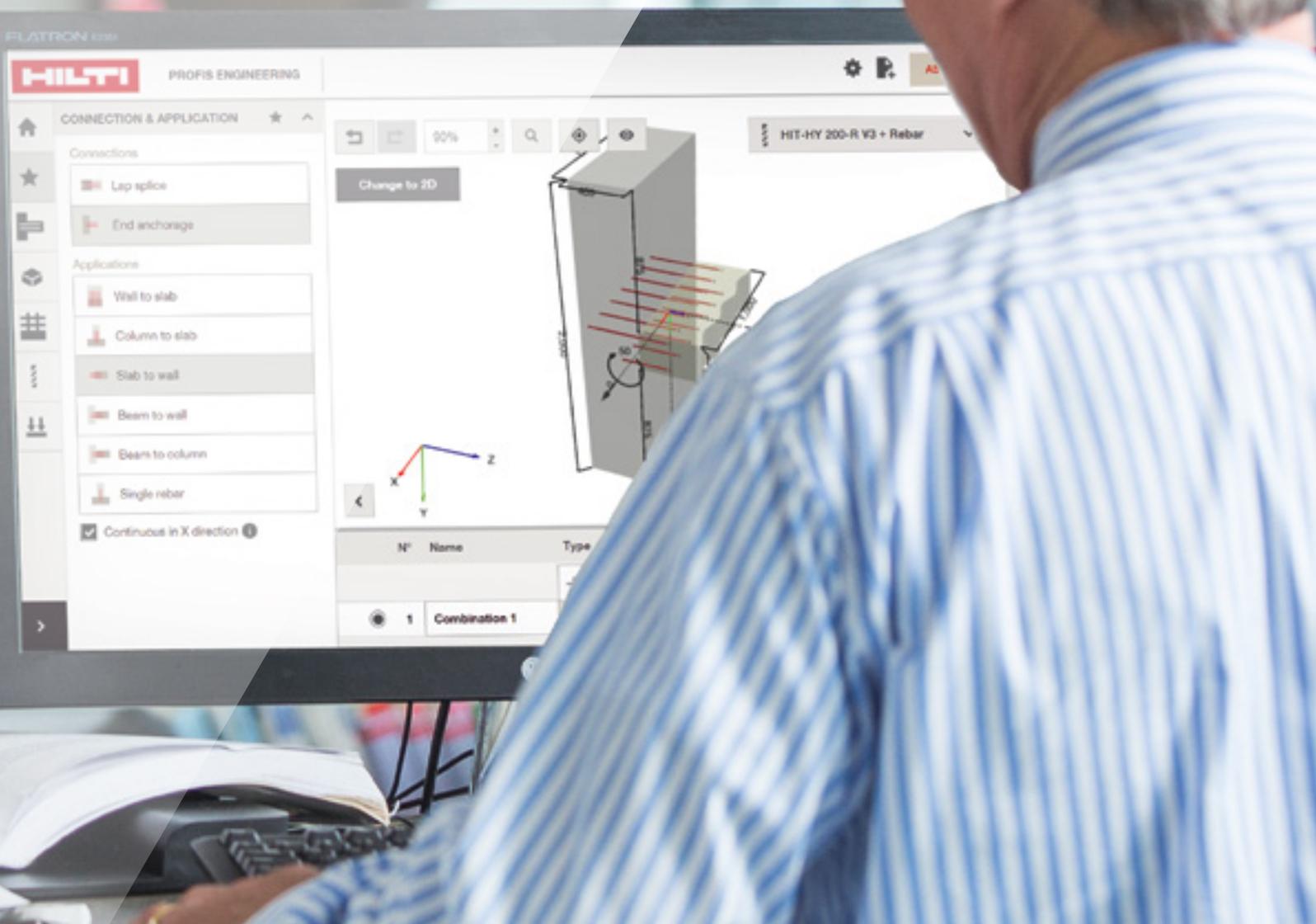




LA RIVOLUZIONE NEI FERRI DI RIPRESA POST-INSTALLATI

**Hilti HIT-RE 500 V4, HIT-HY 200-R V3
e linee guida europee TR 069:
prestazioni imbattibili e una gamma
di nuove applicazioni sismiche**



AMBITI LIMITATI SINORA

Fino a oggi, l'Eurocodice 2 limitava il campo di applicazione dei ferri di ripresa post-installati



LA RIVOLUZIONE

Negli ultimi anni, le connessioni con ferri di ripresa post-installati sono diventate una consolidata soluzione di impiego quotidiano: trovano spazio infatti sia nei lavori su strutture già esistenti, sia in nuove costruzioni, in un'ampia gamma di configurazioni, come connessioni tra soletta e parete, l'ancoraggio di pianerottoli per scale, la connessione di solette a sbalzo o l'ancoraggio di colonne a fondazioni esistenti.

