2 mm. La prova deve simulare una connessione con cerniera tale che i quattro ancoranti risultino sottoposti allo stesso valore di carico. La forza di taglio potrà essere applicata alla parte anteriore o a quella posteriore dell'elemento da fissare.

Si devono misurare il carico agente sul gruppo di ancoranti e il valore medio dello spostamento dell'elemento da fissare sottoposto a taglio rispetto al calcestruzzo al di fuori del cono di rottura (vedasi punto 5.3.1).

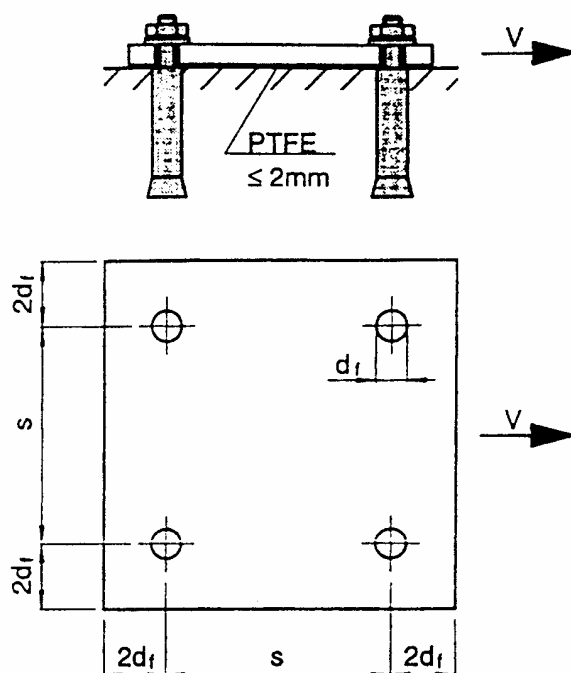


Figura 5.2 Dimensioni della piastra

5.4 Prova a carico combinato di trazione e taglio

In una prova a carico combinato di trazione e taglio (trazione deviata) la prova di carico potrà essere realizzata utilizzando un unico martinetto agente ad un angolo specifico dell'asse dell'ancorante, oppure usandone due servo assistiti che applichino rispettivamente una trazione assiale e un carico di taglio. Durante la prova dovrebbe essere mantenuto costante l'angolo di applicazione del carico con una tolleranza di ± 2 gradi. Gli spostamenti dell'ancorante possono essere misurati sia nella direzione del carico oppure, alternativamente, in entrambe le direzioni (vedasi 5.2.1 e 5.3.1).

Nel caso di prove su calcestruzzo fessurato si devono seguire le raccomandazioni riportate ai punti 5.2.1 e 5.3.1.

5.5 Prova con variazioni di larghezza della fessurazione

Dopo l'installazione dell'ancorante, si deve determinare il carico massimo ($\max N_s$) ed il carico minimo ($\min N_s$) applicato al supporto di prova in modo che la larghezza della fessura al carico $\max N_s$ sia $\Delta w_1 = 0,3$ mm e al carico $\min N_s$ sia $\Delta w_2 = 0,1$ mm. Per stabilizzare la formazione di fessure, possono essere applicati fino a dieci variazioni di carico di valore compreso tra $\max N_s$ e $\min N_s$. Un carico di trazione N_p [Equazione (5.1)] è applicato all'ancorante dopo che la larghezza della fessura ha raggiunto il valore $\Delta w_1 = 0,3$ mm.

$$N_p = 0,9 N_{Rk} / \gamma_{Mc}$$

dove :

N_{Rk} = resistenza caratteristica a trazione in calcestruzzo fessurato C 20/25 valutato in accordo con la Prima Parte par.6.1.2.2 tramite prove in accordo con la Prima Parte par.5.1.3

γ_{Mc} = in accordo con Allegato C ($\geq 1,8$)

N_p deve rimanere costante durante la prova (variazione ± 5 %). Successivamente la fessura viene aperta e chiusa 1000 volte (frequenza approssimativa 0,2 Hz). Durante l'apertura delle fessure, la larghezza della fessura Δw_1 viene tenuta con buona approssimazione costante (vedi Fig. 5.3); a questo scopo il carico massimo N_s applicato al supporto di prova può essere ridotto. Il carico minimo N_s è tenuto costante. Così facendo, la larghezza della fessura Δw_2 può aumentare durante la prova (vedi Fig. 5.3). In ogni caso la differenza della larghezza delle fessure $\Delta w_1 - \Delta w_2$, deve essere $\geq 0,1$ mm durante i 1000 movimenti di apertura e chiusura della fessura. Se questa condizione non può essere soddisfatta con $\Delta w_1 = 0,3$ mm, allora si dovrebbe ridurre il valore minimo N_s oppure si dovrebbe aumentare Δw_1 .

