

***"Progettazione e verifica strutturale degli ancoraggi per
Linee Vita"***

**CORSO TECNICO SPECIALISTICO
PER PROGETTISTI DI LINEE VITA**

- 1 Metodi di progettazione ed esercitazioni pratiche*
- 2 La relazione di calcolo e l'idoneità del supporto*
- 3 Normative, revisione e collaudo*

***"Progettazione e verifica strutturale degli ancoraggi per
Linee Vita"***

**CORSO TECNICO SPECIALISTICO
PER PROGETTISTI DI LINEE VITA**

**La relazione di calcolo
e l'idoneità del supporto**

Ing. Monica Malaguti

Libero Professionista

Iscritta all'ordine degli Ingegneri di Bologna

1.Introduzione normative

2.Determinazione del carico di progetto

3.Verifica di un ancoraggio

4.Ancoraggio su calcestruzzo – Norme ETAG 001

5.Ancoraggio su legno

6.Ancoraggio su strutture metalliche

UNI EN 795/2012

DISPOSITIVI INDIVIDUALI PER LA PROTEZIONE CONTRO LE CADUTE DISPOSITIVI DI ANCORAGGIO

SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE:

La norma specifica i requisiti per le prestazioni, e metodi di prova per i dispositivi di ancoraggio..... progettati per il collegamento di componenti di un sistema individuale per la protezione contro le cadute in conformità alla EN363.

UNI 11578

DISPOSITIVI DI ANCORAGGIO DESTINATI ALL'INSTALLAZIONE PERMANENTE REQUISITI E METODI DI PROVA

SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE:

La norma specifica i requisiti e i metodi di prova per i dispositivi di ancoraggio che comprendono punti di ancoraggio fissi o mobili, destinati all'installazione permanente su una struttura progettati per:

- ospitare uno o più utenti collegati contemporaneamente
- l'aggancio di componenti di sistemi anticaduta conformi alla UNI EN 363, anche quando questi sono progettati per l'uso in trattenuta

.....

La presente norma fornisce inoltre i requisiti per la marcatura e le istruzioni per l'uso e una guida per l'installazione

E' basilare considerare che, nonostante siano specificati i requisiti e i metodi di prova per dispositivi di ancoraggio installati in strutture da simulare specificatamente, **la conformità ai requisiti di questa norma NON SOSTITUISCE in alcun modo la verifica relativa al sistema di ancoraggio installato su o nella struttura specifica di installazione.**

UNI 11560/2014

SISTEMI DI ANCORAGGIO PERMANENTI IN COPERTURA GUIDA PER L'INDIVIDUAZIONE, LA CONFIGURAZIONE, L'INSTALLAZIONE, L'USO E LA MANUTENZIONE

PROGETTISTA STRUTTURALE

Tecnico abilitato designato dal committente per la verifica dell'idoneità strutturale alle forze di carico trasmesse dal sistema di ancoraggio alla struttura di supporto **come da valori di progetto riportati dal manuale del fabbricante** e per la verifica degli ancoranti alla struttura di supporto stessa.

REQUISITI DEI SISTEMI DI ANCORAGGIO:

Ergonomia

Freccia

Effetto Pendolo

Resistenza della struttura di supporto (e dell'ancoraggio strutturale!)

Dissipazione

Requisiti geometrici

Il tecnico progettista del sistema di ancoraggio valuta i rischi e redige il progetto della configurazione del sistema di ancoraggio

I dispositivi di ancoraggio vengono forniti dalle ditte specializzate già calcolati, testati e certificati.

Il produttore dei componenti del sistema di ancoraggio si occupa di testarlo e certificarlo secondo le norme tecniche vigenti assumendosi l'onere e la responsabilità di **indicare le massime sollecitazioni trasmesse agli ancoraggi.**

Il progettista strutturale (tecnico abilitato) dovrà provvedere a scegliere, calcolare e verificare l'ancoraggio strutturale dei dispositivi alle strutture fisse dell'edificio, oltre alle strutture stesse.

1. Introduzione normative

2. Determinazione del carico di progetto

3. Verifica di un ancoraggio

4. Ancoraggio su calcestruzzo – Norme ETAG 001

5. Ancoraggio su legno

6. Ancoraggio su strutture metalliche

I dispositivi di ancoraggio devono sostenere la massima forza dinamica generata in una caduta dall'alto dalla massa di una persona, compresa l'attrezzatura trasportata.

La resistenza del dispositivo deve essere verificata tenendo conto delle possibili direzioni di caduta e delle **peggiori condizioni di carico**, ovvero quelle di utilizzo come **sistema di arresto di caduta**, anche se l'uso previsto è come sistema di trattenuta.

Non si può trascurare il possibile uso scorretto del sistema.

CLASSIFICAZIONE DEGLI ANCORAGGI

Classe A/Tipo A: ANCORAGGI PUNTUALI

Dispositivi di ancoraggio strutturale progettati per essere fissati su:

- A1 superfici verticali, orizzontali ed inclinate;
- A2 tetti inclinati



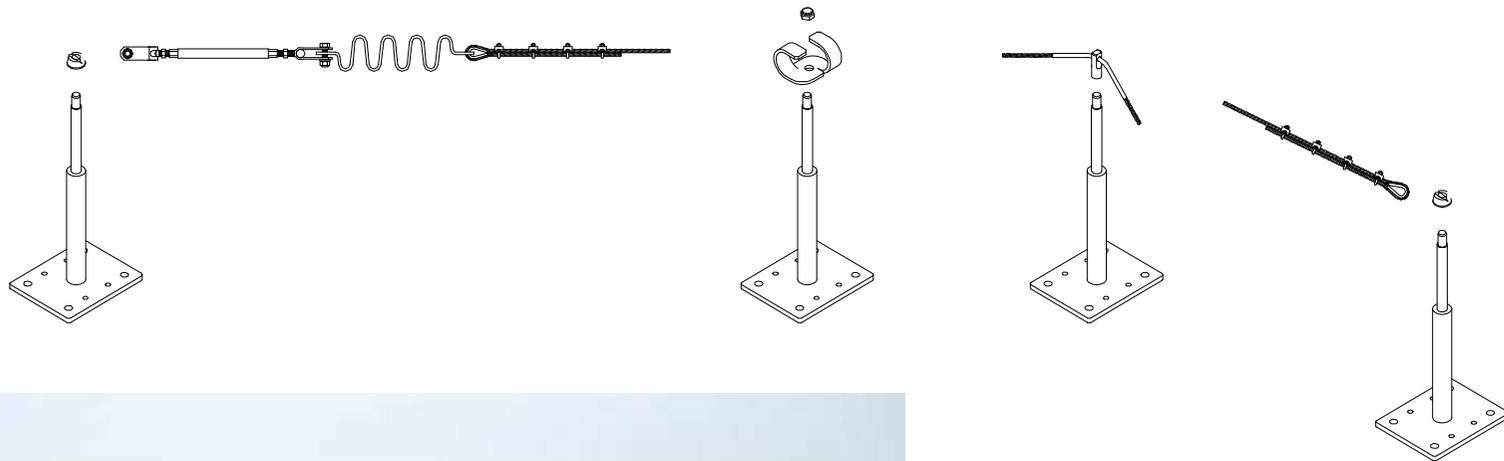
Classe B/Tipo B:

Dispositivi di ancoraggio provvisori portatili



Classe C/Tipo C: ANCORAGGI LINEARI FLESSIBILI

Dispositivi di ancoraggio che utilizzano linee di ancoraggio flessibili orizzontali (max deviazione dall'orizzontale = 15°)



Classe D/Tipo D : ANCORAGGI LINEARI RIGIDI

Dispositivi di ancoraggio che utilizzano rotaie di ancoraggio rigide orizzontali



UNI 11158/2005

DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE CONTRO LE CADUTE DALL'ALTO - SISTEMI DI ARRESTO CADUTA

GUIDA PER LA SELEZIONE E L'USO (SUPERATA)

La norma riprende le linee guida dell'ISPESL e riporta i requisiti degli ancoraggi per i dispositivi anticaduta.

Colonna1	Classe/Scopo	Resistenza statica minima dell'ancoraggio e della struttura in condizioni di laboratorio
Sistema fisso	A1/A2 Dispositivi singoli di ancoraggio strutturale	10 kN
	B Dispositivi di ancoraggio provvisori portatili	10 kN
Sistema Lineare	C Dispositivi di ancoraggio che utilizzano linee di ancoraggio flessibili orizzontali Massima presenza ammessa: vedere istruzioni del fabbricante	Una volta e mezzo la forza ammessa dal progetto del fabbricante
	D Dispositivi di ancoraggio strutturale che utilizzano rotaie di ancoraggio rigide orizzontali Massima presenza ammessa: vedere istruzioni del fabbricante	10 kN + 1 kN per ogni persona aggiunta oltre la prima

UNI EN 795/2002

PROTEZIONE CONTRO LE CADUTE DALL'ALTO DISPOSITIVI DI ANCORAGGIO

4.3.3 Classe C

4.3.3.1 Generalità

.....

Tutti gli altri elementi portanti inseriti nella linea di forza della linea di ancoraggio flessibile (esempio: pali di ancoraggio strutturale, piastre portanti, bulloni, ecc.) e che fissano la linea di ancoraggio alla struttura portante principale devono essere progettati in modo da **resistere al doppio della forza generata dalla massima tensione del supporto al momento dell'arresto della caduta** o del trattenimento applicato su tali elementi o componenti (il calcolo devono essere eseguiti da un ingegnere qualificato).

Per quanto riguarda i dispositivi di ancoraggio di Tipo A si fanno alcune considerazioni sulla base dell'esperienza maturata e sulla base dell'aggiornamento normativo. Nella Norma UNI EN 795:2002 sostituita dalla UNI EN 795:2012 veniva indicato al tecnico progettista di applicare nel punto di ancoraggio 10 kN, mentre quella successiva non da indicazioni. Anche nella UNI 11158:2005 sostituita dalla norma UNI 11158:2015 veniva indicato al tecnico progettista di applicare un carico nel punto di ancoraggio di 10 kN, mentre quella successiva non da indicazioni. Il tecnico assumerà il carico indicato nelle normative sostituite, perché ritenuto congruo e a favore di sicurezza circa le verifiche del fissaggio dei dispositivi di ancoraggio del sistema anticaduta.

Per quanto riguarda i dispositivi di ancoraggio di Tipo C è necessario fare una analisi puntuale per il sistema anticaduta in esame, sulla base delle informazioni fornite dal fabbricante, sui relativi Manuali allegati alla presente relazione e/o all'Elaborato tecnico di copertura e/o Informazioni Tecniche di Utilizzo.

Dalle Norme tecniche sulle Costruzioni:

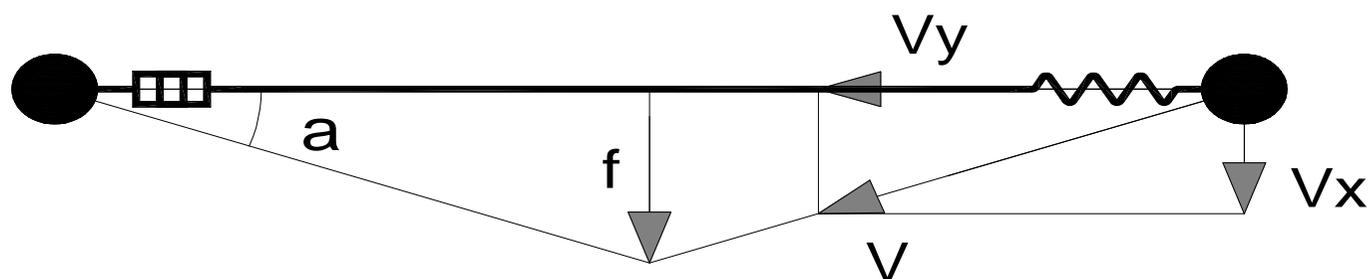
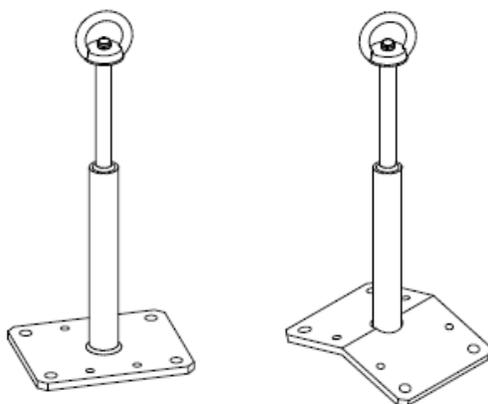
Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

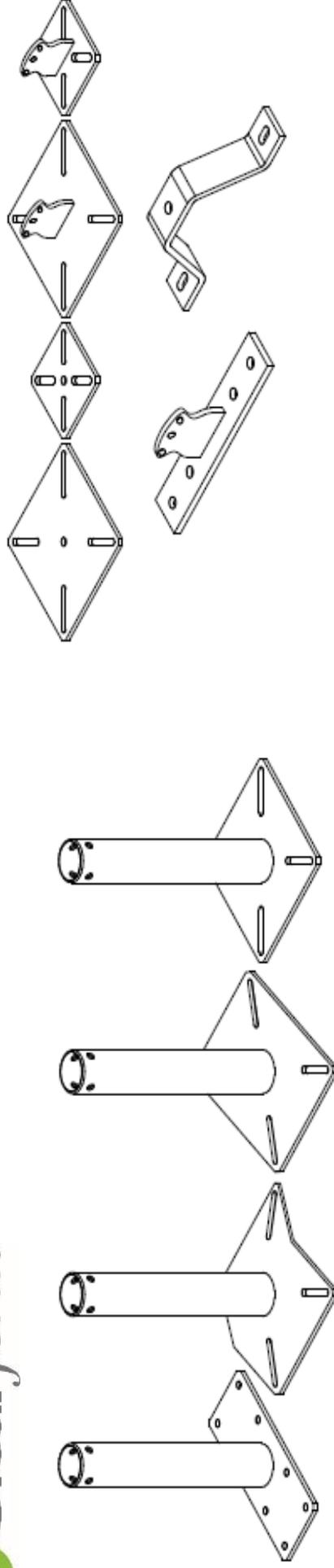
⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Per i dispositivi di **classe C** il PRODUTTORE deve fornire al tecnico la tabella dei carichi e delle frecce del cavo, ottenuti tramite le prove di prestazione dinamica.

Esempi di tabelle ove sono indicati i carichi per lunghezza di campata, lunghezze di linea vita



1 ASSORBITORE	CAMPATA MAX: 5 m	L(m) = 5		L(m) = 10		L(m) = 20		L(m) = 30		L(m) = 50		
		CARICO (KN)	FRECCIA (m)									
	PALO PBS - PBSC		6.84	1.07	6.74	1.09	6.57	1.13	6.42	1.16	6.14	1.23
	CAMPATA MAX: 10 m	L(m) = 10		L(m) = 20		L(m) = 30		L(m) = 40		L(m) = 50		
		CARICO (KN)	FRECCIA (m)									
	PALO PBS - PBSC		7.58	1.62	7.36	1.67	7.15	1.72	6.98	1.76	6.81	1.80
	CAMPATA MAX: 12 m	L(m) = 12		L(m) = 24		L(m) = 36		L(m) = 48		L(m) = 50		
		CARICO (KN)	FRECCIA (m)									
	PALO PBS - PBSC		8.02	1.85	7.74	1.91	7.50	1.97	7.28	2.02	7.25	2.03

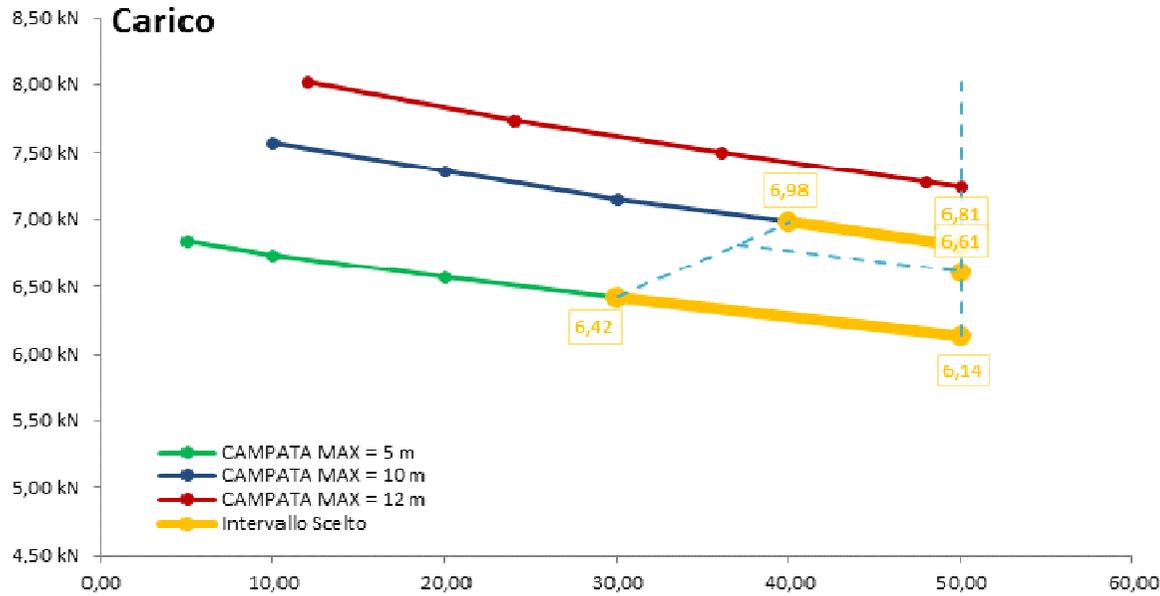


		L[m]= 10		L[m]= 20		L[m]= 30		L[m]= 40	
		CARICO [kN]	FRECCIA [m]						
CAMPATA MAX: 10 m		12.50	0.95	11.40	1.05	10.30	1.15	9.20	1.25
PZP - PZC - PZI - PZL		12.40	0.90	11.30	1.00	10.20	1.10	9.10	1.20
CR-SZG-SZP-0Z0003030									
CAMPATA MAX: 12 m			12		24		36		48
PZP - PZC - PZI - PZL		13.20	1.00	11.88	1.10	10.56	1.20	9.24	1.30
CR-SZG-SZP-0Z0003030		13.00	0.95	11.68	1.05	10.36	1.15	9.04	1.25
CAMPATA MAX: 15 m			15		30		45		60
PZP - PZC - PZI - PZL		14.00	1.10	12.35	1.25	10.70	1.40	9.05	1.55
CR-SZG-SZP-0Z0003030		13.90	1.05	12.25	1.20	10.60	1.35	8.95	1.50

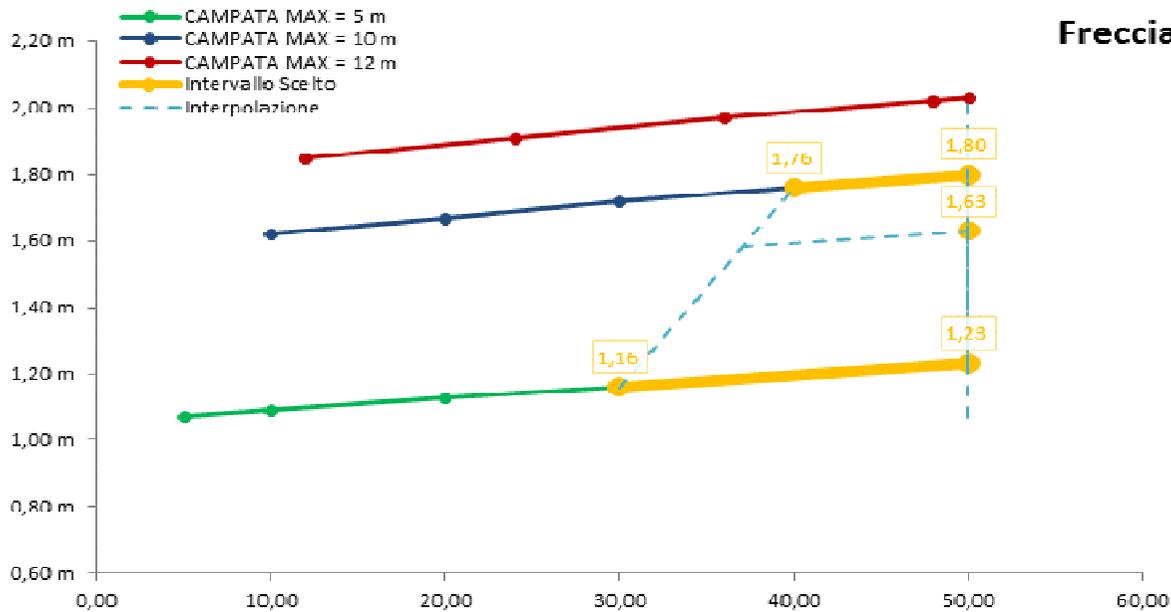
1 ASSORBITORE

		L[m]= 10		L[m]= 20		L[m]= 30		L[m]= 40	
		CARICO [kN]	FRECCIA [m]						
CAMPATA MAX: 10 m		11.40	1.45	10.50	1.55	9.60	1.65	8.70	1.75
PZP - PZC - PZI - PZL		11.00	1.50	10.10	1.60	9.20	1.70	8.30	1.80
CR-SZG-SZP-0Z0003030									
CAMPATA MAX: 12 m			12		24		36		48
PZP - PZC - PZI - PZL		12.00	1.60	10.92	1.70	9.84	1.80	8.76	1.90
CR-SZG-SZP-0Z0003030		11.60	1.55	10.52	1.65	9.44	1.75	8.36	1.85
CAMPATA MAX: 15 m			15		30		45		60
PZP - PZC - PZI - PZL		12.90	1.70	11.55	1.80	10.20	1.90	8.85	2.00
CR-SZG-SZP-0Z0003030		12.40	1.65	11.05	1.75	9.70	1.85	8.35	1.95

2 ASSORBITORI



Per lunghezze intermedie i valori si ottengono tramite **interpolazione lineare**



CONFRONTO TRA DISPOSITIVI RIGIDI E

DISPOSITIVI A DEFORMAZIONE PLASTICA PROGRAMMATA

1 ASSORBITORE	CAMPATA MAX: 10 m	L [m] = 10		L [m] = 20		L [m] = 30		L [m] = 40	
		CARICO [kN]	FRECCIA [m]						
	PZP - PZC - PZI - PZL	12,50	0,95	11,40	1,05	10,30	1,15	9,20	1,25
	CR - SZG - SZP - 0Z00215042/52	12,40	0,90	11,30	1,00	10,20	1,10	9,10	1,20
	CAMPATA MAX: 12 m	L [m] = 12		L [m] = 24		L [m] = 36		L [m] = 48	
		CARICO [kN]	FRECCIA [m]						
	PZP - PZC - PZI - PZL	13,20	1,00	11,88	1,10	10,56	1,20	9,24	1,30
	CR - SZG - SZP - 0Z00215042/52	13,00	0,95	11,68	1,05	10,36	1,15	9,04	1,25
	CAMPATA MAX: 15 m	L [m] = 15		L [m] = 30		L [m] = 45		L [m] = 60	
		CARICO [kN]	FRECCIA [m]						
	PZP - PZC - PZI - PZL	14,00	1,10	12,35	1,25	10,70	1,40	9,05	1,55
	CR - SZG - SZP - 0Z00215042/52	13,90	1,05	12,25	1,20	10,60	1,35	8,95	1,50

1 ASSORBITORE	CAMPATA MAX: 5 m	L(m) = 5		L(m) = 10		L(m) = 20		L(m) = 30		L(m) = 50	
		CARICO (KN)	FRECCIA (m)								
	PALO PBS - PBSC	6.84	1.07	6.74	1.09	6.57	1.13	6.42	1.16	6.14	1.23
	CAMPATA MAX: 10 m	L(m) = 10		L(m) = 20		L(m) = 30		L(m) = 40		L(m) = 50	
		CARICO (KN)	FRECCIA (m)								
	PALO PBS - PBSC	7.58	1.62	7.36	1.67	7.15	1.72	6.98	1.76	6.81	1.80
	CAMPATA MAX: 12 m	L(m) = 12		L(m) = 24		L(m) = 36		L(m) = 48		L(m) = 50	
		CARICO (KN)	FRECCIA (m)								
	PALO PBS - PBSC	8.02	1.85	7.74	1.91	7.50	1.97	7.28	2.02	7.25	2.03



Palo PZL h50-h30 Zincato base 400x160

- Piastra di fissaggio 400x160 spessore 10 mm;
- Fissaggio con viti strutturali o barre filettate e resina bi-componente;
- Ideale per il fissaggio su travi in legno con contropiastra o piatti asolati 400x60x10 mm zincati;
- Ideale per coperture in latero-cemento, legno, ferro, cls.

