



Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Servizio Tecnico Centrale

Linea guida per la identificazione, la qualificazione e il controllo di accettazione di sistemi di ancoraggio di tipo passivo per uso geotecnico realizzati con barre piene e barre cave auto-perforanti d'acciaio

Ottobre 2020

SOMMARIO

1) PREMESSE	3
2) DEFINIZIONI.....	3
3) COMPONENTI E MATERIALI.....	4
4) DURABILITÀ.....	10
5) ATTREZZATURE E MODALITÀ D'INSTALLAZIONE.....	10
6) PROVE MECCANICHE E DI EFFICIENZA DA EFFETTUARE SULL'ANCORAGGIO. VERIFICHE DIMENSIONALI E MECCANICHE SUI COMPONENTI	10
7) CONTROLLO DI PRODUZIONE IN FABBRICA.....	11
8) PROCEDURA PER IL RILASCIO DEL CERTIFICATO DI VALUTAZIONE TECNICA DEL SISTEMA DI ANCORAGGIO	11
ALLEGATO A – BARRE PIENE	15
ALLEGATO B – BARRE CAVE.....	19
ALLEGATO C – PROVE SUL SISTEMA E SULLE COMPONENTI	24
ALLEGATO D – TABELLA RIEPILOGATIVA DELLE PROVE	28

1) PREMESSE

Il D.M. 17/01/2018, recante l'aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni (nel seguito denominate NTC 2018), al capitolo 2.1 dispone che: *"I materiali ed i prodotti, per poter essere utilizzati nelle opere previste dalle presenti norme, devono essere sottoposti a procedure e prove sperimentali di accettazione. Le prove e le procedure di accettazione sono definite nelle parti specifiche delle presenti norme riguardanti i materiali"*.

In aggiunta, al capitolo 6.6.3 della Circolare n. 7 Reg. Atti Int. CONSUP del 21/01/2019 recante *"Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni"* di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, è specificato che: *"Per la realizzazione di ancoraggi si devono adottare dispositivi qualificati ai sensi del Capitolo 11 delle NTC"*.

La presente Linea guida descrive la procedura per il rilascio, da parte del Servizio Tecnico Centrale (nel seguito Servizio), del Certificato di Valutazione Tecnica (nel seguito CVT) relativo all'impiego di sistemi di ancoraggio di tipo passivo per uso geotecnico e definisce le regole tecnico-amministrative per la qualificazione dei suoi elementi costituenti.

Essa descrive altresì la procedura per il rilascio, sempre da parte del Servizio, del CVT relativo alle barre piene d'acciaio classe 670/800 e alle barre cave auto-perforanti d'acciaio classe 460/560 e 560/670, quali componenti dei sistemi di ancoraggio di tipo passivo per uso geotecnico, non qualificabili ai sensi di norme europee o nazionali, per le quali è pertanto necessario ricorrere alle procedure di cui al p.to 11.1. lett. C) delle predette NTC 2018.

La presente Linea guida si riferisce pertanto agli ancoraggi passivi composti da una testata di ancoraggio, dall'armatura costituita da barre piene di acciaio o da barre cave auto-perforanti di acciaio e dai dispositivi di giunzione, nei quali al termine della posa in opera non è indotta una significativa forza di tesatura delle predette armature.

Nel seguito sono riportate le principali definizioni, sono stabilite le caratteristiche dei componenti e dei materiali che costituiscono il sistema di ancoraggio in questione, è indicata la documentazione che il fabbricante degli ancoraggi deve presentare al Servizio ai fini del rilascio del predetto CVT che ne consente l'impiego in cantiere.

2) DEFINIZIONI

Per ancoraggio di tipo passivo (nel seguito ancoraggio) si intende un dispositivo strutturale capace di trasmettere sforzi di trazione a volumi stabili di terreno o di roccia, nel seguito entrambi indicati con *"terreno"*. A differenza dell'ancoraggio pre-teso (tirante), l'ancoraggio passivo viene posto in opera senza - o con modeste - pre-sollecitazioni; le forze agenti sul dispositivo vengono quindi attivate unicamente se, e quando, si sviluppano deformazioni del terreno sostenute dall'ancoraggio stesso. La funzione stabilizzante e, talvolta, di incremento della resistenza del terreno, si manifesta attraverso:

- forze di attrito che si sviluppano tra la superficie dell'ancoraggio e il terreno;
- forze trasmesse dalla piastra di ripartizione.

L'ancoraggio ha la funzione di limitare gli spostamenti del terreno e resistere ai carichi di progetto che ne derivano, per tutto il periodo di tempo stabilito in sede di progettazione (vita nominale di progetto); per assolvere a queste funzioni deve essere costituito dagli elementi schematicamente rappresentati nella Fig. 1, per quanto attiene gli ancoraggi costituiti da barre autoproforanti e nella Fig. 2, per quanto attiene gli ancoraggi costituiti da barre piene, come definiti nel seguito.

In relazione al tempo in cui è esercitata la funzione di ancoraggio, gli ancoraggi si distinguono in :

- **provvisori**: ancoraggi destinati a garantire le prestazioni di progetto in una fase costruttiva e comunque aventi vita nominale di progetto inferiore a due anni;
- **permanenti**: ancoraggi destinati a garantire le prestazioni richieste nel corso della vita nominale di progetto, quando questa è uguale o superiore a due anni.

Gli ancoraggi devono essere costituiti da materiali idonei al mantenimento della loro funzionalità per tutta la vita nominale di progetto prevista.

3) COMPONENTI E MATERIALI

Ai fini del rilascio del CVT di cui alle NTC 2018, i componenti e i materiali che costituiscono gli ancoraggi, indipendentemente dal tempo in cui è esercitata la funzione di ancoraggio (vita nominale di progetto), devono essere qualificati secondo la presente Linea guida e soddisfare i requisiti in essa contenuti.

Le prove necessarie per la qualificazione dell'ancoraggio nel suo insieme e dei componenti che lo costituiscono sono effettuate a cura di un laboratorio di cui all'art. 59, comma 1, del DPR 380/2001, incaricato dal Servizio su proposta del fabbricante e sono finalizzate alla determinazione sperimentale delle caratteristiche prestazionali dei materiali e dei componenti del sistema oggetto dell'istanza di qualificazione. Il laboratorio incaricato verifica anche la compatibilità dimensionale dei singoli componenti e il rispetto delle tolleranze previste nei disegni esecutivi allegati all'istanza, nonché tutti gli altri aspetti di dettaglio indicati dal fabbricante nella documentazione presentata al Servizio. Il predetto laboratorio svolge le prove di caratterizzazione dei materiali impiegati e dell'ancoraggio nel suo insieme, tenendo conto di quanto previsto nella presente Linea guida e delle norme a tal fine applicabili.

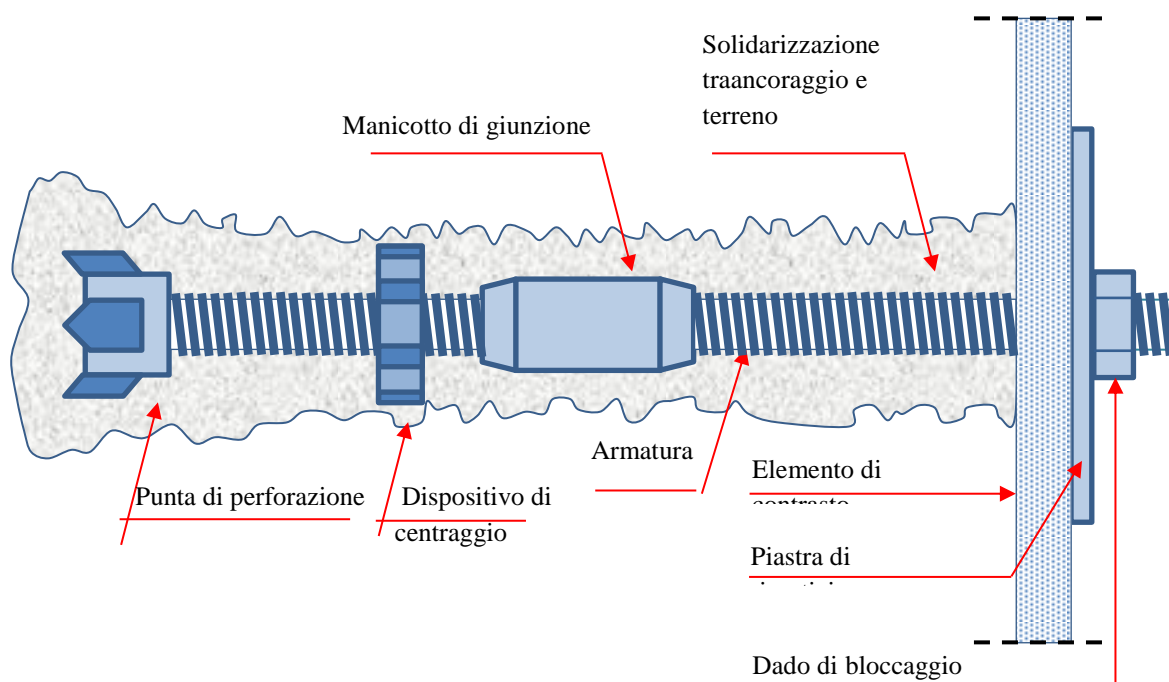


Fig.1 – Schema funzionale di ancoraggio passivo con armatura costituita da barre cave auto perforanti. Sono evidenziati, a titolo esemplificativo e non esaustivo, i componenti principali: piastra di ripartizione, dado di bloccaggio, manicotto di giunzione, armatura, dispositivo di centraggio e punta di perforazione a perdere. Gli ancoraggi posti in opera possono mancare di alcuni dei componenti rappresentati.

