

UX132 MISURE

Procedure e strumentazione
per le misure nelle fasi di
montaggio ed installazione
dei dispositivi di sicurezza stradale

*Versione n. 1
11/12/2025*



Procedure e strumentazione per le misure nelle fasi di montaggio ed installazione dei dispositivi di sicurezza stradale

09/12/2025

Il documento è a cura dell'Ufficio Tecnico UNICMI

Ing. Giovanni Brero – Coordinatore Tecnico Divisione Equipaggiamenti per infrastrutture di mobilità

Si ringrazia per il contributo tecnico il Gruppo di Lavoro Barriere

I Soci della Divisione Equipaggiamenti per infrastrutture di mobilità UNICMI

ANTONIO GUERRASIO SRL

CAR SEGNALETICA STRADALE srl

CIR AMBIENTE spa

CRACCO srl

EDILLECA srl

IMEVA spa

INSOSYSTEM srl

KEE Srl

LINDSAY CORPORATION

MARCEGAGLIA BUILDTECH srl

MARGARITELLI ROAD SAFETY

NOISE SRL

PAVER spa

POLYVANTIS GmbH

SAFITAL srl

SITAV COSTRUZIONI GENERALI Srl

SMA ROAD SAFETY srl

TECNOACUSTICA srl

TICOPTER srl

TUBOSIDER spa

INDICE

1.	Scopo del documento	3
2.	Definizioni	3
3.	Misure oggetto del presente documento.....	5
4.	Misura della coppia di serraggio.....	5
4.1	Collegamenti bullonati della barriera	5
4.2	Collegamenti bullonati degli ancoranti della barriera	6
4.3	Strumentazione impiegata per la misura della coppia di serraggio	6
5.	Misure relative alle installazioni sui rilevati stradali.....	7
5.1	Misura della geometria del rilevato.....	8
5.2	Strumentazione per la misura della geometria del rilevato	9
5.3	Misura della resistenza del terreno nelle condizioni di installazione	9
5.4	Misura dell'interazione paletto - terreno	11
5.5	Attrezzature e strumentazione di misura per le prove di push	14
5.6	Modalità di certificazione della misura di push	15
6.	Misure relative alle installazioni su cordolo in calcestruzzo	15
6.1	Misura della geometria del cordolo e del posizionamento degli ancoraggi.....	16
6.2	Misura di pull out di tipo non confinato	17
6.3	Misura di pull out di tipo confinato	18
6.4	Attrezzature e strumentazione di misura per le prove di pull out	18
6.5	Modalità di certificazione della misura di pull out.....	19

1. Scopo del documento

Nel presente documento viene definito il procedimento di esecuzione e la strumentazione da utilizzare per le misure effettuate nelle fasi di montaggio ed installazione dei dispositivi di sicurezza stradale.

Alcune misure comportano l'impiego di attrezzature o macchinari di prova specifici per i quali vengono fornite le caratteristiche e le funzionalità essenziali.

Nel documento sono anche presentate le modalità di gestione delle misure in campo da parte di personale qualificato.

Non rientra nello scopo del presente documento la definizione di criteri di accettazione basati sui risultati ottenuti.

2. Definizioni

Dispositivi di sicurezza stradali: prodotti e attrezzature stradali per la sicurezza degli utenti della strada.

Barriera di sicurezza stradale: tipologia di dispositivo di sicurezza stradale applicato sul bordo strada al fine di realizzare, per gli utenti e per eventuali soggetti terzi presenti nelle vicinanze, accettabili condizioni di sicurezza in rapporto alla configurazione dell'infrastruttura, garantendo, entro certi limiti, il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale.

Prova di crash (o crash test): prova di urto di veicoli sul dispositivo eseguita in conformità alle norme tecniche europee.

ITT (Initial Type Testing): prova di urto eseguita sul campione di prodotto al fine del rilascio della certificazione di prodotto.

Supporto: parte del corpo stradale a cui è collegato il dispositivo di sicurezza stradale (rilevato o cordolo in calcestruzzo armato).

Sito di installazione: sito in cui il dispositivo di sicurezza è definitivamente incorporato nella strada

Larghezza di lavoro: la massima traslazione laterale che una barriera di sicurezza subisce durante l'urto di un veicolo sommato alla deformazione dinamica della barriera stessa. Rappresenta quanto spazio serve alla barriera, verso il lato esterno della strada, per assorbire l'urto

Spazio di lavoro: ingombro complessivo che la barriera e il veicolo occupano durante l'urto, misurato dal margine esterno della barriera fino al punto più avanzato del veicolo in movimento. Consente di valutare la stabilità del veicolo sulla sede stradale in presenza di scarpata dietro alla barriera.

Cerniera plastica: zona localizzata del paletto della barriera in cui il materiale ha raggiunto la piena plasticizzazione, cioè la capacità massima di momento flettente.

Prova di push: prova di spinta sul paletto della barriera con applicazione del carico in regime quasi-statico e/o dinamico.

Sistema di ancoraggio: connessione del dispositivo di sicurezza al cordolo in calcestruzzo di supporto. Può essere di tipo chimico, meccanico o preinghisato

Ancorante chimico: composto adesivo posto tra parete del foro nel calcestruzzo e la barra parte inserita dell'ancorante

Barra di ancoraggio: barra di acciaio filettata

Prova di pull out confinato: prova di trazione con applicazione del carico in regime quasi-statico alla barra di ancoraggio ed effettuata con sistema di contrasto configurato in modo tale da attivare la resistenza allo sfilamento dell'ancoraggio.

Prova di pull out non confinato: prova di trazione con applicazione del carico in regime quasi-statico effettuata con sistema di contrasto configurato in modo tale da attivare la forza resistente dell'ancoraggio e della porzione di calcestruzzo del cordolo.

Produttore¹: soggetto che sviluppa il prodotto e lo inserisce sul mercato con DoP e marchio CE. Con la stesura del Manuale definisce le condizioni di impiego del prodotto ed indica le modalità di verifica del funzionamento in opera.

Laboratorio o Campo prove (competenze specificate dalla ISO/IEC 17025): ente presso cui vengono eseguite le prove per la misura delle prestazioni del dispositivo e le eventuali prove integrative utilizzabili come riferimento per le successive verifiche in situ.

Organismo Notificato: (o Notified Body **organismi di certificazione con requisiti rispondenti alla ISO/IEC 17065**) ente di certificazione che viene riconosciuto dalle Autorità competenti di uno Stato membro della UE e notificato alla Commissione Europea. In Italia, l'autorità competente per l'accreditamento è ACCREDIA. Ai sensi del CPR 305/2011 l'Organismo Notificato rilascia al Produttore l'attestato di costanza della prestazione essenziale per la marcatura CE del prodotto e sorveglia l'attività produttiva presso lo stabilimento.

Progettista: soggetto che redige il progetto esecutivo e, nelle successive fasi progettuali fino alla fine dei lavori, cura direttamente l'inserimento e l'adattamento sulla strada dei dispositivi di ritenuta in ottemperanza alle normative vigenti. È la figura incaricata per la progettazione esecutiva degli interventi secondo le indicazioni di legge e al quale compete la verifica dell'idoneità dei prodotti scelti adattandone l'impiego al sito in base alle informazioni presenti nel Manuale ed a valutazioni e calcoli, anche con il ricorso a simulazioni numeriche.