Quando si tratta di rinforzare strutture in calcestruzzo già esistenti, per migliorarne le prestazioni, i ferri post-installati consentono sia di estendere pilastri o travi e solette a sbalzo sia di connettere nuovi elementi strutturali in calcestruzzo.

Fino al 2018, le armature post-installate venivano valutate attraverso l'EAD 330087 e più recentemente anche secondo l'EAD 332402. Tuttavia, l'EAD non riporta regole progettuali ma semplicemente le procedure e test da eseguire per ottenere l'approvazione ETA che contiene i dati tecnici e prestazionali del prodotto.

Dopo diversi anni di intensa ricerca e sperimentazione, è stato pubblicato nel 2019 l'EOTA TR 069 che copre la progettazione statica anche per nodi rigidi post-installati. A partire dal 2022 è stato esteso l'ambito di applicazione includendo sia la progettazione per la vita utile a 100 anni e sia la progettazione sismica. Hilti è ora in grado di offrire un sistema rivoluzionario per connessioni in calcestruzzo, che comprende:

- Nuovo software – PROFIS Engineering, facile da usare, calcoli per ottimizzare la soluzione e creazione di tutta la documentazione necessaria.
- Il metodo di progettazione – EOTA TR 069, che tiene conto della reale tensione di aderenza del prodotto è già implementato in PROFIS Engineering.
- Prodotti: gli ancoranti chimici HIT-RE 500 V4 e HIT-HY 200-R V3, approvati ETA per una vita utile di 100 anni.
- Prodotti: l'ancorante chimico HIT-RE 500 V4 è finalmente approvato ETA per applicazioni simiche per nodi rigidi secondo il TR 069.

» L'aggiornamento del TR 069 include la progettazione di connessioni rigide tra elementi in calcestruzzo per una vita utile fino a 100 anni e resistenti a carichi statici e anche sismici.«

LO STATUS QUO

Connessioni con ferri di ripresa post-installati

È possibile progettare connessioni con ferri di ripresa post-installati impiegando prodotti approvati ETA secondo l' EAD 330087 e, seguendo le disposizioni della norma europea vigente per il calcestruzzo armato (EN-1992-1-1).

Il processo di valutazione del prodotto secondo questo EAD mira a verificare l'equivalenza in termini di comportamento carico-spostamento tra ferri gettati in opera e post-installati.

Ovviamente solo le applicazioni che si possono progettare con barre dritte nel caso dei ferri gettati in opera si possono progettare secondo EN-1992-1-1 anche nel caso delle barre post-installate. Tipicamente, le connessioni rigide in calcestruzzo armato devono essere progettate ed eseguite mediante sovrapposizione dei ferri. Tuttavia, ciò non è fattibile nei molti casi in cui non è possibile prevedere anticipatamente tale intervento.



