

DECRETO MINISTERIALE 9-01-1996

Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche

(G.U. 5 febbraio 1996, n. 29 - suppl.)

Art. 1.

Sono approvate le allegate norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui alla legge 5 novembre 1971, n. 1086, che si riportano in allegato al presente decreto e di cui formano parte integrante.

Sono altresì applicabili le norme tecniche di cui al precedente decreto 14 febbraio 1992 per la parte concernente le norme di calcolo e le verifiche col metodo delle tensioni ammissibili e le relative regole di progettazione e di esecuzione.

È consentita l'applicazione delle norme europee sperimentali Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo, parte 1 - 1, regole generali e regole per gli edifici - ed Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio, parte 1 - 1, regole generali e regole per gli edifici - nelle rispettive versioni in lingua italiana, pubblicate a cura dell'UNI (UNI ENV 1992 - 1 - 1, ratificata in data gennaio 1993 e UNI ENV 1993 - 1 - 1, ratificata in data giugno 1994), come modificate ed integrate dalle prescrizioni di cui alla parte I, sezione III, ed alla parte II, sezione III, delle norme tecniche di cui al comma 1.

Art. 2.

L'adozione da parte del progettista, e sotto sua responsabilità, di uno dei sistemi normativi indicati rispettivamente nei commi 1, 2 e 3 dell'art. 1, ne comporta l'applicazione unitaria ed integrale all'intero organismo strutturale.

L'inosservanza delle norme di cui all'art. 1 è sanzionata ai sensi della legge 5 novembre 1971, n. 1086.

Art. 3.

Le norme tecniche di cui all'art. 1 devono essere osservate per tutte le opere, se e per quanto, per la specifica categoria di opere, non viga diversa regolamentazione.

Art. 4.

Le presenti norme entreranno in vigore quattro mesi dopo la pubblicazione del presente decreto nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana.

Art. 5.

Salvo quanto disposto nell'art. 1, secondo comma, in via transitoria continuano ad applicarsi le norme di cui al precedente decreto 14 febbraio 1992 per le opere in corso e per le quali sia stata già presentata la denuncia prevista dall'art. 4 della legge 5 novembre 1971, n. 1086, nonché per le opere di cui all'ultimo comma dello stesso art. 4, per le quali sia stato pubblicato il bando di gara per l'appalto, ovvero sia intervenuta la stipulazione del contratto di appalto a trattativa privata.

Parte Generale

Si riportano qui di seguito le considerazioni generali e comuni alle Parte I, cemento armato normale e precompresso e Parte II, acciaio.

1. Modalità operative

Nell'ambito delle presenti norme tecniche, possono essere seguite, in alternativa, due diverse modalità operative di verifica delle costruzioni, riportate rispettivamente nelle Sezioni II e III delle Parti I (CA/CAP) e II (Acciaio).

La Sezione II fornisce le indicazioni da seguire per la verifica delle strutture in cemento armato normale e precompresso e in acciaio.

La Sezione III fornisce le indicazioni per l'uso degli Eurocodici UNI ENV 1992-1-1: Progettazione di strutture in c.a. datato gennaio 1993 (EC2) ed UNI ENV 1993-1-1: Progettazione di strutture in acciaio datato giugno

1994 (EC3) fornendo altresì specifiche prescrizioni integrative, sostitutive e soppressive delle indicazioni contenute nei Eurocodici stessi. La Sezione III costituisce il (DAN) Documento di applicazione nazionale, così richiamato nei documenti del CEN (Comitato europeo di normalizzazione). Al successivo punto 7 si riportano le prescrizioni circa le azioni di calcolo, che debbono essere seguite per l'impiego delle Sezioni II e III delle Parti I e II.

2. Sezione I

Nella Sezione I sono riportate le prescrizioni comuni alle Sezioni II e III. Tali prescrizioni comuni sostituiscono le corrispondenti indicazioni riportate nel decreto ministeriale 14 febbraio 1992.

In particolare valgono le seguenti indicazioni comuni:

- per le azioni si farà riferimento a quanto indicato nelle norme "Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" emanate ai sensi dell'art. 1 della legge 2 febbraio 1974, n. 64;
- per i materiali ed i prodotti si dovranno seguire le indicazioni contenute nel Cap. 2 della Sezione I;
- per il collaudo statico valgono le prescrizioni riportate nel Cap. 3 della Sezione I.

3. Norme di riferimento

Le norme europee di riferimento citate nelle norme UNI ENV 1992-1-1 ed UNI ENV 1993-1-1 non sono al momento per la maggior parte disponibili, o lo sono soltanto, in alcuni casi, in forma di norme sperimentali. Fermo restando l'obbligo di seguire le prescrizioni delle norme sui materiali esplicitamente richiamate al punto 3 delle presenti norme (Cap. 2 della Sezione I), per altre norme citate nelle norme UNI ENV 1992-1-1 e UNI ENV 1993-1-1 possono adottarsi le norme citate nel presente decreto, o, in mancanza, le norme nazionali pertinenti.

4. Norme tecniche: metodo delle tensioni ammissibili

Il metodo delle tensioni ammissibili può essere applicato così come previsto dall'art. 2 del presente decreto, riferendosi alle norme tecniche di cui al decreto 14 febbraio 1992, che si debbono in tal caso applicare integralmente, salvo per i materiali e prodotti, le azioni e il collaudo statico per i quali valgono le indicazioni riportate nella Sezione I del presente decreto, nonché gli Allegati per i quali valgono quelli uniti alle presenti norme tecniche.

In particolare si dovrà fare riferimento, per quanto concerne le azioni, alle specifiche prescrizioni contenute nelle norme tecniche "Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" in vigore al momento dell'uso.

5. Norme tecniche: altri metodi di verifica

Nella progettazione si possono adottare metodi di verifica e regole di dimensionamento diversi da quelli contenuti nelle presenti norme tecniche purché fondati su ipotesi teoriche e risultati sperimentali scientificamente comprovati e purché sia comprovata una sicurezza non inferiore a quella qui prescritta.

6. Indicazione della norma tecnica seguita

Negli elaborati di progetto previsti all'art. 4 punto b) della legge 1086/1971, deve essere indicata chiaramente la norma tecnica alla quale si è fatto riferimento.

7. Azioni di calcolo

Le verifiche debbono essere condotte nei riguardi degli stati limite di esercizio e degli stati limite ultimi.

Le azioni sulla costruzione devono essere cumulate in modo da determinare condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della probabilità ridotta di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli, come consentito dalle norme vigenti.

Per gli stati limite ultimi si adotteranno le combinazioni del tipo:

$$F_d = \gamma_g G_k + \gamma_p P_k + \gamma_q \left[Q_{ik} + \sum_{i=1}^{i=n} (\psi_{oi} Q_{ik}) \right]$$

essendo:

G_k il valore caratteristico delle azioni permanenti;

P_k il valore caratteristico della forza di precompressione;

Q_{ik} il valore caratteristico dell'azione di base di ogni combinazione;

Q_{ik} i valori caratteristici delle azioni variabili tra loro indipendenti;

$\gamma_g = 1,4$ (1,0 se il suo contributo aumenta la sicurezza);

$\gamma_p = 0,9$ (1,2 se il suo contributo diminuisce la sicurezza);

$\gamma_q = 1,5$ (0 se il suo contributo aumenta la sicurezza);

ψ_{oi} = coefficiente di combinazione allo stato limite ultimo da determinarsi sulla base di considerazioni statistiche.

Qualora le deformazioni impresse esercitino una azione significativa sullo stato limite ultimo considerato se ne deve tener conto applicando loro un coefficiente di 1,2.

Il contributo delle deformazioni impresse, non imposte appositamente, deve essere trascurato se a favore

della sicurezza.

Per gli stati limite di esercizio si devono prendere in esame le combinazioni rare, frequenti e quasi permanenti con

$\gamma_G = \gamma_P = \gamma_Q = 1$, e applicando ai valori caratteristici delle azioni variabili adeguati coefficienti ψ_0, ψ_1, ψ_2 .

In forma convenzionale le combinazioni possono essere espresse nel modo seguente:

combinazioni rare:

$$F_d = G_k + P_k + Q_{ik} + \sum_{i=1}^{i=n} (\psi_{0i} Q_{ik})$$

combinazioni frequenti:

$$F_d = G_k + P_k + \psi_{11} Q_{1k} + \sum_{i=2}^{i=n} (\psi_{2i} Q_{ik})$$

combinazioni quasi permanenti:

$$F_d = G_k + P_k + \sum_{i=1}^{i=n} (\psi_{2i} Q_{ik})$$

ψ_{1i} coefficiente atto a definire i valori delle azioni assimilabili ai frattili di ordine 0,95 delle distribuzioni dei valori istantanei;

ψ_{2i} coefficiente atto a definire i valori quasi permanenti delle azioni variabili assimilabili ai valori medi delle distribuzioni dei valori istantanei.

In mancanza di informazioni adeguate si potranno attribuire ai coefficienti ψ_0, ψ_1, ψ_2 i valori seguenti:

PROSPETTO 1

Azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Carichi variabili nei fabbricati per:			
• abitazioni	0,7	0,5	0,2
• uffici, negozi, scuole, ecc.	0,7	0,6	0,3
• autorimesse	0,7	0,7	0,6
Vento, neve	0,7	0,2	0

Parte I CEMENTO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO

SIMBOLOGIA

A - Simboli

A area

E	modulo di elasticità longitudinale
F	azioni in generale (carichi e deformazioni imposte)
G	azioni permanenti; modulo di elasticità tangenziale
I	momento di inerzia
L	limite di fatica
M	momento flettente
N	forza normale; numero di piegamenti nella prova di piegamento (per armature di precompressione)
Q	azioni variabili
S	effetto delle azioni (sollecitazione agente)
T	momento torcente; temperatura
V	forza di taglio
b	larghezza
c	spessore (di ricoprimento)
d	diametro
e	eccentricità
f	resistenza di un materiale
g	carico permanente ripartito; accelerazione di gravità
h	altezza
i	raggio di inerzia
j	numero di giorni
l	lunghezza di un elemento; allungamento a rottura per acciaio da c.a.p.
m	momento flettente per unità di lunghezza
n	forza normale per unità di lunghezza; coefficiente di omogeneizzazione delle armature; numero
q	carico variabile ripartito
r	raggio; rilassamento
s	scarto quadratico medio
t	tempo; momento torcente per unità di lunghezza
u	perimetro
v	forza di taglio per unità di lunghezza o larghezza
w	apertura delle fessure
x	altezza dell'asse neutro
y	altezza del diagramma rettangolare delle tensioni normali
z	braccio delle forze interne
γ	coefficiente di sicurezza (γ_m per i materiali, γ_f per le azioni); peso specifico
δ	coefficiente di variazione
ε	deformazione
ϑ	deformazione
μ	coefficiente di attrito
λ	snellezza
ρ	rapporto geometrico di armatura
σ	tensione normale
τ	tensione tangenziale
φ	coefficiente di deformazione viscosa
ω	coefficiente di amplificazione dei carichi nel carico di punta; rapporto meccanico di armatura
\varnothing	diametro di una barra o di un cavo sommatore
Σ	sommatoria

<i>b</i>	aderenza
<i>c</i>	calcestruzzo
<i>d</i>	valore di calcolo
<i>e</i>	limite di elasticità di un materiale; effettivo; efficace
<i>f</i>	forze ed altre azioni; flessione
<i>g</i>	carico permanente
<i>i</i>	iniziale
<i>h</i>	orizzontale
<i>k</i>	valore caratteristico
<i>l</i>	longitudinale
<i>m</i>	valore medio; materiale; momento flettente
<i>n</i>	sforzo normale
<i>p</i>	precompressione
<i>q</i>	carico variabile
<i>s</i>	acciaio; ritiro
<i>r</i>	rilassamento; fessurazione
<i>t</i>	trazione; torsione
<i>u</i>	ultimo (stato limite)
<i>w</i>	anima
<i>y</i>	snervamento

C-Simboli speciali

∞ come indice di un simbolo = valore asintotico

D-Simboli frequenti

Calcestruzzo

f_c	resistenza cilindrica a compressione
R_c	resistenza cubica
R_{cm}	resistenza media cubica
f_{cm}	resistenza media cilindrica
R_{ck}	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cd}	resistenza di calcolo cilindrica = $\frac{f_{ck}}{\gamma_c}$
f_{ct}	resistenza a trazione
f_{ctk}	resistenza caratteristica a trazione
f_{ctd}	resistenza di calcolo a trazione = $\frac{f_{ctk}}{\gamma_c}$

Acciaio per cemento armato

f_y	tensione di snervamento
f_t	tensione di rottura
f_{yk}	tensione caratteristica di snervamento
f_{tk}	tensione caratteristica di rottura
$f_{(0,2)}$	tensione allo 0,2% di deformazione residua
$f_{(0,2)k}$	tensione caratteristica allo 0,2% di deformazione residua

Acciaio per precompressione

f_{py}	tensione di snervamento (barre)
$f_p(1)$	tensione all'1% di deformazione sotto carico
$f_p(0,2)$	tensione allo 0,2% di deformazione residua
f_{pt}	tensione di rottura
f_{pyk}	tensione caratteristica di snervamento (barre)
$f_{p(1)k}$	tensione caratteristica all'1% di deformazione sotto carico
$f_{p(0,2)k}$	tensione caratteristica allo 0,2% di deformazione residua
f_{ptk}	tensione caratteristica di rottura

Sezione I

Prescrizioni generali e comuni

1. OGGETTO.

Formano oggetto delle presenti norme tutte le opere di conglomerato cementizio armato normale e di conglomerato cementizio armato precompresso, eccettuate quelle per le quali vige una regolamentazione apposta a carattere particolare.

I dati sulle azioni da considerare nei calcoli sono quelli contenuti nelle norme "Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" emanate ai sensi dell'art. 1 della legge 2 febbraio 1974, n. 64.

Nell'ambito di uno stesso organismo strutturale non è consentito adottare regole progettuali ed esecutive provenienti in parte dalla Sez. II e in parte dalla Sez. III ovvero in parte derivanti dall'uso del metodo delle tensioni ammissibili.

Le presenti norme non sono applicabili ai calcestruzzi confezionati con aggregati leggeri. Tali calcestruzzi possono essere impiegati purché venga garantita, con adeguata documentazione teorica e sperimentale, una sicurezza non inferiore a quella prevista dalle presenti norme.

2. MATERIALI E PRODOTTI.

I materiali ed i prodotti debbono rispondere ai requisiti indicati nell'Allegato 1.

Potranno inoltre essere impiegati materiali e prodotti conformi ad una norma armonizzata o ad un benessere tecnico europeo così come definiti nella Direttiva 89/106/CEE, ovvero conformi a specifiche nazionali dei Paesi della Comunità europea, qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali della Direttiva 89/106/CEE. Tale equivalenza sarà accertata dal Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

2.1. Calcestruzzo.

Per quanto applicabile e non in contrasto con le presenti norme si potrà fare utile riferimento alla UNI 9858 (maggio 1991).

2.1.1. RESISTENZA A COMPRESSIONE SEMPLICE.

Le presenti norme sono basate sulla resistenza a compressione misurata su cubi di spigolo 15, 16 o 20 cm. La resistenza a compressione del calcestruzzo verrà valutata secondo le indicazioni dell'Allegato 2.

2.1.2. RESISTENZA A TRAZIONE SEMPLICE.

Il valore medio della resistenza a trazione semplice (assiale) in mancanza di diretta sperimentazione può essere assunto pari a:

$$f_{ctm} = 0,27 \sqrt[3]{R_{ck}^2} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

I valori caratteristici corrispondenti ai frattili 5% e 95% possono assumersi rispettivamente pari a $0,7 f_{ctm}$ ed $1,3 f_{ctm}$.

Il valore medio della resistenza a trazione per flessione si assume, in mancanza di sperimentazione diretta, pari a:

$$f_{ctm} = 1,2 f_{tmc}$$

2.1.3. MODULO ELASTICO.

Per modulo elastico istantaneo, tangente all'origine, in mancanza di diretta sperimentazione da eseguirsi secondo la norma UNI 6556 (marzo 1976), si assume in sede di progetto il valore:

$$E_c = 5700 \sqrt{R_{ck}} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Tale formula non è applicabile ai calcestruzzi maturati a vapore. Essa non è da considerarsi vincolante nell'interpretazione dei controlli sperimentali delle strutture.

2.1.4. COEFFICIENTE DI POISSON.

Per il coefficiente di Poisson può adottarsi, a seconda dello stato di sollecitazione, un valore compreso tra 0 e 0,2.

2.1.5. COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA.

In mancanza di una determinazione sperimentale diretta il coefficiente di dilatazione termica del conglomerato può assumersi pari a $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

2.1.6. RITIRO.

In mancanza di sperimentazione diretta e quando non si ricorra ad additivi speciali, si ammetteranno per il ritiro finale

$\epsilon_{cs}(t_\infty, t_0)$ i seguenti valori:

a) Atmosfera con umidità relativa di circa 75%

t_0	$\alpha \leq 20 \text{ cm}$	$\alpha \geq 60 \text{ cm}$
1 ÷ 7 giorni	$0,26 \times 10^{-3}$	$0,21 \times 10^{-3}$
8 ÷ 60 giorni	$0,23 \times 10^{-3}$	$0,21 \times 10^{-3}$
> 60 giorni	$0,16 \times 10^{-3}$	$0,21 \times 10^{-3}$

b) Atmosfera con umidità relativa di circa 55%

t_0	$\alpha \leq 20 \text{ cm}$	$\alpha \geq 60 \text{ cm}$
1 ÷ 7 giorni	$0,43 \times 10^{-3}$	$0,31 \times 10^{-3}$
8 ÷ 60 giorni	$0,32 \times 10^{-3}$	$0,30 \times 10^{-3}$
> 60 giorni	$0,19 \times 10^{-3}$	$0,28 \times 10^{-3}$

in cui:

t_0 = età conglomerato a partire dalla quale si considera l'effetto del ritiro;

$$\alpha = \text{dimensione fittizia} = \frac{2A_c}{u}$$

A_c = area della sezione del conglomerato;

u = perimetro della sezione di conglomerato a contatto con l'atmosfera.

Per valori intermedi si interpolerà linearmente.

Per valutare la caduta di tensione nelle armature da c.a.p. conseguente al ritiro del calcestruzzo si terrà conto delle prescrizioni contenute al punto 4.3.4.8. a).

