

Le norme ufficiali italiane sul cemento armato e il loro sviluppo durante il XX secolo

Alfredo Sollazzo, Carmine Sgobbo

3.1 Due generazioni di norme tecniche

Questo capitolo è dedicato alle norme ufficiali italiane sul cemento armato emesse durante il XX secolo, dal 1907 al 1996.

Esse possono pensarsi suddivise in due gruppi. Il primo (Tab. 1) comprende le prime prescrizioni in assoluto emesse con D.M. 10 gennaio 1907, cui fanno seguito quelle emesse tra il 1925 e il 1939. Tutte possono essere indicate come norme di *prima generazione*, la cui validità cessa nel 1972 con l'entrata in vigore del primo dei decreti attuativi previsti dalla Legge 5 Novembre 1971 n. 1086.

Le norme conseguenti a quest'ultima (Tab. 2) rappresentano in un certo senso la *seconda generazione* di disposizioni tecniche sul cemento armato. Esse hanno, rispetto alle precedenti, carattere notevolmente innovativo anche, e soprattutto, sul piano dei presupposti teorici da cui discendono; la loro validità si estende fino agli inizi del XXI Secolo, quando, pur ancora nell'ambito di vigenza della Legge n. 1086 del 1971, vedono la luce dapprima le "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 Settembre 2005 (G.U. n. 222 del 23 Settembre 2005), e poi quelle recentissime del 14 gennaio 2008 (G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008).

In quanto segue sono indicati alcuni dei punti più qualificanti delle prescrizioni e viene posta attenzione all'evoluzione che esse hanno subito con il progredire della scienza del costruire, della sperimentazione e dell'esperienza sul campo. Alle considerazioni riportate vanno ad aggiungersi quelle esposte in questo stesso libro in merito all'evoluzione della normativa dei solai latero-cementizi (Cap. 4).

La consultazione delle Norme susseguitesi nel tempo è indispensabile per chi desideri studiare le trasformazioni di un sistema - il cemento armato - che non poco ha inciso sullo sviluppo del nostro modo di costruire durante il secolo da poco trascorso.

D M. 10/01/1907 del Ministero dei LLPP	G U n° 28 del 02/02/1907
Decreto Presidenziale 15/05/1925	G U n°135 del 12/06/1925
R D L 04/09/1927 n°1981	G.U. n°261 del 11/11/1927
R D L 07/06/1928 n°1431	G U n°156 del 06/07/1928
R D L 04/04/1929 n°592	G U n°101 del 30/04/1929
R D L 18/07/1930 n°1133	G U n°203 del 30/08/1930
R D L 23/05/1932 n°832 (convertito in legge con modificazioni con la L.22/12/1932 n°1830)	G U n°169 del 23/07/1932 (G.U. n°20 del 25/01/1933)
R D L 29/07/1933 n°1213	G U. n°224 del 26/09/1933
R D L 16/11/1939 n°2228 e n°2229	G U n°92 del 18/04/1940,

Tab. 3.1 - Prescrizioni regolamentari italiane sul cemento armato, 1907 - 1939

D M 30/05/1972	G U n°190 del 22/07/1972
D M 30/05/1974	G U n°198 del 29/07/1974
D M 16/06/1976	G U. n°214 del 14/08/1976
D M. 26/03/1980	G U n°176 del 28/06/1980
D M 01/04/1983	G U n°224 del 17/08/1983
D M 27/07/1985	G U n°113 del 17/05/1986
D M 14/02/1992	G U n°65 del 18/03/1992
D M 09/01/1996	G U n°29 del 05/02/1996
D M 14/09/2005	G U n°222 del 23/09/2005
D.M 14/01/2008	G U n°29 del 04/02/2008

Tab. 3.2 - Prescrizioni regolamentari italiane sul cemento armato Legge 5 novembre 1971
n° 1086

3.2 Le prescrizioni del 1907

Le prime prescrizioni furono approvate con Decreto 10 Gennaio 1907 (G.U. n. 28 del 2 Febbraio 1907) del Ministero dei Lavori Pubblici: esse compresero sia i *Metodi normali di prova per gli agglomeranti idraulici*, sia le *Prescrizioni normali per l'esecuzione delle opere in cemento armato*.

All'inizio del XX secolo il cemento armato si era già notevolmente diffuso anche in Italia. In assenza di un'efficace regolamentazione e di norme di calcolo precise, esso dava tuttavia luogo a numerosi inconvenienti e anche a crolli che spesso passavano sotto silenzio per evitare che si determinasse sfiducia nel nuovo sistema costruttivo.

Le norme furono precedute da regolamentazioni adottate dal Comune di Torino e dalle Province di Ferrara e Ravenna. Comparvero in quel periodo norme ufficiali tedesche (1904), francesi (1906) e, solo qualche mese dopo quelle italiane, fu emanato un *Regolamento del Ministero prussiano dei Lavori Pubblici per l'esecuzione di strutture in cemento armato* (24 Maggio 1907).

Il Decreto italiano del 1907, integralmente riportato al n° 3.8 del presente capitolo, contiene nella prima parte le norme relative ai leganti idraulici, che risultano molto particolareggiate specie per quanto attiene alle proprietà dei materiali e alle relative prove. Gli agglomeranti vengono classificati nei seguenti gruppi: *calci idrauliche*; *calci eminentemente idrauliche*; *cementi a rapida presa*; *cementi Portland a lenta presa*. Con riferimento ad essi vengono minuziosamente esposte le condizioni tecniche alle quali devono soddisfare le forniture da impiegarsi nei lavori dipendenti dal Ministero dei Lavori Pubblici.

Lo schema adottato dalle Prescrizioni vere e proprie sul cemento armato è a sua volta assai semplice comprendendo cinque paragrafi (I. *Prescrizioni generali*; II. *Qualità dei materiali*; III. *Norme di costruzione*; IV. *Collaudo*; V. *Norme per i calcoli statici*) e 27 punti complessivi. Vi si afferma innanzitutto l'importanza del "progetto completo esecutivo", firmato da un "ingegnere", che deve comprendere tutte le dimensioni e disposizioni del conglomerato e del metallo ed i relativi calcoli statici giustificativi. L'esecuzione deve essere affidata a costruttori la cui idoneità sia comprovata da certificati adeguati; e anche le qualità e proprietà dei materiali previsti devono essere attestate da certificati rilasciati da laboratori ufficiali. L'osservanza delle prescrizioni sembra tuttavia essere obbligatoria solo per le opere dipendenti dal Ministero dei Lavori Pubblici o dal medesimo concesse o sussidiate.

Alla base della normativa vi è l'ipotesi di comportamento elastico del materiale che obbedisce alla legge di Hooke; prevede perciò proporzionalità tra sforzi e deformazioni e la conservazione della sezione piana nelle travi. L'unico metodo di verifica previsto è quello delle tensioni ammissibili.

Vi compaiono le prime indicazioni circa la qualità dei materiali, riguardanti sia il legante (obbligatoriamente cemento del tipo Portland a lenta presa), sia gli altri componenti del conglomerato (sabbia, ghiaia, acqua).

La resistenza allo schiacciamento, da valutare su cubi di 10-15 cm di lato a 28 giorni di maturazione in ambiente umido, è prescritta non inferiore a 150 kg/cm².

Le armature metalliche sono preferibilmente di ferro *colato o omogeneo* la cui resistenza a rottura per trazione dev'essere compresa tra 36 e 46 kg/mm². È previsto anche un *ferro agglomerato o saldato*¹ dotato di resistenza non inferiore a 34 kg/mm². Viene definito "coefficiente di qualità" il prodotto del carico unitario di rottura a mm² per l'allungamento percentuale: esso dev'essere pari almeno a 900 nel primo caso (ferro colato o omogeneo); non inferiore a 400 nel secondo. Sono anche previste prove di piegamento.

In merito ai carichi di sicurezza è stabilito tra l'altro che quello a compressione semplice (da indicarsi nel progetto, e, a richiesta, da comprovarsi con certificato di un laboratorio ufficiale²) non superi un quinto del carico di schiacciamento a 28 giorni; che si debba trascurare totalmente la resistenza del conglomerato a trazione e taglio provvedendo affinché le sollecitazioni da essi provocate siano a totale carico dell'armatura; che il ferro omogeneo abbia un carico di sicurezza di 1000 kg/cm² e di 800 kg/cm² rispettivamente sotto tensioni normali o tangenziali³; che per il ferro agglomerato questi valori siano ridotti ai 4/5 dei precedenti.

Il coefficiente di omogeneizzazione dei due materiali viene fissato pari a $n = E_f/E_c = 10$; il peso del conglomerato armato a 2500 kg/m³.

3.3 Le norme comprese tra il 1925 e il 1933

Le prescrizioni del 1907 ebbero un periodo di validità piuttosto lungo nel corso del quale si svolse il primo conflitto mondiale con le sue conseguenze in campo economico e sociale.

In questo periodo il legislatore si occupò principalmente di norme antisismiche, resesi urgenti peraltro dal verificarsi di disastrosi terremoti quali quello di Reggio e Messina del 28 Dicembre 1908 e quello di Avezzano del 13

¹ Si diceva *ferro agglomerato o saldato* il prodotto fabbricato dalla ghisa attraverso un procedimento detto di *puddellaggio*. Essa veniva fusa in forni "a riverbero" con suola di ematite, rimescolando continuamente il bagno con spranghe metalliche fino a trasformarlo in una pasta e poi in un materiale solido. Formatisi così dei blocchi spugnosi, questi venivano ripetutamente foggiate sotto il maglio e passati al laminatoio fino ad eliminare le scorie liquide rimaste. Il ferro agglomerato fu usato per realizzare, nella seconda metà del XIX secolo, diversi ponti metallici e altre opere di notevole importanza.

² Non è specificato quali siano i laboratori che possano ritenersi ufficiali. Un elenco di questi sarà fornito, come si vedrà, solo a partire dalle Prescrizioni del 1939 (par. 3.4 e 3.8).

³ La riduzione indicata del carico di sicurezza a taglio rispetto a quello a trazione è in accordo con quanto consegue dal criterio delle massime dilatazioni o di Grashof.

Gennaio 1915. Nonostante la guerra in atto, fu emanato, in data 5 Novembre 1916, un Decreto Legge Luogotenenziale che riuniva in uno stesso Testo unico le norme emesse in materia [1].

Si dovè attendere invece il 1924 perché un nuovo progetto di prescrizioni ufficiali sul cemento armato fosse elaborato dall'*Associazione Italiana per lo studio dei materiali da costruzione* presieduta dal prof. C. Guidi. Questo progetto, accettato dal Ministero dei Lavori Pubblici, fu reso esecutivo con D.P. 15 Maggio 1925, pubblicato nella G.U. n. 135 del 12 Giugno 1925. Esso fu il primo di sette Decreti comparsi fino al 1933, a distanza di uno o al massimo due anni l'uno dall'altro, che, pur presentando un numero di articoli via via maggiore e contenendo molte innovazioni, conservavano l'impostazione delle Prescrizioni del 1907. Tutti sono caratterizzati da una prima parte destinata agli agglomeranti idraulici e da una seconda contenente più specificatamente le norme sul cemento armato.

Le norme riguardanti gli agglomeranti non vengono qui discusse nella loro evoluzione. Ci si limita a ricordare che la classificazione del 1907 resterà praticamente invariata nelle stesure del 1925, del 1927 e del 1928; che nel 1929 furono introdotte le prescrizioni per l'accettazione dei cementi speciali e precisamente del cemento alluminoso e di quello ad alta resistenza; ciò comportò un mutamento di classificazione che, dopo una fase intermedia, sfociò, nel 1933, in quella che segue:

- a) calci: 1° calce idraulica; 2° calce eminentemente idraulica;
- b) cementi: 1° Portland; 2° alluminoso; 3° d'altoforno; 4° pozzolanico;
- c) agglomeranti cementizi: 1° a rapida presa; 2° a lenta presa

Nella seconda parte, riguardante il cemento armato, vengono introdotte importanti innovazioni, pur rimanendo ferme le ipotesi di base e in primis quella relativa al comportamento elastico lineare: sin dal 1925 si prescrive infatti di considerare nei calcoli l'influenza dei cedimenti vincolari, dei fenomeni di ritiro, delle variazioni termiche.

Sempre nel 1925 viene quantificata la dosatura normale del conglomerato: già fissata peraltro nel 1907, fissata in kg 300 di cemento esclusivamente a lenta presa per 0,400 m³ di sabbia e 0,800 m³ di ghiaietto o di pietrisco, con aggiunta di acqua di impasto in percentuale diversa a seconda della consistenza che si desidera ottenere⁴. Il dosaggio indicato resta invariato in tutte le normative relative al periodo in esame con qualche modesta diminuzione della quantità di acqua utilizzabile a seconda del tipo di calcestruzzo da produrre.

Già nel 1925 la tensione normale ammissibile dell'acciaio colato sale a 1200 kg/cm² e quella a taglio a 960 kg/cm², fermi restando i valori di 800 e 640 kg/cm² per il ferro saldato. La situazione resta invariata fino al 1930 quando il ferro agglomerato o saldato scompare dalla normativa.

La resistenza allo schiacciamento del conglomerato viene determinata sperimentando a 28 giorni 4 cubi di dimensioni 12-16 cm (1925), 16 cm (1927 e

⁴ Il conglomerato può essere "a consistenza di terra appena umida, plastico, fluido o colato"

1928), 16 o 20 cm a seconda della dimensione massima degli inerti (1930, 1932, 1933), da far stagionare nell'osservanza di norme via via sempre più minuziose. A partire dal 1925 la resistenza definitiva è la media dei 4 risultati nessuno dei quali dovrà essere inferiore alla media di oltre il 20%; dal 1932 la resistenza definitiva viene assunta coincidente con la media dei 3 risultati maggiori su 4 prove.

Si ha un aumento del carico di sicurezza del calcestruzzo che, già nel 1925, passa da $1/5$ a $1/4$ del carico di schiacciamento a 28 giorni. Nelle norme successive vengono inoltre fissati i limiti superiori, diversi a seconda che si tratti di strutture compresse o inflesse e a seconda delle qualità dei cementi adoperati. Tali limiti variano, nel periodo, tra un minimo di 30 kg/cm^2 per strutture semplicemente compresse ad un massimo di 65 kg/cm^2 per strutture inflesse realizzate con impiego di cementi ad alta resistenza o alluminosi⁵.

Nel 1925 il carico di sicurezza del conglomerato a taglio fu fissato in 2 kg/cm^2 ; dal 1930 fu ammesso che, per valori maggiori, la tensione tangenziale fossero assorbite dalle armature purché non si superassero i 14 kg/cm^2 . Nel 1932 il limite di 2 kg/cm^2 fu elevato a 4 kg/cm^2 per conglomerati di cemento ad alta resistenza o alluminosi.

Una certa importanza ha, in tutte le normative di cui si sta trattando, il paragrafo che tratta le *Norme per i calcoli statici*, già presente peraltro nelle Prescrizioni del 1907. Lasciando da parte l'argomento solai di cui si riferisce dettagliatamente in un altro capitolo, si può accennare ai "carichi accidentali" che vengono fissati con le stesse norme valevoli per gli altri generi di costruzioni e prevedono un aumento del 25% (o maggiore se previsto dai capitoli) per tener conto delle eventuali azioni dinamiche. Il peso del conglomerato è ridotto a 2400 kg/m^3 .

Circa il calcolo dei pilastri, vi è sempre un richiamo alla necessità della verifica a carico di punta quando il rapporto della lunghezza libera d'inflessione e la dimensione trasversale minima superi 15.

Norme via via più particolareggiate riguardano l'armatura minima prescritta nelle travi in relazione all'area della sezione e alla distanza tra le legature trasversali dei ferri (staffe). Sin dal 1925 si comincia a parlare di pilastri cerchiati per i quali viene stabilita la sezione F da considerare ai fini della resistenza che è data da una formula del tipo $F = F_c + 10F_m + 20F_i$, dove F_c è la sezione cerchiata del conglomerato, F_m l'armatura della sezione metallica complessiva dei ferri longitudinali, F_i la sezione di un'armatura ideale longitudinale equipesante alla spirale. La distanza tra le spire non deve superare $1/5$ del diametro del nucleo cerchiato; F non deve in nessun caso superare $2F_c$; la sezione dell'armatura F_m deve essere pari almeno ai $2/3$ di F_i . Già nel 1930 co-

⁵ Sin dal 1927 si introduce la differenza tra la massima tensione normale ammissibile in presenza di solo sforzo normale e quella consentita nel caso di flessione. La qualità del conglomerato viene classificata sempre tramite il cemento usato per il suo confezionamento; dal 1930 si comincia a parlare a tal proposito dei cementi ad alta resistenza o alluminosi che vengono ritenuti di particolare pregio. Resta in ogni caso valido il limite superiore per la tensione ammissibile, rappresentato da $1/4$ della tensione di rottura a 28 giorni.

unque la norma viene modificata in senso meno restrittivo ponendo pari a 30F; anziché 20F; il contributo ad F dell'armatura cerchiante.

E le *Norme di costruzione*, già abbastanza particolareggiate sin dal 1907, si vanno gradualmente perfezionando riguardando la preparazione degli impasti, la disposizione dei ferri, le loro giunzioni, gli ancoraggi, la mutua distanza e le distanze dalle superfici dei getti, ecc. Si fa cenno tra l'altro al divieto di effettuare i getti a temperatura inferiore a un certo valore, alla necessaria indeformabilità dei casseri in legno, alle modalità di disarmo delle strutture e via dicendo.

Con il R.D.L. del 1927 le Norme vengono esplicitamente estese (art. 3) a tutte le costruzioni sia pubbliche che private e la sorveglianza delle costruzioni è affidata al Prefetto. Viene introdotto l'obbligo per il committente di presentare alla Prefettura il progetto dell'opera recante la firma del Progettista delle strutture con indicazione dei nomi del Direttore dei lavori e dell'Appaltatore; per la prima volta si parla di ispezioni prefettizie in corso d'opera, cui, nel caso la costruzione presenti deficienze, può far seguito la sospensione dei lavori e l'apertura di un'inchiesta. Vi è l'obbligo infine di presentare, al termine dei lavori, il certificato di collaudo statico. Sono esenti dal controllo della Prefettura le opere eseguite per conto dello Stato o sotto la sorveglianza di organi tecnici statali.

Al n° 3.8 sono riportate integralmente le prescrizioni del 1927 e del 1933 omettendo tuttavia le parti riguardanti i leganti idraulici.

3.4 La normativa del 1939

Le prescrizioni definite di prima generazione culminano nei due D.L. del 16 Novembre 1939, n. 2228 e 2229, riguardanti rispettivamente le *Norme per l'accettazione dei leganti idraulici* e le *Norme per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice ed armato*.

Si tratta di due testi organici di indubbia validità, il secondo dei quali resterà a lungo in vigore (fino al 22 Luglio 1972). Essi hanno normato l'edilizia in cemento armato di tutto il periodo della ricostruzione post-bellica e del boom edilizio degli anni '60. Il R.D.L. n° 2229 è integralmente riportato al n° 3.8.

Non cambiano i principi ispiratori basati, come in precedenza, sull'ipotesi di elasticità lineare e sul metodo di verifica delle tensioni ammissibili. La stessa suddivisione in cinque capi delle norme sul cemento armato ricalca quella adottata sin dal 1907; ma gli articoli sono assai più circostanziati e generalmente meno limitativi dei precedenti, probabilmente in vista della migliore qualità dei materiali disponibili e delle più razionali prescrizioni introdotte sui controlli.

Per quanto riguarda il conglomerato, non è più riportata la tradizionale composizione che fissa i quantitativi di cemento, ghiaia e sabbia; la dosatura di cemento continua però a dover risultare non inferiore a 300 kg/m^3 , potendo

scendere a 250 kg/m^3 nel caso di cemento alluminoso. Assume maggiore importanza la classificazione sulla base della resistenza cubica a 28 giorni, da accertare durante i lavori attraverso prelievi, ciascuno di quattro cubi, aventi spigolo di $\text{cm } 16^6$, da eseguire con una frequenza di almeno uno per ogni 500 m^3 di getto. Dopo adeguata stagionatura essi devono essere spediti presso un laboratorio ufficiale dove le prove a pressione hanno luogo dopo 28 giorni. Si assume come resistenza cubica la media dei tre risultati maggiori del prelievo.

Tutto ciò a conferma sostanziale di quanto previsto sin dal 1930. In più è data facoltà al Direttore dei Lavori di far eseguire serie di tre travetti, formati dal conglomerato degli impasti, di prefissate dimensioni e armati con due tondini disposti in prossimità della faccia superiore, da sperimentarsi in cantiere con l'eventuale controllo di un laboratorio ufficiale.

Gli acciai vengono classificati in tre categorie per ciascuna delle quali viene fissato il carico di rottura in trazione, il carico di snervamento e l'allungamento a rottura. Trattasi dell'*acciaio dolce* (ferro omogeneo), dell'*acciaio semiduro*, dell'*acciaio duro*, per il primo dei quali il carico di sicurezza viene fissato in 1400 kg/cm^2 mentre per gli altri due può arrivare a 2000 kg/cm^2 . Ai valori più elevati sono collegate caratteristiche di maggior pregio richieste per i conglomerati da usare, il cui carico di rottura a 28 giorni di stagionatura ($\sigma_{r,28}$) dev'essere tanto più elevato quanto più sia elevata la tensione ammissibile nell'armatura. Ai valori maggiori delle tensioni nell'armatura è necessario quindi che corrispondano più elevati carichi di rottura cubici $\sigma_{r,28}$ del conglomerato.

Il carico di sicurezza del conglomerato non può superare $1/3$ della resistenza cubica a 28 giorni; vengono comunque fissati a pressione semplice i valori di 35 e 45 kg/cm^2 a seconda che $\sigma_r/3$ sia di 120 e 160 kg/cm^2 , con impiego, rispettivamente nei due casi, di cemento normale o ad alta resistenza o alluminoso. Può divenire pari proprio a $\sigma_r/3$ quando la resistenza cubica venga continuamente monitorata nel corso dei lavori ma non può superare il valore massimo di 60 kg/cm^2 con $\sigma_r = 180 \text{ kg/cm}^2$.

I limiti indicati si elevano nell'ordine a 40 , 50 e 75 kg/cm^2 per flessione e pressoflessione con un massimo fornito dalla formula:

$$\sigma_c = 75 + \frac{\sigma_{r,28} - 225}{9} \text{ kg/cm}^2,$$

valida per conglomerati aventi tensione di rottura maggiore di 225 kg/cm^2 .

Circa la tensione tangenziale massima sopportabile dal calcestruzzo, vengono fissati i valori di 4 e 6 kg/cm^2 , di cui il primo riferito a conglomerati di cemento idraulico normale, il secondo di cemento ad alta resistenza od alluminoso. I corrispondenti valori delle tensioni raggiungibili in presenza di armature sono pari a 14 e 16 kg/cm^2 rispettivamente. Compare infine la norma che almeno metà degli sforzi taglianti debbano essere assorbiti dalle staffe e la rimanente parte dai ferri piegati.

⁶ I cubi hanno spigolo di $\text{cm } 20$ quando il conglomerato sia confezionato con elementi di ghiaia o di pietrisco di dimensioni maggiori di $\text{cm } 3$.