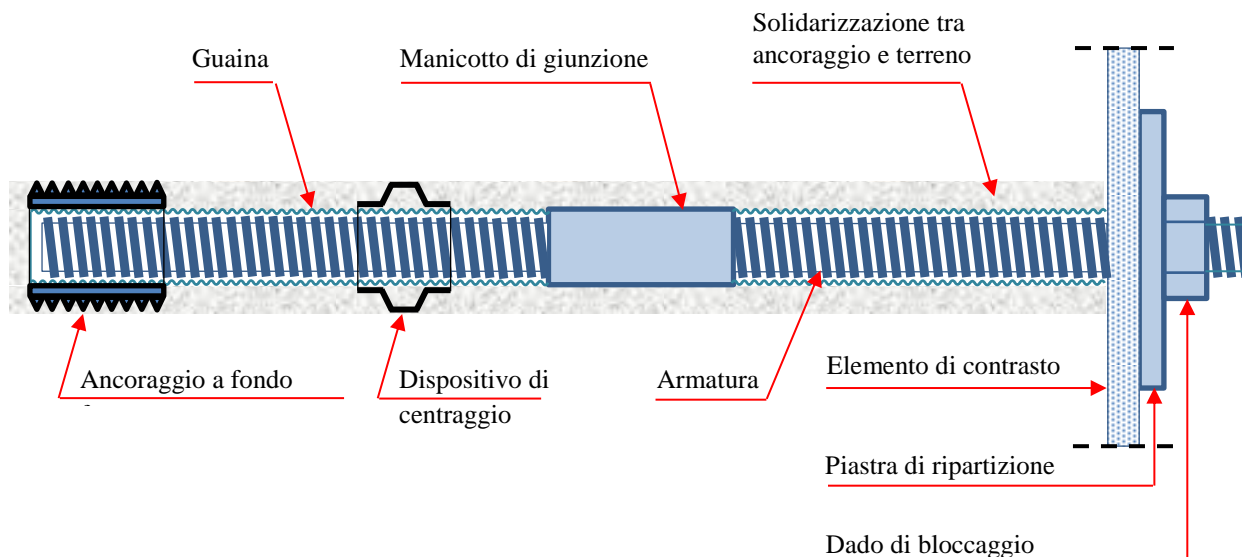


Fig.2 – Schema funzionale di ancoraggio passivo con armatura costituita da barre piene. Sono evidenziati, a titolo esemplificativo e non esaustivo, i componenti principali: piastra di ripartizione, dado di bloccaggio, manicotto di giunzione, armatura, dispositivo di centraggio, guaina pre-iniettata, ancoraggio a fondo foro. Gli ancoraggi posti in opera possono mancare di alcuni dei componenti rappresentati.

Armatura

L'armatura dell'ancoraggio trasmette il carico esterno generato dalle deformazioni del terreno nel quale l'ancoraggio è inserito.

Può essere costituita da:

- **barre piene di acciaio**, nervate e filettate alle sole estremità o filettate su tutta la loro lunghezza, caratterizzate dai valori nominali della tensione di snervamento (da utilizzare nei calcoli di progetto con un fattore parziale di sicurezza $\gamma_M = 1,15$) e della tensione al carico massimo riportate in Tabella I:

Tabella I

Caratteristica	Classe di resistenza	
	450	670
Tensione di snervamento $f_{y,nom}^{(*)}$	450 N/mm ²	670 N/mm ²
Tensione al carico massimo $f_{t,nom}$	540 N/mm ²	800 N/mm ²
(*) In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si sostituisce f_y con $f_{(0,2)}$		

- **barre cave auto-perforanti di acciaio**, filettate su tutta la loro lunghezza, caratterizzate dai valori nominali della tensione di scostamento dalla proporzionalità allo 0,2% (da utilizzare nei calcoli di progetto con un fattore parziale di sicurezza $\gamma_M = 1,15$) e della tensione al carico massimo riportate in Tabella II:

Tabella II

Caratteristica	Classe di resistenza	
	460	560
Tensione di scostamento dalla proporzionalità allo 0,2% $f_{(0,2),nom}$	460 N/mm ²	560 N/mm ²
Tensione al carico massimo $f_{t,nom}$	560 N/mm ²	670 N/mm ²

Non sono consentiti trattamenti termici dopo la lavorazione di rullatura, al fine di incrementare le caratteristiche meccaniche.

Per quanto riguarda la qualificazione delle armature di cui alle Tabelle I e II, valgono le procedure tecnico-amministrative contenute negli Allegati A e B della presente Linea Guida. Resta inteso che le barre piene sopra considerate, anche ove abbiano resistenze nominali superiori a quelle dei comuni acciai per calcestruzzo armato ordinario (450 N/mm²), sono da considerare prodotti appartenenti alla stessa famiglia. È pertanto escluso il loro impiego quando si vogliano introdurre significative forze di pre-sollecitazione, essendo questa funzione riservata agli acciai da precompressione qualificati ai sensi del § 11.3.3 delle NTC 2018, costituenti l'armatura dei tiranti attivi regolati dall'apposita Linea Guida emanata dal Servizio.

È ammesso l'impiego di barre piene ad aderenza migliorata per calcestruzzo armato ordinario (anche di acciaio inox austenitico) di classe di resistenza B450 con duttilità C, fino al diametro 40 mm, qualificate ai sensi del § 11.1.B) delle NTC 2018 e provviste di attestato di qualificazione in corso di validità. È parimenti ammesso l'impiego delle barre piene per calcestruzzo armato precompresso qualificate ai sensi del § 11.3.3 delle NTC 2018 e provviste di attestato di qualificazione in corso di validità, qualora siano utilizzate come previsto nella presente Linea Guida.

Le armature impiegate negli ancoraggi di cui alla presente Linea guida sono considerate soggette esclusivamente a sollecitazioni dirette lungo il loro asse. Non sono ammesse piegature o saldature e per formare elementi di lunghezza maggiore di quelle di fabbricazione, le barre piene e cave devono essere unite esclusivamente mediante gli appositi dispositivi di giunzione (manicotti).

Le armature e gli altri elementi dell'ancoraggio devono trasmettere gli effetti delle forze esterne per tutta la durata di vita nominale dell'ancoraggio, tenuto conto degli eventuali effetti dovuti ad azioni aggressive del terreno e dell'ambiente in cui l'ancoraggio è inserito.

Guaina

La guaina di protezione delle barre piene, qualora presente, è corrugata e di materiale idoneo a svolgere la funzione di protezione dell'armatura dalla corrosione per la vita nominale di progetto. La guaina può essere pre-iniettata in stabilimento di fabbricazione con malta di cemento di caratteristiche equivalenti a quelle richieste per la successiva solidarizzazione dell'ancoraggio al terreno dopo la sua posa in opera.

Testata dell'ancoraggio

La testata blocca l'estremità dell'ancoraggio all'elemento di contrasto, qualora presente; essa è costituita dalla piastra di ripartizione, con eventuale elemento aggiuntivo per compensare l'angolo di deviazione tra armatura e superficie del rivestimento, e dal dado di bloccaggio. Tutti gli elementi devono essere debitamente progettati e verificati in conformità alle procedure tecnico amministrative redatte dal Servizio per il particolare tipo di ancoraggio ed alla presente Linea Guida.

Con riferimento alle prove di cui alle citate procedure, la testata dovrà resistere a carico statico e dovrà possedere adeguata efficienza come descritto nell'Allegato C alla presente Linea Guida.

L'ancoraggio può anche essere posto in opera privo della testata di estremità, qualora previsto dal progetto.

Piastra di ripartizione

La piastra di ripartizione è, in genere, ottenuta per lavorazione a freddo da acciaio conforme alla norma UNI EN 10025, con dimensioni a scelta del fabbricante ed in funzione della capacità resistente prevista per la stessa piastra. La piastra non ha forma geometrica predefinita anche se in genere è di forma quadrata o circolare. Può essere provvista di sede tronco conica per favorire un migliore accoppiamento col dado provvisto di calotta e per compensare piccoli angoli di deviazione tra piastra e barra. Qualora l'angolo di inclinazione della barra rispetto al piano di appoggio della piastra di ripartizione sia tale da non potere essere compensato dall'uso di un dado

con calotta, si farà uso di un apposito elemento aggiuntivo di compensazione angolare da porre tra piastra di ripartizione e dado che dovrà far parte della configurazione di prova per la valutazione dell'efficienza della testata di ancoraggio, così come previsto all'allegato C alla presente Linea Guida.

Dado

Il dado deve avere caratteristiche meccaniche dichiarate dal fabbricante sulla base di norme europee o nazionali, adeguate alla capacità dichiarata per l'ancoraggio; è in genere ottenuto per lavorazione a freddo da una barra di acciaio piena o per stampaggio.

