

| | | |
|---|--|--|
|  | ISTRUZIONE OPERATIVA: PROVA DI TRAZIONE SU ACCIAI (diametri $\phi > 20\text{mm}$) | IO/LAB04/35 REV00 DEL 03/04/09 Pagina 1 di 6 |
| | | |

| | | | | | | | | |
|----------------|--|--|---|---|--|---|---|--|
| SETTORE | <input type="checkbox"/> LI leganti idraulici | <input type="checkbox"/> CA calcestruzzi | <input type="checkbox"/> AG aggregati | <input type="checkbox"/> LM laterizi per murature | <input type="checkbox"/> LS laterizi per solai | <input checked="" type="checkbox"/> AC acciai da c. a. | <input type="checkbox"/> AP acciai da c. a. p. | <input type="checkbox"/> AL Acciai da laminati e profilati |
|----------------|--|--|---|---|--|---|---|--|

INDICE:

- 1) Scopo
- 2) Campo di applicazione
- 3) Norma di riferimento
- 4) Definizioni e simboli
- 5) Responsabilità
- 6) Apparecchiature
- 7) Modalità esecutive
- 8) Esposizione dei risultati

1. Scopo

Scopo della prova è la specificazione del metodo di prova di trazione dei materiali metallici definendo le caratteristiche meccaniche da determinare

2. Campo di applicazione

La presente Istruzione Operativa deve essere applicata ogni qual volta il laboratorio deve sottoporre a prova di trazione spezzoni derivanti da barre di acciaio tondo liscio o ad aderenza migliorata aventi diametro nominale $\phi > 20\text{mm}$, al fine della determinazione dei valori di snervamento (f_y) e di rottura (f_t), dell'allungamento % a rottura (A_{gt}) e dell'area della sezione equipesante (A_{eq}) (per le barre ad aderenza migliorata)

3. Norma di riferimento

| | |
|--------------------|--|
| UNI EN ISO 15630-1 | (Metodi di prova per barre, rotoli e fili di acciaio per calcestruzzo armato) |
| UNI EN 10002-1 | (Materiali metallici – Prova di trazione) |
| D.M. 09/01/1996 | (Norme Tecniche per il Calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche) |
| D.M. 14/01/2008 | (Norme Tecniche per le Costruzioni) |

4. Definizioni e simboli

| | |
|-----|---------------------------|
| SPE | Sperimentatore |
| DL | Direttore del Laboratorio |
| ACC | Acciaio |
| MIN | Minuta di prova |

5. Responsabilità

5.1 Responsabilità dello SPE

Lo sperimentatore è responsabile:

- della precisa e puntuale applicazione di quanto previsto dal MQ del Sistema di Qualità Aziendale;
- della corretta esecuzione della prova;

| | | | |
|---|--|--|--|
|  | ISTRUZIONE OPERATIVA: PROVA DI TRAZIONE SU ACCIAI (diametri $\phi > 20\text{mm}$) | | IO/LAB04/35 REV00 DEL 03/04/09 Pagina 2 di 6 |
| | | | |

| | | | | | | | | |
|----------------|---|---|--|--|---|--|--|---|
| SETTORE | <input type="checkbox"/> LI leganti idraulici | <input type="checkbox"/> CA calcestruzzi | <input type="checkbox"/> AG aggregati | <input type="checkbox"/> LM laterizi per murature | <input type="checkbox"/> LS laterizi per solai | <input checked="" type="checkbox"/> AC acciai da c. a. | <input type="checkbox"/> AP acciai da c. a. p. | <input type="checkbox"/> AL Acciai da laminati e profilati |
|----------------|---|---|--|--|---|--|--|---|

- della corretta trascrizione ed elaborazione dei dati;
- del corretto uso della strumentazione utilizzata.

5.2 Responsabilità del DL

Il Direttore del Laboratorio è responsabile:

- Della precisa e puntuale applicazione di quanto previsto dal MQ del Sistema di Qualità Aziendale;
- Della correttezza delle elaborazioni;
- Della certificazione emessa a fronte della prova fatta.