Il coefficiente di omogeneizzazione $m = E_f/E_c$ è ancora pari a 10 per conglomerati di cemento normale, ma scende ad 8 e 6 rispettivamente negli altri due casi. Il peso specifico del calcestruzzo armato viene riportato a 2500 kg/m^3 , tornando quindi al valore del 1907.

Per le membrane compresse viene fissata l'armatura longitudinale da impiegare in rapporto all'area della sezione trasversale strettamente necessaria di conglomerato: essa deve essere non inferiore allo 0,8% nel caso in cui quest'ultima sia minore di 2000 cm^2 ; non inferiore allo 0,5% nel caso in cui sia maggiore di 8000 cm^2 . Nei casi intermedi si procede ad un'interpolazione lineare.

Sempre maggior credito viene inoltre dato all'armatura dei pilastri cerchiati in cui viene elevato a 15 il coefficiente moltiplicativo dell'area dei ferri longitudinali e a 45 quello della sezione dell'armatura ideale longitudinale di peso uguale a quello della spirale. La sezione dell'armatura deve essere pari almeno a $1/2$ (e non più ai $2/3$) dell'armatura ideale corrispondente alla spirale, mentre resta la limitazione sull'area complessiva da considerare nei calcoli che non deve essere maggiore del doppio della sezione del nucleo.

Per la prima volta è riportato in un apposito allegato l'elenco dei laboratori ufficiali per il controllo dei materiali: essi sono quelli annessi alle cattedre di Scienza delle Costruzioni delle Facoltà di Ingegneria e il Laboratorio dell'Istituto Sperimentale delle Comunicazioni (Sez. Ferroviaria).

Vengono sostanzialmente confermate nella Normativa del 1939 le prescrizioni generali già previste in precedenza. Resta in particolare valido l'Istituto delle visite di controllo predisposte dal Prefetto: tali visite divennero molto più frequenti negli Anni Cinquanta, dopo il verificarsi di clamorosi dissesti e crolli attribuiti a difetti di progettazione e di esecuzione delle strutture. Vengono confermate le norme relative al collaudo statico e la disposizione, peraltro presente nella Normativa sin dal 1925, che vieta tassativamente che un'opera venga messa in esercizio prima dell'espletamento del collaudo stesso da parte di un ingegnere di riconosciuta competenza, iscritto all'Albo.

3.5 La legge del 5 Novembre 1971

La legge del 5 Novembre 1971 n° 1086, pubblicata sulla G.U. n. 321 del 21 Dicembre 1971, inaugura le norme qui definite di seconda generazione che, come si è ricordato al punto 3.1, presentano numerosi caratteri innovativi rispetto a quelle del 1939. La 1086 è innanzitutto una legge cornice, valida ancora oggi, che obbedisce al principio di evitare che le prescrizioni tecniche siano fisse ed immutabili per lunghi periodi, ma debbano potersi innovare mano a mano che gli studi e l'esperienza consiglino di adeguarle e migliorarle.

Essa comprende quattro parti dedicate nell'ordine a *Disposizioni precettive* (Capo I), *Vigilanza* (Capo II), *Norme penali* (Capo III), *Norme transitorie e finali* (Capo IV)

Senza entrare in dettaglio nella materia ci si limita a ricordare che tra l'altro viene introdotta la denuncia delle opere, prima dell'inizio dei lavori, all'Ufficio del Genio Civile competente per il territorio, cui va allegato il progetto ed una relazione descrittiva contenente le caratteristiche e le dosature dei materiali da impiegare. Ed inoltre:

- viene introdotto l'obbligo di denuncia delle eventuali varianti e quello di conservare in cantiere i documenti progettuali visti dall'Ufficio;
- viene prescritta la *relazione a strutture ultimate* e si ribadisce l'importanza del *collaudo statico*;
- vengono previste norme per la *Produzione in serie in stabilimento di manufatti in conglomerato normale e precompresso e di manufatti complessi in metallo*;
- vengono precisate le regole relative all'accertamento delle violazioni e all'eventuale sospensione dei lavori nonché le norme penali da applicare nel caso di lavori abusivi, omessa denuncia, mancanza del collaudo statico, ecc.;
- vengono definiti laboratori ufficiali quelli degli istituti universitari delle Facoltà di Ingegneria e di Architettura e alcuni altri appartenenti a Istituzioni espressamente elencate. Viene data al Ministero dei LL. PP. la possibilità di autorizzare altri laboratori ad effettuare prove su materiali da costruzione. E inoltre l'attività dei laboratori ai fini della legge in discussione, viene definita di pubblica utilità;
- viene previsto che le norme tecniche attuative abbiano cadenza biennale, con validità delle norme del 1939 fino alla comparsa del primo D.M. contenente le nuove prescrizioni.

Questo decreto recò la data del 30 Gennaio 1972 e comparve sulla G.U. del 22 Luglio 1972: da allora entrò pertanto in vigore la nuova normativa che all'inizio rispettò quanto previsto circa la cadenza biennale stabilita dal legislatore. Nuovi decreti comparvero infatti puntualmente nel 1974 e nel 1976.

Il quarto decreto fu emesso solo nel 1980 e rappresentò a sua volta un punto di passaggio verso più avanzate innovazioni.

3.6 I Decreti Ministeriali degli Anni Settanta

Si è già detto che essi contengono innovazioni concettuali di rilievo rispetto alle prescrizioni precedenti.

Non comprendono più le norme sui leganti idraulici⁷ che vengono coperte da altre disposizioni. I conglomerati non vengono più classificati in base alla loro composizione; vengono invece suddivisi in "classi" ciascuna delle quali è definita mediante la cosiddetta "resistenza caratteristica", concetto quest'ultimo che apre la strada ad una filosofia probabilistica della sicurezza strutturale.

Particolarmente notevole fu l'impatto della nuova classificazione, con il mondo delle costruzioni, abituato fino ad allora a classificare i calcestruzzi in base al dosaggio di cemento; persino gli Enti pubblici ebbero all'inizio delle difficoltà e accusarono dei ritardi nel far riferimento ai contenuti dell'allegato 2 dei D.M. degli anni '70, relativo appunto ai controlli sul conglomerato.

Un breve accenno all'argomento porta a ricordare che la resistenza caratteristica R_{bk} di un conglomerato è definita come quella resistenza che presenta una probabilità k accettata a priori di non essere raggiunta e coincide con il frattile di ordine k della distribuzione statistica dei dati sperimentali posseduti. Si ricava sottraendo alla resistenza media R_m il prodotto λs tra lo scarto quadratico medio ridotto s e il coefficiente λ funzione della probabilità k di ottenere risultati inferiori a R_{bk} .

Per il conglomerato, posto $k=5\%$, se la popolazione dei dati disponibili è sufficientemente elevata, λ risulta pari a 1,645; aumenta quando i dati si riducono.

Non può sfuggire come un discorso del genere razionalizzi in maniera sostanziale la classificazione dei materiali, garantendo gli esecutori nei confronti di una possibile cattiva qualità dei prodotti e consentendo la riduzione dei coefficienti di sicurezza. Si tratta solo di un primo passo, propedeutico all'atteggiamento che successivamente si verrà affermando a proposito dei valori da inserire nei calcoli per tutte le grandezze che intervengono nelle costruzioni, da fissare in base a considerazioni basate sul calcolo delle probabilità e non più valutati deterministicamente.

La seconda importante novità inserita nelle norme degli Anni Settanta è data dall'introduzione nel 1972 del *calcolo a rottura*, ben presto diventato, a partire dal 1974, *calcolo agli stati limite*, posti in alternativa al metodo delle *tensioni ammissibili*, in deroga perciò con l'ipotesi di comportamento lineare dei materiali.

Vengono introdotte le definizioni di stati limite *ultimi* e di *esercizio*, con speciale riferimento, per questi ultimi, agli stati limite "per fessurazione e deformazione". Ed è presente per la prima volta un richiamo alle Raccomandazioni internazionali FIP-CEB ai fini di impiegare metodi e ipotesi non più necessariamente fondati sull'elasticità lineare.

Nel complesso tuttavia, se si escludono gli importanti punti ricordati, le

⁷ Il R.D.L. n° 2228 del 1939 recante le Norme per l'accettazione dei leganti idraulici era stato già abrogato sin dal 1965 dalla Legge di cui al punto [2] delle Bibliografie, cui fecero seguito, negli anni successivi, i D.M. [3], [4] e [5]. Attualmente (2008) i leganti idraulici, sempre essendo valida la legge [2], devono essere dotati di certificato di conformità a una norma armonizzata della serie UNI EN 197. A partire dal 1992 è vietato l'uso del cemento alluminoso nella confezione del conglomerato.

norme degli anni '70 hanno, pur con numerose modifiche e innovazioni, una struttura abbastanza simile a quelle del 1939. Solo con il 1980 si verificheranno innovazioni più consistenti che culmineranno a fine secolo in una più decisa affermazione dei metodi di calcolo agli stati limite in accordo con le Norme europee.

Può essere interessante ricordare che, nel periodo di cui si sta discutendo, vide la luce un'altra legge fondamentale in materia di costruzioni e precisamente la n. 64 del 2 Febbraio 1974 (G.U. n° 21 del 21 Marzo 1974), che tratta di *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*. È anch'essa una legge cornice, nel cui ambito si inseriranno via via norme specifiche, quali le prescrizioni per opere speciali, ecc., che si intrecceranno con quelle sul cemento armato, integrandole opportunamente.

3.7 I D.M. del 1980 e successivi

Come si è detto, il decreto del 1980, che comparve a distanza di circa quattro anni dal precedente, contiene più decise innovazioni.

In ossequio alle direttive del Consiglio delle Comunità Europee, esso adottò intanto il *Sistema Internazionale di unità di misura* indicato con la sigla "SI": in una prima fase comunque questo fu fatto coesistere con il cosiddetto *Sistema tecnico* da sempre usato nel nostro Paese fino ad allora; a partire dal D.M. del 1996, quest'ultimo scomparve del tutto dalle norme. Nella relazione tra i due sistemi ($1 \text{ kgf} = 9,81 \text{ N}$) il coefficiente 9,81 venne arrotondato a 10 per tutte le grandezze relative al conglomerato cementizio armato.

L'innovazione più evidente è rappresentata, a partire dal 1980, dall'introduzione nelle norme di calcolo del cosiddetto *metodo semiprobabilistico agli stati limite* cui venne data nel testo una dignità pari al *metodo delle tensioni ammissibili*.

Il nuovo metodo di verifica, che si riallaccia evidentemente al "calcolo agli stati limite" già ammesso dalle norme precedenti, prescrive che vengano assunti valori caratteristici solo per le resistenze dei materiali e per l'entità delle azioni. Le prime vengono fissate come i frattili di ordine 0,05 delle rispettive distribuzioni statistiche; le seconde, se riferite alle azioni permanenti, sono i frattili di ordine 0,95 ovvero quelli di ordine 0,05 a seconda che i valori rilevanti ai fini della sicurezza siano quelli più elevati o quelli più bassi. I valori caratteristici vengono poi trasformati in valori di calcolo mediante l'applicazione di opportuni coefficienti.

Si tratta di un metodo che prevede le verifiche sia agli stati limite ultimi che di esercizio e aderisce parzialmente alla filosofia probabilistica, adottandola solo per valutare alcune grandezze fondamentali che intervengono nel calcolo, mentre le altre continuano ad essere fissate per via deterministica.

Evita cioè, in quanto ciò sarebbe troppo complesso per le quotidiani appli-

cazioni, di seguire in modo rigoroso tutto il processo logico che dovrebbe portare a confrontare all'atto della verifica le due grandezze di riferimento. Queste sono l'azione di calcolo S , esprimibile mediante un opportuno parametro che sintetizza la situazione di esercizio, e la resistenza R definita da un parametro che fissa l'insorgere dello stato limite cui ci si riferisce.

Entrambe dovrebbero esser fatte dipendere da tutte le variabili aleatorie che su di esse influiscono e alla fine si dovrebbe imporre che la probabilità P che la struttura subisca un insuccesso sia minore di un valore P^* fissato a priori dalla normativa.

Quello adottato è quindi un metodo semplificato, che prevede peraltro il cumulo nel modo più gravoso delle azioni agenti sulla struttura. Tiene conto però della probabilità ridotta di intervento simultaneo delle azioni stesse con i rispettivi valori più sfavorevoli, fissando le combinazioni da prendere in considerazione rispettivamente per gli stati limite ultimi e di esercizio.

Compare tra l'altro nella normativa, con speciale rilievo, la verifica allo stato limite di deformazione sia istantanea che a lungo termine: essa deve assicurare la funzionalità dell'opera ed evitare danni alle sovrastrutture adiacenti.

Sorvolando sulle innovazioni più o meno rilevanti presenti nei successivi decreti degli anni 1983, 1985, 1992, si perviene alle norme del 1996 che, adeguandosi a una tendenza ormai generalizzata in Europa, si riferiscono al solo metodo di verifica agli stati limite, rinviando, per il metodo delle tensioni ammissibili, a quanto contenuto nel decreto del 1992.

Compare quindi per la prima volta in Italia una normativa in cui quest'ultimo metodo, pur sempre diffusissimo tra i tecnici che ancor oggi spesso lo preferiscono, non viene preso in considerazione se non per rinviare il lettore a disposizioni precedenti.

È interessante osservare che essa consente anche l'applicazione delle norme europee sperimentali *Eurocodice 2*, contenute nella UNI ENV 1992-1-1, pubblicata a cura dell'UNI in lingua italiana, purché vengano seguite opportune prescrizioni sostitutive, integrative o soppressive, dettagliatamente riportate.

Le norme del 1996 contenenti il richiamo a quelle del 1992 sono le ultime comparse nel XX Secolo: nel 2005 esse verranno sostituite dalle *Norme tecniche per le costruzioni* di cui al Decreto del 14 Settembre di quell'anno e, recentemente, da quelle di cui al D.M. del 14 gennaio 2008.

Non è tra gli intenti degli autori del presente capitolo trattare di queste prescrizioni che sono di vasto respiro in quanto, sempre nell'ambito delle due leggi fondamentali del 5 Novembre 1971 n. 1086 e 2 Febbraio 1974 n. 64, costituiscono un vero e proprio testo unico, raccogliendo tutte le norme di sicurezza delle costruzioni. Esse trattano ovviamente delle sole verifiche agli stati limite anche se un metodo di verifica alle tensioni ammissibili continua ad essere tollerato con riferimento a opere di modesta entità.

3.8 Regesto cronologico delle normative degli anni 1907, 1927, 1933 e 1939

A conclusione di quanto esposto vengono riprodotte le "Prescrizioni" ritenute più significative tra quelle citate nel presente capitolo. Ci si è limitati tuttavia a prendere in considerazione solo alcune di quelle definite di prima generazione (1907-1939), ritenendo che le successive, conseguenti alla legge 1086 del 1971, siano assai più note e di più facile reperibilità per chi si occupa di costruzioni in cemento armato.

Le norme del 1907 sono riportate integralmente; per quelle degli anni 1927 e 1933 vengono omesse le parti riguardanti i leganti idraulici; con riferimento al 1939, infine, si riporta il solo R.D.L. n. 2229 che tratta delle opere in conglomerato cementizio semplice od armato.

Decreto Ministeriale 10 Gennaio 1907

(Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 2 Febbraio 1907, n. 28)

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI

IL MINISTRO SEGRETARIO DI STATO

PER I LAVORI PUBBLICI

Ritenuta la necessità di stabilire i requisiti essenziali, cui devono soddisfare i materiali agglomerati, calci e cementi e i cementi armati, da impiegarsi nell'esecuzione delle opere pubbliche dipendenti dal Ministero dei lavori pubblici, nonché le norme da seguire nelle prove e negli assaggi dei materiali stessi;

Viste le proposte presentate all'uopo con relazione del 14 Novembre u.s. dalla Commissione istituita con decreto Ministeriale 22 Febbraio 1905 per lo studio delle norme e del controllo scientifico sui materiali da costruzione;

Sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici;

Ritenuto che le dette proposte, con le modificazioni suggerite dal Consiglio stesso e indicate nel voto del 15 Dicembre 1906, valgono a disciplinare la materia in modo conforme allo stato attuale degli studi tecnici su tale oggetto;

Decreta:

Art. 1

Sono approvate le norme contenute nei tre allegati al presente decreto, concernenti: metodi normali di prova per gli agglomeranti idraulici (allegato A); prescrizioni normali per l'esecuzione delle opere in cemento armato (allegato B); condizioni tecniche alle quali debbono soddisfare le forniture di agglomeranti idraulici (allegato C)

Art. 2

Nell'esecuzione di opere dipendenti dal Ministero dei lavori pubblici, o dal medesimo concesse o sussidiate, l'osservanza delle norme e condizioni, di cui al precedente articolo, è obbligatoria e come tale dovrà essere prescritta nei relativi capitolati d'appalto, i quali, perciò, d'ora innanzi non conterranno più, per le calci e i cementi, l'indicazione tassativa dei luoghi e fabbriche di provenienza.

Roma, addì 10 Gennaio 1907

Per il ministro
DARI

ALLEGATO A

METODI NORMALI DI PROVA PER GLI AGGLOMERANTI IDRAULICI

PARTE I

PRESCRIZIONI GENERALI

I. — Finezza di macinazione

La finezza di macinazione verrà determinata con vagli a maglie quadrate di 900 e 4900 maglie per centimetro quadrato, formate da fili aventi rispettivamente il diametro di mm. 0,15 e 0,05.

La prova si farà sopra due campioni, di 50 grammi ciascuno, e si esprimerà la percentuale sommando i due residui ottenuti.

La stacciatura, fatta a mano, sarà considerata come compiuta quando, dopo 25 giri di braccio, la materia passata attraverso alle maglie non sarà maggiore di 0,10 grammi.

Si esprimerà il risultato di uno staccio sommando i residui che non sono suscettibili di attraversarlo.

II. — Densità assoluta

La determinazione della densità assoluta, o peso specifico, sarà fatta con uno qualunque dei metodi conosciuti, purché l'apparecchio impiegato permetta di ottenere con certezza la prima cifra decimale e la seconda con approssimazione di due unità.

E' necessario assicurarsi, prima della prova, che il materiale, previamente essiccato, sia tutto polverulento, e che passi attraverso allo staccio di 900 maglie.

Durante le operazioni per la determinazione della densità la temperatura dell'apparecchio, del materiale e del liquido dovrà essere di 15° circa.

III — Densità apparente

La densità apparente sarà data dal peso di una misura cilindrica, sezione circolare, della capacità di un litro e dell'altezza di 10 cm, riempita col mezzo di un imbuto a staccio (fig. 1).

Quest'apparecchio è costituito da un imbuto verticale, la cui sezione orizzontale, alla base, è un circolo di mm. 20 di diametro, ed a mm. 150 sopra la base è un circolo del diametro di mm. 150. A quest'altezza è applicata una lamiera forata, avente circa 1050 fori di due millimetri di diametro per ogni decimetro quadrato.

L'imbuto si prolunga mediante un tubo cilindrico di 20 mm. di diametro e di 100 mm. di lunghezza ed è sostenuto da un treppiedi.

Collocata la misura sotto all'imbuto, e ad una distanza di 50 mm. dall'estremità inferiore del tubo cilindrico, si verserà sopra alla lamiera traforata il materiale in quantità di 300 gr. circa per volta, e si agiterà con una spatola di legno di 40 mm. di larghezza (fig. 1 bis) per favorirne il passaggio attraverso alla medesima. Il riempimento della misura si arresterà quando la base del cono, che si sarà elevata a poco a poco al di sopra della medesima, avrà raggiunto il limite superiore della stessa. Il materiale eccedente sarà tolto facendo scivolare sul bordo superiore della misura una lama ben dritta e mantenuta in un piano verticale.

Durante tutto il tempo delle operazioni si dovrà aver cura di non far subire scosse al recipiente od all'apparecchio.

Il peso del litro sarà dato dalla media del peso risultante da tre operazioni consecutive

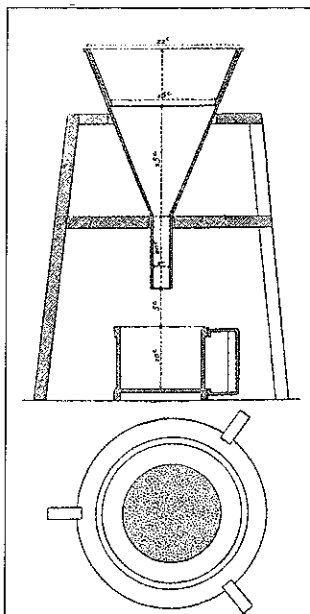


Fig. 1

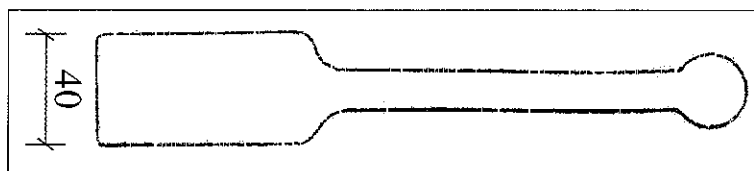


Fig 1 bis

IV. — Pasta normale

Sopra una lastra di marmo si distenderà, in forma di corona, un chilogramma di agglomerante, versando in mezzo, ed in un sol colpo, la quantità di acqua potabile che si crederà necessaria per ottenere un impasto di consistenza eguale a quella indicata più sotto; indi s'impasterà il tutto energicamente con una cazzuola per tre minuti, contati dal principio dell'operazione di rimescolamento.

Con una parte della pasta così ottenuta, si riempirà subito una scatola di ebanite o metallica, avente m 0.08 di diametro alla base inferiore, m 0.09 di diametro alla base superiore e m 0.04 di profondità; quindi si liscerà la superficie con la cazzuola, procurando di evitare qualsiasi scossa o compressione

Normalmente alla superficie della pasta, ed al centro della massa così formata, si farà

discendere, con precauzione e senza che acquisti velocità, una sonda cilindrica di m. 0.01 di diametro e del peso di 300 grammi, di metallo ben liscio ed asciutto, terminata all'estremità con una sezione retta, ortogonale all'asse del cilindro. Tale sonda, che si chiama di consistenza, dovrà essere portata da apposito apparecchio, costruito in modo che permetta di poter rilevare esattamente lo spessore della pasta che rimane fra l'estremità inferiore della sonda ed il fondo della scatola.

La consistenza della pasta dovrà esser tale che la sonda debba arrestarsi a sei millimetri dal fondo della scatola. Non ottenendo questo risultato, si ripeterà l'operazione rifacendo l'impasto con quantità di acqua maggiore o minore a seconda del caso. La pasta soddisfacente alla condizione ora esposta, si chiamerà pasta normale.

Tutte le operazioni dovranno essere fatte in un ambiente con temperatura compresa fra 15° e 20°, ed entro questi limiti dovrà pur essere compresa la temperatura dell'acqua, della sabbia normale, della scatola e dell'agglomerante.

V. — Sabbia normale.

La sabbia normale è quella i cui granuli passano attraverso ad un vaglio in lamiera con fori circolari del diametro di mm. 1,5 e restano sopra un altro vaglio, pure in lamiera, con fori circolari del diametro di un millimetro.

La sabbia normale serve a confezionare le malte per le prove degli agglomeranti idraulici.