Il foro e la filettatura sono realizzati successivamente con lavorazione a freddo. Può essere piano o provvisto di testa a calotta (a segmento sferico o semisferica). Nelle prove di efficienza della testata costituita da piastra di ripartizione e dado di bloccaggio, il dado deve mostrare l'efficienza richiesta nell'Allegato C alla presente Linea Guida.

Manicotto di giunzione

Il manicotto di giunzione deve avere lunghezza e spessore adeguati ed è costituito di acciaio di opportuna resistenza, dichiarata dal fabbricante sulla base di norme europee o nazionali, per assicurare che sotto carico la giunzione posseda la richiesta efficienza; è di forma cilindrica cava, con la filettatura nella parte interna. Il manicotto di giunzione può essere ottenuto da barra piena (generalmente per i diametri più piccoli) o da tubo liscio di adeguato spessore, sempre con lavorazione a freddo; deve essere provvisto di una battuta a metà della parte interna filettata, per assicurare la corretta lunghezza di avvitamento a ciascuna delle due barre (piene o cave) che esso collega e per rendere più efficace il trasferimento al corpo del manicotto dell'energia sviluppata durante la roto-percussione nel caso di barre cave auto-perforanti.

Qualora l'armatura degli ancoraggi sia costituita da barre piene nervate B450C, qualificate ai sensi del § 11.1.B) delle NTC 2018 e provviste di attestato in corso di validità, la loro giunzione dovrà essere eseguita con manicotti aventi le caratteristiche indicate nelle norme UNI 11240-1 e UNI 11240-2, e rispondere alle prescrizioni di cui alla presente Linea Guida. La prova di efficienza della giunzione barra-manicotto è descritta nell'Allegato C alla presente Linea Guida.

Punta di perforazione

Nel caso delle barre cave auto-perforanti la realizzazione del foro di alloggiamento dell'ancoraggio avviene con la stessa barra cava a filettatura continua, provvista di una punta di perforazione a perdere, avente caratteristiche specifiche in funzione del terreno in cui la perforazione è praticata.

Dispositivi di centraggio

I dispositivi di centraggio, esterni all'armatura o alla guaina pre-iniettata, hanno la finalità di mantenere la stessa al centro del foro, anche per garantire il loro corretto ed uniforme ricoprimento di miscela di iniezione; devono essere di materiale non ossidabile, conforme alle norme di prodotto ad essi applicabili. Il fabbricante deve dichiarare le loro caratteristiche in ragione dell'impiego per i differenti tipi di ancoraggio.

Ancoraggio meccanico a fondo foro

È in genere costituito da un dispositivo ad espansione o di altro tipo meccanico, posizionato all'estremità della barra a fondo foro. Qualora non sia prevista la solidarizzazione della barra alle pareti della perforazione con uno dei modi previsti al punto seguente, questo dispositivo non può essere utilizzato per gli ancoraggi permanenti.

Solidarizzazione dell'armatura alla parete del foro perforato

L'armatura, eventualmente inserita in una guaina pre-iniettata, è generalmente solidarizzata alla superficie laterale del foro precedentemente realizzato (nel caso di barre piene) o auto-perforato (nel caso di barre cave) su tutta la lunghezza dell'ancoraggio; in casi particolari la solidarizzazione è limitata ad una sola parte della lunghezza o a fondo foro.

La solidarizzazione può essere realizzata mediante:

- **Iniezione di boiaccia cementizia**, anche espandente nel caso di foro realizzato in roccia; le sue caratteristiche compatibili con le armature utilizzate e la scelta del tipo di cemento per la boiaccia deve tenere in conto dell'aggressività dell'ambiente, della permeabilità del terreno e della durata di vita nominale di progetto dell'ancoraggio. La classe di resistenza della boiaccia cementizia deve essere non inferiore a C 20/25.
- **Iniezione di resine epossidiche o poliuretatiche**, anche espandenti nel caso di foro realizzato in roccia, purché aventi caratteristiche equivalenti a quelle indicate per la boiaccia cementizia e di durabilità commisurata alla vita nominale di progetto dell'ancoraggio. Sono possibili miscele di boiaccia cementizia e resine.
- **Nessuna iniezione**. In casi particolari, frequenti nella realizzazione di opere in sotterraneo in ammassi rocciosi, non si effettua alcuna iniezione e la barra è ancorata a fondo foro mediante un opportuno dispositivo e fissata, all'estremità libera, all'elemento di contrasto. In questa circostanza l'ancoraggio deve essere considerato provvisorio.

L'iniezione deve avvenire il più presto possibile dopo l'introduzione dell'ancoraggio nel foro. Per fori inclinati verso il basso, l'iniezione deve avvenire sempre dall'estremità della perforazione; per fori inclinati verso l'alto, oltre al posizionamento di un otturatore per evitare perdite della miscela di iniezione, il punto di immissione della miscela deve essere posizionato poco dopo l'otturatore.

Tubi di iniezione e sfiato

I tubi di iniezione e di sfiato, quando presenti, devono essere differenziati e identificabili in modo univoco e installati in modo da non essere danneggiati durante le operazioni di manipolazione e infilaggio dell'ancoraggio. Devono essere di materiale conforme alle norme di prodotto ad essi applicabili e dotati di una pressione di scoppio non inferiore a 1,5 MPa; devono, altresì, essere impermeabili all'acqua, resistenti alla fragilità da invecchiamento, ai danni da radiazione ultravioletta durante l'immagazzinamento, il trasporto e l'installazione e conservare le proprie caratteristiche fisico-meccaniche nel tempo. Al riguardo, il produttore deve dichiarare le predette caratteristiche ed il campo di temperatura entro il quale le stesse sono garantite.

Tampone e sacco otturatore

Qualora l'armatura debba essere solidarizzata ad una porzione limitata della parete del foro, è necessario predisporre elementi di separazione e di confinamento tra la parte libera, non vincolata al terreno, e la parte vincolata (fondazione dell'ancoraggio). Per detti elementi, generalmente

costituiti da un sacco otturatore e dai relativi tamponi terminali, il produttore deve fornire le schede tecniche e le istruzioni operative per la loro realizzazione.

4) DURABILITÀ

Tutti i componenti di acciaio devono essere protetti contro la corrosione per la durata di vita nominale di progetto prevista per l'ancoraggio, tenuto conto dell'aggressività dell'ambiente, del tipo di ancoraggio, del tipo di acciaio e dell'intensità della sollecitazione di progetto. La durabilità e la compatibilità con i terreni dei materiali impiegati per la fabbricazione degli ancoraggi, nonché i sistemi di protezione dalla corrosione devono essere documentati dal fabbricante. Al riguardo, il fabbricante deve indicare, in ragione dell'aggressività dei terreni, o delle particolari condizioni ambientali al contorno (es: presenza di correnti vaganti), le modalità e i sistemi di protezione previsti per ogni tipo di ancoraggio.

Particolare attenzione deve essere dedicata alla resistenza alla corrosione quando la tensione di snervamento nominale dell'armatura (classe di resistenza) è superiore a 600 N/mm^2 . In quest'ultimo caso la protezione dalla corrosione dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1537.

Per aumentare la resistenza alla corrosione dell'armatura, quest'ultima può essere fornita con rivestimento di zinco ottenuto a caldo in accordo con la norma EN ISO 1461.

Negli ancoraggi con vita nominale di progetto inferiore a due anni non sono in genere previsti specifici provvedimenti di protezione contro i fenomeni di corrosione. Possono tuttavia essere richieste e previste protezioni integrative dell'armatura a maggior garanzia della tenuta dell'ancoraggio, seppure quest'ultimo abbia vita nominale di progetto limitata.

In merito alle classi di esposizione ambientale, costituiscono utile riferimento le Linee Guida per il calcestruzzo strutturale, pubblicate dal Servizio. Inoltre, per la quantificazione della corrosività dei terreni può farsi riferimento alla valutazione definita nella UNI EN 14490.

5) ATTREZZATURE E MODALITÀ D'INSTALLAZIONE

Il fabbricante deve indicare le caratteristiche delle attrezzature per la messa in opera degli ancoraggi dallo stesso prodotti e fornire le istruzioni operative per la corretta procedura per la loro installazione e per la loro manutenzione. La relativa documentazione deve essere presentata al Servizio.

6) PROVE MECCANICHE E DI EFFICIENZA DA EFFETTUARE SULL'ANCORAGGIO. VERIFICHE DIMENSIONALI E MECCANICHE SUI COMPONENTI

Il laboratorio incaricato dell'effettuazione delle prove di qualificazione del sistema di ancoraggio deve effettuare le prove meccaniche e di efficienza descritte nell'Allegato C alla presente Linea guida.

7) CONTROLLO DI PRODUZIONE IN FABBRICA

Il fabbricante degli ancoraggi deve garantire un sistema di controllo interno permanente del processo di produzione in fabbrica che assicuri il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione. Il sistema di controllo di produzione in fabbrica è valutato nei casi specifici dal Servizio nell'ambito della procedura di rilascio del CVT .