NUOVI ORIZZONTI

Verso una gamma più ampia di applicazioni

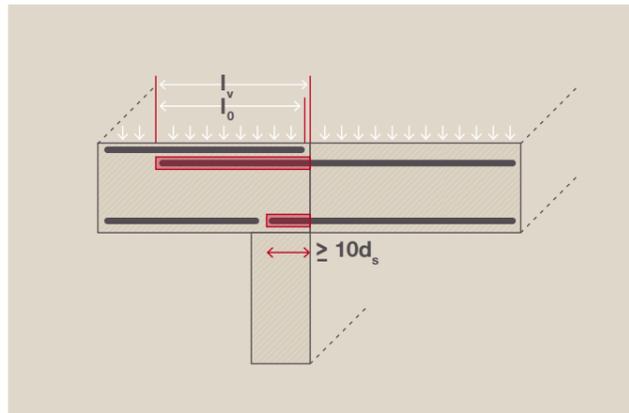


CONNESSIONI RIGIDE

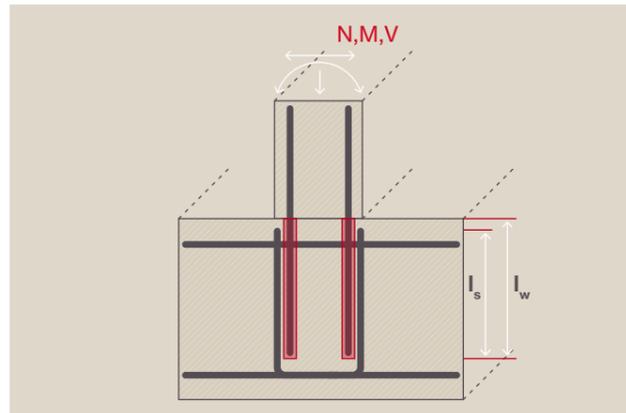
Finora solo con sovrapposizione dei ferri

Finora, le connessioni con ferri post-installati potevano essere eseguite in base a EAD 330087 solo con ferri dritti, consentiti ai sensi della norma EN 1992-1-1 (per carico statico) e ai sensi della EN-1998-1 (per carico sismico). Ciò significa che le connessioni con trasferimento di momento devono essere eseguite con sovrapposizione. In alternativa, metodi a tirante-puntone applicabili in alcune situazioni per il carico statico, non sono validi se il collegamento deve resistere ad azioni sismiche.

Esecuzione di una connessione rigida (con trasferimento di momento) con ferri post-installati mediante sovrapposizione, come previsto da EAD 330087:



Connessione Solaio-Solaio con sovrapposizione di armature (disegno schematico)

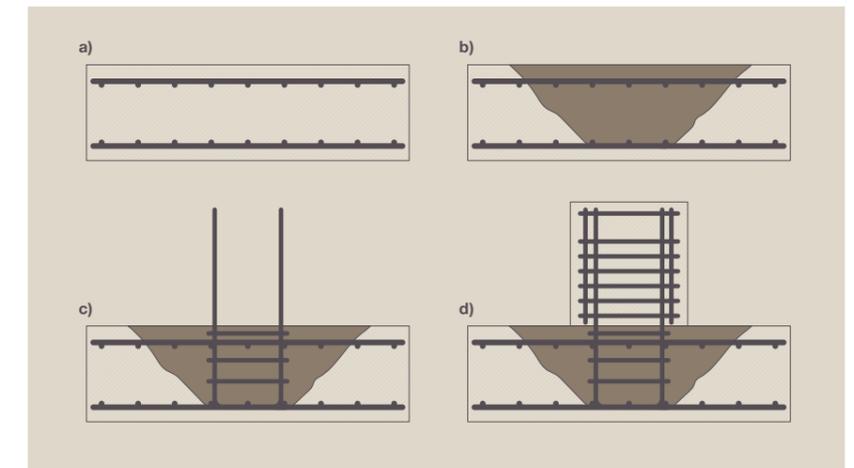


Connessione parete-fondazione con sovrapposizione di armature (disegno schematico)

L'obbligo di realizzare connessioni con trasferimento di momento con ferri di ripresa mediante sovrapposizione dei ferri ha conseguenze rilevanti sull'avanzamento dei lavori, sull'economia del progetto e la sicurezza degli addetti ai lavori:

- La giunzione con sovrapposizione (sovrapposizione pianificata di un ferro gettato in opera con uno post-installato) nelle nuove costruzioni deve essere pianificata e realizzata in loco, ma ciò non è sempre possibile
- Poiché il getto di calcestruzzo avviene per fasi successive, i ferri possono rimanere esposti, con conseguenti problemi come: rischio di danneggiamento dei ferri e la sicurezza degli operai in cantiere.
- La capacità di carico di una giunzione a sovrapposizione composta da due ferri con caratteristiche diverse è determinata dalla capacità del più debole tra i due, ovvero quello gettato in opera. Per questo spesso non è possibile sfruttare a pieno le caratteristiche della resina impiegata. Ciò porta a optare per lunghezze di sovrapposizione che risultano dispendiose.
- Nelle ristrutturazioni, per eseguire una giunzione con sovrapposizione è necessario procedere a una demolizione parziale per esporre il ferro esistente, saldare su di esso il nuovo ferro, quindi ricoprire nuovamente la connessione con calcestruzzo: un'operazione molto lunga e costosa. Ma la vera sfida è che nella quasi totalità dei casi, i ferri pre-gettati in opera da sovrapporre a quelli post-installati non esistono perché non previsti nel progetto della struttura esistente.