Per le prove di controllo, nei casi di contestazione e per confronti di interesse, si adotterà la sabbia normale del Ticino sopra Pavia, come da deliberazione presa dall'Associazione italiana per gli studi sui materiali da costruzione al Congresso di Pisa nel mese d'aprile del 1905.

VI — Malta normale

La malta normale sarà dosata in peso nella ragione di 1 parte di agglomerante e 3 parti di sabbia normale, e sarà impastata con acqua potabile, dopo averla mescolata intimamente a secco.

Agglomerante, acqua, sabbia ed aria ambiente dovranno avere una temperatura compresa fra 15° e 20°.

L'impasto verrà fatto con una rimescolatrice a bacinella mobile e mola rotante di compressione, facendo percorrere alla bacinella 20 giri in due minuti e mezzo (8 giri al minuto).

La quantità d'acqua necessaria per l'impasto verrà commisurata in modo che cominci a rivelarsi fra gli interstizi delle forme durante la fabbricazione meccanica dei provini non prima del 90° né dopo il 100° colpo del maglietto.

La quantità d'acqua necessaria per la malta normale sarà determinata per successive prove, incominciando dal comporre la malta aggiungendo acqua nella proporzione del 8% del peso della miscela, e variandola a poco a poco fino a che si verificherà la condizione sopra indicata.

VII. — Prove di presa

Le prove di presa si eseguiranno sulla pasta normale quale è stata definita nell'apposito capitolo.

La pasta normale, collocata nella medesima scatola che servi per la sua determinazione, verrà mantenuta in luogo umido, al riparo dalle correnti d'aria e dai raggi del sole durante tutto il periodo della prova, e ad una temperatura media di 15° .

La prova consisterà nella determinazione del principio e della fine della presa, impiegando, a tal uopo, un ago in metallo (detto ago di Vicat) cilindrico, liscio, pulito, secco, terminato da una sezione netta, ortogonale all'asse, di 1 mm^2 (diametro mm 1,13) e pesante 300 grammi

Si chiamerà principio della presa l'istante in cui il detto ago non potrà più penetrare fino al fondo della scatola di prova.

Si chiamerà fine della presa l'istante in cui l'ago sarà sopportato dalla pasta senza che vi possa penetrare di una quantità apprezzabile (un decimo di millimetro)

I periodi di tempo corrispondenti verranno calcolati a partire dal momento dell'impasto.

VIII. — Prove di resistenza alla trazione

La malta normale, corrispondente a 200 gr di miscela secca, verrà, collocata, nella forma normale della sezione minima di 5 cm^2 , come al tipo della fig. 2. Sarà quindi compressa in 3 minuti mediante 120 colpi di un maglietto del peso di 2 kg cadente dall'altezza di m. 0,25, e sviluppante perciò il lavoro di $\text{kgm } 0,30$ per ogni gramma di sostanza compressa

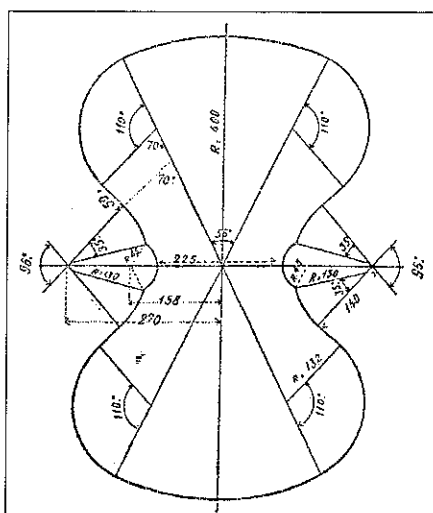


Fig 2

Ultimata la battitura, si toglierà con precauzione dallo stampo l'eccesso della malta, lasciandone la superficie con la cazzuola. I provini si disarmeranno quindi subito a mano colle debite cautele, oppure meccanicamente coll'uso di uno sfornatore automatico, conservandoli per 24 ore consecutive in un'atmosfera umida ad una temperatura compresa fra 15° e 20° ed al riparo dalle correnti d'aria e dal sole

Le piccole focacce o gallette saranno immerse nell'acqua potabile 24 ore dopo la loro confezione, essendo state conservate durante questo periodo di tempo in un'atmosfera umida, al riparo dalle correnti d'aria e dai raggi del sole e ad una temperatura compresa fra 15° e 20°

Dopo i periodi di tempo indicati per le prove di resistenza alla trazione ed alla compressione, le piccole focacce o gallette verranno levate dall'acqua, e si osserverà il loro stato di conservazione per constatare se presentano deformazioni o delle fessure radiali, allargantisi verso il perimetro.

XII. — Prove di indeformabilità a caldo.

Per le prove di indeformabilità a caldo si impiegheranno provini cilindrici di cm. 3 di diametro e cm. 3 di altezza, preparati entro stampi di metallo dello spessore di $\frac{1}{2}$ mm., aperti secondo una generatrice, e portanti saldati da ciascuna parte della fessura due aghi di cm. 15 di lunghezza.

Gli stampi saranno riempiti di pasta normale e conservati in ambiente umido, al riparo dalle correnti d'aria e dai raggi del sole, e ad una temperatura compresa fra 15° e 20°. Dopo 24 ore, ed in ogni modo mai prima che sia ultimata la presa, i provini saranno immersi nell'acqua potabile ad una temperatura di circa 16°. Entro le 24 ore dal momento dell'immersione, la temperatura dell'acqua sarà progressivamente elevata fino a 100°, in un periodo di tempo compreso fra un quarto d'ora e mezz'ora. Tale temperatura sarà mantenuta durante 6 ore consecutive e si lascerà poi in seguito raffreddare l'acqua per la misura finale.

L'aumento del distacco delle punte degli aghi darà la misura del rigonfiamento avvenuto nella massa di agglomerante contenuta nel provino.

Per la prova di indeformabilità a caldo si potranno impiegare anche dei provini sferici di cm. 4 a 5 di diametro. Tali provini si fabbricano impastando il materiale con una quantità d'acqua del 1% inferiore a quella necessaria per ottenere la pasta normale e ricavando dall'impasto stesso, col palmo delle mani, delle sfere di cm. 4 a 5 di diametro.

Le sfere vengono conservate per 24 ore in un ambiente umido, al riparo dalle correnti d'aria e dai raggi del sole e ad una temperatura compresa fra 15° e 20°

Trascorse le 24 ore, e in ogni modo mai prima che sia ultimata la presa, le sfere sono collocate nell'acqua potabile, seguendo le norme indicate sopra pei provini cilindrici

Ritirate a suo tempo dall'acqua le sfere, queste verranno esaminate per constatare se, o meno, si sono disaggregate o screpolate, oppure se si disaggregano, screpolano o fendono, producendo una materia friabile, che si distacca collo sfregamento.

XIII — Prove complementari.

Per ulteriori studi sulle proprietà dei materiali agglomeranti idraulici, o per soddisfare a speciali ricerche in vista di determinate applicazioni, si possono eseguire, o richiedere, altre prove che possono riguardarsi come complementari, perché, se in molti casi della pratica rivestono carattere di secondaria importanza, in qualche altro possono invece averne moltissima

Per alcune di queste prove non può dirsi ancora che sia stata raggiunta uniformità di apprezzamento ed un accordo sul modo di eseguirle; quindi sembra sufficiente la loro enumerazione senza entrare in particolarità descrittive. Per altre, come ad esempio

l'analisi chimica, per la loro natura, non può sorgere alcun dubbio intorno al modo col quale esse debbono essere fatte; quindi anche per queste basta la loro indicazione senza l'aggiunta di prescrizione alcuna

Tali prove sono:

esame della composizione chimica dell'agglomerante, con speciale riguardo pel solfato di calce e l'ossido di magnesio;

prova di omogeneità;

prova di porosità;

prova di permeabilità;

prova di aderenza;

prova di resistenza alla decomposizione in acqua di mare;

prova di resistenza a sforzo tagliente

PARTE II.

PROVE NORMALI PER L'ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

AGGLOMERANTI IDRAULICI

I materiali agglomeranti idraulici in uso si distinguono nelle seguenti categorie o gruppi:

calci idrauliche;

calci eminentemente idrauliche;

cementi a rapida presa;

cementi Portland a lenta presa

Essi non dovranno contenere solfati in proporzione che corrisponda a più dell' 1 2% di anidride solforica ed ossido di magnesio in proporzione superiore al 3%

Le prove fisiche d'accettazione per le singole categorie sono le seguenti:

Calci idrauliche ed eminentemente idrauliche:

Finezza di macinazione, densità, prova di presa, come è indicato ai capitoli I, II, III e VII.

Prove di resistenza alla trazione e alla compressione, come è indicato ai capitoli VIII e IX, salvo che il tempo, che deve trascorrere prima dell'immersione dei provini nell'acqua, deve essere di 48 ore, e che le prove sulla pasta normale non si eseguiscano.

Prove di indeformabilità a freddo ed a caldo, come è indicato ai capitoli X e XI, salvo che, per entrambe, le focacce o le gallette e le sfere devono essere collocate nell'acqua 48 ore dopo la loro confezione, e per la prova a caldo la temperatura dell'acqua dovrà essere di 50° e la sua azione durare soltanto tre ore.

Cementi a rapida presa:

Finezza di macinazione, densità, come è indicato ai capitoli I, II e III.

Pasta normale come è indicato al capitolo IV. La quantità del cemento non dovrà, però, essere superiore ai 500 grammi e la durata dell'impasto sarà ridotta a un minuto.

Malta normale, come è indicato al capitolo VI. La quantità della miscela non dovrà

essere superiore a 500 grammi e la durata dell'impasto sarà ridotta ad un minuto. L'impasto sarà fatto a mano entro una ciotola di ferro col mezzo di un cucchiaio pure di ferro.

Prove di presa, come è indicato al capitolo VII.

Prove di resistenza alla trazione ed alla compressione, come è indicato ai capitoli VIII e IX. La preparazione dei provini sarà fatta a mano, e dovrà essere ultimata prima che incominci la presa. I periodi delle prove scadranno dopo minuti 15, 60, ore 24, giorni 3, 7, 28, ecc per il cemento puro, e dopo giorni 1, 7, 28, ecc per la malta.

Prove di indeformabilità a caldo ed a freddo, come è indicato nei capitoli X e XI. Per le prove a caldo però la temperatura dell'acqua sarà limitata a 50°.

Cementi Portland a lenta presa:

per questi agglomeranti idraulici si eseguiranno le prove considerate nelle prescrizioni generali relative ai metodi normali di prova per gli agglomeranti idraulici seguendo le norme indicate ai capitoli relativi, senza modificazione alcuna

ALLEGATO B

PRESCRIZIONI NORMALI PER L'ESECUZIONE DELLE OPERE IN CEMENTO ARMATO

I — Prescrizioni generali

1 — Ogni opera in cemento armato dovrà essere costruita in base ad un progetto completo esecutivo, firmato da un ingegnere

Dal progetto dovranno risultare tutte le dimensioni e disposizioni del conglomerato e del metallo, ed i relativi calcoli statici giustificativi

2. — L'esecuzione delle opere in cemento armato non potrà essere affidata che a costruttori idonei, i quali comprovino la loro idoneità con certificati rilasciati a norma dell'art. 2 del Capitolato generale per i lavori dello Stato.

3. — Nel progetto saranno indicate con precisione le qualità e proprietà dei materiali da impiegarsi, le dosature del conglomerato, le modalità di costruzione, del disarmo e del collaudo.

Le qualità e proprietà dei materiali, quando venga richiesto, saranno comprovate da certificati rilasciati da laboratori ufficiali.

II — Qualità dei materiali.

4 — Il cemento dovrà essere esclusivamente del tipo Portland a lenta presa, stagionato, fornito coll'imballaggio originale, e rispondente ai seguenti requisiti:

a) costanza di volume, da controllarsi con prove a caldo ed a freddo, di regola su focacce e pallottole;

b) densità assoluta minima 3,05;

c) residuo massimo sullo staccio: di 900 maglie 2% — di 4900 maglie 20 %;

d) la presa della pasta normale di cemento puro alla temperatura di 15-18° non deve incominciare prima di un'ora, né terminare prima di 5 ore o dopo 12 ore;

e) le prove di resistenza su saggi di malta normale (1 : 3 in peso), preparati a macchina, dovranno dare almeno i seguenti risultati:

	Dopo 7 giorni di stagionatura di cui i 6 ultimi in acqua dolce	Dopo 28 giorni di stagionatura di cui i 27 ultimi in acqua dolce
Trazione kg/cm ²	16	20
Pressione "	180	220

Tutte le prove verranno eseguite secondo le norme fissate dall'Associazione italiana per gli studi sui materiali da costruzione.

Per lavori da eseguirsi in presenza di acqua marina, il cemento dovrà inoltre a richiesta della direzione dei lavori, essere assoggettato a prove supplementari, come ad esempio l'analisi chimica, le prove per immersione, od altre

5. — La sabbia naturale od artificiale dovrà risultare di grani resistenti e non eccessivamente piccoli; sarà scricchiolante alla mano, e non lascerà traccia di sporco. Essa sarà esente di salsedine, da ogni materia terrosa, vegetale, melmosa o polverulenta; in caso contrario verrà lavata all'acqua dolce fino a realizzare le suddette qualità.

6. — La ghiaietta dovrà essere ben pura e scevra da qualunque sostanza estranea, esente da salsedine o da parti terrose o friabili; in caso contrario sarà lavata all'acqua dolce fino a che siano realizzate le qualità richieste.

La ghiaietta dovrà avere dimensioni tali da passare facilmente negli interstizi tra i casseri e le armature di ferro, come pure fra queste. In ogni caso è da riguardarsi come massima la dimensione di cm 5.

Qualora invece della ghiaia s'impieghi pietrisco, questo dovrà provenire da pietra compatta, non marnosa né geliva, essere esente da impurità e materie polverulenti. La grossezza degli elementi dovrà corrispondere a quella definita per la ghiaia.

7. — La dosatura normale del conglomerato sarà di kg 300 di cemento per m³ 0,400 di sabbia asciutta e non compressa e m³ 0,800 di ghiaietta. In circostanze speciali potrà essere richiesto un impasto più ricco: in ogni caso però il conglomerato dovrà riuscire pieno e compatto.

L'acqua per gl'impasti, come quella per la lavatura della sabbia e della ghiaia dovrà essere limpida, pura e dolce.

La resistenza allo schiacciamento del conglomerato di dosatura normale, a 28 giorni di maturazione avvenuta in ambiente umido, sperimentata su cubi di 10-15 cm. di lato, secondo la grossezza degli elementi, non dovrà risultare inferiore a 150 kg/cm². Per impasti d'altra dosatura la resistenza allo schiacciamento, sperimentata come si è detto, non dovrà essere inferiore a cinque volte il carico di sicurezza adottato nei calcoli, colla tolleranza del 10 % rispetto al carico medio di rottura.

8. — Per le armature del conglomerato sarà preferibilmente da impiegarsi il ferro colato o ferro omogeneo ottenuto col procedimento Siemens-Martin. Il metallo sarà liscio alla superficie, privo di gobbe o soffiature, di screpolature e di altre soluzioni di continuità.

La resistenza alla rottura per trazione, sperimentata su provette aventi una lunghezza utile di 20 diametri, preparate a freddo, ed in tutto conformi ai tipi normali adottati dall'Associazione Italiana per gli studi sui materiali da costruzione, sarà compresa fra 36 e 45 kg/mm². Il coefficiente di qualità, ossia il prodotto del carico unitario di rottura per mm² per l'allungamento percentuale, non dovrà risultare inferiore a 900.

Qualora sia ammesso lo impiego del ferro agglomerato o saldato, esso dovrà essere compatto, malleabile a caldo e a freddo; saldabile, liscio sulla superficie esterna, privo di screpolature; non dovrà presentare bruciature, saldature aperte ed altre soluzioni di continuità.

La resistenza alla tensione, determinata come sopra, sarà almeno di 34 kg/mm² con un coefficiente di qualità minimo di 400.

Oltre alle prove a rottura per trazione potranno essere richieste le seguenti prove al piegamento:

Prova al piegamento pel ferro omogeneo. — Un pezzo di ferro riscaldato al color rosso chiaro ed immerso nell'acqua a 28° centigradi, dovrà potersi ripiegare col martello su se stesso in modo da formare un cappio, il cui occhio abbia un diametro uguale alla grossezza del ferro, senza che si producano fenditure.

Prova al piegamento pel ferro agglomerato. — Un pezzo di ferro dovrà potersi piegare a freddo col martello, ad angolo retto, attorno ad un cilindro, il cui diametro sia 6 volte la grossezza del ferro, senza che si producano fenditure.

Per tutte le prove suddette si potranno sperimentare per ogni 100 pezzi tre saggi ricavati, se è possibile, dai ritagli d'estremità. Se uno di essi non soddisfa alle prove prescritte, si prenderanno dalle relative forniture altri due saggi per 100 pezzi: se di nuovo uno di questi ultimi non soddisfa alle dette prove, il materiale verrà rifiutato.

III. — Norme di costruzione.

9. — Nella formazione degli impasti i vari ingredienti dovranno riuscire intimamente mescolati ed uniformemente distribuiti nella massa; gl'impasti si faranno soltanto in quantità necessaria per l'impiego immediato, cioè prima dell'inizio della presa.

I materiali componenti il conglomerato possono essere mescolati a mano od a macchina; quando l'importanza del lavoro lo permetta, quest'ultimo procedimento è preferibile.

La preparazione degli impasti si farà su di un'aia pavimentata, quanto è più possibile vicino al luogo d'impiego.

Quando non si adoperino macchine impastatrici, si mescoleranno a secco ripetutamente prima il cemento colla sabbia, poi questa mescolanza colla ghiaietta o col pietrisco ed in seguito si aggiungerà l'acqua per ripetute aspersioni, continuando a rimiscolare l'impasto finché assuma l'aspetto di terra appena umida.

10. — Costruito il cassero per il getto del conglomerato, si disporranno le armature metalliche nella posizione progettata, legandole agli incroci con filo di ferro e tenendoli in posto mediante puntelli e sostegni provvisori.

I ferri sporchi, unti o notevolmente arrugginiti devono essere accuratamente puliti prima della messa in opera.

Nei punti d'interruzione i ferri verranno sovrapposti per una lunghezza di 30 diametri, legandoli insieme ed uncinandone le estremità, oppure verranno riuniti con manicotto filettato. Tali interruzioni devono essere sfalsate e capitare nelle regioni di mi-

nore sollecitazione. Bolliture o saldature saranno tollerate soltanto in quei punti dove il ferro è cimentato a non più del 25 % dello sforzo che con tutta sicurezza può sopportare, purché prove sperimentali fatte su tre campioni ogni cento, o frazione di centinaio, a scelta, diano buon risultato

11. — La direzione dei lavori, prima che vengano effettuati i getti del conglomerato, controllerà se la posizione dei ferri corrisponde esattamente alle indicazioni del progetto

12. — Il conglomerato verrà messo in opera, subito dopo eseguito l'impasto, a strati di piccola altezza, ben battuti con pestelli di appropriata forma e peso fino a che l'acqua affiori alla superficie

Il conglomerato dovrà avvolgere completamente i ferri, ed a tale scopo si farà attorno ad essi una scialbatura di cemento immediatamente prima del getto

Nelle riprese di conglomerato ancor fresco si bagnerà la superficie con acqua, in quelle di conglomerato che ha già iniziato o fatto la presa, si raschierà la superficie e si umetterà con scialbo di cemento in modo da assicurare la continuità della struttura. Si farà anche la lavatura se la ripresa è di vecchia data

13. — Per accertare che il conglomerato risponda sempre alle prescritte condizioni, la Direzione dei lavori, durante l'esecuzione delle opere, potrà fare prelevi di conglomerato per formare campioni di assaggio

Se il carico medio di schiacciamento di tali campioni, a 28 giorni di maturazione, avvenuta in un ambiente umido, sarà inferiore del 10 % allo sforzo cinque volte maggiore di quello che, secondo il progetto, deve sopportare il conglomerato, la Direzione dei lavori prenderà quelle disposizioni che crederà opportune

14. — E' assolutamente vietato di mettere in opera il conglomerato a temperatura inferiore a zero gradi; salvo che, in casi eccezionali, si adottino provvedimenti speciali da approvarsi dalla direzione dei lavori

15. — Si prenderanno le opportune disposizioni per evitare gli inconvenienti derivanti dalle variazioni di temperatura

16. — Le opere in cemento armato, fino a sufficiente maturazione, e cioè per un periodo di tempo da 8 a 14 giorni, dovranno essere periodicamente innaffiate, ricoperte di sabbia o di tele mantenute umide; esse dovranno inoltre essere protette contro le vicende meteoriche

17. — Le armature in legname debbono essere sufficientemente rigide per resistere al peso proprio della costruzione ed alle vibrazioni prodotte dalla pigiatura del conglomerato. Sarà poi utile che esse siano costruite in guisa che, al momento del primo disarmo, rimanendo in posto i necessari puntelli, possano essere rimosse senza pericolo di danneggiare l'opera, le sponde dei casseri ed altre parti meno importanti

In determinati casi potrà esigersi che le pareti di legname a contatto col conglomerato siano perfettamente piallate e, occorrendo, ingrassate

Devonsi poi lasciare nelle armature in legname alcuni giunti aperti di sufficiente larghezza, onde impedire che il rigonfiamento del legname prodotto dalla umidità disturbi la regolare presa del conglomerato

18. — Durante la costruzione, le opere non dovranno essere soggette al passaggio diretto degli operai e mezzi d'opera

19. — Non si procederà ad alcun disarmo prima che il conglomerato abbia raggiunto un grado sufficiente di maturazione, ed in ogni caso per semplici solette fino a m.

1,50 circa di portata, devesi riguardare come limite inferiore 10 giorni. Le opere di maggior portata e di forti dimensioni staranno armate per più tempo da indicarsi fra le modalità del progetto

In presenza di stagioni eccezionalmente contrarie alla buona maturazione del conglomerato, il tempo prescritto pel disarmo sarà convenientemente protratto. Ciò va detto in particolar modo per quelle opere che durante la costruzione fossero state colpite dal gelo, per le quali, dopo accertato l'avvenuto disgelo nell'interno del conglomerato, dovrà correre, prima del disarmo, tutto intero il periodo di tempo fissato per la maturazione o stagionatura

Durante la rimozione delle armature in legname si provvederà con opportune disposizioni a che la costruzione non riceva urti, scuotimenti e vibrazioni

IV — Collaudo.

20 — Nelle operazioni di collaudo, oltre al controllare la perfetta esecuzione del lavoro e la sua corrispondenza coi dati del progetto, si potrà procedere a prove di carico. Per quest'ultime sarà dato avviso a tempo opportuno dalla Direzione dei lavori al costruttore ed all'impresario, raccomandandone la partecipazione

La prova di carico non avrà luogo prima di 60 giorni dall' ultimazione dell'opera. Se la costruzione, nella prova di collaudo, può essere caricata nel modo più gravoso supposto nei calcoli statici, non occorrerà aumentare l'intensità del carico. Quando invece si sperimentasse con carichi parziali, dovrà l'intensità del carico di collaudo superare quella del carico di calcolo, in misura da determinarsi caso per caso dalla Direzione dei lavori, tenendo conto così del beneficio apportato dalla solidarietà delle parti non caricate. In ogni caso tale aumento non supererà il 100 %.