Il comportamento carico/spostamenti deve essere misurato sino al raggiungimento del carico N_p . In seguito, sotto l'azione del carico N_p , si devono misurare gli spostamenti degli ancoranti e le larghezze delle fessure Δw_1 e Δw_2 o in maniera continua o almeno dopo 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 e 1000 movimenti di apertura e chiusura delle fessure.

Dopo il completamento dei movimenti fessurativi, l'ancorante deve essere scaricato, misurato lo spostamento ed eseguita una prova a trazione fino a rottura secondo la procedura riportata al punto 5.2.1 con $\Delta w = 0,3$ mm.

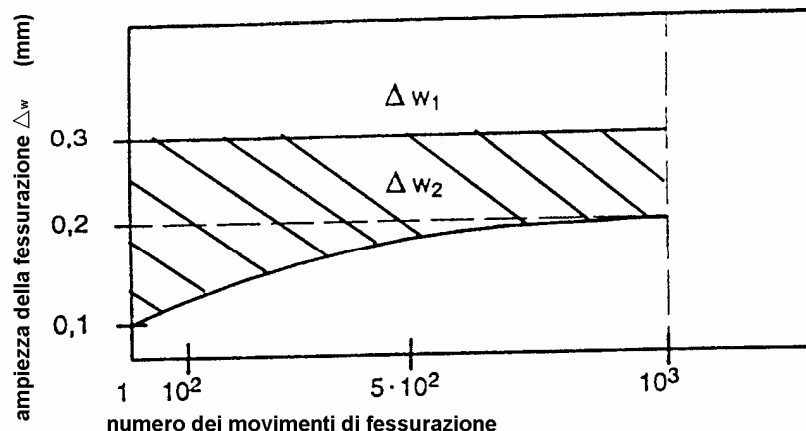


Figura 5.3 Larghezza ammissibile della fessura durante la prova

5.6 Prova a carico ripetuto

La prova viene effettuata su calcestruzzo non fessurato. L'ancorante è soggetto a 10^5 cicli di carico con una frequenza massima di 6 Hz. Durante ogni ciclo, il carico deve cambiare con andamento sinusoidale tra un valore N_{max} ed un valore N_{min} , secondo le Equazioni (5.2) e (5.3) rispettivamente. Gli spostamenti devono essere misurati durante il primo ciclo di carico sino al valore N_{max} ed in seguito in continuo, o almeno dopo 1, 10, 10^2 , 10^3 , 10^4 , 10^5 cicli di carico.

$$N_{max} = \text{valore minore tra } 0,6 \cdot N_{Rk} \text{ e } 0,8 \cdot A_S \cdot f_{yk} \quad (5.2)$$

$$N_{min} = \text{valore maggiore tra } 0,25 \cdot N_{Rk} \text{ e } A_S \cdot \Delta\sigma_S \quad (5.3)$$

dove :

N_{Rk} = carico di rottura caratteristico a trazione dell'ancorante su calcestruzzo non fessurato in funzione della resistenza del supporto in calcestruzzo. N_{Rk} è calcolato sia secondo le prescrizioni dell'Allegato "B", se l'ancorante rientra nell'ambito dell'esperienza consolidata, oppure ottenuto dai risultati delle prove di trazione, in accordo con la Parte 1, paragrafo 5.1.3, su ancoranti singoli senza influenza dell'interasse tra ancoranti o della distanza dal bordo del calcestruzzo

A_S = sezione trasversale resistente dell'ancorante

$$\Delta\sigma_S = 120 \text{ N/mm}^2$$

Al completamento dei cicli di carico, l'ancorante deve essere scaricato, misurato lo spostamento, ed eseguita una prova di trazione a rottura in base alla procedura descritta al paragrafo 5.2.1.

5.7 Prova a carico permanente

La prova viene eseguita su calcestruzzo non fessurato. L'ancorante è sottoposto ad un carico ricavato dall'Equazione (5.2) e mantenuto costante (variazioni entro $\pm 5\%$). La prova durerà in genere 6 mesi, tranne nel caso in cui apparirà chiaramente che gli spostamenti si siano stabilizzati anticipatamente. La durata minima è di 3 mesi.

Al completamento della prova a carico costante, l'ancorante deve essere scaricato, misurato lo spostamento ed eseguita una prova di trazione a rottura in base alla procedura descritta al paragrafo 5.2.1.

5.8 Prove con ancoranti a contatto con armatura

Durante la realizzazione del foro cilindrico, la punta del trapano sarà montata su di un supporto e posizionata in modo tale che venga effettivamente tagliata la barra di armatura. In media lo spessore dell'armatura tagliata deve essere di circa 1 mm. Fatta eccezione per il contatto con l'armatura, l'ancorante deve essere installato correttamente. Quindi viene eseguita una prova in accordo alle prescrizioni del paragrafo 5.2.1.