Rappresentazione schematica di una connessione con ferri di armatura e demolizione parziale



UNA TAPPA FONDAMENTALE

Nuovo metodo di calcolo di connessioni con ferri di ripresa post-installati



IL NUOVO CRITERIO PROGETTUALE

Il Rapporto tecnico EOTA TR 069 copre il dimensionamento di connessioni rigide post-installate (con trasferimento di momento flettente e senza dover fare la sovrapposizione dei ferri)

Il nuovo Rapporto tecnico EOTA TR 069, pubblicato nel 2019 e aggiornato il 2021 con il titolo "Design method for anchorages of postinstalled reinforcing bars (rebar) with improved bondsplitting behavior as compared to en 1992-1-1" consente di progettare connessioni in calcestruzzo armato con trasferimento di momento mediante l'uso di ferri post-installati senza l'uso della configurazione a sovrapposizione. Per fare ciò si ricorre a ferri di armatura

post-installati approvati ETA secondo l'EAD 332402 "Post-installed Reinforcing Bar (Rebar) Connections with improved bond-splitting behavior under static loading". Questo documento espone i metodi e i criteri per valutare il reale comportamento "bond-splitting" dei ferri post-installati che a seconda delle caratteristiche dei prodotti utilizzati, può essere significativamente migliore rispetto al caso di ferri gettati in opera.

TR 069

Tipo di connessione	Rigida con sovrapposizione			Rigida senza sovrapposizione				
Elemento	1 	2 	3 	4 	5 	6 	7 	8
Metodo di progettazione	EN 1992-1-1 & EN 1998-1			TR 069 / EN 1992-1-1 & EN 1998-1				

Applicazioni di connessioni con ferri di ripresa oggetto delle EAD 33087 n. 1-3 (EN 1992-1-1) e EAD 334202 n. 4-8 (TR 069)

HILTI HIT-RE 500 V4 AND HIT-HY 200-R V3: QUALIFIED THROUGH EAD 332402

Vantaggi significativi nella progettazione

Gli ancoranti chimici Hilti HIT-RE 500 V4 e HIT-HY 200-R V3 sono certificati secondo EAD 332402-00-0601 e quindi possono essere dimensionate e impiegate secondo il TR 069. Ciò offre i seguenti vantaggi:

- Una gamma di applicazioni ben più ampia per connessioni con ferri di ripresa post-installati. La recente approvazione ETA per l'ancorante chimico HIT-RE 500 V4 include anche le giunzioni rigide in condizioni sismiche.
- Flessibilità di progettazione delle connessioni in calcestruzzo con trasferimento di momento.
- Minori interruzioni del processo di costruzione per demolizioni parziali.
- Minori rischi per la salute e la sicurezza dovuti alla presenza di ferri in opera che sporgono dalle gettate
- Utilizzo a pieno del potenziale di prestazioni della resina a iniezione, ottimizzando così la soluzione progettuale.
- Connessioni con ferri di ripresa post-installati di gran lunga più durature e sicure, per l'intero ciclo di vita stimato: 100 anni per infrastrutture, 50 anni per edifici.
- Pianificazione, dimensionamento e documentazione del processo di calcolo dei ferri post-installati con il software Hilti PROFIS Engineering.for post-installed rebar using the Hilti PROFIS Engineering design software.