PED (Progetto Esecutivo di Dettaglio): l'insieme degli elaborati progettuali di dettaglio (relazione, disegni esecutivi, indicazioni di posa) redatti per adattare e sistemare sulla sede stradale. È redatto quando il progetto esecutivo non è cantierabile in ogni suo aspetto.

Il PED è una attività che rientra nell'ampiezza dei compiti dell'Esecutore.

Oltre a "PED" sono in uso altre definizioni per questa attività, quali Progetto di sistemazione su strada (PSS) o Progetto di cantierabilità.

Manuale: Manuale per l'utilizzo e l'installazione, così come definito in allegato 1 del DM MIT 28.06.2011 ed al punto 5.4.c della EN 1317-5:2012, redatto dal Produttore; contiene le prescrizioni di montaggio ed installazione atte a permettere il raggiungimento in opera delle prestazioni dichiarate a seguito delle prove iniziali di tipo. Il Manuale deve contenere informazioni per la manutenzione e i controlli. L'utilizzo dei sistemi, rispetto al suolo e alle altre condizioni di installazione, deve essere definito dal Produttore. Detto Manuale non deve essere confuso con il manuale di montaggio richiesto in appendice A della EN 1317-2:2010 ed allegato al resoconto di prova.

¹ Il produttore del dispositivo di sicurezza stradale è da intendersi il soggetto che immette il prodotto sul mercato con marcatura CE rilasciata secondo le indicazioni del Regolamento Europeo Prodotti da Costruzione n.305/2011. In questo senso il termine produttore è sinonimo del termine "fabbricante" definito al Capo 1 Art.1 comma 19 del suddetto Regolamento: 19) «fabbricante», qualsiasi persona fisica o giuridica che fabbrichi un prodotto da costruzione o che faccia progettare o fabbricare tale prodotto e lo commercializzi con il suo nome o con il suo marchio. Il ruolo di "fabbricante" e quindi di "produttore" non è limitato al soggetto che dispone del sito produttivo, bensì esteso al soggetto che ha curato la progettazione del prodotto controllandone la fabbricazione fino all'inserimento sul mercato.

3. Misure oggetto del presente documento

Nel presente documento sono presentate le procedure di misura delle grandezze seguenti:

- Coppia di serraggio dei collegamenti bullonati
- Dimensioni geometriche del rilevato stradale
- Resistenza del terreno nelle condizioni di installazione con misura di push quasi statico su profilo metallico standard
- Interazione paletto – terreno con misura di push quasi statico sul paletto della barriera
- Dimensioni geometriche del cordolo in calcestruzzo
- Resistenza degli ancoraggi della barriera al cordolo in calcestruzzo

4. Misura della coppia di serraggio

In questo paragrafo vengono fornite le modalità di misura della coppia di serraggio applicata sia ai collegamenti bullonati utilizzati per le giunzioni dei diversi componenti dei dispositivi di sicurezza che per i dadi avvitati alle barre di ancoraggio della barriera al cordolo in calcestruzzo.

4.1 Collegamenti bullonati della barriera

La modalità di esecuzione del serraggio dei collegamenti bullonati dei dispositivi di sicurezza stradali è indicata nel Manuale del Produttore e corrisponde a quanto eseguito in campo prova in fase di allestimento del campione per le prove di ITT.

I valori di coppia di serraggio devono tenere in conto le specificità, elencate nel seguito, dei dispositivi di sicurezza stradali certificati secondo la norma armonizzata EN 1317-5:

- la presenza di asolature nei componenti da collegare;
- l'impiego di rondelle copri asola;
- l'eventuale impiego di rondelle anti-svitamento specifiche;
- la necessità di dimensionamento a rottura del collegamento bullonato.

Inoltre, i dadi ed i bulloni impiegati per i dispositivi di sicurezza stradale sono sottoposti al processo di zincatura a caldo che comporta una riduzione del gioco tra i filetti per lo spessore del materiale apportato sulla superficie dei due componenti. È necessario un ripasso dei filetti del dado dopo la zincatura o una sovra misura del filetto del bullone per tenere in conto lo spessore del materiale aggiunto.

Per questi motivi per i serraggi dei collegamenti bullonati occorre definire una procedura specifica e non si può fare riferimento esclusivo alle norme tecniche per la bulloneria strutturale.

La misura della coppia di serraggio consiste nella verifica con chiave dinamometrica del superamento del valore della coppia minima C_{MIN} [Nm] che garantisce la tenuta del serraggio ed il corretto funzionamento dell'unione bullonata.

Procedimento di utilizzo della chiave dinamometrica a scatto:

- Impostazione della chiave sul valore di coppia minima e blocco della regolazione della chiave
- Lenta e progressiva applicazione della forza al dado
- La coppia è assicurata quando la chiave emette il segnale meccanico di fine serraggio (clic) senza muovere il bullone

- Se si osserva una rotazione del bullone la coppia non è raggiunta

Per collegamenti bullonati con caratteristiche e funzionalità particolari il Produttore può indicare il rispetto della coppia massima C_{MAX} [Nm].

Lo scopo è quello di evitare che un serraggio eccessivo renda inefficace l'unione bullonata.

Quando indicata nel Manuale occorre verificarne il rispetto al momento dell'installazione con l'impiego di chiave dinamometrica.

Procedimento per chiave dinamometrica a scatto:

- Impostazione della chiave su un valore di coppia leggermente superiore alla coppia massima e blocco della regolazione della chiave
- Lenta e progressiva applicazione della forza al dado
- La coppia massima non è superata se la chiave emette il segnale meccanico di fine serraggio (clic) prima di raggiungerla senza dover ruotare il bullone
- Se si osserva una rotazione del bullone la coppia non è raggiunta

4.2 Collegamenti bullonati degli ancoranti della barriera

Per assicurare la tenuta del serraggio è necessario verificare il raggiungimento della coppia di serraggio minima C_{MIN} [Nm] applicando il procedimento che segue con impiego della chiave dinamometrica a scatto:

- Impostazione della chiave sul valore di coppia minima e blocco della regolazione della chiave
- Lenta e progressiva applicazione della forza al dado
- La coppia è assicurata quando la chiave emette il segnale meccanico di fine serraggio (clic) senza muovere il bullone
- Se si osserva una rotazione del bullone la coppia non è raggiunta

In casi specifici, quando previsto dal manuale del Produttore, è necessario verificare che lo sforzo normale indotto nella barra di ancoraggio dalla coppia applicata non comporti la perdita dell'aderenza tra la barra stessa e la resina impiegata per l'ancoraggio. In questi casi nel manuale è indicata la coppia massima C_{MAX} [Nm] da non superare ed occorre verificarne il rispetto al momento dell'installazione con l'impiego di chiave dinamometrica.