8) PROCEDURA PER IL RILASCIO DEL CERTIFICATO DI VALUTAZIONE TECNICA DEL SISTEMA DI ANCORAGGIO

Istanza del fabbricante

Ai fini del rilascio del CVT, il fabbricante deve presentare al Servizio apposita istanza contenente tutte le informazioni utili allo svolgimento della procedura. In particolare, l'istanza deve contenere:

- l'elenco dettagliato dei tipi di ancoraggio di cui si chiede la qualificazione, indicando la denominazione, il tipo così come indicati nella presente Linea guida e le loro caratteristiche tecniche e prestazionali principali;
- per ciascun tipo di ancoraggio, l'esatta indicazione della gamma (dimensionale e/o prestazionale) da qualificare;
- l'indicazione del laboratorio dove il fabbricante intende svolgere le prove di qualificazione;
- le eventuali attestazioni di conformità CE e/o altre attestazioni di qualificazioni disponibili per le singole parti degli ancoraggi oggetto dell'istanza di qualificazione.

Il fabbricante deve allegare all'istanza le relative documentazioni, quali:

- i disegni dettagliati degli ancoraggi, con sezioni e particolari costruttivi delle principali parti; i disegni devono portare l'approvazione del direttore tecnico dello stabilimento;
- le eventuali varianti del prodotto che intende fabbricare e commercializzare;
- i disegni di tutti i componenti impiegati, completi di: quote, materiali, trattamenti, finiture superficiali, e quanto necessario per individuare ogni particolare;
- le eventuali prove di laboratorio disponibili, fornendo indicazioni circa il laboratorio presso il quale sono state eseguite, le attrezzature impiegate, la qualificazione del personale addetto e le procedure/norme di prova applicate dal predetto laboratorio; la documentazione dovrà essere completa dei certificati di prova rilasciati dal laboratorio; il Servizio valuta se prendere in considerazione tali certificazioni ai fini dell'istruttoria;
- le istruzioni operative per la posa in opera e manutenzione del prodotto, secondo quanto specificato nel precedente punto 5.

La documentazione relativa al controllo interno permanente del processo di produzione in fabbrica e alle istruzioni operative, da inviare al Servizio per la valutazione di competenza, deve comprendere:

- l'individuazione delle unità produttive e la descrizione dell'impianto di produzione;

- la descrizione dettagliata del processo di produzione, con l'indicazione delle eventuali attività effettuate da/presso fornitori esterni;
- l'organizzazione e le procedure del controllo interno di produzione in fabbrica (controlli di accettazione delle materie prime, controlli durante la produzione e controlli sul prodotto finito), con riferimento specifico alla produzione degli ancoraggi oggetto dell'istanza per il rilascio del CVT;
- le condizioni generali della fabbricazione e dell'approvvigionamento delle materie prime secondo le norme ISO 9001;
- le modalità di marchiatura e rintracciabilità del prodotto, nei documenti del fabbricante e nel documento di trasporto;
- il modello del Registro del fabbricante;
- il modello di Dichiarazione di conformità e di Dichiarazione delle caratteristiche del prodotto e della vita di Servizio da unire alla documentazione di accompagnamento del prodotto stesso;
- la proposta del Piano dei controlli periodici;
- la copia dell'eventuale Certificazione del controllo di produzione in fabbrica, in possesso del fabbricante;
- copia dell'eventuale Certificazione del sistema di qualità aziendale (secondo le Norme ISO EN 9001);
- la documentazione inerente gli aspetti dell'attuazione del sistema di garanzia di qualità (Manuale della qualità);
- l'indicazione del nominativo del direttore tecnico, del responsabile di produzione, del responsabile attrezzature/officine, del responsabile della qualità aziendale e degli eventuali responsabili delle singole procedure di controllo di produzione;
- ogni altra documentazione ritenuta dal fabbricante pertinente ed utile ai fini dell'istruttoria del Servizio.

Il fabbricante deve, altresì, presentare una relazione descrittiva di tutti gli aspetti produttivi, logistici, di stoccaggio, di carico e di tracciabilità, nella quale devono essere definite le seguenti fasi:

- lo stoccaggio delle materie prime (deve essere fornita una pianta dello stabilimento);
- le unità produttive (devono essere descritti gli impianti e la tecnologia in essi sviluppata per la produzione);
- l'imballaggio (criteri e modalità impiegati per preservare il prodotto);
- lo stoccaggio del prodotto finito (modalità di stoccaggio del prodotto finito e i criteri adottati per assicurare la tracciabilità, la movimentazione, l'etichettatura ecc.);
- il carico su mezzo di trasporto (modalità di carico sul mezzo di trasporto).

Tali fasi devono essere documentate in apposite "Istruzioni operative".

Inoltre, per tutti i componenti di seguito indicati il fabbricante deve assicurare la rintracciabilità dei relativi lotti di produzione:

- dispositivi di bloccaggio;
- dispositivi di giunzione;
- piastre di ripartizione;
- barre piene/barre cave;

- dispositivi di protezione (durabilità).

La rintracciabilità dei componenti deve essere rinvenibile nei seguenti documenti:

- Dichiarazioni di conformità rese dai fornitori;
- Registro del fabbricante;
- Documento di trasporto.

Nel medesimo documento di trasporto devono essere indicate: la tipologia dell'ancoraggio, la sigla identificativa, la sua lunghezza e la tipologia dei dispositivi di giunzione e di bloccaggio.

Il documento di trasporto deve, altresì, riportare traccia dell'invio delle Istruzioni operative per la corretta messa in opera dell'ancoraggio.

Il fabbricante delle barre deve dotarsi di un laboratorio interno di controllo e disporre delle appropriate attrezzature per la verifica dei componenti secondo il controllo interno permanente del processo di produzione di fabbrica; in tal caso deve dichiarare gli strumenti ed il personale dedicato a questa attività di prova.

Istruttoria del Servizio

Al ricevimento della documentazione il Servizio effettua il preliminare esame documentale per verificare la completezza dell'istanza e della documentazione allegata. Effettuato l'esame documentale il Servizio comunica al fabbricante l'avvio del procedimento e, se necessario, chiede integrazioni e/o informazioni. Il Servizio programma, quindi, la visita iniziale in fabbrica. Tale visita, che ha lo scopo di verificare la corretta implementazione del sistema di controllo della produzione adottato dal fabbricante, riguarda lo stabilimento produttivo indicato nell'istanza e può riguardare anche stabilimenti/siti in cui vengono effettuate lavorazioni esternalizzate (in *outsourcing*) considerate critiche dal Servizio.

La visita iniziale è ripetuta in caso di modifiche sostanziali del sistema di produzione, delle attrezzature e/o delle procedure (modifiche che devono essere preventivamente rese note al Servizio ed approvate da quest'ultimo).

Al termine della visita iniziale in fabbrica, il Servizio predispone un verbale di ispezione, con le risultanze della visita e l'esplicitazione delle eventuali non conformità rilevate, che dovranno essere tempestivamente corrette dal fabbricante. Le relative azioni correttive devono essere proposte dal fabbricante entro un tempo stabilito dal Servizio al momento della comunicazione delle non conformità. Tali azioni correttive, e successivamente l'efficacia della loro implementazione, sono oggetto di valutazione del Servizio.

Il fabbricante propone, inoltre, un Piano per i controlli periodici, contenente tutti i dettagli relativi alle prove periodiche di verifica della produzione, che è sottoposto all'approvazione del Servizio.

Le prove di qualificazione sui componenti ed i materiali del tirante di ancoraggio oggetto dell'istanza di rilascio del CVT devono essere effettuate da laboratori ufficiali o autorizzati di cui all'art.59 del DPR 380/2001, dotati di adeguata competenza, attrezzatura ed organizzazione.

Tali laboratori sono incaricati dal fabbricante, previo nulla-osta del Servizio, il quale, ai fini del predetto nulla-osta, effettua tutte le verifiche ritenute necessarie in relazione all'adeguatezza delle

attrezzature (idonee all'esecuzione delle prove richieste e correttamente tarate e mantenute), alle competenze (del personale tecnico e degli sperimentatori) ed all'organizzazione (regolata mediante l'adozione di un idoneo sistema di gestione per la qualità) del laboratorio stesso. A tal fine, il fabbricante deve indicare già nell'istanza di rilascio del CVT il laboratorio prescelto.

Il Servizio concorda, con il laboratorio incaricato, il programma delle prove di qualificazione da eseguire sui materiali e sui componenti dei sistemi di ancoraggio oggetto dell'istanza di rilascio del CVT. Il medesimo Servizio svolge l'attività di supervisione delle prove seguite e certificate dal laboratorio incaricato.

Il Servizio esamina altresì la documentazione relativa al laboratorio interno allo stabilimento di fabbricazione delle barre allegata all'istanza, riservandosi di effettuare una visita ispettiva al laboratorio per verificarne i requisiti. La visita può essere effettuata durante l'esecuzione delle prove di qualificazione stesse, anche ai fini della sorveglianza sulle attività di prova.

Al termine dell'istruttoria il Servizio predispone la relazione istruttoria conclusiva che, unitamente alla documentazione relativa all'istanza, viene sottoposta all'esame e parere della competente Sezione del Consiglio Superiore dei lavori pubblici. Sulla base delle valutazioni della competente Sezione del Consiglio Superiore dei lavori pubblici, il Servizio predispone il provvedimento finale (CVT o diniego all'istanza) a firma del Presidente del Consiglio Superiore dei lavori pubblici.

Il CVT ha una durata di 5 anni dalla data di rilascio e può essere rinnovato su richiesta del fabbricante.

ALLEGATO A – Barre piene

Procedura tecnico-amministrativa per il rilascio del CVT relativo a barre piene di acciaio nervate e filettate alle sole estremità e a barre piene di acciaio a filettatura continua, destinate ad impieghi strutturali in campo esclusivamente geotecnico (ancoraggi passivi).