In Fig. 5.4 è mostrato un ancorante a contatto con armatura dopo l'installazione.

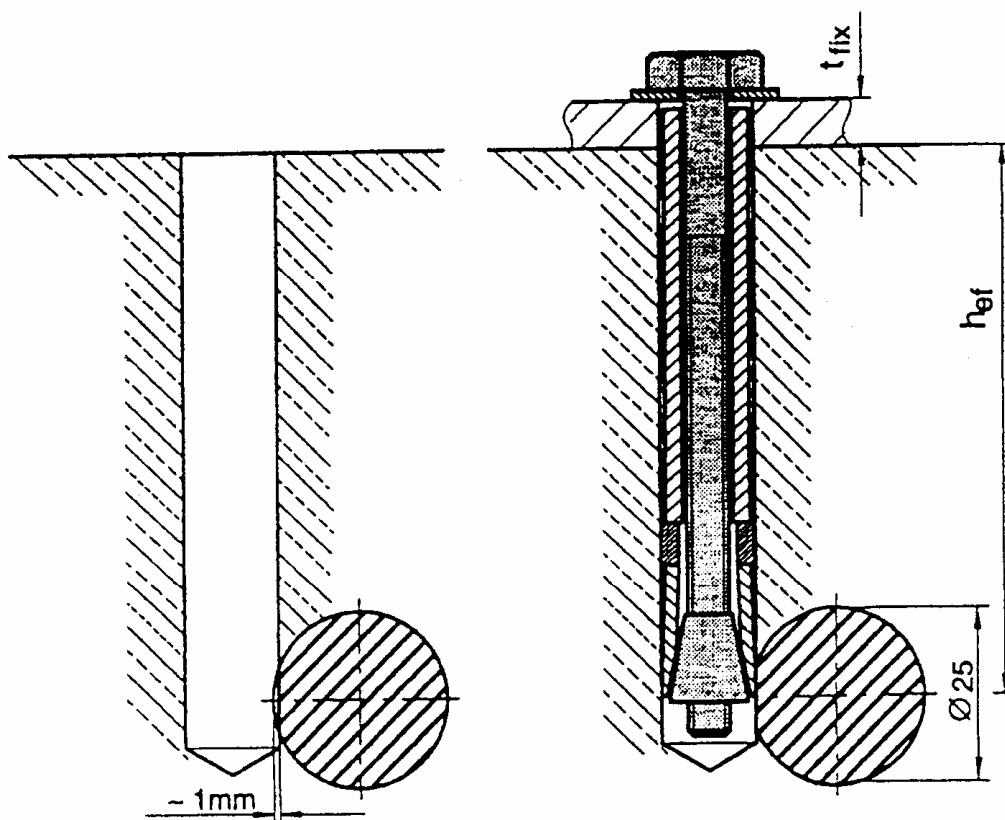


Figura 5.4 Posizione dell'ancorante quando viene effettuata la prova a contatto con armatura

5.9 Prove per determinare l'interasse minimo tra gli ancoranti e la distanza minima dal bordo

Le prove vengono eseguite con due ancoranti, aventi interasse $s = s_{\min}$ e distanza dal bordo $c = c_{\min}$. I due ancoranti sono posizionati nel lato opposto al lato di getto del supporto in calcestruzzo (vedi Parte Prima, Tab. 5.4) con una distanza $a \geq 3 h_{ef}$ tra gruppi vicini. Il diametro d_f dei fori nell'elemento da fissare dovranno corrispondere ai valori riportati in Tabella 4.1. Le dimensioni dell'elemento da fissare dovranno essere: larghezza $= 3 d_f$, lunghezza $= s_{\min} + 3 \cdot d_f$ e spessore $\cong d_f$.

Gli ancoranti saranno soggetti alternativamente alla coppia di serraggio con incremento pari a $0,2 T_{\text{inst}}$. Dopo ogni incremento di carico, la superficie del calcestruzzo deve essere ispezionata per verificare la presenza di fessurazioni. La prova viene interrotta quando la coppia di serraggio non può essere ulteriormente incrementata.

Il numero di giri per ogni incremento di carico deve essere misurato su entrambi gli ancoranti. Si devono inoltre registrare la coppia di serraggio applicata alla formazione

della prima fessura su uno o entrambi gli ancoranti e la coppia di serraggio massima che può essere applicata ai due ancoranti.

5.10 Prova di coppia di serraggio

Il diametro del foro nell'elemento da fissare deve corrispondere ai valori indicati in Tab. 4.1.

La coppia di serraggio è applicata con una chiave dinamometrica calibrata sino a quando non può essere incrementato ulteriormente o ad almeno ad un valore pari a $1,3 \cdot T_{inst}$, a seconda dei casi.