Procedimento per chiave dinamometrica a scatto:

- Impostazione della chiave su un valore di coppia leggermente superiore alla coppia massima e blocco della regolazione della chiave
- Lenta e progressiva applicazione della forza al dado
- La coppia massima non è superata se la chiave emette il segnale meccanico di fine serraggio (clic) prima di raggiungerla senza dover ruotare il bullone
- Se si osserva una rotazione del bullone la coppia non è raggiunta

4.3 Strumentazione impiegata per la misura della coppia di serraggio

Per la verifica delle coppie di serraggio è previsto l'impiego della chiave dinamometrica.

Per garantire l'accuratezza dello strumento è richiesta la taratura periodica almeno annuale. Tale verifica deve essere eseguita presso un laboratorio accreditato ISO/IEC 17025, in grado di assicurare la tracciabilità metrologica e la conformità ai requisiti tecnici.

5. Misure relative alle installazioni sui rilevati stradali

In questo paragrafo sono trattate le misure relative alle barriere di sicurezza a paletti installate sui rilevati stradali che possono differire sensibilmente, per forma, consistenza ed omogeneità, dalla tipologia di supporto realizzato in campo prova.

Per i temi trattati i riferimenti sono:

- il documento UX 114 *Linea guida per la verifica del corretto funzionamento delle barriere di sicurezza installate sul bordo dei rilevati stradali* al quale si rimanda per la valutazione dei risultati delle misure effettuate
- il Rapporto Tecnico UNITR 11785:2020 *Documento di supporto per la redazione del manuale di utilizzo ed installazione dei dispositivi di ritenuta stradale su rilevato* che tra i contenuti fornisce anche i metodi per la caratterizzazione del terreno e dell'interazione paletto-terreno in condizioni reali di installazione.

Relativamente alla geometria del rilevato stradale occorre assicurare che il veicolo in svio mantenga la sua stabilità anche in fase di rollio a seguito dell'urto sulla barriera. Può infatti verificarsi che le ruote del veicolo in svio, a causa della deformazione della barriera si vengano a trovare in corrispondenza della scarpata.²

In questo documento viene presentata la misura della geometria del rilevato specificando la modalità di esecuzione e le grandezze da rilevare.

Relativamente alla resistenza del terreno nel sito di installazione ed alla modalità di interazione tra il paletto della barriera ed il terreno, il rapporto tecnico UNI indica metodologie di prova basate sulla interazione con il terreno di supporto di un paletto singolo infisso al quale viene applicato un carico secondo diverse modalità:

- carico dinamico consistente nell'urto di una massa battente sul paletto,
- carico quasi-statico di tiro o di spinta applicato al paletto.

In coerenza con i contenuti del documento UX114, in questo documento viene descritta la metodologia di misura basata sulla applicazione al paletto di un carico quasi statico di spinta (prova di push). La stessa metodologia è impiegata per la misura della resistenza del terreno nel sito di installazione con l'applicazione del carico su un profilo metallico di riferimento.

Questa metodologia di prova è ritenuta maggiormente idonea all'uso in ragione:

- della preferenza per modalità esecutive rapide e di basso impatto sulla circolazione,
- della minor dispersione dei risultati delle prove di spinta (PUSH) rispetto alle prove di tiro,
- della disponibilità a mercato di macchinari dedicati alle prove quasi-statiche di PUSH.

Per le prove con applicazione del carico quasi - statico di tiro (prova PULL), che comporta l'impiego di mezzi di cantiere, si rimanda ad una modalità esecutiva definita per i singoli casi dai soggetti coinvolti: produttore, installatore, direzione lavori e laboratorio di prova, se coinvolto come parte terza.

Per le modalità di effettuazione delle prove di tipo dinamico si rimanda alle istruzioni fornite dai laboratori che le applicano e che, per la loro esecuzione, hanno messo a punto strumentazione e macchinari specifici.

² UNI TR 11785:2020: si rimanda al sottocapitolo 4.2.2 – Effetto sulla stabilità del veicolo

L'esecuzione della prova di push consente di misurare (o calcolare in base ai dati misurati) una serie di grandezze specifiche, come indicato nei paragrafi successivi.

Resta inteso che, per le misure effettuate sul sito di installazione, le grandezze da considerare sono quelle per le quali il manuale del produttore contiene valori di riferimento misurati in campo prova.

5.1 Misura della geometria del rilevato

La misura è necessaria per la verifica della esigenza di inserimento della barriera e della compatibilità geometrica del rilevato nei confronti della barriera da installare.

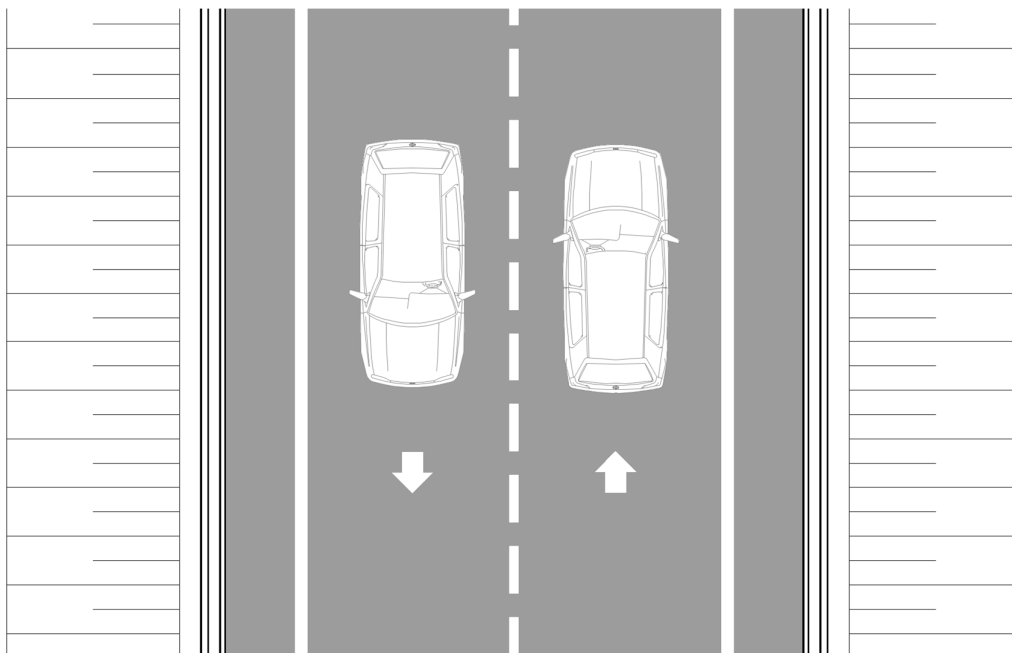
I documenti UNITR 11785 e la Circolare MIT 62032 del 21 luglio 2010 forniscono indicazioni sugli effetti della distanza dei paletti dal ciglio della scarpata, sul concetto di spazio di lavoro che considera l'effetto della geometria del rilevato sulla stabilità del veicolo in fase di impatto sulla barriera.