Vengono nel seguito definite le specifiche procedure tecnico-amministrative, in conformità a quanto disposto al § 11.1. lett. C) delle NTC 2018, in base alle quali il fabbricante di barre piene nervate e filettate alle sole estremità oppure barre piene a filettatura continua, destinate all'impiego strutturale in campo esclusivamente geotecnico (ancoraggi passivi), può pervenire all'ottenimento del CVT del prodotto.

A1. CONTROLLI DI PRODUZIONE IN STABILIMENTO E PROCEDURE DI QUALIFICAZIONE

La valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione prevista al § 11.3.1.2 delle NTC 2018, per quanto applicabile, fatte salve le particolari specifiche elencate nel seguito, proprie del prodotto oggetto della presente procedura.

Il mantenimento e rinnovo della qualificazione del prodotto è regolata dal § 11.3.1.3 dello stesso Decreto Ministeriale.

A2. IDENTIFICAZIONE E RINTRACCIABILITÀ DEI PRODOTTI QUALIFICATI

Si applica quanto previsto al § 11.3.1.4 delle NTC 2018, per quanto applicabile.

A3. FORNITURE E DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO

Si applica quanto previsto al § 11.3.1.5 delle NTC 2018, per quanto applicabile.

A4. ACCERTAMENTO DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche di cui alle presenti regole tecnico-amministrative si applica la norma UNI EN ISO 15630-1: 2019, fatto salvo quanto espressamente previsto in questa Linea guida. Le prove di trazione possono essere effettuate ponendo lo spezzone di barra direttamente nelle ganasce della macchina di prova oppure effettuate nella configurazione del sistema costituito da barra + piastra + dado di bloccaggio a ciascuna delle due estremità dello spezzone di barra sottoposta a prova. Per le barre filettate alle sole estremità, le prove di trazione saranno effettuate su spezzoni di barra senza filettatura.

A5. PROVE DI QUALIFICAZIONE

Ai fini della qualificazione il fabbricante deve predisporre una idonea documentazione sulle caratteristiche chimiche, meccaniche e di duttilità riscontrate per il prodotto che intende qualificare.

La documentazione deve essere riferita ad una produzione relativa ad un periodo di tempo di almeno sei mesi e ad un quantitativo di prodotto tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa e comunque ad un numero di lotti non inferiore a 25.

Le prove di qualificazione sono effettuate a cura di un laboratorio di cui all'art. 59, comma 1, del DPR 380/2001, incaricato dal Servizio su proposta del fabbricante, allo scopo di misurare le grandezze indicate nel seguito e si riferiscono alle classi di resistenza indicate nella Tabella I della presente Linea Guida.

Il diametro nominale delle barre può variare tra 18 e 75 mm. Per ciascuna classe di resistenza di prodotto verranno eseguite almeno 30 prove di trazione su 30 spezzoni di barra, appositamente prelevati in gruppi di 5 da almeno 6 diversi lotti di produzione e almeno 6 prove di determinazione del fattore relativo di nervatura, una per ciascun lotto di produzione interessato dai prelievi per le prove di trazione.

Durante le prove elencate, il laboratorio incaricato effettuerà le misurazioni indicate al punto A7.

A6. VERIFICA PERIODICA DELLA QUALITÀ

Il laboratorio incaricato dal Servizio su proposta del fabbricante effettua periodicamente, almeno ogni sei mesi, una visita presso lo stabilimento di fabbricazione nel corso della quale effettua per ciascuna classe di resistenza di prodotto non meno di 30 prove di trazione su almeno 6 lotti di produzione, sia da spezzoni di barra prelevati in gruppi di 5 direttamente dai lotti di produzione, sia da spezzoni di barra appositamente accantonati dal fabbricante in numero di almeno 2 per lotto di produzione e relativi alla produzione intercorsa dalla visita precedente. Le prove di determinazione del fattore relativo di nervatura devono essere effettuate in numero di una per ciascuno dei lotti interessati dalle prove di trazione. Durante le prove elencate, il laboratorio incaricato effettuerà le misurazioni indicate al punto A7.

Se i risultati delle prove sono tali da accertare che i limiti prescritti non sono rispettati, vengono prelevati altri spezzoni (nello stesso numero) e ripetute le prove. Inoltre quanto verificatosi deve essere registrato secondo le procedure di controllo di qualità adottate dal fabbricante; i relativi lotti non possono essere impiegati ad uso strutturale. Ove i risultati delle prove, dopo ripetizione, fossero ancora insoddisfacenti, il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al Servizio che sospende la validità dell'attestato di qualificazione. Dopo che il fabbricante ha ovviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente e ne ha inviato comunicazione al Servizio, il laboratorio incaricato ripete le prove di qualificazione.

A7. REGOLE COMUNI PER LA VERIFICA DEI RISULTATI DI PROVA OTTENUTI NELLE PROVE DI QUALIFICAZIONE E DI VERIFICA PERIODICA DELLA QUALITÀ

Nelle prove di qualificazione e di verifica periodica della qualità, il laboratorio incaricato effettuerà le seguenti misurazioni:

- Tensione di snervamento f_y ;
- Tensione al carico massimo f_t ;
- Allungamento totale percentuale al carico massimo A_{gt} ;
- Modulo di elasticità apparente E ;
- Massa per unità di lunghezza M ;

- Area della sezione trasversale effettiva A_{eff} ;
- Area relativa di nervatura f_R .

Le prove possono essere effettuate dai tecnici del laboratorio incaricato anche presso lo stabilimento del fabbricante, qualora le attrezzature utilizzate siano tarate e la loro idoneità sia accertata e documentata.

I risultati dell'insieme delle prove meccaniche devono essere elaborati in forma statistica calcolando, per la tensione f_y di snervamento e per la tensione f_t al carico massimo, il valore medio f_m , lo scarto quadratico medio s e il relativo valore caratteristico f_k delle corrispondenti distribuzioni di frequenza secondo la relazione

$$f_k = f_m - ks$$

con k dedotto dal Prospetto A2 in funzione del numero n degli spezzoni sottoposti a prova, nonché il valore del coefficiente di variazione $c_v = s/f_m$.

Per il calcolo delle tensioni f_y e f_t nonché del modulo di elasticità apparente E si utilizzerà il valore dell'area nominale A_{nom} della sezione trasversale dichiarato dal fabbricante.

L'area effettiva A_{eff} della sezione trasversale di ciascuno spezzone sottoposto a prova, è calcolata sulla base della massa M misurata per unità di lunghezza e di una densità del materiale di $7,85 \text{ kg/dm}^3$.

L'area relativa di nervatura f_R sarà calcolata secondo quanto previsto nella UNI EN 15630-1.

Per la misurazione manuale dell' A_{gt} si utilizzerà una base di misura non inferiore a 200 mm da riportare nel rapporto di prova. La lunghezza dello spezzone di prova dovrà essere commisurata all'esigenza di potere effettuare anche la misurazione manuale di tale grandezza, tenuto conto delle distanze minime a cui deve trovarsi la base di misura dalla sezione di rottura dello spezzone e dai dispositivi di bloccaggio di estremità dello stesso, come specificato nella UNI EN ISO 15630-1.

I risultati delle prove devono rispettare i requisiti indicati nel Prospetto A1, con la specifica che la limitazione del 6% al coefficiente di variazione c_v va applicata, sia alla distribuzione dei valori di tensione f_y di snervamento, che alla distribuzione dei valori di tensione al carico massimo f_t .

Prospetto A1

Caratteristica	Valore limite
Tensione caratteristica di snervamento $f_{y,k}$	$\geq f_{y,\text{nom}}$
Tensione caratteristica al carico massimo $f_{t,k}$	$\geq f_{t,\text{nom}}$
Rapporto $f_y/f_{y,\text{nom}}$	$\leq 1,25$
Rapporto f_t/f_y	$\geq 1,15$
Coefficiente di variazione $c_v = s/f_m$	$\leq 6\%$
Area effettiva della sezione trasversale A_{eff}	$\geq 0,96 A_{\text{nom}}$
Allungamento percentuale totale al carico massimo A_{gt}	$\geq 5,0\%$
Area relativa di nervatura f_R .	$\geq 0,056$

I coefficienti k per il calcolo del valore caratteristico, in funzione del numero n di prove effettuate (per una probabilità di insuccesso attesa del 5% [$p = 0,95$] con una probabilità del 90%) sono indicati nel Prospetto A2:

n	k	n	k	n	k
10	2,57	19	2,23	100	1,86
11	2,50	20	2,21	150	1,82
12	2,45	30	2,08	200	1,79
13	2,40	40	2,01	250	1,78
14	2,36	50	1,97	300	1,77
15	2,33	60	1,93	400	1,75
16	2,30	70	1,90	500	1,74
17	2,27	80	1,89	1000	1,71
18	2,25	90	1,87	∞	1,64

A8. CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati come prescritto al § 11.3.2.12 delle NTC 2018 per quanto applicabile e con riferimento ai valori massimi e minimi indicati nel Prospetto A3.

