

STIL v1.0

Gerardo Mario Verderame¹, Paolo Ricci², Marilena Esposito³

Dipartimento di Ingegneria strutturale, Università Federico II di Napoli, Italia

STIL v1.0

Gerardo Mario Verderame, Paolo Ricci, Marilena Esposito
Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Università degli Studi Federico II di Napoli, Italia

Tipologia acciaio
☐ Liscio ☐ Nervati ☐ Liscio+Nervati

Dati input
Periodo: >= 1950
<= 2000
☐ conosco la categoria
Categorie:

VALUTA CANCELLA

Sintesi dei risultati
n° campioni:
Media: Dev.St.:
fy [MPa]:
fu/fy [1]:
Allg [%]:

Percentuali di utilizzo

Liscio	Nervati
Comune	AQ42
AQ58	AQ68
ALE	FeB22k
FeB22k	FeB32k
	FeB44k

Tensione di snervamento

fy [MPa]

Minimo: Massimo:
Mediana: Varianza:
Normal: LogNormal:
stima μ : stima σ :
stima μ : stima σ :

Rapporto di incrudimento

fu/fy [1]

Minimo: Massimo:
Mediana: Varianza:
Normal: LogNormal:
stima μ : stima σ :
stima μ : stima σ :

Allungamento a rottura

Allg [%]

Minimo: Massimo:
Mediana: Varianza:
Normal: LogNormal:
stima μ : stima σ :
stima μ : stima σ :

Appendice 2

Controlli sugli acciai secondo il D.M. del 1974 ed il D.M. del 1996

Versione del __/__/2012

¹ verderam@unina.it

² Paolo.ricci@unina.it

³ Marilena.esposito@unina.it

Indice

Premessa

Per effettuare la classificazione degli acciai, prima del 1972, si è tenuto conto della singola prova, in quanto il valore di riferimento del generico parametro meccanico analizzato era essenzialmente il valore medio. Con l'avvento del concetto di valore caratteristico, e di un approccio di tipo statistico, invece, non si può prescindere, al fine della classificazione, dalla "pratica", ovvero per effettuare la classificazione occorre considerare tutte le prove che appartengono alla stessa pratica (riportate sulla stessa scheda), applicare lo strumento normativo di riferimento, ed assegnare a tutte la classificazione così dedotta.

Come visto in Appendice-1 le normative di riferimento nell'intervallo temporale 1974-2000 sono il DM del 1974 e quello del 1996. Il DM del 1974 fa riferimento ai due tipi di controllo sulle barre di armatura: quelli in stabilimento e quelli in cantiere.

"[...]le modalità mediante le quali si devono effettuare le prove sull'acciaio devono essere conformi alla norma UNI 6407/69 ad eccezione di quanto previsto nei punti 3.3.2 e 3.3.3. della seguente norma per la determinazione dei valori caratteristici tensione caratteristica di snervamento R_{sk} (S), tensione caratteristica limite di deformazione permanente allo 0,2% R_{sk} (0,2) e tensione caratteristica di rottura R_{ak} ".

L'indicazione sulla tipologia di controllo non è purtroppo riportata sulle schede pertanto per la classificazione degli acciai dal 1974 al 1996 si ha riferimento alle prescrizioni "controlli in cantiere".

Il DM del 1996, invece sancisce l'obbligatorietà dei controlli in stabilimento.

Si riporta nel proseguo una sintesi sui controlli sugli acciai secondo le due normative in oggetto.

Norme tecniche del 1974: Controlli in stabilimento.

Il D.M. del 1976, per i controlli in stabilimento cita:

"[...] I produttori di barre ad aderenza migliorata e di reti elettrosaldate possono richiedere di sottoporre la loro produzione presso i propri stabilimenti, a prove a carattere statistico eseguite a cura di un laboratorio ufficiale".

Con particolare riferimento ai produttori di acciai FeB44k controllato in stabilimento, si sottolinea che essi

“[...] dovranno contrassegnare cronologicamente la produzione numerando le successive colate; in ciascuna colata saranno tenuti, presso lo stabilimento di produzione, ad eseguire controlli continuativi, geometrici e meccanici e dovranno riportare i risultati in appositi registi. I produttori dovranno documentare la conformità statistica fra i risultati dei controlli ufficiali in stabilimento e quelli dei controlli continuativi da loro stessi eseguiti.”