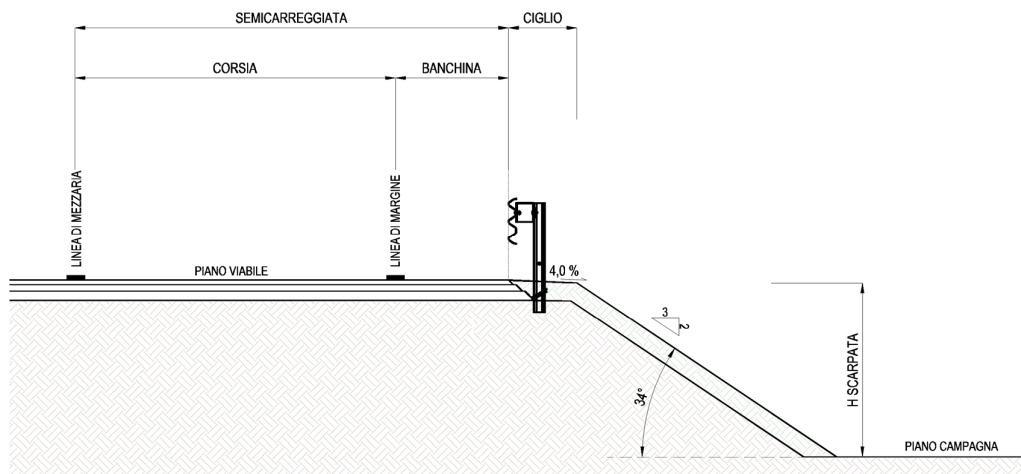
Il DM 2367:2004 riporta i criteri di valutazione della geometria del rilevato per la definizione dei tratti da proteggere.

A tale proposito occorre misurare:

- la distanza del ciglio della scarpata rispetto ad un riferimento certo individuato sul piano stradale (ad esempio, la linea di mezzzeria della corsia più vicina, la linea di margine della carreggiata, l'allineamento di progetto della barriera);
- la pendenza del rilevato;
- l'altezza del rilevato;
- l'allineamento della barriera.

Il ciglio della scarpata è il punto in cui il piano inclinato della scarpata interseca il piano campagna o il piano stradale adiacente.





Si consiglia di rilevare almeno 3 sezioni trasversali significative con cadenza riferita alla lunghezza di funzionamento del dispositivo.

5.2 Strumentazione per la misura della geometria del rilevato

Per eseguire le misure in modo speditivo ed accurato è suggerito l'impiego di adeguata strumentazione topografica e/o di un ricevitore GNSS.

5.3 Misura della resistenza del terreno nelle condizioni di installazione

Lo scopo della misura è quello di valutare la resistenza offerta dal terreno nelle condizioni di installazione mediante una prova di spinta in modalità quasi statica utilizzando un profilo metallico standard.

Il profilo è un HEB120 in acciaio di qualità S355, caratterizzato da una resistenza elevata, tale da non condizionare l'esito della misura stessa.

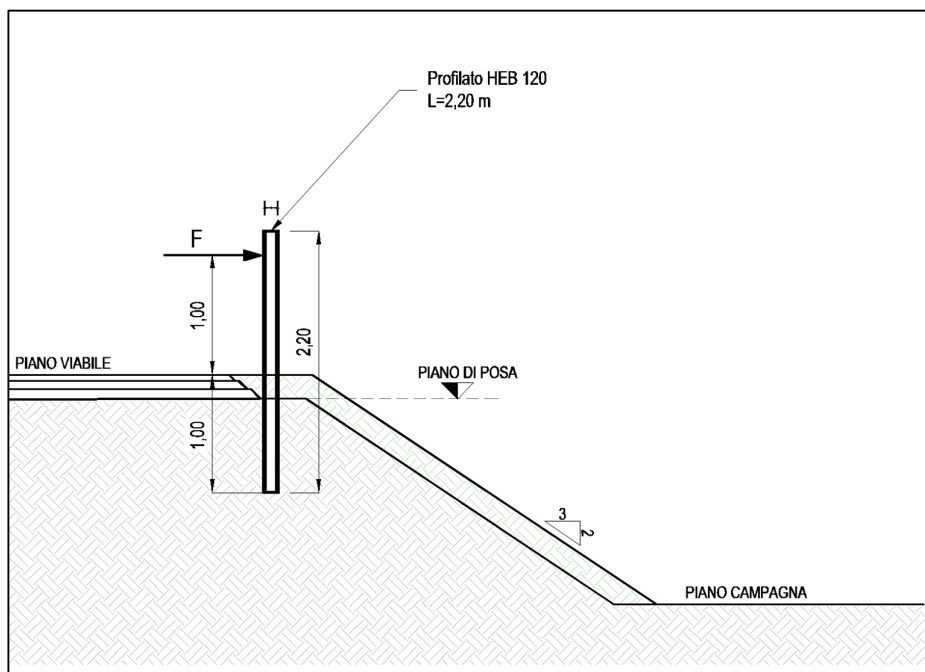
Nota:

Avendo escluso l'influenza del profilo, il grado di vincolo tra paletto e terreno è condizionato dai fattori restanti quali, la profondità di infissione, la distanza del punto di infissione dal ciglio della scarpata e la resistenza intrinseca del terreno. Il documento UNITR 11785 indica come obiettivo della prova la misura della resistenza del terreno per una profondità di infissione del paletto standard e pari ad 1 metro senza fornire ulteriori indicazioni.

La prassi corrente secondo la quale la prova viene effettuata prevede che nel sito di installazione il profilo venga infisso in un punto scelto per l'allineamento della barriera e ad una profondità di 1 metro rispetto al piano viabile. Questa scelta può comportare una profondità di infissione nel terreno variabile in funzione dell'altezza del piano di posa rispetto al piano viabile.

La prova così condotta restituisce una informazione utile in fase progettuale per valutare la diversa resistenza offerta dal terreno nel sito di installazione rispetto al campo prova e valutare i dispositivi idonei o adattabili all'impiego nel sito specifico.

Nella figura seguente è riportato lo schema della misura.



All'allegato E del documento UNITR 11785 sono indicate sommariamente le modalità esecutive della misura.

Il profilo HEB deve essere posizionato in corrispondenza dell'allineamento della barriera stradale nella posizione prevista nel progetto.

Il profilo HEB deve essere orientato con ali parallele all'asse longitudinale della barriera.

La profondità di infissione standard del profilo è pari a 1 metro misurato a partire dal piano viabile. La prova può essere ripetuta per valori di profondità di infissione diversi al fine di ottenere una caratterizzazione del terreno più dettagliata utile per il progettista nella valutazione dell'impiego della barriera (ad esempio per barriere con paletti di lunghezza maggiorata).

In figura è rappresentato il posizionamento del profilo HEB rispetto all'allineamento della barriera e la profondità di infissione rispetto piano viabile.

L'altezza del punto di applicazione della forza di spinta deve essere pari a 1 metro misurato a partire dal piano viabile.

La tolleranza relativa all'altezza del punto di applicazione della forza, indicata all'allegato E della UNITR 11785, non è praticabile con le attrezzature di prova disponibili. Si raccomanda il rispetto della tolleranza indicata nello stesso documento per la profondità di infissione del profilo HEB120 e pari a 2,5 cm.

Per tenere in conto l'abbassamento, durante la fase di spinta, del punto sommitale del profilo HEB120, la sua lunghezza deve essere superiore a 2 metri, ad esempio di 2,20 m.