Cod. 000187 h 50

Cod. 000266 h 30



Palo Inox PBS base 200x160

- Piastra di fissaggio 200x160 spessore 10 mm con 8 fori di cui 4 Ø15 mm e 4 Ø10 mm;
- Tubolare Ø 36 mm spessore 8 mm, H 245 mm;
- Tondo pieno Ø 20 mm, H 150 mm;
- Materiale acciaio INOX AISI 304 decapato;
- Per basi di appoggio piane.

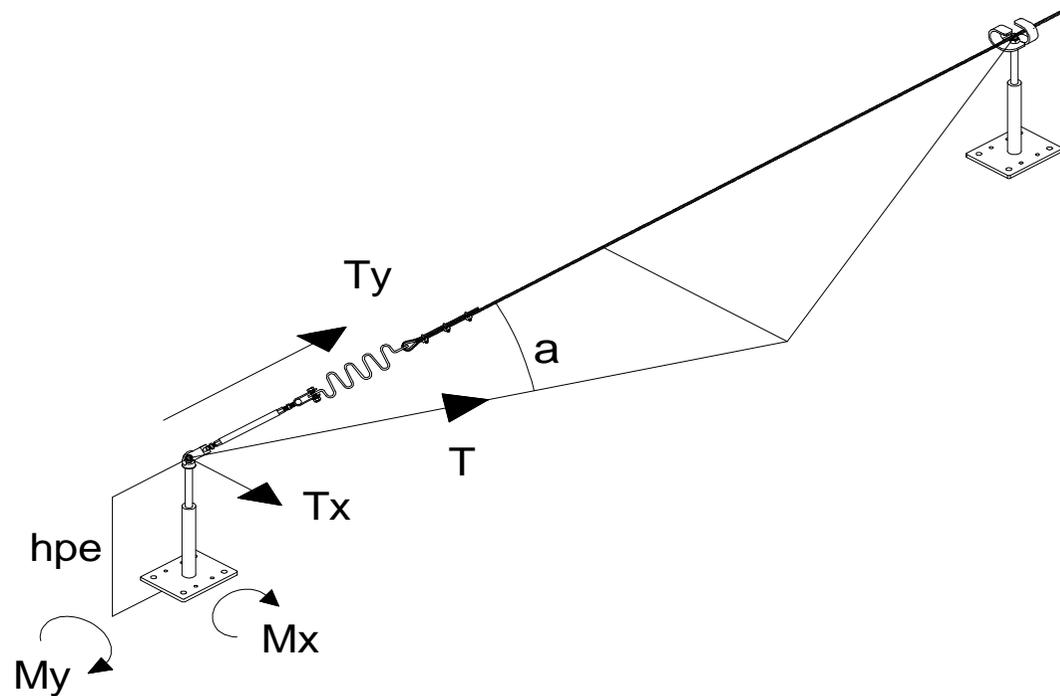
Cod. 000004

$$T 1 / T 2 = 12,50 / 7,58 = 1,65 \Rightarrow \Delta = -35\%$$

- 1.Introduzione normative
- 2.Determinazione del carico di progetto
- 3.Verifica di un ancoraggio
- 4.Ancoraggio su calcestruzzo – Norme ETAG 001
- 5.Ancoraggio su legno
- 6.Ancoraggio su strutture metalliche

Ancoraggi lineari flessibili (classe C)

Si considerano i dispositivi di ancoraggio come sistemi infinitamente rigidi e si eseguono le verifiche applicando il **principio di scomposizione delle forze**



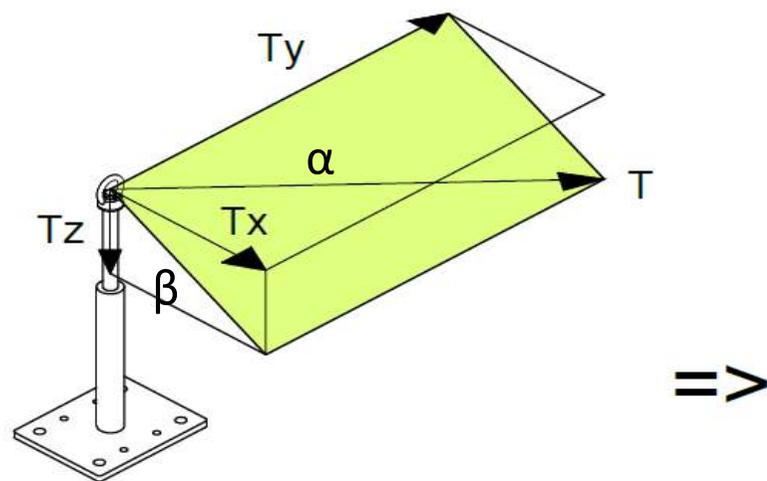
Carico di Progetto:

$$T = F \times k$$

dove F = Tensione massima sul cavo (tabelle fabbricante)

K = coefficiente di sicurezza = 2

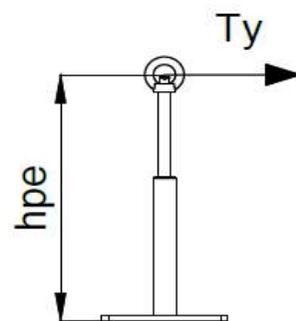
Ipotesi: sistema infinitamente rigido



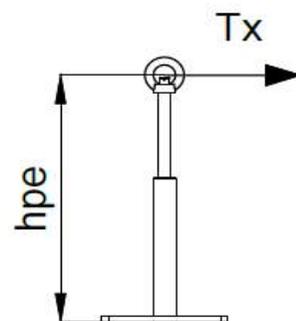
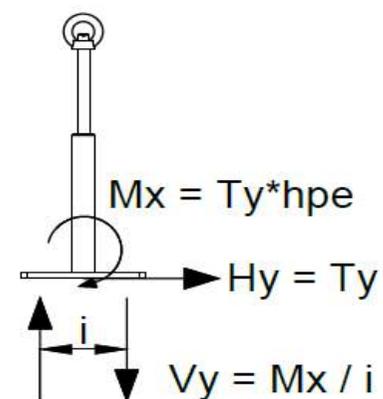
$$T_y = T \cos \alpha$$

$$T_x = T \sin \alpha * \cos \beta$$

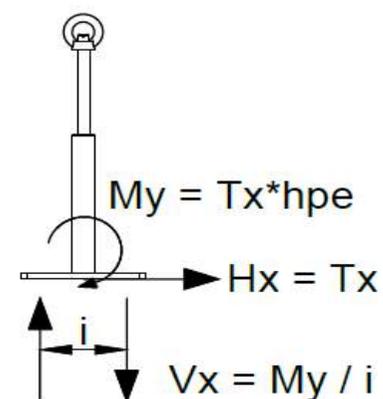
$$T_z = T \sin \alpha * \sin \beta$$

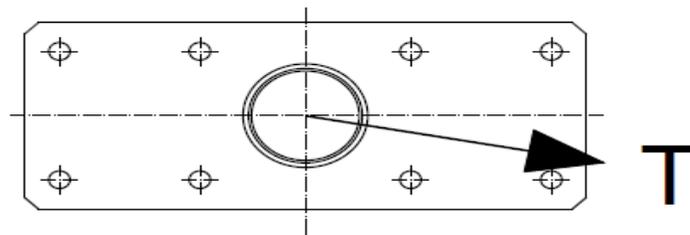
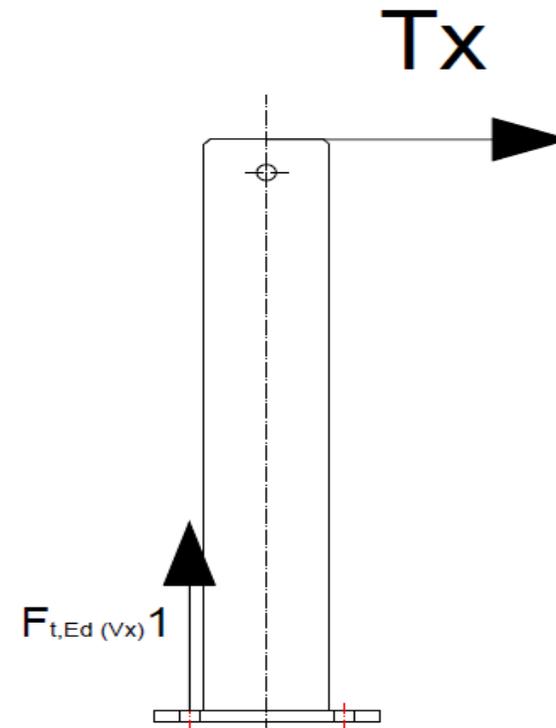
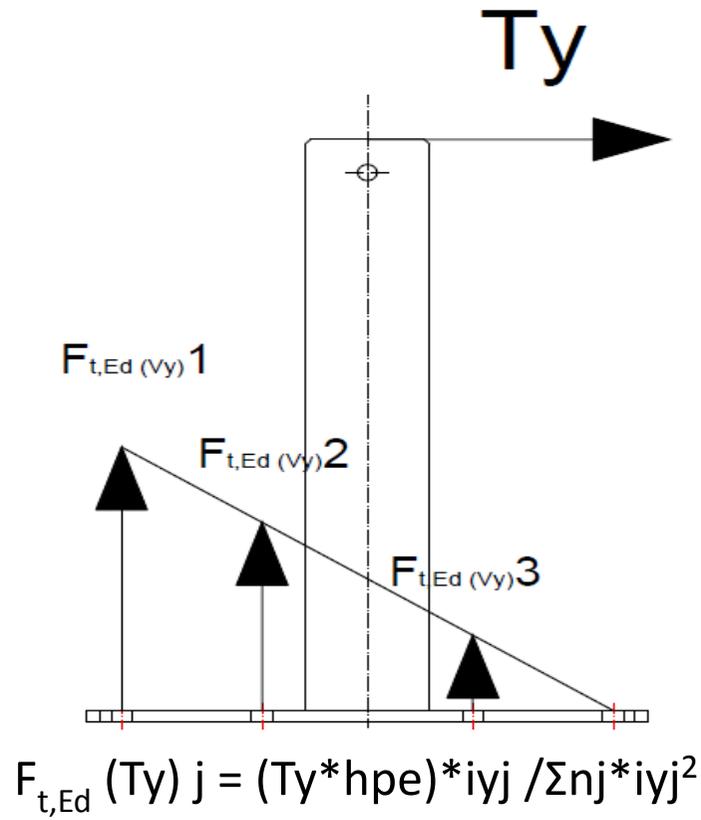


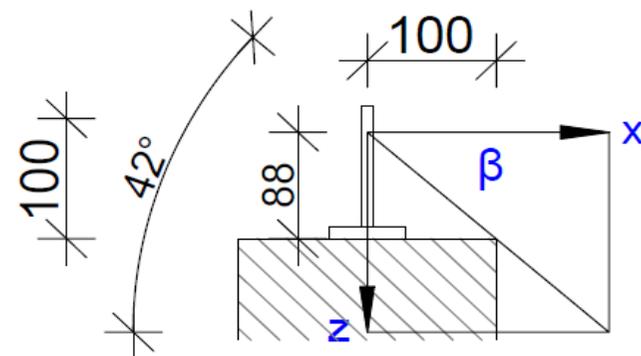
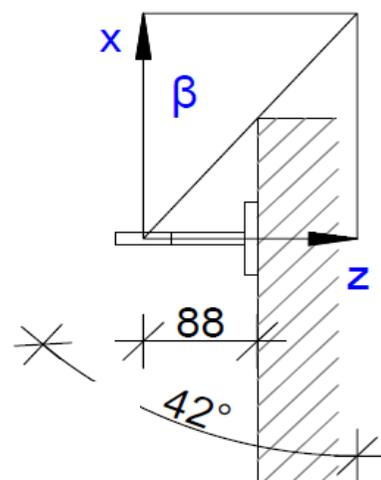
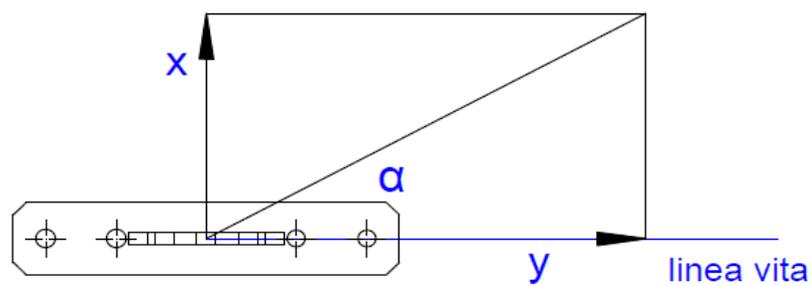
=



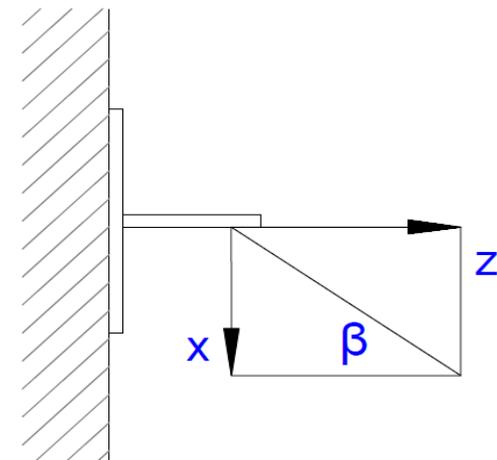
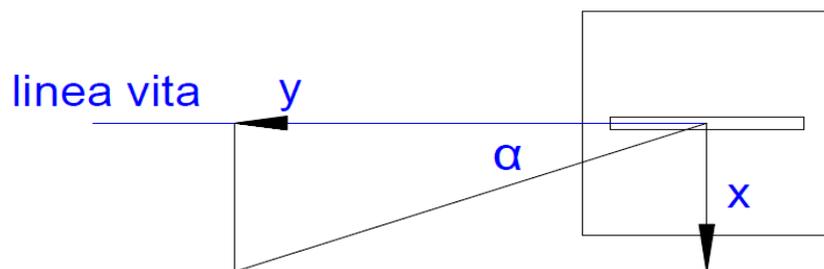
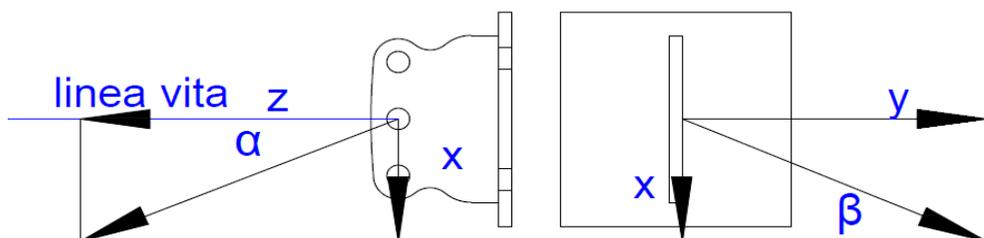
=

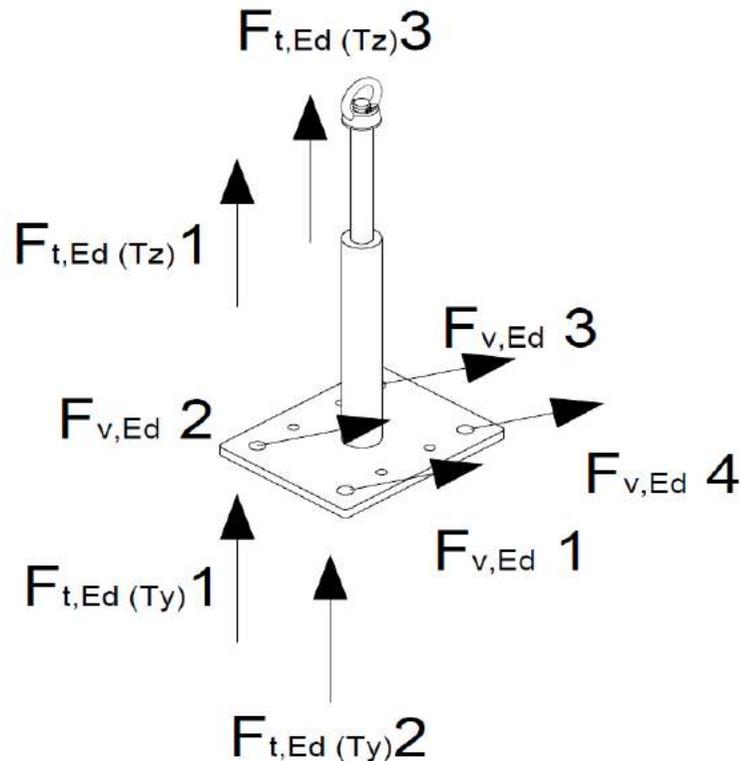






Piastra a parete





$$F_{t,Ed}(T_y) = T_y \cdot h_{pe} / i_y \cdot n$$

$$F_{t,Ed}(T_x) = T_x \cdot h_{pe} / i_x \cdot n$$

$$F_{t,Ed} \max = F_{t,Ed}(T_y) + F_{t,Ed}(T_x)$$

$$F_{v,Ed} = T/n$$

con: n = numero di ancoraggi

i_x = interasse ancoraggi in direzione x

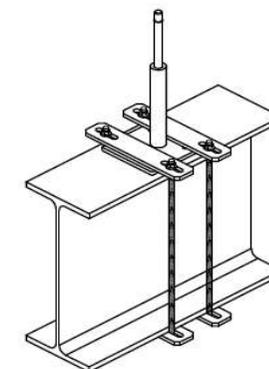
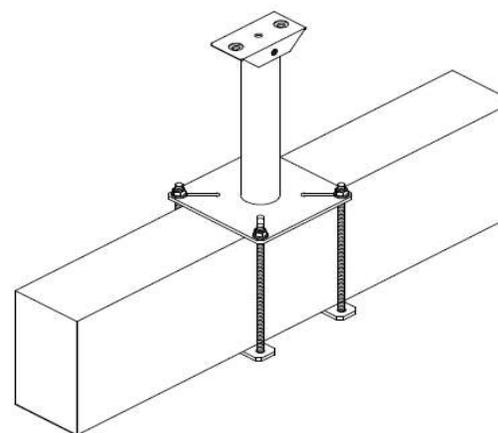
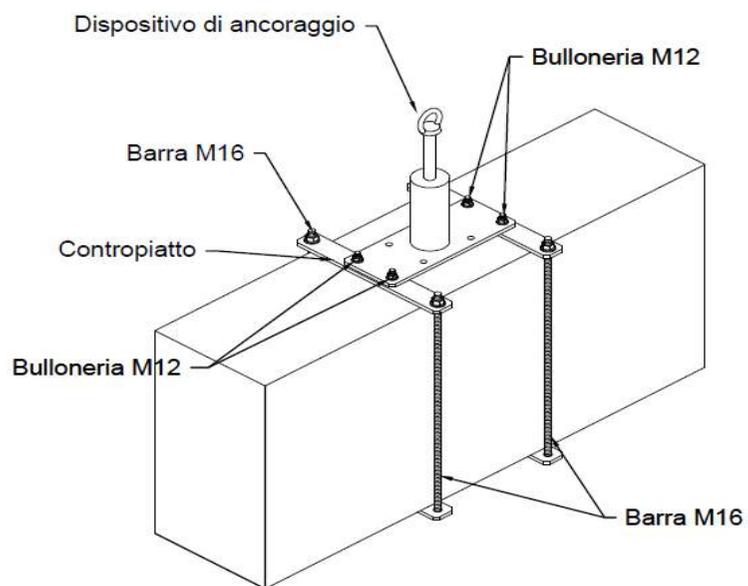
i_y = interasse ancoraggi in direzione y

In caso di linee a più campate, si considera il caso di caduta dell'operatore ancorato **sulla campata adiacente** al dispositivo di ancoraggio. In questo caso infatti la sollecitazione trasmessa al dispositivo di ancoraggio ha due componenti, una in direzione della linea vita, l'altra ad essa ortogonale, parallela al piano della copertura.