Prospetto A3

Caratteristica	Valore limite
Tensione minima di snervamento $f_{y,min}$	$0,97f_{y,nom}$
Tensione massima di snervamento $f_{y,max}$	$1,29f_{y,nom}$
Rapporto $f_y/f_{y,nom}$	$\leq 1,27$
Rapporto f_t/f_y	$\geq 1,13$
Valore minimo dell'allungamento percentuale totale al carico massimo $A_{gt,min}$	4,5 (%)

A9. CERTIFICATI DI PROVA

I certificati di prova emessi dai laboratori incaricati di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, devono uniformarsi a quanto previsto al § 11.3.1.6 delle NTC 2018, per quanto applicabile.

A10. REGOLA TRANSITORIA E FINALE

Per quanto non espressamente previsto nelle presenti procedure tecnico-amministrative si applica quanto riportato al capitolo 11 delle NTC 2018, per quanto applicabile.

ALLEGATO B – Barre cave

Procedura tecnico-amministrativa il rilascio del CVT relativo a barre cave di acciaio a filettatura continua ottenuta per rullatura a freddo di tubi lisci laminati a caldo con o senza saldatura, destinate ad impieghi strutturali in campo esclusivamente geotecnico (ancoraggi passivi).

Vengono nel seguito definite le specifiche procedure tecnico-amministrative, in conformità a quanto disposto al § 11.1.C) delle NTC 2018, in base alle quali il fabbricante di barre cave a filettatura continua ottenuta per rullatura a freddo di tubi lisci laminati a caldo, con o senza saldatura, destinati all'impiego strutturale in campo esclusivamente geotecnico (ancoraggi passivi), può pervenire all'ottenimento del CVT del prodotto.

B1. CONTROLLI DI PRODUZIONE IN STABILIMENTO E PROCEDURE DI QUALIFICAZIONE

La valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione prevista al § 11.3.1.2 delle NTC 2018, per quanto applicabile, fatte salve le particolari specifiche elencate nel seguito, proprie del prodotto oggetto della presente procedura.

Il mantenimento e rinnovo della qualificazione del prodotto è regolata dal § 11.3.1.3 dello stesso Decreto Ministeriale.

B2. IDENTIFICAZIONE E RINTRACCIABILITÀ DEI PRODOTTI QUALIFICATI

Si applica quanto previsto al § 11.3.1.4 delle NTC 2018, per quanto applicabile.

B3. FORNITURE E DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO

Si applica quanto previsto al § 11.3.1.5 delle NTC 2018, per quanto applicabile.

B4. ACCERTAMENTO DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche di cui alle presenti regole tecnico-amministrative si applica la norma UNI EN ISO 15630-1: 2019, fatto salvo quanto espressamente previsto in questa Linea guida. È raccomandato che le prove siano effettuate nella configurazione del sistema costituito da barra cava + piastra + dado di bloccaggio a ciascuna delle due estremità dello spezzone di barra cava sottoposta a prova. È ammesso, tenuto conto delle caratteristiche della macchina di prova, l'afferraggio diretto delle estremità dello spezzone di barra cava tramite le ganasce della macchina stessa, purché si provveda ad inserire uno spinotto di acciaio di adeguata lunghezza e diametro all'interno della barra cava in corrispondenza delle sue estremità, onde impedire sfilamenti e/o deformazioni durante la prova, tali da invalidarla o da impedirne la corretta conclusione.

B5. PROVE DI QUALIFICAZIONE

Ai fini della qualificazione il fabbricante deve predisporre una idonea documentazione sulle caratteristiche chimiche, meccaniche e di duttilità riscontrate per il prodotto che intende qualificare.

La documentazione deve essere riferita ad una produzione relativa ad un periodo di tempo di almeno sei mesi e ad un quantitativo di prodotto tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa e comunque ad un numero di lotti non inferiore a 25.

Le prove di qualificazione sono effettuate a cura di un laboratorio di cui all'art. 59, comma 1, del DPR 380/2001, incaricato dal Servizio su proposta del fabbricante, allo scopo di misurare le grandezze indicate nel seguito e si riferiscono alle classi di resistenza indicate nella Tabella II della presente Linea guida.

I diametri e gli spessori nominali delle barre sono quelli dichiarati dal fabbricante ed elencati nel CVT.

La scelta dei campioni da sottoporre a prova include i diametri e spessori minimi, massimi ed intermedi. Per ciascuna classe di resistenza di prodotto verranno eseguite almeno 30 prove di trazione su 30 spezzoni di barra cava a filettatura continua, appositamente prelevati da almeno 6 diversi lotti di produzione e almeno 6 prove di determinazione del fattore relativo di nervatura, una per ciascun lotto di produzione interessato dai prelievi per le prove di trazione.

Le prove di resilienza saranno effettuate a 0°C su 3 diversi lotti di produzione, predisponendo 3 provini per ciascuno di essi.

Durante le prove elencate, il laboratorio incaricato effettuerà le misurazioni indicate al punto B7.

B6. VERIFICA PERIODICA DELLA QUALITÀ

Il laboratorio incaricato dal Servizio su proposta del fabbricante effettua periodicamente, almeno ogni sei mesi, una visita presso lo stabilimento di fabbricazione nel corso della quale effettua per ciascuna classe di resistenza di prodotto non meno di 30 prove di trazione, su almeno 6 lotti di produzione, sia da spezzoni di barra cava prelevati in gruppi di 5 direttamente dai lotti di produzione, sia da spezzoni di barra cava appositamente accantonati dal fabbricante in numero di almeno 2 per lotto di produzione e relativi alla produzione intercorsa dalla visita precedente. Le prove di determinazione del fattore relativo di nervatura devono essere effettuate in numero di una per ciascuno dei lotti interessati dalle prove di trazione.

Le prove di resilienza saranno effettuate a 0°C su 3 diversi lotti di produzione, scegliendo 3 provini da ciascun lotto.

Durante le prove elencate, il laboratorio incaricato effettuerà le misurazioni indicate al punto B7.

Se i risultati delle prove sono tali da accertare che i limiti prescritti non sono rispettati, vengono prelevati altri spezzoni (nello stesso numero) e ripetute le prove. Inoltre quanto verificatosi deve essere registrato secondo le procedure di controllo di qualità adottate dal fabbricante; i relativi

lotti non possono essere impiegati ad uso strutturale. Ove i risultati delle prove, dopo ripetizione, fossero ancora insoddisfacenti, il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al Servizio che sospende la validità dell'attestato di qualificazione. Dopo che il fabbricante ha ovviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente e ne ha inviato comunicazione al Servizio, il laboratorio incaricato ripete le prove di qualificazione.

B7. REGOLE COMUNI PER LA VERIFICA DEI RISULTATI DI PROVA OTTENUTI NELLE PROVE DI QUALIFICAZIONE E DI VERIFICA PERIODICA DELLA QUALITÀ

Nelle prove di qualificazione e di verifica periodica della qualità, il laboratorio incaricato effettuerà le seguenti misurazioni:

- Tensione allo 0,2% di scostamento dalla proporzionalità $f_{(0,2)}$
- Tensione al carico massimo f_t ;
- Allungamento totale percentuale al carico massimo A_{gt} ;
- Modulo di elasticità apparente E ;
- Resilienza K_v a 0°C;
- Massa per unità di lunghezza M ;
- Area della sezione trasversale effettiva A_{eff} ;
- Area relativa di nervatura f_R .

Le prove possono essere effettuate dai tecnici del laboratorio incaricato anche presso lo stabilimento del fabbricante, qualora le attrezzature utilizzate siano tarate e la loro idoneità sia accertata e documentata.

I risultati dell'insieme delle prove meccaniche devono essere elaborati in forma statistica calcolando, per la tensione $f_{(0,2)}$ allo scostamento dalla proporzionalità dello 0,2% e per la tensione f_t al carico massimo, il valore medio f_m , lo scarto quadratico medio s e il relativo valore caratteristico f_k delle corrispondenti distribuzioni di frequenza secondo la relazione

$$f_k = f_m - ks$$

con k dedotto dal Prospetto B2 in funzione del numero n degli spezzoni sottoposto a prova, nonché il valore del coefficiente di variazione $c_v = s/f_m$.

Per il calcolo delle tensioni $f_{(0,2)}$ e f_t nonché del modulo di elasticità apparente E si utilizzerà il valore dell'area nominale A_{nom} della sezione trasversale dichiarato dal fabbricante.

L'area effettiva A_{eff} della sezione trasversale di ciascuno spezzone sottoposto a prova, è calcolata sulla base della massa M misurata per unità di lunghezza e di una densità del materiale di 7,85 kg/dm³.

I provini Charpy secondo UNI EN ISO 148-1:2016, ricavati per lavorazione meccanica dagli spezzoni di barra cava e destinati alla effettuazione della prova di resilienza, devono avere spessore della sezione trasversale non inferiore a 5 mm, essendo l'altra dimensione, di 10 mm, fissa. I risultati di prova devono essere rapportati allo spessore di 10 mm.

L'area relativa di nervatura f_R sarà calcolata come rapporto tra la profondità del filetto ed il suo passo.

Qualora la misurazione dell' A_{gt} sia effettuata col metodo manuale si utilizzerà una base di misura preferibilmente uguale ad un multiplo del passo della filettatura, comunque non inferiore a 200 mm; tale lunghezza sarà riportata nel rapporto di prova. La lunghezza dello spezzone di prova dovrà in ogni caso essere commisurata all'esigenza di potere effettuare anche la misurazione manuale di tale grandezza, tenuto conto delle distanze minime a cui deve trovarsi la base di misura dalla sezione di rottura dello spezzone e dai dispositivi di bloccaggio di estremità dello stesso, come specificato nella UNI EN ISO 15630-1.