Per garantire l'assenza dell'effetto di torsione del profilo HEB, la spinta deve essere applicata in asse con l'anima del profilo.

La spinta deve essere effettuata con una velocità massima di applicazione del carico di 20 mm/s. Rispetto alla indicazione del documento UNITR 11785 occorre rilevare che la variabilità della forza resistente del terreno può comportare, durante l'esecuzione della prova, scostamenti rispetto al valore di velocità indicato. Valori di velocità inferiori a 5 mm/s sono da considerare anomali.

La prova ha termine al verificarsi di una delle seguenti condizioni:

- lo spostamento del punto di spinta è pari a 40 cm, oppure
- la forza applicata F raggiunta è pari a 45 kN.

Al termine della prova devono essere rilevati:

- il valore massimo della forza F applicata [F_{MAX}]
- il valore di spostamento massimo raggiunto

La resistenza del terreno cresce al crescere dei valori di F_{MAX} .

In base al valore F_{MAX} sono stati definiti criteri di classificazione della resistenza del terreno diversi e non coerenti. Si raccomanda pertanto di fare riferimento al valore di F_{MAX} arrotondato ed espresso in [kN].

Dal punto di vista operativo la finalità è quella di mettere in relazione i valori di resistenza del terreno utilizzato in campo prova e quello esistente nel sito di installazione.

5.4 Misura dell'interazione paletto - terreno

Lo scopo della misura è quello di valutare la modalità di interazione paletto - terreno mediante l'esecuzione di una prova di spinta in modalità quasi statica sul paletto della barriera oggetto di valutazione.

Si tratta di una prova di carico volta a determinare la capacità portante e la rigidità del paletto in relazione alle caratteristiche meccaniche del terreno circostante, valutando il comportamento tensione-deformazione e l'eventuale mobilitazione dei meccanismi di attrito laterale.

Al paragrafo 4.3 del documento UNITR 11785 sono indicate sommariamente le modalità esecutive della misura.

Il paletto deve essere posizionato in corrispondenza dell'allineamento della barriera stradale nella posizione prevista nel progetto.

L'orientamento del paletto deve essere coerente con la modalità di installazione del modello di barriera previsto.

La profondità di infissione è pari a quella prevista nel progetto di installazione della barriera (paletto sottoposto a crash test o secondo configurazione modificata) ed è misurata dal piano di posa della barriera.

Eventuali dislivelli tra il piano viabile ed il piano di posa della barriera comportano in via generale criticità per quanto riguarda l'esecuzione della prova e l'installazione del dispositivo; tali situazioni devono essere affrontate in base alle indicazioni del produttore della barriera (a titolo esemplificativo potrebbe essere richiesta la misurazione della profondità di infissione a partire dal piano viabile).

La forza è applicata ad una altezza compresa tipicamente tra 60 cm e 1 metro misurato a partire dal piano di posa della barriera. La scelta dell'altezza di applicazione della forza è in capo al produttore ed è in funzione della praticabilità della prova con paletti di barriere più performanti e con terreni ad elevata resistenza.

Nota :

dopo alcuni anni di esecuzione della prova secondo le indicazioni del documento UNITR 11785, le aziende impegnate nella redazione del presente documento hanno confermato la

possibilità di **uniformare l'altezza di applicazione del carico al valore di 60 cm misurato dal piano di posa.**

Questa scelta ha come obiettivo quello di ridurre le incertezze in fase di esecuzione della misura o nel confronto tra prodotti alternativi.

Per tutti i crash test eseguiti in data successiva a quella della pubblicazione del presente documento la manualistica del prodotto sarà uniformata all'indicazione sopra riportata.

Si raccomanda che in campo prova e nel sito di installazione le forze siano applicate alla stessa altezza, considerata una tolleranza di 2.5 cm.

Per garantire l'assenza dell'effetto di torsione del paletto, l'applicazione della spinta deve essere mantenuta ortogonale alla faccia del paletto su cui il carico viene applicato.

La spinta deve essere effettuata con una velocità massima di applicazione del carico di 20 mm/s. Rispetto alla indicazione del documento UNITR 11785 occorre rilevare che la variabilità della forza resistente del terreno può comportare, durante l'esecuzione della prova, scostamenti rispetto al valore di velocità indicato. Valori di velocità inferiori a 5 mm/s sono da considerare anomali.

L'applicazione della spinta prosegue fino al raggiungimento di uno spostamento laterale massimo definito dal produttore per il punto di applicazione della forza sul paletto. Tipicamente lo spostamento laterale massimo raggiunto è compreso tra 40 e 60 cm.

Nota :

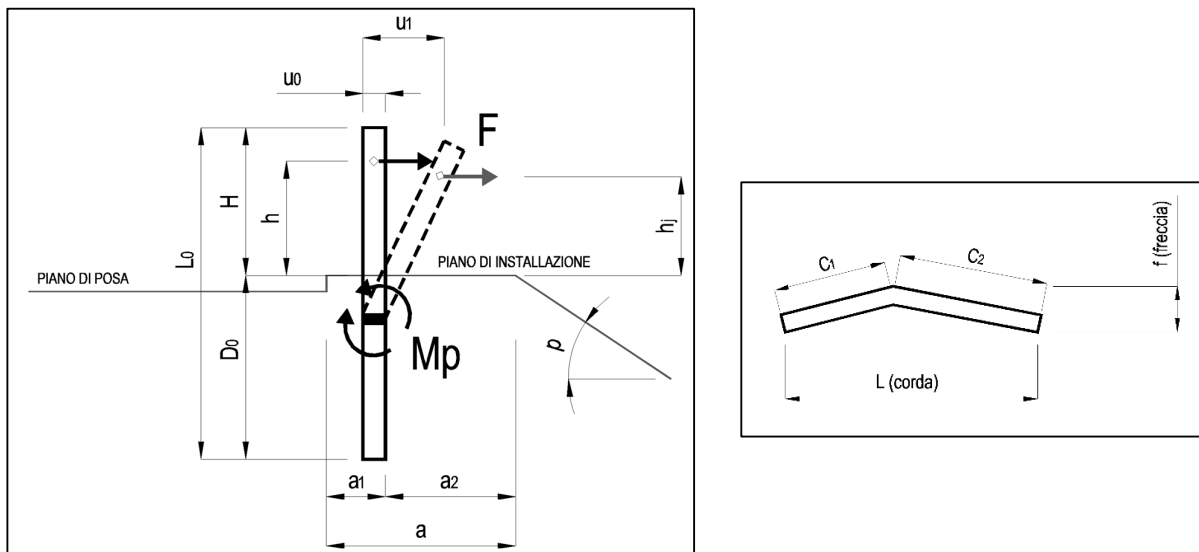
dopo alcuni anni di esecuzione della prova secondo le indicazioni del documento UNI TR11785, le aziende impegnate nella redazione del presente documento hanno confermato la possibilità di uniformare lo spostamento laterale massimo del punto di applicazione del carico al valore di 40 cm.

Questa scelta ha come obiettivo quello di ridurre le incertezze in fase di esecuzione della misura o nel confronto tra prodotti alternativi.

I manuali dei nuovi prodotti immessi sul mercato a seguito della pubblicazione del presente documento saranno uniformati all'indicazione sopra riportata.