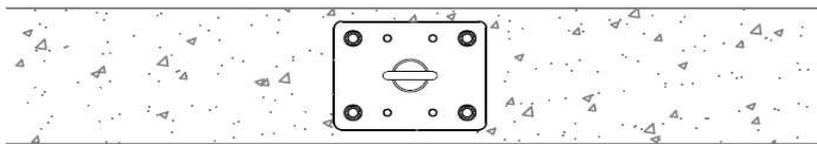
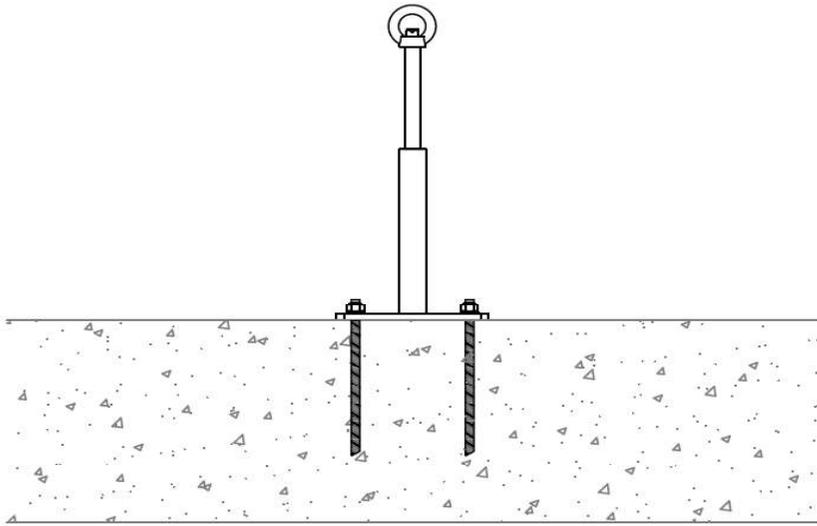
Questa rappresenta la condizione di carico peggiore, data dalla concentrazione di forze sull'ancoraggio opposto al vettore T

Tipologie di ancoraggio

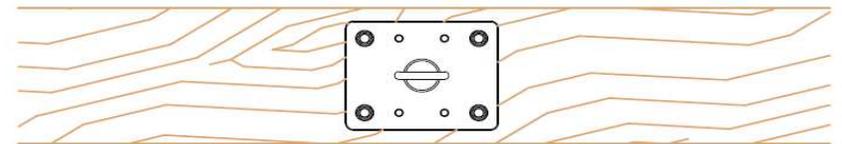
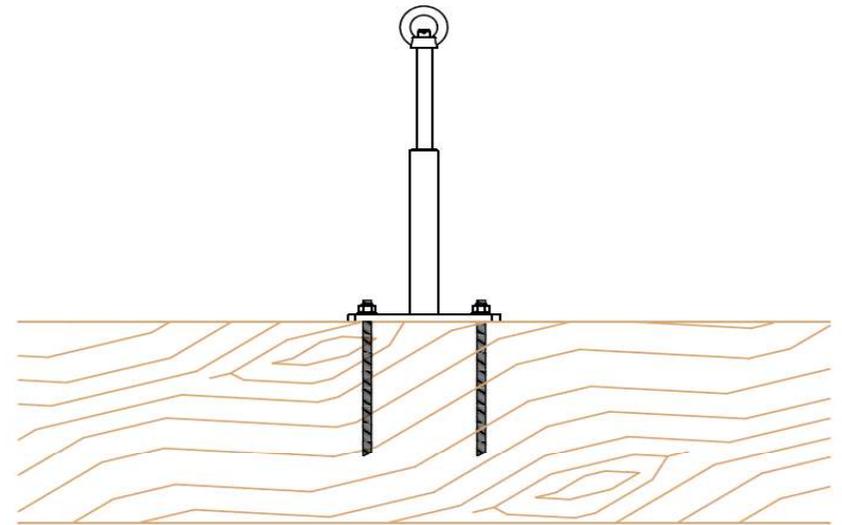
Fissaggio con barre filettate e contro-piastre



Fissaggio con barre filettate e resine chimiche

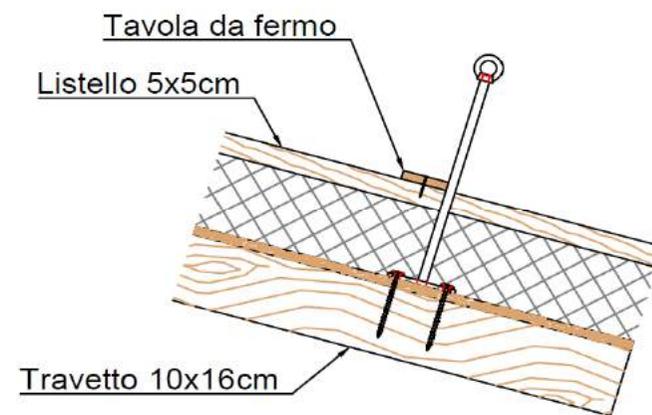
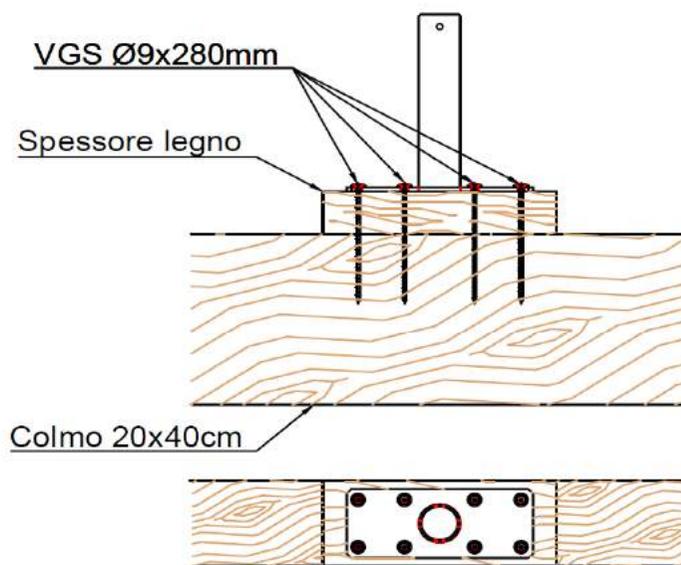
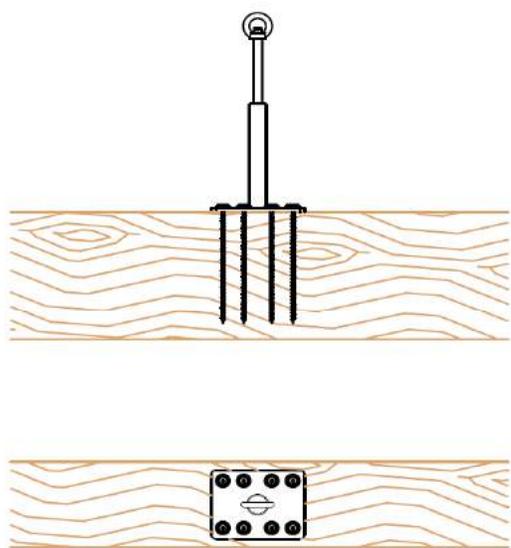


CEMENTO ARMATO

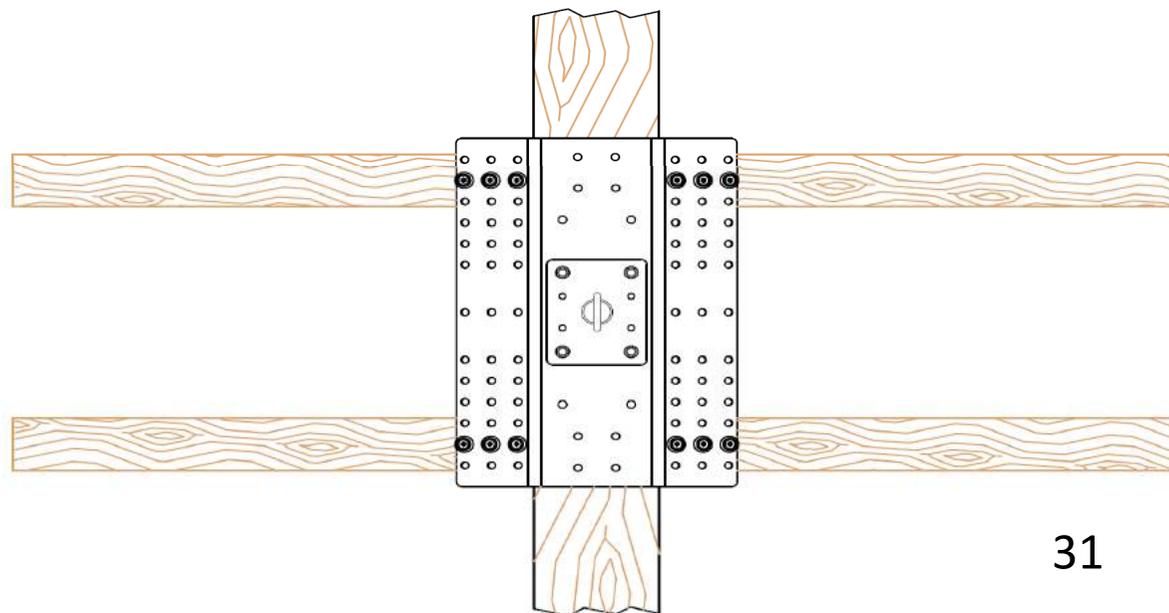
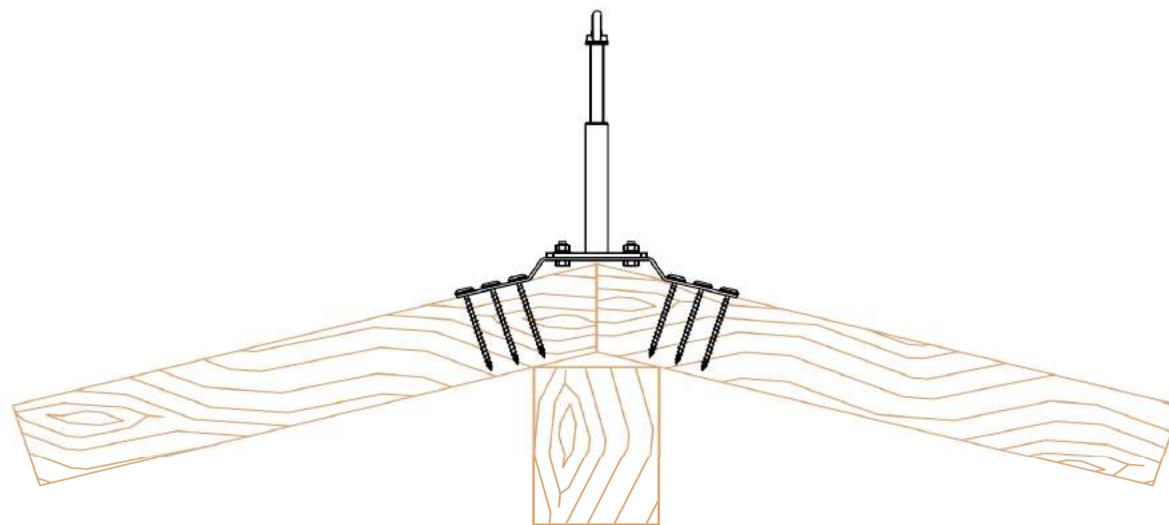


LEGNO

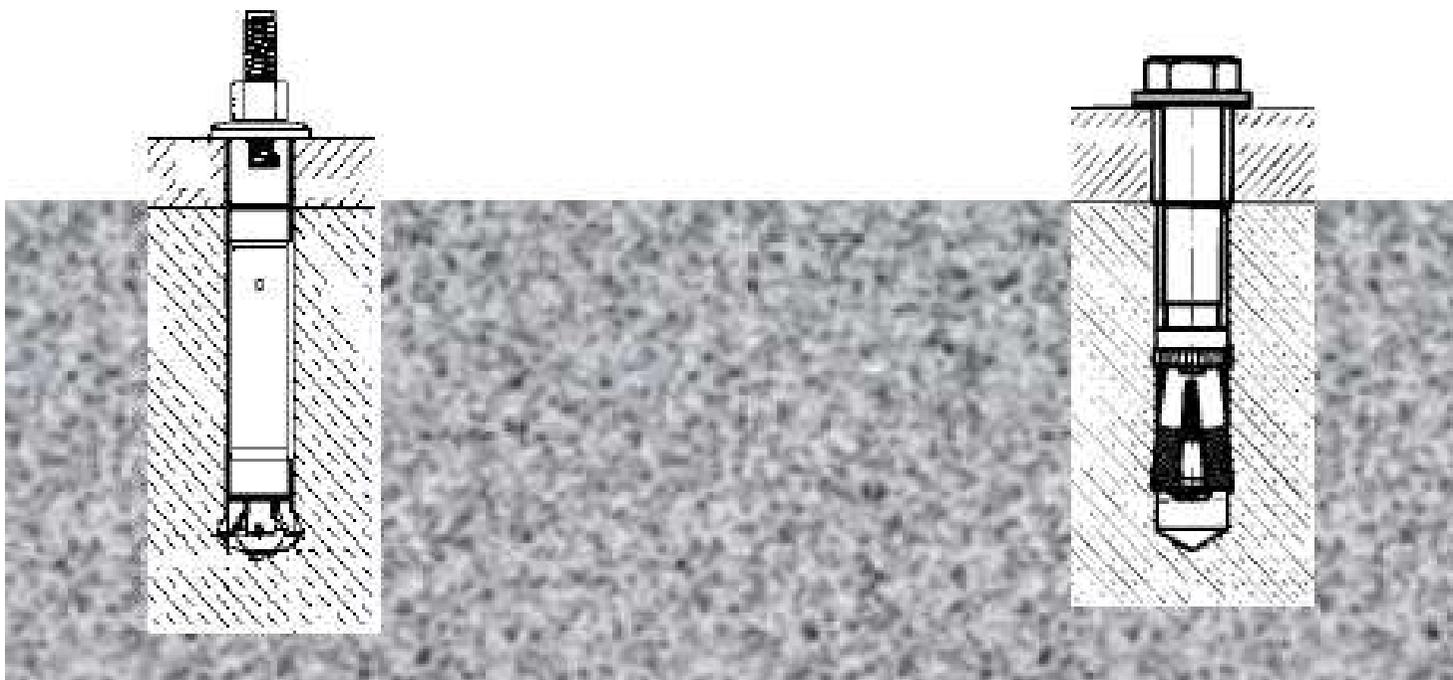
Fissaggio con viti da legno strutturali



Piastre di ripartizione dei carichi



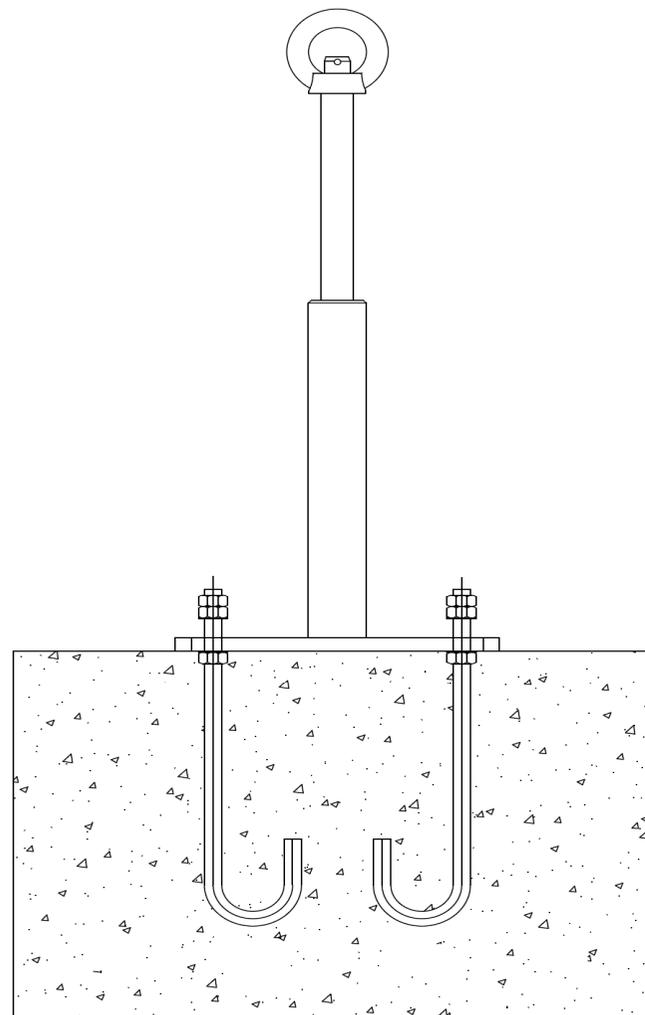
Fissaggio con tasselli meccanici



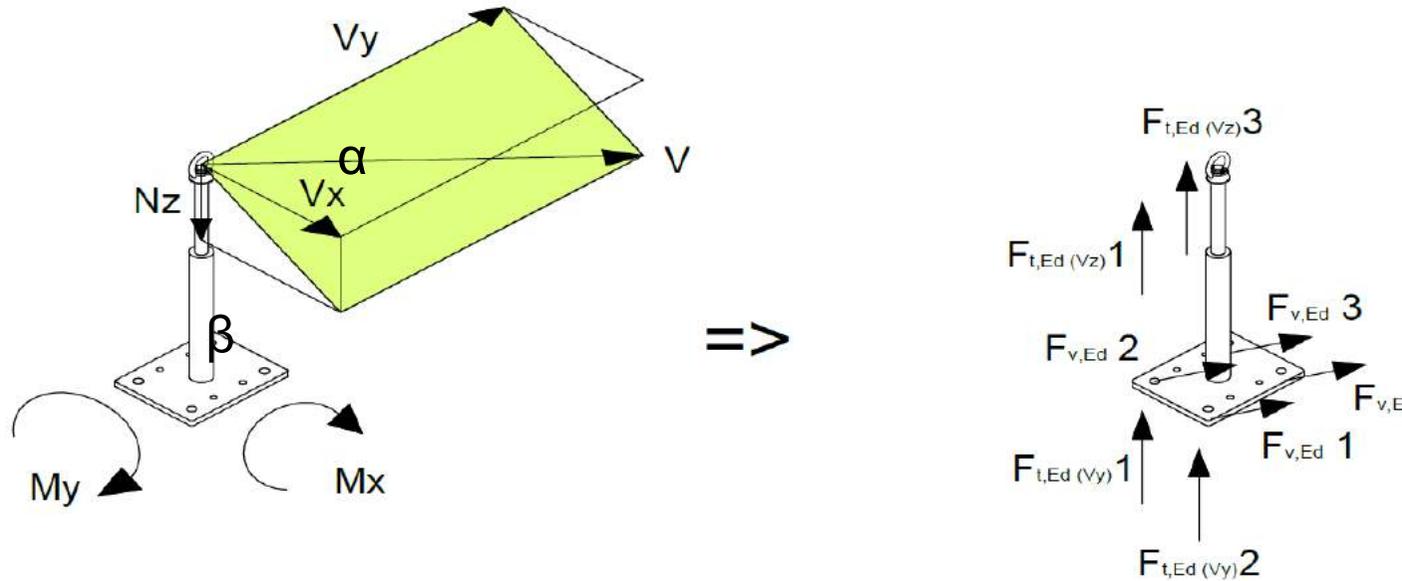
SOTTOSQUADRO

A ESPANSIONE

Fissaggio con barre inglobate nel cls



Verifica dell'elemento di ancoraggio



L'ancoraggio del dispositivo di ancoraggio deve verificare le seguenti condizioni:

TRAZIONE: $F_{t,Ed} / F_{t,Rd} \leq 1$

-

TAGLIO: $F_{v,Ed} / F_{v,Rd} \leq 1$

AZIONI COMBinate:

$$\left[\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \right]^\alpha \leq 1$$

Rapporto Tecnico Eota TR

029

$\alpha = 2,0$ per il collasso dell'acciaio
 $\alpha = 1,5$ per tutti gli altri tipi di collasso

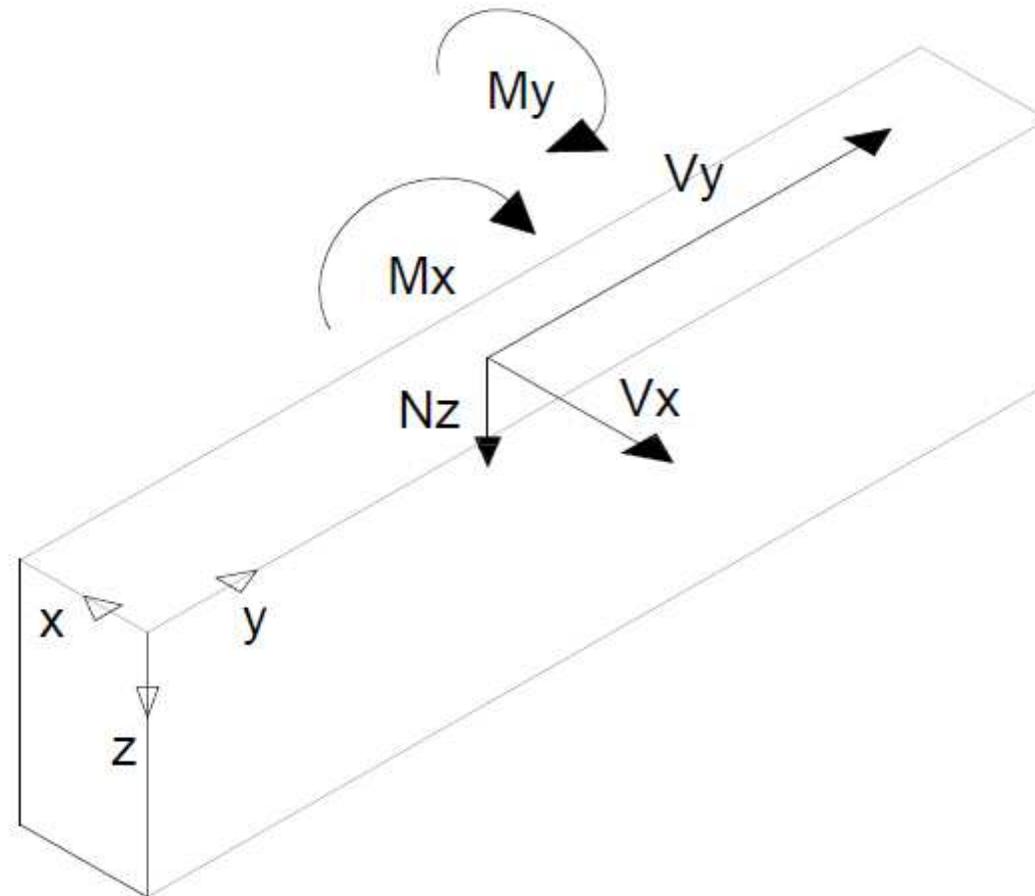
Verifica della struttura

L'installazione di un sistema anticaduta su una copertura non modifica la geometria strutturale, non cambia la rigidità delle strutture, comporta carichi temporanei che non si sommano alle azioni sismiche.