I risultati delle prove devono rispettare i requisiti indicati nel Prospetto B1, con la specifica che la limitazione del 6% al coefficiente di variazione c_v va applicata sia alla distribuzione dei valori di tensione $f_{(0,2)}$ di scostamento dalla proporzionalità che alla distribuzione dei valori di tensione al carico massimo f_t .

Prospetto B1

Caratteristica	Valore limite
Tensione caratteristica allo 0,2% di scostamento dalla proporzionalità	$\geq f_{(0,2),nom}$
Tensione caratteristica al carico massimo $f_{t,k}$	$\geq f_{t,nom}$
Rapporto $f_{(0,2)}/f_{(0,2),nom}$	$\leq 1,25$
Rapporto $f_t/f_{(0,2)}$	$\geq 1,15$
Coefficiente di variazione $c_v = s/f_m$	$\leq 6\%$
Area effettiva della sezione trasversale A_{eff}	$\geq 0,96 A_{nom}$
Allungamento percentuale totale al carico massimo A_{gt}	$\geq 5,0\%$
Resilienza su provetta Charpy K_v con sezione trasversale 10x10 mm	$\geq 27J$ a 0°C
Area relativa di nervatura f_R	$\geq 0,12$

I coefficienti k per il calcolo del valore caratteristico, in funzione del numero n di prove effettuate (per una probabilità di insuccesso attesa del 5% [$p = 0,95$] con una probabilità del 90%) sono indicati nel Prospetto B2:

n	k	n	k	n	k
10	2,57	19	2,23	100	1,86
11	2,50	20	2,21	150	1,82
12	2,45	30	2,08	200	1,79
13	2,40	40	2,01	250	1,78
14	2,36	50	1,97	300	1,77
15	2,33	60	1,93	400	1,75
16	2,30	70	1,90	500	1,74
17	2,27	80	1,89	1000	1,71
18	2,25	90	1,87	∞	1,64

B8. CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati come prescritto al § 11.3.2.12 delle NTC 2018 per quanto applicabile e con riferimento ai valori massimi e minimi indicati nel Prospetto B3:

Prospetto B3.

Caratteristica	Valore limite
Tensione minima allo 0,2% di scostamento dalla proporzionalità $f_{(0,2),\min}$	$0,97f_{(0,2),\text{nom}}$
Tensione massima allo 0,2% di scostamento dalla proporzionalità $f_{(0,2),\max}$	$1,29f_{(0,2),\text{nom}}$
Rapporto $f_{(0,2)}/f_{(0,2),\text{nom}}$	$\leq 1,27$
Rapporto $f_v/f_{(0,2)}$	$\geq 1,13$
Valore minimo dell'allungamento percentuale totale al carico massimo $A_{\text{gt},\min}$	4,5 (%)

B9. CERTIFICATI DI PROVA

I certificati di prova emessi dai laboratori incaricati di cui all'art. 59 del DPR 380/2001, devono uniformarsi a quanto previsto al § 11.3.1.6 delle NTC 2018, per quanto applicabile.

B10. REGOLA TRANSITORIA E FINALE

Per quanto non espressamente previsto nelle presenti procedure tecnico-amministrative si applica quanto riportato al capitolo 11 delle NTC 2018, per quanto applicabile.

ALLEGATO C – Prove sul sistema e sulle componenti

Prove meccaniche e di efficienza da effettuare sul sistema di ancoraggio passivo per applicazioni esclusivamente geotecniche - Verifiche dimensionali e meccaniche sui componenti del sistema.

Nel seguito, qualora non diversamente specificato, col termine barra si indica sia la barra piena nervata o filettata in continuo che la barra cava auto-perforante a filettatura continua, impiegata come elemento resistente negli ancoraggi geotecnici di tipo passivo.

C1. Prove di efficienza del collegamento barra-manicotto-barra

a) Resistenza meccanica

Per una stessa classe di resistenza si devono eseguire tre prove di trazione per ciascuno degli ancoraggi di capacità inferiore, di capacità superiore e di capacità intermedia tra quelli dichiarati dal fabbricante ed elencati nel CVT. Durante la prova, da effettuare nella configurazione barra-manicotto di giunzione-barra, con il manicotto posto al centro e i due spezzoni sottoposti a trazione avvitati fino alla battuta centrale del manicotto, si deve raggiungere almeno una forza $F = f_{t,nom} * A_{nom}$, senza che si manifestino fessurazioni o rotture nel manicotto o che quest'ultimo scorra rispetto agli spezzoni di barra uniti dallo stesso manicotto.

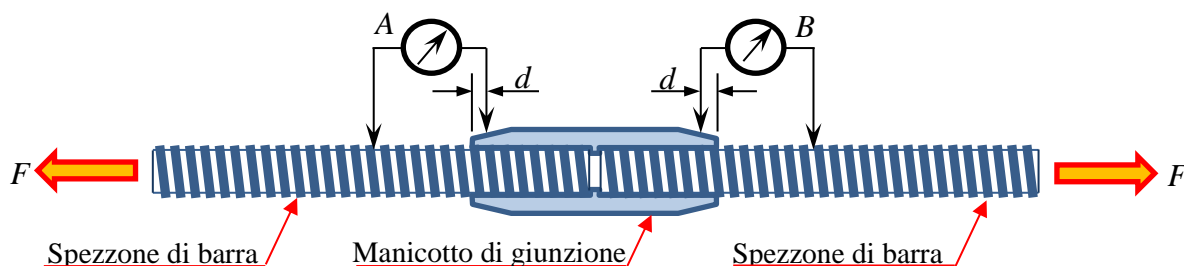


Fig. C1. Schema di configurazione di prova di efficienza del collegamento barra-manicotto di giunzione-barra con l'indicazione della posizione in cui disporre gli estensimetri A e B nella prova di scorrimento differenziale in corrispondenza della giunzione barra-manicotto (punto C1 b).

Le grandezze $f_{t,nom}$ e A_{nom} rappresentano, rispettivamente, il valore nominale della tensione al carico massimo e l'area nominale della sezione trasversale dichiarati dal fabbricante della barra ed elencati nel CVT relativo al tipo di ancoraggio.

Il manicotto da utilizzare nelle prove deve essere scelto a caso tra quelli presentati dal fabbricante mentre i due spezzoni di barra da utilizzare vanno ricavati da uno stesso spezzone accantonato dal fabbricante nel periodo trascorso dal controllo precedente o da una stessa barra fabbricata nello stesso periodo temporale e giacente a magazzino in attesa di commercializzazione.

b) Scorrimento differenziale in corrispondenza della giunzione barra-manicotto

La prova viene effettuata nella configurazione precedentemente descritta per le prove di resistenza meccanica e con la stessa numerosità. Il saggio di prova viene sottoposto a tre cicli di carico-scarico nell'intervallo da 0 a $F = 0,60 f_{y,nom} * A_{nom}$ (- 0%, + 3%), come rappresentato in figura C2, con velocità di incremento del carico uguale a quella adottata per le prove di trazione semplice. Quando il carico applicato raggiunge per la terza volta il valore $F = 0,60 f_{y,nom} A_{nom}$ (punto *P* della figura C2), si arresta la prova mantenendo il carico costante e si rileva l'entità dell'eventuale scorrimento differenziale verificatosi tra le due estremità della giunzione barra-

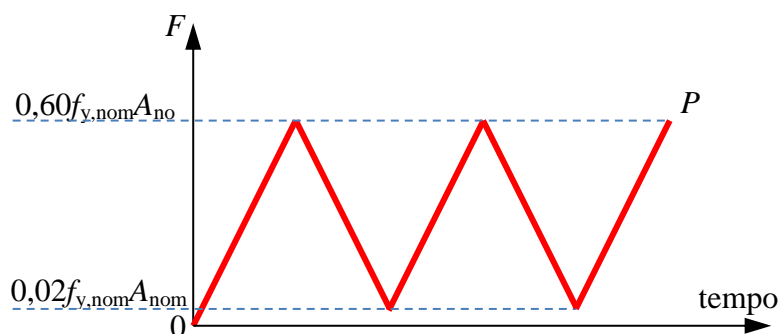


Fig. C2. Cicli di carico-scarico da adottare nella prova di scorrimento differenziale tra manicotto di giunzione e barra. Gli scarichi avvengono alla stessa velocità dei carichi e si arrestano al valore di carico uguale a $0,02 f_{y,nom} A_{nom}$.

manicotto (ad entrambe le estremità del manicotto).

La misura è effettuata con degli estensimetri di classe 2 secondo la UNI EN ISO 9513 con base di misura 25 mm, disposti a ciascuna delle due estremità del manicotto come rappresentato in figura C1, dove $d = 5$ mm. Gli estensimetri (*A* e *B* in figura C1) devono essere preferibilmente del tipo a tre

punte ed avere un'accuratezza di almeno 0,01 mm.

Lo scorrimento differenziale non dovrà superare 0,1 mm (si trascura l'allungamento elastico della barra) per le barre di diametro fino a 40 mm e 0,2 mm per le barre di diametro 100 mm o superiore. Per diametri intermedi si adotterà una legge lineare di variazione tra 0,1 mm (40 mm) e 0,2 mm (100 mm).

