



DIMENSIONAMENTO DELL'ANCORAGGIO NEL CALCESTRUZZO

Comprensione e integrazione
della nuova norma: EN 1992-4



LA NUOVA NORMA EUROPEA PER GLI ANCORAGGI NEL CALCESTRUZZO



RIEPILOGO

Hilti ha già implementato la EN1992-4, la nuova sezione per il dimensionamento di ancoraggi nel calcestruzzo insieme alle ETA (European Technical Assessments) in PROFIS Engineering.

L'obiettivo di questo opuscolo è:

- illustrare le modifiche nella nuova norma di dimensionamento,
- supportarvi nel dimensionamento di fissaggi sicuri e affidabili dei vostri progetti,
- mostrare come aumentare la produttività con soluzioni software semplici e con i più recenti standard.

Hilti vi augura una buona lettura!

- | | |
|---------|--|
| P 3 | La nuova norma Eurocode |
| P 4 | Quali sono le differenze e le caratteristiche comuni tra la EN1992-4 e l'ETAG 001 allegato C/ TR029? |
| P 5-6 | Ancoraggi nel calcestruzzo: lo sviluppo storico della documentazione tecnica |
| P 7-11 | Nella pratica: Cosa è cambiato nel dimensionamento e nel calcolo degli ancoraggi nel calcestruzzo? |
| P 12-13 | Utensile e soluzione: PROFIS Engineering |

ANCORAGGI NEL CALCESTRUZZO

Le norme Eurocode costituiscono lo standard europeo per la pianificazione e il dimensionamento nel settore dell'edilizia. Esse consentono agli ingegneri civili di progettare strutture portanti e costruzioni in base a criteri unitari in tutta Europa e di monitorare il rispetto in relazione alla sicurezza e all'affidabilità. Nel 2009 gli Eurocode sono stati pubblicati nei mercati accreditati dal CEN (Comitato europeo di normazione) e sono stati introdotti obbligatoriamente negli stati membri europei.



📣 PENSATECI!

CEN

Il Comitato europeo di normazione commissiona norme europee (EN) ed è coinvolto nello sviluppo degli Eurocode.

L'Organizzazione Europea per la Valutazione Tecnica (tutti i TAB) è responsabile dello sviluppo di Documenti per la Valutazione Europea (EAD) nel settore dei prodotti da costruzione.

EOTA

TABs

L'Organismo di Valutazione Tecnica (ad es. DIBt, CSTB) è responsabile della Valutazione Tecnica Europea (ETA) di prodotti da costruzione

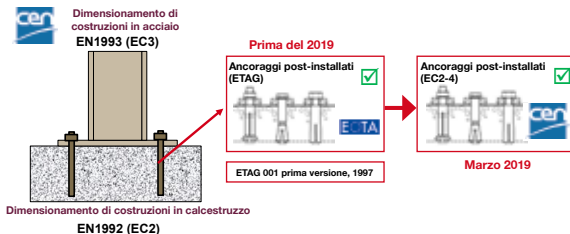
NUOVA NORMA: DIN EN 1992-4

Nonostante diverse situazioni d'installazione e diversi tipi di sollecitazioni, il compito del tassello è chiaramente specificabile con l'ancoraggio di un elemento strutturale a un materiale base. Un calcolo errato nel dimensionamento di questo ancoraggio o un montaggio non conforme alla certificazione sul cantiere possono avere conseguenze gravi, che vanno dalla caduta di oggetti al cedimento di ringhieri o parapetti, fino al crollo della costruzione. Oltre alla sicurezza, un dimensionamento secondo la EN1992-4 aumenta anche l'affidabilità e la durata dell'ancoraggio dei vostri progetti. La nuova norma non solo riunisce le disposizioni per il dimensionamento di tasselli meccanici e chimici in un'opera unitaria, bensì contribuisce anche a promuovere la consapevolezza degli ingegneri in relazione all'importanza dell'ancoraggio di fissaggi nel calcestruzzo.

Da una direttiva EOTA alla norma europea

Nel corso del tempo gli Eurocode si sono sviluppati ulteriormente, da una norma sulla costruzione di strutture a una norma che regola anche il dimensionamento di ancoraggi nel calcestruzzo.

In passato il dimensionamento degli ancoraggi nel calcestruzzo era legato a una serie di raccomandazioni formulate dall'Organizzazione Europea per la Valutazione Tecnica (EOTA) sotto forma di direttive di dimensionamento tecniche come ETAG 001, allegato C o TR029. Da aprile 2019 il dimensionamento di ancoraggi nel calcestruzzo è passato dallo stato di direttiva EOTA a norma EN sotto la guida del CEN. In altre parole, la configurazione degli ancoraggi nel calcestruzzo ora viene trattata con la stessa importanza della costruzione in calcestruzzo stessa.