Si possono quindi inquadrare come tipologia d'intervento negli "*interventi privi di rilevanza per la pubblica incolumità*", come riportato dalla D.G.R. n.687/2011, al punto A.7. per le nuove costruzioni e punto B.8. per le costruzioni esistenti, quali Manufatti ed elementi assimilabili contrassegnati ambedue dal codice "L2" per i quali è necessario predisporre:

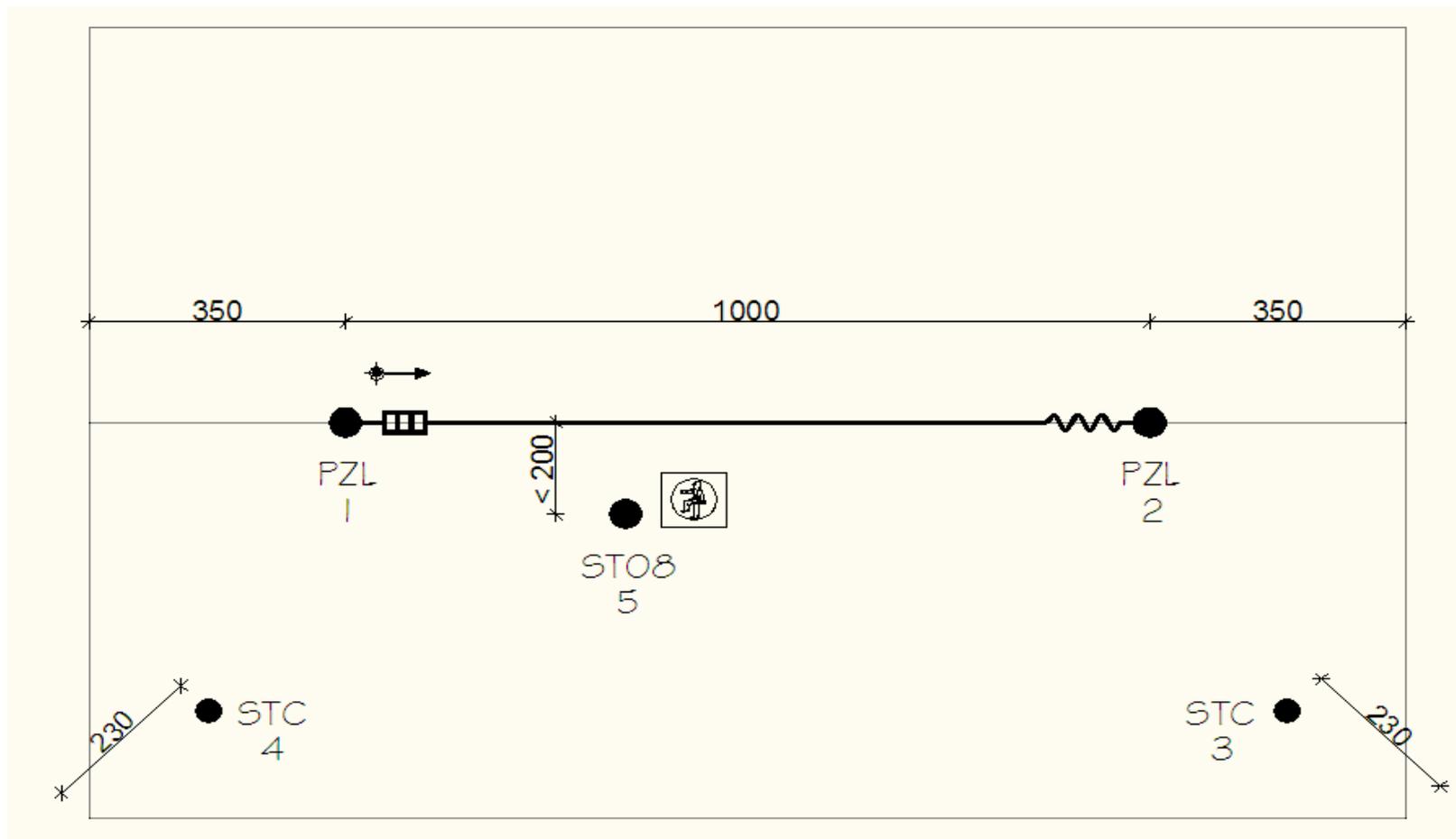
- la dichiarazione che l'opera è priva di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici.
- la relazione tecnica esplicativa: contenente le informazioni relative alla tipologia della costruzione o del manufatto, le dimensioni dell'intervento proposto, la destinazione d'uso ed il contesto in cui viene realizzato.
- la relazione di calcolo con la valutazione delle azioni sulla struttura e la verifica analitica dei limiti di carico.
- l'elaborato grafico: quotato, comprensivo di piante e sezioni.

Le azioni sulla struttura



- ♦ Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) di cui al D.M. 14.01.08;
- ♦ Norme tecniche ETAG 001 – Linee Guida per il benessere tecnico europeo di ancoranti metallici da utilizzare nel calcestruzzo
- ♦ Norma UNI EN 1995/2009 – Eurocodice 5 – Progettazione delle strutture in legno – Parte 1-1: Regole generali – Regole comuni e regole per gli edifici.
- ♦ Norme tecniche CNR-DT 206/2007 – rev. 7 ottobre 2008 – Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Strutture di Legno

ESEMPIO DI CALCOLO



Copertura a due falde – Linea Vita ad una campata di 10 metri – Punti per ridurre l'effetto pendolo e punto di Salita

Dispositivo di ancoraggio di classe C

Linea Vita lunga 10 m

La linea Vita è costituita da un **cavo** in acciaio Φ 8 mm composizione 7x7 = 49 fili, con due pali di ancoraggio **PZL**.

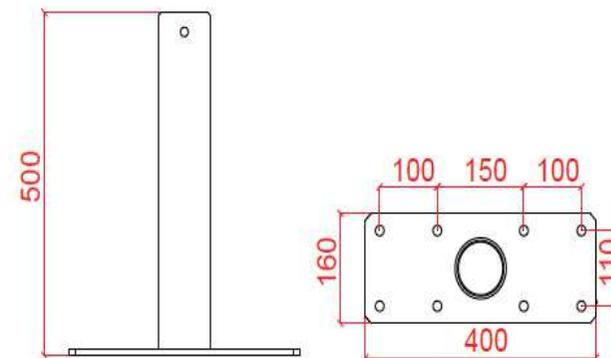


Palo PZL h50-h30 Zincato base 400x160

- Piastra di fissaggio 400x160 spessore 10 mm;
- Fissaggio con viti strutturali o barre filettate e resina bi-componente;
- Ideale per il fissaggio su travi in legno con contropiastra o piatti asolati 400x60x10 mm zincati;
- Ideale per coperture in latero-cemento, legno, ferro, cls.

Cod. 000187 h 50

Cod. 000266 h 30



I pali sono alti **H=30 cm**

Ad una estremità della linea è disposto un **assorbitore** di energia e nell'altra estremità un **tenditore** per mettere in tensione il cavo in acciaio

Il sistema di ancoraggio completo è verificato e certificato dal fornitore che fornirà le certificazioni da allegare alla relazione di calcolo.

In base alla configurazione di carico si dovranno verificare:

- l'ancoraggio dei pali di estremità soggetti alla forza massima dichiarata dalla ditta fornitrice del «Sistema Linea Vita» e i dispositivi di ancoraggio puntuale
- la struttura principale a cui sono ancorati i sostegni del «Sistema Linea Vita» e i dispositivi di ancoraggio puntuale

Dalle **tabelle fornite dal costruttore** si ricava il dato necessario al calcolo di verifica della linea:

CAMPATA MAX: 10 m	L [m] = 10	
	CARICO [kN]	FRECCIA [m]
PZP - PZC - PZI - PZL	12,50	0,95
CR - SZG - SZP - 0Z00215042/52	12,40	0,90

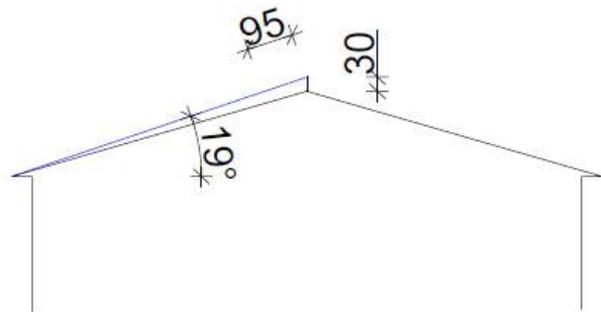
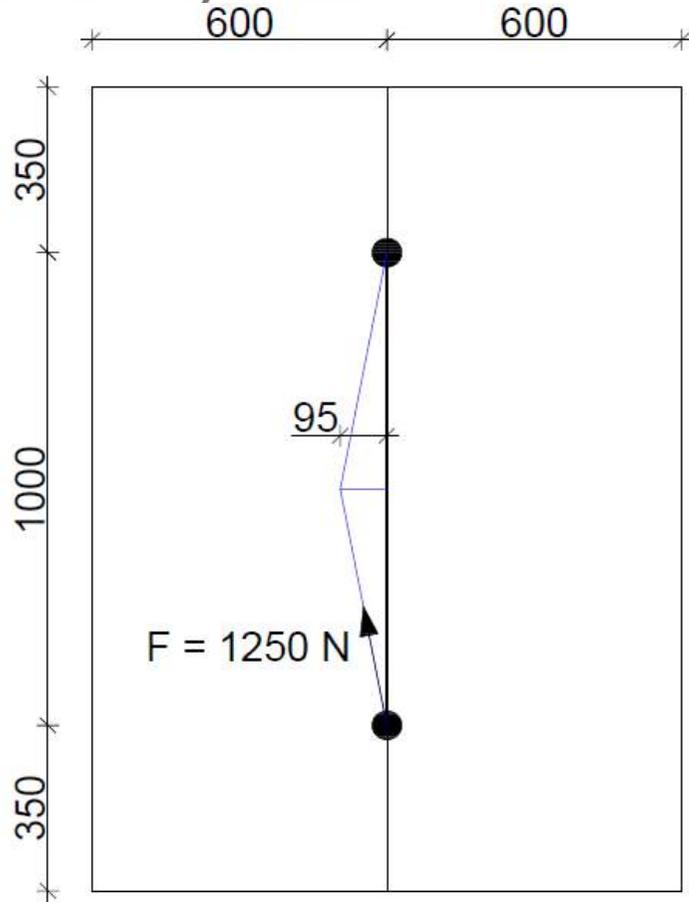
Tensione massima sul cavo = 12,5 kN

Coeff. di Sicurezza = 2 come da UNI 795

Carico di Progetto = 2x12,5 = 25,0 kN

Freccia = 0,95 m

NOTA: Il progettista dovrebbe **sempre verificare la compatibilità della freccia** (che si viene a creare sulla linea vita in seguito all'eventuale caduta di un operatore) con la posizione della linea vita al fine di evitare all'operatore in caduta di impattare contro superfici o oggetti sottostanti la copertura.



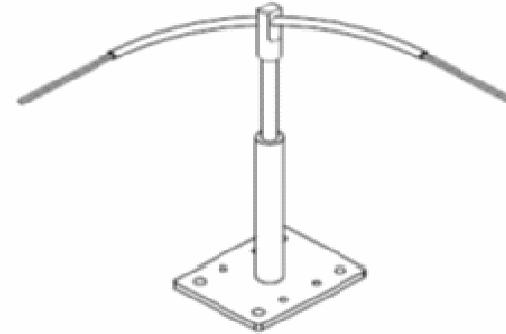
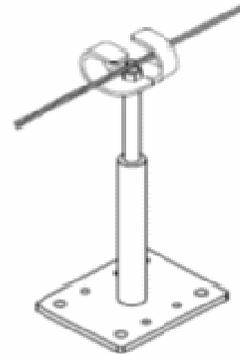
Scomposizione delle Forze agenti sul piano di azione della forza sollecitante:

Verifica del PALO DI ESTREMITA' Carico sulla mezzeria della campata

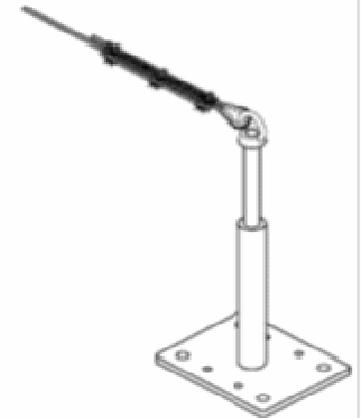
altezza palo	hp =	0,30 m			
altezza paletto di estremità	hpe =	0,30 m	rispetto al piano di fissaggio		
spessore piastra	s =	10,00 mm			
Interasse fissaggi (Y)	iy1 =	0,000 m	ny1	2,00	1,00
	iy2 =	0,100 m	ny2	0,00	0,00
	iy3 =	0,250 m	ny3	0,00	0,00
	iy4 =	0,350 m	ny4	2,00	1,00
Interasse fissaggi (X)	ix =	0,110 m	nx	2,00	
lunghezza della linea	Ltot =	10,00 m			
numero di campate	nr =	1,00			
lunghezza campata	Lcam =	10,00 m			
massimo sforzo sulla linea	F =	12,50 kN			
freccia della linea in mezzeria ± 20%	fm =	0,95 m			
angolo inclinazione orizzontale	α	10,76 °			
angolo inclinazione verticale	β	19,00 °			
coefficiente di sicurezza	k	2,00			
numero fissaggi	n	4,00	M12	\varnothing	12,00 mm
sforzo normale compressione	Nz =	1,52 kN	$F * k * \sin \alpha * \sin \beta$		
taglio	Vy =	24,56 kN	$F * k * \cos \alpha$		
	Vx =	4,41 kN	$F * k * \sin \alpha * \cos \beta$		
	Vxy =	24,95 kN	$\text{radq}(Vx^2 + Vy^2)$		
momento flettente	Mx =	7,37 kNm	$Vy * hpe$		
	My =	1,32 kNm	$Vx * hpe$		

DISPOSITIVI INTERMEDI

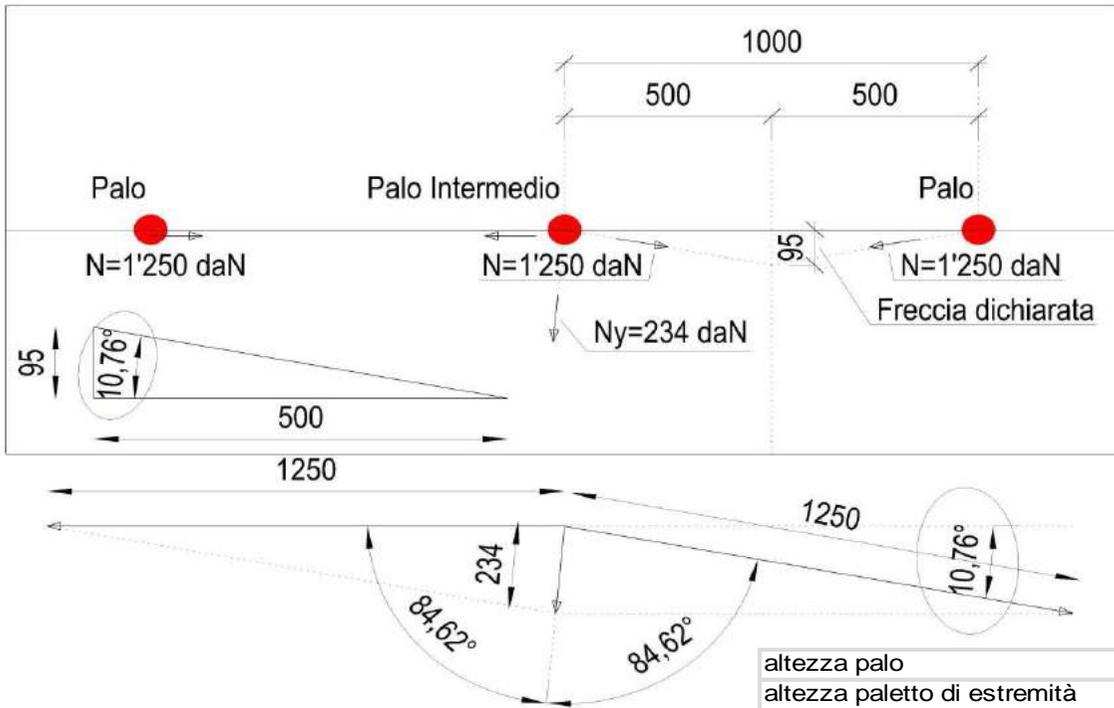
Passacavo
tipo by-pass



Passacavo ad
angolo



Nel **PASSACAVO AD ANGOLO** il cavo non scorre liberamente ma è parzialmente vincolato dall'attrito all'interno del tubino e dalla deformazione di quest'ultimo sotto carico => **deve essere calcolato come palo di estremità (ipotesi cautelativa)**



Verifica del PALO INTERMEDIO con passacavo tipo by-pass

altezza palo	hp	0,30 m			
altezza paletto di estremità	hpe =	0,30 m	rispetto al piano di fissaggio		
spessore piastra	s =	10,00 mm			
Interasse fissaggi (Y)	iy1 =	0,000 m	ny1	2,00	1,00
	iy2 =	0,100 m	ny2	0,00	0,00
	iy3 =	0,250 m	ny3	0,00	0,00
	iy4 =	0,350 m	ny4	2,00	1,00
Interasse fissaggi (X)	ix =	0,110 m	nx	2,00	
lunghezza della linea	Ltot =	10,00 m			
numero di campate	nr =	1,00			
lunghezza campata	Lcam =	10,00 m			
massimo sforzo sulla linea	F =	12,50 kN			
freccia della linea in mezzeria ± 20%	fm =	0,95 m			
angolo inclinazione orizzontale	α	10,76 °			
angolo inclinazione verticale	β	19,00 °			
coefficiente di sicurezza	k	2,00			
numero fissaggi	n	4,00	M12	\varnothing 12,00 mm	
sforzo normale compressione	Nz =	1,52 kN	$F * k * \sin \alpha * \sin \beta$		
taglio	Vy =	0,00 kN	$F * k * \cos \alpha$		
	Vx =	4,41 kN	$F * k * \sin \alpha * \cos \beta$		
	Vxy =	4,41 kN	$\text{rad}q (Vx^2 + Vy^2)$		
momento flettente	Mx =	0,00 kNm	$Vy * hpe$		

- 1.Introduzione normative
- 2.Determinazione del carico di progetto
- 3.Verifica di un ancoraggio
- 4.Ancoraggio su calcestruzzo – Norme ETAG 001
- 5.Ancoraggio su legno – Eurocodice 5
- 6.Ancoraggio su strutture metalliche

ETAG 001

Linea guida per il benessere tecnico europeo di ANCORANTI METALLICI DA UTILIZZARE NEL CALCESTRUZZO

La NORMA ETAG 001 è una “Linea Guida per il benessere tecnico europeo di ANCORANTI METALLICI DA UTILIZZARE NEL CALCESTRUZZO”

Pone le basi per la valutazione delle caratteristiche e dei requisiti degli ancoranti da utilizzare in calcestruzzo fessurato e non fessurato ed è costituita dalle seguenti parti:

Parte prima

Ancoranti in generale

Parte seconda

Ancoranti ad espansione a controllo di coppia

Parte terza

Ancoranti sottosquadro

Parte quarta

Ancoranti ad espansione a controllo di spostamento

Parte quinta

Ancoranti chimici

Parte sesta

Ancoranti per applicazioni leggere

Stabilisce i requisiti che gli ancoranti devono possedere, i criteri di accettazione cui devono rispondere e i metodi per comprendere questi due aspetti fondamentali, ossia la valutazione e i metodi di prova usati per effettuare la valutazione stessa.

I seguenti allegati costituiscono parte integrante della Linea Guida:

Allegato A	Dettagli delle prove
Allegato B	Prove per condizioni di servizio ammissibili
<u>Allegato C</u>	<u>Metodi di progettazione degli ancoraggi</u>

I metodi di progettazione riportati nell'Allegato C sono basati sull'ipotesi che siano state effettuate le prove richieste per la valutazione delle condizioni ammissibili di servizio, riportate nella Parte Prima e nelle Parti seguenti.

Pertanto, la rispondenza all'Allegato C è un pre-requisito all'accertamento e alla valutazione degli ancoranti.

L'uso di altri metodi di progettazione richiederà la riconsiderazione delle prove necessarie.

Il **Benestare Tecnico Europeo (ETA)** riporta i valori caratteristici dei diversi ancoranti approvati:

- ✓ Modalità di posa
- ✓ Diametri certificati
- ✓ Profondità di posa certificate
- ✓ Eventuale certificazione per cls fessurato
- ✓ Intervalli di temperatura di esercizio certificati
- ✓ Interassi minimi e distanze minime dal bordo
- ✓ Tensione caratteristica di aderenza
- ✓ Coefficienti di sicurezza
- ✓ Coppie di serraggio
- ✓

La progettazione degli ancoraggi (ad esempio la disposizione degli ancoranti in un gruppo, l'effetto dei bordi e degli spigoli dell'elemento in calcestruzzo sulla resistenza caratteristica ecc.....) deve essere eseguita secondo i metodi descritti nell'allegato C, tenendo conto dei valori caratteristici degli ancoranti riportati nel Benestare Tecnico Europeo.

ALLEGATO C
+
RAPPORTO TECNICO EOTA TR 029/2007

CEDIMENTO DELL'ANCORANTE

Un'elevata sollecitazione dei punti di ancoraggio, un montaggio errato o la presenza di un sottofondo con resistenza insufficiente possono causare una mancata tenuta del tassello.