La grandezza $f_{y,nom}$ rappresenta il valore nominale della tensione di snervamento (o di scostamento dalla proporzionalità allo 0,2%) dichiarato dal fabbricante della barra e riportato nel CVT relativo al tipo di ancoraggio.

Questa prova viene effettuata su un ancoraggio di capacità inferiore, su uno di capacità superiore e su uno di capacità intermedia tra quelli appartenenti alla stessa classe di resistenza, dichiarati dal fabbricante ed elencati nel CVT.

Il manicotto di giunzione e gli spezzoni di barra da utilizzare nelle prove devono essere scelti come descritto per le prove di efficienza di cui al punto C1 a) precedente.

I componenti utilizzati in questa prova non possono essere utilizzati per le prove di cui al precedente punto C1 a) precedente.

Qualora l'armatura degli ancoraggi sia costituita da barre piene nervate B450C, qualificate ai sensi del § 11.1.B) delle NTC 2018 e provviste di attestato in corso di validità, le prove di efficienza della giunzione barra-manicotto saranno condotte in conformità a quanto previsto nella norma UNI 11240-2 e nel numero indicato al punto C1 a) precedente.

C2. Prove di efficienza della testata dell'ancoraggio

a) Barre a filettatura continua.

Per una stessa classe di resistenza si devono eseguire tre prove di trazione per ciascuno degli ancoraggi di capacità inferiore, di capacità superiore e di capacità intermedia tra quelli dichiarati dal fabbricante ed elencati nel CVT. Durante la prova di trazione, da effettuare nella configurazione dado-piastra-barra-piastra-dado come rappresentato in figura C3 ove, per semplicità è indicata solo una delle due estremità dell'ancoraggio in prova, si deve raggiungere almeno una forza $F = f_{t,nom}A_{nom}$, senza che si manifestino fessurazioni o rotture nelle piastre di ripartizione e nei dadi di bloccaggio o che questi ultimi scorrano rispetto alla barra sulla quale sono avvitati. Per garantire che questo si verifichi è necessario che, raggiunta la forza massima di prova (maggiore o uguale a F), l'allungamento totale percentuale A'_{gt} misurato in zona utile sullo spezzone di barra sia almeno uguale al 2 %.

La lunghezza dello spezzone di prova dovrà in ogni caso essere commisurata all'esigenza di potere effettuare anche la misurazione manuale dell'allungamento totale percentuale, tenuto

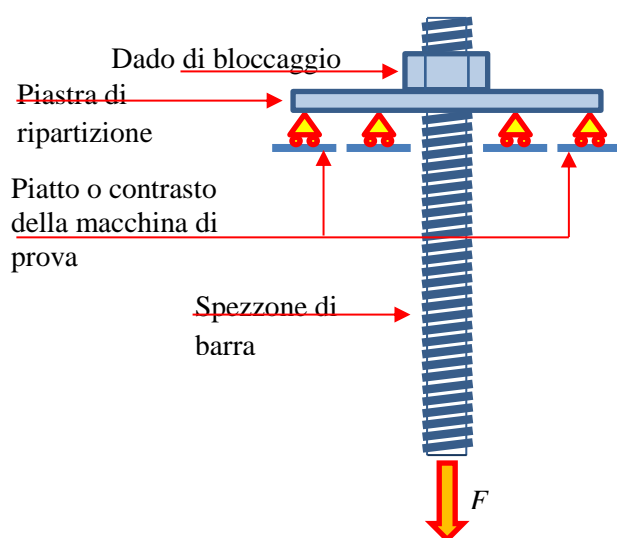


Fig. C3. Schema di configurazione di prova di efficienza della testata di ancoraggio.

conto delle distanze minime a cui deve trovarsi la base di misura dai dispositivi di bloccaggio di estremità dello stesso, come specificato nella UNI EN ISO 15630-1.

Le grandezze $f_{t,nom}$ e A_{nom} hanno lo stesso significato precedente. Gli accessori da utilizzare nelle prove devono essere scelti a caso tra quelli presentati dal fabbricante mentre lo spezzone di barra da utilizzare va scelto tra quelli accantonati dal fabbricante nel periodo trascorso dal controllo precedente o tra quelli fabbricati nello stesso periodo temporale e giacenti a magazzino in attesa di commercializzazione.

b) Barre nervate e filettate alle estremità.

Le barre nervate che vengono filettate alle estremità per poterle vincolare all'estremità libera con piastra e dado di bloccaggio, subiscono una riduzione dell'area resistente che nella parte filettata diviene $A'_{nom} < A_{nom}$ e che deve essere dichiarata dal fabbricante. Le prove di efficienza

dell'ancoraggio devono essere effettuate nello stesso numero specificato per le barre a filettatura continua e con lo stesso schema statico della figura C2.

Durante le prove si deve raggiungere almeno una forza $F = f_{t,nom} * A'_{nom}$, senza che si manifestino fessurazioni o rotture nelle piastre di ripartizione e nei dadi di bloccaggio o che questi ultimi scorrano rispetto alla barra sulla quale sono avvitati.

Durante queste prove non devono essere effettuate le misurazioni dell'allungamento A'_{gt} previsto nel caso delle barre a filettatura continua.

C3. Prove di verifica dimensionale sugli accessori

Contestualmente alle prove di efficienza sul sistema di ancoraggio, il laboratorio provvederà ad effettuare anche verifiche dimensionali e ogni altra verifica ritenuta utile ai fini del mantenimento della validità del CVT su almeno tre piastre di ripartizione, tre dadi di bloccaggio e tre manicotti di giunzione per ciascuna dimensione di ancoraggio appartenente alla stessa classe di resistenza, da scegliere tra quello di capacità inferiore, di capacità superiore e di capacità intermedia tra quelli dichiarati dal fabbricante ed elencati nel CVT.

Il Laboratorio verificherà altresì il rispetto delle tolleranze previste nei disegni esecutivi allegati all'istanza di CVT a suo tempo inoltrata al Servizio.

C4. Frequenza delle prove

Le prove meccaniche, di efficienza e di verifica dimensionale descritte, devono essere effettuate ed avere esito positivo in fase di prima richiesta per il rilascio del CVT del sistema di ancoraggio di una data classe di resistenza e, in seguito, a cadenza annuale per il mantenimento della sua validità.

ALLEGATO D – Tabella riepilogativa delle prove

Tabella riepilogativa prove per barre piene e cave di acciaio

componente	tipo di prova	parametro determinato		n° di campioni utilizzati nelle prove	n° di lotti di produzione interessati
<u>barre piene</u> (riferimento Linee Guida: Allegato A punto A5)	trazione	tensione di snervamento	f_y	(almeno) 30 per ogni classe di resistenza	(almeno) 6 per ogni tipo (ovvero diametro) di barra da sottoporre a prove
		tensione al carico massimo	f_t		
		Allungamento tot %	A_{gt}		
		Modulo di elasticità apparente	E		
		Massa per unità di lunghezza	M		
		Area sezione trasversale effettiva	A_{eff}		
	(secondo) UNI EN 15630-1	Area relativa di nervatura	f_R	6 (1 per ogni lotto interessato dalle prove di trazione)	6
<u>barre cave</u> <u>autoperforanti</u> (riferimento Linea Guida: Allegato B punto B5)	trazione	tensione allo 0,2% di scostamento dalla proporzionalità	$f_{(0,2)}$	(almeno) 30 per ogni classe di resistenza	(almeno) 6 per ogni tipo (ovvero diametro) di barra da sottoporre a prove
		tensione al carico massimo	f_t		
		Allungamento tot %	A_{gt}		
		Modulo di elasticità apparente	E		
		Massa per unità di lunghezza	M		
		Area sezione trasversale effettiva	A_{eff}		
	(secondo) UNI EN 15630-1	Area relativa di nervatura	f_R	6 (1 per ogni lotto interessato dalle prove di trazione)	6
Charpy	Resilienza a 0°C	K_v	3	3	
<u>manicotti di giunzione</u> (riferimento Linea Guida: Allegato C punto C1)	trazione sul sistema: barra-giunzione-barra	verifica che per la forza $F=f_{t,nom} * A_{nom}$ ($F=f_{t,nom} * A'_{nom}$ per le barre filettate alle sole estremità) non si manifestino rotture o fessurazioni nel manicotto di giunzione o scorra		9 (3 per ancoraggio di capacità inferiore, 3 per intermedia e 3 per superiore)	
	scorrimento differenziale	valore scorrimento differenziale (mm)		3 (1 per ancoraggio di capacità inferiore, 1 per intermedia e 1 per superiore)	
<u>testata di ancoraggio</u> (riferimento Linea Guida: Allegato C punto C2)	trazione sul sistema: dado-piastra-barra-piastra-dado	verifica che per la forza $F=f_{t,nom} * A_{nom}$ non si manifestino rotture o fessurazioni nelle piastre o nei dadi		9 (3 per ancoraggio di capacità inferiore, 3 per intermedia e 3 per superiore)	
<u>accessori</u> (riferimento Linea Guida: Allegato C punto C3)	verifiche dimensionali (e altre verifiche ritenute utili)			almeno 3 piastre, 3 dadi e 3 manicotti (per ogni ancoraggio di capacità inferiore, intermedia e superiore)	