2.1.7. VISCOSITA'.

In mancanza di sperimentazione diretta, per il coefficiente finale di viscosità è $\varphi(t_\infty, t_0)$, di un conglomerato sottoposto ad una tensione al più uguale a $0,3 R_{ckj}$ al tempo $t_0 = j$ di messa in carico, si ammetteranno i seguenti valori:

a) Atmosfera con umidità relativa di circa 75%

t_0	$\alpha \leq 20 \text{ cm}$	$\alpha \geq 60 \text{ cm}$
3 ÷ 7 giorni	2,7	2,1

8 ÷ 60 giorni	2,2	1,9
> 60 giorni	1,4	1,7

b) Atmosfera con umidità relativa di circa 55%

t_0	$\alpha \leq 20$ cm	$\alpha \geq 60$ cm
3 ÷ 7 giorni	3,8	2,9
8 ÷ 60 giorni	3,0	2,5
> 60 giorni	1,7	2,0

Il significato dei simboli è riportato al precedente punto 2.1.6.

Per i valori intermedi si interpolerà linearmente.

Per valutare la caduta di tensione delle armature da c.a.p conseguente alla viscosità del calcestruzzo, si terrà conto delle prescrizioni contenute al punto 4.3.4.8. b).

2.1.8. DURABILITA'.

Al fine di garantire la durabilità del conglomerato particolarmente in ambiente aggressivo, così come in presenza di cicli di gelo e disgelo, è necessario studiarne adeguatamente la composizione.

Si potrà anche fare riferimento alla norma UNI 9858 (Maggio 1991) citata al punto 2.1.

2.2. Acciaio da cemento armato normale.

L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso per diametri $\varnothing \leq 14$ mm.

Per diametri superiori ne è ammesso l'uso previa autorizzazione del Servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

2.2.1. ACCERTAMENTO DELLE PROPRIETA' MECCANICHE.

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nelle EN 10002/1^a (marzo 1990), UNI 564 (febbraio 1960) e UNI 6407 (marzo 1969), salvo indicazioni contrarie o complementari.

Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche si intendono determinate su provette mantenute per 30 minuti a 250 °C e successivamente raffreddate in aria.

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si sostituisce f_y con $f(0,2)$.

2.2.2. ACCIAI IN BARRE TONDE LISCE.

Le barre di acciaio tonde lisce devono possedere le proprietà indicate nel successivo prospetto 1-I.

PROSPETTO 1-I

Tipo di acciaio	Fe B 22 k	Fe B 32 k
Tensione caratteristica di snervamento..... f_{yk} N/mm ²	≥ 215	≥ 215
Tensione caratteristica di rottura..... f_{yk} N/mm ²	≥ 335	≥ 215
Allungamento..... A_5 %	≥ 24	≥ 215
Piegamento a 180° su mandrino avente diametro.....D	2 \varnothing	3 \varnothing

Si devono usare barre di diametro compreso tra 5 e 30 mm.

2.2.3. ACCIAI IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA.

Le barre di acciaio ad adherenza migliorata si differenziano dalle barre lisce per la particolarità di forma atta ad aumentare l'aderenza al conglomerato cementizio e sono caratterizzate dal diametro \varnothing della barra tonda equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm³.

Le barre ad adherenza migliorata devono avere diametro:

$5 \leq \varnothing \leq 30$ mm per acciaio Fe B 38 k;

$5 \leq \varnothing \leq 26$ mm per acciaio Fe B 44 k, salvo quanto specificato al punto 2.2.7.

2.2.3.1. Caratteristiche meccaniche e tecnologiche.

Gli acciai in barre ad adherenza migliorata devono possedere le caratteristiche indicate nel prospetto 2-I, valutando le tensioni di snervamento e di rottura come grandezze caratteristiche secondo quanto indicato al punto 2.2.8.

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di $20 \pm 5^\circ\text{C}$ piegando la provetta a 90° , mantenendola poi per 30 minuti in acqua bollente e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20° . Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

PROSPETTO 2-I

Tipo di acciaio	Fe B 38 k	Fe B 44 k
Tensione caratteristica di snervamento..... f_{yk} N/mm ²	≥ 375	≥ 430
Tensione caratteristica di rottura..... f_{yk} N/mm ²	≥ 450	≥ 540
Allungamento A_5%	≥ 14	≥ 12
Per barre ad aderenza migliorata aventi \emptyset (*):		
fino a 12 mm (Piegamento a 180° su mandrino avente diametro D)	3 \emptyset	4 \emptyset
oltre 12 mm fino a 18 mm	6 \emptyset	8 \emptyset
oltre 18 mm fino a 25 mm	8 \emptyset	10 \emptyset
oltre 25 mm fino a 30 mm (Piegamento e raddrizzamento su mandrino avente diametro D)	10 \emptyset	12 \emptyset

(*) Il diametro \emptyset è quello della barra tonda equipesante

Poiché gli acciai, pur rispettando le limitazioni delle caratteristiche indicate nel prospetto 2-II, possono presentare valori sensibilmente diversi, per costruzioni in zona sismica, e, comunque, quando si opera la ridistribuzione delle sollecitazioni di cui al punto 4.1. il progettista deve dichiarare nella relazione sui materiali i limiti dei rapporti f_y/f_{yk} e (f_t/f_y) medio posti a base del calcolo e che dovranno essere soddisfatti dall'acciaio impiegato.

I limiti precedentemente definiti saranno controllati nello stabilimento di produzione e si riferiranno agli stessi campioni di cui alle prove di qualificazione (Allegato n° 4, punto 1.1).

In tali limiti f_y rappresenta il singolo valore di snervamento, f_{yk} il valore nominale di riferimento ed f_t il singolo valore della tensione di rottura.

2.2.3.2. Prova di aderenza.

Le barre ed i fili trafilati ad aderenza migliorata devono superare con esito positivo le prove di aderenza secondo il metodo "Beam-test" conformemente a quanto previsto nell'allegato 6; nell'allegato stesso sono pure indicate le modalità di controllo del profilo da eseguirsi in cantiere o in stabilimento.

2.2.4. FILI DI ACCIAIO TRAFILATO O LAMINATO A FREDDO DI DIAMETRO COMPRESO FRA 5 E 12 MM.

L'acciaio per fili deve rispondere alle proprietà indicate nel prospetto 3-I.

PROSPETTO 3-I

Tensione f_{yk} , ovvero $f_{(0,2)k}$N/mm ²	≥ 390
Tensione caratteristica f_{tk} N/mm ²	≥ 440
Allungamento A_{10}%	≥ 8
Piegamento a 180° su mandrino avente diametro D	2 \emptyset

Per la prova di aderenza vale quanto precisato al precedente punto 2.2.3.2.

2.2.5. RETI E TRALICCI DI ACCIAIO ELETTRISALDATI.

Le reti ed i tralici devono avere fili elementari di diametro \emptyset compreso tra 5 e 12 mm e devono rispondere alle caratteristiche riportate nel prospetto 4-I.

PROSPETTO 4-I

Tensione f_{yk} , ovvero $f_{(0,2)k}$ N/mm ²	≥ 390

Tensione caratteristica f_{tk} N/mm ²	≥ 440
Rapporto dei diametri dei fili dell'ordito $\frac{\varnothing_{\min}}{\varnothing_{\max}}$	$\geq 0,60$
Allungamento A_{10} %	≥ 8
Rapporto f_{tk}/f_{yk}	$\geq 1,10$

La tensione di rottura, quella di snervamento e l'allungamento devono essere determinati con prova di trazione su campione che comprenda almeno uno dei nodi saldati.

Il trattamento termico di cui al punto 2.2.1. non si applica per la determinazione delle proprietà meccaniche di reti e tralicci di acciaio elettrosaldato.

Dovrà inoltre essere controllata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, determinata forzando con idoneo dispositivo il filo trasversale nella direzione di quello maggiore posto in trazione; tale resistenza dovrà risultare maggiore di:

$$0,3 \times 400 \times A_0 \text{ [N]}$$

Nella quale A_0 è l'area della sezione del filo di diametro maggiore misurata in millimetri quadrati.

La distanza assiale tra i fili elementari non deve superare 35 cm.

2.2.6. SALDATURE.

Gli acciai saldabili saranno oggetto di apposita marchiatura depositata secondo quanto indicato nel punto 2.2.9., che li differenzia dagli acciai non saldabili.

Sono proibite le giunzioni mediante saldatura in opera o fuori opera, nonché il fissaggio delle gabbie di armatura tramite punti di saldatura per tutti i tipi di acciaio per i quali il produttore non abbia garantito la saldabilità all'atto del deposito di cui al punto 2.2.9.

Per tali acciai l'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito dovranno inoltre soddisfare le limitazioni sotto riportate:

Massimo contenuto di elementi chimici in %			
		Analisi su prodotto	Analisi di colata
carbonio	C	0,24	0,22
fosforo	P	0,055	0,050
zolfo	S	0,055	0,050
azoto	N	0,013	0,012
Carbonio equivalente	C_{eq}	0,52	0,50

Il calcolo del carbonio equivalente C_{eq} sarà effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

2.2.7. DEROGA ALLE LIMITAZIONI DIMENSIONALI.

Le limitazioni riguardanti i massimi diametri ammessi di cui al punto 2.2.3. non si applicano alle armature ad aderenza migliorata destinate a strutture in conglomerato cementizio armato di particolari caratteristiche e dimostrate esigenze costruttive.

L'impiego di tali armature di maggior diametro deve essere autorizzato dal Servizio tecnico centrale del Ministero dei lavori pubblici, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

2.2.8. CONTROLLI SULLE ARMATURE.

2.2.8.1. Modalità di prelievo e metodi di prova.

Il prelievo dei campioni e le prove saranno effettuati secondo la norma UNI 6407-69, salvo quanto stabilito ai punti 2.2.8.2., 2.2.8.3. per quanto riguarda la determinazione dei valori caratteristici f_{yk} o $f_{(0,2)k}$ e f_{tk} .

2.2.8.2. Controlli in stabilimento.

I produttori di barre lisce e ad aderenza migliorata, di fili trafilati, di reti e di tralicci elettrosaldati debbono sottoporre la loro produzione, presso i propri stabilimenti, a prove di carattere statistico seguendo le prescrizioni sotto riportate.

In tale caso i valori caratteristici f_{yk} o $f_{(0,2)k}$ e f_{tk} , e, per barre e fili ad aderenza migliorata l'indice di aderenza, vengono determinati secondo le modalità indicate negli allegati 4, 5 e 6.

Ai produttori di acciai di cui al primo comma è fatto obbligo di tenere depositato presso il Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, il catalogo aggiornato della loro produzione contenente tutti i dati tecnici previsti dalle presenti norme, ivi compresa l'eventuale saldabilità di cui al punto 2.2.6. Per la qualificazione della produzione i produttori devono sottoporsi agli adempimenti qui di seguito specificati e produrre la documentazione relativa al Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale che notifica al produttore l'avvenuto deposito ed accerta la validità e la rispondenza della documentazione stessa anche attraverso sopralluoghi, rilasciando apposito attestato:

1) Dimostrazione dell'idoneità del processo produttivo:

- il tipo di prodotti (tipo, dimensioni, composizione chimica);
- le condizioni generali della fabbricazione e dell'approvvigionamento dell'acciaio e del prodotto intermedio (billette, vergella);

- la descrizione degli impianti di produzione;

- l'organizzazione del controllo interno di qualità con l'indicazione dei responsabili aziendali;

- il Laboratorio Ufficiale responsabile delle prove di controllo.

2) Controllo continuo interno di qualità della produzione condotto su basi statistiche.

3) Verifica periodica della qualità da parte dei Laboratori Ufficiali.

Ogni 6 mesi i produttori di cui al primo comma sono tenuti inoltre ad inviare al Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, i seguenti documenti:

a) una dichiarazione attestante la permanenza delle condizioni iniziali di idoneità del processo produttivo e dell'organizzazione del controllo interno di qualità o le eventuali modifiche;

b) i risultati dei controlli interni eseguiti negli ultimi 6 mesi, per ciascun tipo di prodotto, da cui risulti il quantitativo di produzione, il numero delle prove e l'elaborazione statistica delle tensioni di snervamento e di rottura;

c) i risultati dei controlli eseguiti dal Laboratorio Ufficiale (certificati e loro elaborazione) nello stesso periodo di cui al punto b), per le prove meccaniche e chimiche;

d) il controllo della rispondenza degli indici di aderenza di cui ai punti b) e c) alle prescrizioni delle presenti norme;

e) la documentazione di conformità statistica, secondo una metodologia che deve essere dichiarata, delle tensioni di snervamento e di rottura di cui ai punti b) e c) tra loro e con le prescrizioni contenute nelle presenti norme tecniche.

Il mancato rispetto delle condizioni sopra indicate, accertato anche attraverso sopralluoghi, può comportare la decadenza della qualificazione.

Tutte le forniture di acciaio debbono essere accompagnate da un certificato di Laboratorio Ufficiale riferentesi al tipo di armatura di cui trattasi e marchiate secondo quanto prescritto in 2.2.9. La data del certificato deve essere non anteriore di 3 mesi a quella di spedizione. Tale periodo può essere prolungato fino a 6 mesi qualora il produttore abbia comunicato ufficialmente al Laboratorio Ufficiale incaricato del controllo di avere sospeso la produzione, nel qual caso il certificato dovrà essere accompagnato da copia di detta comunicazione. Qualora la sospensione della produzione si protragga per oltre 5 mesi, la procedura di qualificazione dovrà essere ripresa *ab initio*.

2.2.8.3. Prodotti provenienti dall'estero.

Gli adempimenti di cui al punto 2.2.8.2. si applicano anche ai prodotti provenienti dall'estero.

Per i prodotti provenienti da Paesi della Comunità economica europea nei quali sia in vigore una certificazione di idoneità tecnica riconosciuta dalle rispettive Autorità competenti, il produttore potrà, in alternativa a quanto previsto al primo comma, inoltrare al Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale domanda intesa ad ottenere il trattamento all'equivalenza della procedura adottata nel Paese di origine depositando contestualmente la relativa documentazione per i prodotti da fornire con il corrispondente marchio.

L'equivalenza della procedura di cui al precedente comma è sancita con decreto del Ministero dei lavori pubblici, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

2.2.8.4. Controlli in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre.

I controlli sono obbligatori e devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri contemplati nelle prove a carattere statistico di cui al punto 2.2.8.2. e allegati 4 e 5 in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di diametri per ciascuna partita prescelta, sempreché il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento.

In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri della partita. Le prove si effettuano presso un Laboratorio Ufficiale e riguardano la resistenza e la duttilità. I valori caratteristici delle grandezze

f_y o $f_{(0,2)}$ e f_t si valutano detraendo dalla media dei corrispondenti valori, riferiti ad uno stesso diametro, rispettivamente 10 N/mm² per f_y o $f_{(0,2)}$ e 20 N/mm² per f_t .

Qualora il risultato non sia conforme a quello dichiarato dal produttore, il direttore dei lavori disporrà la ripetizione della prova su sei ulteriori campioni dello stesso diametro; in tal caso dalle medie dei nove valori si detraggono rispettivamente 20 N/mm² per f_y o $f_{(0,2)}$ e 30 N/mm².

Ove anche da tale accertamento i limiti dichiarati non risultino rispettati, il controllo deve estendersi, previo avviso al produttore, a 25 campioni, applicando ai dati ottenuti la formula generale valida per controlli in stabilimento (Cfr. Allegati 4 e 5).

L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al produttore, che sarà tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione. Analoghe norme si applicano ai controlli di duttilità, aderenza e distacco al nodo saldato: un singolo risultato negativo sul

primo prelievo comporta l'esame di sei nuovi spezzoni dello stesso diametro, un ulteriore singolo risultato negativo comporta l'inidoneità della partita.

Inoltre il direttore dei lavori dovrà comunicare il risultato anomalo sia al Laboratorio Ufficiale incaricato del controllo in stabilimento che al Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale.

I certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai devono riportare l'indicazione del marchio identificativo di cui al successivo punto 2.2.9., rilevato a cura del Laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, dovrà essere riportata specifica annotazione sul certificato di prova.

2.2.8.5. Tolleranze.

Nei calcoli statici si adottano di norma le sezioni nominali. Le sezioni effettive non devono risultare inferiori al 98% di quelle nominali.

Qualora le sezioni effettive risultassero inferiori a tale limite, nei calcoli statici si adotteranno le sezioni effettive. Per barre ad aderenza migliorata non è comunque ammesso superare le tolleranze indicate nel prospetto 5-I.

PROSPETTO 5-I

Diametro nominale, mm	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	± 10	± 10	± 9	± 8	± 8	± 8	± 8	± 6	± 6	± 6	± 6
Diametro nominale, mm	22	24	25	26	28	30	-	-	-	-	-
Tolleranza in % sulla sezione ammessa per l'impiego	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	± 5	-	-	-	-	-

Nell'elaborazione dei risultati sperimentali ottenuti in laboratorio si opera comunque sulle sezioni effettive delle barre lisce e sulle sezioni delle barre equipesanti per barre e fili trafilati ad aderenza migliorata. Per i fili di acciaio trafilati e per i fili delle reti e dei tralicci la tolleranza sulle sezioni ammesse per l'impiego è di ± 4% per tutti i diametri.

2.2.9. MARCHIATURA PER IDENTIFICAZIONE.

Tutti i produttori di barre lisce o ad aderenza migliorata, di fili, di reti e di tralicci devono procedere ad una marchiatura del prodotto fornito, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

A tali produttori è fatto obbligo di depositare il "marchio" (nervatura e marchiatura) presso il Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale.

2.3. Acciaio da cemento armato precompresso.

2.3.1. GENERALITÀ.

Le prescrizioni seguenti si riferiscono agli acciai per armature da precompressione forniti sotto forma di:

Filo: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli;

Barra: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma di elementi rettilinei;

Treccia: gruppi di 2 e 3 fili avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale; passo e senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili della treccia;

Trefolo: gruppi di fili avvolti ad elica in uno o più strati intorno ad un filo rettilineo disposto secondo l'asse longitudinale dell'insieme e completamente ricoperto dagli strati. Il passo ed il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili di uno stesso strato.

I fili possono essere lisci, ondulati, con impronte, tondi o di altre forme; vengono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante. Non è consentito l'uso di fili lisci nelle strutture precomprese ad armature pre-tese.

Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, con risalti; vengono individuate mediante il diametro nominale.

2.3.2. COMPOSIZIONE CHIMICA.

Il produttore deve controllare la composizione chimica e la struttura metallografica al fine di garantire le proprietà meccaniche prescritte.

2.3.3. GRANDEZZE GEOMETRICHE E MECCANICHE. CONTROLLI.

Le grandezze qui di seguito elencate: \emptyset , A , f_{ptk} , f_{pyk} , $f_{p(0,2)k}$, $f_{p(1)k}$, l , E_p , N , $\alpha(180^\circ)$ ed eventualmente L e r debbono fare oggetto di garanzia da parte del produttore ed i corrispondenti valori garantiti figurare nel catalogo del produttore stesso.