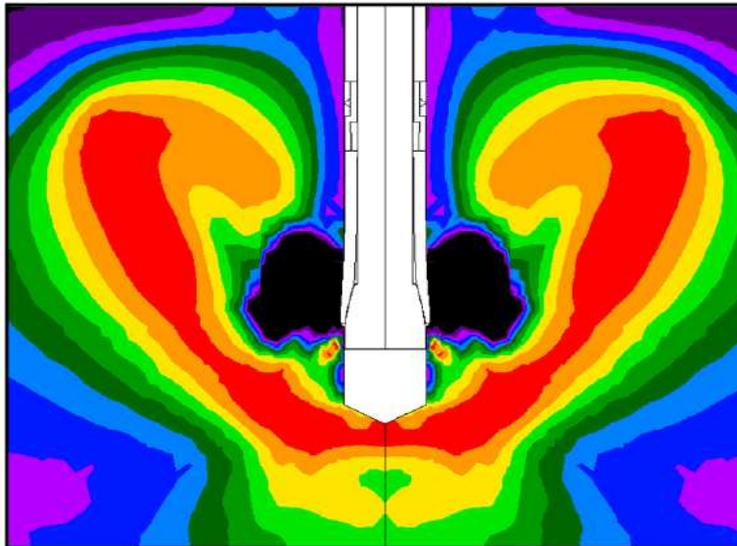
Il tecnico, nei calcoli di tenuta dell'ancoraggio deve tenere conto di questi fattori fondamentali.

1. Meccanismo Resistente;
2. Meccanismi di Rottura per Estrazione;
3. Meccanismi di Rottura per Taglio;
4. Interazione Taglio – Sforzo Assiale;

MECCANISMO RESISTENTE

Classificazione: Sollecitazioni sul calcestruzzo a confronto

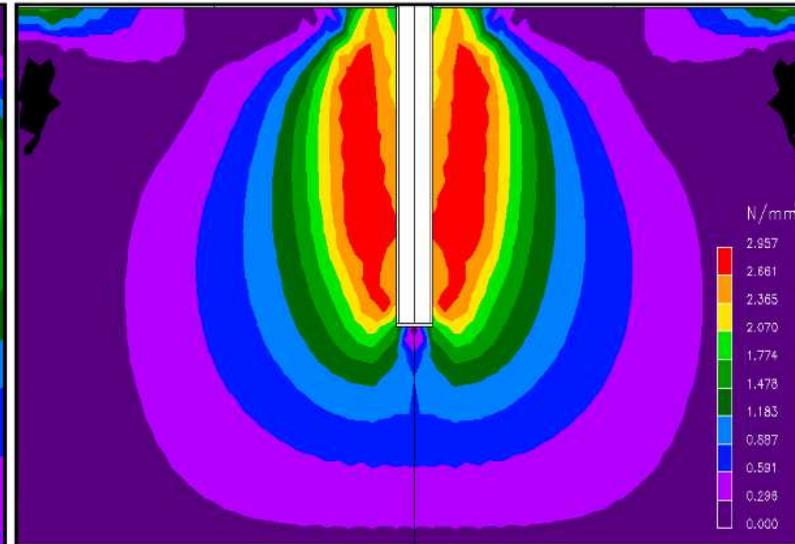
Ancorante meccanico



**ANCORANTE MECCANICO
SOTTOSQUADRO
O AD ESPANSIONE**

- + capacità di carico immediata dopo installazione
- interasse e distanze dai bordi più alte

Ancorante chimico

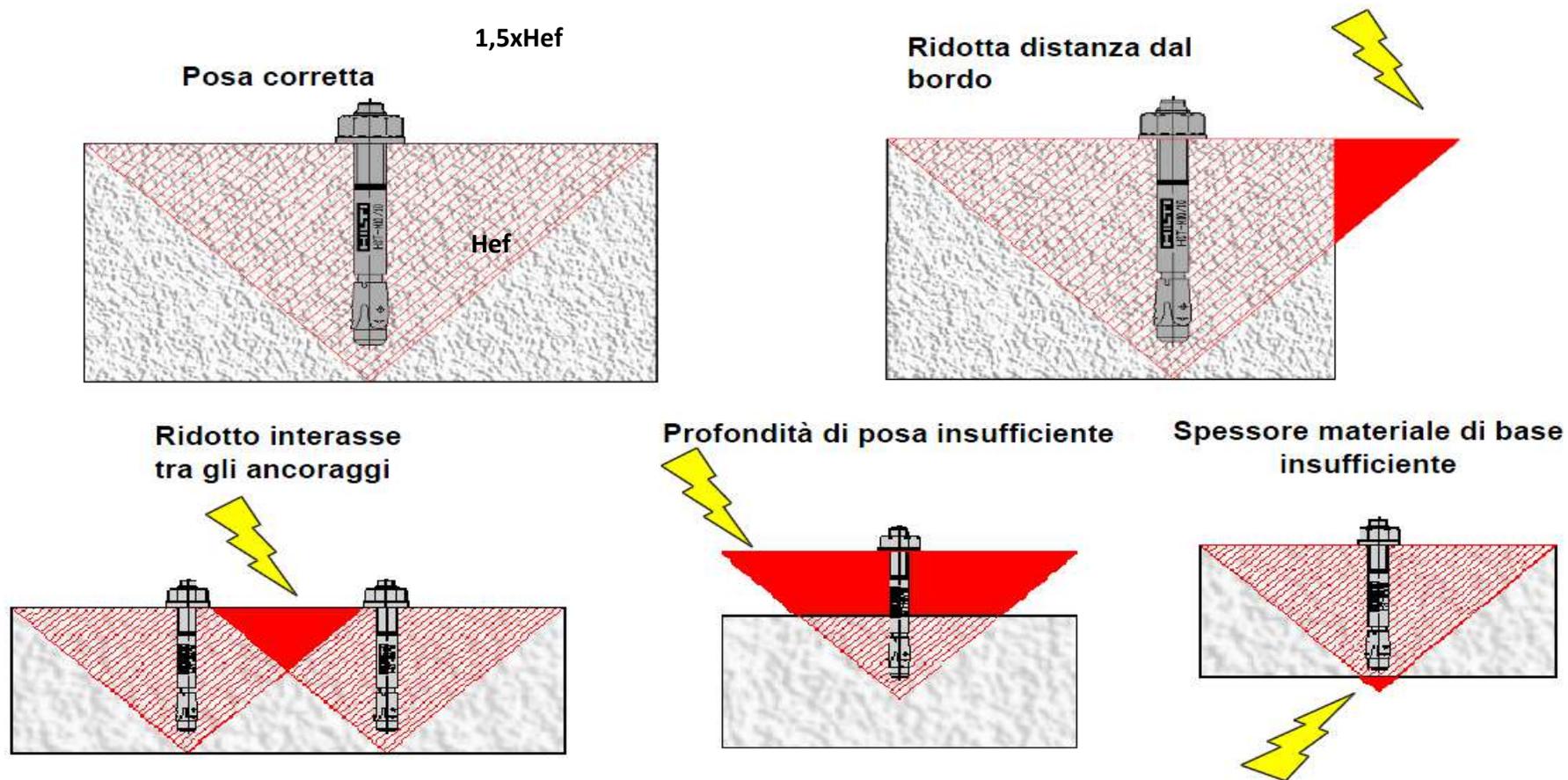


**ANCORANTE CHIMICO CON MECCANISMO
RESISTENTE PER ADESIONE**

- + ridotti interassi e distanze dai bordi
applicazioni in differenti materiali di base
resistenza più elevata
- applicazione complessa e impossibilità di
carico immediato

CONDIZIONI GEOMETRICHE DI POSA:

distanza dal bordo (c) – interasse (s) – spessore materiale base (h)

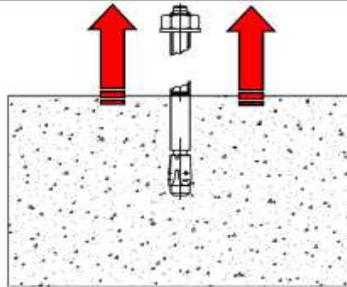


MECCANISMI DI ROTTURA A TRAZIONE

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ucr,N}$$

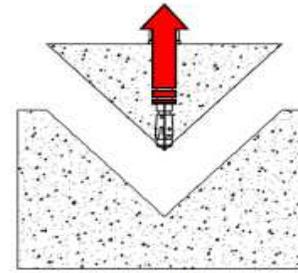
Rottura lato acciaio

$$N_{Rk,s} = A_S \cdot f_{uk}$$



- ✓ Tensioni elevate
- ✓ Qualità del calcestruzzo

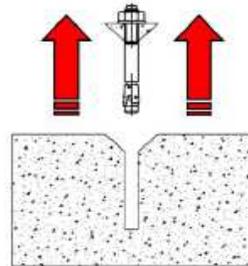
Rottura conica del calcestruzzo



- ✓ Tensioni elevate
- ✓ Qualità del calcestruzzo

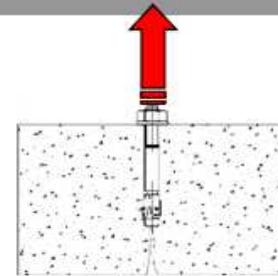
Rottura per estrazione

$N_{rk,p}$ (ETA)



- ✓ Posa non corretta
- ✓ Qualità del calcestruzzo

Rottura per splitting



- ✓ Spessore materiale base
- ✓ Qualità del calcestruzzo

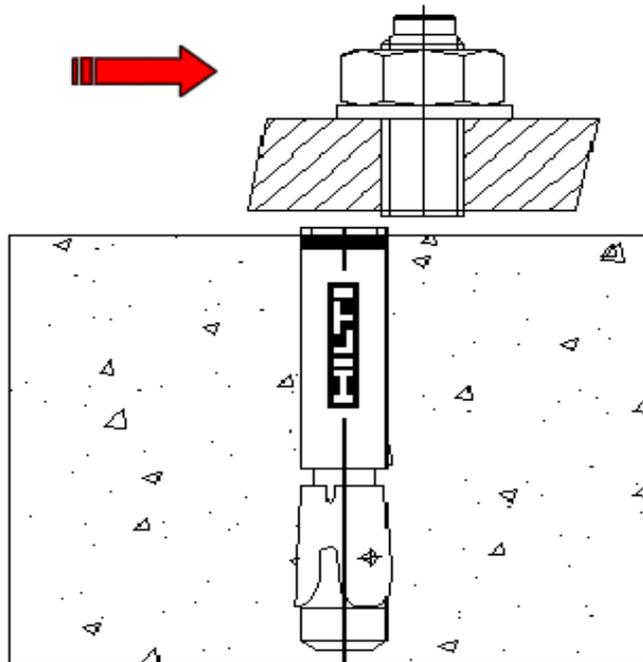
Condizioni geometriche di posa

$c_{min}, s_{min}, h_{min}$.

MECCANISMI DI ROTTURA A TAGLIO

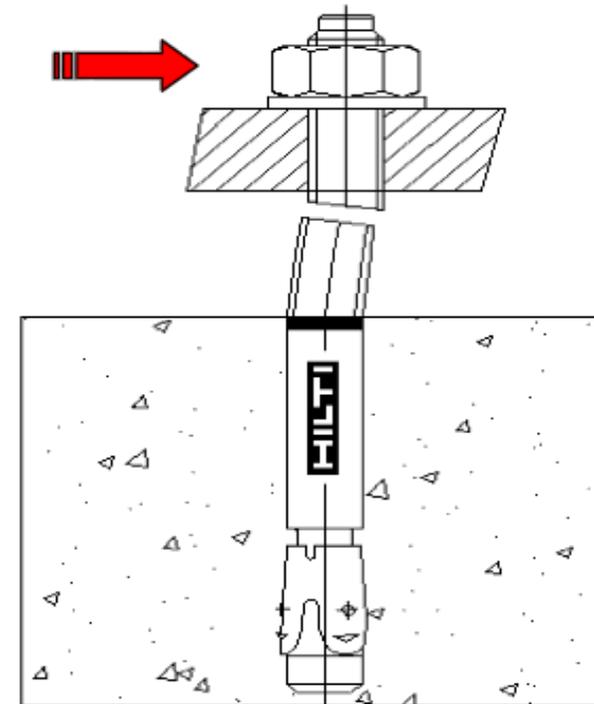
LATO ACCIAIO

$$V_{Rk,s} = 0.5 \cdot A_S \cdot f_{uk}$$



Rottura lato acciaio dell'ancorante

$$V_{Rk,sm} = \frac{\alpha_M \cdot M_{Rk,s}}{\ell}$$

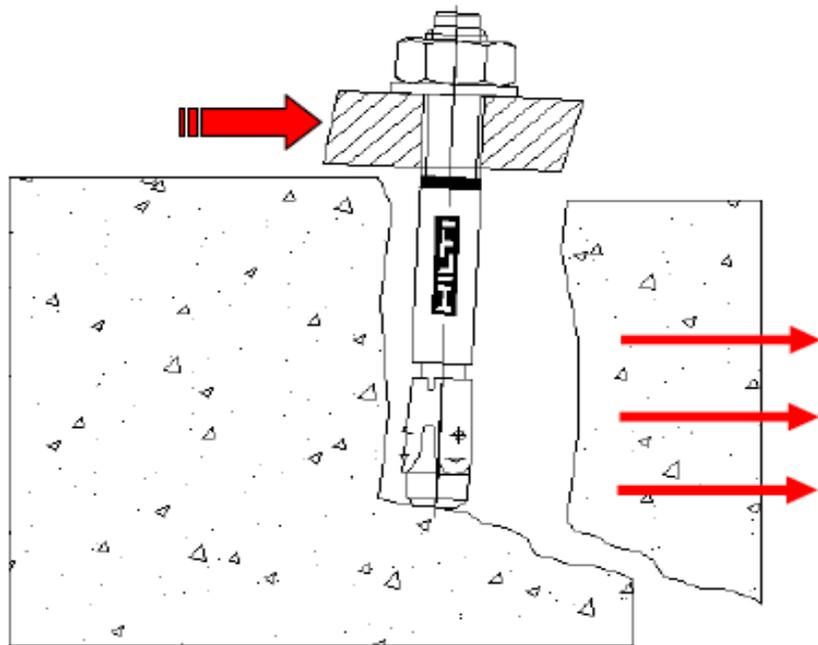


Rottura lato acciaio dell'ancorante, taglio con flessione

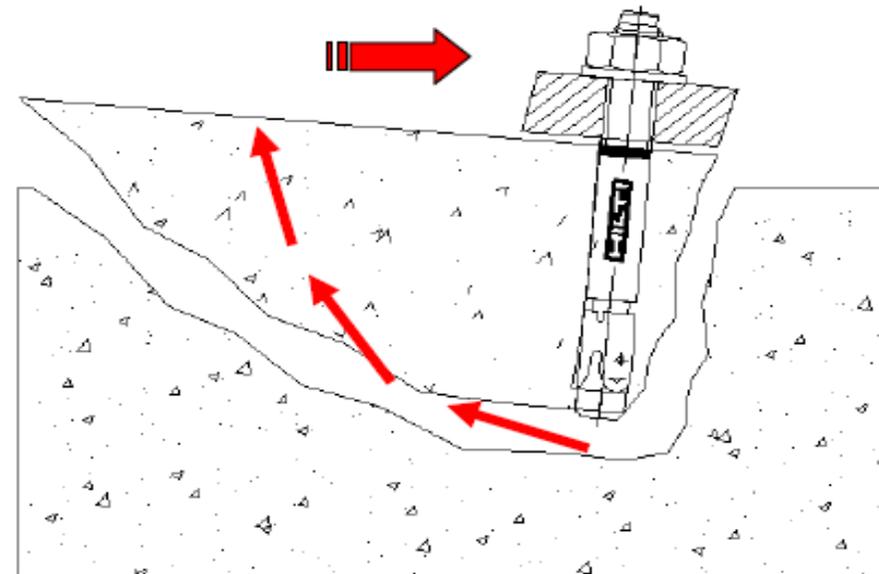
MECCANISMI DI ROTTURA A TAGLIO LATO CALCESTRUZZO

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{\beta,V} \cdot \Psi_{ucr,V}$$

$$V_{Rk,cp} = k N_{Rk,c}$$

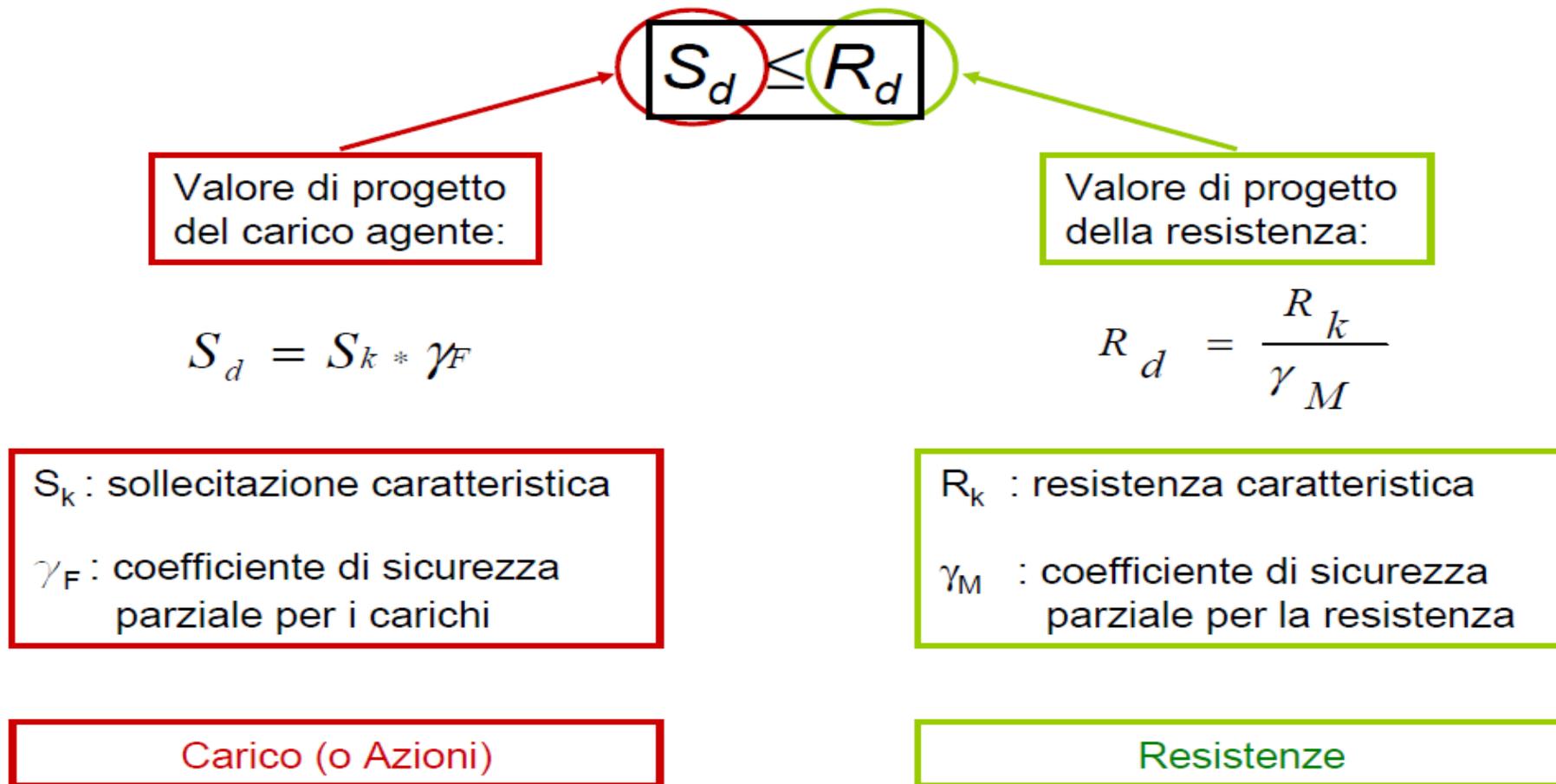


Rottura del bordo



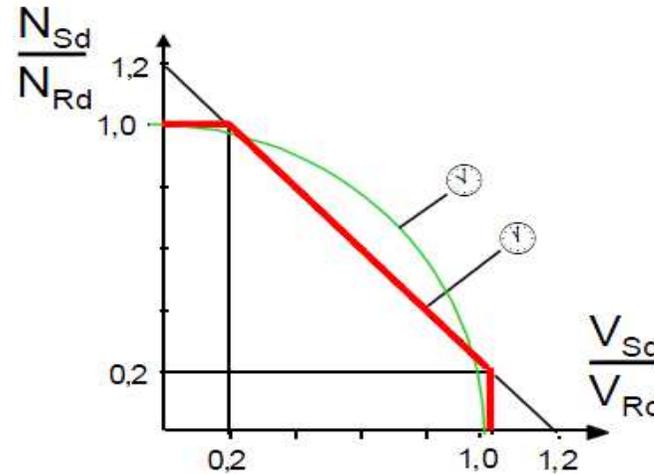
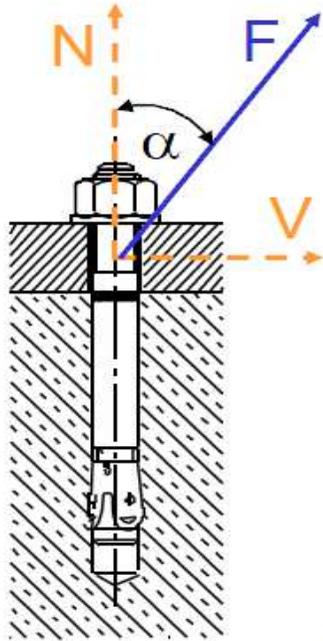
Rottura per pry-out

COEFFICIENTI PARZIALI DI SICUREZZA



INTERAZIONE TAGLIO – SFORZO ASSIALE

VERIFICA AD AZIONE COMBINATA TAGLIO-TRAZIONE



$$\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} \leq 1.0$$

$$\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \leq 1.0$$

$$\left(\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}}\right)^{\alpha} + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}}\right)^{\alpha} \leq 1$$

②

$$\left(\frac{N_{Sd}}{N_{Rd}}\right) + \left(\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}}\right) \leq 1.2$$

$\alpha = 2.0$ per il collasso dell'acciaio
 $\alpha = 1.5$ per tutti gli altri tipi di collasso

**RAPPORTO TECNICO
EOTA TR 029**

ESEMPIO DI CALCOLO

- Il palo verrà fissato alla sottostante trave di colmo in cemento armato **C25/30** di **sezione 40x40 cm** mediante 4 barre filettate M12 e resina bi-componente con profondità di infissione **$h_{eff} = 170$ mm**.