La forza di precarico nel corpo dell'ancorante o nella vite deve essere misurata come funzione della coppia di serraggio applicata.

7. Rapporto di prova

Come requisito minimo, il rapporto di prova deve includere le seguenti informazioni:

Informazioni generali

- Descrizione e tipo di ancorante
- Identificazione dell'ancorante (dimensioni, materiali, rivestimenti, metodo di produzione)
- Nome e indirizzo del produttore
- Nome e indirizzo del laboratorio di prova
- Data delle prove
- Nome della persona responsabile delle prove
- Tipo di prova (ad esempio trazione, taglio, trazione obliqua, prove di carico impulsive o carichi ripetuti)
- Numero delle prove
- Attrezzature di prova, rappresentate con disegni e fotografie
- Particolari relativi agli appoggi dell'attrezzatura di prova sul supporto di prova

Supporto di prova in calcestruzzo

- Composizione del calcestruzzo. Proprietà del calcestruzzo fresco (consistenza, densità)
- Data di fabbricazione
- Dimensioni dei provini di controllo, e/o delle carote (se applicabile), valori della resistenza a compressione al momento della prova (valori singoli e valore medio)
- Dimensioni del supporto di prova
- Natura e posizionamento delle armature
- Indicazioni sulle modalità del getto (per strati orizzontali o verticali)

Installazione dell'ancorante

- Informazioni sul posizionamento dell'ancorante (ad esempio posizionamento sulla superficie di getto o opposta del supporto di prova).
- Distanza degli ancoranti dal bordo del calcestruzzo e interasse tra ancoranti adiacenti
- Attrezzature impiegate nella posa dell'ancorante, ad esempio trapano, trapano a percussione, altre attrezzature, ad esempio chiave dinamometrica etc.
- Tipo di punta, produttore e dimensione misurata della punta, in particolare il diametro effettivo, d_{cut} dell'inserto in metallo duro
- Informazioni sulla direzione di foratura
- Informazioni sulla pulizia del foro

- Profondità del foro
- Larghezza della fessura durante l'installazione dell'ancorante (dove applicabile)
- Profondità di ancoraggio
- Coppia di serraggio o altri parametri di controllo dell'installazione, ad esempio profondità di penetrazione dell'elemento di espansione nel caso di ancoranti a controllo di deformazione
- Spostamento degli ancoranti relativo all'applicazione della coppia di serraggio (se misurata)
- Qualità e tipo di viti e dadi utilizzati
- Lunghezza della filettatura utilizzata (dove applicabile)

Valori misurati

- Parametri dell'applicazione del carico (ad esempio la velocità d'incremento del carico, il valore dell'incremento di carico, ecc.)
- Spostamenti misurati in funzione del carico applicato
- Ogni particolare osservazione concernente l'applicazione del carico
- Larghezza della fessura durante l'applicazione del carico dell'ancorante (dove applicabile)
- Carico di rottura
- Causa/e di rottura
- Raggio (raggio massimo, raggio minimo) e altezza del cono di calcestruzzo che scaturisce dalla prova (dove applicabile)
- Particolari delle prove di variazione della larghezza delle fessure
 - carico costante sull'ancorante e metodo di applicazione
 - frequenza di apertura delle fessure
 - spostamenti dell'ancorante e larghezza della fessurazione Δw_1 , Δw_2 in funzione del numero di aperture
- Particolari della prova a carico ripetuto
 - carico minimo e massimo
 - frequenza dei cicli
 - numero di cicli
 - spostamenti in funzione del numero dei cicli
- Particolari della prova a carico permanente
 - carico costante sull'ancorante e metodo di applicazione
 - spostamenti dell'ancorante in funzione del tempo
- Particolari delle prove di gruppo
 - ogni particolare osservazione, ad esempio se un ancorante cede e il carico viene ridistribuito sugli altri ancoranti
 - eventuali fessurazioni tra gli ancoranti
- Particolari delle prove con ancorante a contatto con armature
 - posizionamento dell'ancorante rispetto alle barre di armatura
 - dimensioni dell'armatura tagliata
- Particolari delle prove per determinare l'interasse minimo e la distanza minima dal bordo
 - incremento della coppia di serraggio
 - numero di giri
 - coppia di serraggio al formarsi di una fessura per ogni ancorante
 - coppia di serraggio massima applicata ad ogni ancorante
- Particolari della prova di coppia di serraggio
 - incremento di coppia
 - forza di precarico come funzione della coppia di serraggio applicata

Le misure indicate sopra devono essere registrate per ogni prova

- Particolari delle prove d'identificazione
 - dimensioni delle parti dell'ancorante e degli utensili di perforazioni e di installazione
 - proprietà (ad esempio, resistenza a trazione, limite elastico, allungamento a rottura, caratteristiche del cono e del manicotto dell'ancorante, se applicabili)