In funzione della consistenza del terreno e dell'inerzia della sezione del paletto, durante l'esecuzione della prova si può osservare o meno la formazione della cerniera plastica sul paletto.

In figura è rappresentato il cinematismo della prova con le grandezze significative misurate nelle successive fasi della prova.



con:

- L_0 Lunghezza del paletto di prova [mm]
- D_0 Profondità di infissione rispetto al piano di installazione [cm]
- H Altezza fuori terra del paletto [cm] rispetto al piano di installazione
- H Altezza dal piano di installazione [cm] del punto di applicazione del carico
- S Altezza del piano di installazione rispetto al piano di prova [cm]
- a_1 Distanza retropaletto dal ciglio stradale [cm]
- a_2 Distanza tra retropaletto e ciglio dell'arginello [cm]
- a Larghezza dell'arginello [cm]
- p Pendenza della scarpata del rilevato [°]
- h_j Altezza del punto di applicazione del carico durante le fasi di carico [cm]
- Δ Profondità di formazione della cerniera plastica rispetto al piano di installazione [cm]
- C_1 Distanza dalla base del paletto, dopo estrazione, del punto di piega su lato concavo [cm]
- C_2 Distanza dalla sommità del paletto, dopo estrazione, del punto di piega su lato concavo [cm]
- L Corda della barriera deformata [cm], dopo estrazione
- F Freccia della barriera deformata [cm], dopo estrazione
- F Azione orizzontale applicata [kN]
- M_p Momento plastico della sezione del paletto nella direzione di carico [kNm]
- u_0 Spostamento orizzontale del paletto in corrispondenza del piano di installazione [cm]
- u_1 Spostamento orizzontale del paletto in corrispondenza del punto di applicazione del carico [cm]

Prima dell'applicazione del carico occorre rilevare le dimensioni a_1 , a_2 , a , p , H , h , D_0 , s .

Durante la fase di spinta la misura riguarda i valori di forza e spostamento da rilevare con passo di $10^{\pm 1}$ mm per lo spostamento o di $1^{\pm 0,2}$ kN per la forza.

Le grandezze acquisite vengono rappresentate sul grafico forza-spostamento

Al termine della prova si misurano:

- lo spostamento orizzontale u_1 espresso in [m] in corrispondenza del punto di applicazione del carico,
- la forza F espressa in [kN] raggiunta con lo spostamento massimo e lo spostamento trasversale u_0 espresso in [m] alla base del paletto, assumendo come riferimento il valore iniziale.

Terminata la prova, è prevista l'estrazione del paletto per la misurazione delle grandezze C_1 , C_2 , L , f relative alla cerniera plastica se presente.

In alcuni casi, ad esempio con paletto infisso in un suolo con misto cementato, non è possibile effettuare l'estrazione del paletto senza apportare ulteriori deformazioni. In questi casi ci si limita a registrare la presenza o l'assenza della cerniera plastica.

In base ai dati rilevati si calcola il lavoro compiuto fino allo spostamento massimo [integrale dell'area sottesa dalla curva forza – spostamento].

5.5 Attrezzature e strumentazione di misura per le prove di push

Nel seguito sono indicati i requisiti minimi delle attrezzature e della strumentazione utilizzati per le prove di push quasi statico [rif par 5.2 e 5.3] al fine di assicurare la riproducibilità delle misurazioni effettuate.

Ad oggi sono in uso attrezzature e strumentazioni diverse per l'esecuzione della prova che prevede la disponibilità di un battipalo eventualmente integrato con l'attrezzatura di prova.

Il paletto deve essere infisso secondo le indicazioni del produttore; il battipalo impiegato per l'infissione deve garantire la verticalità e l'assenza di torsione.

Il sistema di applicazione del carico consiste in un martinetto idraulico o elettromeccanico integrato nel battipalo o impiegabile in modo autonomo.

Nella fase di applicazione del carico deve essere evitata la rotazione del paletto.

Il subentro di un effetto di torsione sul paletto comporta un elevato assorbimento di energia meccanica ed invalida il risultato della prova.

Per evitare l'effetto di torsione del paletto occorre che il martinetto sia dotato di una testata di contatto idonea; ad esempio, la testata può essere conformata ad U per avvolgere la testa del paletto e con la presenza di due rulli sulle facce laterali rispetto alla direzione di spinta.

Un terzo rullo applicato sul piano verticale nella direzione di spinta consente al martinetto di seguire la testa del paletto che progressivamente si abbassa durante l'esecuzione della spinta.

Nell'esecuzione della prova di push occorre minimizzare i movimenti parassiti dell'attrezzatura assicurandone l'ancoraggio al terreno mediante zavorramento o con la creazione di vincoli di contrasto ancorati a strutture fisse.

L'assenza di movimenti parassiti deve essere verificata mediante comparatore visivo.

Nella fase di spinta l'attrezzatura di prova deve consentire la misurazione e la registrazione delle seguenti grandezze:

- la forza applicata al paletto [kN]
- lo spostamento del paletto [cm]
- il tempo di campionamento [s]

La lettura della forza applicata dal martinetto deve essere effettuata mediante una cella di carico dotata di un rapporto di taratura. In alternativa è possibile la lettura indiretta della forza con l'impiego di trasduttori oleodinamici per la misura della pressione nel circuito oleodinamico.

Per la misura degli spostamenti il macchinario deve disporre di estensimetro che consenta letture sincronizzate con le forze, possibilmente con unico acquirente dei dati, per la restituzione della curva forza – spostamento.

Prima dell'esecuzione della prova di push deve essere seguita una procedura di taratura con le verifiche di:

- posizionamento del macchinario di prova rispetto al paletto della barriera;
- ancoraggio del macchinario con reazione al suolo sufficiente per il contrasto con le forze applicate durante la prova;
- altezza del punto di applicazione del carico mediante la regolazione dell'altezza dello spintore;
- allineamento dello spintore e del dispositivo di contenimento della testa del paletto per evitarne la rotazione durante l'applicazione del carico.

5.6 Modalità di certificazione della misura di push

Le prove di push su paletto singolo possono essere effettuate dall'Esecutore del contratto e gestite in regime di contraddittorio con la Direzione Lavori.

In questi casi la Direzione Lavori e l'Esecutore si assumono la responsabilità della correttezza dell'esecuzione delle prove.

In alternativa la Direzione Lavori può avvalersi di un laboratorio autorizzato ai sensi del DPR 380:2001 [Circolare 633 per le prove in situ - elenco A prove di carico] o accreditato ai sensi della ISO/IEC 17025.

I sistemi di misurazione della forza con cella di carico o sistema oleodinamico e degli spostamenti con trasduttore di spostamento devono essere dotati di certificato di taratura o di rapporto di taratura metrologicamente riferibile emesso da laboratorio di taratura LAT accreditato Accredia ai sensi della ISO IEC 17025.