IN SINTESI

Quali sono le differenze e le caratteristiche comuni tra la EN1992-4 e l'ETAG 001 allegato C/ TR029?



Le direttive vengono utilizzate come soluzione transitoria se non c'è una norma ufficiale per una determinata applicazione o un determinato prodotto. Le norme sostituiscono le direttive rilevanti e le relazioni tecniche nel momento in cui vengono pubblicate e introdotte ufficialmente. Mentre le norme sono documenti vincolanti che devono essere osservati, le direttive vengono trattate piuttosto come una raccomandazione.

ETAG 001 ALLEGATO C / TR029

- è una direttiva e una raccomandazione per il dimensionamento di tasselli post-installati.
- non c'è in ogni lingua del Paese.
- ha aggiornamenti limitati.
- crea una consapevolezza limitata come documento non obbligatorio.
- non dà una definizione per i dettagli delle specifiche e la corretta selezione dei tasselli sul cantiere

EN 1992-4

- è un documento obbligatorio nel dimensionamento di binari di ancoraggio, connettori a taglio, piastre di ancoraggio e tasselli post-installati.
- viene messa a disposizione in ogni paese accreditato dal CEN come versioni linguistiche locali ad es. DIN EN 1992-4.
- viene integrata da appendici nazionali pubblicate da enti governativi locali.
- crea un'alta consapevolezza per l'acquisizione di calcestruzzo fessurato nel dimensionamento.
- la presenza di calcestruzzo non crepato deve essere comprovata separatamente.
- definisce come devono essere indicati i fissaggi e quali fasi devono essere seguite sul cantiere per consentire una selezione e un montaggio corretto dei tasselli..

CRONOLOGIA

Ancoraggi nel calcestruzzo: lo sviluppo della documentazione tecnica

2021

IAcquisizione della EN1992-4 nella MVV TB.

Analogamente all'attuazione del regolamento edilizio tipo (RET), la MVV TB subordinata viene attuata gradualmente nella norma amministrativa Disposizioni tecniche di costruzione (VV TB) del relativo stato federale.

2019

La EN1992-4 viene pubblicata dal CEN per il dimensionamento degli ancoraggi di fissaggi nel calcestruzzo

La EN1992-4 sostituisce le precedenti direttive di dimensionamento e i relazioni tecniche come: ETAG 001 allegato C, EOTA TR029, EOTA TR045, EOTA TR020 o anche EOTA TR047.

2007

EOTA pubblica la quinta parte della relazione tecnica ETAG 001 e TR029 per il dimensionamento di ancoraggi chimici.

Nel 2013 EOTA pubblica la relazione tecnica TR045 per il dimensionamento di ancoraggi metallici soggetti a sollecitazioni sismiche nel calcestruzzo e ETAG 001 allegato E: Ancoraggi metallici per l'impiego nel calcestruzzo soggetti a effetti sismici.

2004

EOTA pubblica la TR020, la relazione tecnica per la valutazione di un ancoraggio nel calcestruzzo in caso d'incendio.

1998

Pubblicazione prima ETA per un prodotto per costruzioni: Hilti HST con ETA-98/0001

1997

Viene pubblicata la prima versione dell'ETAG 001. È costituita in primo luogo da 4 parti con un allegato per la progettazione di tasselli meccanici.

Parte 1: Tasselli metallici per l'ancoraggio nel calcestruzzo - Aspetti generali

Parte 2: Tasselli metallici per l'ancoraggio nel calcestruzzo - Tasselli ad espansione a controllo di forza

Parte 3: Tasselli metallici per l'ancoraggio nel calcestruzzo - Tasselli a sottosquadro

Parte 4: Tasselli metallici per l'ancoraggio nel calcestruzzo - Tasselli ad espansione a controllo di spostamento

Allegato C: Linee guida per l'omologazione tecnica europea per Tasselli metallici per l'ancoraggio nel calcestruzzo - Procedura di dimensionamento per ancoraggi

dal

1990

Vengono introdotte le prime norme Eurocode.

Eurocode 2 (EC2) - Dimensionamento di strutture in calcestruzzo ed

Eurocode 3 (EC3) - Dimensionamento di costruzioni in acciaio

tuttavia non coprono il dimensionamento di ancoraggi nel calcestruzzo.