Il controllo sarà eseguito secondo le modalità e le prescrizioni indicate nei punti successivi e nell'Allegato 3. Pertanto i valori delle grandezze:

- \emptyset , A , E_p saranno confrontati con quelli che derivano dall'applicazione, ai valori nominali, delle tolleranze prescritte rispettivamente ai punti 3.1 e 3.6 dell'Allegato 3;

- f_{ptk} , f_{pyk} , $f_{p(0,2)k}$, $f_{p(1)k}$ ottenuti applicando ai valori singoli di f_{pt} , f_{pyk} , $f_{p(0,2)k}$, $f_{p(1)}$ le formule di cui ai punti 1. e 2. dell'Allegato 3, saranno confrontati con i corrispondenti valori garantiti che figurano nel catalogo del produttore;

- l , N , $\alpha(180^\circ)$ saranno confrontati con quelli prescritti rispettivamente ai punti 3.3, 3.8 e 3.9 dell'Allegato 3;

- L e r saranno confrontati con i valori che, eventualmente, figurano nel catalogo del produttore.

Si prenderà inoltre in considerazione la forma del diagramma sforzi deformazioni.

Le presenti norme prevedono due forme di controllo:

- controlli obbligatori nello stabilimento di produzione;

- controlli facoltativi in cantiere o nel luogo di formatura dei cavi.

I controlli eseguiti in stabilimento si riferiscono a lotti di fabbricazione. I controlli eseguiti in cantiere si riferiscono a lotti di spedizione.

Lotti di spedizione: lotti al massimo di 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

Lotti di fabbricazione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (numero di rotolo finito, della bobina di trefolo e del fascio di barre). Un lotto di fabbricazione deve avere grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) ed essere compreso tra 30 e 100 tonnellate.

Il produttore dovrà accompagnare tutte le spedizioni con un proprio certificato di controllo riferentesi ad un numero di prove almeno pari a quello indicato nella colonna 4 della tabella 1 dell'Allegato 3.

Ai produttori di acciaio per c.a.p. è fatto obbligo di tenere depositato presso il Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, il catalogo aggiornato della produzione, contenente tutti i dati tecnici secondo le prescrizioni delle presenti norme.

Per la qualificazione della produzione i produttori devono sottoporsi agli adempimenti qui di seguito specificati e produrre la documentazione relativa al Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, che notifica al produttore l'avvenuto deposito ed accerta la validità e la rispondenza della documentazione stessa anche attraverso sopralluoghi, rilasciando apposito attestato:

1) Dimostrazione dell'idoneità del processo produttivo:

- il tipo di prodotti (tipo, dimensioni, composizione chimica);

- le condizioni generali della fabbricazione e dell'approvvigionamento dell'acciaio e del prodotto intermedio (billette, vergella);

- la descrizione degli impianti di produzione;

- l'organizzazione del controllo interno di qualità con l'indicazione dei responsabili aziendali;

- il Laboratorio Ufficiale responsabile delle prove di controllo;

2) Controllo continuo interno di qualità della produzione condotto su basi statistiche;

3) Verifica periodica della qualità da parte dei Laboratori Ufficiali.

Ogni 6 mesi i produttori sono tenuti inoltre ad inviare al Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, i seguenti documenti:

a) una dichiarazione attestante la permanenza delle condizioni iniziali di idoneità del processo produttivo e dell'organizzazione del controllo interno di qualità o le eventuali modifiche;

b) i risultati dei controlli interni eseguiti negli ultimi 6 mesi, per ciascun tipo di prodotto, da cui risulti il quantitativo di produzione, il numero delle prove e l'elaborazione statistica delle tensioni limite e di rottura;

c) i risultati dei controlli eseguiti dal Laboratorio Ufficiale (certificati e loro elaborazione) nello stesso periodo di cui al punto b), per le prove meccaniche e chimiche;

d) la documentazione di conformità statistica, secondo una metodologia che deve essere dichiarata, delle tensioni limite e di rottura di cui ai punti b) e c) tra loro e con le prescrizioni contenute nelle presenti norme tecniche;

e) il controllo della rispondenza delle verifiche di rilassamento e di fatica, qualora per tali grandezze sia stata richiesta la qualificazione, di cui ai punti b) e c) alle prescrizioni delle presenti norme.

Il mancato rispetto delle condizioni sopra indicate, accertato anche attraverso sopralluoghi, può comportare la decadenza della qualificazione.

2.3.3.1. Controlli in stabilimento.

I produttori di acciai per armature da precompressione debbono sottoporre la loro produzione, presso i propri stabilimenti, a prove a carattere statistico, seguendo le prescrizioni di cui al punto 2.3.3.

I produttori dovranno contrassegnare cronologicamente la loro produzione numerando i lotti di fabbricazione. Per ciascun lotto saranno tenuti ad eseguire presso lo stabilimento di produzione controlli continuativi geometrici e meccanici dei quali riporteranno i risultati in appositi registri.

Tutte le forniture di acciaio debbono essere accompagnate da un certificato di un Laboratorio Ufficiale riferentesi al tipo di armatura di cui trattasi e munite di un sigillo sulle legature con il marchio del produttore, secondo quanto indicato al punto 2.3.5. La data del certificato deve essere non anteriore di 3 mesi alla data di spedizione. Limitatamente alla resistenza a fatica e al rilassamento il certificato è utilizzabile se ha data non anteriore di un anno alla data di spedizione.

Tale periodo può essere prolungato fino a 6 mesi qualora il produttore abbia comunicato ufficialmente al laboratorio incaricato del controllo di avere sospeso la produzione; nel qual caso il certificato dovrà essere accompagnato da copia di detta comunicazione.

Qualora la sospensione della produzione si prolunghi per oltre 5 mesi, la procedura di qualificazione dovrà essere ripresa ab initio.

Il certificato può essere utilizzato senza limitazione di tempo per i lotti cui si riferiscono le prove citate nel certificato stesso.

2.3.3.2. Controlli in cantiere o nel luogo di formazione dei cavi.

Il direttore dei lavori in cantiere o il tecnico responsabile dell'officina di formazione dei cavi, che assume a tale riguardo le responsabilità attribuite dalla legge al direttore dei lavori, deve controllare che si possano individuare in modo incontrovertibile l'origine e le caratteristiche del materiale. E' inoltre responsabilità del tecnico responsabile dell'officina di formazione dei cavi di documentare al direttore dei lavori la provenienza e le caratteristiche ed il marchio del materiale stesso.

Qualora il direttore dei lavori o il tecnico responsabile dell'officina di formazione dei cavi ritenesse di ricontrrollare forniture di acciai che rispondano ai requisiti di cui sopra, valgono le seguenti norme.

Effettuato un prelievo, in cantiere o nel luogo di formazione dei cavi, di dieci saggi provenienti da una stessa fornitura ed appartenenti ad una stessa categoria si determinano, mediante prove effettuate presso un Laboratorio Ufficiale, i corrispondenti valori medi g_{mn} di f_{pt} , f_{py} , $f_{p(0,2)}$, $f_{p(1)}$ ed i relativi scarti quadratici medi s_n e si controllano inoltre le grandezze \emptyset , A , N , l , E_p , $\epsilon^2(180^\circ)$.

I risultati delle prove vengono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se le grandezze \emptyset , A , N , l , E_p , $\epsilon^2(180^\circ)$ rispettano le prescrizioni di cui all'Allegato 3, punto 3. e se:

- per le tensioni di rottura f_{pt} :

$$g_{mn} \geq 1,03 f_{ptk}$$

$$s_n \geq 0,05 f_{ptk}$$

.- per le grandezza f_{py} , $f_{p(0,2)}$, $f_{p(1)}$:

$$g_{mn} \geq 1,04 \left\{ \begin{array}{l} f_{p(0,2)k} \\ f_{p(1)k} \\ f_{pyk} \end{array} \right\}$$

$$s_n \leq 0,07 \left\{ \begin{array}{l} f_{p(0,2)k} \\ f_{p(1)k} \\ f_{pyk} \end{array} \right\}$$

nelle quali i valori caratteristici sono quelli garantiti che figurano nel catalogo del produttore.

Se tali disequaglianze non sono verificate, o se non sono rispettate le prescrizioni di cui all'Allegato 3 si ripeteranno, previo avviso al produttore, le prove su altri 10 saggi.

L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al produttore, che sarà tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione.

Inoltre il direttore dei lavori dovrà comunicare il risultato anomalo sia al Laboratorio Ufficiale incaricato del controllo in stabilimento che al Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale.

I certificati relativi alle prove (meccaniche) degli acciai devono riportare l'indicazione del marchio identificativo di cui al successivo punto 2.3.5., relativo a cura del Laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, dovrà essere riportata specifica annotazione sul certificato di prova.

2.3.3.3. Prodotti provenienti dall'estero.

Gli adempimenti di cui ai punti 2.3.3.1. e 2.3.3.2. si applicano anche ai prodotti provenienti dall'estero.

Per i prodotti provenienti da Paesi della Comunità economica europea nei quali sia in vigore una certificazione di idoneità tecnica riconosciuta dalle rispettive Autorità competenti, il produttore potrà, in alternativa a quanto previsto al primo comma, inoltrare al Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, domanda intesa ad ottenere il riconoscimento dell'equivalenza della procedura adottata nel Paese di origine, depositando contestualmente la relativa documentazione per i prodotti da fornire con il corrispondente marchio.

L'equivalenza della procedura di cui al precedente comma è sancita con decreto del Ministero dei lavori pubblici, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

2.3.4. REQUISITI.

Gli acciai possono essere forniti in rotoli (fili, trecce, trefoli), in bobine (trefoli), in fasci (barre).

I fili debbono essere forniti in rotoli di diametro tale che, all'atto dello svolgimento, allungati al suolo su un tratto di 10 m non presentino curvatura con freccia superiore a 400 mm; il produttore deve indicare il diametro minimo di avvolgimento.

Ciascun rotolo di filo liscio, ondulato o con impronte dovrà essere esente da saldature.

Sono ammesse le saldature di fili destinati alla fabbricazione di trecce e di trefoli se effettuate prima della trafilatura; per trefoli sono ammesse saldature anche durante l'operazione di cordatura purché tali saldature siano opportunamente distanziate e sfalsate.

2.3.4.1. Condizioni degli acciai all'atto della posa in opera.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili, pieghe.

È tollerata un'ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto.

Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento.

2.3.4.2. Prelievo dei saggi.

I saggi destinati ai controlli non debbono essere avvolti con diametro inferiore a quello della bobina o rotolo di provenienza.

I saggi debbono essere prelevati con le lunghezze richieste dal Laboratorio Ufficiale di destinazione ed in numero sufficiente per eseguire eventuali prove di controllo successive.

I saggi debbono essere adeguatamente protetti nel trasporto.

2.3.5. MARCHIATURA PER IDENTIFICAZIONE.

Tutti i produttori di acciaio per armatura da precompressione debbono munire le loro forniture di un sigillo nelle legature contenente il marchio del produttore da cui risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, alle caratteristiche dell'acciaio.

A tali produttori è fatto obbligo di depositare il "marchio" presso il Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale.

2.3.6. CADUTE DI TENSIONE PER RILASSAMENTO.

In assenza di dati sperimentali afferenti al lotto considerato, la caduta di tensione per rilassamento a tempo infinito $\Delta\sigma_\infty$ ad una temperatura di 20 °C e per una tensione iniziale $\sigma_{spi} = 0,75 f_{ptk}$ può assumersi pari ai seguenti valori:

tipo di armatura	$\Delta\sigma_\infty$
Filo trafilato	0,15 σ_{spi}
Treccia	0,20 σ_{spi}
Trefolo	0,18 σ_{spi}
Barra laminata	0,12 σ_{spi}

Si ammette che, al variare della tensione iniziale, la caduta per rilassamento vari con legge parabolica e che il relativo diagramma, tracciato in funzione di σ_{spi} , abbia ordinata nulla e tangente orizzontale per $\sigma_{spi} = 0,5 f_{ptk}$.

La caduta a tempo infinito può altresì valutarsi partendo dalla media delle cadute misurate su almeno due campioni sottoposti a prove di rilassamento a 120 ore, applicando l'espressione:

$$\Delta\sigma_\infty = 3 \Delta\sigma_{120} + 0,03 (\sigma_{spi} - 0,5 f_{ptk})$$

(valida per $\sigma_{spi} \geq 0,5 f_{ptk}$)

Si opererà di regola con:

$$\sigma_{spi} = 0,75 f_{ptk}$$

e, in mancanza di più precisi dati sperimentali, si ammetterà che la caduta vari in funzione di σ_{spi} con la suddetta legge parabolica. Partendo dai risultati di prova a 120 ore non possono comunque assumersi cadute inferiori alla metà di quelle indicate nel precedente capoverso.

Per le barre si rispetterà comunque il limite $\sigma_{spi} \leq 0,85 f_{pyk}$

Qualora si disponga di prove a lunga durata, la caduta per rilassamento a tempo infinito

$$\Delta\sigma_\infty = \Delta\sigma_{t^3} + C (\Delta\sigma_{t^3} - \Delta\sigma_{71000})$$

dove $\Delta\sigma_{71000}$ e $\Delta\sigma_{t^3}$ sono rispettivamente le cadute per rilassamento di catalogo per 1000 ore e per tempo $t^3 \geq 2000$ ore; C è un coefficiente dato dalla seguente tabella:

t in ore	C

2.000	9
5.000	3
10.000	1,5

Per tenere conto dell'influenza del valore della tensione iniziale si potrà sia operare per $\epsilon_{spi} = 0,75 f_{ptk}$ ed adottare la legge di variazione parabolica sopra indicata, sia operare sulle tre tensioni $0,55 f_{ptk}$, $0,65 f_{ptk}$, $0,75 f_{ptk}$ e dedurre una legge di variazione sperimentale.

Il rilassamento di armature che subiscono un ciclo termico dopo la messa in tensione è opportuno venga valutato sperimentalmente.

3. COLLAUDO STATICO.

3.1. Prescrizioni generali.

Il collaudo di cui all'art. 7 della legge 5-11-1971, n. 1086, oltre al controllo del corretto adempimento delle prescrizioni formali di cui agli artt. 4, 6 e 9 della medesima legge, nonché dell'art. 5 ove il collaudo sia stato affidato in corso d'opera, dovrà comprendere i seguenti adempimenti tecnici:

- a) ispezione generale dell'opera nel suo complesso con particolare riguardo a quelle strutture o parti di strutture più significative da confrontare con i disegni esecutivi depositati in cantiere;
- b) esame dei certificati delle prove sui materiali, articolato:
 - nell'accertamento del numero dei prelievi effettuati e della sua conformità al presente decreto a quanto fissato dagli allegati dello stesso;
 - nel controllo che i risultati elaborati delle prove siano compatibili con i criteri di accettazione fissati nei sopraccitati allegati;
- c) esame dei certificati di cui ai punti 2.2.8.2. e 2.3.3.1.;
- d) controllo dei verbali delle eventuali prove di carico fatte eseguire dal direttore dei lavori;
- e) esame dell'impostazione generale della progettazione strutturale, degli schemi di calcolo e delle azioni considerate.

Inoltre, nell'ambito della propria discrezionalità, il collaudatore potrà richiedere:

- A) di effettuare quegli accertamenti utili per formarsi il convincimento della sicurezza dell'opera, quali:
 - prove di carico da eseguirsi secondo le modalità previste nel successivo punto 3.2.;
 - saggi diretti sui conglomerati con prelievi di campioni e controllo delle armature;
 - controlli non distruttivi sulle strutture;
- B) documentazioni integrative di progetto.

3.2. Prove di carico.

Le prove di carico, ove ritenute necessarie dal collaudatore, rispetteranno le modalità sottoindicate, e non potranno avere luogo prima che sia stata raggiunta la resistenza che caratterizza la classe di conglomerato prevista e, in mancanza di precisi accertamenti al riguardo, non prima di 28 giorni dalla ultimazione del getto.

Il programma delle prove deve essere sottoposto al direttore dei lavori ed al progettista e reso noto al costruttore.

Le prove di carico si devono svolgere con le modalità indicate dal collaudatore che se ne assume la piena responsabilità, mentre, per quanto riguarda la loro materiale attuazione e in particolare per le eventuali puntellazioni precauzionali, è responsabile il direttore dei lavori.

I carichi di prova devono essere, di regola, tali da indurre le sollecitazioni massime di esercizio per combinazioni rare. In relazione al tipo della struttura ed alla natura dei carichi le prove devono essere convenientemente protratte nel tempo.

L'esito della prova potrà essere valutato sulla base dei seguenti elementi:

- le deformazioni si accrescano all'incirca proporzionalmente ai carichi;
- nel corso della prova non si siano prodotte lesioni, dissesti o deformazioni che compromettano la sicurezza o la conservazione dell'opera;
- la deformazione residua dopo la prima applicazione del carico massimo non superi una quota parte di quella totale commisurata ai prevedibili assestamenti iniziali di tipo anelastico della struttura oggetto della prova. Nel caso invece che tale limite venga superato, prove di carico successive accertino che la struttura tenda ad un comportamento elastico;
- la deformazione elastica risulti non maggiore di quella calcolata.

Nel calcolo si terrà conto di quanto indicato al punto 2.1.3. e della eventuale presenza di microfessurazioni del calcestruzzo.

Quando le opere siano ultimate prima della nomina del collaudatore, le prove di carico possono essere eseguite dal direttore dei lavori, che ne redige verbale sottoscrivendolo assieme al costruttore. È facoltà del collaudatore controllare, far ripetere ed integrare le prove precedentemente eseguite.