6. Apparecchiature

- Tranciatrice elettrica.
- Metro
- Spazzola metallica.
- Tacchettatrice
- Calibro
- Bilancia
- Macchina universale per prove di trazione di idonea portata

7. Modalità Esecutive

7.1. Operazioni preliminari:

- a. Individuazione del materiale da sottoporre a prova
Lo sperimentatore, dalla lavagna esposta in accettazione, evince la pratica da lavorare. Nell'area dello stoccaggio del materiale, individua i provini di acciaio che recano il numero di accettazione corrispondente, li carica su un carrello e li sposta nell'area di lavorazione.
- b. individuazione della specifica di prova
Allo stesso modo controlla la specifica di prova richiesta dal Committente e che la stessa sia quella utilizzata dal laboratorio e si munisce quindi della Norma;
- c. individuazione della macchina per l'effettuazione della prova
In funzione della prova richiesta e in funzione delle dimensioni dei provini sceglie la macchina di prova idonea per l'esecuzione della prova.
- d. accertamento dello stato di taratura dei macchinari
Si accerta che la macchina che intende utilizzare sia in stato di taratura controllando la scadenza di taratura posta sul cartellino attaccato alla macchina. Come sopra per la bilancia
- e. Minuta di Prova
Si munisce della Minuta di Prova per la registrazione dei dati della prova.

| | | |
|---|--|--|
|  | ISTRUZIONE OPERATIVA: PROVA DI TRAZIONE SU ACCIAI (diametri $\phi > 20\text{mm}$) | IO/LAB04/35 REV00 DEL 03/04/09 Pagina 3 di 6 |
|---|--|--|

| | | | | | | | | |
|----------------|---|---|--|--|---|--|--|---|
| SETTORE | <input type="checkbox"/> LI leganti idraulici | <input type="checkbox"/> CA calcestruzzi | <input type="checkbox"/> AG aggregati | <input type="checkbox"/> LM laterizi per murature | <input type="checkbox"/> LS laterizi per solai | <input checked="" type="checkbox"/> AC acciai da c. a. | <input type="checkbox"/> AP acciai da c. a. p. | <input type="checkbox"/> AL Acciai da laminati e profilati |
|----------------|---|---|--|--|---|--|--|---|

7.2. Esecuzione della prova

- Lo sperimentatore, con l'uso della spazzola metallica, mette in evidenza il marchio di identificazione presente sulla barra e lo raffronta con quelli contenuti nell'elenco dei costruttori, elenco messo a disposizione dal Ministero delle Infrastrutture. Trascrive il nome del produttore sulla MIN, assieme alla sigla identificativa della barra ed al diametro nominale ϕ della stessa (qualora la barra sia sprovvista di marchio o lo stesso non rientri in quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale STC, il certificato non potrà assumere valenza ai sensi del D.M. 14/01/2008)
- Misura la barra e ne riporta il valore L_{iniz} , in cm, sulla MIN
- Pesa la barra e ne riporta il valore m , in kilogrammi, sulla MIN
- Esegue il controllo sulla tolleranza dimensionale e ne riporta l'esito sulla MIN
- Etichetta la barra, a mezzo nastro, con numero progressivo alle due estremità
- Con l'impiego della tranciatrice, ricava dalla barra uno spezzone di circa 80cm che sottoporra alla prova di trazione
- Ripone da parte il residuo della barra che sarà utilizzata per la prova di piega, in funzione del diametro nominale ϕ della barra, secondo quanto espresso nelle istruzioni operative IO/LAB04/41 e IO/LAB04/42
- Tacchetta la barra ricavata per una lunghezza di 60cm per ogni cm, a partire dal centro della barra
- Monta sulla macchina per la trazione le ganasce adatte in funzione del diametro nominale della barretta (le ganasce, 2 coppie, portano stampigliati sopra i diametri corrispondenti)
- Posiziona la barretta tra le ganasce e le serra all'interno delle stesse
- Carica il programma di prova della macchina, seleziona il profilo in funzione del tipo e delle modalità di prova (prova con o senza estensimetro elettronico) ed immette i valori di input necessari al programma
- Provvede a montare, qualora necessario, sulla barra di prova opportunamente serrata tra le ganasce l'estensimetro elettronico, accertandosi dell'opportuna taratura dello stesso
- In caso di estensimetro non tarato, procede all'operazione di taratura dello stesso
- Si accerta che il valore delle velocità di incremento del carico settate nel programma di prova, siano pari a 6 N/mm²sec per la fase di snervamento e 30mm/min per la fase di rottura (la norma indica in funzione del modulo di Elasticità del materiale, le velocità secondo il seguente prospetto riportato nella UNI EN 10002-1