“[...] tutte le forniture di acciai sottoposti a controlli in stabilimento, possono essere accettate senza ulteriori controlli se accompagnate da un certificato di laboratorio ufficiale che si riferisce al tipo di armatura in esame e munito di legature col marchio del produttore oppure contraddistinte dal marchio di laminazione a caldo.”

La normativa inoltre sottolinea che il certificato ha validità per soli 3 mesi.

Le prove statistiche eseguite dai produttori di acciaio presso i laboratori ufficialmente riconosciuti possono essere di due tipi: Prove per controlli sistematici e prove di verifica della qualità.

Prove per controlli sistematici

L'ente che effettua la prova, senza preavviso, preleva dallo stabilimento di produzione dell'acciaio 25 saggi, ricavati da 5 diverse colate, 5 per ogni colata. L'operazione viene ripetuta su 3 diametri differenti, scelti negli intervalli [5-10]mm [12-18]mm ed [>18]mm

Sui campioni vengono determinati, a cura del laboratorio ufficiale, i valori di tensione di snervamento $R_{sk}(S)$, il valore di tensione a rottura R_{ak} e il valore di allungamento a rottura %A. Vengono inoltre eseguite prove di piegatura.

La tensione caratteristica di snervamento viene valutata come la tensione di snervamento media meno una funzione dello scarto quadratico medio ed il numero di prove effettuate, ovvero:

$$R_{ak}(S) = R_{amn}(S) - \left(1,64 + \frac{10}{n}\right) \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n}}\right) \cdot \delta_n(S)$$

Dove la tensione di snervamento media e lo scarto quadratico medio sono rispettivamente valutati come

$$R_{am}(s) = \frac{\sum_{i=1}^n R_{at}(s)}{n}$$

$$\delta(s) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [R_{at}(s) - R_{am}(s)]^2}{n-1}}$$

Analogamente la tensione caratteristica di rottura viene valutata come la tensione di rottura media meno una funzione dello scarto quadratico medio ed il numero di prove effettuate, ovvero:

$$R_{ak} = R_{am} - \left(1,64 + \frac{10}{n}\right) * \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n}}\right) * \delta_n$$

Dove la tensione di rottura media e lo scarto quadratico medio sono rispettivamente valutati come

$$R_{am} = \frac{\sum_{i=1}^n R_a}{n}$$

$$\delta_L = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [R_{at} - R_{am}]^2}{n-1}}$$

Il numero di saggi considerati (n) è posto, come già precedentemente affermato, pari a 25, se viene effettuata la suddivisione in diametri. Se invece il produttore non vuole avvalersi della suddivisione in gruppi di diametri le prove verteranno su 75 saggi, prelevati da 15 diverse colate, cinque per ogni colata, indipendentemente dal diametro.

Prove di verifica della qualità

La normativa prevede controlli saltuari, a cura di laboratori ufficiali, con una cadenza non superiore ad un mese, prelevando 3 serie di 5 campioni. Ogni serie è costituita da 5 barre di uno stesso diametro scelti negli intervalli [5-10]mm [12-18]mm ed [>18]mm e provenienti da un stessa colata. Il laboratorio effettua i controlli di resistenza e duttilità e i corrispondenti valori di snervamento e di rottura vengono inseriti nelle precedenti espressioni, le quali vengono sempre riferite a 5 serie di 5 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 di medie e di scarti quadratici vengono inseriti nelle espressioni (C) per la determinazione delle nuove tensioni caratteristiche sostitutive delle precedenti (ponendo n = 25).

Se per la particolare organizzazione della produzione, il laboratorio non può reperire tutti i gruppi di diametri, il controllo mensile viene sostituito con un sistema di controllo bimestrale consistente nel prelevamento, in due visite separate, di 5 saggi per visita e per ciascun gruppo di diametri, in tal caso le formule precedentemente utilizzate saranno riferite a 3 bimestri successivi e pertanto $n = 30$ saggi.