HILTI

PROCESSO DI REGOLAMENTAZIONE

Chi definisce il quadro normativo per i prodotto per costruzioni?

Dal 1989 al 2013 la Direttiva sui prodotti da costruzione (DPC) è responsabile delle condizioni normative generali per i prodotti da costruzione. Il 1.7.2023 il regolamento sui prodotti da costruzione (RPC) ha sostituito la DPC per snellire le norme e aumentare la trasparenza dei prodotti da costruzione in Europa.

Sviluppo della documentazione tecnica: un processo di regolamentazione in 3 fasi

1. Un'organizzazione europea definisce i requisiti di dimensionamento:



Il CEN (Comitato europeo di normazione) sviluppa le norme Eurocode per determinate applicazioni e determinati tipi di prodotti. CEN è l'organizzazione che monitora le norme europee per la pianificazione, il calcolo e la verifica delle strutture. (ad es. EN1992).

2. Un'organizzazione europea definisce i criteri di valutazione:



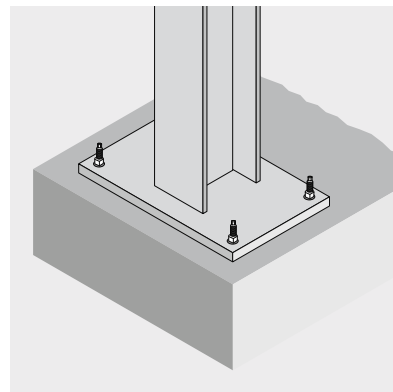
EOTA (Organizzazione Europea per la Valutazione tecnica) formula i Documenti per la Valutazione Europea (EAD), in particolare nel settore dei prodotti da costruzione. Un'EAD definisce i criteri per la valutazione della prestazione del prodotto. Ad esempio, per il montaggio dei tasselli vengono considerati diversi criteri:

- Parametri di montaggio (ad es. distanza dal bordo, interasse, coppia di installazione, tempo d'indurimento ecc.)
- Effetti imprevedibili derivanti dalle condizioni del cantiere (ad es. a causa dell'uso di vecchie punte, coppia effettivamente applicata)

3. Organizzazioni accreditate pubblicano ETA sulla base di queste valutazioni:



DCentri di valutazione tecnica come il CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) in Francia effettuano valutazioni tecniche europee (ETA) di prodotti da costruzione sulla base dei criteri definiti nell'EAD.



NELLA PRATICA ^{1/5}

Passaggio da ETAG 001 allegato C/ TR029 a EN1992-4: Cosa è cambiato?

La EN1992-4 è stata pubblicata ad aprile 2019 e sostituisce la ETAG 001, allegato C – Linee guida per i tasselli metallici per l'ancoraggio nel calcestruzzo e la EOTA TR029 – Dimensionamento di ancoraggi chimici.

Le modifiche sostanziali sono:

- Classi di resistenza del calcestruzzo
- Tipi di ancoraggio dei tasselli - disposizione dei tasselli
- Dimensionamento con resistenza a compressione cilindrica anziché con resistenza a compressione cubica
- Criteri di valutazione delle prestazioni per diversi tipi di cedimento dei tasselli
- Interazione di sollecitazione della forza di trazione e della forza di taglio

La EN1992-4 offre possibilità di disposizione per max. 9 tasselli con una configurazione 3x3 e supporta tutti i progettisti che vogliono dimensionare con un metodo di valutazione standard legittimo e non tecnico.

Classi di resistenza del calcestruzzo

ETAG 001 allegato C/ TR029: da C20/25 a C50/60

EN1992-4: da C12/15 a C90/105

La EN1992-4 regola il dimensionamento di ancoraggi nelle classi di resistenza del calcestruzzo da C12/15 a C90/105 e crea pertanto vantaggi in relazione al dimensionamento di ancoraggi al di fuori del range di resistenza coperto finora (ad es. costruzioni in strutture esistenti).