Parte II ACCIAIO

SIMBOLOGIA

A - Simboli

<i>A</i>	area
<i>E</i>	modulo di elasticità longitudinale
<i>F</i>	azioni in generale
<i>G</i>	azioni permanenti; modulo di elasticità tangenziale
<i>I</i>	momento di inerzia
<i>M</i>	momento flettente
<i>N</i>	forza normale
<i>Q</i>	azioni variabili
<i>S</i>	effetto delle azioni (sollecitazione agente)
<i>T</i>	momento torcente; temperatura
<i>V</i>	forza di taglio
<i>W</i>	modulo di resistenza
<i>a</i>	distanza, dimensione geometrica, larghezza della sezione di gola dei cordoni di saldatura
<i>d</i>	diametro
<i>e</i>	eccentricità
<i>f</i>	resistenza di un materiale
<i>h</i>	altezza
<i>i</i>	raggio di inerzia
<i>l</i>	lunghezza di un elemento
<i>p</i>	passo; interasse dei chiodi e dei bulloni
<i>r</i>	raggio
<i>s</i>	scarto quadratico medio
<i>t</i>	spessore
<i>v</i>	spostamento verticale
α	coefficiente di dilatazione lineare termica
β	coefficiente caratteristico di vincolo
γ	coefficiente di sicurezza nel metodo degli stati limite ultimi (γ_g per i materiali, γ_f per le azioni); peso specifico
δ	coefficiente di variazione
<i>e</i>	dilatazione
μ	coefficiente di attrito
<i>n</i>	coefficiente di Poisson
λ	snellezza
σ_{xx}	tensione normale
τ	tensione tangenziale
∞	coefficiente di amplificazione dei carichi nel carico di punta
<i>S</i>	sommatoria

B - Indici

<i>b</i>	bullone; chiodo
<i>c</i>	compressione
<i>d</i>	valore di calcolo
<i>f</i>	attrito
<i>g</i>	carico permanente
<i>k</i>	valore caratteristico

l longitudinale; lineare
 m valore medio; materiale; momento flettente
 n sforzo normale
 p puntuale
 q carico variabile
 t trazione; torsione; rottura
 u ultimo (stato limite)
 w anima
 e deformazione
 g snervamento

C - Indici speciali

id ideale
 red ridotto
 res resistente
 rif rifollamento
 \wedge ortogonale
 \parallel parallelo

D - Simboli ricorrenti

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ componenti di tensione nel riferimento principale
 $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy},$
 τ_{yz} componenti di tensione nel riferimento generico
 σ_b, τ_b tensione normale e tangenziale nei chiodi e nei bulloni
 σ_{id} tensione ideale
 σ_c tensione massima sopportabile da aste compresse in campo elasto-plastico
 σ_{rif} tensione di rifollamento
 $\sigma_{\perp}, \sigma_{\parallel}, \tau_{\perp}, \tau_{\parallel}$ componenti di tensione nel riferimento convenzionale riferito al giunto saldato ε_t
 allungamento percentuale a rottura
 f_d resistenza di calcolo
 f_y tensione di snervamento
 f_t tensione di rottura
 A_{res} area resistente
 Ff forza trasmissibile per attrito
 $Ff_{,rid}$ forza trasmissibile per attrito ridotta
 N_b forza normale di trazione nel gambo delle viti

1. OGGETTO.

Formano oggetto delle presenti norme le costruzioni di acciaio relative ad opere di ingegneria civile, eccettuate quelle per le quali vige una regolamentazione apposita a carattere particolare.

I dati sulle azioni da considerare nei calcoli sono quelli di cui alle norme tecniche "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi", emanate in applicazione dell'art. 1 della legge 2 febbraio 1974, n. 64.

Nell'ambito di una stessa struttura non è consentito adottare regole progettuali ed esecutive provenienti parte dalla sez. II e parte dalla sez. III ovvero in parte derivante dall'uso del metodo delle tensioni ammissibili.

Nella progettazione si possono adottare metodi di verifica e regole di dimensionamento diversi da quelli contenuti nelle presenti norme tecniche (Sez. II o Sez. III) purché fondati su ipotesi teoriche e risultati sperimentali scientificamente comprovati e purché venga conseguita una sicurezza non inferiore a quella qui prescritta.

Nella progettazione si possono adottare i metodi di calcolo indicati nella CNR 10011-86 "Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione" (Bollettino Ufficiale CNR - XXVI - n. 164 - 1992).

2. MATERIALI E PRODOTTI.

2.0. Generalità

Le presenti norme prevedono l'impiego degli acciai denominati Fe 360, Fe 430, Fe 510 dei quali, ai punti successivi, vengono precisate le caratteristiche.

È consentito l'impiego di tipi di acciaio diversi da quelli previsti purché venga garantita alla costruzione, con adeguata documentazione teorica e sperimentale, una sicurezza non minore di quella prevista dalle presenti norme.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova saranno rispondenti alle prescrizioni delle norme UNI EU 18 (dicembre 1980), UNI 552 (ottobre 1986), UNI EN 10002/1^a (gennaio 1992), UNI EN 10025 (febbraio 1992).

Le presenti norme non riguardano gli elementi di lamiera grecata ed i profilati formati a freddo, ivi compresi i profilati cavi saldati non sottoposti a successive deformazioni o trattamenti termici; valgono, tuttavia, per essi, i criteri e le modalità di controllo riportati nell'Allegato 8, relativamente alle lamiere o nastri d'origine. Per essi si possono adottare i metodi di calcolo indicati nella norma CNR 10022-84 "Profilati d'acciaio formati a freddo - Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni" (Bollettino Ufficiale C.N.R. - XXII - n. 126 - 1988) oppure altri metodi fondati su ipotesi teoriche e risultati sperimentali chiaramente comprovati.

Potranno inoltre essere impiegati materiali e prodotti conformi ad una norma armonizzata o ad un benessere tecnico europeo così come definiti nella Direttiva 89/106/CEE, ovvero conformi a specifiche nazionali dei Paesi della Comunità europea, qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali della Direttiva 89/106/CEE. Tale equivalenza sarà accertata dal Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

2.1. Acciaio laminato.

Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti, lamiere e profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nastro laminato a caldo), dovranno appartenere a uno dei seguenti tipi:

Fe 360
Fe 430
Fe 510

aventi le caratteristiche meccaniche indicate al punto 2.1.1.

Gli acciai destinati alle strutture saldate dovranno anche corrispondere alle prescrizioni del punto 2.3.

2.1.1. CARATTERISTICHE MECCANICHE.

I valori di f_t e f_y indicati nei prospetti 1-II e 2-II sono da intendersi come valori caratteristici, con frattile di ordine 0,05 (vedasi Allegato 8).

2.1.1.1. Profilati, barre, larghi piatti, lamiere.

PROSPETTO 1-II

Simbolo adottato	Simbolo UNI	Caratteristica o parametro	Fe 360 (1)	Fe 430 (1)	Fe 510 (1)	
f_t	R_m	tensione (carico unitario) di rottura a trazione [N/mm ²]	(2) ≥340 ≤470	(3) ≥410 ≤560	(4) ≥490 ≤630	
f_y	R_e	tensione (carico unitario) di snervamento [N/mm ²]	(5) ≥235	(6) ≥275	(7) ≥355	
KV	KV	Resilienza KV [J]	B +20°C	≥27	≥27	≥27
			C 0°C	≥27	≥27	≥27

		(8)	D -20°C	≥27	≥27	≥27
			DD -20°C	--	--	≥40
ϵ_t	A min	Allungamento % a rottura ($L_o=5,65 \cdot \sqrt{A_0}$) - per lamiere - per barre, laminati mercantili, profilati, larghi piatti		≥24 (9)	≥20 (9)	≥20 (9)
				≥26 (10)	≥22 (10)	≥22 (10)

(1) Rientrano in questi tipi di acciai, oltre agli acciai Fe 360, Fe 430 ed Fe 510 nei gradi B, C, D e DD della UNI EN 10025 (febbraio 1992), anche altri tipi di acciai purché rispondenti alle caratteristiche indicate in questo prospetto.

(2) Per spessori maggiori di 3 mm fino a 100 mm.

(3) Per spessori maggiori di 3 mm fino a 100 mm.

(4) Per spessori maggiori di 3 mm fino a 100 mm.

(5) Per spessori fino a 16 mm;

per spessori maggiori di 16 mm fino a 40 mm è ammessa la riduzione di 10 N/mm²;

per spessori maggiori di 40 mm fino a 100 mm è ammessa la riduzione di 20 N/mm².

(6) Per spessori fino a 16 mm;

per spessori maggiori di 16 mm fino a 40 mm è ammessa la riduzione di 10 N/mm²;

per spessori maggiori di 40 mm fino a 63 mm è ammessa la riduzione di 20 N/mm²;

per spessori maggiori di 63 mm fino a 80 mm è ammessa la riduzione di 30 N/mm²;

per spessori maggiori di 80 mm fino a 100 mm è ammessa la riduzione di 40 N/mm².

(7) Per spessori fino a 16 mm;

per spessori maggiori di 16 mm fino a 40 mm è ammessa la riduzione di 10 N/mm²;

per spessori maggiori di 40 mm fino a 63 mm è ammessa la riduzione di 20 N/mm²;

per spessori maggiori di 63 mm fino a 80 mm è ammessa la riduzione di 30 N/mm²;

per spessori maggiori di 80 mm fino a 100 mm è ammessa la riduzione di 40 N/mm².

(8) Per spessori maggiori di 10 mm fino a 100 mm.

(9) Da provette trasversali per lamiere, nastri e larghi piatti con larghezza ≥ 600 mm;

per spessori maggiori di 3 mm fino a 40 mm;

per spessori maggiori di 40 mm fino a 63 mm è ammessa la riduzione di 1 punto;

per spessori maggiori di 63 mm fino a 100 mm è ammessa la riduzione di 2 punti.

(10) Da provette longitudinali per barre, laminati mercantili, profilati e larghi piatti con larghezza < 600 mm;

per spessori maggiori di 3 mm fino a 40 mm;

per spessori maggiori di 40 mm fino a 63 mm è ammessa la riduzione di 1 punto;

per spessori maggiori di 63 mm fino a 100 mm è ammessa la riduzione di 2 punti.

2.1.1.2. Profilati cavi.

PROSPETTO 2-II

Simbolo adottato	Simbolo UNI	Caratteristica o parametro	Fe 360 (1)	Fe 430 (1)	Fe 510 (1)	
f_t	R_m	tensione (carico unitario) di rottura a trazione [N/mm ²]	≥360	≥430	≥510	
f_y	R_e	tensione (carico unitario) di snervamento [N/mm ²]	(2) ≥235	(2) ≥275	(3) ≥355	
KV	KV	Resilienza KV [J]	B +20°C	≥27	≥27	≥27
			C 0°C	≥27	≥27	≥27
			D -20°C	≥27	≥27	≥27
ϵ_t	A min	Allungamento % a rottura ($L_o=5,65 \cdot \sqrt{A_0}$)	≥24	≥21	≥20	

(1) Rientrano in questi tipi di acciai, oltre agli acciai Fe 360, Fe 430 ed Fe 510 nei gradi B, C e D della UNI 7806 (dicembre 1979) e UNI 7810 (dicembre 1979), anche altri tipi di acciai purché rispondenti alle caratteristiche indicate in questo prospetto.

(2) Per spessori fino a 16 mm;

per spessori maggiori di 16 mm fino a 40 mm è ammessa la riduzione di 10 N/mm².

(3) Per spessori fino a 16 mm;

per spessori oltre 16 mm fino a 35 mm è ammessa la riduzione di 10 N/mm²;

per spessori maggiori di 35 mm e fino a 40 mm è ammessa la riduzione di 20 N/mm².

2.1.2. CONTROLLI SUI PRODOTTI LAMINATI.

I controlli sui laminati verranno eseguiti secondo le prescrizioni di cui all'Allegato 8.

2.2. Acciaio per getti.

Per l'esecuzione di parti in getti delle opere di cui alle presenti istruzioni si devono impiegare getti di acciaio Fe G 400, Fe G 450, Fe G 520 UNI 3158 (dicembre 1977) o equivalenti.

Quando tali acciai debbano essere saldati, devono sottostare alle stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza simile (vedi punto 2.3.1.).

2.3. Acciaio per strutture saldate.

2.3.1. COMPOSIZIONE CHIMICA E GRADO DI DISOSSIDAZIONE DEGLI ACCIAI.

Acciaio tipo Fe 360 ed Fe 430.

Gli acciai da saldare con elettrodi rivestiti, oltre a soddisfare le condizioni indicate al punto 2.1., devono avere composizione chimica contenuta entro i limiti raccomandati dalla UNI 5132 (ottobre 1974) per le varie classi di qualità degli elettrodi impiegati.

Nel caso di saldature di testa o d'angolo sul taglio di un laminato, gli acciai, oltre che a soddisfare i sopraindicati limiti di analisi, devono essere di tipo semicalmato o calmato, salvo che vengano impiegati elettrodi rivestiti corrispondenti alla classe di qualità 4 della UNI 5132 (ottobre 1974).

Gli acciai destinati ad essere saldati con procedimenti che comportano una forte penetrazione della zona fusa nel metallo base devono essere di tipo semicalmato o calmato e debbono avere composizione chimica, riferita al prodotto finito (e non alla colata), rispondente alle seguenti limitazioni:

grado B:	C \leq 0,24%	P \leq 0,055%	S \leq 0,055%
grado C:	C \leq 0,22%	P \leq 0,050%	S \leq 0,050%
grado D:	C \leq 0,22%	P \leq 0,045%	S \leq 0,045%

Acciai tipo Fe 510.

Gli acciai dovranno essere di tipo calmato o semicalmato; è vietato l'impiego di acciaio effervescente. L'analisi effettuata sul prodotto finito deve risultare:

grado B:	C \leq 0,26%	Mn \leq 1,6%	Si \leq 0,60%	P \leq 0,050%	S \leq 0,050%
grado C:	C \leq 0,24%	Mn \leq 1,6%	Si \leq 0,60%	P \leq 0,050%	S \leq 0,050%
grado D:	C \leq 0,22%	Mn \leq 1,6%	Si \leq 0,60%	P \leq 0,045%	S \leq 0,045%

Qualora il tenore di C risulti inferiore o uguale e, per i tre gradi B, C, D, rispettivamente a 0,24%, 0,22% e 0,20% potranno accettarsi tenori di Mn superiori a 1,6% ma comunque non superiori a 1,7%.

2.3.2. FRAGILITA' ALLE BASSE TEMPERATURE.

La temperatura minima alla quale l'acciaio di una struttura saldata può essere utilizzato senza pericolo di rottura fragile, in assenza di dati più precisi, deve essere stimata sulla base della temperatura T alla quale per detto acciaio può essere garantita una resilienza KV, secondo EN 10045/1^a (gennaio 1992), di 27 J.

La temperatura T deve risultare minore o uguale a quella minima di servizio per elementi importanti di strutture saldate soggetti a trazione con tensione prossima a quella limite aventi spessori maggiori di 25 mm e forme tali da produrre sensibili concentrazioni locali di sforzi, saldature di testa o d'angolo non soggette a controllo, od accentuate deformazioni plastiche di formatura. A parità di altre condizioni, via via che diminuisce lo spessore, la temperatura T potrà innalzarsi a giudizio del progettista fino ad una temperatura di circa 30°C maggiore di quella minima di servizio per spessori dell'ordine di 10 millimetri.

Un aumento può aver luogo anche per spessori fino a 25 mm via via che l'importanza dell'elemento strutturale decresce o che le altre condizioni si attenuano.

Il progettista, stimata la temperatura T alla quale la resistenza di 27 J deve essere assicurata, sceglierà nella unificazione e nei cataloghi dei produttori l'acciaio soddisfacente questa condizione.

2.4. Saldature.

2.4.1. PROCEDIMENTI DI SALDATURA.

Possono essere impiegati i seguenti procedimenti:

- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica ad arco sommerso;
- saldatura automatica o semiautomatica sotto gas protettore (CO₂ o sue miscele);
- altro procedimento di saldatura la cui attitudine a garantire una saldatura pienamente efficiente deve essere previamente verificata mediante le prove indicate al successivo punto 2.4.2.

Per la saldatura manuale ad arco devono essere impiegati elettrodi omologati secondo UNI 5132 (ottobre 1974) adatti al materiale base:

- per gli acciai Fe 360 ed Fe 430 devono essere impiegati elettrodi del tipo E 44 di classi di qualità 2, 3 o 4; per spessori maggiori di 30 mm o temperatura di esercizio minore di 0°C saranno ammessi solo elettrodi di classe 4 B;
- per l'acciaio Fe 510 devono essere impiegati elettrodi del tipo E 52 di classi di qualità 3 B o 4 B; per spessori maggiori di 20 mm o temperature di esercizio minori di 0°C saranno ammessi solo elettrodi di classe 4 B.

Per gli altri procedimenti di saldatura si dovranno impiegare i fili, i flussi (o i gas) e la tecnica esecutiva usati per le prove preliminari (di qualifica) di cui al punto seguente.

2.4.2. PROVE PRELIMINARI DI QUALIFICA DEI PROCEDIMENTI DI SALDATURA.

L'impiego di elettrodi omologati secondo UNI 5132 (ottobre 1974) esime da ogni prova di qualifica del procedimento.

Per l'impiego degli altri procedimenti di saldatura occorre eseguire prove preliminari di qualifica intese ad accertare:

- l'attitudine ad eseguire i principali tipi di giunto previsti nella struttura ottenendo giunti corretti sia per aspetto esterno che per assenza di sensibili difetti interni, da accertare con prove non distruttive o con prove di rottura sul giunto;
- la resistenza a trazione su giunti testa a testa, mediante provette trasversali al giunto, resistenza che deve risultare non inferiore a quella del materiale base;
- la capacità di deformazione del giunto, mediante provette di piegamento che dovranno potersi piegare a 180° su mandrino con diametro pari a 3 volte lo spessore per l'acciaio Fe 360 ed Fe 430 e a 4 volte lo spessore per l'acciaio Fe 510;
- la resilienza su provette intagliate a V secondo EN 10045/1^a (gennaio 1992) ricavate trasversalmente al giunto saldato, resilienza che verrà verificata a +20°C se la struttura deve essere impiegata a temperatura maggiore o uguale a 0°C, o a 0°C nel caso di temperature minori; nel caso di saldatura ad elettrogas o elettroscoria tale verifica verrà eseguita anche nella zona del materiale base adiacente alla zona fusa dove maggiore è l'alterazione metallurgica per l'alto apporto termico.

I provini per le prove di trazione, di piegamento, di resilienza ed eventualmente per altre prove meccaniche, se ritenute necessarie, verranno ricavati da saggi testa a testa saldati; saranno scelti allo scopo gli spessori più significativi della struttura.

2.4.3. CLASSI DELLE SALDATURE.

Per giunti testa a testa, od a croce od a T, a completa penetrazione, si distinguono due classi di giunti.

Prima classe. Comprende i giunti effettuati con elettrodi di qualità 3 o 4 secondo UNI 5132 (ottobre 1974) o con gli altri procedimenti qualificati di saldatura indicati al punto 2.4.1. e realizzati con accurata eliminazione di ogni difetto al vertice prima di effettuare la ripresa o la seconda saldatura.

Tali giunti debbono inoltre soddisfare ovunque l'esame radiografico con i risultati richiesti per il raggruppamento B della UNI 7278 (luglio 1974).

L'aspetto della saldatura dovrà essere ragionevolmente regolare e non presentare bruschi disavviamenti col metallo base specie nei casi di sollecitazione a fatica.

Seconda classe. Comprende i giunti effettuati con elettrodi di qualità 2, 3 o 4 secondo UNI 5132 (ottobre 1974) o con gli altri procedimenti qualificati di saldatura indicati al punto 2.4.1. e realizzati egualmente con eliminazione dei difetti al vertice prima di effettuare la ripresa o la seconda saldatura.