prospetto 3 **Velocità di incremento del carico unitario**

| Modulo di elasticità del materiale (E) MPa | Velocità del carico unitario MPa·s ⁻¹ | |
|---|---|------|
| | min. | max. |
| <150 000 | 2 | 20 |
| ≥150 000 | 6 | 60 |

- Da così inizio alla prova di trazione

| | | |
|---|--|--|
|  | ISTRUZIONE OPERATIVA: PROVA DI TRAZIONE SU ACCIAI (diametri $\phi > 20\text{mm}$) | IO/LAB04/35 REV00 DEL 03/04/09 Pagina 4 di 6 |
| | | |

| | | | | | | | | |
|----------------|---|---|--|--|---|--|--|---|
| SETTORE | <input type="checkbox"/> LI leganti idraulici | <input type="checkbox"/> CA calcestruzzi | <input type="checkbox"/> AG aggregati | <input type="checkbox"/> LM laterizi per murature | <input type="checkbox"/> LS laterizi per solai | <input checked="" type="checkbox"/> AC acciai da c. a. | <input type="checkbox"/> AP acciai da c. a. p. | <input type="checkbox"/> AL Acciai da laminati e profilati |
|----------------|---|---|--|--|---|--|--|---|

- La fase elastica si esaurisce con il raggiungimento del carico di snervamento (esso è evidenziato sul diagramma di prova eseguito in tempo reale dal software, dal quale lo sperimentatore evince inoltre, l'andamento del diagramma di deformazione dell'estensimetro)
- Finita la fase di snervamento e con l'inizio della fase plastica, lo Sperimentatore procede, nel caso di prova con estensimetro, alla rimozione dello stesso, cliccando sull'apposita icona del programma, e procedendo in seguito all'inserimento della seconda velocità di prova fino alla rottura della barretta
- Al termine della prova riporta sulla MIN i valori dei carichi di snervamento superiore F_{eH} e di rottura F_m in KN forniti dalla macchina
- Ai fini della determinazione dell'allungamento percentuale a rottura non proporzionale A_g , individua, a fine prova, il semispezzone di lunghezza maggiore derivante dalla rottura e misura la lunghezza (L'_u) del tratto di misura di riferimento precedentemente tacchettato, previa valutazione delle idoneità richieste dalla norma di riferimento sulle distanze minime da ganasce (r_1) e punto di frattura (r_2) del tratto di misura (si veda la figura 2 riportata). Riporta il valore, L'_u , di tale lunghezza sulla MIN
- Nel caso di determinazione del modulo elastico, procede secondo quanto espresso nell'istruzione operativa IO/LAB04/44
- Recupera il file di output della macchina di prova, provvedendo a salvarlo e rinominarlo opportunamente, riportandone l'indicativo di salvataggio sulla MIN
- Avvolge i due spezzoni con nastro adesivo e li ripone assieme a tutte le altre coppie della stessa pratica legandole e indicandovi il n° di pratica
- Ripone il materiale nell'area di stoccaggio del materiale provato per almeno 20gg.
- Ripete le operazioni di prova per i rimanenti spezzoni di acciaio da sottoporre a prova
- Al termine dell'ultima operazione di prova, firma la Minuta di Prova

7.3. Riferimenti di calcolo

L'area della sezione della barra tonda liscia equipesante A_{eq} , per le barre ad aderenza migliorata e necessaria al calcolo dei valori delle tensioni di snervamento e di rottura, viene calcolata con la

seguinte formula: $A_{eq} = \frac{m}{\rho \cdot L_{iniz}} \cdot 10^4$

in cui:

- A_{eq} = area della barra tonda liscia equipesante, in mm^2
- m = peso della barra, in kg
- L_{iniz} = lunghezza della barra, in dm
- ρ = densità dell'acciaio assunta pari a $7,85 \text{ kg/dm}^3$ (come indicato dal D.M. 14/01/2008)

Nota il valore dell'area della sezione equipesante, si calcola il diametro riferito a tale sezione, ϕ_{eq} , è

determinato con la seguente formula: $\phi_{eq} = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{eq}}{\pi}}$

| | | |
|---|--|--|
|  | ISTRUZIONE OPERATIVA: PROVA DI TRAZIONE SU ACCIAI (diametri $\phi > 20\text{mm}$) | IO/LAB04/35 REV00 DEL 03/04/09 Pagina 5 di 6 |
|---|--|--|

| | | | | | | | | |
|----------------|--|--|---|---|--|---|---|--|
| SETTORE | <input type="checkbox"/> LI leganti idraulici | <input type="checkbox"/> CA calcestruzzi | <input type="checkbox"/> AG aggregati | <input type="checkbox"/> LM laterizi per murature | <input type="checkbox"/> LS laterizi per solai | <input checked="" type="checkbox"/> AC acciai da c. a. | <input type="checkbox"/> AP acciai da c. a. p. | <input type="checkbox"/> AL Acciai da laminati e profilati |
|----------------|--|--|---|---|--|---|---|--|

La tensione di snervamento f_y , in N/mm², è data dall'equazione: $f_y = \frac{F_{eH}}{A_{eq}}$ in cui:

- F_{eH} = carico di snervamento superiore, in N
- A_{eq} = area della barra tonda liscia equipesante, in mm²

La tensione di rottura f_t (o anche R_m), in N/mm², è data dall'equazione: $f_t = \frac{F_m}{A_{eq}}$ in cui:

- F_m = carico massimo prima della rottura, in N
- A_{eq} = area della barra tonda liscia equipesante, in mm²

L'allungamento percentuale totale sotto carico massimo, A_{gt} , può essere dedotto dal diagramma carico-allungamento eventualmente prodotto, se richiesto all'inizio della prova, determinando quel valore di deformazione ottenuta prima che il carico diminuisca più di 0.5 % dal relativo valore massimo o viene calcolato in riferimento alla seguente formula:

$$A_{gt} = \frac{\Delta L_m}{L_e} \cdot 100 \text{ in cui:}$$

- ΔL_m = allungamento sotto carico massimo, dato fornito dall'estensimetro in mm
- L_e = lunghezza di base dell'estensimetro, da porre almeno pari a 5ϕ , in mm

Qualora si proceda alla determinazione del valore dell'allungamento A_{gt} con metodo manuale dopo la frattura, il valore viene calcolato con la seguente formula (indicata al punto 5.3 della UNI EN ISO 15630-1):

$$A_{gt} = A_g + \frac{R_m}{2000} \text{ in cui:}$$

- A_g = allungamento percentuale non proporzionale sotto carico massimo, in mm
- R_m = resistenza a trazione pari al valore di f_t , in N/mm²

L'allungamento percentuale non proporzionale sotto carico massimo, A_g , viene calcolato in riferimento alla seguente formula (appendice H della UNI EN 10002-1):

$$A_g = \frac{L'_u - L'_o}{L'_o} \cdot 100 \text{ in cui:}$$

- L'_o = distanza iniziale tra i riferimenti = 100 mm
- L'_u = lunghezza finale tra i riferimenti dopo la rottura, in mm

Ai fini della validità della prova e della misura di A_g , vanno verificate e rispettate le seguenti distanze (si veda la figura 1) :