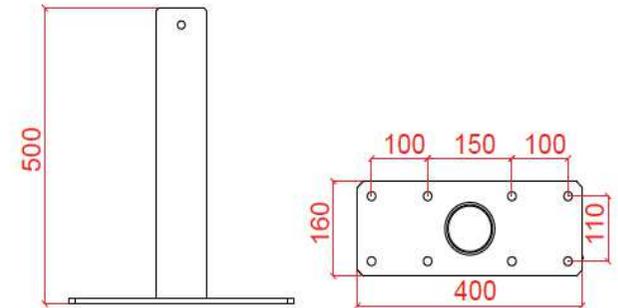


Palo PZL h50-h30 Zincato base 400x160

- Piastra di fissaggio 400x160 spessore 10 mm;
- Fissaggio con viti strutturali o barre filettate e resina bi-componente;
- Ideale per il fissaggio su travi in legno con contropiastra o piatti asolati 400x60x10 mm zincati;
- Ideale per coperture in latero-cemento, legno, ferro, cls.

Cod. 000187 h 50

Cod. 000266 h 30



La verifica a trazione, strappo e cesoiamento delle barre è effettuata nella condizione allo stato limite ultimo, in base ai coefficienti indicati dalla UNI EN 795/02.

Particolari di Posa

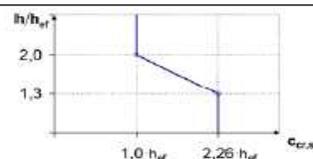
Il Palo scelto ha una piastra di base che Richiede: Ancoraggio con n° 4 barre filettate Ø 12

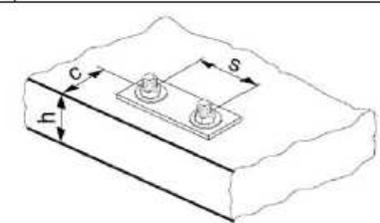
QUINDI SI DEVE SCEGLIERE LA COLONNA CONTRADDISTINTA CON M12

In tale TABELLA vengono anche riportati tutti i dati relativi a:

- Profondità di posa Minima.
- Distanza dal bordo Minima.
- Interasse Minimo.
- Spessore del materiale di Base Minimo.

Particolari di posa

Dimensione ancorante	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Diametro punta trapano d_0 [mm]	10	12	14	18	24	28	30	35
Range profondità foro e profondità ancoraggio ^{a)} per HIT-V	$h_{er,min}$ [mm]	60	70	80	90	100	110	120
	$h_{er,max}$ [mm]	160	200	240	320	400	480	600
Profondità foro e profondità ancoraggio per HAS	h_{er} [mm]	80	90	110	125	170	210	270
Spessore minimo del materiale base	h_{min} [mm]	$h_{er} + 30 \text{ mm}$ $\geq 100 \text{ mm}$			$h_{er} + 2 d_0$			
Diametro del foro piastra d_r [mm]	9	12	14	18	22	26	30	33
Coppia di serraggio $T_{max}^{b)}$ [Nm]	10	20	40	80	150	200	270	300
Interasse minimo s_{min} [mm]	40	50	60	80	100	120	135	150
Minima distanza dal bordo c_{min} [mm]	40	50	60	80	100	120	135	150
Interasse critico per collasso dovuto a splitting $s_{cr,sp}$ [mm]	$2 c_{cr,sp}$							
Distanza dal bordo critica per collasso dovuto a splitting ^{c)} $c_{cr,sp}$ [mm]	$1,0 \cdot h_{er}$ per $h / h_{er} \geq 2,0$							
	$4,6 h_{er} - 1,8 h$ per $2,0 > h / h_{er} > 1,3$:							
	$2,26 h_{er}$ per $h / h_{er} \leq 1,3$:							
Interasse critico per collasso dovuto ad estrazione cono cls $s_{cr,N}$ [mm]	$2 c_{cr,N}$							
Distanza dal bordo critica per collasso dovuto ad estrazione cono cls ^{d)} $c_{cr,N}$ [mm]	$1,5 h_{er}$							

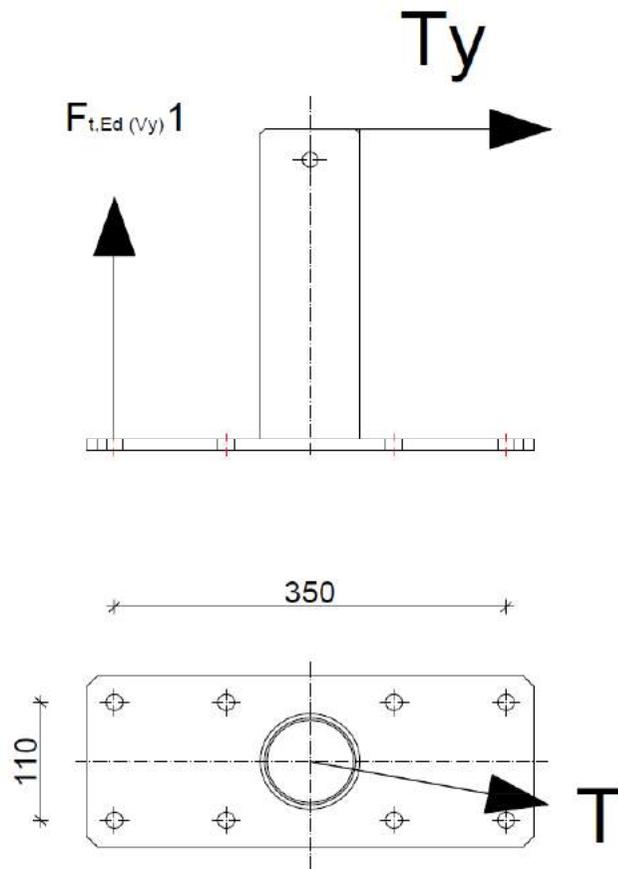


Per interassi (o distanze dal bordo) inferiori degli interassi critici (o distanze dal bordo critiche) i carichi di progetto devono essere ridotti.

- Range delle profondità di ancoraggio: $h_{er,min} \leq h_{er} \leq h_{er,max}$
- Massimo momento torcente raccomandato al fine di evitare collassi per splitting durante le operazioni di installazione con interassi e/o distanze dal bordo minime.

Calcolo di $F_{t,Ed}$ massimo

imponendo l'equilibrio, ipotizzando la Piastra Infinitamente Rigida e il Materiale di Base Indefornabile.



VERIFICA A TRAZIONE, A TAGLIO E COMBINAZIONE TRAZIONE-TAGLIO			
$P1 (Mx) = Mx \cdot iy1 / \sum nj \cdot iyj^2$	0,00 kN		
$P2 (Mx) = Mx \cdot iy2 / \sum nj \cdot iyj^2$	0,00 kN		
$P3 (Mx) = Mx \cdot iy3 / \sum nj \cdot iyj^2$	0,00 kN		
$P4 (Mx) = Ft,Ed (Mx) = Mx \cdot iy4 / \sum nj \cdot iyj^2$	10,53 kN		
$Ft,Ed (Mx) = My / (nx \cdot ix)$	6,02 kN		
$Ft,Ed \text{ max} = Ft,Ed(Y) + Ft,Ed(X)$	16,55 kN		
$Fv,Ed = Vxy/n$	6,24 kN		

Verifica dell'ancoraggio: **«CEDIMENTO LATO ACCIAIO»:**

VERIFICA A TRAZIONE

Materiali

Proprietà meccaniche HIT-V / HAS

Dimensione ancorante			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Resistenza ultima	HIT-V/HAS 5.8	[N/mm ²]	500	500	500	500	500	500	500	500
	HIT-V/HAS 8.8	[N/mm ²]	800	800	800	800	800	800	800	800
Resistenza caratteristica	HIT-V/HAS -R	[N/mm ²]	700	700	700	700	700	700	500	500
	HIT-V/HAS -HCR	[N/mm ²]	800	800	800	800	800	700	700	700
Resistenza ca allo snervamen	HIT-V/HAS 5.8	[N/mm ²]	400	400	400	400	400	400	400	400
	HIT-V/HAS 8.8	[N/mm ²]	640	640	640	640	640	640	640	640
Resistenza a snervamen	HIT-V/HAS -R	[N/mm ²]	450	450	450	450	450	450	210	210
	HIT-V/HAS -HCR	[N/mm ²]	600	600	600	600	600	400	400	400
Sezione resistente	HAS	[mm ²]	32,8	52,3	76,2	144	225	324	427	519
	HIT-V	[mm ²]	36,6	58,0	84,3	157	245	353	459	561
Momento resistente W	HAS	[mm ³]	31,2	62,3	109	277	541	935	1387	1874
	HIT-V	[mm ³]	27,0	54,1	93,8	244	474	809	1274	1706

Barra filettata M12 in acciaio inox:

$f_{uk} = 700 \text{ N/mm}^2$

$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$

$A_{res} = 84,3 \text{ mm}^2$

$\gamma_{m2 \text{ DM 2008}} = 1,25$

$\gamma_{ms \text{ ETAG}} = 1,2 / (f_{yk} / f_{uk}) = 1,86 \geq 1,4$

Resistenza $F_{t,Rd \text{ DM 2008}} = 0,90 \times f_{uk} \times A_{res} / \gamma_{m2} = 42'487 \text{ N}$

Resistenza $F_{t,Rd \text{ ETAG}} = f_{uk} \times A_{res} / \gamma_{ms} = 31'600 \text{ N}$

Resistenza di progetto acciaio $N_{Rd,s}$

Dimensione ancorante			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
$N_{Rd,s}$	HAS 5.8	[kN]	11,3	17,3	25,3	48,0	74,7	106,7	144,7	175,3
	HIT-V 5.8	[kN]	12,0	19,3	28,0	52,7	82,0	118,0	153,3	187,3
	HAS 8.8	[kN]	18,0	28,0	40,7	76,7	119,3	170,7	231,3	281,3
	HIT-V 8.8	[kN]	19,3	30,7	44,7	84,0	130,7	188,0	244,7	299,3
	HAS (-E)-R	[kN]	12,3	19,8	28,3	54,0	84,0	119,8	75,9	92,0
	HIT-V-R	[kN]	13,9	21,9	31,6	58,8	92,0	132,1	80,4	98,3
	HAS (-E)-HCR	[kN]	18,0	28,0	40,7	76,7	120,0	106,7	144,8	175,7
	HIT-V-HCR	[kN]	19,3	30,7	44,7	84,0	130,7	117,6	152,9	187,1

Max. Traz. Sollecitante

$F_{t,Ed} = 16'550 \text{ N}$

Max. Resistenza a Traz.

$N_{Rd,s} = 31'600 \text{ N}$

$F_{t,Ed} < N_{Rd,s}$

La Verifica è soddisfatta

Verifica dell'ancoraggio: **«CEDIMENTO LATO ACCIAIO»:**

VERIFICA A TAGLIO

$\gamma_{m2} \text{ DM 2008} = 1,25$

$\gamma_{ms} \text{ ETAG} = 1,0 / (f_{yk} / f_{uk}) = 1,55 \geq 1,25$

Resistenza $F_{v,Rd} \text{ DM 2008} = 0,50 \times f_{uk} \times A_{res} / \gamma_{m2} = 23'604 \text{ N}$

Resistenza $F_{v,Rd} \text{ ETAG} = 0,50 \times f_{uk} \times A_{res} / \gamma_{ms} = 19'200 \text{ N}$

Resistenze di progetto a taglio

Resistenza di progetto acciaio $V_{Rd,s}$

Dimensione ancorante		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
HAS 5.8	[kN]	6,8	10,4	15,2	28,8	44,8	64,0	87,2	105,6
HIT-V 5.8	[kN]	7,2	12,0	16,8	31,2	48,8	70,4	92,0	112,0
HAS 8.8	[kN]	10,8	16,8	24,8	46,4	72,0	102,4	139,2	168,8
HIT-V 8.8	[kN]	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	112,8	147,2	179,2
HAS (-E)-R	[kN]	7,7	12,2	17,3	32,7	50,6	71,8	45,8	55,5
HIT-V-R	[kN]	8,3	12,8	19,2	35,3	55,1	79,5	48,3	58,8
HAS (-E)-HCR	[kN]	10,4	16,8	24,8	46,4	72,0	64,0	86,9	105,7
HIT-V-HCR	[kN]	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	70,9	92,0	112,0

Max. Taglio Sollecitante

$F_{v,Ed} = 25'000 / 4 = 6'250 \text{ N}$

Max. Resistenza a Traz.

$F_{v,Rd} = 19'200 \text{ N}$

$F_{v,Ed} < F_{v,Rd}$

La Verifica è soddisfatta

VERIFICA COMBINAZIONE TRAZIONE/TAGLIO

$(F_{t,Ed} / F_{t,Rd})^2 + (F_{v,Ed} / F_{v,Rd})^2 = 0,38 \leq 1$

La Verifica è soddisfatta

Verifica dell'ancoraggio: **«CEDIMENTO LATO CLS»**

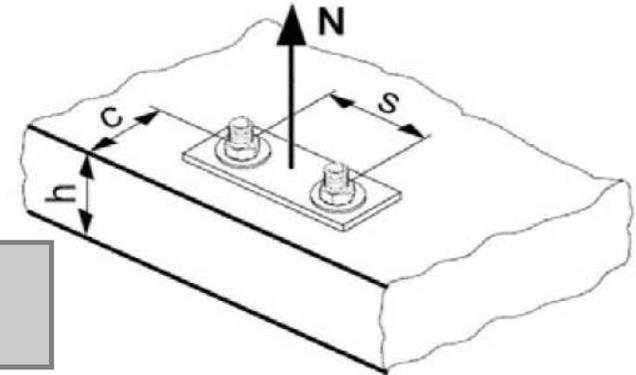
VERIFICA A TRAZIONE

DATI FORNITI DA PRODUTTORE

La resistenza di progetto a trazione è da assumersi come il più piccolo dei seguenti valori:

- Resistenza dell'acciaio: $N_{Rd,s}$
- Resistenza di progetto combinata a sfilamento ed a rottura conica del cls: $N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \cdot f_{B,p} \cdot f_{1,N} \cdot f_{2,N} \cdot f_{3,N} \cdot f_{h,p} \cdot f_{re,N}$
- Resistenza alla rottura conica del calcestruzzo: $N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_{1,N} \cdot f_{2,N} \cdot f_{3,N} \cdot f_{h,N} \cdot f_{re,N}$
- Resistenza a splitting (solo per cls non fessurato): $N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_{1,sp} \cdot f_{2,sp} \cdot f_{3,sp} \cdot f_{h,N} \cdot f_{re,N}$

Range Temp. I = - 40°C + 40°C
 Range Temp. II = - 40°C + 80°C
 Range Temp. III = - 40°C + 120°C



- 1. Qualità CLS
- 2. Effetti di Bordo
- 3. Effetti di Interasse
- 4. Profondità di Ancoraggio
- 5. Dipendenza dalla armatura di superficie

Resistenza di progetto combinata a sfilamento ed a rottura conica del calcestruzzo

$N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \cdot f_{B,p} \cdot f_{1,N} \cdot f_{2,N} \cdot f_{3,N} \cdot f_{h,p} \cdot f_{re,N}$

Dimensione ancorante	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Profondità nominale di ancoraggio $h_{ef} = h_{ef,typ}$ [mm]	80	90	110	125	170	210	240	270
$N_{Rd,p}^0$ Range delle temp. I [kN]	15,6	22,0	32,3	54,5	85,5	116,1	135,7	120,2
$N_{Rd,p}^0$ Range delle temp. II [kN]	13,4	18,8	27,6	50,3	78,3	105,6	122,1	99,0
$N_{Rd,p}^0$ Range delle temp. III [kN]	8,9	12,6	18,4	29,3	46,3	63,3	74,6	63,6

$N_{0Rd,p} = 27'600 \text{ N}$

Resistenza di progetto rottura conica cls $N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_{1,N} \cdot f_{2,N} \cdot f_{3,N} \cdot f_{h,N} \cdot f_{re,N}$

Resistenza di progetto a splitting ^{a)} $N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_{1,sp} \cdot f_{2,sp} \cdot f_{3,sp} \cdot f_{h,N} \cdot f_{re,N}$

Dimensione ancorante	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
$N_{Rd,c}^0$ [kN]	20,1	24,0	32,4	47,1	74,6	102,5	125,2	124,5

$N_{0Rd,c} = 32'400 \text{ N}$

Verifica dell'ancoraggio: **«CEDIMENTO LATO CLS»**

VERIFICA A TRAZIONE - FATTORI CORRETTIVI: “QUALITA' DEL CLS”

Fattori correttivi

Influenza della resistenza del cls sulla resistenza combinata a sfilamento ed a rottura conica del cls

Classe calcestruzzo (ENV 206)	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60
$f_{B,p} = (f_{ck,cube}/25N/mm^2)^{0,10}$ a)	1,00	1,02	1,04	1,06	1,07	1,08	1,09

a) $f_{ck,cube}$ = resistenza caratteristica cubica a compressione, misurata su cubi in calcestruzzo di lato 150 mm

Influenza della profondità di ancoraggio sulla resistenza combinata a sfilamento ed a rottura conica del cls

$$f_{h,p} = h_{ef}/h_{ef,typ}$$

Influenza della resistenza del cls sulla resistenza a rottura conica del cls

Classe calcestruzzo (ENV 206)	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60
$f_B = (f_{ck,cube}/25N/mm^2)^{0,5}$ a)	1	1,1	1,22	1,34	1,41	1,48	1,55

a) $f_{ck,cube}$ = resistenza caratteristica cubica a compressione, misurata su cubi in calcestruzzo di lato 150 mm

Classe calcestruzzo C25/30 - $H_{eff} = 170$ mm

$f_{B,p} = 1,02$ - $f_B = 1,10$ - $f_{h,p} = 170/110 = 1,54$

Verifica dell'ancoraggio: «CEDIMENTO LATO CLS»

VERIFICA A TRAZIONE FATTORI CORRETTIVI: “DISTANZA DAL BORDO c”

Influenza della distanza dal bordo ^{a)}

$c/c_{cr,N}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$c/c_{cr,sp}$										
$f_{1,N} = 0,7 + 0,3 \cdot c/c_{cr,N} \leq 1$	0,73	0,76	0,79	0,82	0,85	0,88	0,91	0,94	0,97	1
$f_{1,sp} = 0,7 + 0,3 \cdot c/c_{cr,sp} \leq 1$										
$f_{2,N} = 0,5 \cdot (1 + c/c_{cr,N}) \leq 1$	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1
$f_{2,sp} = 0,5 \cdot (1 + c/c_{cr,sp}) \leq 1$										

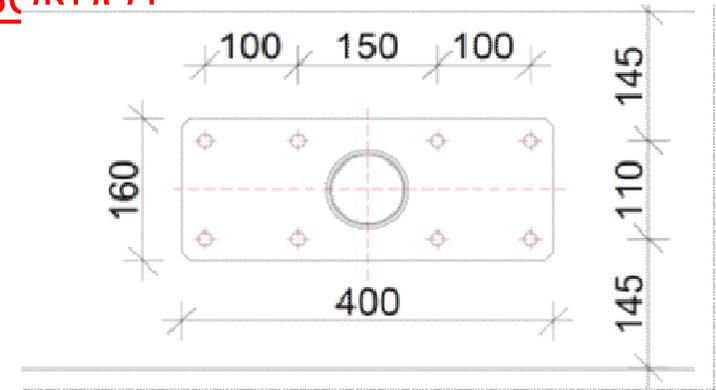
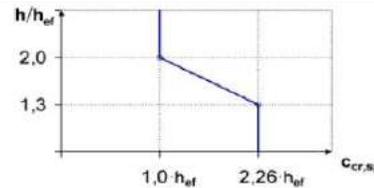
a) La distanza dal bordo non deve essere inferiore alla distanza dal bordo minima c_{min} . I fattori correttivi sopra riportati devono essere considerati per tutti i casi in cui la distanza dal bordo è inferiore alla distanza dal bordo critica.

Influenza dell'interasse ^{a)}

$s/s_{cr,N}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$s/s_{cr,sp}$										
$f_{3,N} = 0,5 \cdot (1 + s/s_{cr,N}) \leq 1$	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1
$f_{3,sp} = 0,5 \cdot (1 + s/s_{cr,sp}) \leq 1$										

a) L'interasse tra gli ancoranti non deve essere inferiore dell'interasse minimo s_{min} . I fattori correttivi devono essere considerati per ogni interasse tra gli ancoranti.

Interasse critico per collasso dovuto a splitting	$s_{cr,sp}$	[mm]	$2 c_{cr,sp}$
Distanza dal bordo critica per collasso dovuto a splitting ^{c)}	$c_{cr,sp}$	[mm]	$1,0 \cdot h_{ef}$ per $h / h_{ef} \geq 2,0$
			$4,6 h_{ef} - 1,8 h$ per $2,0 > h / h_{ef} > 1,3$:
			$2,26 h_{ef}$ per $h / h_{ef} \leq 1,3$:
Interasse critico per collasso dovuto ad estrazione con cls	$s_{cr,N}$	[mm]	$2 c_{cr,N}$
Distanza dal bordo critica per collasso dovuto ad estrazione con cls ^{d)}	$c_{cr,N}$	[mm]	$1,5 h_{ef}$



$$C=145 \text{ mm } h=400 \text{ hef} = 170$$

$$h=/\text{hef} = 400/170=2,35$$

$$C_{cr,N} = 1,5 \times 170 = 255$$

$$C_{cr,sp} = 1 \times 170 = 170$$

$$C/C_{cr,N} = 145/255 = 0,569$$

$$C/C_{cr,sp} = 145/170 = 0,853$$

$$f_{1,N} = 0,7 + 0,3 \times C/C_{cr,N} = 0,870$$

$$f_{1,sp} = 0,7 + 0,3 \times C/C_{cr,sp} = 0,956$$

$$f_{2,N} = 0,5 \times (1 + C/C_{cr,N}) = 0,784$$

$$f_{2,sp} = 0,5 \times (1 + C/C_{cr,sp}) = 0,926$$

Verifica dell'ancoraggio: «CEDIMENTO LATO CLS»

VERIFICA A TRAZIONE

FATTORI CORRETTIVI: "INTERASSE s E PROFONDITA' DI ANCORAGGIO h_{ef}"

Influenza dell'interasse ^{a)}

s/s _{cr,N}	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
f _{3,N} = 0,5 · (1 + s/s _{cr,N}) ≤ 1	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1
f _{3,sp} = 0,5 · (1 + s/s _{cr,sp}) ≤ 1										

a) L'interasse tra gli ancoranti non deve essere inferiore dell'interasse minimo s_{min}. I fattori correttivi devono essere considerati per ogni interasse tra gli ancoranti.