Tali giunti devono inoltre soddisfare l'esame radiografico con i risultati richiesti per il raggruppamento F della UNI 7278 (luglio 1974).

L'aspetto della saldatura dovrà essere ragionevolmente regolare e non presentare bruschi disavviamenti col materiale base.

Per entrambe le classi l'estensione dei controlli radiografici o eventualmente ultrasonori deve essere stabilita dal direttore dei lavori, sentito eventualmente il progettista, in relazione alla importanza delle giunzioni e alle precauzioni prese dalla ditta esecutrice, alla posizione di esecuzione delle saldature e secondo che siano state eseguite in officina o al montaggio.

Per i giunti a croce o a T, a completa penetrazione nel caso di spessori $t > 30$ mm, l'esame radiografico o con ultrasuoni atto ad accertare gli eventuali difetti interni verrà integrato con opportuno esame magnetoscopico sui lembi esterni delle saldature al fine di rilevare la presenza o meno di cricche da strappo.

Nel caso di giunto a croce sollecitato normalmente alla lamiera compresa fra le due saldature, dovrà essere previamente accertato, mediante ultrasuoni, che detta lamiera nella zona interessata dal giunto sia esente da sfogliature o segregazioni accentuate.

I giunti con cordoni d'angolo, effettuati con elettrodi aventi caratteristiche di qualità 2, 3 o 4 UNI 5132 (ottobre 1974) o con gli altri procedimenti indicati al punto 2.4.1., devono essere considerati come appartenenti ad una unica classe caratterizzata da una ragionevole assenza di difetti interni e da assenza di incrinature interne o di cricche da strappo sui lembi dei cordoni. Il loro controllo verrà di regola effettuato mediante sistemi magnetici; la sua estensione verrà stabilita dal direttore dei lavori, sentito eventualmente il progettista e in base ai fattori esecutivi già precisati per gli altri giunti.

2.5. Bulloni.

I bulloni normali [conformi per le caratteristiche dimensionali alle UNI 5727 (novembre 1988), UNI 5592 (dicembre 1968) e UNI 5591 (maggio 1965)] e quelli ad alta resistenza (conformi alle caratteristiche di cui al prospetto 4-II) devono appartenere alle sottoindicate classi delle UNI 3740, associate nel modo indicato nel prospetto 3-II.

PROSPETTO 3-II

	normali			ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

2.6. Bulloni per giunzioni ad attrito.

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni del prospetto 4-II. Viti e dadi devono essere associati come indicato nel prospetto 3-II.

PROSPETTO 4-II

Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8.8 - 10.9 secondo UNI EN 20898/1 (dic. '91)	UNI 5712 (giu. '75)
Dadi	8 - 10 secondo UNI EN 3740/4ª (ott. '85)	UNI 5713 (giu. '75)
Rosette	Acciaio C 50 UNI 7845 (nov. '78) temprato e rinvenuto HRC 32, 40	UNI 5714 (giu. '75)
Piastrine	Acciaio C 50 UNI 7845 (nov. '78) temprato e rinvenuto HRC 32, 40	UNI 5715 (giu. '75) UNI 5716 (giu. '75)

2.7. Chiodi.

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla UNI 7356 (dicembre 1974).

3. COLLAUDO STATICO.

3.1. Prescrizioni generali.

Valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni di cui al punto 3.1., Parte I, Sez. I.

3.2. Prove di carico.

Le prove di carico, ove ritenute necessarie dal collaudatore, rispetteranno le modalità sottoindicate.

Il programma delle prove deve essere sottoposto al direttore dei lavori ed al progettista e reso noto al costruttore.

Le prove di carico si devono svolgere con le modalità indicate dal collaudatore che se ne assume la piena responsabilità, mentre, per quanto riguarda la loro materiale attuazione e in particolare per le eventuali puntellazioni precauzionali, è responsabile il direttore dei lavori.

I carichi di prova devono essere, di regola, tali da indurre le sollecitazioni massime di esercizio per combinazioni rare. In relazione al tipo della struttura ed alla natura dei carichi le prove devono essere convenientemente protratte nel tempo.

L'esito della prova potrà essere valutato sulla base dei seguenti elementi:

- le deformazioni si accrescano all'incirca proporzionalmente ai carichi;
- nel corso della prova non si siano prodotte lesioni, deformazioni o dissesti che compromettano la conservazione o la sicurezza dell'opera;
- la deformazione residua dopo la prima applicazione del carico massimo non superi una quota parte di quella totale commisurata ai prevedibili assestamenti iniziali di tipo anelastico della struttura oggetto della prova. Nel caso invece che tale limite venga superato, prove di carico successive accertino che la struttura tenda ad un comportamento elastico;
- la deformazione elastica risulti non maggiore di quella calcolata.

Quando le opere siano ultimate prima della nomina del collaudatore, le prove di carico possono essere eseguite dal direttore dei lavori, che ne redige verbale sottoscrivendolo assieme al costruttore. E' facoltà del collaudatore controllare, far ripetere ed integrare le prove precedentemente eseguite.

Parte III

MANUFATTI PREFABBRICATI PRODOTTI IN SERIE

(in conglomerato normale e precompresso, misti in laterizio e cemento armato e metallici)

La documentazione da depositarsi ai sensi dell'art. 9, punti a), b), c), d) della legge 5 novembre 1971, n. 1086 dovrà dimostrare la completa corrispondenza dei manufatti prefabbricati alle prescrizioni di cui alle presenti norme.

La relazione dovrà essere firmata da un tecnico a ciò abilitato, il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalla legge per il progettista.

I manufatti prefabbricati dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico a ciò abilitato, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori. A cura di detto tecnico dovranno essere eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti con le modalità e la periodicità previste dalle presenti Norme. I certificati delle prove saranno conservati dal produttore.

Ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086, ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengono esposte le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche ed i limiti di impiego dei manufatti stessi.

Ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà inoltre essere accompagnata, anche da un certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal tecnico responsabile della produzione previsto al terzo comma. Il certificato dovrà garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata al Ministero dei LL.PP., e portare l'indicazione del tecnico che ne risulta, come sopra detto, progettista.

In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti prefabbricati potranno essere accettati senza ulteriori esami o controlli.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del direttore dei lavori di cui all'art. 6 della legge 5 novembre 1971, n. 1086.

Il deposito ha validità triennale.

Parte IV

COSTRUZIONI COMPOSTE DA ELEMENTI IN METALLI DIVERSI DALL'ACCIAIO

Le costruzioni composte da elementi strutturali in metalli diversi dall'acciaio - le quali hanno limitata applicazione nelle opere cui fa riferimento la legge 5 novembre 1971, n. 1086 - dovranno essere progettate, eseguite e montate seguendo tutte le indicazioni di ordine generale indicate nelle norme per le costruzioni in acciaio.

Deve essere peraltro provato dal progettista, caso per caso, che le strutture posseggano un grado di sicurezza adeguato all'affidabilità dei materiali e delle tecnologie e comunque non inferiore a quello richiesto dalle Norme per le costruzioni in acciaio.

Parte V

NORME PER TRAVI COMPOSTE "ACCIAIO - CALCESTRUZZO"

1. OGGETTO.

Sono oggetto delle presenti norme le strutture costituite da una o più travi di acciaio a parete piena e da una soletta di estradosso di calcestruzzo armato normale o precompresso. La soletta di calcestruzzo e la membratura di acciaio sono rese collaboranti mediante connettori che assicurano il funzionamento dell'insieme come unico elemento resistente.

2. MATERIALI: QUALITÀ E PROVE.

2.1. Materiali delle solette di c.a. normale o precompresso.

Per i materiali delle solette in c.a. normale o precompresso valgono le prescrizioni del punto 2 della Parte Prima delle presenti norme tecniche.

2.2. Acciai degli elementi strutturali in carpenteria.

Per gli acciai degli elementi strutturali in carpenteria valgono le prescrizioni del punto 2 della Parte Seconda delle presenti norme tecniche.

2.3. Acciai dei connettori.

Per gli acciai impiegati per i connettori devono essere rispettate le norme di cui al punto 2.3. della Parte Seconda quando i processi di saldatura adottati corrispondono a quelli previsti nel citato punto 2.3.

Quando invece vengono impiegati per i collegamenti dei connettori procedimenti automatici di saldatura senza metallo di apporto, per l'acciaio dei connettori devono essere rispettate ulteriori limitazioni nella composizione chimica al fine di garantire al collegamento adeguate proprietà di resistenza, resilienza e duttilità.

A tale riguardo si possono adottare criteri fondati su risultati sperimentali di sicura validità.

3. NORME DI VERIFICA DELLA SICUREZZA.

3.0.1. AZIONI E RESISTENZE DI CALCOLO.

Per le azioni di calcolo vale quanto prescritto al punto 7 della Parte generale delle presenti norme.

Per le resistenze di calcolo si rinvia ai punti 4.0.2. della Parte Prima e 4.0.2. della Parte Seconda delle stesse norme.

3.0.2. CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI.

I diagrammi di involuppo dei momenti flettenti, delle azioni taglianti e di quelle normali, derivanti dalla totalità delle combinazioni di carico possono essere determinati mediante analisi elastica e facendo riferimento in generale alla rigidità globale della sezione composta, calcolata nell'ipotesi che il calcestruzzo sia esente da fessure sia longitudinalmente che trasversalmente e trascurando di norma il contributo dell'armatura.

Nel calcolo si terrà conto in particolare di:

- effetti primari e secondari dovuti alla viscosità ed al ritiro del calcestruzzo;
- effetti primari e secondari dovuti alla precompressione ed alle distorsioni imposte in fase di costruzione;
- sequenze delle modalità di costruzione e dell'applicazione dei carichi.

Sono ammesse limitate ridistribuzioni dei momenti qualora siano soddisfatte le seguenti condizioni:

- i carichi siano di natura prevalentemente statica;
- le sezioni siano di tipo compatto;
- le sezioni abbiano comportamento di tipo duttile.

Per strutture di tipo corrente il coefficiente di riduzione può essere assunto pari a 0,75; per strutture più impegnative il valore assunto per detto coefficiente, comunque non minore di 0,75, deve essere adeguatamente giustificato.

3.0.3. VERIFICHE.

Per le verifiche agli stati limite ultimi e di esercizio si possono adottare criteri fondati su studi o normative di sicura validità.

4. METODI DI CALCOLO, REGOLE DI PROGETTAZIONE E MODALITA' ESECUTIVE. CONNETTORI.

In proposito si possono adottare criteri fondati su studi o normative di sicura validità.

Allegato 1

REQUISITI DEI MATERIALI

1. Leganti.

Nelle opere oggetto delle presenti norme devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici definiti come cementi dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26-5-1965, n. 595), con esclusione del cemento alluminoso. L'impiego dei cementi di tipo C è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

2. Inerti.

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

3. Acqua.

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva.

4. Armatura.

Non si devono porre in opera armature eccessivamente ossidate, corrose, recanti difetti superficiali, che ne menomino la resistenza o ricoperte da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

5. Impasti.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto, ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e pertanto il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.

L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

Allegato 2

CONTROLLI SUL CONGLOMERATO

1. Resistenza caratteristica.

Agli effetti delle presenti norme un conglomerato viene individuato tramite la resistenza caratteristica a compressione.

La resistenza caratteristica è definita come la resistenza a compressione al di sotto della quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

Nelle presenti norme, a meno di indicazione contraria, la "resistenza caratteristica" designa quella dedotta dalle prove a compressione a 28 giorni su cubi preparati e confezionati come al punto 3.

La resistenza caratteristica richiesta dal conglomerato R_{ck} dovrà essere indicata dal progettista delle opere.

Il conglomerato per il getto delle strutture di un'opera o di parte di essa si considera omogeneo se la miscela viene confezionata con componenti aventi essenzialmente le stesse caratteristiche di qualità e se i rapporti quantitativi tra i componenti, le attrezzature e le modalità di confezione rimangono praticamente invariati.

2. Controlli di qualità del conglomerato.

Il controllo di qualità del conglomerato ha lo scopo di accertare che il conglomerato realizzato abbia la resistenza caratteristica non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Il controllo si articola nelle seguenti fasi:

a) *Studio preliminare di qualificazione.*

Serve per determinare, prima dell'inizio delle opere, la resistenza del conglomerato.

Dovrà essere verificato che il conglomerato abbia resistenza caratteristica non inferiore a quella richiesta dal progetto.

b) *Controllo di accettazione.*

Riguarda il controllo del conglomerato durante l'esecuzione delle opere.

c) *Prove complementari.*

Sono prove da eseguire, ove necessario, a completamento delle precedenti prove.

3. **Prelievo dei campioni.**

Un prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera nei casseri, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo", che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del conglomerato.

È obbligo del Direttore dei lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, di cui ai successivi paragrafi, tutte le volte che variazioni di qualità dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso.

Per la preparazione e la stagionatura dei provini di conglomerato vale quanto indicato nella UNI 6127 (settembre 1980); in particolare per la stagionatura vale quanto indicato nel punto 4.1.1. di detta norma.

Per la forma e le dimensioni dei provini di calcestruzzo e le relative casseforme, vale quanto indicato nelle norme UNI 6130/1^a (settembre 1980) e UNI 6130/2^a (settembre 1980) limitatamente ai provini per le prove di resistenza a compressione.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nella UNI 6132 (febbraio 1972).

4. **Valutazione preliminare della resistenza.**

Prima dell'inizio di una produzione di serie o della costruzione di un'opera, il costruttore deve valutare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato.

Tale valutazione può essere effettuata sulla base delle esperienze acquisite o di valutazioni statistiche, o dell'uno e dell'altro criterio.

Il costruttore resta comunque responsabile della valutazione effettuata, che sarà controllata come al paragrafo seguente.

5. **Controllo di accettazione.**

Il controllo di accettazione viene eseguito di regola secondo le indicazioni di cui al punto 5.1.

Per costruzioni con più di 1500 m³ di getto di miscela omogenea si possono adottare, in alternativa, le indicazioni di cui al punto 5.2.

5.1. CONTROLLO TIPO A.

Ogni controllo di accettazione è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ massimo di getto.

Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Siano R_1, R_2, R_3 le tre resistenze di prelievo, con:

$$R_1 \leq R_2 \leq R_3$$

Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato se risultano verificate entrambe le disequazioni.

$$R_m \geq R_{ck} + 3,5(N / \text{mm}^2)$$

$$R_1 \geq R_{ck} - 3,5(N / \text{mm}^2)$$

in cui:

$$R_m = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}$$

Nelle costruzioni con meno di 100 m³ di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

5.2. CONTROLLO TIPO B.

Nelle costruzioni con più di 1500 m³ di miscela omogenea è ammesso il controllo di accettazione di tipo statistico.

Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un

controllo ogni 1500 m³ di conglomerato.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m³.

Il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato, se risultano verificate entrambe le disequazioni:

$$R_m \geq R_{ck} + 1,4s$$

$$R_1 \geq R_{ck} - 3,5(N / m.m^2)$$

essendo R_m la resistenza media dei 15 o più prelievi, R_1 il valore minore dei 15 o più prelievi ed s lo scarto quadratico medio.

5.3. PRESCRIZIONI COMUNI PER ENTRAMBI I CRITERI DI CONTROLLO.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia.

Il Direttore dei lavori dovrà inoltre curare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i provini inviati per le prove ai Laboratori Ufficiali siano effettivamente quelli prelevati alla presenza sua o del tecnico di sua fiducia.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei lavori e dovrà contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Se una prescrizione del "controllo di accettazione" non risulta rispettata, occorre procedere:

- ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme, sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante le prove complementari ove esistessero, o con prelievo di provini del calcestruzzo indurito messo in opera (es. carotaggi) o con l'impiego di altri mezzi d'indagine. Ove ciò non fosse possibile, ovvero i risultati di tale indagine non risultassero tranquillizzanti si potrà:

- dequalificare l'opera, eseguire lavori di consolidamento ovvero demolire l'opera stessa.

I "controlli di accettazione" sono assolutamente obbligatori ed il Collaudatore è tenuto a controllarne la validità; ove ciò non fosse, il Collaudatore è obbligato a far eseguire delle prove che attestino le caratteristiche del conglomerato, seguendo la stessa procedura che si applica quando non risultino rispettati i limiti fissati dai "controlli di accettazione".

La procedura prevista è integralmente estesa alla produzione di serie in stabilimento.

Essa dovrà essere documentata dal Responsabile della produzione che assume la responsabilità del rispetto delle norme.

6. Prove complementari.

Sono prove che si eseguono al fine di stimare la resistenza del conglomerato ad una età corrispondente a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.).

Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione.

Tali prove non potranno però essere sostitutive dei "controlli di accettazione" che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni del punto 3.

Potranno servire al Direttore dei lavori od al Collaudatore per dare un giudizio del conglomerato ove questo non rispetti il "controllo di accettazione".

Allegato 3

CONTROLLI SU ACCIAI DA PRECOMPRESSO

1. Controlli in cantiere.

Il campione è costituito da almeno 10 saggi prelevati da altrettanti rotoli, bobine o fasci. Se il numero dei rotoli, bobine o fasci costituenti il lotto è inferiore a 10, da alcuni rotoli o bobine verranno prelevati due saggi, uno da ciascuna estremità. Per le barre verranno prelevati due saggi da due barre diverse dello stesso fascio.

Ogni saggio deve recare contrassegni atti ad individuare il lotto ed il rotolo, bobina o fascio di provenienza.

I saggi vengono utilizzati per l'esecuzione delle prove nel numero minimo indicato nella colonna 4 della tabella 1.

Indicando con n il numero dei saggi prelevati i corrispondenti valori caratteristici di f_{pt} , f_y , $f_{p(0,2)}$, $f_{p(1)}$ sono dati dalla formula:

$$g_{kn} = g_{mn} - k \times s_n \text{ (A)}$$

ove:

$$\bar{g}_{mn} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} g_i}{n} \quad (B)$$

è la media degli n valori di g_i trovati, e

$$s_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (g_i - \bar{g}_{mn})^2}{n-1}} \quad (C)$$

è lo scarto quadratico medio, ed il coefficiente k assume, in funzione di n , i valori riportati nel Prospetto I dell'Allegato 8.

Qualora lo scarto quadratico medio calcolato a mezzo della formula (C) risulti inferiore al 2% del corrispondente valore medio, lo scarto da prendere in conto nella formula (A) dovrà essere uguale a $0,02 \bar{g}_{mn}$.

2. Controlli in stabilimento.

La documentazione riguardante le prove di qualificazione deve essere riferita ad una produzione consecutiva relativa ad un periodo di tempo di almeno sei mesi.