Se il produttore non si avvale della suddivisione in diametri, i controlli saltuari avverranno su 15 saggi prelevati da tre diverse colate, 5 per ogni colata, indipendentemente dal diametro. I corrispondenti valori ottenuti dalle prove di snervamento e rottura vengono introdotti nelle espressioni precedenti che sono sempre riferite a 15 saggi da aggiornarsi ad ogni prelievo, aggiungendo le 3 nuove colate ed eliminando le prime 3 in ordine di tempo. I nuovi valori delle medie e degli scarti quadratici ottenuti vengono introdotti nelle espressioni (C) per la determinazione di nuove tensioni caratteristiche sostitutive delle precedenti , ponendo $n = 75$.

Se uno dei campioni sottoposti a prova non rispetta i requisiti di duttilità previsti dalla normativa, allora il campione deve essere ulteriormente sottoposto a prova effettuando un nuovo prelievo che sostituisce quello precedente. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione delle prove di qualificazione. Le tolleranze dimensionali vanno comunque riferite alla media delle misure effettuate su tutti i saggi di ciascun prelievo. Se la tolleranza della sezione supera il $\pm 2\%$, il certificato deve riportare i diametri medi effettivi.

Gli acciai che saranno sottoposti a controlli sistematici in stabilimento saranno contraddistinti dall' apposizione di un marchio di laminazione che ne contraddistingue l'origine e la qualità.

Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici su acciai marchiati a caldo, i produttori potranno chiedere di loro iniziativa di sottoporre a controlli le singole colate eseguite a cura del laboratorio ufficiale. Le colate dovranno essere sistematicamente ordinate secondo il quadro della produzione globale. I controlli consisteranno nel prelievo, per ogni colata e per ciascun gruppo di diametri, di un numero di n saggi, non inferiore a 10, sui quali si effettuano le prove. Le tensioni caratteristiche di snervamento e rottura verranno calcolate a mezzo delle espressioni precedenti considerando come n pari al numero dei saggi prelevati dalla colata.

Le colate marcate a caldo alle quali, in base ad un 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 e il valore della tensione ammissibile garantito dal produttore e accertato dal laboratorio ufficiale.

Norme tecniche del 1974: Controlli in cantiere.

Per gli acciai non controllati in stabilimento, la normativa sancisce l'obbligatorietà dei controlli in cantiere. Inoltre, il ricorso del controllo in cantiere è facoltativo per gli acciai controllati in stabilimento.

Controllo in cantiere per acciai non controllati in stabilimento

La normativa sottolinea che da ogni partita si devono prelevare almeno **3 spezzoni di ogni diametro** da inviarsi ad un laboratorio ufficiale per le prove di resistenza. I valori caratteristici di tensione di snervamento $R_{sk(S)}$, di tensione limite di deformazione permanente allo 0,2% $R_{sk(0,2)}$ e tensione caratteristica di rottura R_{ak} sono determinate sottraendo dei valori finiti ai corrispondenti valori medi. In particolare:

$$R_{sk(S)} = R_{am(S)} - 350 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

$$R_{ak(0,2)} = R_{am(0,2)} - 350 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

$$R_{ak} = R_{am} - 450 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

Se il risultato è inferiore al valore richiesto, il direttore dei lavori dispone la ripetizione della prova, su tre ulteriori spezzoni di ciascuno dei diametri che non soddisfano la richiesta; il generico valore medio viene così valutato su 6 campioni.

Se anche in questo caso non vengono rispettati i limiti richiesti, la partita è ritenuta non idonea.

Analoghe misure si applicano ai controlli sulla duttilità: un singolo risultato negativo sul primo prelievo comporta l'esame di 6 nuovi spezzoni dello stesso diametro, un ulteriore risultato negativo comporta la non idoneità della partita.

Controllo in cantiere per acciai già controllati in stabilimento

La normativa sottolinea che da ogni partita si possono prelevare almeno **3 spezzoni di uno stesso diametro scelti all'interno di ciascuno dei gruppi di diametro** [5-10]mm [12-18]mm ed [>18]mm. Le prove saranno effettuate presso un laboratorio ufficiale.