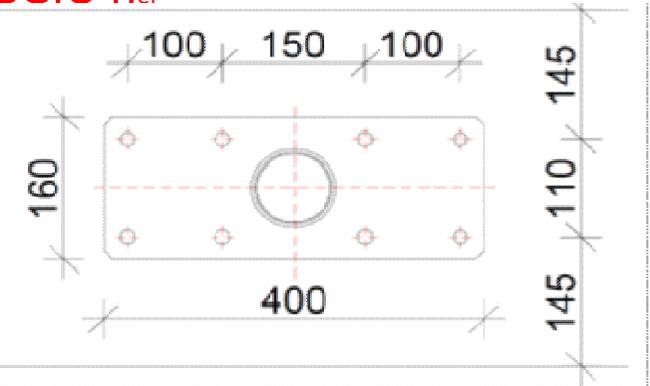
Influenza della profondità di ancoraggio sulla rottura conica del cls

$$f_{h,N} = (h_{ef}/h_{ef,typ})^{1,5}$$

Influenza dell'armatura

h _{ef} [mm]	40	50	60	70	80	90	≥ 100
f _{re,N} = 0,5 + h _{ef} /200mm ≤ 1	0,7 ^{a)}	0,75 ^{a)}	0,8 ^{a)}	0,85 ^{a)}	0,9 ^{a)}	0,95 ^{a)}	1

a) Questo fattore si applica solo per ancoraggi in zone fortemente armate. Se nella zona di ancoraggio sono presenti armature ad interasse ≥ 150 mm (qualsiasi sia il diametro dell'armatura) o con barre di armatura di diametro ≤ 10 mm e interasse ≥ 100 mm, allora può essere applicato f_{re,N} = 1.



$$C=145 \quad h=400 \quad h_{ef} = 170 \quad S=110$$

$$h/h_{ef} = 400/170 = 2,35$$

$$h_{ef}/h_{ef,typ} = 170/110 = 1,54$$

$$S_{cr,N} = 2 \times 255 = 510$$

$$S_{cr,sp} = 2 \times 170 = 340$$

$$S/S_{cr,N} = 110/510 = 0,216$$

$$S/S_{cr,sp} = 110/340 = 0,324$$

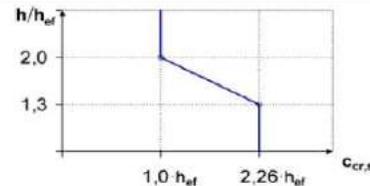
$$f_{3,N} = 0,5 \times (1 + S/S_{cr,N}) = 0,61$$

$$f_{3,sp} = 0,5 \times (1 + S/S_{cr,sp}) = 0,66$$

$$f_{h,N} = (h_{ef}/h_{ef,typ})^{1,5} = 1,92$$

$$0,5 + h_{ef}/200 > 1 \Rightarrow f_{re,N} = 1,00$$

Interasse critica per collasso dovuto a splitting	S _{cr,sp} [mm]	2 C _{cr,sp}
Distanza dal bordo critica per collasso dovuto a splitting ^{c)}	C _{cr,sp} [mm]	1,0 · h _{ef} per h / h _{ef} ≥ 2,0
		4,6 h _{ef} - 1,8 h per 2,0 > h / h _{ef} > 1,3:
		2,26 h _{ef} per h / h _{ef} ≤ 1,3:
Interasse critica per collasso dovuto ad estrazione cono cls	S _{cr,N} [mm]	2 C _{cr,N}
Distanza dal bordo critica per collasso dovuto ad estrazione cono cls ^{d)}	C _{cr,N} [mm]	1,5 h _{ef}



Verifica dell'ancoraggio: **«CEDIMENTO GLOBALE»**

VERIFICA A TRAZIONE: RESISTENZA DI CALCOLO N_{rd}

La resistenza di progetto a trazione è da assumersi come il più piccolo dei seguenti valori:

- Resistenza dell'acciaio: $N_{Rd,s}$
- Resistenza di progetto combinata a sfilamento ed a rottura conica del cls:
 $N_{Rd,p} = N_{Rd,p}^0 \cdot f_{B,p} \cdot f_{1,N} \cdot f_{2,N} \cdot f_{3,N} \cdot f_{h,p} \cdot f_{re,N}$
- Resistenza alla rottura conica del calcestruzzo:

$$N_{Rd,c} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_{1,N} \cdot f_{2,N} \cdot f_{3,N} \cdot f_{h,N} \cdot f_{re,N}$$

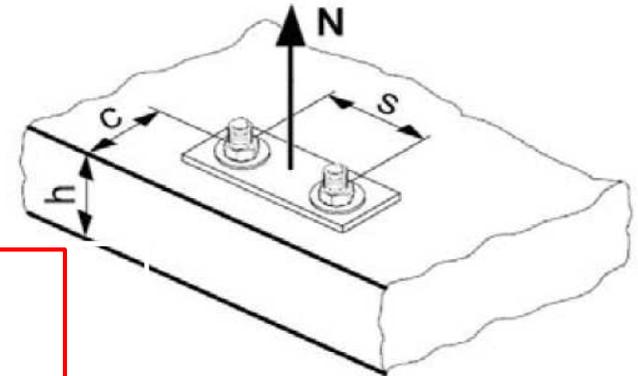
- Resistenza a splitting (solo per cls non fessurato):

$$N_{Rd,sp} = N_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_{1,sp} \cdot f_{2,sp} \cdot f_{3,sp} \cdot f_{h,N} \cdot f_{re,N}$$

$$N_{0Rd,p} = 27'600 \text{ N}$$

$$N_{0Rd,c} = 32'400 \text{ N}$$

$$F_{t,Ed} = 16'550 \text{ N}$$



$$N_{Rd,p} = 27'600 \times 1,02 \times 0,87 \times 0,78 \times 0,61 \times 1,54 \times 1 = 17'946 \text{ N}$$

$$N_{Rd,c} = 32'400 \times 1,10 \times 0,87 \times 0,78 \times 0,61 \times 1,92 \times 1 = 28'325 \text{ N}$$

$$N_{Rd,sp} = 32'400 \times 1,10 \times 0,96 \times 0,93 \times 0,66 \times 1,92 \times 1 = 40'321 \text{ N}$$

$$N_{Rd,s} = \text{«Resistenza lato acciaio»} = 31'600 \text{ N}$$

$$N_{Rd} = \text{Min} (N_{Rd,p} ; N_{Rd,c} ; N_{Rd,sp} ; N_{Rd,s}) = 17'946 \text{ N}$$

Verifica alla sola Trazione

$$F_{t,Ed} / N_{Rd} = 16'550 / 17'946 = 0,928 < 1 \text{ OK Verificato}$$

$$f_{B,p} = 1,02$$

$$f_B = 1,10$$

$$f_{h,p} = 1,54$$

$$f_{1,N} = 0,7 + 0,3 \times C / C_{cr,N} = 0,87$$

$$f_{1,sp} = 0,7 + 0,3 \times C / C_{cr,sp} = 0,96$$

$$f_{2,N} = 0,5 \times (1 + C / C_{cr,N}) = 0,78$$

$$f_{2,sp} = 0,5 \times (1 + C / C_{cr,sp}) = 0,93$$

$$f_{3,N} = 0,5 \times (1 + S / S_{cr,N}) = 0,61$$

$$f_{3,sp} = 0,5 \times (1 + S / S_{cr,sp}) = 0,66$$

$$f_{h,N} = (h_{ef} / h_{typ})^{1,5} = 1,92$$

$$f_{re,N} = 1,00$$

Verifica dell'ancoraggio: «CEDIMENTO LATO CLS»

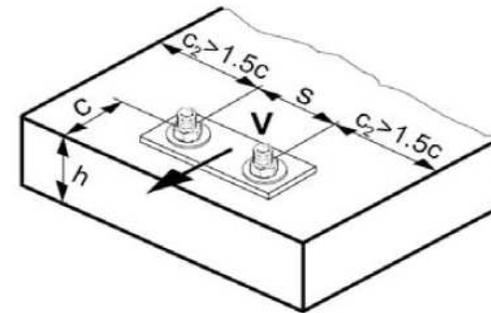
VERIFICA A TAGLIO

DATI FORNITI DL PRODUTTORE

TAGLIO

La resistenza di progetto a taglio è il minore dei seguenti valori:

- Resistenza dell'acciaio: $V_{Rd,s}$
- Resistenza a pryout del cls: $V_{Rd,cp} = k \cdot \min \{ N_{Rd,p} ; N_{Rd,c} \}$
- Resistenza rottura bordo cls: $V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_{\beta} \cdot f_h \cdot f_4 \cdot f_{hef} \cdot f_c$



Resistenza di progetto acciaio $V_{Rd,s}$

Dimensione ancorante		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
HAS 5.8	[kN]	6,8	10,4	15,2	28,8	44,8	64,0	87,2	105,6
HIT-V 5.8	[kN]	7,2	12,0	16,8	31,2	48,8	70,4	92,0	112,0
HAS 8.8	[kN]	10,8	16,8	24,8	46,4	72,0	102,4	139,2	168,8
$V_{Rd,s}$ HIT-V 8.8	[kN]	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	112,8	147,2	179,2
HAS (-E)-R	[kN]	7,7	12,2	17,3	32,7	50,6	71,8	45,8	55,5
HIT-V-R	[kN]	8,3	12,8	19,2	35,3	55,1	79,5	48,3	58,8
HAS (-E)-HCR	[kN]	10,4	16,8	24,8	46,4	72,0	64,0	86,9	105,7
HIT-V-HCR	[kN]	12,0	18,4	27,2	50,4	78,4	70,9	92,0	112,0

$$N_{Rd,p} = 17'946 \text{ N}$$

$$N_{Rd,c} = 28'325 \text{ N}$$

$$V_{Rd,s} = 19'200 \text{ N}$$

$$V_{Rd,cp} = 35'892 \text{ N}$$

$$V_{0Rd,c} = 11'600 \text{ N}$$

Resistenza di progetto a pryout del cls $V_{Rd,cp} = \min^a \{ k \cdot N_{Rd,p} ; k \cdot N_{Rd,c} \}$

$$k = 2 \text{ per } h_{ef} \geq 60 \text{ mm}$$

- a) $N_{Rd,p}$: Resistenza di progetto combinata a sfilamento ed a rottura conica del cls
 $N_{Rd,c}$: Resistenza di progetto alla rottura conica del cls

Resistenza di progetto rottura bordo cls $V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_{\beta} \cdot f_h \cdot f_4 \cdot f_{hef} \cdot f_c$

Dimensione ancorante		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Calcestruzzo non fessurato									
$V_{0Rd,c}$	[kN]	5,9	8,6	11,6	18,7	27,0	36,6	44,5	53,0

Verifica dell'ancoraggio: «CEDIMENTO LATO CLS»

VERIFICA A TAGLIO

FATTORI CORRETTIVI: “QUALITA' CLS – DIREZIONE TAGLIO - SPESSORE”

Fattori correttivi

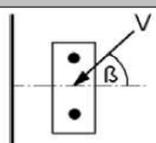
Influenza della resistenza del calcestruzzo

Classe del calcestruzzo (ENV 206)	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 45/55	C 50/60
$f_B = (f_{ck,cube}/25N/mm^2)^{1/2}$ a)	1	1,1	1,22	1,34	1,41	1,48	1,55

a) $f_{ck,cube}$ = resistenza caratteristica cubica a compressione, misurata su cubi in calcestruzzo di lato 150 mm

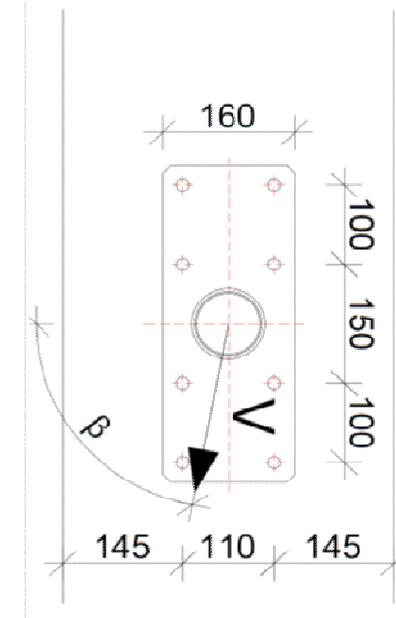
Influenza dell'angolo formato tra la direzione del carico e l'ortogonale al bordo

Angolo β	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	$\geq 90^\circ$
F_β	1	1,01	1,05	1,13	1,24	1,40	1,64	1,97	2,32	2,50



Influenza dello spessore del materiale base

h/c	0,15	0,3	0,45	0,6	0,75	0,9	1,05	1,2	1,35	$\geq 1,5$
$F_h = \{h/(1,5 \cdot c)\}^{1/2} \leq 1$	0,32	0,45	0,55	0,63	0,71	0,77	0,84	0,89	0,95	1,00



Classe calcestruzzo C25/30

$$h = 400 - h_{ef} = 170 - \beta = 80^\circ - c = 145 - h/c = 400/145 = 2,76$$

$$f_B = 1,10$$

$$F_\beta = 2,32$$

$$f_h = (400/(1,5 \times 145))^{1/2} = 1,36 \Rightarrow 1$$

Verifica dell'ancoraggio: «CEDIMENTO LATO CLS»

VERIFICA A TAGLIO

FATTORI CORRETTIVI: “DISTANZA DAL BORDO C E INTERASSE S”

Influenza dell'interasse e della distanza dal bordo ^{a)} per la rottura del bordo di cls: f_4

$$f_4 = (c/h_{ef})^{1,5} \cdot (1 + s / [3 \cdot c]) \cdot 0,5$$

c/h _{ef}	Singolo ancorante	Gruppo di due ancoranti s/h _{ef}														
		0,75	1,50	2,25	3,00	3,75	4,50	5,25	6,00	6,75	7,50	8,25	9,00	9,75	10,50	11,25
0,50	0,35	0,27	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
0,75	0,65	0,43	0,54	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
1,00	1,00	0,63	0,75	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	1,40	0,84	0,98	1,12	1,26	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
1,50	1,84	1,07	1,22	1,38	1,53	1,68	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84
1,75	2,32	1,32	1,49	1,65	1,82	1,98	2,15	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32
2,00	2,83	1,59	1,77	1,94	2,12	2,30	2,47	2,65	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83
2,25	3,38	1,88	2,06	2,25	2,44	2,63	2,81	3,00	3,19	3,38	3,38	3,38	3,38	3,38	3,38	3,38
2,50	3,95	2,17	2,37	2,57	2,77	2,96	3,16	3,36	3,56	3,76	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95
2,75	4,56	2,49	2,69	2,90	3,11	3,32	3,52	3,73	3,94	4,15	4,35	4,56	4,56	4,56	4,56	4,56
3,00	5,20	2,81	3,03	3,25	3,46	3,68	3,90	4,11	4,33	4,55	4,76	4,98	5,20	5,20	5,20	5,20
3,25	5,86	3,15	3,38	3,61	3,83	4,06	4,28	4,51	4,73	4,96	5,18	5,41	5,63	5,86	5,86	5,86
3,50	6,55	3,51	3,74	3,98	4,21	4,44	4,68	4,91	5,14	5,38	5,61	5,85	6,08	6,31	6,55	6,55
3,75	7,26	3,87	4,12	4,36	4,60	4,84	5,08	5,33	5,57	5,81	6,05	6,29	6,54	6,78	7,02	7,26
4,00	8,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75
4,25	8,76	4,64	4,90	5,15	5,41	5,67	5,93	6,18	6,44	6,70	6,96	7,22	7,47	7,73	7,99	8,25
4,50	9,55	5,04	5,30	5,57	5,83	6,10	6,36	6,63	6,89	7,16	7,42	7,69	7,95	8,22	8,49	8,75
4,75	10,35	5,45	5,72	5,99	6,27	6,54	6,81	7,08	7,36	7,63	7,90	8,17	8,45	8,72	8,99	9,26
5,00	11,18	5,87	6,15	6,43	6,71	6,99	7,27	7,55	7,83	8,11	8,39	8,66	8,94	9,22	9,50	9,78
5,25	12,03	6,30	6,59	6,87	7,16	7,45	7,73	8,02	8,31	8,59	8,88	9,17	9,45	9,74	10,02	10,31
5,50	12,90	6,74	7,04	7,33	7,62	7,92	8,21	8,50	8,79	9,09	9,38	9,67	9,97	10,26	10,55	10,85

a) L'interasse tra gli ancoranti e la distanza dal bordo non devono essere inferiori all'interasse minimo s_{min} ed alla minima distanza dal bordo c_{min} .

Influenza della profondità di ancoraggio

h _{ef} /d	4	4,5	5	6	7	8	9	10	11
f _{hef} = 0,05 · (h _{ef} / d) ^{1,68}	0,51	0,63	0,75	1,01	1,31	1,64	2,00	2,39	2,81
h _{ef} /d	12	13	14	15	16	17	18	19	20
f _{hef} = 0,05 · (h _{ef} / d) ^{1,68}	3,25	3,72	4,21	4,73	5,27	5,84	6,42	7,04	7,67

Influenza della distanza dal bordo ^{a)}

c/d	4	6	8	10	15	20	30	40
f _c = (d / c) ^{0,19}	0,77	0,71	0,67	0,65	0,60	0,57	0,52	0,50

a) la distanza dal bordo non deve essere inferiore alla minima distanza dal bordo c_{min} .

Classe calcestruzzo C25/30

h=400

hef = 170

β = 80°

c = 145

s = 350 (interasse barre)

d = 12

c/hef = 145/170 = 0,853

(1+s/(3xc))x0,5 = 0,902

hef/d = 170/12 = 14,16

c/d = 145/12 = 12,08

f₄ = (0,853)^{1,50} x 0,902 = 0,71 < 1

f_{hef} = 0,05x(hef/d)^{1,68} = 4,29

f_c = (d/c)^{0,19} = 0,62

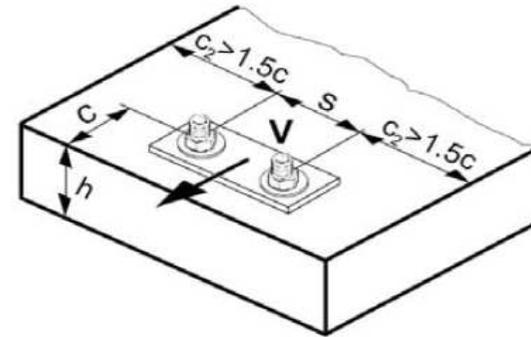
Verifica dell'ancoraggio: **«CEDIMENTO GLOBALE»**

VERIFICA A TAGLIO RESISTENZA DI CALCOLO VRd

TAGLIO

La resistenza di progetto a taglio è il minore dei seguenti valori:

- Resistenza dell'acciaio: $V_{Rd,s}$
- Resistenza a pryout del cls: $V_{Rd,cp} = k \cdot \min \{ N_{Rd,p} ; N_{Rd,c} \}$
- Resistenza rottura bordo cls: $V_{Rd,c} = V_{Rd,c}^0 \cdot f_B \cdot f_{\beta} \cdot f_h \cdot f_4 \cdot f_{hef} \cdot f_c$



Bordo

$F_{v,Ed} = 25'000/4 = 6'250 \text{ N}$

$V_{Rd,s} = 19'200 \text{ N}$ (Acciaio) - $V_{Rd,cp} = 35'892 \text{ N}$ (Pryout) - $V_{Rd,c} = 11'600 \text{ N}$ (Bordo)

$VRd,c = 11'600 \times 1,10 \times 2,32 \times 1 \times 0,71 \times 4,29 \times 0,62 = 55'904 \text{ N}$

$VRd,cp = \text{« Pryout »} = 37'656 \text{ N}$

$VRd,s = \text{« Resistenza lato acciaio »} = 19'200 \text{ N}$

$VRd = \text{Min} (VRd,c ; VRd,cp ; VRd,s) = 19'200 \text{ N}$

Verifica alla sola azione Tagliante
 $F_{v,Ed} / VRd = 6'250 / 19'200 = 0,32 < 1$ OK Verificato

- $f_B = 1,10$
- $f_{\beta} = 2,32$
- $f_h = (350/(1,5 \times 95))^{0,50} = 1,36 \Rightarrow 1$
- $f_4 = (0,559)^{1,50} \times 0,675 = 0,71 < 1$
- $f_{hef} = 0,05 \times (hef/d) \times 1,68 = 4,29$
- $f_c = (d/c)^{0,19} = 0,62$

Verifica dell'ancoraggio: **«CEDIMENTO GLOBALE»**

VERIFICA COMBINATA TAGLIO + TRAZIONE

$$F_{t,Ed} / F_{t,Rd} = 16'550 / 17'946 = 0,93$$

$$F_{v,Ed} / F_{v,Rd} = 6'250 / 19'200 = 0,32$$

L'ancoraggio del dispositivo di ancoraggio deve verificare le seguenti condizioni:

$$\begin{array}{l} \text{TRAZIONE: } F_{t,Ed} / F_{t,Rd} \leq 1 \\ \text{AZIONI COMBINATE: } \left[\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right]^{\alpha} + \left[\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \right]^{\alpha} \leq 1 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{TAGLIO: } F_{v,Ed} / F_{v,Rd} \leq 1 \\ \text{Rapporto Tecnico Eota TR} \end{array}$$

029

$\alpha = 2,0$ per il collasso dell'acciaio

$\alpha = 1,5$ per tutti gli altri tipi di collasso

$$(F_{t,Ed} / F_{t,Rd})^2 + (F_{v,Ed} / F_{v,Rd})^2 = 0,97 \leq 1$$

La Verifica è soddisfatta

Hilti PROFIS Anchor

Risultati

Metodo di calcolo: ETAG Bond

Dati tecnici: ETA 04/0027

Condizioni geometriche

- Dimensioni della piastra: ✓
- Posizione della piastra: ✓
- Distanza dal bordo: ✓
- Interasse: ✓
- Spessore del materiale base: ✓

Utilizzo (%)

Trazione: 47 %

	Rottura dell'acciaio:	39 %
	Rottura conica del calcestruzzo:	47 %
	Rottura combinata per sfilamento e rottura conica del calcestruzzo:	37 %
	Fessurazione:	22 %

Taglio: 33 %

	Rottura dell'acciaio:	33 %
	Rottura del bordo di calcestruzzo:	14 %
	Rottura per pryout:	14 %

Combinazione trazione/taglio: 51 %

Profondità di posa ottimizzata
 Profondità di posa selezionata dall'utente

eo (basato su ETAG) | Lunghezza[mm] | Resistenza[kN] | Momento[kNm] | * non in scala | 100 %



www.hilti.it

Impresa:
Progettista:
Indirizzo:
Telefono | Fax: |
E-mail:

Pagina: 3
Progetto: CORSO
Contratto N°: PZL
Data: 05/03/2015

Profis Anchor 2.5.0

4 Carico di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.3)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_V [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	6,238	19,231	33	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	24,953	188,246	14	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+**	13,048	97,586	14	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rk,a}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
30,000	1,500	19,231	6,238

4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]	$c_{or,N}$ [mm]	$s_{or,N}$ [mm]	k-factor	k_s
344000	260100	255	510	2,000	10,100
$e_{c1,V}$ [mm]	$\gamma_{Ed1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\gamma_{Ed2,N}$	$\gamma_{Ed,N}$	$\gamma_{Ed,N}$
0	1,000	0	1,000	0,871	1,000
$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rk,s1}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
122,615	1,500	188,246	24,953		

4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+

h_{ef} [mm]	d_{nom} [mm]	k_1	α	β	
170	12,0	2,400	0,108	0,061	
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]			
145	170738	94813			
$\gamma_{Ed,V}$	$\gamma_{Ed,V}$	$\gamma_{Ed,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\gamma_{Ed,V}$	$\gamma_{Ed,V}$
1,000	1,000	1,977	0	1,000	1,000
$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rk,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
41,037	1,500	97,586	13,048		

5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EOTA TR 029, Sezione 5.2.4)

β_H	β_V	α	Utilizzo $\beta_{H,V}$ [%]	Stato
0,399	0,324	1,500	44	OK

 $\beta_H^2 + \beta_V^2 \leq 1$ **6 Spostamenti (ancorante più sollecitato)**

Carichi a breve termine:

N_{Sk} = 6,405 [kN]	δ_H = 0,030 [mm]
V_{Sk} = 4,833 [kN]	δ_V = 0,242 [mm]
	$\delta_{H,V}$ = 0,243 [mm]

Carichi a lungo termine:

N_{Sk} = 6,405 [kN]	δ_H = 0,060 [mm]
V_{Sk} = 4,833 [kN]	δ_V = 0,387 [mm]
	$\delta_{H,V}$ = 0,391 [mm]

Commenti: Gli spostamenti a trazione risultano validi con metà del valore della coppia di serraggio richiesta per non fessurato calcestruzzo! Gli spostamenti a taglio sono validi trascurando l'attrito tra il calcestruzzo e la piastra d'ancoraggio! Lo spazio derivante dal foro eseguito con perforatore e dalle tolleranze dei fori non viene considerato in questo calcolo!