Sotto il carico di prova non dovranno manifestarsi deformazioni permanenti maggiori del 30 % delle deformazioni totali. Le deformazioni elastiche saranno valutate in base ai criteri indicati al n. 23, 2° capoverso. Le frecce totali d'incurvamento per una costruzione a solaio con estremità incastrate, sia pure imperfettamente, non dovranno mai risultare superiori ad un millesimo della portata.

Nessuna costruzione in cemento armato potrà entrare in servizio, sia pure transitorio, prima del collaudo; l'uso che eventualmente ne facesse il costruttore è a tutto suo rischio e pericolo

V — Norme per i calcoli statici

21. — Peso proprio. — Si valuterà di norma il peso proprio del conglomerato armato, cioè compreso il peso dei ferri, in ragione di 2500 kg/m^3 , salvo che da pesature speciali, eseguite per la costruzione di cui si tratta, risulti una cifra diversa

22 — Carichi accidentali. — I carichi accidentali verranno fissati colle stesse norme valevoli per gli altri generi di costruzione. Si terrà conto delle eventuali azioni dinamiche, aumentando il sovraccarico del 25 %, ed anche più in casi eccezionali.

23. — Sollecitazioni esterne. — Le sollecitazioni esterne verranno determinate colle teorie ordinarie della scienza delle costruzioni.

Se si tratta di costruzioni staticamente indeterminate, allo scopo di calcolare le forze incognite, nel valutare gli enti geometrici delle sezioni trasversali dei solidi, si supporrà che gli elementi superficiali metallici siano affetti da coefficienti (m) decupli di quelli degli elementi di conglomerato,

$$m = \frac{E_f}{E_c} = 10$$

ritenendo quest'ultimi reagenti, anche quando siano tesi.

Occorrendo si valuterà in cifra tonda, il modulo di elasticità normale del cemento armato in 200 t/cm^2 . Se la percentuale metallica è inferiore al 2 % si può anche, nei calcoli suddetti, fare astrazione dalla presenza del ferro.

Nei casi di solidi inflessi, quali comunemente si incontrano nella pratica, nel calcolo delle sezioni in corrispondenza degli appoggi, in molti casi dovrà considerarsi l'incastro perfetto e la continuità delle travi: mentre per la sezione centrale di una campata, negli stessi casi il momento flettente può essere valutato partendo dall'ipotesi che negli appoggi abbia luogo soltanto $\frac{2}{3}$ del momento precedentemente calcolato. In mancanza di un calcolo esatto delle condizioni d'incastro, si può per la sezione centrale ridurre del 20 % il momento che sarebbe dato dall'ipotesi degli appoggi semplici di estremità.

Nel caso di una soletta rinforzata da nervatura si ammetterà che partecipi utilmente all'inflessione di quest'ultima soltanto una porzione di soletta la cui larghezza non superi la minore delle seguenti dimensioni: l'interasse delle nervature, venti volte lo spessore della soletta, dieci volte la larghezza della nervatura, un terzo della portata della nervatura.

Solette armate nelle due direzioni ortogonali ed appoggiate od incastrate su tutto il loro perimetro, potranno essere calcolate come lastre rispettivamente appoggiate od incastrate al contorno.

24 — Sforzi interni. — Se la sollecitazione esterna provoca sforzo di pressione in tutti gli elementi della sezione trasversale del solido (quando in quest'ultima gli elementi superficiali metallici siano valutati nel modo indicato al n. 23) valgono gli ordinari metodi di calcolo.

Se invece, valutati sempre gli elementi superficiali metallici nel modo anzidetto, venissero provocati anche sforzi di tensione, si prescindere dalla resistenza a tensione del conglomerato, e l'asse che separa la porzione reagente dell'inerte e gli sforzi unitari verranno determinati partendo dai seguenti principi:

- a) conservazione delle sezioni piane;
- b) proporzionalità degli sforzi alle distanze dei singoli elementi superficiali dell'asse suddetto.

25 — Calcolo dei pilastri. — I pilastri, quando il rapporto fra lunghezza libera di flessione e la dimensione trasversale minima supera 15, verranno calcolati come solidi caricati di punta, e si terrà conto dell'eventuale eccentricità del carico.

Le legature trasversali dei ferri che armano il pilastro devono essere eseguite, colla massima cura, e trovarsi almeno così vicine da escludere la possibilità della flessione laterale dei detti ferri considerati come isolati.

26. — Deformazioni. — Per il calcolo delle deformazioni si terrà presente quanto è stato detto al n. 23, 2° capoverso, relativamente alla valutazione degli enti geometrici delle sezioni trasversali dei solidi, e al valore del modulo di elasticità E (E_f pel ferro, E_c pel conglomerato, $E_f = m E_c$).

27 — Carichi di sicurezza. — Il carico di sicurezza pel conglomerato, a compressione semplice, non supererà un quinto del carico di schiacciamento a 28 giorni di matu-

razione, da indicarsi nel progetto, ed a richiesta, da comprovarsi con certificato di un Laboratorio ufficiale

Non si farà assegnamento sulla resistenza del conglomerato alla tensione ed al taglio, ritenendo che tali sollecitazioni vengano sopportate esclusivamente dall'armatura metallica.

Il ferro omogeneo non sarà assoggettato a sforzo di tensione o di compressione semplice (cioè senza pericolo di flessione laterale) superiore 1000 kg/cmq. e ad 800 kg/cmq per la sollecitazione al taglio.

Per il ferro agglomerato i carichi di sicurezza saranno i quattro quinti di quelli ammessi pel ferro omogeneo

ALLEGATO C

CONDIZIONI TECNICHE ALLE QUALI DEBBONO SODDISFARE LE FORNITURE DI AGGLOMERANTI IDRAULICI DA IMPIEGARSI NEI LAVORI DIPENDENTI DAL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI.

I — Condizioni generali

I materiali agglomeranti, calci e cementi, da impiegarsi nei lavori dipendenti dal Ministero dei Lavori pubblici, dovranno essere forniti in sacchi piombati, cuciti internamente, con la marca della Ditta e dello stabilimento da cui provengono, e debbono essere accompagnati da un attestato del fabbricante, in cui sia indicata la data di fabbricazione di ciascuna fornitura, e il risultato delle prove fatte nel laboratorio della Ditta produttrice

L'Impresa assuntrice dei lavori ha l'obbligo di dichiarare all'atto della consegna dei lavori, lo stabilimento o gli stabilimenti da cui intende di provvedere i materiali agglomeranti, e presentare, ad invito dell'Amministrazione, i campioni dei prodotti

In qualunque momento, sia alla presentazione di questi campioni, sia all'atto della fornitura, sia durante le costruzioni, l'Impresa deve prestarsi alle prove sulle calci e cementi approvvisionate o da approvvisionare, provvedendo a tutte le spese di prelevamento e invio dei campioni agli istituti di prova che saranno indicati dall'Amministrazione, e pagando le relative tasse.

Tutte le prove sulle calci e sui cementi, tanto nei laboratori della Ditta produttrice, quanto in quelli designati dall'Amministrazione, dovranno essere eseguite secondo i metodi normali, adottati dal Congresso di Perugia dell'Associazione italiana per gli studi sui materiali da costruzione del maggio 1906 sopra riprodotti (allegato A)

Laddove sono indicati limiti di resistenza dopo la stagionatura di 7 e 28 giorni, si intende sempre che l'accettazione definitiva delle partite deve dipendere dalle prove relative al secondo dei due periodi

II — Condizioni particolari da raggiungersi nelle prove normali.

1ª Categoria — Calci eminentemente idrauliche

- a) Finezza di macinazione. — Le calci eminentemente idrauliche dovranno essere macinate in guisa da non lasciare più del 7 % di residuo sullo staccio di 900 maglie per centimetro quadrato, e non più del 25 % su quello di 4900 maglie.
- b) Densità assoluta — Non dovrà essere inferiore a 2,70

- c) Presa — Il principio della presa della pasta normale dovrà avvenire non prima di 6 ore e la fine della presa non dopo 48 ore, calcolate dal momento dell'impasto.
- d) Resistenza alla trazione — I provini di malta normale sottoposti alla prova di trazione dopo 28 giorni di stagionatura, calcolati dal momento della formazione dello impasto non dovranno rompersi a meno di 8 kg per centimetro quadrato.
- e) Resistenza alla compressione. — I provini di malta normale, stagionati come sopra, sottoposti alle prove di compressione non dovranno rompersi a meno di 50 kg per centimetro quadrato.

2ª Categoria. — Calci idrauliche ordinarie

NB. — Per calci idrauliche ordinarie si adatteranno le prescrizioni delle calci eminentemente idrauliche, salvo i limiti di resistenza, che saranno ridotti ai minimi di kg. 5 e 25 per centimetro quadrato, rispettivamente alla trazione e alla compressione, dopo 28 giorni di stagionatura o maturazione

3ª Categoria. — Cementi a rapida presa

- a) Finezza di macinazione. — Non dovranno lasciare un residuo maggiore del 20% sullo staccio di 900 maglie per centimetro quadrato.
- b) Densità assoluta — Dovrà essere superiore a 2,80
- c) Presa — La presa della pasta di cemento puro dovrà cominciare e finire fra 1 e 30 minuti primi
- d) Resistenza I provini di pasta di cemento puro a consistenza normale non dovranno rompersi ad uno sforzo di trazione minore di kg. 16 per centimetro quadrato e di compressione minore di kg. 160 per centimetro quadrato, dopo 7 giorni della formazione dell' impasto, stagionato sotto acqua

4ª Categoria. — Cementi a lenta presa (Portland)

- a) Finezza di macinazione — Il residuo sullo staccio di 900 maglie per centimetro quadrato non dovrà essere superiore al 2 % e quello sullo staccio di 4900 maglie non dovrà superare il 20%
- b) Densità assoluta — Non dovrà essere inferiore a 3,05
- c) Indeforabilità a freddo ed a caldo. — Per le prove di indeforabilità a caldo si impiegheranno esclusivamente provini sferici di cemento di 4 a 5 cm di diametro. Tanto le focacce o le gallette di cemento per le prove di indeforabilità a freddo, quanto i provini sferici di cemento per quelle a caldo, non dovranno presentare screpolature di sorta dopo le prove.
- d) Presa — La presa della pasta normale non deve cominciare prima di un'ora, né terminare prima di 5 ore o dopo 12 ore dal momento dello impasto
- e) Resistenza alla trazione — I provini di malta normale, sottoposti alle prove di trazione dopo 28 giorni di stagionatura, non dovranno rompersi a meno di kg. 20 per centimetro quadrato.
- f) Resistenza alla compressione — I provini di malta normale non dovranno rompersi a meno di kg. 220 per centimetro quadrato, dopo 28 giorni di stagionatura

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserito nella raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare

Dato a San Rossore, addì 4 settembre 1927 - Anno V

VITTORIO EMANUELE
MUSSOLINI — GIURATI

Visto, il Guardasigilli: ROCCO.

Registrato alla Corte dei conti, addì 31 ottobre 1927 - Anno VI

Atti del Governo, registro 265, foglio 195. — SIROVICH

PRESCRIZIONI PER L'ACCETTAZIONE DEGLI AGGLOMERANTI IDRAULICI E L'ESECUZIONE DELLE OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO SEMPLICE ED ARMATO.

PARTE I.

(omissis)

PARTE II

PRESCRIZIONI PER LE COSTRUZIONI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO SEMPLICE OD ARMATO ⁽¹⁾

I — Prescrizioni generali

1. — Ogni opera in conglomerato cementizio, semplice od armato, dovrà essere costruita in base ad un progetto esecutivo, firmato da un ingegnere. Dal progetto dovranno risultare le disposizioni e le dimensioni delle membrature del conglomerato e del metallo che le arma, le ipotesi di carico; la natura, la qualità e le resistenze dei materiali; le modalità della costruzione, del disarmo e del collaudo, comprese quelle degli eventuali giunti di dilatazione; nonché i relativi calcoli statici giustificativi.
2. — Le qualità e proprietà dei materiali da impiegarsi nell'esecuzione di ogni opera, saranno comprovate da certificati rilasciati da laboratori ufficiali.
3. — L'esecuzione delle opere in conglomerato sarà diretta da un ingegnere, e dovrà essere affidata soltanto a costruttori i quali comprovino la loro idoneità in questo particolare sistema di costruzione mediante appositi certificati da cui risulti che essi abbiano eseguito o diretto importanti lavori di tal genere con risultato pienamente favorevole.
4. — Il prefetto provvederà alla sorveglianza sulle costruzioni in cemento armato. A tale scopo il committente ha l'obbligo di presentare alla prefettura prima dell'inizio dei lavori il progetto dell'opera in doppio esemplare colle firme del committente e del

⁽¹⁾ Per le dighe vigono prescrizioni speciali emanate con relativo decreto.

progettista Uno di tali esemplari, munito del bollo della prefettura, verrà restituito al committente per essere conservato in cantiere a disposizione dell'autorità Il committente dovrà inoltre comunicare al prefetto il nome del direttore dei lavori e quello dell'appaltatore, avvertendolo altresì immediatamente delle eventuali sostituzioni

Il prefetto, quando lo ritenga opportuno, ordinerà ispezioni sulla costruzione, affidandole ad uffici tecnici municipali o ad ingegneri di riconosciuta competenza in materia. Qualora la costruzione non corrisponda alle prescrizioni del presente decreto, il prefetto ordinerà la sospensione dei lavori ed affiderà al personale sopra indicato una inchiesta per i provvedimenti del caso.

Agli ingegneri liberi professionisti incaricati delle ispezioni suddette è dovuta una diaria di L. 100 per ogni visita d'ispezione oltre le indennità di trasferta fissate dalle vigenti leggi per i funzionari dello Stato del grado 6° per visite fatte nell'interesse dello Stato

La suddetta diaria sarà ridotta a metà quando trattasi di ingegneri appartenenti ad uffici tecnici municipali

Al termine dei lavori il committente dovrà presentare in prefettura il certificato di collaudo, eseguito sempre da un ingegnere di riconosciuta competenza, prima di ottenere la licenza di uso della costruzione

Dalle precedenti disposizioni sono esentate le opere eseguite per conto o sotto la diretta sorveglianza dello Stato.

II. — Qualità dei materiali.

5 — Il cemento da impiegarsi dovrà essere esclusivamente a lenta presa, convenientemente stagionato e rispondente ai requisiti stabiliti nelle prescrizioni per gli agglomeranti idraulici Parte I, Capo II

Per lavori da eseguirsi in presenza di acqua marina, il cemento dovrà inoltre essere assoggettato a prove supplementari, da fissarsi dall'ingegnere progettista nel capitolato speciale d'appalto

6 — La sabbia naturale od artificiale dovrà risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti non provenienti da rocce decomposte o gessose, non eccessivamente piccoli né troppo grossi in relazione a quanto fosse al riguardo prescritto nei capitolati speciali Essa sarà scricchiolante alla mano, non lascerà traccia di sporco, non dovrà contenere materie organiche, melmose o comunque dannose per la presa e dovrà essere esente da salsedine. Verrà lavata all'acqua dolce fino a sufficienza, ogni qualvolta il lavaggio serva ad eliminare le materie nocive

7 — La ghiaietta dovrà essere bene assortita, formata di elementi resistenti e non gelivi, scevra da sostanze estranee, da elementi friabili o terrosi o da salsedine. In ogni caso, verrà lavata all'acqua dolce fino a sufficienza

Le dimensioni dei grani della ghiaietta saranno stabilite dai capitolati speciali in relazione alla natura di ciascuna opera Trattandosi di strutture di cemento armato, le dette dimensioni non dovranno di norma superare cm. 3, salvo il caso di strutture a grande sezione con ferri assai distanziati per le quali potrà essere tollerata la dimensione di cm. 5.

8 — Qualora invece della ghiaietta s'impieghi pietrisco, questo dovrà provenire da roccia compatta, non gessosa, non geliva; non dovrà contenere impurità e materie polverulenti. La grossezza degli elementi dovrà corrispondere a quella fissata per la ghiaietta. In ogni caso dovrà procedersi al lavaggio.

9 — La dosatura normale del conglomerato sarà di kg. 300 di cemento per m³ 0,400 di sabbia e m³ 0,800 di ghiaietta o di pietrisco. In costruzioni speciali od assoggettate a sforzi notevoli, o quando si renda necessario di aumentare la quantità di sabbia, diminuendo quella della ghiaia, si prescriverà un impasto più ricco di cemento; in ogni caso però il conglomerato dovrà riuscire compatto.

10. — L'acqua per gli impasti dovrà essere limpida e dolce, non contenente cloruri e solfati in percentuale dannosa.

11 — Il conglomerato, a seconda della sua consistenza dipendente dalla percentuale d'acqua impiegata nella sua confezione, si distingue in:

a) conglomerato a consistenza di terra appena umida (acqua d'impasto circa il 15% ⁽²⁾ del volume del conglomerato in opera).

Col suo impiego si richiede un energico lavoro di battitura per ottenere sia il costipamento caratterizzato dal trasudamento dell'acqua alla superficie del getto, sia il perfetto riempimento delle casseforme ed il rivestimento dei ferri. Esso non è da usarsi nelle costruzioni in cui l'armatura metallica sia molto complessa e costituita di barre molto avvicinate;

b) conglomerato plastico (acqua d'impasto circa il 17,5% ⁽¹⁾ del volume come sopra). Quando la disposizione e le dimensioni delle armature in ferro e delle casseforme non consentano l'impiego del conglomerato del tipo a), si adopererà l'impasto plastico, il quale permette di ottenere, con un lavoro di battitura più moderato, la regolare esecuzione del getto;

c) conglomerato fluido o colato (acqua d'impasto circa il 20% (1) del volume come sopra).

Sarà tollerato l'uso del conglomerato fluido, solo quando coi conglomerati a) e b) non sia possibile ottenere un getto ben confezionato.

12 — Aumentando la quantità d'acqua d'impasto, rispetto a quella occorrente per il conglomerato del tipo a) si dovrà aumentare la dosatura del cemento almeno del 10% pel conglomerato b) e almeno del 20% pel conglomerato c).

13. — Il conglomerato, prelevato in cantiere dagli impasti impiegati nell'esecuzione dell'opera, dovrà dare, a 28 giorni di stagionatura, una resistenza a pressione almeno quadrupla del carico di sicurezza adottato nei calcoli per le membrature sollecitate a semplice pressione, non escluse più elevate richieste da prescriversi nei capitoli speciali. Non raggiungendosi il limite di resistenza prescritto, l'opera sarà dichiarata sospesa ed a carico del costruttore si applicheranno le sanzioni stabilite nei capitoli speciali suddetti.

14 — La resistenza del conglomerato a pressione verrà determinata sperimentando 4 cubi aventi lo spigolo di 16 cm.

⁽²⁾ La percentuale si riferisce ad ingredienti perfettamente asciutti.

I detti cubi saranno confezionati nel cantiere entro forme metalliche facilmente smontabili, prelevando il quantitativo del conglomerato dallo stesso impasto destinato ai lavori

Dopo 24 ore della loro confezione, i cubi formati con i conglomerati dei tipi a) e b), e dopo 48 ore i cubi di conglomerato del tipo c), verranno sformati con molta cautela.

Dopo la sfomatatura i cubi saranno lasciati maturare in ambiente naturalmente umido, mantenuto a temperatura non inferiore a 10° C. al riparo dalle correnti d'aria, dalla pioggia e dai raggi solari, o verranno coperti con panno mantenuto umido che non tocchi il conglomerato

Trascorsi 7 giorni, i cubi, accuratamente imballati con segatura di legno od altro, potranno essere spediti ad un laboratorio ufficiale per le prove sperimentali.

La rottura dei provini avrà luogo dopo 28 giorni, contati dal momento della preparazione dell'impasto. La compressione dovrà esercitarsi perpendicolarmente a due facce opposte che siano state a contatto delle pareti laterali della forma.

L'apparecchio per la rottura dei provini dovrà essere disposto e regolato in modo che lo sforzo di pressione, sull'intera sezione, possa essere continuo e lentamente crescente.

Si prenderà come resistenza definitiva la media dei 4 risultati e nessuno di questi dovrà riuscire inferiore alla media di oltre il 20%.

15. — L'armatura del conglomerato sarà normalmente costituita con ferro colato od omogeneo (acciaio extradolce) in barre prive di difetti, di screpolature, bruciature e di altre soluzioni di continuità.

In via eccezionale ed in opere di limitata importanza, potrà impiegarsi il ferro agglomerato o saldato, purché sia compatto, malleabile a caldo ed a freddo, privo di screpolature, bruciature, saldature ed altre soluzioni di continuità.

16. — La resistenza alla rottura per tensione del ferro verrà determinata, quando sia possibile, sui tondini stessi destinati all'armatura, altrimenti su provette cilindriche, preparate a freddo ed in tutto conformi ai tipi normali stabiliti nelle norme e condizioni per le prove dei materiali ferrosi. In entrambi i casi, la lunghezza utile per la misura dell'allungamento percentuale di rottura, sarà 10 volte il diametro del provino. Dovranno ottenersi i seguenti requisiti;

a) Ferro omogeneo — Resistenza a tensione compresa fra 38 e 50 kg/mm^2 .

Allungamento di rottura non inferiore rispettivamente a 27 e 21%.

E, quando sia richiesto: contrazione di rottura non inferiore rispettivamente a 60 e 50%.

Un pezzo di ferro, riscaldato al calore rosso chiaro ed immerso nell'acqua a temperatura da 10° a 20° C., dovrà potersi ripiegare su se stesso in modo da formare un cappio, il cui occhio abbia un diametro uguale alla grossezza del ferro, senza che si producano fenditure.

Una striscia od un tondino di ferro dovrà piegarsi a freddo ad U attorno ad un cilindro il cui diametro sia eguale allo spessore od al diametro del ferro, senza che si producano fenditure.

b) Ferro saldato — Resistenza a tensione non minore di 35 kg/mm^2 , allungamento di rottura non minore del 12%.

Un pezzo di ferro dovrà potersi piegare a freddo ad U, attorno ad un cilindro il cui diametro sia 6 volte lo spessore od il diametro del ferro, senza che si producano fenditure.

III — Carichi di sicurezza

17. — Pel conglomerato, il carico di sicurezza a pressione semplice non supererà di norma un quarto del carico di rottura per schiacciamento a 28 giorni o quella minore frazione che venisse stabilita nei capitoli speciali

Ferma restando la suddetta prescrizione nelle membrature sollecitate a pressione semplice non si dovrà superare il carico di 30 kg/cmq. per i conglomerati confezionati con cemento di 2^a qualità, di 40 kg/cmq. per quelli confezionati con cemento di 1^a qualità. Nelle strutture inflesse i detti carichi potranno elevarsi rispettivamente a 40 e 50 kg/cmq. purché si tratti di membrature di altezza non inferiore a centimetri 10.

Il carico di sicurezza dovrà essere stabilito nel progetto; quello di rottura dovrà accertarsi con certificato di un laboratorio ufficiale.

Non si farà assegnamento sulla resistenza del conglomerato a tensione; si potrà fare assegnamento su di una resistenza del conglomerato al taglio non maggiore di 2 kg/cm².