I valori caratteristici di tensione di snervamento $R_{sk(S)}$, di tensione limite di deformazione permanente allo 0,2% $R_{sk(0,2)}$ e tensione caratteristica di rottura R_{ak} sono determinate sottraendo dei valori finiti, ai corrispondenti valori medi. In particolare:

$$R_{sk(S)} = R_{am(S)} - 200 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

$$R_{ak(0,2)} = R_{am(0,2)} - 200 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

$$R_{ak} = R_{am} - 300 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

Se il risultato non è conforme a quello dichiarato dal produttore, il direttore dei lavori dispone la ripetizione della prova su sei ulteriori campioni dello stesso diametro; dalle medie dei nove valori si detraggono valori finiti superiori. In particolare:

$$R_{sk(S)} = R_{am(S)} - 300 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

$$R_{ak(0,2)} = R_{am(0,2)} - 300 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

$$R_{ak} = R_{am} - 400 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

Se anche da tale accertamento i limiti non sono rispettati, il controllo deve estendersi a 25 campioni applicando ai dati ottenuti la formula generale valida per controlli in stabilimento come previsto dall'*Allegato 4 del D.M. '74*. Se si riscontra un ulteriore risultato negativo, si ritiene la partita non idonea e i dati devono essere trasmessi al produttore che dovrà farli inserire tra i controlli statistici della sua produzione.

Analoghe misure si applicano ai controlli sulla duttilità: un singolo risultato negativo sul primo prelievo comporta l'esame di 6 nuovi spezzoni dello stesso diametro, un ulteriore risultato negativo comporta la non idoneità della partita.

Norme tecniche del 1996: Controlli in stabilimento.

Il decreto sancisce l'obbligatorietà per i produttori di acciaio di produrre 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. (obbligatorietà dei controlli in stabilimento)

Pertanto tutte le forniture di acciaio debbono essere accompagnate da un certificato di Laboratorio Ufficiale che abbia come informazione il tipo di armatura ed il marchio. 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'.

È previsto inoltre che 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.

La tensione caratteristica di snervamento viene valutata come la tensione di snervamento media meno una funzione dello scarto quadratico medio ed il numero di prove effettuate, ovvero:

$$f_{0.2}k = f_{0.2}mn - k s_{0.2}n$$

dove

$$f_{0.2}mn = \frac{\sum_{i=1}^n f_{0.2}i}{n}$$

$$s_{0.2}n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{0.2}i - f_{0.2}mn)^2}{n-1}}$$

Analogamente la tensione caratteristica di rottura viene valutata come la tensione di rottura media meno una funzione dello scarto quadratico medio ed il numero di prove effettuate, ovvero:

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

dove

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

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

Inoltre si sottolinea che:

n è il n° saggi considerati

k è una funzione di n i cui valori sono riportati all' allegato del testo normativo nel prospetto 1, associato alla percentuale della popolazione pari al 95% e alla formulazione del rischio del tipo 1- α con $\alpha = 5 \%$

Norme tecniche del 1996: Controlli in cantiere.

Il decreto sancisce l'obbligatorietà per i produttori del controllo in stabilimento, pertanto è evidente l'impossibilità di utilizzare in cantiere barre non controllate preventivamente in stabilimento, ovvero rispetto ad D.M.'72 scompare la categoria *"Controllo in cantiere per acciai non controllati in stabilimento"*.

Controllo in cantiere per acciai già controllati in stabilimento

Al punto 2.2.8.4. della normativa, si sottolinea che i controlli in cantiere sono obbligatori e devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri contemplati nelle prove a carattere statistico considerando 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 sia parametri di la resistenza e di 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/mm^2 per f_y o $f_{(0,2)}$ e 20 N/mm^2 per f_t .

$$f_{sk(S)} = f_{am(S)} - 10 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$f_{ak(0.2)} = f_{am(0.2)} - 10 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$f_{ak} = f_{am} - 20 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

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 per f_t .

$$f_{sk(S)} = f_{am(S)} - 20 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$f_{ak(0.2)} = f_{am(0.2)} - 20 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$f_{ak} = f_{am} - 30 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

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, come riportato negli allegati 4 e 5 della normativa in esame. 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 che deve essere 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.