SEMPLICITÀ NELLA PROGETTAZIONE

Il TR 069 unisce norme e linee guida delle costruzioni in calcestruzzo



CALCOLO SECONDO I REQUISITI DELLE NORMATIVE

L'EOTA TR 069 combina i principi della teoria dell'ancoraggio di piastre base a quelli della progettazione delle strutture in calcestruzzo armato

Il nuovo TR 069 unisce i principi progettuali per il calcestruzzo armato (EN 1992-1-1) a quelli per l'ancoraggio di piastre base in acciaio (EN 1992-4). La progettazione secondo EOTA TR 069 è possibile solo se i sistemi di ancoraggio chimico sono classificati secondo EAD 332402. La sola certificazione secondo EAD 330087 non è sufficiente. Il TR 069 illustra in dettaglio le singole modalità di rottura delle connessioni, ovvero:

- Rottura per sventramento dell'acciaio dei ferri di armatura
- Rottura conica del calcestruzzo
- Rottura per bond splitting

La progettazione si basa sul principio della gerarchia delle resistenze, ovvero la resistenza decisiva è quella minima tra le diverse modalità di cedimento. È necessario verificare la rottura dell'acciaio, a rottura conica e bond splitting. Inoltre, è necessario rispettare i requisiti della norma EN 1992-1-1 relativamente alla lunghezza minima di ancoraggio. L'EOTA TR 069 si inserisce quindi nel seguente quadro:

- Fornisce indicazioni per la lunghezza di ancoraggio di ferri post-installati. Il trasferimento del carico tra l'elemento in calcestruzzo nuovo e quello esistente deve essere verificato secondo EC2 (ovvero trasferimento del taglio all'interfaccia dei due elementi).
- Tratta le connessioni con ferri di armatura post-installati su calcestruzzo armato e non armato (non alleggerito e senza fibre) di classe da C20/25 a C50/60.

- Verifica il comportamento a bond splitting al variare del copriferro. La resistenza a bond splitting e i relativi parametri che dipendono dal prodotto sono riportati all'interno della ETA e seguono il processo di qualifica secondo l'EAD 332402.
- Adozione del concetto dei fattori di sicurezza come da EN-1992-1-1 (per lo snervamento dell'acciaio) ed EN-1992-4 (per la rottura conica del calcestruzzo e bond-splitting) garantisce un alto livello di compatibilità dell'output del progetto in conformità con TR 069 con la EN 1992-1-1.