18. — Il carico di sicurezza del ferro omogeneo, assoggettato a sforzo di tensione o di pressione semplice, potrà elevarsi al limite massimo di kg/cm² 1200, mentre per la sollecitazione al taglio dovrà limitarsi a kg/cm² 960.

Il carico di sicurezza per il ferro saldato sarà di kg/cm² 800 per lo sforzo di tensione o di pressione semplice e di kg/cm² 640 per lo sforzo tagliante.

IV — Norme per i calcoli statici

19. — Peso proprio — Si valuterà di norma il peso proprio del conglomerato armato, cioè compreso il peso dei ferri, in ragione di kg/m³ 2400, salvo che da accertamenti speciali eseguiti per la costruzione di cui si tratta, risulti una cifra diversa.

Nel peso proprio dei solai va computato anche il peso del pavimento o degli altri carichi permanenti.

20. — Carichi accidentali — I carichi accidentali verranno fissati con le stesse norme valevoli per gli altri generi di costruzione. Si terrà conto delle eventuali azioni dinamiche aumentando il sovraccarico in ragione del 25% od anche più in casi speciali.

21. — Sollecitazioni esterne — Le sollecitazioni esterne verranno determinate con le norme della scienza delle costruzioni, in base alle condizioni più sfavorevoli di carico, tenendo conto, quando sia il caso, dei cedimenti elastici dei vincoli.

Se si tratta di costruzioni staticamente indeterminate, allo scopo di calcolare le incognite iperstatiche, nel valutare gli enti geometrici delle sezioni trasversali dei solidi si supporrà che gli elementi superficiali metallici siano ampliati nel rapporto

$$n = \frac{E_f}{E_c} = 10$$

e si riterrà che il conglomerato reagisca anche a tensione.

Se la sezione complessiva dell'armatura metallica è inferiore al 2% di quella del conglomerato, si potrà anche, nei calcoli suddetti, fare astrazione dalla presenza del ferro per il calcolo dell'area della sezione resistente.

22 — Per portata di una campata unica di soletta o nervatura si assumerà la luce libera aumentata del 5%.

Nelle costruzioni civili, per i solidi rettilinei iperstatici, incastrati o semi-incastrati, o per campate di travi continue, si potrà assumere, in via di approssimazione: nella parte centrale della campata, $\frac{2}{3}$ del momento massimo corrispondente alla trave semplicemente appoggiata, e, nelle sezioni d'incastro, il momento di incastro perfetto

23. — Nel caso di una soletta rinforzata da nervature si ammetterà che partecipi utilmente all'inflessione di una nervatura soltanto una zona di soletta la cui larghezza non superi la minore delle seguenti dimensioni: l'interasse delle nervature, 16 volte lo spessore della soletta, 8 volte la larghezza della nervatura, 4 volte l'altezza della trave (incluso lo spessore della soletta). Se la soletta sporge a sbalzo da una nervatura, la larghezza della sporgenza da riguardarsi come partecipante all'inflessione della nervatura non si riterrà maggiore di 3 volte la larghezza della nervatura, 6 volte lo spessore della soletta ed una volta e mezzo l'altezza della trave

24. — Lo spessore utile di una soletta soggetta a sovraccarico, formata esclusivamente con conglomerato armato, cioè la distanza fra il lembo compresso ed il baricentro dell'armatura metallica, non deve essere inferiore ad $\frac{1}{25}$ della portata ed in ogni caso non minore di cm. 7. Lo spessore delle solette dei solai speciali con laterizi non deve essere minore di cm. 5

25. — Le eventuali mensole triangolari di raccordo alle estremità delle solette e delle nervature devono essere profilate inferiormente con un'inclinazione non maggiore di 1 di altezza per 3 di base.

26. — Le solette quadrate o rettangolari armate nelle due direzioni ortogonali parallele ai lati si potranno calcolare come lastre purché nella soletta rettangolare il lato più lungo non sorpassi di $\frac{2}{3}$ quello più corto. L'armatura dovrà essere uguale nei due sensi per la soletta quadrata; per la soletta rettangolare l'armatura longitudinale non dovrà essere inferiore a quella trasversale ridotta nel rapporto del quadrato del lato minore a quello del lato maggiore.

Potrà ritenersi che un carico isolato venga sopportato da una zona di soletta larga $\frac{1}{3}$ della portata, più la larghezza della superficie d'appoggio del carico, più il doppio dello spessore complessivo della soletta e del pavimento. Nel senso della portata si riterrà che si ripartisca su di una lunghezza eguale alla lunghezza della superficie d'appoggio del carico, più il doppio dello spessore complessivo della soletta e del pavimento

27 — Sforzi interni — Se la sollecitazione esterna provoca sforzi di pressione in tutti gli elementi della sezione trasversale del solido (quando in quest'ultima gli elementi superficiali metallici siano ampliati nel rapporto 10 rispetto a quelli del conglomerato), valgono gli ordinari metodi di calcolo pei solidi omogenei

Se invece, valutati sempre gli elementi superficiali metallici nel modo anzidetto, venissero provocati anche sforzi di tensione in una parte della sezione, si prescindere dalla resistenza a tensione del conglomerato, e l'asse che separa la porzione reagente dalla inerte e gli sforzi unitari verranno determinati partendo dai seguenti principi:

a) conservazione delle sezioni piane;

b) proporzionalità degli sforzi alle distanze dei singoli elementi superficiali dall'asse suddetto

Devono anche essere valutati gli sforzi tangenziali interni i quali, per la parte eccedente la resistenza offerta dal conglomerato, nella misura indicata al n. 17, verranno sopportate dalle armature metalliche.

28. — Calcolo dei pilastri — I pilastri, quando il rapporto fra la lunghezza libera di flessione e la dimensione trasversale minima supera 15, verranno calcolati come solidi caricati di punta. Si terrà conto in ogni caso dell'eventuale eccentricità del carico. L'armatura longitudinale di un pilastro non dovrà avere una sezione complessiva minore dell'1% o del 0,50 % di quella del conglomerato, quando quest'ultima sia rispettivamente non maggiore di 1600 cmq oppure non minore di 6400 cmq. Per sezioni intermedie di conglomerato la sezione del ferro varierà linearmente fra i limiti suindicati.

Le legature trasversali dei ferri che armano il pilastro devono essere distribuite a distanza pari a 10 volte il diametro dei ferri.

29. — La sezione trasversale delle colonne armate con spirale e ferri longitudinali appoggiati internamente a questa, purché la distanza fra le spire non superi 1/5 del diametro del nucleo cerchiato, può essere equiparata, nei riguardi della resistenza, ad una sezione di conglomerato ordinario dato dalla formula:

$$F = F_c + 10 F_m + 20 F_i$$

nella quale

F_c = sezione cerchiata del conglomerato;

F_m = sezione metallica complessiva dei ferri longitudinali;

F_i = sezione di un'armatura ideale longitudinale equipesante alla spirale.

F non deve però in nessun caso risultare maggiore di $2 F_c$.

La sezione dell'armatura longitudinale F_m deve essere almeno 2/3 di quella dell'armatura F_i .

30. — La cerchiatura non deve essere adottata nelle travi inflesse.

31. — Dilatazioni termiche e ritiro del conglomerato — Nelle costruzioni iperstatiche esposte a forti variazioni di temperatura si dovrà tener conto degli effetti termici calcolando gli sforzi e le deformazioni corrispondenti in base ad un coefficiente di dilatazione lineare eguale a 0,000012. Nelle costruzioni aventi grandi dimensioni sono indispensabili giunti di dilatazione.

Nelle costruzioni per le quali il ritiro del conglomerato, nella sua maturazione all'asciutto, possa alterare il regime degli sforzi interni, tale ritiro sarà valutato in mm. 0,15 per metro lineare.

V. — Deformazioni.

32. — Per il calcolo delle deformazioni, nel valutare gli enti geometrici delle sezioni trasversali dei solidi, si supporrà che gli elementi superficiali metallici siano ampliati nel rapporto

$$n = \frac{E_f}{E_c} = 10$$

e si riterrà che il conglomerato reagisca anche a tensione

Il modulo di elasticità normale del conglomerato armato si assumerà, agli effetti delle operazioni di collaudo, in cifra tonda, eguale a 150 t/cm.²

VI. — Norme di costruzione

33 — Nella formazione degli impasti i vari ingredienti dovranno riuscire intimamente mescolati ed uniformemente distribuiti nella massa; gli impasti saranno preparati soltanto in quantità necessaria per l'impiego immediato, cioè prima dell'inizio della presa.

I materiali componenti il conglomerato possono essere mescolati a mano od a macchina; quando l'importanza del lavoro lo permetta, quest'ultimo procedimento è preferibile.

34 — La preparazione degli impasti si farà su di un'aia, pavimentata, vicina più che sia possibile al luogo d'impiego.

Qualunque sia il mezzo d'impasto, si mescoleranno a secco ripetutamente, prima il cemento con la sabbia, finché la miscela assuma colore uniforme, poi questa mescolanza con la ghiaietta o col pietrisco ed in seguito si aggiungerà l'acqua per ripetute aspersioni, continuando a rimescolare l'impasto fino ad ottenere la consistenza voluta ed indicata al n. 11.

35 — Costruiti i casseri per il getto del conglomerato, si disporranno, con la massima cura, le armature metalliche nella posizione progettata, legandole agli incroci con filo di ferro e tenendole in posto mediante puntelli e sostegni provvisori. I ferri sporchi, unti o notevolmente arrugginiti devono essere accuratamente puliti prima della messa in opera.

Nei punti d'interruzione, i ferri verranno sovrapposti per una lunghezza di 30 diametri, ripiegandoli ad uncino alle estremità, oppure verranno riuniti con manicotto filettato. Tali interruzioni devono essere sfalsate e trovarsi nelle regioni di minore sollecitazione.

Nelle membrature prevalentemente tese le giunzioni saranno fatte con manicotto filettato. Non si tollereranno bolliture o saldature.

Le barre debbono essere piegate alle estremità ad uncino rotondo con una luce interna uguale a cinque volte il diametro del tondino.

I ferri piegati presenteranno nel punto di piegatura un raccordo curvo.

Qualsiasi superficie metallica disterà dalle facce esterne del conglomerato di almeno cm. 0,8 se si tratta di soletta, e di cm. 2 se trattasi di nervatura. Fra le superfici delle barre di ferro vi sarà almeno, in ogni direzione, una distanza eguale al diametro delle medesime, ed in ogni caso non inferiore a cm. 2. Si fa eccezione per le barre sovrapposte nelle travi inflesse, le quali vengono portate a contatto.

36 — In presenza di emanazioni gassose nocive alla costruzione, è prudente che la distanza minima delle superficie metalliche dalle facce esterne del conglomerato sia almeno di cm. 3,5.

Quando vi sia motivo di temere l'azione dannosa di correnti elettriche vaganti le armature metalliche dovranno essere più accuratamente protette.

vantaggio apportato dalla solidarietà con le parti non caricate. I carichi parziali anzidetti dovranno essere determinati in modo che le sollecitazioni effettive risultino eguali a quelle contemplate nei calcoli di stabilità.

Qualora dai detti calcoli, per costruzioni particolari od eccezionali, risulti un sovraccarico superiore del 100% a quello ammesso nel progetto, l'aumento del carico di prova, esteso ad una sola zona della struttura, non dovrà superare il detto limite.

La lettura delle frecce d'inflessione verrà fatta soltanto quando, dopo il caricamento, non si verifichino ulteriori incrementi di deformazione. Le frecce permanenti, valutate dopo la rimozione del carico, quando non si constatino ulteriori ritorni, non dovranno superare il 30% delle deformazioni totali. Sotto il carico di prova non dovranno prodursi fessurazioni.

49. — La deformazione elastica effettiva, cioè la freccia totale diminuita del cedimento degli appoggi e della deformazione permanente, non dovrà risultare maggiore di quella calcolata coi criteri esposti al n. 32.

50. — Nessuno deve assoggettare a carico, sia pure transitorio, una costruzione in conglomerato armato prima della prova di carico; il contravventore è responsabile degli inconvenienti che possono derivarne.

REGIO DECRETO-LEGGE 29 luglio 1933

Norme per l'accettazione dei leganti idraulici e per la esecuzione delle opere in conglomerato cementizio

(Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale del 26 settembre 1933, n. 224)

VITTORIO EMANUELE III

PER GRAZIA DI DIO E PER VOLONTÀ DELLA NAZIONE

RE D'ITALIA

Visto il R. decreto-legge 23 maggio 1932, n. 832, convertito con modificazioni nella legge 22 dicembre 1932, n. 1830, che approva le norme per l'accettazione degli agglomeranti idraulici e per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio
Ritenuta l'urgente ed assoluta necessità di apportare alla legge alcune modificazioni per corrispondere a particolari bisogni riscontratisi nella pratica applicazione delle dette norme;

Visto l'art. 3, n. 2, della legge 31 gennaio 1926 n. 100;

Udito il Consiglio dei Ministri;

Sulla proposta del Nostro Ministro Segretario di Stato per i lavori pubblici, di concerto col Ministro Segretario di Stato per le corporazioni e col Ministro Segretario di Stato per le finanze;

Abbiamo decretato e decretiamo:

Art. 1

Sono approvate e rese obbligatorie le norme per l'accettazione dei leganti idraulici e per la esecuzione delle opere in conglomerato cementizio, quali risultano dall'unito testo vistato dal Ministro proponente.

Art. 2

Il presente decreto entrerà in vigore il 1 gennaio 1934 e da tale data gli Enti pubblici ed i privati dovranno attenersi alle norme suddette restando abrogato dalla stessa data il R. decreto-legge 23 maggio 1932, n. 832, convertito nella legge 22 dicembre 1932, n. 1830.

Art. 3

Il presente decreto sarà presentato al Parlamento per essere convertito in legge

Il Ministro proponente è autorizzato a presentare il relativo disegno di legge.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserito nella raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 29 luglio 1933 Anno XI

VITTORIO EMANUELE

MUSSOLINI — CROLLALANZA — JUNG;

Visto, il Guardasigilli: DE FRANCISCI

Registrato alla Corte dei conti, addì 8 settembre 1933 Anno XI

Atti del Governo, registro 336, foglio 19 — MANCINI.

PRESCRIZIONI

PARTE I

(omissis)

PARTE II

Prescrizioni per le costruzioni in conglomerato cementizio
semplice od armato ⁽¹⁾

I — PRESCRIZIONI GENERALI

1 — Ogni opera in cui le strutture di conglomerato cementizio semplice od armato abbiano funzioni essenzialmente statiche, e comunque interessino l'incolumità delle persone deve essere costruita in base ad un progetto esecutivo firmato da un ingegnere ovvero da un architetto, il quale deve essere iscritto nell'albo, nei limiti delle rispettive attribuzioni ai sensi della legge sull'esercizio professionale.
Dal progetto debbono risultare le disposizioni e le dimensioni delle membrature del conglomerato e del metallo che le arma, le ipotesi di carico, la natura, la qualità e le resistenze dei materiali, le modalità di costruzione, di disarmo e di collaudo, la disposizione degli eventuali giunti di dilatazione. Al progetto debbono essere allegati i calcoli statici giustificativi.

Per queste opere è prescritto l'impiego esclusivo di cemento

2 — Le qualità e le proprietà dei materiali impiegati nella esecuzione di ogni opera sono comprovate durante il corso dei lavori da certificati rilasciati da laboratori ufficiali

3 — L'esecuzione delle opere di cui al n. 1 deve essere diretta da un ingegnere ovvero da un architetto il quale sia iscritto nell'albo e deve essere affidata soltanto a costruttori i quali comprovino, mediante appositi certificati da ottenere con la procedura stabilita nel comma b) dell'articolo 2 del Capitolato generale approvato con decreto del Ministero dei lavori pubblici 28 maggio 1895, la loro idoneità in questo particolare genere di costruzioni. Dai certificati deve risultare che essi siano specializzati per avere eseguito o diretto in modo pienamente favorevole opere analoghe e dell'importanza di quelle appaltate

4 — I costruttori, prima di iniziare la esecuzione di opere in conglomerato cementizio armato o senza armatura che interessino l'incolumità pubblica o abbiano funzioni statiche, debbono farne denuncia alla Prefettura della Provincia inviando un progetto sommario dal quale risulti l'importanza delle opere.

Nei cantieri di lavoro debbono essere, dal giorno dell'inizio dei lavori sino, a quello della loro ultimazione, costantemente conservati i calcoli statici ed i disegni dettagliati in inchiostro indelebile di tutte le parti delle opere in costruzione, datati, bollati e firmati dal progettista e controfirmati con data dal costruttore e dal direttore dei lavori.

Il direttore dei lavori deve riportare nei calcoli statici e nei disegni, con inchiostro di

⁽¹⁾ Per le dighe vigono prescrizioni speciali emanate con relativo decreto.

colore diverso, tutte le modifiche che introduce nelle opere all'atto esecutivo, datandole e firmandole.

I disegni ed i calcoli statici di cui sopra debbono dal costruttore essere mostrati ai tecnici incaricati dalla R. Prefettura di eseguire eventuali ispezioni alle costruzioni in corso, ed alla fine del lavoro all'ingegnere collaudatore che li deve allegare all'atto di collaudo per ogni eventuale responsabilità futura.

Le visite di controllo che la R. Prefettura ritenesse di dover far eseguire da funzionari di uffici tecnici municipali e provinciali o da professionisti di provata competenza, non esonerano il progettista, il direttore dei lavori ed il costruttore dalle responsabilità a ciascuno di essi spettanti per la progettazione, per la direzione dei lavori, per le variazioni del progetto e per la buona esecuzione.

Qualora dalle ispezioni risultasse che i lavori sono eseguiti in modo non soddisfacente, la R. Prefettura sospende la esecuzione e fa eseguire dal tecnico incaricato dell'ispezione, o da apposita commissione di tecnici, una inchiesta per i provvedimenti del caso.

Agli ingegneri incaricati delle ispezioni vengono corrisposti assegni in conformità della tariffa professionale sancita dal Sindacato fascista ingegneri. Tali assegni sono a carico dei costruttori.

Al termine dei lavori il committente deve presentare in Prefettura il certificato di collaudo, eseguito sempre da un ingegnere di riconosciuta competenza, per ottenere la licenza di uso della costruzione.

Nelle opere eseguite per conto dello Stato o sotto la sorveglianza degli organi tecnici statali, per il progettista o il direttore dei lavori, che appartengono agli organi tecnici stessi non è necessaria la iscrizione nell'albo. Dette opere, in ogni caso, sono esenti dal controllo della Prefettura.

II — QUALITÀ DEI MATERIALI

5. — Il cemento, da impiegarsi deve essere esclusivamente a lenta presa, convenientemente stagionato e rispondere ai requisiti stabiliti nelle prescrizioni per i leganti idraulici (parte I, capo II).

Per lavori speciali od in presenza di acqua marina, il cemento può essere assoggettato a prove supplementari, da fissarsi dall'ingegnere progettista nel capitolato speciale d'appalto.

Il costruttore ha l'obbligo della buona conservazione del cemento che non debba impiegarsi immediatamente nei lavori; curando fra l'altro che i locali, nei quali esso viene depositato, siano asciutti e ben ventilati.

6. — La sabbia naturale od artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti non provenienti da rocce decomposte o gessose, non eccessivamente piccoli né troppo grossi in relazione a quanto fosse al riguardo prescritto nei capitolati speciali. Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose per la presa ed essere esente da salsedine. E' prescritto il lavaggio con acqua dolce della sabbia per eliminare le materie nocive, salvo che il direttore dei lavori con ordine scritto dichiarare che non è necessario.

7. — La ghiaietta deve essere bene assortita, formata di elementi resistenti e non geli-

vi, scevra da sostanze estranee, da elementi friabili o terrosi o da salsedine. La ghiaia è lavata con acqua dolce fino a sufficienza, tranne che il direttore dei lavori con ordine scritto dichiara che non è necessario.

Le dimensioni dei grani della ghiaietta sono stabilite dai capitoli speciali in relazione alla natura di ciascuna opera. Trattandosi di strutture in cemento armato, le dette dimensioni non debbono di norma superare cm 3, salvo il caso di strutture a grande sezione con ferri assai distanziati, per le quali può essere tollerata al massimo la dimensione di cm. 5.

8. — Qualora invece della ghiaietta si impieghi pietrisco, questo deve provenire da roccia compatta non gessosa, non geliva, non deve contenere impurità e materie polverulenti, deve essere costituito da elementi della grossezza fissata per la ghiaietta, e lavata nei casi in cui la Direzione dei lavori lo ritenga necessario.

9. — La dosatura normale del conglomerato deve essere di Kg. 300 di cemento, m³ 0,400 di sabbia e m³ 0,800 di ghiaietta o di pietrisco salvo che il direttore dei lavori ritenga di ammettere una dosatura diversa. In costruzioni speciali od assoggettate a sforzi notevoli, si prescrive un impasto più ricco di cemento: in ogni caso però il conglomerato deve riuscire compatto.

10. — L'acqua per gli impasti deve essere limpida e dolce, non contenere cloruri e solfati in percentuale che possa riuscire dannosa.

11. — Il conglomerato, a seconda della sua consistenza dipendente dalla percentuale di acqua impiegata nella sua confezione, si distingue in:

a) conglomerato a consistenza di terra appena umida (acqua d'impasto circa il 12 per cento ⁽¹⁾ del volume del conglomerato in opera).

Con suo impiego si richiede un energico lavoro di battitura per ottenere sia il costipamento caratterizzato dal trasudamento dell'acqua alla superficie del getto e sia il perfetto riempimento delle casseforme ed il rivestimento dei ferri. Esso non è da usarsi nelle costruzioni in cui l'armatura metallica sia molto complessa e costituita di barre molto avvicinate ed è da escludere per il conglomerato confezionato con cemento alluminoso;

b) conglomerato plastico (acqua d'impasto circa il 15 per cento ⁽²⁾ del volume come sopra).

Quando la disposizione e le dimensioni delle armature di ferro e delle casseforme non consentano l'impiego del conglomerato del tipo a), si deve adoperare l'impasto plastico, il quale permette di ottenere, con un lavoro di battitura più moderato, la regolare esecuzione del getto;

c) conglomerato fluido o colato (acqua di impasto circa il 18% ⁽²⁾ del volume come sopra).

E' tollerato l'uso del conglomerato fluido solo quando è assolutamente richiesto dal metodo di costruzione.

12. — Aumentando la quantità d'acqua rispetto a quella occorrente per il conglome-

⁽¹⁾ Per le dighe vigono prescrizioni speciali emanate con relativo decreto.

⁽²⁾ La percentuale si riferisce ad ingredienti perfettamente asciutti.

rato del tipo a), si deve aumentare la dosatura del cemento almeno del 10 per cento pel conglomerato b) e almeno del 20 per cento pel conglomerato c).

13. — Il conglomerato prelevato in cantiere dagli impasti impiegati nell'esecuzione dell'opera, deve presentare, a 28 giorni di stagionatura, una resistenza a pressione almeno quadrupla del carico di sicurezza adottato nei calcoli per le membrature sollecitate a semplice pressione, o quella maggiore richiesta dalle prescrizioni dei capitoli speciali

Non raggiungendo il limite di resistenza prescritto, l'opera è dichiarata sospetta ed a carico del costruttore sono applicate le sanzioni stabilite nei capitoli speciali suddetti.