2.1. PROVE DI QUALIFICAZIONE.

Presso lo stabilimento di produzione vengono prelevate senza preavviso, da parte del Laboratorio Ufficiale, serie di 50 saggi, 5 per lotto, da 10 lotti di fabbricazione diversi. I 10 lotti di fabbricazione presi in esame per le prove di qualificazione debbono essere costituiti da prodotti della medesima forma ed avere la stessa resistenza nominale, ma non necessariamente lo stesso diametro e la stessa caratteristica di formazione. Gli acciai debbono essere raggruppati in categorie nel catalogo del produttore ai fini della relativa qualificazione.

I 5 saggi di ogni singolo lotto vengono prelevati da differenti fasci, rotoli o bobine. Ogni saggio deve recare contrassegni atti ad individuare il lotto ed il rotolo, la bobina o il fascio di provenienza.

Sulla serie di 50 saggi vengono determinate le grandezze ϕ , f_{pt} , l , f_{py} , $f_{p(0,2)}$, $f_{p(1)}$, E_p , N ovvero α (180°) (cfr. tabella 1) sotto il controllo di un Laboratorio Ufficiale. Le relative prove possono venire eseguite presso il laboratorio dello stabilimento di produzione, previo controllo della taratura delle macchine di prova; ove ciò non fosse possibile, verranno eseguite presso un Laboratorio Ufficiale.

Le grandezze l e r sono determinate su saggi provenienti da 5 e 4 lotti rispettivamente, in numero di 3 saggi per ogni lotto, come indicato nella tabella 1.

Le prove di fatica non sono indispensabili per la qualificazione dell'armatura. Tuttavia le caratteristiche di resistenza a fatica, se previste, devono essere garantite dal Produttore e verificate dal Laboratorio Ufficiale. Le prove di fatica sono indispensabili nel caso della precompressione parziale e nel c.a.p. quando l'acciaio è destinato a sopportare oscillazioni di tensione superiori a 60 N/mm².

I valori caratteristici f_{ptk} , f_{pyk} , $f_{p(0,2)k}$, $f_{p(1)k}$ vengono determinati come segue: indicando con n il numero dei saggi prelevati, i corrispondenti valori caratteristici g_{kn} sono dati da:

$$g_{kn} = \bar{g}_{mn} - k \times s_n \quad (A')$$

ove:

$$\bar{g}_{mn} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} g_i}{n} \quad (B')$$

è la media degli n valori di g_i trovati, e

$$s_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (g_i - \bar{g}_{mn})^2}{n-1}} \quad (C')$$

è lo scarto quadratico medio, ed il coefficiente k assume, in funzione di n , i valori riportati nel Prospetto I dell'Allegato 8.

2.2. PROVE DI VERIFICA DELLA QUALITÀ.

Vengono effettuati controlli saltuari, a cura di un Laboratorio Ufficiale, su un campione costituito da 5 saggi provenienti da un lotto per ogni categoria di armatura. Il controllo verte su un minimo di sei lotti ogni trimestre da sottoporre a prelievo in non meno di tre sopralluoghi. Su tali saggi il Laboratorio Ufficiale determina le grandezze \emptyset , f_{pt} , l , f_{py} , $f_{p(0,2)}$, $f_{p(1)}$, E_p , N ovvero α (180°).

Per la grandezza r i controlli si effettuano una volta al trimestre e per la grandezza L i controlli si effettuano una volta al semestre, per entrambe su 3 saggi provenienti dallo stesso lotto per ogni categoria di armatura.

Per la determinazione dei valori caratteristici f_{ptk} , f_{pyk} , $f_{p(0,2)k}$, $f_{p(1)k}$ i corrispondenti risultati vanno introdotti nelle precedenti espressioni (A'), (B') e (C') le quali vanno sempre riferite a 10 serie di 5 saggi corrispondenti alla stessa categoria di armatura, da aggiornarsi ad ogni prelievo aggiungendo la nuova serie ed eliminando la prima in ordine di tempo.

Se i valori caratteristici f_{ptk} , f_{pyk} , $f_{p(0,2)k}$, $f_{p(1)k}$ non rispettano la garanzia di cui al catalogo del produttore, la produzione viene declassata attribuendole i valori caratteristici trovati.

Se gli scarti quadratici medi risultano superiori al 3% del valore medio per f_{pt} e/o al 4% per f_{py} , $f_{p(0,2)}$, f_p (1) il controllo si intende sospeso e la procedura ripresa ab initio.

Se in un rotolo, bobina o fascio le grandezze \emptyset , A , E_p , l , N o α (180°) ed i rapporti f_{py}/f_{pt} , $f_{p(0,2)}/f_{pt}$, f_p (1)/ f_{pt} non rispettano quanto indicato al successivo punto 3 e nel catalogo del produttore, si ripetono le prove su un nuovo prelievo che sostituisce il precedente a tutti gli effetti.

Anche ai fini del rilassamento i risultati delle prove debbono essere conformi ai dati di catalogo del produttore. Se tale condizione non è soddisfatta si effettueranno tre nuove prove ed i relativi risultati devono essere contenuti entro il suddetto limite. Ove i valori riscontrati delle grandezze sopra indicate risultino inferiori a quelli di catalogo, il Laboratorio Ufficiale incaricato del controllo sospenderà le verifiche della qualità dandone comunicazione al Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale e ripeterà la qualificazione dopo che il produttore avrà avviato alle cause che avevano dato luogo al risultato insoddisfacente.

2.3. CONTROLLI SU SINGOLI LOTTI DI FABBRICAZIONE.

Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici di cui al presente punto 2, i produttori potranno richiedere di sottoporsi a controlli, eseguiti a cura di un Laboratorio Ufficiale, su singoli lotti di fabbricazione (massima massa del lotto = 100 t) di quei prodotti che, per ragioni di produzione, non possono ancora rispettare le condizioni minime quantitative per qualificarsi. Le prove da effettuare sono quelle di cui al punto 1 del presente Allegato 3.

3. Determinazione delle proprietà e tolleranze.

3.1. DIAMETRO E SEZIONE.

L'area della sezione di fili con impronte, trecce e trefoli si valuta come somma delle aree dei singoli fili oppure per pesata nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm³.

La misura delle dimensioni trasversali nei fili con impronta non deve essere effettuata in corrispondenza delle impronte stesse.

Sui valori nominali sono ammesse le seguenti tolleranze:

	Diametri apparenti	Sezioni
fili	-1% 1%	-2% +2%
barre	-1% +2%	-2% +4%
trecce e trefoli		-2% +3%

Nei calcoli statici si adotteranno, di norma, le sezioni nominali se le sezioni effettive non risultano inferiori al 98% di quelle nominali.

Le tolleranze dimensionali vanno controllate confrontando il valore nominale con la media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascun prelievo. Qualora la tolleranza sulla sezione superi $\pm 2\%$, il certificato di verifica deve riportare il diametro effettivo al quale si riferisce la elaborazione.

I valori delle grandezze \emptyset e A dovranno figurare nei certificati di qualificazione e di verifica.

3.2. TENSIONE DI ROTTURA f_{pt} .

La determinazione si effettua per mezzo della prova a trazione su barre secondo EN 10002/1^a (marzo 1990), su fili secondo UNI 5292 (giugno 1979) e su trecce o trefoli secondo UNI 3171 (aprile 1985).

3.3. ALLUNGAMENTO A ROTTURA.

Per barre e fili la determinazione viene eseguita per accostamento dopo rottura rispettivamente secondo EN 10002/1^a (marzo 1990) e UNI 5292 (giugno 1979).

La base di misura, delimitata in modo da non indebolire la provetta, sarà:

50mm per $\varnothing < 5\text{mm}$

$\left. \begin{array}{l} 10 \varnothing \\ 11,3 \sqrt{A} \end{array} \right\} \text{ per } \varnothing \geq 5\text{mm}$

L'allungamento percentuale corrispondente dovrà risultare non inferiore a $(3 + 0,4 \varnothing)$ (con \varnothing in mm)

per i fili con $\varnothing < 5\text{ mm}$, non inferiore al 5% per i fili con $\varnothing \geq 5\text{mm}$, al 7% per le barre.

Per le trecce e i trefoli la determinazione si effettua all'istante della rottura con una prova a trazione, condotta secondo la UNI 3171 (aprile 1985), su base rispettivamente di 200 mm per le trecce e di 600 mm per i trefoli. L'allungamento così misurato deve risultare non inferiore al 3,5%. La prova deve essere ripetuta se la rottura si produce esternamente al tratto di misura qualora l'allungamento risulti inferiore al limite sopraindicato.

3.4. LIMITI ALLO 0,2%.

Il valore del limite convenzionale $f_{p(0,2)}$ si ricava dal corrispondente diagramma sforzi-deformazioni, ottenuto con prove a trazione eseguite secondo UNI 5292 (giugno 1979) per i fili e secondo UNI 3171 (aprile 1985) per le trecce o con procedimenti equivalenti.

I singoli valori unitari devono essere riferiti alle corrispondenti sezioni iniziali.

Il valore del limite 0,2% deve risultare compreso tra l'80% ed il 95% del corrispondente valore della tensione di rottura f_{pt} .

3.5. TENSIONE DI SNERVAMENTO.

Il valore della tensione di snervamento f_{py} si ricava dal corrispondente diagramma sforzi-deformazioni ottenuto con la prova a trazione eseguita secondo EN 10002/1^a (marzo 1990). Esso deve risultare compreso tra il 75% ed il 95% del corrispondente valore della tensione di rottura f_{pt} . Qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile si sostituisce f_{py} con $f_{p(0,2)}$.

3.6. MODULO DI ELASTICITA'.

Il modulo apparente di elasticità è inteso come rapporto fra la tensione media e l'allungamento corrispondente, valutato per l'intervallo di tensione $(0,1 \div 0,4) f_{pt}$.

Sono tollerati scarti del $\pm 7\%$ rispetto al valore garantito.

3.7. TENSIONE ALL'1%.

La tensione corrispondente all'1% di deformazione totale deve risultare compresa tra l'80% ed il 95% del corrispondente valore della tensione di rottura f_{pt} .

3.8. PROVA DI PIEGAMENTO ALTERNATO.

La prova di piegamento alternato si esegue su fili aventi $\varnothing \leq 8\text{ mm}$ secondo la UNI 5294 (ottobre 1978) con rulli di diametro pari a $4 \varnothing$.

Il numero dei piegamenti alterni a rottura non deve risultare inferiore a 4 per i fili lisci e a 3 per i fili ondulati o con impronte.

3.9. PROVA DI PIEGAMENTO.

La prova di piegamento si esegue su fili aventi $\varnothing \geq 8\text{ mm}$ e su barre secondo la UNI 564 (febbraio 1960).

L'angolo di piegamento deve essere di 180° e il diametro del mandrino deve essere pari a:

- $5 \varnothing$ per i fili;
- $6 \varnothing$ per le barre con $\varnothing \leq 26\text{ mm}$;
- $8 \varnothing$ per le barre con $\varnothing > 26\text{ mm}$.

3.10. RESISTENZA A FATICA.

La prova viene condotta secondo la UNI 3964 (maggio 1985) con sollecitazione assiale a ciclo pulsante, facendo oscillare la tensione fra una tensione superiore σ_1 e una tensione inferiore σ_2 . Il risultato della prova è ritenuto soddisfacente se la provetta sopporta, senza rompersi, almeno due milioni di cicli. La frequenza di prova deve rimanere compresa fra 200 e 2500 cicli/min. Come alternativa a tale procedimento è possibile determinare sperimentalmente l'ampiezza limite di fatica L a 2×10^6 cicli, in funzione della tensione media σ_m .

3.11. RILASSAMENTO A TEMPERATURA ORDINARIA.

3.11.1. *Condizioni di prova.*

Si determina il diagramma della caduta di tensione a lunghezza costante ed a temperatura $T = 20 \pm 1^\circ\text{C}$ a partire dalla tensione iniziale e per la durata stabilita.

3.11.2. *Caratteristiche della provetta.*

La provetta deve essere sollecitata per un tratto non inferiore a 100 cm; in conseguenza la lunghezza del saggio deve essere almeno 125 cm per tener conto degli organi di afferraggio. Nella zona sollecitata la provetta non deve subire alcuna lavorazione né pulitura.

3.11.3. *Carico iniziale.*

La tensione iniziale deve essere applicata con velocità pari a $200 \pm 50 \text{ N/mm}^2$ al minuto e mantenuta per 2 minuti ± 2 secondi prima dell'inizio della misura.

Quando le necessità operative lo richiedano, è ammessa una pre-tensione inferiore al 40% della tensione iniziale ed al 30% di quella di rottura (determinata su una provetta contigua).

Il carico iniziale deve avere precisione $\pm 1\%$ quando inferiore a 100 tonnellate; $\pm 2\%$ quando superiore.

3.11.4. *Precisione della misura.*

La caduta di sforzo (rilassamento) va misurata con precisione $\pm 5\%$; pertanto il principio di funzionamento dell'apparato, la sensibilità dei singoli strumenti rilevatori, la posizione di questi, ecc. debbono essere tali da garantire detta precisione.

TABELLA 1

Simbolo	Caratteristiche	Unità di misura	N° prove oggetto del certificato del produttore	Controllo in cantiere N° prove per lotto di produz.	Controllo in stabilimento			
					Qualifica		Verifica	
					N. lotti di produz.	N. prove per lotto di produz.	N. lotti di produz.	N. prove per lotto di produz.
\emptyset	Diametro	mm	10	10	10	5	6 al trimestre in almeno 3 visite	5
A	Area della sezione	mm ²	10	10	10	5	"	5
f_{ptk}	Tensione di rottura	N/mm ²	10	10	10	5	"	5
f_{pyk}	Carico di snervamento	N/mm ²	10	10	10	5	"	5
$f_{p(0,1)k}$	Carico limite allo 0,1%	N/mm ²	2	2	10	5	"	5
$f_{p(0,2)k}$	Carico limite allo 0,2%	N/mm ²	10	10	10	5	"	5
$f_{p(1)k}$	Tensione 1% sotto carico	N/mm ²	10	10	10	5	"	5
l	Allungamento a rottura	%	10	10	10	5	"	5
E_p	Modulo elastico appar.	N/mm ²	2	2	10	5	"	5
N	Numero di pieg. alterni	-	10	10	10	5	"	5
α (180°)	Prova di piegamento	-	10	10	10	5	"	5
L	Limite di fatica	N/mm ²	1 (1)	(*)	5	3 (3)	1 al trimestre	3 (4)
r	Rilassamento	%	3 (2)	(*)	4	3 (5)	1 al trimestre	3 (6)
-	Diagramma sforzi-deformazioni	-	2	2	10	5	6 al trimestre in almeno 3 visite	5

(*) Secondo prescrizione del Direttore dei lavori.

(1) Dato di catalogo riferito alle tensioni estreme $0,57 f_{ptk}$ (f_{ptk} valore caratteristico della tensione di rottura) o, preferibilmente, al limite di tensione media $0,63 f_{ptk}$.

(2) Dati di catalogo riferiti preferibilmente alle tensioni iniziali $0,55 f_{ptk}$; $0,65 f_{ptk}$; $0,75 f_{ptk}$ e ad una durata di prova non inferiore a 1000 ore.

(3) Prove da eseguire tra le tensioni estreme $0,57 f_{ptk}$ e $0,69 f_{ptk}$ o, preferibilmente, determinazione del limite di fatica con tensione media $0,63 f_{ptk}$.

(4) Prove da eseguire tra le tensioni estreme $0,57 f_{ptk}$ e $0,69 f_{ptk}$.

(5) Prova da eseguire preferibilmente per le tensioni iniziali $0,55 f_{ptk}$; $0,69 f_{ptk}$; $0,75 f_{ptk}$. Durata di prova ≥ 2000 ore per un lotto, ≥ 120 ore per gli altri 3 lotti.

(6) Prova da eseguire preferibilmente per le tensioni iniziali $0,55 f_{ptk}$; $0,65 f_{ptk}$; $0,75 f_{ptk}$, per una durata di prova ≥ 120 ore.

Allegato 4

CONTROLLI DI BARRE E DI FILI DI ACCIAIO TRAFILATO

Per i controlli in stabilimento si applicano le modalità sotto riportate.

1. Controlli sistematici.

1.1. PROVE DI QUALIFICAZIONE.

La documentazione riguardante le prove di qualificazione deve essere riferita ad una produzione consecutiva relativa ad un periodo di tempo di almeno sei mesi.

Prelievo senza preavviso, presso lo stabilimento di produzione, da parte del Laboratorio Ufficiale, di serie di 25 saggi, ricavati da cinque diverse colate o lotti di fabbricazione, cinque per ogni colata o lotto di fabbricazione. L'operazione viene ripetuta su tre diametri diversi, scelti nei tre gruppi di diametri: da 5 a 10 mm; da 12 a 18 mm; oltre 18 mm; i fili di acciaio trafilato di diametro compreso fra 5 e 12 mm costituiscono un unico gruppo.

Limitatamente alle barre ad aderenza migliorata è lasciata facoltà di considerare come gruppi a sé stanti le armature prodotte in rotolo, con le stesse modalità di suddivisione dei diametri. I fili trafilati e le barre prodotte in rotolo sono da considerarsi acciai deformati a freddo (cfr. Parte I, punto 2.2.1.) in quanto impiegati previa raddrizzatura meccanica.

Sui campioni vengono determinati, a cura del Laboratorio Ufficiale, i valori delle tensioni di snervamento e rottura f_y e f_t , l'allungamento A ed effettuate le prove di piegamento.

Indicando con:

$$f_{ymn} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} f_{yi}}{n}$$

e (A)

$$f_{tmn} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} f_{ti}}{n}$$

le medie dei valori delle tensioni di snervamento e rottura e con:

$$S_{yn} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (f_{yi} - f_{ymn})^2}{n-1}}$$

e (B)

$$s_{tn} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (f_{ti} - f_{tmn})^2}{n-1}}$$

gli scarti quadratici medi corrispondenti, si procede al calcolo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura definite dalle espressioni:

$$f_{yk} = f_{ymn} - k \times s_{yn}$$

(C)

$$f_{tk} = f_{tmn} - k \times s_{tn}$$

dove n , numero dei saggi considerati, è nel presente caso pari a 25.

Per gli stessi campioni verranno altresì annotati i valori dei rapporti f_{yi}/f_{yk} e calcolata la media

$$\frac{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{f_{ti}}{f_{yi}}}{n}$$

come indicato al punto 2.2.3.1. della Parte I.

Qualora il produttore lo richieda, è data facoltà di non avvalersi della suddivisione in gruppi di diametri. In tale caso le prove di qualificazione verteranno su 75 saggi, prelevati da 15 diverse colate o lotti di fabbricazione, cinque per ogni colata o lotto di fabbricazione, indipendentemente dal diametro, e nelle suddette formule (A), (B), (C) si porrà $n = 75$.

In ogni caso il coefficiente k assume, in funzione di n , i valori riportati nel Prospetto I dell'Allegato 8.