Tipi di ancoraggi dei tasselli - disposizione dei tasselli

La EN1992-4 comprende 7 configurazioni:



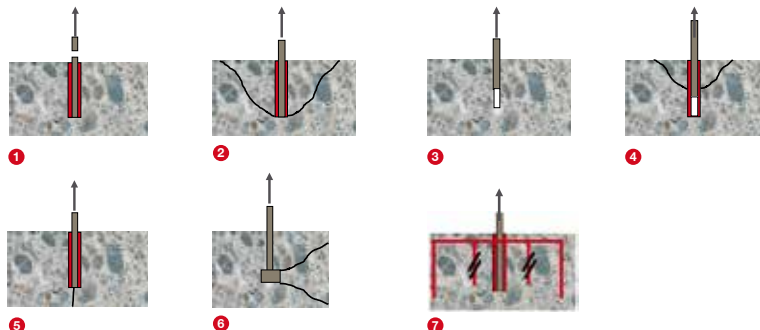
Il presupposto per l'utilizzo di tutte queste nuove configurazioni è che la fessura anulare tra tassello e piastra di ancoraggio debba essere riempita completamente, a meno che

1. Nessuna forza di taglio agisce sulla piastra di ancoraggio
2. La forza di taglio agisce sulla piastra di ancoraggio ma i tasselli sono disposti lontani dal bordo per tutte le direzioni di sollecitazione: $c > 10h_{ef}$ or $c > 60d_{nom}$

NELLA PRATICA ^{2/5}

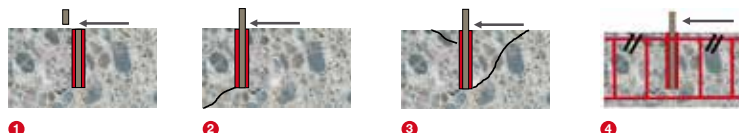
Tipi di cedimento

La en1992-4 tratta 7 tipi di cedimento per tasselli sotto carico di trazione



- 1 Cedimento
- 2 Dell'acciaio rottura
- 3 Del cono di calcestruzzo rottura per sfilamento (per i tasselli meccanici)
- 4 Cedimento combinato a causa della rottura per sfilamento e della rottura del cono di calcestruzzo (per gli ancoraggi chimici)
- 5 Cedimento per splitting
- 6 Cedimento per rottura del cono di calcestruzzo
- 7 Cedimento dell'acciaio e dell'ancoraggio in un'armatura aggiuntiva (ora nella EN1992-4)

La en1992-4 tratta 4 tipi di cedimento per tasselli sotto sollecitazione della forza di taglio



- 1 Cedimento dell'acciaio (con o senza braccio della leva)
- 2 Rottura del bordo di calcestruzzo
- 3 Rottura del cono di calcestruzzo
- 4 Cedimento dell'acciaio e dell'ancoraggio in un'armatura aggiuntiva (ora nella EN1992-4)

NELLA PRATICA 3/5

Valutazione della classe di resistenza del calcestruzzo

ETAG 001, allegato C e TR029: Calcolo della resistenza del calcestruzzo sulla base della resistenza a compressione cubica - $f_{ck,cube}$

EN1992-4: Calcolo della resistenza del calcestruzzo sulla base della resistenza a compressione cilindrica - $f_{ck,cyl}$

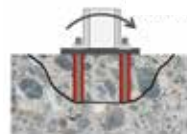
Q NEL DETTAGLIO

Le equazioni per la determinazione di cedimenti legati al calcestruzzo come la rottura del cono di calcestruzzo e la rottura del bordo di calcestruzzo vengono ora determinate considerando la resistenza a compressione del calcestruzzo in prove cilindriche (150 mm x 300 mm). L'ETAG 001, l'allegato C e la TR029 al contrario consideravano una resistenza a compressione cubica con una lunghezza del bordo di 150 mm. Per compensare ciò, nella EN1992-4 è stato aumentato il fattore di resistenza del calcestruzzo «k». Pertanto si prevede solo una riduzione stimata della resistenza del calcestruzzo del 4% in una conversione da ETAG 001, allegato C e TR029 alla EN1992-4.

Criteri di valutazione delle prestazioni per diversi tipi di cedimento

1. Rottura del cono di calcestruzzo

Se su una piastra di ancoraggio con almeno due tasselli viene applicato un momento flettente, si ha un equilibrio di forze, tra una forza di trazione che tira in corrispondenza del tassello e una forza di compressione che agisce sul calcestruzzo. Se la forza di compressione viene applicata all'interno del cono di rottura del tassello, questo può essere sollecitato da una sovrappressione in parti, il che può ripercuotersi in modo vantaggioso sul comportamento portante. Questo effetto viene considerato nella EN1992-4 con il coefficiente $\psi_{M,N}$.