ANCORANTI CHIMICI DALLE PRESTAZIONI IMBATTIBILI

Resine HIT-RE 500 V4 e HIT-HY 200-R V3
per ferri di armatura post-installati

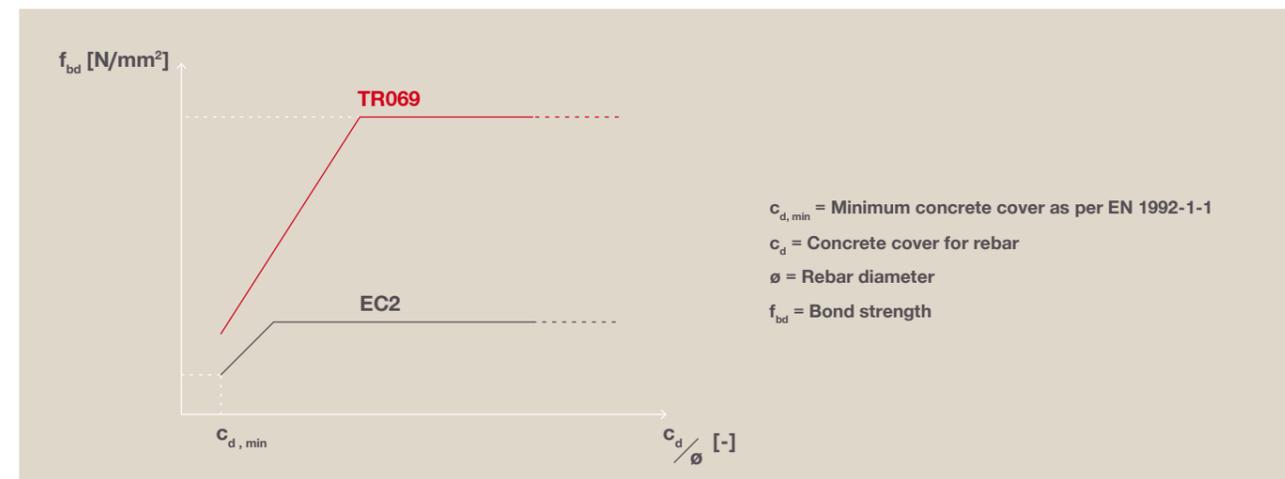


UNA COMBINAZIONE PERFETTA

Calcolo ottimizzato attraverso una tensione di aderenza maggiore

È ben noto che il copriferro (o l'interasse dei ferri) è un parametro chiave che influenza la tensione di aderenza di una barra di armatura. A un copriferro ridotto corrisponde una tensione di aderenza relativamente bassa, che incrementa quando il copriferro aumenta. Il cedimento del ferro post-installato in presenza di copriferro ridotto avviene per fessurazione (splitting), mentre quando ci troviamo lontano dal bordo, la rottura avviene per sfilamento (bond). L'EOTA TR069 identifica questo comportamento (funzione anche del copriferro) come bond-splitting.

Nel grafico seguente sono riportate le curve della tensione di aderenza al variare del copriferro per ferri gettati in opera (EC2) e post-installati con le resine HIT-RE 500 V4 e HIT-HY 200-R V3 (TR069). Dalle prove si evidenzia che le suddette resine migliorano significativamente la tensione di aderenza rispetto a ferri gettati in opera per le stesse condizioni al contorno. Questo tipo di comportamento delle resine post-installate valutato secondo l'EAD 332402 trova impiego nel calcolo resistenza bond splitting secondo l'EOTA TR 069. Ciò consente di ottimizzare la progettazione e la lunghezza di fissaggio.



Bond strength vs. concrete cover/diameter for post-installed rebar connection for a certain installation length and concrete strength, based on Eurocode 2 and TR 069 splitting model

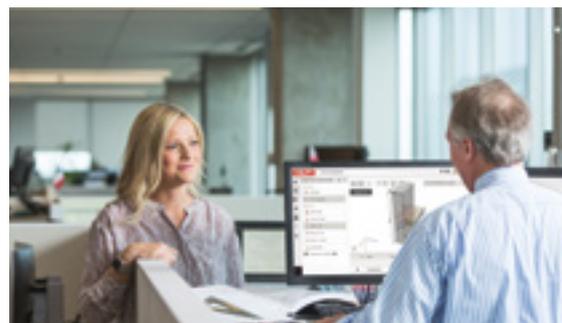
Condizioni di utilizzo degli ancoranti chimici Hilti HIT-RE 500 V4 e HIT-HY 200-R V3 per connessioni con ferri post-installati

Condizioni di utilizzo	HIT-RE 500 V4	HIT-HY 200-R V3
Tipo di connessione	Sovrapposizione di armature o nodi cerniera, Nodi rigidi senza sovrapposizione	Sovrapposizione di armature o nodi cerniera, Nodi rigidi senza sovrapposizione
Carico/Metodo di calcolo/EAD	Statico, Sismico, Fuoco/EN 1992-1-1 / EAD 330087-01-0601 Statico, Sismico/TR 069 / EAD 332402-00-0601-v2	Statico, Sismico, Fuoco/EN 1992-1-1 / EAD 330087-01-0601 Statico/TR 069 / EAD 332402-00-0601-v1
Vita utile	50 anni/100 anni	50 anni/100 anni
Diametro barra di ancoraggio	8 mm - 40 mm	8 mm - 40 mm (fino a 40 mm per progettazione secondo EN-1992-1-1)
Diametro barra di ancoraggio	≤ 3.2 m	≤ 1 m
Intervallo temperatura di esercizio	-5°C fino a 40°C	-10°C fino a 40°C
Tempo di lavorabilità	10 min - 2 h	6 min - 3 h
Tempo di indurimento	4 h - 168 h	1 h - 20 h
Foro asciutto e umido	Si	Si
Fori riempiti d'acqua e applicazioni immerse	Si (solo progettazione con TR069)	No
Hammer drilled hole	Si	Si
Foro con corona diamantata	Si	Si (14 mm - 28 mm)
Tecnologia Hilti SafeSet con irruviditore	Si	Si
Tecnologia Hilti SafeSet con punta cava e aspirazione Hilti	Si	Si

SICUREZZA NEL CALCOLO E NELL'ESECUZIONE

PROFIS Engineering: dimensionamento, calcolo e documentazione in un solo

Il software gratuito di calcolo Hilti PROFIS Engineering permette il calcolo di ogni tipologia di connessione tra elementi in calcestruzzo armato con ferri post-installati: da quelle semplicemente appoggiate a quelle con trasferimento di momento. PROFIS Engineering offre flessibilità ed efficienza, sempre nel rispetto dei più recenti regolamenti e normative (TR 069, EC2). Il sistema genera inoltre un agevole report di calcolo per la documentazione del progetto.