14 — La resistenza del conglomerato a pressione viene determinata sperimentando 4 cubi aventi lo spigolo di 16 cm. Quando il calcestruzzo sia confezionato con ghiaia o pietrisco costituito da elementi aventi dimensioni superiori a 3 cm., lo spigolo dei cubi è di cm. 20.

I detti cubi sono confezionati nel cantiere entro forme metalliche facilmente smontabili, prelevando il quantitativo del conglomerato dallo stesso impasto destinato ai lavori. Il conglomerato è costipato entro le forme mediante un leggero lavoro di battitura finché l'acqua affiori alla superficie.

Dopo 24 ore dalla loro confezione, i cubi formati con i conglomerati dei tipi a) e b), e dopo 48 ore i cubi di conglomerato del tipo c), vengono sformati con le cautele necessarie per evitare qualsiasi danno.

Dopo la sfomatatura i cubi sono lasciati maturare sotto sabbia umida.

Trascorsi almeno 7 giorni, i cubi, accuratamente imballati con segatura di legno od altro, possono essere spediti ad un laboratorio ufficiale per le prove sperimentali. Nel laboratorio sono conservati in ambiente umido a temperatura non inferiore a 10° centigradi.

La rottura dei provini ha luogo dopo 28 giorni, contati dal momento della preparazione dell'impasto. La compressione deve esercitarsi perpendicolarmente a due facce opposte che siano state a contatto delle pareti laterali della forma.

L'apparecchio per la rottura dei provini deve essere disposto e regolato in modo che lo sforzo di pressione, sulla intera sezione, sia continuo e cresca in ragione non superiore a Kg. 10 per cmq. per minuto secondo.

Si assume come resistenza definitiva la media dei 3 risultati maggiori su 4 prove.

15. — L'armatura del conglomerato è normalmente costituita con ferro colato od omogeneo (acciaio extradolce) in barre prive di difetti, di screpolature, bruciature e di altre soluzioni di continuità.

16 — La resistenza alla rottura per trazione del ferro suddetto viene determinata, quando sia possibile, sui tondini stessi destinati all'armatura, o altrimenti su provette cilindriche, preparate a freddo ed in tutto conformi ai tipi normali stabiliti nelle Norme e condizioni per le prove dei materiali ferrosi. In entrambi i casi, la lunghezza utile per la misura dell'allungamento percentuale di rottura deve essere 10 volte il diametro del provino.

Debbono ottenersi i seguenti risultati:

Resistenza a tensione compresa fra 38 e 50 Kg./mm²;

Allungamento di rottura non inferiore rispettivamente a 27 e 21 per cento.

E, quando sia richiesto: contrazione di rottura non inferiore rispettivamente a 70 e 60 per cento

Un pezzo di tondino, riscaldato al calore rosso chiaro ed immerso nell'acqua a temperatura da 10° a 20° C., deve potersi ripiegare su se stesso in modo da formare un cappio, il cui occhio abbia un diametro uguale al diametro del tondino, senza che si producano fenditure

Una striscia od un tondino di ferro deve piegarsi a freddo ad U attorno ad un cilindro il cui diametro sia uguale allo spessore o al diametro del ferro senza che si producano fenditure

III. — CARICHI DI SICUREZZA

17. — Il carico di sicurezza del conglomerato a pressione semplice non deve di norma superare un quarto (o quella minor frazione eventualmente stabilita dai capitoli speciali) del carico di rottura a 28 giorni dei cubi di prova di cui al numero 14. Per conglomerati di cemento Portland, d'alto forno e pozzolanico, non deve inoltre esser superato il valore massimo di Kg/cmq 40 per strutture soggette a pressione semplice e di Kg/cmq 50 per strutture inflesse di spessore non inferiore a cm 10

Per i conglomerati di agglomeranti cementizi tale valore massimo non deve superare i 25 Kg/cmq.

Per conglomerati di cementi ad alta resistenza od alluminosi i valori massimi debbono essere rispettivamente di 50 e 65 Kg/cmq

Il carico di sicurezza al taglio non deve superare Kg/cmq 2 per conglomerati di cemento Portland, d'alto forno e pozzolanico, e Kg/cmq 4 per conglomerati di cemento ad alta resistenza od alluminosi. Quando la tensione tangenziale massima calcolata per il conglomerato supera i detti limiti, la resistenza al taglio deve essere integralmente affidata ad armature metalliche. In ogni caso la tensione massima tangenziale di cui sopra non deve superare Kg/cmq 14

18. — Il carico di sicurezza del ferro omogeneo, assoggettato a sforzo di trazione può elevarsi al limite massimo di Kg 1200/cmq

IV. — NORME PER I CALCOLI STATICI

19. — Peso proprio. Si valuta di norma il peso proprio del conglomerato armato, cioè compreso il peso dei ferri, in ragione di 2400 Kg/m³, salvo che da accertamenti speciali, eseguiti su determinate costruzioni, risulti una cifra diversa.

Nel peso proprio dei solai va computato anche il peso del pavimento e degli altri carichi permanenti.

20. — Carichi accidentali. I carichi accidentali vengono fissati con le stesse norme valse per gli altri generi di costruzione. Si tiene conto delle eventuali azioni dinamiche aumentando il sovraccarico in ragione del 25 per cento o di quella maggiore percentuale che fosse richiesta dai capitoli speciali.

21. — Sollecitazioni esterne. Le sollecitazioni esterne vengono determinate con le norme della scienza delle costruzioni in base alle condizioni più sfavorevoli di carico, tenendo conto, quando sia il caso, dei cedimenti elastici dei vincoli.

Se si tratta di costruzioni staticamente indeterminate, allo scopo di calcolare le incognite iperstatiche, nel valutare gli enti geometrici delle sezioni trasversali dei solidi, si suppone che gli elementi superficiali metallici siano ampliati nel rapporto

$$n = \frac{Ef}{Ec} = 10$$

e si ritiene che il conglomerato reagisca anche a trazione

Se la sezione complessiva dell'armatura metallica è inferiore al 2 per cento di quella del conglomerato, si può anche, nei calcoli suddetti, prescindere dalla presenza del ferro per il calcolo della sezione resistente

22 — Per la portata di una campata unica di soletta o nervatura si assume la luce libera aumentata del 5 per cento

Nelle costruzioni civili, per le travi incastrate agli estremi, o per campate di travi continue, si può assumere in via di approssimazione: nella parte centrale della campata, due terzi del momento massimo corrispondente alla trave semplicemente appoggiata e, nelle sezioni d'incastro, il momento d'incastro perfetto.

23. — Nel caso di una soletta rinforzata da nervature si ammette che partecipi utilmente all'inflessione di una nervatura soltanto una zona di soletta la cui larghezza non superi la minore delle seguenti misure: l'interasse delle nervature, 16 volte lo spessore della soletta, 8 volte la larghezza della nervatura, 4 volte l'altezza della trave (incluso lo spessore della soletta). Se la soletta sporge a sbalzo da una nervatura, la larghezza della sporgenza da riguardarsi come partecipante all'inflessione della nervatura non si ritiene maggiore di tre volte la larghezza della nervatura, sei volte lo spessore della soletta e una volta e mezzo l'altezza della trave

24 — Lo spessore utile di una soletta soggetta a sovraccarico, formata esclusivamente con conglomerato armato, cioè la distanza fra il lembo compresso ed il baricentro dell'armatura metallica, non deve essere inferiore a un venticinquesimo della portata ed in ogni caso non minore di centimetri 7. Lo spessore delle solette dei solai speciali con laterizi non deve essere minore di centimetri 5

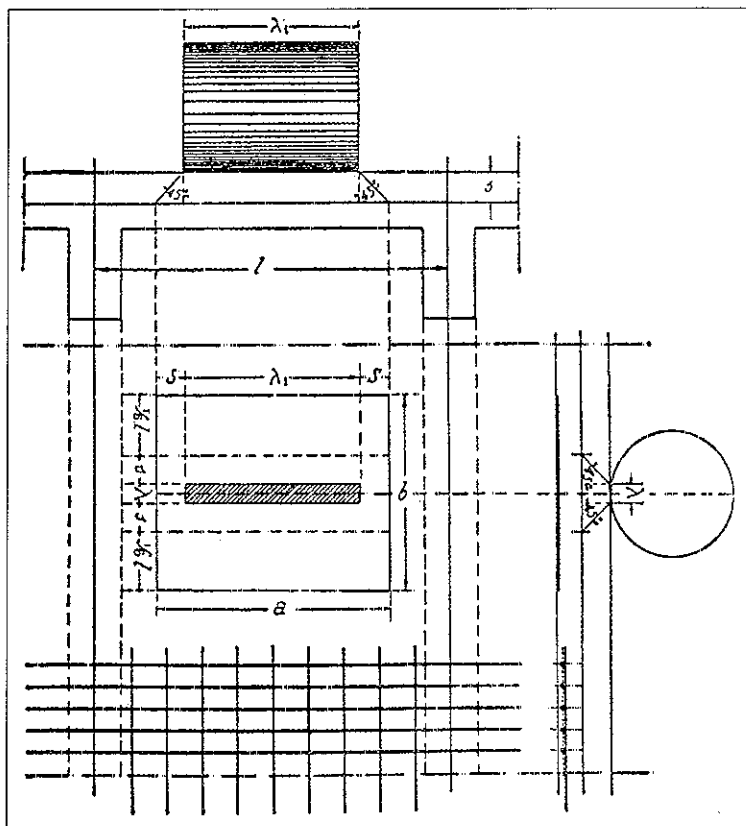
Può consentirsi l'impiego di laterizi speciali aventi funzione statica, anche senza soletta, il cui tipo sia stato riconosciuto tecnicamente meritevole di approvazione

25 — Le eventuali mensole triangolari di raccordo alle estremità delle solette e delle nervature devono essere profilate con un'inclinazione non maggiore di uno di altezza per tre di base.

26. — Le solette quadrate o rettangolari armate nelle due direzioni ortogonali parallele ai lati si possono calcolare come lastre, purché nella soletta rettangolare il rapporto fra il lato più lungo e quello più corto non superi 5/3. L'armatura deve essere uguale nei due sensi per la soletta quadrata; per la soletta rettangolare l'armatura longitudinale non deve essere inferiore a quella trasversale ridotta nel rapporto del quadrato del lato minore a quello del lato maggiore.

27 — Un carico isolato disposto nel mezzo di una soletta può essere equiparato ad un carico uniformemente ripartito su area rettangolare centrale a per b , orientata come la soletta, di cui il lato a parallelo all'armatura portante, uguaglia la dimensione, in tal senso, della superficie effettiva di appoggio del carico più due volte lo spessore della massicciata (o della pavimentazione), ed il lato b parallelo alla armatura di ripartizio-

ne, uguaglia la dimensione, in tal senso, della superficie effettiva di appoggio del carico più due volte lo spessore della massicciata (o della pavimentazione), più ancora un terzo della dimensione della soletta nel senso della armatura portante. Si considera in ogni caso come valore massimo di b il lato della soletta parallelo all'armatura portante.



Nella figura il carico isolato è costituito da un rullo compressore. La superficie effettiva di appoggio è quella tratteggiata

28 — Sforzi interni. Se la sollecitazione esterna provoca sforzi di pressione in tutti gli elementi della sezione trasversale del solido (quando in quest'ultima gli elementi superficiali metallici siano ampliati nel rapporto 10), valgono gli ordinari metodi di calcolo per solidi omogenei.

Se invece, ampliati sempre gli elementi superficiali metallici nel rapporto anzidetto, venissero provocati anche sforzi di trazione in una parte della sezione, si prescinde dalla resistenza a trazione del conglomerato, e l'asse che separa la porzione reagente dalla inerte e gli sforzi unitari vengono determinati partendo dai seguenti principi:

- conservazione delle sezioni piane;
- proporzionalità degli sforzi alle distanze dei singoli elementi superficiali dell'asse suddetto.

Si deve tener conto nelle membrature più importanti della entità delle azioni secondarie

29 — Calcoli dei pilastri I pilastri, quando il rapporto fra la lunghezza libera d'inflessione e la dimensione trasversale minima supera 15, vengono calcolati come solidi caricati di punta. Si tiene conto in ogni caso dell'eventuale eccentricità del carico

L'armatura longitudinale di un pilastro sollecitato a pressione assiale, quando il rapporto fra la lunghezza libera d'inflessione e la minima dimensione trasversale non supera 15, non deve avere sezione complessiva inferiore all'1 per cento di quella del conglomerato, per tutte le sezioni di area minore od uguale a 1600 cmq., al 0,7 per cento di quella del conglomerato per tutte le sezioni di area maggiore od uguale a 6400 cmq.: per sezioni comprese fra 1600 e 6400 cmq la percentuale suddetta varia con legge lineare. Per sezioni non regolari in cui la dimensione trasversale minima sia minore di due terzi di quella massima la prescrizione sopraindicata deve applicarsi adottando la percentuale di ferro corrispondente ad una sezione quadrata di lato uguale alla dimensione minore.

In ogni caso la percentuale suddetta si applica alla sezione da conglomerato strettamente necessaria in relazione al carico di sicurezza

Le legature trasversali dei ferri che armano il pilastro devono essere distribuite a distanza breve non mai superiore alla minor dimensione della sezione del pilastro nè a 10 volte il diametro dei ferri.

30 — La sezione trasversale delle colonne armate con spirale e ferri longitudinali appoggiati internamente a questa, purché la distanza fra le spire non superi un quinto del diametro del nucleo cerchiato, può essere equiparata, nei riguardi della resistenza ad una sezione di conglomerato ordinaria data dalla formula $F = F_c + 10 F_m + 30 F_i$ Nella quale:

F_c = sezione cerchiata del conglomerato;

F_m = sezione metallica complessiva dei ferri longitudinali;

F_i = sezione di una armatura ideale longitudinale equipesante alla spirale;

F = non deve però in nessun caso risultare maggiore di $2 F_c$

La sezione dell'armatura longitudinale F_m deve essere al meno 2 terzi di quella dell'armatura F_i .

31 — La cerchiatura non deve essere adottata nelle travi inflesse.

32 — Dilatazioni termiche e contrazione del conglomerato Nelle costruzioni iperstatiche, esposte a forti variazioni di temperatura, si deve tener conto degli effetti termici calcolando gli sforzi e le deformazioni corrispondenti in base ad un coefficiente di dilatazione lineare eguale a 0,000012 Nelle costruzioni aventi grandi dimensioni sono indispensabili giunti di dilatazione.

Nelle costruzioni nelle quali le contrazioni del conglomerato, nella sua maturazione all'asciutto, può alterare il regime degli sforzi interni, tale contrazione è valutata in mm 0,15 per metro lineare.

V. — DEFORMAZIONI

33 — Per il calcolo delle deformazioni, nel valutare gli enti geometrici delle sezioni trasversali dei solidi, si suppone che gli elementi superficiali metallici siano ampliati nel rapporto:

$$n = \frac{E_f}{E_c} = 10$$

e si ritiene che il conglomerato reagisca anche a trazione

Il modulo di elasticità normale del conglomerato si assume agli effetti delle operazioni di collaudo, eguale a 200 t/cm².

VI. — NORME DI COSTRUZIONE

34 — Nella formazione degli impasti i vari ingredienti debbono riuscire intimamente mescolati ed uniformemente distribuiti nella massa; gli impasti debbono essere preparati nella sola quantità necessaria per l'impiego immediato, cioè prima dell'inizio della presa

I materiali componenti il conglomerato possono essere mescolati a mano ed a macchina: quando l'importanza del lavoro lo permetta quest'ultimo procedimento è preferibile.

35. — La preparazione degli impasti, quando non sia effettuata meccanicamente, si deve eseguire su di un'aia pavimentata, il più vicino che sia possibile al luogo d'impiego

Qualunque sia il mezzo d'impasto, si mescolano a secco, ripetutamente, prima il cemento colla sabbia finché la miscela assuma colore uniforme, poi questa mescolanza con la ghiaietta o col pietrisco, ed in seguito si aggiunge l'acqua con ripetute aspersioni continuando a rimescolare l'impasto fino ad ottenere la consistenza voluta ed indicata al numero II.

36. — Costruiti i casseri per il getto del conglomerato, si dispongono, con la massima cura, le armature metalliche nella posizione progettata, legandole agli incroci con filo di ferro e tenendole in posto mediante puntelli e sostegni provvisori. I ferri sporchi, untati o notevolmente arrugginiti, devono essere accuratamente puliti prima della collocazione in opera.

Nei punti d'interruzione, i ferri debbono essere sovrapposti per una lunghezza di 30 diametri, ripiegandoli ad uncino alla estremità, oppure essere riuniti con manicotto filettato. Tali interruzioni devono essere sfalsate e trovarsi nelle regioni di minore sollecitazione.

Nelle membrature prevalentemente tese le giunzioni sono fatte con manicotto filettato senza diminuire la sezione resistente. Non si tollerano bolliture e saldature

Le barre debbono essere piegate alle estremità ad uncino a semicerchio con una luce interna uguale a cinque volte il diametro del tondino.

I ferri piegati debbono presentare nel punto di piegatura un raccordo curvo avente un raggio 10 volte il diametro della barra

Qualsiasi superficie metallica deve distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno centimetri 0,8 se si tratta di soletta, e di centimetri 2 se trattasi di nervatura. Fra

le superfici delle barre di ferro vi deve essere almeno, in ogni direzione, una distanza eguale al diametro delle medesime ed in ogni caso non inferiore a cm. 2. Si fa eccezione per le barre sovrapposte nelle travi inflesse, le quali vengono portate a contatto

37 — In presenza di salsedine marina e di emanazioni gassose nocive alla costruzione, è opportuno che la distanza minima delle superfici metalliche dalle facce esterne del conglomerato sia almeno di cm. 3,5 e che lo strato esterno del conglomerato rivestente i ferri sia impermeabile.

Quando si tema che la costruzione possa andar soggetta all'azione di correnti elettriche vaganti, le armature metalliche debbono essere più accuratamente protette

38. — Per assicurare la compartecipazione della soletta alla inflessione delle nervature principali è obbligatoria la adozione di barre di ricoprimento disposte perpendicolarmente all'asse delle nervature stesse, ed abbastanza vicine fra loro.

39 — Prima di procedere al getto del conglomerato, si deve verificare se l'armatura corrisponda esattamente alle indicazioni, del progetto, e se si sia provveduto a fissarla stabilmente in modo da assicurare l'invariabilità assoluta della posizione dei ferri durante la battitura del conglomerato.

Il conglomerato deve avvolgere completamente i ferri, e per raggiungere tale scopo, specialmente quando s'impieghi l'impasto asciutto, è necessario spalmare i ferri con boiaccia di cemento immediatamente prima del getto.

40 — Il conglomerato del tipo a) o b) viene messo in opera subito dopo eseguito l'impasto, a strati di spessore non maggiore di cm. 15: deve essere ben battuto con pestelli di appropriata forma e peso, fino a che l'acqua trasudi od affiori alla superficie del getto

Nelle riprese di lavoro, da evitarsi il più possibile, se il conglomerato gettato è ancora molle, se ne spalma la superficie con boiaccia di cemento: se è già indurito, prima di detta spalmatura si rimette al vivo la superficie rendendola scabra, e lavandola con acqua, in modo da assicurare il collegamento con la ripresa del getto.

Comunque si deve curare con la massima diligenza che le riprese non menomino la resistenza calcolata delle strutture.

41 — E' vietato di mettere in opera il conglomerato a temperatura inferiore a 0 gradi centigradi.

Il solo conglomerato di cemento alluminoso può essere messo in opera con temperatura minore di zero ma non più bassa di 5°: gli impasti però debbono essere eseguiti con materiali aventi temperatura superiore a 0°.

42 — Nelle costruzioni esposte a notevoli variazioni di temperatura; si devono prendere, durante l'esecuzione, le opportune disposizioni per evitare gli inconvenienti che ne deriverebbero

43 — Le opere in conglomerato armato, fino a sufficiente maturazione, cioè per un periodo di tempo da 8 a 14 giorni, debbono essere periodicamente innaffiate, ricoperte di sabbia o di tele mantenute umide. Ove occorra, debbono essere più efficacemente protette contro le vicende meteoriche, dai raggi solari specialmente nella stagione estiva e dal gelo durante l'inverno

Le opere in conglomerato di cemento alluminoso non debbono essere confezionate con temperature superiori ai 30° sia nell'ambiente sia nei materiali componenti, e speciali precauzioni debbono prendersi perchè non rimangano esposte a temperature troppo elevate e per combattere l'aumento di temperatura che si verifica durante la presa

44. — Nella confezione del conglomerato di cemento alluminoso si deve eliminare in modo assoluto qualsiasi inclusione di calce, o di cemento di altra specie, provvedendo ad una rigorosa pulizia e lavatura preventiva di attrezzi, meccanismi, piani per impasti e mezzi di trasporto

45. — Le armature in legname debbono essere sufficientemente rigide per resistere, senza apprezzabili deformazioni, al peso proprio della costruzione ed alle vibrazioni prodotte dalla battitura del conglomerato. Esse devono essere costruite in guisa che al momento del primo disarmo, rimanendo in posto i necessari puntelli, possano essere rimosse, senza pericolo di danneggiare l'opera, le sponde dei casseri ed altre parti non essenziali alla stabilità

Quando la portata delle membrature principali oltrepassi m. 6, debbono disporsi sotto le casseforme, o sotto i puntelli, opportuni cunei di disarmo.

46. — Nessuna opera in conglomerato armato deve essere soggetta al passaggio diretto degli operai e mezzi d'opera, prima che abbia raggiunto un sufficiente grado di maturazione

E' proibito di caricare o mettere in esercizio comunque le strutture che non siano ancora sufficientemente stagionate

47. — Non si procede ad alcun disarmo prima di avere accertato che il conglomerato abbia raggiunto un grado sufficiente di maturazione

Nelle migliori condizioni atmosferiche e con conglomerato di cementi a lenta presa Portland, d'alto forno e pozzolanico non si devono rimuovere prima di cinque giorni le sponde dei casseri, delle travi e quelle dei pilastri. Non si procede a disarmo prima di dieci giorni per le solette e non prima di un mese per i puntelli delle nervature.

Le opere di notevole portata e di grandi dimensioni, come pure quelle destinate per coperture, le quali dopo il disarmo possono trovarsi esposte subito al carico assunto nel calcolo, si debbono lasciare armate per un tempo maggiore, da indicarsi fra le modalità del progetto.

Il disarmo delle strutture eseguite con conglomerato di cemento alluminoso e di cemento ad alta resistenza può essere fatto dopo trascorso almeno lo spazio di tempo appresso indicato:

1° sponde dei casseri delle travi e dei pilastri da 2 a 3 giorni;

2° armature di solette da 4 a 6 giorni;

3° puntelli delle travi e delle solette di grande portata da 8 a 10 giorni

In presenza di stagioni eccezionalmente contrarie alla buona maturazione del conglomerato, il tempo prescritto pel disarmo deve essere convenientemente protratto. Ciò va detto in particolar modo per quelle opere che durante la costruzione fossero stata colpite dal gelo, per le quali, dopo accertato l'avvenuto disgelo senza deterioramento della massa del conglomerato, deve lasciarsi trascorrere prima del disarmo tutto intero il periodo di tempo sopra indicato.