2. Cedimento combinato a causa della rottura per sfilamento e della rottura del cono di calcestruzzo

Dato che i fissaggi devono garantire un trasferimento del carico sicuro per molti anni, il loro comportamento sul lungo periodo è di importanza massima. Nella verifica del «Cedimento combinato a causa della rottura per sfilamento e della rottura del cono di calcestruzzo» di ancoraggi chimici la EN1992-4

aggiunge un fattore ψ_{sus} che considera l'effetto di carichi di trazione che agiscono in modo costante (carichi continui) sul lato del prodotto. Questo valore è registrato nella rispettiva ETA della malta chimica. I carichi che agiscono in modo costante vengono ridotti nel calcolo dell'aderenza considerando eventuali caratteristiche di scorrimento sul lato della resistenza. Inoltre, nel dimensionamento è possibile considerare il fattore α_{sus} , che rappresenta il rapporto della sollecitazione continua rispetto al carico complessivo.



$$N^{\circ}_{Rk,p} = T_{Rk} \pi d h_{ef} \psi_{sus}$$

Se nell'ETA non viene indicato un valore, viene utilizzato un coefficiente standard di $\psi_{sus} = 0,6$. Il software PROFIS Engineering di Hilti semplifica il dimensionamento dei tasselli e adegua automaticamente il valore ψ_{sus} sulla base della rispettiva ETA.



3. Cedimento in caso di splitting del calcestruzzo

Rispetto alla ETAG 001, allegato C, la EN1992-4 è più pratica se si tratta di escludere cedimenti per splitting:

- La distanza dal bordo (c) deve essere maggiore della distanza dal bordo caratteristica ($c_{cr,sp}$).
- Lo spessore del calcestruzzo deve essere uguale o superiore al valore minimo (h_{min}).

EN1992-4 descrive anche il dimensionamento dell'armatura del calcestruzzo per evitare cedimenti per splitting. Inoltre, nelle sequenti condizioni non è necessaria una verifica:

ETAG 001, allegato C

- In tutte le direzioni $c \geq 1.2C_{cr,sp}$
 - $h \geq 2h_{gr}$ per ancoraggi meccanici
 - $h \geq 2h_{min}$ per ancoraggi chimici
- oppure
- Armatura nel calcestruzzo fessurato, che limita la fessura a 0.3 mm.

EN1992-4

- In tutte le direzioni $c \geq 1.0C_{cr,sp}$ per tasselli singoli o $c \geq 1.2C_{cr,sp}$ per un gruppo di tasselli.
 - $h \geq h_{min}$
- oppure
- Armatura nel calcestruzzo fessurato, che limita la fessura a 0.3 mm

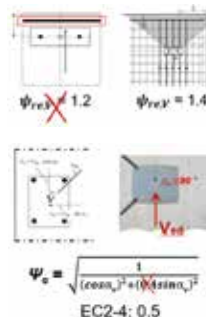
4. Cedimento dell'acciaio (con braccio della leva)

La EN1992-4, consente agli ingegneri civili di sfruttare i vantaggi dello spessore della malta tra $0.5d < t < 40$ mm nel calcestruzzo fessurato e migliora la resistenza per cedimenti dell'acciaio per applicazioni in caso di montaggio a distanza con spessoramento.

5. Rottura del bordo di calcestruzzo

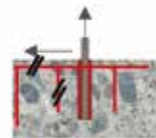
L'ETAG 001, allegato C aumenta del 20% la resistenza alla rottura del bordo di calcestruzzo nel calcestruzzo fessurato ($\psi_{re,v} = 1,2$) in presenza di un'armatura del bordo diritta. La EN1992-4 lo ignora.

Nella EN1992-4 è stato modificato il coefficiente utilizzato per le forze di taglio che agiscono parallelamente al bordo di calcestruzzo. La nuova norma indica il 20% in meno di resistenza al taglio rispetto alla ETAG 001, allegato C in presenza di una sollecitazione al taglio prevalente, posizionata verticalmente a 90° rispetto alla direzione del cedimento del bordo del calcestruzzo.



6. Cedimento dell'armatura

Sia la rottura del bordo di calcestruzzo sia la rottura del cono di calcestruzzo possono essere evitate attraverso un'armatura aggiuntiva. Inoltre, nella EN 1992-4 viene illustrato anche come il cedimento dell'acciaio può essere risolto dal progettista con l'impiego di un'armatura aggiuntiva.



Interazione di sollecitazione della forza di trazione e della forza di taglio

ETAG 001 allegato C / TR029 :

L'ETAG 001, allegato C e la TR029 consideravano due diverse equazioni per verificare la combinazione di forza di trazione e forza di taglio, a seconda che ci fosse un cedimento dell'acciaio o meno.