Su almeno un saggio per colata o lotto di fabbricazione sarà calcolato il valore dell'indice di aderenza di cui all'Allegato 6 limitatamente alle barre ed ai fili trafilati ad aderenza migliorata.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prova di qualificazione non soddisfi i requisiti di duttilità di cui ai Prospetti 2-I e 3-I della Parte I, rispettivamente per le barre e per i fili di acciaio trafilato, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi va ripetuto, il nuovo prelievo sostituisce a tutti gli effetti quello precedente. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione della prova di qualificazione.

1.2. PROVE DI VERIFICA DELLA QUALITÀ.

Effettuazione di controlli saltuari, a cura del Laboratorio Ufficiale, ad intervalli non superiori ad un mese, prelevando tre serie di 5 campioni, costituite ognuna da cinque barre o fili di uno stesso diametro scelto entro ciascuno dei gruppi di diametri suddetti, e provenienti da una stessa colata o fili. Su tali serie il laboratorio effettua le prove di resistenza e di duttilità. I corrispondenti risultati delle prove di snervamento e rottura vengono introdotti nelle quattro precedenti espressioni (A) e (B), le quali vengono sempre riferite a cinque serie di cinque saggi, facenti parte dello stesso gruppo di diametri, da aggiornarsi ad ogni prelievo, aggiungendo la nuova serie ed eliminando la prima in ordine di tempo. I nuovi valori delle medie e degli scarti quadratici così ottenuti vengono quindi introdotti nelle espressioni (C) per la determinazione delle nuove tensioni, caratteristiche, sostitutive delle precedenti (ponendo $n = 25$).

Per gli stessi campioni vengono altresì annotati i valori dei rapporti f_{yi}/f_{yk} e calcolata la media

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} f_{ti} / f_{yi}$$

come indicato al punto 2.2.3.1. della Parte I.

Qualora il produttore non si avvalga della suddivisione in gruppi di diametri, i controlli saltuari verteranno su 15 saggi, prelevati da tre diverse colate, 5 per ogni colata o lotto di fabbricazione, indipendentemente dal diametro. I corrispondenti risultati delle prove di snervamento e rottura vengono introdotti nelle espressioni (A) e (B), le quali vengono sempre riferite a quindici serie di cinque saggi, da aggiornarsi ad ogni prelievo, aggiungendo le tre nuove colate o lotti di fabbricazione ed eliminando le prime tre in ordine del tempo. I nuovi valori delle medie e degli scarti quadratici così ottenuti vengono quindi introdotti nelle espressioni (C) per la determinazione delle nuove tensioni caratteristiche sostitutive delle precedenti (ponendo $n = 75$).

Ove i valori caratteristici riscontrati risultino inferiori ai minimi di cui al prospetto 2-I Parte I, il Laboratorio Ufficiale incaricato del controllo sospenderà le verifiche della qualità dandone comunicazione al Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale e ripeterà la qualificazione dopo che il produttore avrà avviato alle cause che avevano dato luogo al risultato insoddisfacente.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prova di verifica della qualità non soddisfi i requisiti di duttilità di cui ai Prospetti 2-I e 3-I della Parte I, rispettivamente per le barre e per i fili di acciaio trafilato, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi va ripetuto. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione della qualificazione.

Le tolleranze dimensionali di cui al punto 2.2.8.5. della Parte I vanno riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascuna colata o lotto di fabbricazione. Qualora la tolleranza sulla sezione superi $\pm 2\%$, il certificato di verifica deve riportare i diametri medi effettivi.

Su almeno un saggio per colata o lotto di fabbricazione sarà calcolato il valore dell'indice di cui all'Allegato

6, limitatamente alle barre ed ai fili trafilati ad aderenza migliorata.

1.3. CONTRASSEGNI DEGLI ACCIAI: PRELIEVI, MODALITA' DI PROVA.

Gli acciai devono essere marchiati come indicato in 2.2.9. Parte I.

I prelievi in stabilimento di cui ai punti 1.1. e 1.2. saranno effettuati, ove possibile, dalla linea di produzione.

Le relative prove sui saggi prelevati potranno essere effettuate dai tecnici del Laboratorio Ufficiale anche presso lo stabilimento, sempreché le attrezzature disponibili siano ritenute idonee ad esclusivo insindacabile giudizio del Laboratorio Ufficiale stesso, e possibilmente in presenza di un rappresentante del produttore.

2. Controlli su singole colate o lotti di fabbricazione.

I produttori potranno richiedere, di loro iniziativa, di sottoporsi a controlli su singole colate o lotti di fabbricazione, eseguiti a cura di un Laboratorio Ufficiale. Le colate o lotti di fabbricazione sottoposti a controllo dovranno essere cronologicamente ordinati nel quadro della produzione globale. I controlli consistiranno nel prelievo, per ogni colata e lotto di fabbricazione e per ciascun gruppo di diametri da essi ricavato, di un numero n di saggi, non inferiore a dieci, sui quali si effettueranno le prove previste dal terzo comma del punto 1.1. Le tensioni caratteristiche di snervamento e rottura verranno calcolate a mezzo delle espressioni (A), (B) e (C) nelle quali n è il numero dei saggi prelevati dalla colata.

Le colate o i lotti di fabbricazione ai quali, sulla base di tale controllo specifico, si vogliano attribuire proprietà meccaniche superiori a quelle desunte dal controllo sistematico della produzione, dovranno essere contraddistinte a mezzo di legatura sigillata, munita di etichetta metallica sulla quale figurino il numero della colata ed il valore della tensione garantita dal produttore ed accertato dal Laboratorio Ufficiale.

Allegato 5

CONTROLLI DI RETI E TRALICCI ELETTROSALDATI CON FILI LISCI O NERVATI DI ACCIAIO TRAFILATO DI DIAMETRO COMPRESO FRA 5 E 12 MM

Per i controlli in stabilimento si applicano le modalità sotto riportate.

1. Controlli sistematici.

1.1. PROVE DI QUALIFICAZIONE.

La documentazione riguardante le prove di qualificazione deve essere riferita ad una produzione consecutiva relativa ad un periodo di tempo di almeno sei mesi.

Prelievo senza preavviso, presso lo stabilimento di produzione, da parte di un Laboratorio Ufficiale, in almeno quattro sopralluoghi di serie di 80 saggi, ricavati da 40 diversi pannelli, 2 per ogni elemento.

Ogni saggio deve consentire due prove: quella di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato e quella di resistenza al distacco della saldatura.

Su tali campioni vengono determinati, a cura del Laboratorio Ufficiale, i valori delle tensioni di snervamento e rottura $f_{(0,2)}$ e f_t l'allungamento A_{10} ed effettuata la prova di resistenza al distacco.

Indicando con:

$$f_{(0,2)mn} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} f_{(0,2)i}}{n}$$

e (A)

$$f_{mn} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} f_{ti}}{n}$$

le medie dei valori delle tensioni di snervamento e rottura e con:

$$s_{(0,2)n} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (f_{(0,2)i} - f_{(0,2)mn})^2}{n-1}}$$

e (B)

$$s_{tn} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_i - f_{tmin})^2}{n-1}}$$

gli scarti quadratici medi corrispondenti, si procede al calcolo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura definite dalle espressioni:

$$f_{(0,2)k} = f_{(0,2)mn} - k \times s_{(0,2)n}$$

(C)

$$f_{tk} = f_{tmin} - k \times s_{tn}$$

dove n , numero dei saggi considerati, è nel presente caso pari a 80, ed il coefficiente k assume, in funzione di n , i valori riportati nel Prospetto I dell'Allegato 8.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prove di qualificazione non soddisfi i requisiti di cui al Prospetto 4-I della Parte I relativamente ai valori di allungamento o resistenza al distacco, il prelievo relativo all'elemento di cui trattasi va ripetuto su un altro elemento della stessa partita. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione delle prove di qualificazione.

1.2. PROVE DI VERIFICA DELLA QUALITA'.

Effettuazioni di controlli saltuari, a cura del Laboratorio Ufficiale, ad intervalli non superiori ad un mese, su serie di 20 saggi, ricavati da 10 diversi elementi, 2 per ogni elemento.

Sulla serie il laboratorio effettua la prova di trazione e di distacco. I corrispondenti risultati vengono aggiunti a quelli dei prelievi precedenti dopo aver eliminato la prima serie in ordine di tempo.

Si determineranno così le nuove tensioni caratteristiche sostitutive delle precedenti sempre ponendo $n = 80$.

Ove i valori caratteristici riscontrati risultino inferiori ai minimi di cui al Prospetto 4-I Parte I, il Laboratorio Ufficiale incaricato del controllo sospenderà le verifiche della qualità dandone comunicazione al Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale e ripeterà la qualificazione dopo che il produttore avrà avviato alle cause che avevano dato luogo al risultato insoddisfacente.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prove di verifica non soddisfi i requisiti di cui al Prospetto 4-I della Parte I relativamente ai valori di allungamento o resistenza al distacco, il prelievo relativo all'elemento di cui trattasi va ripetuto su un altro elemento della stessa partita. Il nuovo prelievo sostituisce a tutti gli effetti quello precedente. In caso di ulteriore risultato negativo, il Laboratorio Ufficiale incaricato del controllo sospenderà le verifiche della qualità dandone comunicazione al Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale e ripeterà la qualificazione dopo che il produttore avrà avviato alle cause che avevano dato luogo al risultato insoddisfacente.

1.3. CONTRASSEGNI DELLE RETI E TRALICCI CONTROLLATI IN STABILIMENTO: PRELIEVI, MODALITA' DI PROVA.

Le reti ed i tralicci saranno realizzati mediante fili controllati in stabilimento contraddistinti mediante marchio sul filo nervato, come previsto al punto 2.2.9. della Parte 1^a.

Qualora il filo venga prodotto nello stesso stabilimento, il controllo della rete o del traliccio comprende il controllo del filo.

Il marchio di identificazione della rete e del traliccio prodotti con fili provenienti da altro stabilimento è costituito da sigilli o etichettature indelebili.

I prelevamenti in stabilimento, di cui ai punti 1.1. e 2., saranno effettuati, ove possibile, dalla linea di produzione.

Le relative prove sui saggi prelevati potranno essere effettuate dai tecnici del Laboratorio Ufficiale, anche presso lo stabilimento, sempreché le attrezzature disponibili siano ritenute idonee ad esclusivo insindacabile giudizio del Laboratorio Ufficiale medesimo, e possibilmente in presenza di un rappresentante del produttore.

2. Controlli sui singoli lotti di fabbricazione.

Si definiscono lotti di fabbricazione partite ottenute con produzione continua comprese fra 30 e 100 tonnellate.

Negli stabilimenti soggetti ai controlli sistematici, di cui al precedente punto 1., i produttori potranno sottoporre a controlli singoli lotti di fabbricazione a cura di un Laboratorio Ufficiale. I controlli consistiranno nel prelievo per ogni lotto di un numero n di saggi, non inferiore a venti e ricavati da almeno dieci diversi elementi, sui quali si effettueranno le prove previste dal secondo comma del punto 1.1.

Le tensioni caratteristiche di snervamento e rottura verranno calcolate a mezzo delle espressioni (A), (B) e (C) nelle quali n è il numero dei saggi prelevati.

I singoli lotti ai quali, sulla base di tale controllo specifico, si vogliono attribuire proprietà meccaniche superiori a quelle desunte dal controllo sistematico della produzione, dovranno essere contraddistinti a mezzo di legatura sigillata, munita di etichetta metallica sulla quale figurino gli estremi della partita e il

valore della tensione ammissibile garantito dal produttore ed accertato dal Laboratorio Ufficiale.

Allegato 6

CONTROLLI DELL'ADERENZA

Le barre devono superare con esito positivo prove di aderenza secondo il metodo Beamtest da eseguirsi presso un Laboratorio Ufficiale con le modalità specificate nella CNR-UNI 10020 (gennaio 1971). La tensione di aderenza τ_d valutata secondo la CNR-UNI 10020 (gennaio 1971) verrà riferita ad una resistenza nominale del conglomerato di 27 N/mm^2 , mediante l'applicazione della seguente formula di correzione, valida nell'intervallo:

$$22 \leq R_c \leq 32 (\text{N/mm}^2)$$
$$\tau_c = \tau_d - (R_c - 27) \cdot 0,2 (\text{N/mm}^2)$$

essendo:

τ_c la tensione di aderenza corretta;

τ_d la tensione di aderenza rilevata sperimentalmente;

R_c la resistenza del conglomerato all'atto della prova.

Nel certificato di prova devono essere descritte le caratteristiche geometriche della sezione e delle nervature.

Le prove devono essere estese ad almeno tre diametri scelti come segue:

- uno nell'intervallo $5 \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$;

- uno nell'intervallo $12 \leq \varnothing \leq 18 \text{ mm}$;

- uno pari al diametro massimo.

Non è richiesta la ripetizione delle prove di aderenza, per le singole partite, quando se ne possa determinare la rispondenza nei riguardi delle caratteristiche e delle misure geometriche, con riferimento alla serie di barre che hanno superato le prove stesse con esito positivo.

Le tensioni tangenziali di aderenza τ_m e τ_r , desunte dalla prova, come media dei risultati ottenuti sperimentando almeno quattro travi per ogni diametro, devono soddisfare le condizioni seguenti:

$$\tau_m \geq \tau_m^* = 8 - 0,12\varnothing \quad [= 80 - 1,2\varnothing]$$

$$\tau_r \geq \tau_r^* = 13 - 0,19\varnothing \quad [= 130 - 1,9\varnothing]$$

τ_m , τ_m^* , τ_r , e τ_r^* , sono espressi in N/mm^2 e \varnothing è espresso in mm.

Per accertare la rispondenza delle singole partite nei riguardi delle proprietà di aderenza, si calcolerà per un numero significativo di barre il valore dell'indice di aderenza I_R definito dall'espressione:

$$I_R = \frac{2 a_m I_R \cos(90^\circ - \beta)}{\pi \varnothing_n c}$$

confrontando quindi il valore medio di I_R con il corrispondente $I_R(L)$ valutato sulle barre provate in laboratorio.

La partita è ritenuta idonea se è verificata almeno una delle due seguenti ineguaglianze (A) e (B):

$$\frac{I_R}{I_R(L)} \geq \frac{\tau_m^*}{\tau_m} \quad (A)$$

$$I_R \geq 0,048 \text{ per } \varnothing \text{ mm} \leq 6 \text{ mm}$$

$$I_R \geq 0,055 \text{ per } 6 \text{ mm} < \varnothing \leq 8 \text{ mm}$$

$$I_R \geq 0,060 \text{ per } 8 \text{ mm} < \varnothing \leq 12 \text{ mm}$$

$$I_R \geq 0,065 \text{ per } \varnothing > 12 \text{ mm}$$

(B)

essendo:

f_m^* = valore limite di f_m quale sopra definito per il diametro considerato;

f_m , f_T = valori desunti dalle prove di laboratorio;

\varnothing_n = diametro nominale della barra;

c = interasse delle nervature;

a_m = altezza media delle nervature;

β = inclinazione delle nervature sull'asse della barra espressa in gradi;

l_R = lunghezza delle nervature;

I_R = valore di I_R determinato sulle barre della fornitura considerata;

$I_R(L)$ = valore di I_R determinato sulle barre provate in laboratorio.

Qualora il profilo comporti particolarità di forma non contemplate nella definizione di I_R (ad esempio nocciolo non circolare), l'ineguaglianza (A) dovrà essere verificata per i soli risalti o nervature.

Allegato 7

CONTROLLI SUI LATERIZI

a) Valutazione dei dati di prova.

Tutte le caratteristiche meccaniche di seguito specificate dovranno essere determinate presso un Laboratorio Ufficiale su un insieme di un minimo di campioni a cui possa applicarsi il metodo sotto riportato. Nel caso in cui venga effettuata la prova su almeno 30 campioni la resistenza caratteristica viene ricavata mediante la seguente formula:

$$f_k = f_m - 1,64 s$$

nella quale è:

f_m = la media aritmetica delle resistenze unitarie dei campioni;

s = lo scarto quadratico medio.

Nel caso in cui il numero n dei campioni sia compreso tra 10 e 29 il coefficiente moltiplicatore di s assumerà convenzionalmente i valori k di cui alla seguente tabella.

n	10	12	16	20	25
k	2,13	2,06	1,98	1,93	1,88

In entrambi i casi qualora il valore s calcolato risultasse inferiore a $0,08 f_m$ si dovrà introdurre nella formula questo ultimo valore.

Nel caso infine in cui la prova venga effettuata su un numero di campioni compreso fra 6 e 9 la resistenza caratteristica viene assunta pari al minimo dei seguenti due valori:

a) $0,7 f_m - 2 \text{ (N/mm}^2\text{)}$;

b) il valore minimo della resistenza unitaria del singolo campione.

Per le caratteristiche fisiche (coefficiente di dilatazione termica e valore di dilatazione per umidità) si intende invece che tutti i campioni provati debbano dare valori rispettanti i limiti indicati nella normativa (punto 7.1.3.2. della Parte I).

b) Metodi di prova.

1) Le resistenze in direzione dei fori di cui al punto 7.1.3.2. dovranno essere determinate mediante prove a compressione.

Il carico dovrà agire nella direzione dei fori e la dimensione del provino, misurata secondo tale direzione, dovrà essere pari all'altezza (dimensione dell'elemento in direzione perpendicolare al piano della struttura) del blocco, o superarla al massimo del 60%. Se necessario, si procederà al taglio del blocco stesso.

Qualora si operi su blocchi la cui larghezza ecceda i 40 cm, ciascun elemento verrà suddiviso in due parti eguali e simmetriche mediante un taglio parallelo alla direzione dei fori; le porzioni in aggetto dei setti dovranno essere eliminate. La resistenza del blocco si otterrà mediando i risultati ottenuti dalle prove sui due semiblocchi.

Le facce normali alla direzione del carico, se non preventivamente spianate con una smerigliatrice, dovranno essere corrette con un foglio di piombo dello spessore di 1 mm interposto tra il piatto della pressa e la faccia del blocco.

2) Per la verifica della resistenza in direzione trasversale ai fori si procederà mediante lo schiacciamento di campioni costituiti da coppie di laterizi associati sui lati da una malta di gesso di spianatura (prova siamese) dello spessore massimo di 2 cm.

Il carico agirà in direzione ortogonale ai fori e le modalità della campionatura saranno simili a quelle riportate nel precedente punto 1).

3) La determinazione del valore del modulo elastico del laterizio avverrà nel corso delle prove di cui in b) 1. procedendo al carico e scarico successivo del sistema passando dal 20 al 40% del valore minimo presuntivo di rottura, leggendo le deformazioni medie del sistema (nella fase di scarico) tramite 4 flessimetri disposti sugli spigoli della piastra di prova.