**ACCEDI SUBITO A
PROFIS ENGINEERING**

Voci di capitolato

Giunzioni rigide a momento senza sovrapposizione dei ferri (TR069)

Ancoraggio chimico con HIT-RE 500 V4 oppure HIT-HY 200-R V3 (Statico e Sismico)

Connessione con ferro di ripresa post-installato con resina a iniezione a lento indurimento HILTI HIT-RE 500 V4 (o equivalente) per condizioni Sismiche e Statiche; oppure con resina a iniezione a rapido indurimento HILTI HIT-HY 200-R V3 (o equivalente) per condizioni Statiche.

Diametro ferro di ripresa: ... mm

Profondità di ancoraggio nel calcestruzzo: ... mm

Lunghezza totale del ferro: ... mm

Quantità e posizionamento dei ferri in conformità alle indicazioni di progetto

Installazione secondo l'approvazione ETA utilizzata per i dati tecnici progettuali

Estensioni con sovrapposizione e nodi a cerniera (EN-1992-1-1)

Ancoraggio chimico con HIT-RE 500 V4 (Statico e Sismico) oppure HIT-HY 200-R V3 (Statico)

Connessione con ferro di ripresa post-installato con resina a iniezione a lento indurimento HILTI HIT-RE 500 V4 (o equivalente) oppure con resina a iniezione a rapido indurimento HILTI HIT-HY 200-R V3 (o equivalente) per condizioni Statiche e Sismiche.

Diametro ferro di ripresa: ... mm

Profondità di ancoraggio nel calcestruzzo: ... mm

Lunghezza totale del ferro: ... mm

Quantità e posizionamento dei ferri in conformità alle indicazioni di progetto

Installazione secondo l'approvazione ETA utilizzata per i dati tecnici progettuali

SafeSet: sicurezza e affidabilità durante l'installazione

La capacità di carico delle connessioni con ferri postinstallati è fortemente influenzata dal processo di installazione. La pulizia del foro è essenziale per evitare la formazione di bolle d'aria durante l'iniezione della resina, come l'inserimento del ferro per tutta la lunghezza di ancoraggio prevista, ed entro il tempo di indurimento della resina.

Il sistema SafeSet, compatibile con le resine a iniezione HIT-RE 500 V4 e HIT-HY 200-R V3, contribuisce a ridurre gli errori di installazione.

Si compone infatti di una punta da trapano cava (HDB) collegata a un aspiratore (ad es. Hilti VC 40-U o VC 20-U), così da eseguire in un solo passaggio sia la perforazione che la pulizia del foro. Le punte Hilti HDB utilizzano la stessa avanzata tecnologia di perforazione al carburo delle punte

Hilti TE-CX e TE-YX. Il sistema Hilti SafeSet offre risultati di pari qualità sia su calcestruzzo secco che umido ed elimina la fase dell'installazione che più incide sulla capacità di carico e sui tempi: la pulizia del foro prima dell'iniezione della resina. and time-consuming step in the installation process: cleaning the hole before injecting the adhesive.

In caso invece di perforazione con carotaggio, che prevede il successivo irruvidimento delle pareti del foro, Hilti SafeSet utilizza l'attrezzo TE-YRT, che crea una superficie ruvida in grado di migliorare l'ingranamento meccanico tra resina e calcestruzzo. Ciò migliora significativamente i valori della tensione di aderenza e, semplifica le fasi di pulizia.

Hilti SafeSet limita gli errori di installazione, contribuendo alla realizzazione di un progetto conforme alle aspettative.



Hilti Italia
Piazza Indro Montanelli, 20
20099, Sesto San Giovanni, MI

Servizio Clienti
T 800 827 013
Email: clienti@hilti.com

Canali
www.hilti.it
ask.hilti.it