EN1992-4

Oltre ai requisiti della ETAG001, allegato C/ TR029, la EN1992-4 considera anche gli effetti dell'armatura aggiuntiva nella verifica combinata della forza di trazione e della forza di taglio e valuta il cedimento dell'acciaio e del calcestruzzo separatamente l'uno dall'altro.

STRUMENTO E SOLUZIONE



Qual è il presupposto per poter dimensionare gli ancoraggi in calcestruzzo secondo la EN1992-4?

Il dimensionamento dell'ancoraggio deve essere effettuato secondo la ETA valida per il relativo sistema di ancoraggio e secondo la norma/direttiva menzionata al suo interno. La EN1992-4 offre agli ingegneri civili ed edili la possibilità di dimensionare e montare i tasselli in modo tale che i nostri edifici e le nostre infrastrutture siano più sicuri e affidabili.

Hilti ha già aggiornato quasi tutti i prodotti con una nuova ETA e, tramite una preimpostazione automatica, PROFIS Engineering offre agli ingegneri la sicurezza di dimensionare sempre con la giusta norma o direttiva di dimensionamento.

PROFIS Engineering ed EN1992-4

Con PROFIS Engineering il dimensionamento dei tasselli è entrato in una nuova era! Dimensionate i vostri tasselli, il vostro punto d'appoggio o le vostre ringhiere sempre sulla base degli standard, delle norme e delle disposizioni più attuali. PROFIS Engineering consente non solo un dimensionamento dei tasselli secondo EN1992-4, ETAG 001 allegato C o TR029 bensì anche tante altre direttive di dimensionamento e prescrizioni internazionali.

Inoltre, PROFIS Engineering semplifica il dimensionamento e contribuisce all'aumento della produttività, dato che avete la possibilità di importare combinazioni di carichi da diversi programmi software di statica (Dlubal RSTAB® / RFEM®) o Excel e di esportare il vostro dimensionamento nel vostro software di modeling BIM ad es. Tekla Structures® o tramite il formato di file *.ifc).

8 motivi per l'utilizzo di profis engineering



Risparmio di tempo

Importazione di diversi casi di carico e combinazioni, compatibili con il software di statica come Dlubal RSTAB / RFEM - Potete importare separatamente combinazioni di carico da diversi programmi



Approccio alla soluzione completa

Dimensionamento del punto d'appoggio completo con il modulo per le piastre di ancoraggio: Riducete il numero dei sistemi software e dei calcoli manuali necessari per il dimensionamento degli irrigidimenti, delle saldature, della piastra di ancoraggio, del profilo, delle tensioni del calcestruzzo e dei tasselli.



Esportazione automatica

Con soli pochi clic potete esportare l'applicazione, incl. le dimensioni del solaio in calcestruzzo, della piastra di ancoraggio, degli irrigidimenti e dei tasselli nel vostro software di modeling (ad es. Tekla Structures® o tramite il formato di file *.ifc).



Versione online

Utilizzando il software online, lavorate sempre con la versione più attuale e con i prodotti, le norme e le ETA più attuali. Riducete le richieste inutili presso il vostro reparto IT per l'assistenza negli aggiornamenti del software e accedete sempre e ovunque ai vostri progetti.



Supporto tecnico

Per le vostre domande sul software PROFIS o sulle norme di dimensionamento in generale il nostro team Engineering è a vostra disposizione!



Modulo ringhiere

Effettuate con il modulo Ringhiere tutte le prove statiche di una ringhiera (corrimano, montante, piastra di ancoraggio, saldature e tasselli) indicando le deformazioni previste, le prove di flessioni, l'instabilità flessio-torsionale ecc.) Ottimizzate i vostri progetti in relazione al vostro orario di lavoro e al consumo di acciaio e lavorate sempre correttamente in base alle indicazioni delle norme e delle appendici nazionali.



Ordinare in modo semplice

PROFIS Engineering indica i codici articolo necessari per il montaggio dei tasselli e calcola per voi anche la quantità di malta necessaria nei sistemi di ancoraggio chimici. Sfruttate il «Calcolatore di quantità» per creare distinte pezzi o effettuare direttamente un'ordinazione su Hilti Online.



Progettazione con EN1992-4

DIMENSIONAMENTO SICURO E CONFORME ALLE NORME PREMENDO UN PULSANTE

SCOPRITE PROFIS ENGINEERING

HILTI

Hiiti (Svizzera) SA
Soodstrasse 61
8134 Adliswil

Servizio clienti
T 0844 84 84 85
www.hilti.ch