4) La resistenza a trazione per flessione verrà determinata su campioni, ricavati dai blocchi mediante opportuno taglio, di dimensioni minime di 30 x 120 x spessore, in millimetri.

5) Le prove di punzonamento di cui al punto 7.1.3.2. dovranno avvenire secondo le seguenti modalità di prova.

Il blocco viene posato orizzontalmente su due appoggi costituiti da due tondi in acciaio, del diametro di 20 mm, con modalità analoghe a quelle che si verificano nel corso della posa in opera prima del getto del calcestruzzo.

Il carico viene applicato interponendo una piastra di legno duro avente le dimensioni di 5 x 5 cm in mezzzeria.

Il carico viene fatto crescere progressivamente fino a rottura. 6) Il coefficiente di dilatazione lineare verrà determinato per un salto termico tra 70 °C e 20 °C in ambiente con UR 25% a 70 °C su almeno 3 campioni di dimensioni minime come descritto nel punto 4. Si assumerà come valore di riferimento il minore dei valori trovati.

7) Il valore di dilatazione per umidità verrà misurato su almeno 4 campioni di dimensioni minime come descritte nel punto 4. La misura avverrà con le seguenti modalità.

Essiccare i provini per 24 ore a 70 °C; raffreddarli a 20 °C e 65% UR; eseguire due misure a distanza di 3 ore; immergere i provini in acqua a 20 °C per 90 giorni; togliere, asciugare e condizionare i provini a 20 °C e 65% UR per 3 ore; eseguire due misure a distanza di 3 ore.

L'inizio della prova dovrà avvenire di regola entro 30 giorni dall'ultimazione del processo produttivo del laterizio.

Il valore di riferimento si ottiene come media dei tre valori minori ottenuti avendo quindi escluso il valore massimo.

Allegato 8

CONTROLLI SU ACCIAIO DA COSTRUZIONE

1. Generalità.

Tutti i prodotti debbono essere sottoposti a prove di qualificazione secondo le modalità del successivo punto 2.

La qualificazione deve essere riferita separatamente ad ogni singolo stabilimento produttore dell'Azienda fornitrice.

I prodotti assoggettabili al procedimento di qualificazione sono, suddivisi per gamma merceologica, i seguenti:

- laminati mercantili, travi ad ali parallele del tipo IPE e HE, travi a I e profilati a U;
- lamiere e nastri, travi saldate e profilati aperti saldati;
- profilati cavi circolari, quadrati o rettangolari senza saldature o saldati.

L'impiego di acciai diversi dai tipi Fe 360, Fe 430 ed Fe 510, quali ad esempio acciai ad alta resistenza, acciai inossidabili, microlegati, speciali, è ammesso con le condizioni indicate al secondo capoverso del punto 2.0 della Parte II.

Gli adempimenti di cui al successivo punto 2 si applicano anche ai prodotti provenienti dall'estero.

Per prodotti provenienti da Paesi della Comunità economica europea nei quali sia in vigore una certificazione di idoneità tecnica riconosciuta dalle rispettive Autorità competenti, l'Azienda produttiva potrà, in alternativa a quanto previsto al primo comma, inoltrare al Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale domanda intesa ad ottenere il riconoscimento dell'equivalenza della procedura adottata nel Paese di origine, depositando contestualmente la relativa documentazione per i prodotti da fornire con il corrispondente marchio.

L'equivalenza della procedura di cui al comma precedente è sancita con decreto del Ministero dei lavori pubblici sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

2. Modalità di qualificazione.

I produttori per qualificare la loro produzione devono sottoporsi agli adempimenti qui di seguito specificati, e produrre la documentazione relativa al Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, che ne cura il deposito:

- dimostrazione dell'idoneità del processo produttivo;
- controllo continuo interno di qualità della produzione condotto su basi probabilistiche;
- verifica periodica della qualità da parte dei Laboratori Ufficiali.

Sono prodotti qualificabili sia quelli raggruppabili per colata che quelli per lotti di produzione (1).

Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo (vedere punto 2.2.), i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merceologica di cui al punto 1., sono raggruppabili per gamme di spessori così come definito nelle norme UNI EN 10025 (febbraio 1992), UNI 7806 (dicembre 1979) e UNI 7810 (dicembre 1979).

Sempre agli stessi fini, sono raggruppabili anche i diversi gradi di acciai (B, C, D, DD; vedere Parte II, prospetti 1-II e 2- II), sempreché siano garantite per tutti le caratteristiche del grado superiore del raggruppamento.

Tutte le forniture debbono essere accompagnate da apposita documentazione (vedere punto 2.5.).

2.1. DIMOSTRAZIONE DELL'IDONEITA' DEL PROCESSO PRODUTTIVO.

Il produttore, limitatamente alle gamme merceologiche indicate al punto 1., e per ogni singolo stabilimento, dovrà presentare apposita documentazione al Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, che notifica al produttore l'avvenuto deposito ed accerta la validità e la rispondenza della documentazione stessa anche attraverso sopralluoghi, rilasciando apposito attestato, precisando:

- il tipo di prodotti (dimensioni e qualità);
- le condizioni generali della fabbricazione o dell'approvvigionamento dell'acciaio o del prodotto intermedio;
- la descrizione degli impianti di laminazione;
- le modalità di marchiatura che consentono l'individuazione del prodotto da effettuarsi secondo le procedure del punto 2.5.;
- l'organizzazione del controllo interno di qualità;
- i responsabili aziendali incaricati della firma dei certificati;
- il Laboratorio Ufficiale responsabile delle prove di controllo;
- dichiarazione che il servizio di controllo interno delle qualità sovrintende ai controlli di produzione e che esso è indipendente dai servizi di produzione.

PROSPETTO 1

<i>n</i>	<i>k</i>	<i>n</i>	<i>k</i>
10	2,91	40	2,13
11	2,82	45	2,09
12	2,74	50	2,07
13	2,67	60	2,02
14	2,61	70	1,99
15	2,57	80	1,97
16	2,52	90	1,94
17	2,49	100	1,93
18	2,45	150	1,87
19	2,42	200	1,84
20	2,40	250	1,81
22	2,35	300	1,80
24	2,31	400	1,78
25	2,29	500	1,76
30	2,22	1.000	1,73
35	2,17	∞	1,64

(1) Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo di 40 t, o frazione residua, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro fabbricazione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme UNI 7086 e 7810 (dicembre 1979) in base al numero dei pezzi.

Il produttore deve inoltre produrre una idonea documentazione sulle caratteristiche chimiche e meccaniche riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che intende qualificare.

La documentazione deve essere riferita ad una produzione consecutiva relativa ad un periodo di tempo di almeno sei mesi e ad un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa e comunque o $\geq 2.000 t$ oppure ad un numero di colate o di lotti ≤ 25 .

Tale documentazione di prova deve basarsi sui dati sperimentali rilevati dal produttore, integrati dai dati di certificati di Laboratori Ufficiali, incaricati dal produttore stesso; le prove del Laboratorio Ufficiale devono riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da gamma merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio, ed essere relative al rilievo dei valori caratteristici; per ciascun tipo verranno eseguite almeno 30 prove su saggi appositamente prelevati.

La documentazione del complesso delle prove meccaniche deve essere elaborata in forma statistica calcolando, per lo snervamento e la resistenza a rottura, il valore medio, lo scarto quadratico medio e il relativo valore caratteristico delle corrispondenti distribuzioni di frequenza.

Il valore caratteristico è il frattile di ordine 0,05 della rispettiva distribuzione statistica calcolato mediante l'espressione:

$$f_k = f_m - k \cdot s$$

dove:

f_m = media aritmetica degli n risultati sperimentali;

s = scarto quadratico medio degli stessi;

k = fattore funzione del numero di risultati sperimentali associato alla percentuale della popolazione pari al 95% e alla formulazione di rischio del tipo $1 - \alpha$ con $\alpha = 5\%$ con protezione unilaterale (prospetto I).

I singoli risultati sperimentali ed i valori caratteristici così calcolati devono rispettare le limitazioni riportate nei citati prospetti 1-II e 2-II per le tensioni di snervamento e di rottura mentre per l'allungamento percentuale e la resilienza vale il criterio del minimo tabellare.

Il Ministero, ricevuta la documentazione, darà atto al produttore dell'avvenuto deposito.

2.2. CONTROLLO CONTINUO DELLA QUALITÀ DELLA PRODUZIONE.

Il servizio di controllo interno della qualità dello stabilimento produttore deve predisporre un'accurata procedura atta a mantenere sotto controllo con continuità tutto il ciclo produttivo.

In particolare, per quanto riguarda i prodotti finiti, deve procedere ad un rilevazione di tutte le caratteristiche chimiche e meccaniche previste ai punti 2.1. e 2.3. della Parte Seconda.

La rilevazione dei dati di cui sopra deve essere ordinata cronologicamente su appositi registri distinti per qualità, per prodotto (o gruppi di prodotti come sopra indicato) e per gamme di spessori, come specificato nella norma di prodotto.

Per ogni colata, o per ogni lotto di produzione, contraddistinti dal proprio numero di riferimento, viene prelevato dal prodotto finito un saggio per colata e comunque un saggio ogni 80 t oppure un saggio per lotto e comunque un saggio ogni 40 t o frazione; per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione è definito dalle relative norme UNI di prodotto, in base al numero dei pezzi.

Dai saggi di cui sopra verranno ricavati i provini per la determinazione delle caratteristiche chimiche e meccaniche previste dalle norme UNI EN 10025 (febbraio 1992), UNI 7806 (dicembre 1979) e UNI 7810 (dicembre 1979), rilevando il quantitativo in tonnellate di prodotto finito cui la prova si riferisce.

Per quanto concerne f_y e f_t , i dati singoli raccolti, suddivisi per qualità e prodotti (secondo le gamme dimensionali) vengono riportati su idonei diagrammi per consentire di valutare statisticamente nel tempo i risultati della produzione rispetto alle prescrizioni delle presenti norme tecniche.

I restanti dati relativi alle caratteristiche chimiche, di resilienza e di allungamento vengono raccolti in tabelle e conservati, dopo averne verificato la rispondenza alle norme EN 10025 (marzo 1990), 7806 (dicembre 1979) e UNI 7810 (dicembre 1979) per quanto concerne le caratteristiche chimiche e alle prescrizioni di cui ai prospetti 1-II e 2-II, per quanto concerne resilienza e allungamento.

E' cura e responsabilità del produttore individuare, a livello di colata o di lotto di produzione, gli eventuali risultati anomali che portano fuori limiti la produzione e di provvedere ad ovviarne le cause. I diagrammi sopra indicati devono riportare gli eventuali dati anomali.

I prodotti non conformi devono essere deviati ad altri impieghi, previa punzonatura di annullamento, e tenendone esplicita nota nei registri.

La documentazione raccolta presso il controllo interno di qualità dello stabilimento produttore deve essere conservata a cura del produttore.

Lo stabilimento produttore è autorizzato alla spedizione del prodotto che dovrà essere marchiato in conformità a quanto precisato nella documentazione di deposito al Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, accompagnato dal certificato di collaudo interno (vedere punto 2.6.) firmato dal responsabile del servizio di controllo di qualità riportante gli estremi della certificazione di deposito rilasciata dal Ministero.

2.3. VERIFICA PERIODICA DELLA QUALITÀ DA PARTE DEI LABORATORI UFFICIALI.

Il Laboratorio Ufficiale, incaricato a ciò dal produttore, effettuerà periodicamente a sua discrezione, almeno ogni sei mesi, una visita presso lo stabilimento produttore nel corso della quale su tre tipi di prodotto, scelti di volta in volta tra qualità di acciaio, gamma merceologica e classe di spessore, effettuerà per ciascun tipo (o presso il laboratorio del produttore o presso il Laboratorio Ufficiale stesso) non meno di 30 prove a trazione su provette ricavate sia da saggi prelevati direttamente dai prodotti sia da saggi appositamente accantonati dal produttore in numero di almeno 2 per colata o lotto di produzione, relativa alla produzione intercorsa dalla visita precedente.

Inoltre il laboratorio effettuerà le altre prove previste (resilienza e analisi chimiche) sperimentando su provini ricavati da 3 campioni per ciascun tipo sopraddetto.

Il Laboratorio Ufficiale elaborerà in forma statistica i risultati delle prove di trazione per ciascuno dei tre gruppi, utilizzando per il controllo di accettazione l'espressione $f_m - 1,25 \cdot s \geq$ del corrispondente valore di cui al prospetto 1-II e 2-II della Parte Seconda. Inoltre verrà controllato che i singoli risultati sperimentali per le tensioni di snervamento e di rottura rispettino le limitazioni riportate nei prospetti 1-II e 2-II e che i coefficienti di variazione percentuale dello snervamento (rapporto tra scarto quadratico medio e media aritmetica) risultino inferiori rispettivamente al 9% per l'acciaio Fe 360, all'8% per l'acciaio Fe 430 e al 7% per l'acciaio Fe 510.

Infine si controllerà che siano rispettati i valori minimi prescritti per la resilienza e quelli massimi per le analisi chimiche.

Nel caso che i risultati delle prove siano tali per cui viene accertato che i limiti prescritti non siano rispettati, vengono prelevati altri saggi (nello stesso numero) e ripetute le prove.

Ove i risultati delle prove, dopo ripetizione, fossero ancora insoddisfacenti, il laboratorio ufficiale incaricato del controllo sospenderà le verifiche della qualità dandone comunicazione al Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale e ripeterà la qualificazione dopo che il produttore avrà avviato alle cause che avevano dato luogo al risultato insoddisfacente.

Per quanto concerne le prove di verifica periodica della qualità per gli acciai di cui al punto 1., quarto capoverso del presente allegato, con snervamento o resistenza inferiori al tipo Fe 360, si utilizza un coefficiente di variazione pari a 9%. Per gli acciai con caratteristiche comprese tra i tipi Fe 360 ed Fe 510 si utilizza un coefficiente di variazione pari all'8%. Per gli acciai con snervamento o rottura superiore al tipo Fe 510 si utilizza un coefficiente di variazione pari al 6%.

Per tali acciai la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua nell'ultimo semestre ed anche nei casi in cui i quantitativi minimi previsti non siano rispettati, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

Una volta l'anno il produttore è tenuto ad inviare al Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, la seguente documentazione:

- a) una dichiarazione attestante la permanenza delle condizioni iniziali di idoneità del processo produttivo e dell'organizzazione del controllo interno di qualità, o le eventuali modifiche;
- b) le tabelle contenenti i singoli risultati dei controlli eseguiti in merito alle caratteristiche meccaniche e chimiche;
- c) l'elaborazione statistica dei controlli interni eseguiti nell'ultimo anno, per ciascun tipo di prodotto, da cui risulti il quantitativo di produzione e il numero delle prove;
- d) i risultati dei controlli eseguiti dal Laboratorio Ufficiale (certificati e loro elaborazione) per le prove meccaniche e chimiche;
- e) la dichiarazione che attesta la conformità statistica, secondo una metodologia che deve essere dichiarata, delle verifiche di cui ai punti c) e d) con le prescrizioni di cui ai prospetti 1-II e 2-II della Parte Seconda e la dichiarazione di rispetto delle prescrizioni relative alla resilienza, allungamento e analisi chimica.

Il mancato rispetto delle sopra indicate condizioni, accertato anche attraverso sopralluoghi, può comportare la decadenza della qualificazione.

2.4. CONTROLLI SU SINGOLE COLATE.

Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici di cui al precedente punto 2.3., i produttori potranno richiedere di loro iniziativa di sottoporsi a controlli, eseguiti a cura di un Laboratorio Ufficiale, su singole colate di quei prodotti che, per ragioni produttive, non possono ancora rispettare le condizioni quantitative minime (vedere punto 2.1.) per qualificarsi.

Le prove da effettuare sono quelle relative alle UNI EN 10025 (febbraio 1992), UNI 7810 (dicembre 1979) e UNI 7806 (dicembre 1979) ed i valori da rispettare sono quelli di cui ai prospetti 1-II e 2-II della Parte II.

2.5. MARCHIATURA PER IDENTIFICAZIONE.

Il produttore deve procedere ad una marchiatura del prodotto fornito dalla quale risulti in modo inequivocabile il riferimento dell'azienda produttrice, allo stabilimento, al tipo di acciaio e al grado qualitativo.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro fabbricazione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti potranno essere i sistemi di marchiatura adottati, quali ad esempio l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhetatura, la sigillatura dei fasci e altri.

Tenendo presente che l'elemento determinante della marchiatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo, dalla impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marchiatura denunciate nella sua documentazione presentata al Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, come precisato al punto 2.1. e deve comunicare tempestivamente eventuali modifiche apportate.

La mancata marchiatura e la sua illeggibilità anche parziale rende il prodotto non impiegabile.

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marchiata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, viene a perdere l'originale marchiatura del produttore è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale.

2.6. DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO DELLE FORNITURE.

Il produttore è tenuto ad accompagnare ogni fornitura con:

- certificato di collaudo secondo UNI EN 10204 (dicembre 1992);
- dichiarazione che il prodotto è qualificato ai sensi delle presenti norme tecniche, e di aver soddisfatto tutte le relative prescrizioni, riportando gli estremi del marchio e unendo copia del relativo certificato del Laboratorio Ufficiale.

3. Controlli in officina o in cantiere.

Il controllo in officina di fabbricazione o in cantiere sarà effettuato dal direttore dei lavori o, in sua mancanza all'atto delle lavorazioni, dal tecnico responsabile della fabbricazione, che assume a tale riguardo le responsabilità attribuite dalla legge al direttore dei lavori. In questo secondo caso la relativa documentazione sarà trasmessa al direttore dei lavori prima della messa in opera. La frequenza dei prelievi è stabilita dal direttore dei lavori o, in sua mancanza all'atto della lavorazione, dal tecnico responsabile della fabbricazione, in relazione all'importanza dell'opera.

I dati sperimentali ottenuti dovranno soddisfare le prescrizioni di cui ai prospetti 1-II e 2-II della parte 2ª per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme UNI EN 10025 (febbraio 1992), UNI 7810 (dicembre 1979) e 7806 (dicembre 1979) per le caratteristiche chimiche.

Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non dovrà risultare inferiore ai limiti tabellari (prospetti 1-II e 2-II) per più di

		Fe 360	Fe 430	Fe 510
Tensioni di rottura a trazione	N/mm ²	15	18	22
Tensioni di snervamento	N/mm ²	10	12	15

I certificati relativi alle prove (meccaniche) degli acciai devono riportare l'indicazione del marchio identificativo di cui al precedente punto 2.5., rilevato a cura del Laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Ministero dei lavori pubblici, Servizio tecnico centrale, dovrà essere riportata specifica annotazione sul certificato di prova.