Il certificato o rapporto di taratura deve essere basato sulle procedure:

- UNI EN ISO 9513:2013 *Materiali metallici - Taratura degli estensimetri utilizzati nelle prove uniassiali* o metodo equivalente purché accreditato;
- UNI EN ISO 7500-1:2018 *Materiali metallici – Taratura e verifica delle macchine per prove statiche uniassiali – Parte 1: Macchine per prove di trazione/compressione – Taratura e verifica del sistema di misura della forza* o metodo equivalente purché accreditato.

Le attrezzature impiegate devono garantire la sicurezza degli operatori. Considerate le attività svolte l'accesso all'area di prova deve essere consentito a soli operatori qualificati.

6. Misure relative alle installazioni su cordolo in calcestruzzo

In questo documento sono trattate le misure relative alle barriere di sicurezza a paletti installate sui cordoli stradali ancorati a terra o su impalcato.

I cordoli esistenti su strada possono differire sensibilmente, per forma, consistenza, omogeneità e condizioni dell'armatura interna, dalla tipologia di supporto realizzato in campo prova.

Anche le modalità di ancoraggio della barriera possono differire da quelle effettuate in campo prova.

Per le procedure da seguire in questi casi per valutare la funzionalità della barriera in opera si rimanda al documento UX128 *Linea guida per la validazione del corretto funzionamento delle barriere di sicurezza installate su cordolo in calcestruzzo armato*.

In questa sede vengono descritte le misurazioni da effettuare a supporto delle attività da svolgere nelle fasi di:

- progetto dell'installazione con la verifica dell'idoneità dell'ancoraggio della barriera al cordolo esistente in opera;
- verifica a fine installazione della funzionalità dell'ancoraggio realizzato;
- ispezione, per il controllo del mantenimento della prestazione nel tempo.

In fase progettuale si rendono necessarie indagini per verificare le caratteristiche del cordolo esistente in opera. In questa sede vengono fornite indicazioni per la misura della geometria del cordolo.

Per la verifica di un sistema di ancoraggio, difforme da quello realizzato in fase di crash test, possono rendersi necessarie misure di pull out per verificare la tenuta del sistema ancoraggio / calcestruzzo. In questo caso le misure di pull out sono in genere effettuate nella modalità di prova non confinata su barre sacrificali.

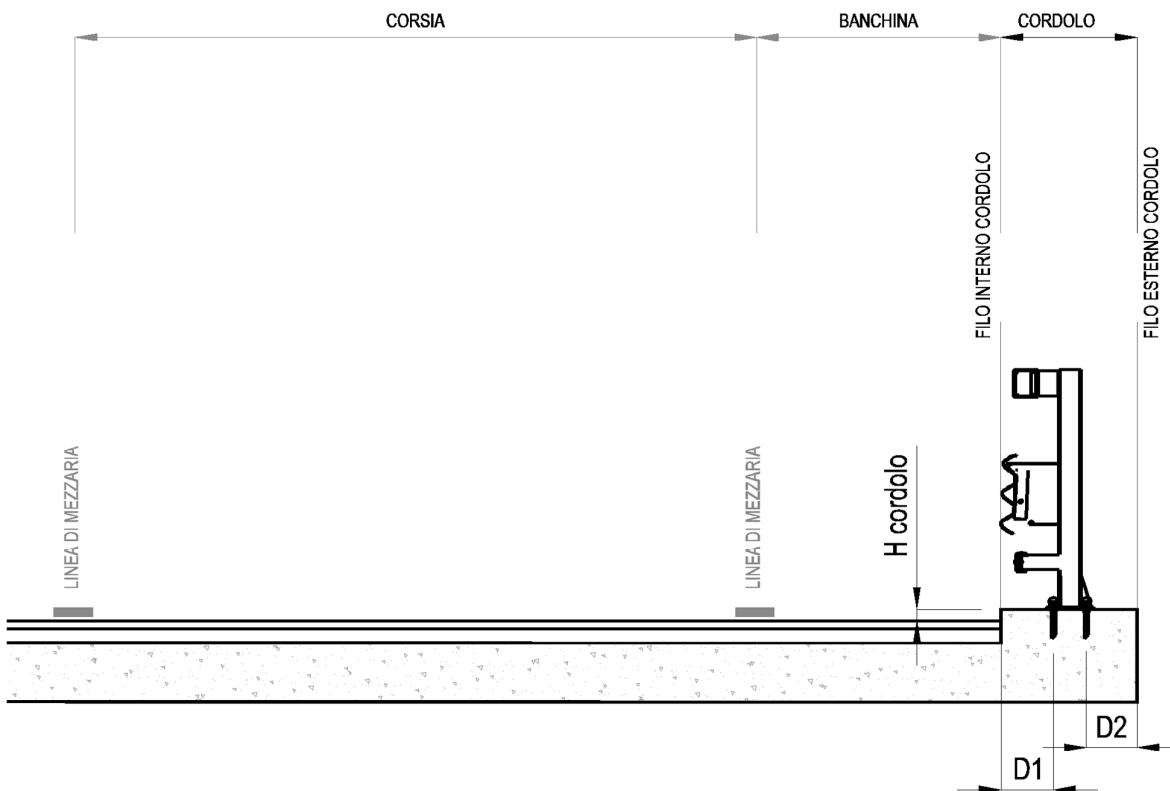
Al termine delle attività di posa della barriera per la verifica della corretta posa del sistema di ancoraggio, si effettuano prove di pull out di tipo confinato.

In fase ispettiva per la verifica del mantenimento della prestazione nel tempo del sistema di ancoraggio, si effettuano prove di pull out di tipo confinato.

6.1 Misura della geometria del cordolo e del posizionamento degli ancoraggi

La misura è necessaria per la verifica del corretto posizionamento degli ancoraggi della barriera di sicurezza stradale.

Nello schema seguente sono indicate le dimensioni geometriche da rilevare.



6.2 Misura di pull out di tipo non confinato

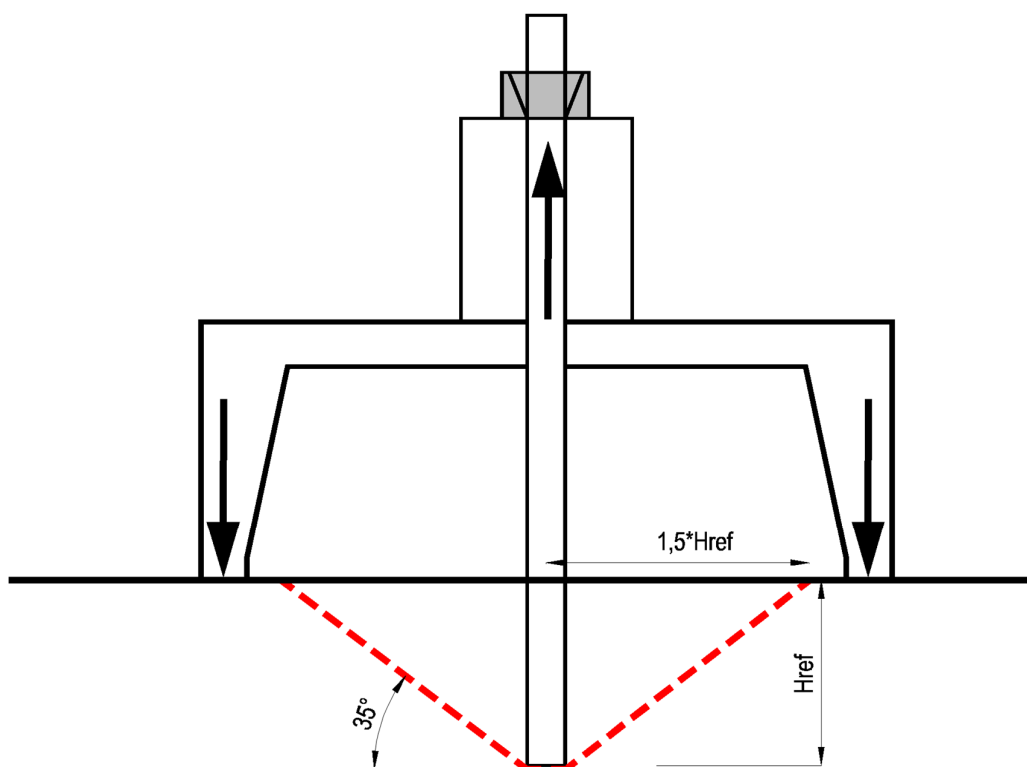
La prova di *pull-out* eseguita sul sistema di ancoraggio delle barriere di sicurezza al cordolo in calcestruzzo consiste nell'applicazione, mediante un martinetto idraulico, di una forza assiale di estrazione sulla barra di ancoraggio.