- r_2 = distanza minima tra la frattura e il tratto di misura = [valore max (50 mm ; 2ϕ)] in mm
- r_1 = distanza minima fra la ganascia e il tratto di misura = [valore max (20 mm ; ϕ)] in mm

| | | |
|---|--|--------------------|
|  | ISTRUZIONE OPERATIVA: PROVA DI TRAZIONE SU ACCIAI (diametri $\phi > 20\text{mm}$) | IO/LAB04/35 |
| | | REV00 |
| | | DEL 03/04/09 |
| | | Pagina 6 di 6 |

| | | | | | | | | |
|----------------|---|---|--|--|---|--|--|---|
| SETTORE | <input type="checkbox"/> LI leganti idraulici | <input type="checkbox"/> CA calcestruzzi | <input type="checkbox"/> AG aggregati | <input type="checkbox"/> LM laterizi per murature | <input type="checkbox"/> LS laterizi per solai | <input checked="" type="checkbox"/> AC acciai da c. a. | <input type="checkbox"/> AP acciai da c. a. p. | <input type="checkbox"/> AL Acciai da laminati e profilati |
|----------------|---|---|--|--|---|--|--|---|

In caso di disputa la norma indica come metodo di riferimento da applicare quello manuale e nel caso la frattura della barra avvenga ad una distanza minore di r_1 dalle ganasce, la prova può essere ritenuta non valida

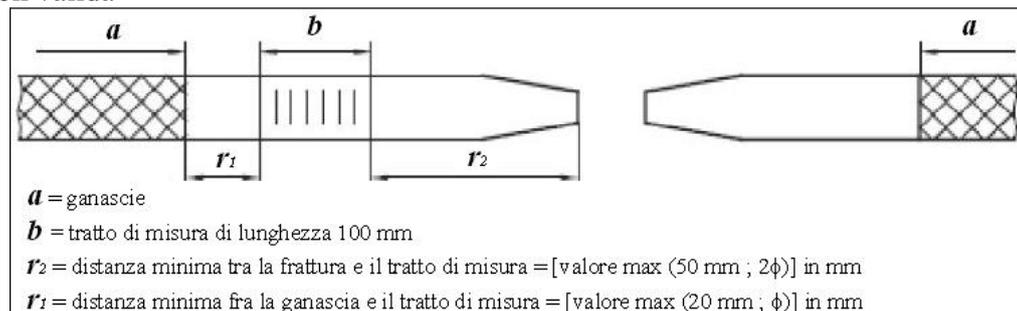


Figura 1 – misura di A_{gt} con metodo manuale (come da UNI 15630-1)

I valori ricavati dalla prova andranno confrontati con i valori di accettazione prescritti dalla normativa vigente (DM 14/01/2008) ai fini della valutazione dell' idoneità del materiale. Si riporta la tabella di riferimento fornita dalla norma (Tabella 11.3.VI - Valori di accettazione):

Tabella 11.3.VI - Decreto Min. II.TT. del 14-01-2008

| Caratteristica | Valore limite | NOTE |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| f_y minimo | 425 N/mm ² | (450 – 25) N/mm ² |
| f_y massimo | 572 N/mm ² | [450 x (1,25+0,02)] N/mm ² |
| A_{gt} minimo | $\geq 6,0\%$ | per acciai B450C |
| A_{gt} minimo | $\geq 2,0\%$ | per acciai B450A |
| Rottura/snervamento | $1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$ | per acciai B450C |
| Rottura/snervamento | $f_t / f_y \geq 1,03$ | per acciai B450A |
| Piegamento/raddrizzamento | assenza di cricche | per tutti |

8. Esposizione dei risultati

I dati riportati sulla MIN servono per la successiva certificazione che oltre ai dati identificativi del certificato di prova ed alle notizie fornite dal Committente conterrà:

- Sigla identificativa della barra
- Diametro nominale ϕ in mm
- Diametro equivalente ϕ_{eq} in mm
- L'area della sezione della barra equipesante A_{eq} , in mm²
- Il valore della tensione di snervamento f_y in N/mm²
- Il valore della tensione di rottura f_t in N/mm²
- Il rapporto tra f_y / f_{ynom} (dove f_{ynom} è il valore di tensione di snervamento nominale, pari a 450 N/mm² per gli acciai B450C e B450A, tabella 11.3.Ia del DM 14/01/2008)
- Il rapporto f_t / f_y
- L'allungamento percentuale totale sotto carico massimo A_{gt}
- Il marchio rilevato
- Il produttore del ferro