In ogni caso prima di procedere alla rimozione delle armature in legname, da effettuarsi in modo che la costruzione non riceva urti, scuotimenti o vibrazioni, occorre verificare accuratamente se il conglomerato ha fatto buona presa.

48. — Nel cantiere dei lavori, a cura del direttore si deve tenere un registro nel quale siano indicate le date dell'ultimazione del getto delle varie parti dell'opera, la qualità del cemento impiegato e tutte le eventualità degne di nota verificatesi durante la costruzione.

49. — I cementi alluminosi e quelli ad alta resistenza devono adottarsi per opere ed in circostanze appropriate, ed il loro impiego non è ammesso senza il preventivo consenso della direzione dei lavori quando non sia previsto nel Capitolato speciale.

VII — VERIFICHE DI COLLAUDO

50. — Il direttore dei lavori ha l'obbligo di far eseguire a spese dell'appaltatore, presso un laboratorio ufficiale le prove di tutti i materiali da impiegarsi nella costruzione, su campioni prelevati in contraddittorio.

Per il cemento valgono le norme di accettazione di cui alla Parte I.

Per il ferro si devono prelevare, per ogni partita di tondini di ugual diametro ed in ogni caso per mille tondini, due campioni di m. 1 di lunghezza per ricavarne le provette da sperimentarsi a trazione ed a piegamento. Qualora una prova fallisca, si devono ripetere entrambe le prove su due campioni prelevati dallo stesso gruppo di 1000 pezzi, e, fallendo una qualunque di queste, il gruppo viene rifiutato.

Il certificato delle prove deve in ogni caso contenere tutti i risultati.

Per il conglomerato, il direttore dei lavori colla frequenza richiesta dalla natura e dalla importanza delle strutture, deve prelevare dagli impasti campioni per la confezione dei cubi di prova secondo le precedenti prescrizioni normali. Sempre che si verifichino risultati sfavorevoli, il direttore dei lavori ha l'obbligo di provvedere con opportune disposizioni e prevenirne ed evitarne le dannose conseguenze.

L'appaltatore ha diritto di prendere visione dei risultati delle prove.

51. — Le operazioni di collaudo consistono nel controllare la perfetta esecuzione del lavoro, la sua corrispondenza coi dati del progetto, e nell'eseguire prove di carico.

Le prove di carico hanno luogo non prima di 50 giorni dall'ultimazione del getto e si effettuano a stagionatura più o meno avanzata secondo la portata delle diverse parti e la importanza dei carichi. Per costruzioni di eccezionale importanza non si devono incominciare prima di 90 giorni, supposto sempre che la stagionatura del conglomerato sia avvenuta in condizioni normali.

Nella prova di collaudo, se la costruzione può essere caricata nei modi previsti nei calcoli statici per il carico accidentale, tanto uniformemente distribuito quanto concentrato, la si sottopone a tale carico; ammesso naturalmente che esso contempli già l'effetto delle eventuali sollecitazioni dinamiche. Quando si sperimenti con carichi parziali, deve l'intensità del carico di collaudo superare quello del carico di calcolo in misura da determinarsi caso per caso dalla direzione dei lavori, tenendo conto del vantaggio apportato dalla solidarietà con le parti non caricate. I carichi parziali anzidetti debbono essere determinati in modo che le sollecitazioni effettive risultino eguali a quelle contemplate nei calcoli di stabilità.

Qualora dai detti calcoli, per costruzioni particolari od eccezionali, risulti un soprac-

carico superiore del cento per cento a quello ammesso in progetto, l'aumento del carico di prova, esteso ad una sola zona della struttura, non deve superare il detto limite.

La lettura delle frecce d'inflessione viene fatta soltanto quando, dopo il caricamento, non si verificano ulteriori incrementi di deformazione.

Le frecce permanenti, valutate dopo la rimozione dei carichi, quando non si constatano ulteriori ritorni, non debbono superare il 30 per cento delle deformazioni totali. Sotto il carico di prova non debbono prodursi fessurazioni.

52 — La deformazione elastica effettiva, cioè la freccia totale diminuita del cedimento degli appoggi e della deformazione permanente, non deve risultare maggiore di quella calcolata coi criteri di cui al n. 33.

53. — Nessuno deve assoggettare a carico, sia pure transitorio, una costruzione in conglomerato armato prima della prova di carico; il contravventore è responsabile degli inconvenienti che ne derivino.

REGIO DECRETO 16 novembre 1939-XVIII, n. 2229

(pubblicato nel Suppl. Ord. alla "Gazzetta Ufficiale" n. 92 del 18 aprile 1940).

Norme per la esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice od armato

VITTORIO EMANUELE III

PER GRAZIA DI DIO E VOLONTÀ DELLA NAZIONE

RE D'ITALIA E D'ALBANIA, IMPERATORE D'ETIOPIA

Veduto l'art. 18 del R. decreto-legge 25 giugno 1937-XV, numero 1114;

Veduto il R. decreto-legge 5 settembre 1938-XVI, n. 1787;

Udito il Consiglio dei Ministri;

Sulla proposta del DUCE del Fascismo, Capo del Governo, di concerto coi Ministri per i lavori pubblici e per le corporazioni;

Abbiamo decretato e decretiamo:

Sono approvate e rese obbligatorie le annesse norme, compilate dal Consiglio nazionale delle ricerche, per la esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice od armato, le quali saranno firmate, d'ordine Nostro, dal DUCE del Fascismo, Capo del Governo, proponente.

Sono abrogate tutte le disposizioni contrarie o comunque incompatibili con quelle del presente decreto, il quale entrerà in vigore nel 60° giorno dopo la sua pubblicazione.

Ordiniamo che il presente decreto munito del sigillo dello Stato sia inserito nella raccolta ufficiale delle Leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e farlo osservare.

Dato a Roma, addì 16 novembre 1939-XVIII.

VITTORIO EMANUELE

MUSSOLINI – SERENA – RICCI

Visto, il Guardasigilli: GRANDI

Registrato alla Corte dei Conti, addì 29 febbraio 1940-XVIII

Atti del Governo, registro 418, foglio III – MANCINI

CAPO I

PRESCRIZIONI GENERALI

Art. 1

Ogni opera di conglomerato cementizio semplice od armato, la cui stabilità possa comunque interessare l'incolumità delle persone, deve essere costruita in base ad un progetto esecutivo firmato da un ingegnere, ovvero da un architetto iscritto nell'albo nei limiti delle rispettive attribuzioni, ai sensi della legge 24 giugno 1923, n. 1395, e del R. decreto 23 ottobre 1925, n. 2537, sull'esercizio delle professioni di ingegnere e di architetto e delle successive modificazioni.

Dal progetto deve risultare tutto quanto occorre per definire l'opera, sia nei riguardi

della esecuzione, sia nei riguardi della precisa conoscenza delle condizioni di sollecitazione.

Per queste opere è prescritto l'impiego esclusivo di cemento, rispondente ai requisiti di accettazione prescritti dalle Norme per i leganti idraulici in vigore all'inizio dei lavori.

Art. 2

La qualità e le proprietà dei materiali impiegati nella esecuzione di ogni opera devono essere comprovate prima e durante il corso dei lavori, da certificati rilasciati da uno dei laboratori ufficiali indicati nell'allegato A alle presenti norme

Art. 3

L'esecuzione delle opere deve essere diretta possibilmente dall'ingegnere progettista ed in ogni caso da un ingegnere od architetto iscritto nell'albo e deve essere affidata soltanto a costruttori iscritti nell'elenco delle ditte specializzate, che sarà tenuto presso il ministero dei lavori pubblici e presso il Sindacato nazionale fascista dei costruttori.

Art. 4

Ai costruttori, prima di iniziare la costruzione delle opere, di cui all'art. I, è fatto obbligo di presentarle alla prefettura della provincia denunzia, corredata di una copia del progetto di massima

Nei cantieri, dal giorno dell'inizio a quello di ultimazione dei lavori, deve essere conservata una copia dei particolari esecutivi di tutte le parti delle opere in costruzione, datati e firmati dal progettista, dal direttore dei lavori e dal costruttore. Il direttore dei lavori deve riportare nei disegni, con inchiostro di colore diverso, tutte le modifiche introdotte nelle opere all'atto esecutivo, datandole e firmandole.

I disegni di cui sopra debbono dal costruttore essere tenuti a disposizione dei tecnici incaricati dalla prefettura di eseguire eventuali visite di controllo.

Le visite predette possono essere affidate dalla prefettura a funzionari di uffici tecnici municipali o provinciali o a liberi professionisti di riconosciuta competenza.

In ogni caso tali visite di controllo non esonerano il progettista, il direttore dei lavori ed il costruttore dalle responsabilità a ciascuno di essi spettanti.

Qualora dalle ispezioni risultassero gravi manchevolezze nella esecuzione delle opere, la prefettura potrà ordinare la sospensione dei lavori e far eseguire un'inchiesta da apposita commissione, per i provvedimenti del caso.

Agli ingegneri incaricati delle visite di controllo sono corrisposte, a carico dei costruttori, le competenze sancite dalla tariffa professionale del Sindacato nazionale fascista ingegneri.

Al termine dei lavori il committente, per ottenere la licenza di uso della costruzione, deve presentare alla prefettura il certificato di collaudo delle opere, rilasciato da un ingegnere di riconosciuta competenza, iscritto all'albo.

Per le opere eseguite per conto dello Stato e sotto la sorveglianza degli organi tecnici statali, non è necessaria la denunzia alla prefettura, né l'iscrizione all'albo del progettista, del direttore dei lavori e del collaudatore, se appartengono agli organi tecnici stessi.

CAPO II

QUALITA' DEI MATERIALI

Art 5

Il cemento deve essere esclusivamente a lenta presa e rispondere ai requisiti di accettazione prescritti nelle norme per i leganti idraulici in vigore all'inizio della costruzione

Per lavori speciali il cemento può essere assoggettato a prove supplementari

Il costruttore ha l'obbligo della buona conservazione del cemento che non debba impiegarsi immediatamente nei lavori, curando tra l'altro che i locali, nei quali esso viene depositato, siano asciutti e ben ventilati. L'impiego di cemento giacente da lungo tempo in cantiere deve essere autorizzato dal direttore dei lavori sotto la sua responsabilità.

Art. 6

La sabbia naturale o artificiale deve risultare bene assortita in grossezza e costituita di grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa

Essa deve essere scricchiolante alla mano, non lasciare traccia di sporco, non contenere materie organiche, melmose o comunque dannose; deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive

Di regola si deve adoperare sabbia, la cui composizione granulometrica corrisponda ad una curva compresa fra le curve limiti della fig. 1.

Art 7

La ghiaia deve essere bene assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, scevra da sostanze estranee, da parti friabili o terrose, o comunque dannose

La ghiaia deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario per eliminare le materie nocive

Le dimensioni degli elementi della ghiaia per strutture di conglomerato armato non devono di regola superare cm 3; per strutture a grande sezione, con ferri convenientemente distanziati, può essere tollerata la presenza di elementi di dimensioni maggiori, ma non superiori a cm. 7

Di regola si deve adoperare ghiaia, che mescolata alla sabbia presenti composizione granulometrica corrispondente ad una curva compresa fra le curve limiti della fig. 2.

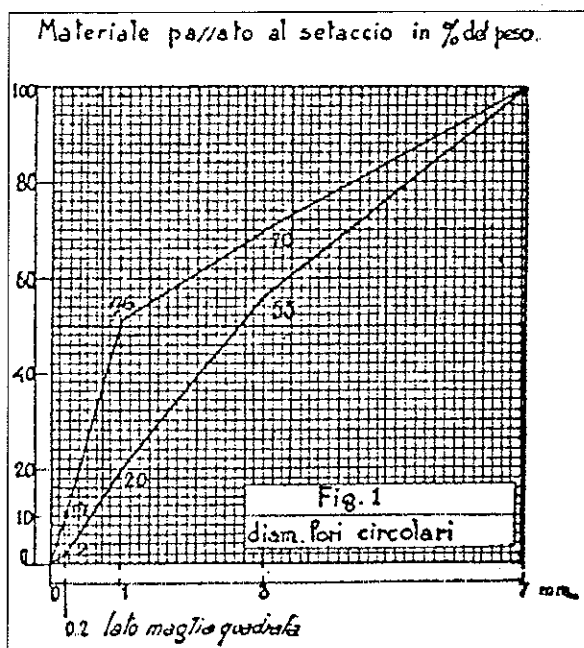


Fig 1

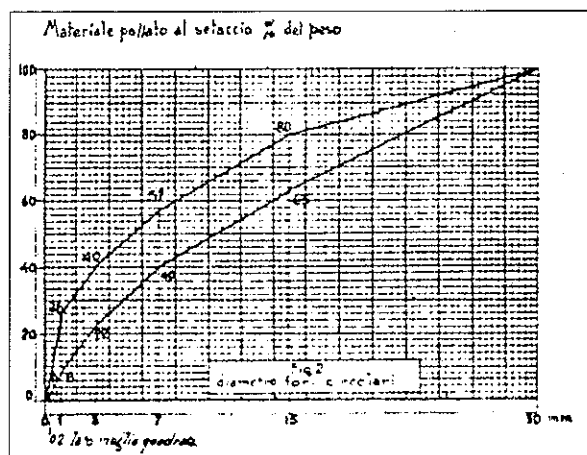


Fig 2

Art. 8

Qualora invece della ghiaia si adoperi pietrisco questo deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti, deve essere costituito da elementi, le cui dimensioni soddisfino alle condizioni sopra indicate per la ghiaia.

Se il cemento adoperato è alluminoso, è consentito anche l'uso di roccia gessosa,

quando l'approvvigionamento d'altro tipo risulti particolarmente difficile e si tratti di roccia compatta, non geliva e di resistenza accertata

Il pietrisco dev'essere lavato con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive.

Art 9

La dosatura di cemento per getti armati deve essere non inferiore a 300 kg. per m³ di miscuglio secco di materia inerte (sabbia e ghiaia o pietrisco); per il cemento alluminoso la dosatura minima può essere di 250 kg. per m³.

In ogni caso occorre proporzionare il miscuglio di cemento e materie inerti in modo da ottenere la massima compattezza

Il preventivo controllo si deve di regola eseguire con analisi granulometrica o con misura diretta dei vuoti mediante acqua o con prove preliminari su travetti o su cubi

Art 10

L'acqua per gli impasti deve essere limpida e dolce e non deve contenere cloruri e solfati in percentuale dannosa

Art 11

La quantità d'acqua d'impasto è determinata in base alla plasticità occorrente per la buona lavorazione dei getti. E' necessario che la dosatura di cemento venga aumentata col crescere della fluidità dell'impasto. La determinazione preliminare della dosatura può eseguirsi mantenendo costante il rapporto acqua-cemento e può essere confermata mediante prove su travetti e su cubi

Per i conglomerati confezionati con cemento alluminoso, devesi con maggior cura proteggere il getto da ogni intempestiva evaporazione dell'acqua d'impasto durante la presa e l'inizio dell'indurimento

Art 12

Il direttore dei lavori, in contraddittorio col costruttore, deve prelevare in cantiere, dagli impasti impiegati nell'esecuzione delle opere, con la frequenza richiesta dalla natura e dall'importanza delle opere medesime, campioni di conglomerato, per sottoporli presso un laboratorio ufficiale a prove di resistenza secondo le modalità indicate negli articoli seguenti.

La frequenza dei prelevamenti deve essere in ogni caso tale da ottenere non meno di una serie di quattro cubi per ogni 500 m³ di getto di conglomerato.

Il direttore dei lavori deve altresì prelevare per ogni partita di tondini di uguale diametro ed in ogni caso per ogni mille tondini due campioni di m. 1 di lunghezza, per ricavarne le provette da sperimentarsi a trazione ed a piegamento

Art 13

La resistenza cubica del conglomerato a pressione si determina sulla serie di 4 cubi di 16 cm. di spigolo

Quando il conglomerato sia confezionato con ghiaia o pietrisco con elementi di dimensioni superiori a 3 cm., i cubi devono avere lo spigolo di cm. 20.

I detti cubi sono confezionati nel cantiere entro forme metalliche facilmente smontabili, prelevando il conglomerato necessario dallo stesso impasto, all'atto del getto nelle casseforme

Il conglomerato viene messo nelle forme in tre strati, pressoché di uguale spessore, e costipato a mano con l'aiuto di un tondino di ferro di cm 1 di diametro lungo cm. 30, finché l'acqua affiori alla superficie.

Di regola dopo 48 ore (dopo 24 ore per i conglomerati di cemento alluminoso) i cubi vengono sformati con le cautele necessarie per evitare qualsiasi danno e lasciati stagionare sotto la sabbia umida al riparo dalle correnti d'aria e dai raggi del sole, a temperatura non inferiore a 10° centigradi.

Trascorsi almeno sette giorni (subito dopo la sformatura per i conglomerati di cemento alluminoso) i cubi accuratamente imballati con segatura di legno od altro e contrassegnati in modo indelebile, devono essere spediti ad un laboratorio ufficiale, dove sono conservati in ambiente umido a temperatura non inferiore a 10° centigradi

La prova a pressione ha luogo di norma dopo 28 o 60 giorni (salvo le eccezioni per i conglomerati di cemento alluminoso di cui all'ultimo comma dell'art. 16) contati dal momento della preparazione dell'impasto. La compressione deve esercitarsi perpendicolarmente a due facce opposte, che stiano state a contatto delle pareti laterali della forma.

La prova deve essere condotta in modo che lo sforzo di pressione sulla intera sezione cresca con continuità in ragione di 10 kg/cm² al secondo

Si assume come resistenza cubica a pressione del conglomerato la media dei 3 risultati maggiori.

Art. 14

Il direttore dei lavori, qualora lo ritenga necessario, può inoltre fare eseguire serie di tre travetti formati dal conglomerato degli impasti messi in opera e del tipo descritto nell'articolo seguente, da sperimentarsi in cantiere con l'eventuale controllo di un laboratorio ufficiale.

Art. 15

I travetti di prova, indicati nella fig. 3, debbono avere la sezione di mm. 70 x 86 e la lunghezza di m 2,20 ed essere armati mediante due tondini di mm. 12 di diametro posti con l'asse a mm. 6 dalla superficie inferiore del travetto ed a mm. 20 dalle superfici laterali

I tondini vanno tenuti in posto durante il getto a mezze di sagome di legno o staffe. Eseguito il getto nelle forme si allontanano le sagome (o staffe) e si riempiono i vuoti.

Le casseforme di legno devono essere accuratamente pulite prima del getto

Per l'impasto ed il getto del conglomerato e per la conservazione dei travetti devono seguirsi le norme indicate per i cubi regolamentari

Art. 16

Il conglomerato prelevato in cantiere dagli impasti impiegati nella esecuzione delle opere deve presentare, a 28 giorni di stagionatura, una resistenza cubica a pressione, $\sigma_{c,28}$ almeno tripla del carico di sicurezza σ_c adottato nei calcoli; tale resistenza non

deve però risultare mai inferiore a 120 kg/cm^2 per conglomerati di cemento normale, ed a 160 kg/cm^2 per conglomerati di cemento ad alta resistenza od alluminoso.

Non raggiungendosi a 28 giorni di stagionatura la resistenza richiesta, la prova dev'essere ripetuta a 60 giorni su altri provini cubici prelevati contemporaneamente ai primi

Per i conglomerati di cemento alluminoso la prova può anche essere eseguita a stagionature inferiori a 28 giorni fermo restando però il rapporto minimo suddetto fra la resistenza cubica ed il carico di sicurezza.

Qualora nella seconda prova la resistenza prescritta non sia raggiunta, il direttore dei lavori provvede, secondo i casi, alla sospensione dei lavori ed eventualmente al rafforzamento delle opere o alla loro demolizione.

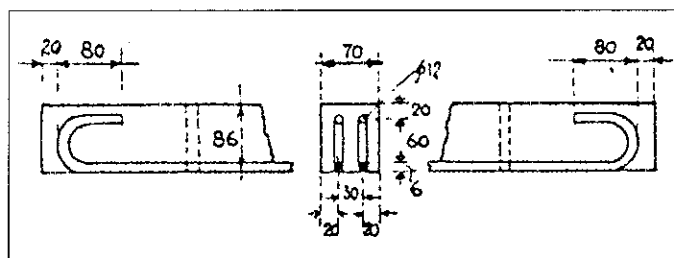


Fig 3

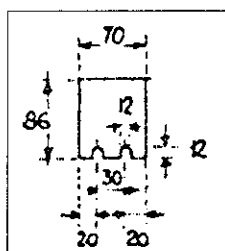


Fig 4

Art 17

L'armatura del conglomerato è normalmente costituita con acciaio dolce (cosiddetto ferro omogeneo) oppure con acciaio semiduro o acciaio duro, in barre tonde prive di difetti, di screpolature, di bruciature o di altre soluzioni di continuità.

La resistenza a trazione dell'armatura suddetta viene determinata, quando sia possibile, sui tondini stessi senza alcuna preparazione, o altrimenti su provette cilindriche preparate a freddo e in tutto conformi ai tipi normali stabiliti dalle norme vigenti all'inizio della costruzione, per le prove dei materiali ferrosi.

In entrambi i casi, la lunghezza utile per la misure dell'allungamento percentuale di rottura deve essere 10 volte il diametro del provino.

Devono ottenersi i seguenti risultati:

- per l'acciaio dolce (ferro omogeneo): carico di rottura per trazione compreso fra 42 e 50 kg/mm², limite di snervamento non inferiore a 23 kg/mm², allungamento di rottura non inferiore al 20%
Per le legature o staffe di pilastri può impiegarsi acciaio dolce con carico di rottura compreso fra 37 e 45 kg/mm², senza fissarne il limite inferiore di snervamento;
- per l'acciaio semiduro: carico di rottura per trazione compreso fra 50 e 60 kg/mm², limite di snervamento non inferiore a 27 kg/mm², allungamento di rottura non inferiore al 16%;
- per l'acciaio duro: carico di rottura per trazione compreso fra 60 e 70 kg/mm², limite di snervamento non inferiore a 31 kg/mm², allungamento di rottura non inferiore al 14%

Un tondino di acciaio dolce riscaldato al calore rosso chiaro ed immerso nell'acqua a temperatura di 10° a 20° C, deve potersi piegare su se stesso in modo da formare un cappio, il cui occhio abbia un diametro uguale al diametro del tondino, senza che si producano fenditure.