La misura è definita di tipo non confinata quando la forza di contrasto del martinetto è esercitata sul cordolo in calcestruzzo.

In questa configurazione di prova, nel caso di un sistema di ancoraggio chimico, la resistenza all'estrazione è fornita dal calcestruzzo del cordolo e dall'ancorante chimico, attraverso il meccanismo di adesione sia alla superficie della barra di ancoraggio che alla parete interna del foro praticato nel calcestruzzo.

Nel caso invece di un sistema di ancoraggio meccanico, la resistenza è garantita dal cordolo in calcestruzzo e dal dispositivo di espansione o fissaggio meccanico che assicura il bloccaggio della barra al cordolo.

Per l'esecuzione della misura di *pull-out* non confinata, il martinetto idraulico deve essere montato su un sistema di supporto "a sgabello", che consente l'appoggio sul cordolo in calcestruzzo in punti esterni a una circonferenza tracciata sul cordolo stesso. Tale circonferenza deve avere centro coincidente con l'asse della barra di ancoraggio e diametro determinato in funzione della lunghezza della barra, come illustrato in figura.



In questo modo è garantita la possibilità di applicare la forza di estrazione senza interferenze o effetti di confinamento locali sul calcestruzzo nell'area circostante il punto di ancoraggio.

6.3 Misura di pull out di tipo confinato

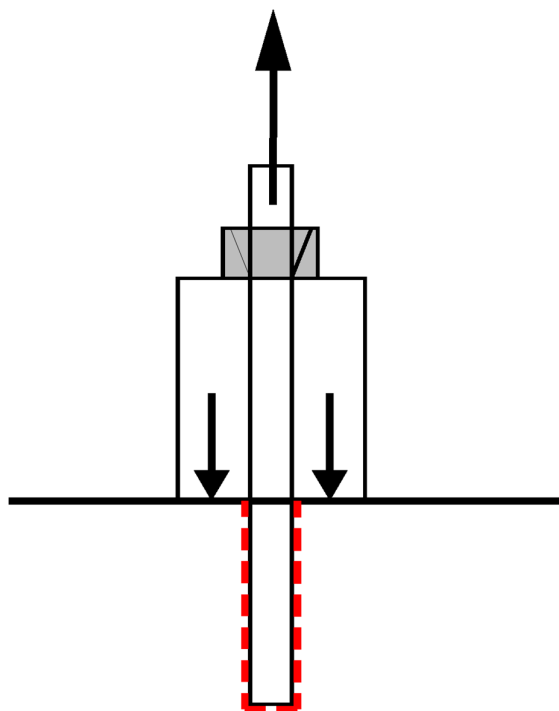
La prova di *pull-out* eseguita sul sistema di ancoraggio delle barriere di sicurezza al cordolo in calcestruzzo consiste nell'applicazione, mediante un martinetto idraulico, di una forza assiale di estrazione sulla barra di ancoraggio.

La misura è definita di tipo confinato quando la forza di contrasto del martinetto è esercitata sulla piastra di base del paletto della barriera di sicurezza.

In questa configurazione di prova, nel caso di un sistema di ancoraggio chimico, la resistenza all'estrazione è fornita dall'ancorante chimico, attraverso il meccanismo di adesione sia alla superficie della barra di ancoraggio sia alla parete interna del foro praticato nel calcestruzzo.

Nel caso invece di un sistema di ancoraggio meccanico, la resistenza è garantita dal dispositivo di espansione o fissaggio meccanico che assicura il bloccaggio della barra al cordolo.

Per l'esecuzione della misura di *pull-out* confinata, il martinetto idraulico può essere dotato di manicotti e/o prolunghe per assicurare il contrasto sulla piastra di base del paletto come illustrato in figura:



6.4 Attrezzature e strumentazione di misura per le prove di pull out

Le attrezzature di misura per l'esecuzione della prova di pull out comprendono:

- un martinetto idraulico di idonea portata;
- una pompa idraulica manuale con manometro digitale per la taratura della forza applicata attraverso la curva di correlazione con la pressione del circuito oleodinamico;
- adattamenti o predisposizioni [manicotti /tubi / barra filettata di prolunga...] per l'applicazione del carico coassiale con i vincoli geometrici della barriera installata
- adattamenti o predisposizioni [telaio di contrasto distanziale] per ottenere la forza di contrasto dalla superficie del cordolo

6.5 Modalità di certificazione della misura di pull out

Le prove di pull out sui sistemi di ancoraggio delle barriere di sicurezza ai cordoli di fondazione possono essere effettuate dall'esecutore del contratto e gestite in regime di contraddittorio con la Direzione Lavori.

La Direzione Lavori può avvalersi di un laboratorio autorizzato ai sensi del DPR 380:2001 [Circolare 633 per le prove in situ - elenco A prove di carico] o accreditato ai sensi della ISO/IEC 17025.

I sistemi di determinazione della forza attraverso la misura della pressione nel circuito oleodinamico devono essere dotati di certificato di taratura emesso da laboratorio di taratura LAT accreditato Accredia ai sensi della ISO IEC 17025.

Il certificato o rapporto di taratura deve essere basato sulla procedura UNI EN ISO 7500-1:2018 *Materiali metallici – Taratura e verifica delle macchine per prove statiche uniassiali – Parte 1: Macchine per prove di trazione/compressione – Taratura e verifica del sistema di misura della forza*

Le attrezzature impiegate devono garantire la sicurezza degli operatori. Considerate le attività svolte l'accesso all'area di prova deve essere consentito a soli operatori qualificati.



UNICMI

Unione Nazionale delle Industrie delle Costruzioni Metalliche dell'Involucro e dei serramenti
Via S.G.B de La Salle, 4/4a - 20132 Milano - Telefono 023192061 - Fax 0231920632
unicmi@unicmi.it - www.unicmi.it