Un tondino di acciaio deve potersi piegare a freddo ad U, senza che si producano fenditure, attorno ad un cilindro, il cui diametro sia uguale al suo diametro per l'acciaio dolce, al quintuplo del suo diametro per l'acciaio semiduro e duro

Qualora una prova fallisca, si devono ripetere entrambe le prove su due campioni prelevati dallo stesso gruppo di 1000 pezzi, e, fallendo una qualunque di queste, il gruppo viene rifiutato

CAPO III

NORME DI PROGETTAZIONE

Art 18

Il carico di sicurezza del conglomerato, nella sollecitazione di pressione semplice, deve assumersi come segue:

Conglomerato	σ_c (kg/cm ²)	$\sigma_{r,28}$ minimo (kg/cm ²)
Conglomerato di cemento idraulico normale (Portland)	35	120
Conglomerato di cemento ad alta resistenza ed alluminoso	45	160
Quando sia eseguita la determinazione preventiva della resistenza cubica a 28 g, e questa venga costantemente controllata durante l'esecuzione del lavoro.	$\frac{\sigma_{r,28}}{3}$	
ma non superiore a	60	180

Il carico di sicurezza nella sollecitazione di flessione e di flessione e pressione deve assumersi come segue:

Conglomerato	σ_c (kg/cm ²)	$\sigma_{r,28}$ minimo (kg/cm ²)
Conglomerato di cemento idraulico normale (Portland)	40	120
Conglomerato di cemento normale ad alta resistenza ed alluminoso	50	160
Quando sia eseguita la determinazione preventiva della resistenza cubica a 28 g, e questa venga costantemente controllata durante l'esecuzione del lavoro	$\frac{\sigma_{r,28}}{3}$	
ma non superiore a	75	225

Per i conglomerati di resistenza cubica $\sigma_{r,28}$ maggiore di kg/cm² 225, quando il calcolo sia eseguito secondo i metodi rigorosi della scienza delle costruzioni e sia tenuto conto di tutte le cause di sollecitazione (forze applicate, variazioni termiche e ritiro del conglomerato), può assumersi un maggior valore del carico di sicurezza determinato dalla formula:

$$\sigma_c = 75 + \frac{\sigma_{r,28} - 225}{9} \text{ Kg/cm}^2$$

Il carico di sicurezza per la sollecitazione di taglio non deve superare i 4 kg/cm² per conglomerati di cemento idraulico normale (Portland), d'alto forno o pozzolanico, 6 kg/cm² per conglomerati di cemento ad alta resistenza od alluminoso.

Quando la tensione tangenziale massima calcolata per il conglomerato supera i detti limiti, la resistenza al taglio deve essere integralmente affidata ad armature metalliche.

In ogni caso la tensione massima tangenziale, di cui sopra, non deve superare i 14 kg/cm² per i conglomerati di cemento idraulico normale (Portland) d'alto forno e pozzolanico, 16 kg/cm² per conglomerati di cemento ad alta resistenza ed alluminoso.

Di regola almeno la metà degli sforzi taglienti deve essere assorbita dalle staffe e la rimanente parte dai ferri piegati.

Art. 19

Il carico di sicurezza delle armature metalliche sollecitate a trazione non deve superare 1400 kg/cm² per l'acciaio dolce, 2000 kg/cm² per l'acciaio semiduro e per l'acciaio duro.

Ai valori più elevati delle tensioni nell'armatura è necessario che corrispondano più elevati carichi di rottura cubici $\sigma_{r,28}$ del conglomerato. La tensione di kg/cm² 1400 richiede l'impiego di conglomerato con resistenza minima 160 kg/cm²; l'uso dell'acciaio semiduro e duro richiede l'impiego di conglomerato di cemento ad alta resistenza con carico di rottura cubico di 160 kg/cm² fino alla tensione di 1800 kg/cm² nelle sezioni rettangolari e 1600 kg/cm² nelle sezioni a T o speciali; 225 kg/cm² fino alla tensione 2000 kg/cm² nelle sezioni rettangolari e 1800 kg/cm² nelle sezioni a T o speciali di membrature soggette prevalentemente a carichi fissi. Il carico di sicurezza dell'acciaio non dovrà in ogni caso superare la metà del carico di snervamento.

L'uso dell'acciaio semiduro e duro è in ogni caso limitato a tondini diametro non superiore a mm. 30.

La predisposizione dell'ancoraggio delle armature metalliche deve essere tanto maggiormente curata quanto maggiori sono le tensioni massime adottate.

Art. 20

Se il peso proprio del conglomerato armato, cioè compreso il peso dei ferri, non risulti da diretta determinazione, esso si assume, di regola, uguale a 2500 kg/m³.

Art. 21

I carichi accidentali devono essere stabiliti in relazione al tipo e all'importanza della costruzione, e all'uso a cui è destinata. Si tiene conto delle eventuali azioni dinamiche aumentando i carichi in relazione alla loro natura ed al tipo della struttura.

Art. 22

Le caratteristiche di sollecitazione (momenti flettenti e torcenti, forze taglianti e forze normali) sono determinate con i metodi della scienza delle costruzioni in base alle condizioni più sfavorevoli di carico, tenendo conto, quando sia il caso, dei cedimenti dei vincoli, delle variazioni termiche e del ritiro del conglomerato.

Nel valutare gli enti geometrici delle sezioni trasversali delle strutture staticamente indeterminate per il calcolo delle incognite iperstatiche, le aree degli elementi superficiali metallici debbono essere affette da coefficiente: $m = E_f/E_c$, che, in mancanza di una diretta determinazione sperimentale, si assume di regola costante ed uguale a 10 per i conglomerati di cementi normali; 8 per quelli di cementi ad alta resistenza e 6 per quelli di cemento alluminoso, supponendo di regola che il conglomerato reagisca anche a trazione.

Se la sezione complessiva dell'armatura metallica è inferiore al 2% di quella del conglomerato si può prescindere dalla presenza dell'armatura.

Art 23

Di regola per portata di una campata di trave continua si assume la distanza fra gli assi dei sostegni; qualora i sostegni presentino superfici di appoggio alquanto estese, ferma restando la portata fra gli assi, il calcolo delle sezioni di estremità può eseguirsi per le caratteristiche corrispondenti alle sezioni della trave sul lembi dei sostegni.

Art 24

Nel calcolo di nervature a sostegno di solette si può ammettere come partecipante all'inflessione della nervatura, una striscia di soletta di larghezza uguale alla larghezza della nervatura più 6 volte l'altezza delle eventuali mensole della soletta, più 10 volte lo spessore della soletta, purché tale somma non superi l'interasse delle nervature. Per nervature di estremità la larghezza di detta striscia di soletta può assumersi uguale alla larghezza della nervatura, più tre volte l'altezza dell'eventuale mensola, più cinque volte lo spessore della soletta.

Art 25

Lo spessore di una soletta, che non sia di semplice copertura, non deve essere minore di $1/30$ della portata ed in ogni caso non deve essere minore di cm 8.

Nei solai speciali con laterizi lo spessore della soletta di conglomerato non deve essere minore di cm 4. In tutti i solai con laterizi la larghezza delle nervaturine non deve essere minore di cm 7 ed il loro interasse non deve superare cm 40 nei tipi a nervaturine parallele e cm 80 in quelli a nervaturine incrociate.

Di regola devono essere previste nervature trasversali di ripartizione nei tipi a nervaturine parallele di campata maggiore di metri 5.

È consentito l'impiego di solai speciali con nervaturine di cemento armato e laterizi, senza soletta di conglomerato purché i laterizi, di provata resistenza, presentino rinforzi di conveniente spessore atti a sostituire la soletta di conglomerato e rimangano incastrati fra le dette nervaturine.

Art 26

Le eventuali mensole triangolari di raccordo alle estremità delle solette e delle nervature devono essere profilate inferiormente con inclinazione non maggiore di tre di base per uno di altezza.

Art 27

Per le solette a pianta rettangolare, qualora non si eseguisca una precisa determinazione delle armature, oltre alla armatura principale portante, disposta parallelamente al lato minore, si deve adottare una armatura secondaria di ripartizione, disposta secondo il lato maggiore, di sezione uguale almeno al 25% di quella dell'armatura principale.

Quando il rapporto tra i lati del rettangolo è compreso fra $3/5$ e 1, la soletta deve essere di regola calcolata come piastra.

Nelle solette dei solai con laterizi l'armatura di ripartizione deve essere costituita almeno da tre tondini del diametro di 6 mm per metro lineare.

Art 28

Un carico isolato agente sulla soletta indirettamente, attraverso una massicciata o pavimentazione, deve essere considerato come ripartito uniformemente su di un rettangolo di lati eguali a quelli della base effettiva di appoggio sulla soprastruttura, aumentati ambedue del doppio dello spessore della massicciata (o pavimentazione).

Qualora non si eseguisca il calcolo della soletta come piastra elastica, per tener conto in modo approssimato dalla compartecipazione delle strisce adiacenti a quella sotto carico, la soletta può calcolarsi per il carico nel mezzo della campata, come una trave di sezione rettangolare di larghezza eguale a quella della striscia, come sopra determinata, aumentata ancora di $1/3$ della portata, ma non maggiore della portata medesima; l'aumento del terzo della portata non deve essere praticato, quando il carico sia prossimo ad un appoggio.

Art 29

Il calcolo delle tensioni massime del conglomerato e della armatura metallica ed il dimensionamento diretto delle sezioni sono eseguiti con i metodi della scienza delle costruzioni per i solidi omogenei, assumendo per sezione resistente quella costituita dall'area del conglomerato che risulta compressa e dalle aree metalliche affette dal coefficiente $m = E_f/E_c$ e prescindendo di regola dalla presenza del conglomerato eventualmente teso

Art 30

Le membrane sollecitate a pressione assiale centrata od eccentrica di sezione quadrata o poligonale regolare debbono avere un'armatura longitudinale di sezione non inferiore al 0,8% di quella del conglomerato strettamente necessaria, quando questa sia minore di 2000 cm^2 ; non inferiore al 0,5% della sezione di conglomerato strettamente necessaria, quando questa sia maggiore di 8000 cm^2 , adottando per i casi intermedi la variazione lineare.

Per sezioni di forma qualunque la norma precedente relativa alla determinazione della percentuale minima di armatura metallica deve applicarsi alla sezione quadrata di lato uguale alla dimensione minima trasversale della sezione

Le membrane di cui al primo comma debbono essere munite di conveniente staffatura continua o discontinua con passo o distanza non superiore alla metà della dimensione minima della sezione nè a 10 volte il diametro dei ferri dell'armatura longitudinale

Quando la lunghezza libera di flessione di una membratura supera 15 volte la dimensione minima della sua sezione trasversale, occorre verificarne la stabilità al carico di punta

Art 31

Nelle membrane di sezione poligonale regolare o circolare armate con ferri longitudinali racchiusi da una spirale di passo non superiore ad un quinto del diametro del nucleo di conglomerato cerchiato, sollecitate a pressione assiale, si può assumere come sezione resistente quella costituita dalla sezione del nucleo più 15 volte l'area dei ferri longitudinali, più 45 volte la sezione di un'armatura ideale longitudinale di peso uguale e quello della spirale

Tale valore della sezione resistente non deve in nessun caso superare il doppio della sezione del nucleo. La sezione dell'armatura longitudinale deve essere uguale almeno alla metà di quella dell'armatura ideale corrispondente alla spirale sopra calcolata.

Art 32

La cerchiatura non deve essere adottata nelle comuni travi inflesse a parete piena.

Art 33

Nelle strutture iperstatiche in cui si deve tener conto degli effetti termici, deve adottarsi un coefficiente di dilatazione lineare uguale a 0,00001 od al valore più esatto che risultasse da una diretta determinazione sperimentale.

Nelle costruzioni di grandi dimensioni debbono adottarsi giunti di dilatazione a distanza non maggiore di m. 50.

Si tiene conto, ove del caso, dell'effetto prodotto dal ritiro del conglomerato, assimilandolo, in mancanza di più esatta valutazione sperimentale, ad una diminuzione di temperatura da 20° a 10° in relazione alla percentuale di armatura variabile dall'1% al 2%

Art. 34

Ove occorra eseguire un calcolo delle deformazioni di membrature di conglomerato armato, gli enti geometrici delle sezioni trasversali debbono essere valutati con lo stesso criterio indicato all'art. 22 per la determinazione delle incognite iperstatiche, determinando sperimentalmente il valore medio del modulo di elasticità del conglomerato. In mancanza della determinazione diretta, il valore medio del modulo deve assumersi praticamente dal confronto con quello di conglomerati di tipo analogo, tenendo conto dell'influenza della stagionatura.

CAPO IV

NORME DI ESECUZIONE

Art 35

Nella formazione degli impasti i vari ingredienti devono riuscire intimamente mescolati ed uniformemente distribuiti nella massa. Gli impasti devono essere preparati nella sola quantità necessaria per l'impiego immediato, cioè prima dell'inizio della presa. L'acqua d'impasto in ogni caso deve essere misurata tenendo conto dello stato igrometrico dei materiali. I materiali componenti il conglomerato possono essere mescolati a mano od a macchina; quando l'importanza del lavoro lo permetta, quest'ultimo procedimento è preferibile.

Art 36

La preparazione degli impasti, quando non sia effettuata meccanicamente, si deve eseguire su di un'aia pavimentata, il più vicino possibile al luogo d'impiego. In tale caso si mescolano a secco ripetutamente prima il cemento con la sabbia finché la miscela assuma colore uniforme, poi questa miscelanza con la ghiaia o col pietrisco, ed

in seguito si aggiunge l'acqua con ripetute aspersioni, continuando a rimescolare l'impasto fino ad ottenere la consistenza necessaria.

Art 37

Costruiti i casseri per il getto del conglomerato, si dispongono con la massima cura le armature metalliche nella posizione progettata, legandole agli incroci con filo di ferro e tenendole in posto mediante puntelli e sostegni provvisori. I ferri sporchi, untati e notevolmente arrugginiti, devono essere accuratamente puliti prima della collocazione in opera.

Nei punti d'interruzione i ferri devono essere sovrapposti per una lunghezza di almeno 40 diametri, ripiegandoli ad uncino alle estremità, oppure riuniti con manicotto filettato o con saldatura elettrica.

Tali interruzioni devono essere sfalsate e trovarsi nelle regioni di minore sollecitazione; è necessario che la maggior parte delle armature principali raggiunga la zona degli appoggi e sia convenientemente ancorata nella zona compressa.

Nelle membrature tese le giunzioni devono essere fatte soltanto col manicotto filettato.

Le barre devono essere piegate alle estremità ad uncino a semicerchio con una luce interna uguale a cinque volte il diametro del tondino.

I ferri piegati devono presentare nel punto di piegatura un raccordo curvo avente un raggio uguale a 10 volte il diametro della barra.

Qualsiasi superficie metallica deve distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno centimetri 0,8 se si tratta di soletta, e di centimetri 2 se trattasi di nervatura. Fra le superficie delle barre di ferro vi deve essere in ogni direzione una distanza uguale almeno al diametro delle medesime ed in ogni caso non inferiore a centimetri 2.

Art 38

In presenza di salsedine marina o di emanazioni gassose nocive alla costruzione, la distanza minima delle superfici metalliche dalle facce esterne del conglomerato deve essere almeno di cm 3,5 e lo strato esterno del conglomerato rivestente i ferri deve essere impermeabile.

Art 39

Per assicurare la compartecipazione della soletta alla inflessione delle nervature principali occorrono barre di ricoprimento disposte perpendicolarmente all'asse delle nervature stesse ed abbastanza vicine tra loro, qualora quelle già previste nel solaio non bastino.

Le staffe delle nervature devono essere ampiamente rivoltate nelle solette compartecipanti.

Art. 40

Prima di procedere al getto del conglomerato, occorre verificare che l'armatura corrisponda esattamente alle indicazioni del progetto, e che si sia provveduto a fissarla stabilmente in modo di assicurare l'invariabilità della posizione dei ferri durante la battitura del conglomerato.

Il conglomerato deve avvolgere completamente i ferri e per raggiungere tale scopo essi devono essere spalmati con boiaccia di cemento immediatamente prima del getto.

Art. 41

Il conglomerato viene messo in opera subito dopo eseguito l'impasto, a strati di spessore non maggiore di cm 15; deve essere ben battuto con pestelli di appropriata forma e peso, od eventualmente vibrato

Nelle riprese di lavoro, se il conglomerato gettato è ancora molle, se ne spalma la superficie con boiaccia di cemento; se è già indurito, prima della detta spalmatura si rimette al vivo la superficie rendendola scabra e lavandola con acqua, in modo da assicurare il collegamento con la ripresa del getto.

Nei casseri dei pilastri si lascerà uno sportello al piede, che permetta di pulire la base e di mettersi uno strato di malta ricca di cemento prima di iniziare il getto del pilastro, affinché questo non rimanga indebolito al piede.

Art. 42

È vietato mettere in opera il conglomerato a temperatura inferiore a zero gradi centigradi. Soltanto il conglomerato di cemento alluminoso può essere messo in opera a temperatura minore di zero, ma non più bassa di -10° ; gli impasti però devono essere eseguiti con materiali aventi temperatura superiore a zero gradi

Art. 43

Nelle costruzioni esposte a notevoli variazioni di temperatura si devono prendere, durante l'esecuzione, le opportune disposizioni per evitare gli inconvenienti che ne possono derivare.

Art. 44

Le opere di conglomerato armato, fino a sufficiente maturazione, cioè per un periodo di tempo da 8 a 14 giorni, devono essere periodicamente innaffiate e, ricoperte di sabbia o di tela, mantenute umide. Ove occorra, devono essere più efficacemente protette contro le vicende meteoriche, dai raggi solari specialmente nella stagione estiva e dal gelo durante l'inverno.

Le opere di conglomerato di cemento alluminoso devono essere confezionate a temperatura non superiore a 30° , sia nell'ambiente sia nei materiali componenti, e speciali precauzioni devono prendersi perchè non rimangano esposte a temperature troppo elevate.

Art. 45

Nella confezione del conglomerato di cemento alluminoso si deve eliminare in modo assoluto qualsiasi inclusione di calce e di cemento di altra specie, provvedendo ad una rigorosa pulizia e lavatura preventiva di attrezzi, meccanismi, piani per impasti e mezzi di trasporto.

Art. 46

Le armature in legname devono essere sufficientemente rigide per resistere, senza apprezzabili deformazioni, al peso proprio della costruzione ed alle vibrazioni prodotte

dalla battitura del conglomerato. Esse devono essere costruite in modo che al momento del primo disarmo, rimanendo in posto i necessari puntelli, possano essere rimosse, senza pericolo di danneggiare l'opera, le sponde dei casseri ed altre parti non essenziali alla stabilità.

Quando la portata delle membrature principali oltrepassi m. 6, devono disporsi sotto le casseforme o sotto i puntelli, opportuni cunei di disarmo.

Art. 47

Nessuna opera in conglomerato armato deve essere soggetta al passaggio diretto degli operai e mezzi d'opera, prima che abbia raggiunto un sufficiente grado di maturazione.

E' proibito caricare o mettere in esercizio comunque le strutture che non siano ancora sufficientemente stagionate.

Art. 48

Non si procede ad alcun disarmo prima di aver accertato che il conglomerato abbia raggiunto un grado sufficiente di maturazione.

Nelle migliori condizioni atmosferiche e con conglomerato di cemento a lenta presa idraulico normale (Portland), d'alto forno e pozzolanico non si devono rimuovere prima di 5 giorni le sponde dei casseri delle travi e quelle dei pilastri. Non si procede al disarmo prima di 10 giorni per le solette e non prima di un mese per i puntelli delle nervature.

Le opere di notevole portata e di grandi dimensioni, come pure quelle destinate per coperture, le quali dopo il disarmo possono trovarsi esposte subito al carico assunto nel calcolo, si devono lasciare armate per un tempo maggiore, da indicarsi fra le modalità del progetto.

Il disarmo delle strutture eseguite con conglomerato di cemento ad alta resistenza può essere fatto dopo trascorso almeno lo spazio di tempo appresso indicato:

- 1) sponde dei casseri delle travi e dei pilastri: 48 ore;
- 2) armature di solette: 4 giorni;
- 3) puntelli delle travi e delle solette di grande portata: 8 giorni.

Il disarmo delle strutture eseguite con conglomerato di cemento alluminoso può essere fatto dopo trascorso almeno lo spazio di tempo appresso indicato:

- 1) sponde dei casseri delle travi e dei pilastri: 36 ore;
- 2) armatura di solette: 3 giorni;
- 3) puntelli delle travi e delle solette di grande portata: 5 giorni.

Nelle stagioni eccezionalmente contrarie alla buona maturazione del conglomerato il tempo prescritto per il disarmo deve essere convenientemente aumentato. Ciò va detto in particolar modo per quelle opere che durante la costruzione fossero state colpite dal gelo, per le quali dopo accertato l'avvenuto disgelo senza deterioramento della massa del conglomerato, deve lasciarsi trascorrere prima del disarmo tutto intero il periodo di tempo sopra indicato.

In ogni caso, prima di procedere alla rimozione delle armature di legname, da effettuarsi in modo che la costruzione non riceva urti, scuotimenti o vibrazioni, occorre verificare accuratamente che il conglomerato abbia fatto buona presa.

Art. 49

Nel cantiere dei lavori, a cura del direttore, deve tenersi un registro, nel quale siano indicate le date dell'ultimazione del getto delle varie parti dell'opera, la quantità del cemento impiegato e tutte le eventualità degne di nota verificatesi durante la costruzione

CAPO V

NORME DI COLLAUDO

Art. 50

Il direttore dei lavori ha l'obbligo di allegare ai documenti di collaudo, dopo averne dato visione al costruttore, i certificati delle prove eseguite a norma delle disposizioni contenute nel Capo II.

Art. 51

Le operazioni di collaudo consistono nel controllare la perfetta esecuzione del lavoro e la sua corrispondenza con i dati del progetto, nell'eseguire prove di carico e nel compiere ogni altra indagine che il collaudatore ritenga necessaria

Le prove di carico hanno luogo di regola non prima di 50 giorni dall'ultimazione del getto per i conglomerati di cemento idraulico normale (Portland), di alto forno e pozzolatico, non prima di 30 giorni per i conglomerati di cemento alluminoso, e si effettuano a stagionatura più o meno avanzata secondo la portata delle diverse parti e la importanza dei carichi

Nelle prove la costruzione deve essere possibilmente caricata nei modi previsti nella progettazione ed in generale in modo tale da determinare le massime tensioni o le massime deformazioni

La lettura degli apparecchi di misura (flessimetri od estensimetri) sotto carico deve essere ripetuta fino a che non si verifichino ulteriori aumenti nelle indicazioni

La lettura delle deformazioni permanenti, dopo la rimozione del carico deve essere ugualmente ripetuta fino a che non si verifichino ulteriori ritorni

Qualora si riscontrino deformazioni permanenti notevoli, la prova di carico deve essere ripetuta per constatare il comportamento elastico della struttura

Il confronto tra le deformazioni elastiche (consistenti nelle differenze tra le deformazioni massime e le permanenti) e le corrispondenti deformazioni calcolate in base all'art. 34, fornisce al collaudatore un criterio di giudizio sulla stabilità dell'opera

Art. 52

È vietato assoggettare a carico, sia pure transitorio, una costruzione di conglomerato prima che sia stata soggetta a prova.

ELENCO DEI LABORATORI UFFICIALI.

Laboratori sperimentali annessi alle cattedre di Scienza delle costruzioni:
dell'Istituto Superiore d'ingegneria (Politecnico) di Torino;
dell'Istituto Superiore d'ingegneria (Politecnico) di Milano;
della facoltà d'ingegneria della Università di Padova;
della facoltà d'ingegneria della Università di Genova;
della facoltà d'ingegneria della Università di Bologna;
della facoltà d'ingegneria della Università di Pisa;
della facoltà d'ingegneria della Università di Roma;
della facoltà d'ingegneria della Università di Napoli;
della facoltà d'ingegneria della Università di Palermo;
laboratorio dell'Istituto Sperimentale delle Comunicazioni (Sezione Ferroviaria)