Gli spostamenti ammissibili dell'ancorante dipendono dalla struttura fissata e devono essere definiti dal progettista!



Profis Anchor 2.5.0

www.hilti.it

Impresa:
Progettista:
Indirizzo:
Telefono | Fax: |
E-mail:

Pagina: 4
Progetto: CORSO
Contratto N°: PZL
Data: 05/03/2015

7 Attenzione

- Fenomeni di redistribuzione dei carichi sugli ancoranti derivanti da eventuali deformazioni elastiche della piastra non sono presi in considerazione. Si assume una piastra di ancoraggio sufficientemente rigida in modo che non risulti deformabile sotto l'azione di carichi!
- La verifica del trasferimento dei carichi nel materiale base è necessaria in accordo all'EOTA TR 029 sezione 7!
- Il calcolo è valido solo se le dimensioni dei fori sulla piastra non superano i valori indicati nella Tabella 4.1 da EOTA TR029! Per diametri dei fori superiori vedere il capitolo 1.1 dell'EOTA TR029!
- La lista accessori inclusa in questo report di calcolo è da ritenersi solo come informativa dell'utente. In ogni caso, le istruzioni d'uso fornite con il prodotto dovranno essere rispettate per garantire una corretta installazione.
- La pulizia dei fori deve essere effettuata in conformità alle istruzioni di posa (soffiare con aria compressa due volte (min. 6 bar), spazzolare due volte, soffiare con aria compressa due volte (min. 6 bar)).
- L'adesione chimica caratteristica dipende dalle temperature di posa e di lungo periodo.
- Contattare Hilti per verificare la fornitura delle barre HIT-V.
- Risulta necessaria un'armatura longitudinale in corrispondenza del bordo dell'elemento!

L'ancoraggio risulta verificato!

www.hilti.it

 Impresa:
 Progettista:
 Indirizzo:
 Telefono | Fax:
 E-mail:

 Pagina: 5
 Progetto: CORSO
 Contratto N°: PZL
 Data: 05/03/2015

www.hilti.it

 Impresa:
 Progettista:
 Indirizzo:
 Telefono | Fax:
 E-mail:

 Pagina: 6
 Progetto: CORSO
 Contratto N°: PZL
 Data: 05/03/2015

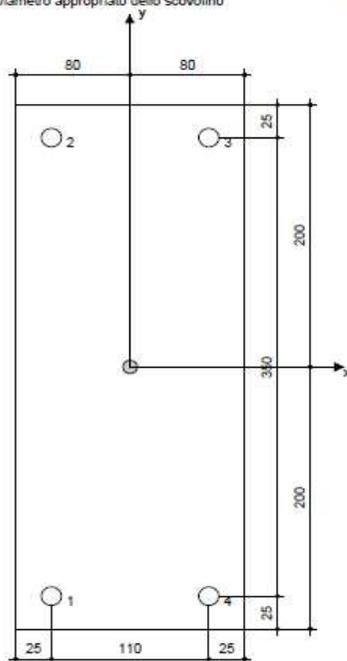
8 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: -
 Profilo: Cilindro; 10 x 10 x 0 mm
 Diametro del foro nella piastra: $d_s = 14$ mm
 Spessore della piastra (input): 10 mm
 Spessore della piastra raccomandato: non calcolato
 Pulizia: E' necessaria una pulizia accurata del foro (Premium cleaning)

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-HY 200-A + HIT-V-R M12
 Coppia di serraggio: 0,040 kNm
 Diametro del foro nel materiale base: 14 mm
 Profondità del foro nel materiale base: 170 mm
 Spessore minimo del materiale base: 200 mm

8.1 Accessori richiesti

Perforazione	Pulizia	Posa
<ul style="list-style-type: none"> Idoneo per rotopercolazione Dimensione appropriata della punta del trapano 	<ul style="list-style-type: none"> Aria compressa con i relativi accessori necessari per soffiare a partire dal fondo del foro. Diametro appropriato dello sovolino 	<ul style="list-style-type: none"> Il dispenser include il portacartucce e il miscelatore Chiave dinamometrica



Coordinate dell'ancorante [mm]

Ancorante	x	y	c_x	c_y	c_{xy}	c_{xy}
1	-55	-175	145	255	-	-
2	-55	175	145	255	-	-
3	55	175	255	145	-	-
4	55	-175	255	145	-	-

Si dovrà verificare la corrispondenza dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità!
 PROFIS Anchor (c) 2003-2009 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

9 Osservazioni; doveri del cliente

- Tutte le informazioni e i dati contenuti nel Software riguardano solamente l'uso di prodotti Hilti e si basano su principi, formule e norme di sicurezza in conformità con le indicazioni tecniche, di funzionamento, montaggio e assemblaggio, ecc. della Hilti che devono essere rigorosamente rispettate da parte dell'utente. Tutti i valori in esso contenuti sono valori medi, quindi vanno effettuati test specifici prima di utilizzare il prodotto Hilti in questione. I risultati dei calcoli effettuati mediante il software si basano essenzialmente sui dati che l'utente ha inserito. Di conseguenza l'utente è l'unico responsabile per l'assenza di errori, la completezza e la pertinenza dei dati che vanno immessi. Inoltre, l'utente ha la responsabilità di far controllare e correggere i risultati dei calcoli da parte di un esperto, con particolare riguardo al rispetto di norme e autorizzazioni, prima di utilizzarli per uno scopo specifico. Il software serve solo come un compendio per interpretare le norme e i permessi, senza alcuna garanzia circa l'assenza di errori, la correttezza e la pertinenza dei risultati o di idoneità per una specifica applicazione.
- L'utente deve applicare tutti gli accorgimenti necessari e ragionevoli per prevenire o limitare i danni causati dal software. In particolare, l'utente deve organizzare un backup periodico dei programmi e dei dati e, se necessario, effettuare gli aggiornamenti del software offerti da Hilti in maniera regolare. Se non si utilizza la funzione di aggiornamento automatico del software, l'utente deve assicurarsi di utilizzare l'ultima versione e quindi di mantenere aggiornato il Software effettuando aggiornamenti manuali dal sito web Hilti. Hilti non è responsabile per le conseguenze derivanti da una violazione colposa di responsabilità da parte dell'utente, come il recupero di dati o programmi persi o danneggiati.

Si dovrà verificare la corrispondenza dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità!
 PROFIS Anchor (c) 2003-2009 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

Verifica delle barre inglobate nel calcestruzzo

Nel caso di impiego di barre ad aderenza migliorata inglobate nel getto, si deve verificare la resistenza allo sfilamento:

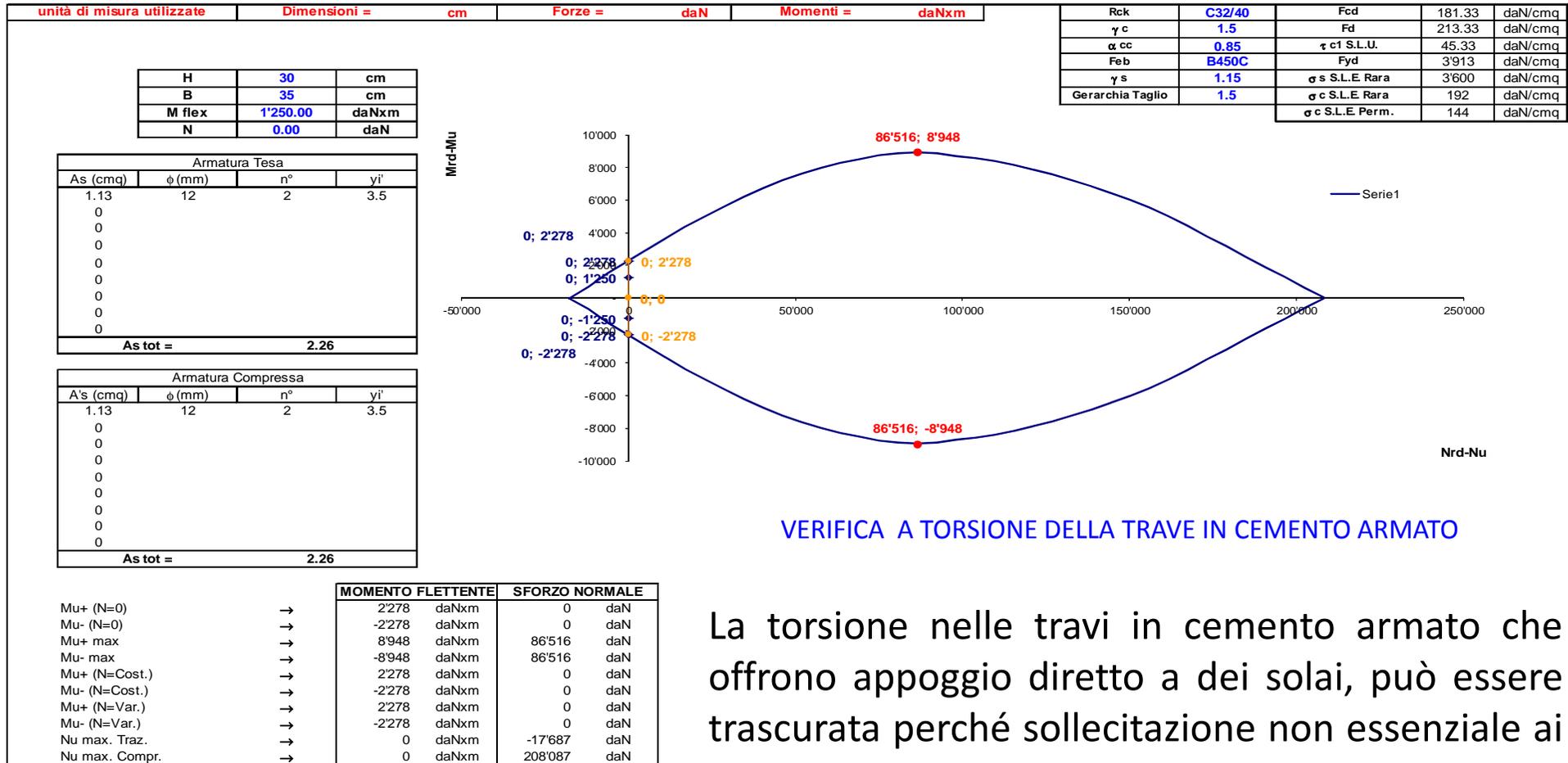
Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo (NTC2008 - 4.1.2.1.1.4)

$$f_{bd} = \frac{2,25 \times 0,7 \times 0,3 \times f_{ck}^{2/3}}{\gamma_c} = \frac{2,25 \times 0,7 \times 0,3 \times 25^{2/3}}{1,5} = 2,69$$

La lunghezza di ancoraggio minima risulta:

$$l_{anc} \text{ min.} = F_{t,Ed} / (2\pi r * f_{bd}) = 16550 / (2\pi * 6 * 2,69) = 163 \text{ mm}$$

• $Msd = 7,37 \text{ kNm} - Nsd=0 \text{ daN}$



La torsione nelle travi in cemento armato che offrono appoggio diretto a dei solai, può essere trascurata perché sollecitazione non essenziale ai sensi delle Norme Tecniche delle Costruzioni del 14.01.2008.

• $Mu = 2'278 \text{ daNxm}$

• $Nsd=0 \text{ daN}$

$Mu / Msd = 2'278 / 737 = 3,09 > 1$ Verificato

- 1.Introduzione normative
- 2.Determinazione del carico di progetto
- 3.Verifica di un ancoraggio
- 4.Ancoraggio su calcestruzzo – Norme ETAG 001
- 5.Ancoraggio su legno
- 6.Ancoraggio su strutture metalliche

UNI EN 1995/2009

EUROCODICE 5

La norma fornisce le regole generali di progettazione delle strutture di legno. In particolare per le connessioni, fornisce:

- Le formule per la determinazione della resistenza per carichi assiali, taglienti e combinati
- I parametri geometrici quali interassi e distanze dal bordo degli elementi di fissaggio
- Le formule per la verifica degli elementi strutturali

Resistenza caratteristica (k) e resistenza di calcolo (d)

- Il valore di calcolo della resistenza si calcola secondo la relazione (NTC 2008)

$$X_d = \frac{k_{\text{mod}} X_k}{\gamma_m}$$

- k_{mod} coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico
= 1,00 per legno sia lamellare che massiccio e classe di durata del carico istantanea
- γ_m coefficiente parziale del materiale
= 1,50 per legno massiccio / 1,45 per legno lamellare

Se si fa riferimento all'Eurocodice (UNI EN 1995/2009) i coefficienti sono meno conservativi:

- $k_{\text{mod}} = 1,10$ per legno sia lamellare che massiccio e classe di durata del carico istantanea
- $\gamma_m = 1,30$ per legno massiccio / 1,25 per legno lamellare

Le classi di resistenza del legno sono definite nelle norme tecniche:

Legno massiccio UNI EN 338

Legno lamellare - UNI EN 14080

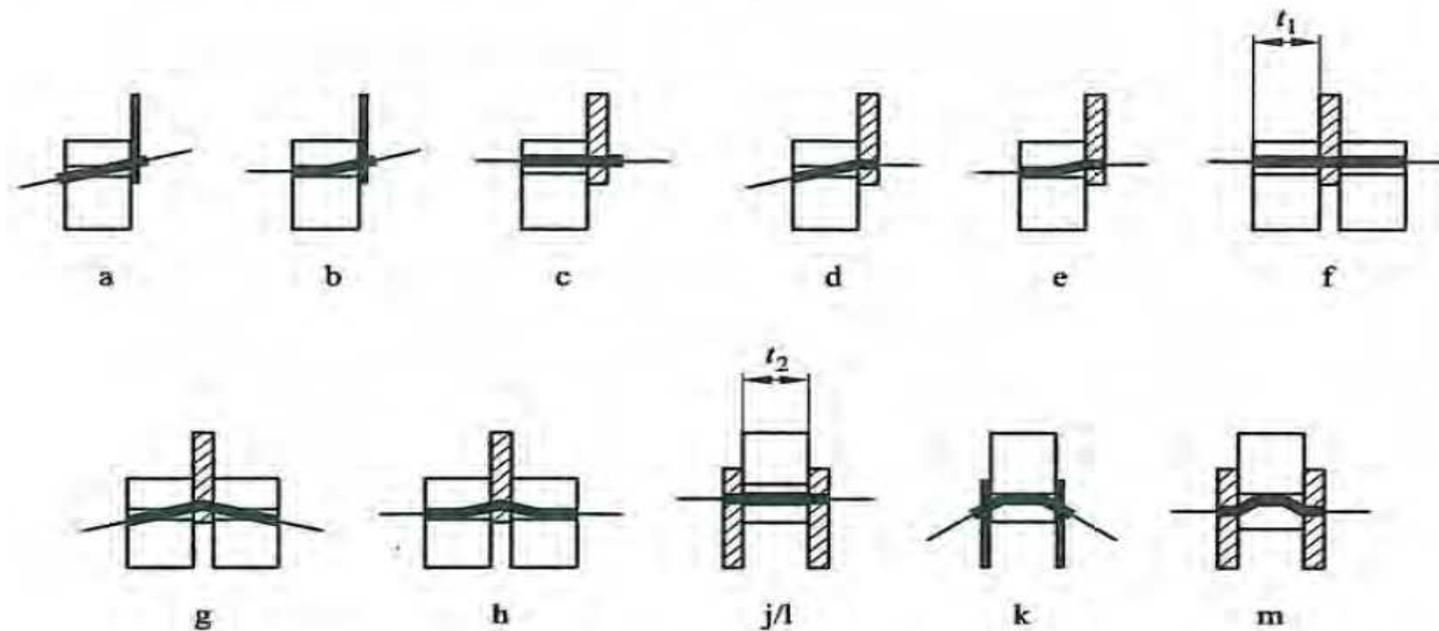
Connessioni acciaio/legno

I dispositivi di ancoraggio di un sistema anticaduta su una struttura in legno possono essere fissanti:

- con barre filettate e ancorante chimico
- con barre e contropiastre con ancoraggio a cravatta
- con barre e contropiastre con barre passanti
- con viti strutturali

Verifica della connessione del dispositivo di ancoraggio alla struttura in legno

In generale si deve determinare la capacità portante della connessione sulla base dei modi di rottura.



Le diverse modalità di rottura dipendono essenzialmente da:

- Spessore della piastra (considerata sottile per spessori minori o uguali a $0,5d$)
- Resistenza a rifollamento del legno
- Resistenza a trazione e taglio dell'elemento di fissaggio (bullone, barra, vite)
- Resistenza ad estrazione dell'elemento di fissaggi
- Combinazione di carico assiale e laterale

Esempio: resistenza della connessione di una piastra di acciaio sottile su trave in legno lamellare con viti strutturali

RESISTENZA CARATTERISTICA VITI DA LEGNO			
Vite VGS Ø9x200	dn =	5,9 mm	diametro nocciolo
	de =	9,0 mm	diametro esterno della filettatura
	t =	190 mm	profondità di infissione (l vite - sp testa)
Momento caratteristico di snervamento della vite			
$f_{u,k}$	1000	N/mm ²	acciaio A270
def	6,49	mm	diametro efficace = 1.1 d nocciolo
$M_{y,Rk}$	27244		fornito dal produttore (VGSØ9)
$M_{y,Rk}$	38811	Nmm	$0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6}$ 8.30 UNI EN 1995/2009
Resistenza caratteristica a rifolamento del legno			
$f_{h,0,k}$	29,14	N/mm ²	$0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot def) \cdot \rho_k$ 8.32 UNI EN 1995/2009
ρ_k	380	kg/m ³	massa volumica caratteristica legno lamellare GL24h (UNI-EN 14080)
α	19,7	°	angolo della forza di taglio rispetto alla direzione della fibratura
$f_{h,\alpha,k}$	27,73	N/mm ²	8.31 UNI EN 1995/2009
k90	1,45		$1.35 + 0.015 \cdot def$ per legno di conifere
Capacità portante caratteristica unione acciaio legno			
$F_{v,Rk} (a)$	13,68	kN	$0,4 \cdot f_{h,\alpha,k} \cdot t \cdot d$ 8.09 UNI EN 1995/2009
$F_{v,Rk} (b)$	9,38	kN	$1.15 \cdot RADQ(2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,\alpha,0,k} \cdot d) + F_{ax,Rk} / 4$
$F_{v,Rk} (b)$	8,94	kN	$M_y - F_{ax,Rk}$ forniti dal produttore

Resistenza caratteristica a estrazione nel legno ortogonale alla fibratura			
fax,k	11,70	N/mm ²	fornito dal produttore (VGSØ9/Ø11)
fax,k	11,88	N/mm ²	$0,52 * d_e^{-0,5} * t^{-0,1} * \rho_k^{0,8}$ 8.39 UNI EN 1995/2009
Capacità caratteristica a estrazione per viti ortogonali alla direzione della fibratura			
Fax,Rk	21,37		fornito dal produttore (VGSØ9x200)
Fax,Rk	20,32	kN	fax,k*de*t 8.38 UNI EN 1995/2009
Ftens,k	25,40	kN	fornito dal produttore (VGSØ9)
k _{mod} =	1,1	per legno sia lamellare/massiccio e classe di durata del carico istantanea	
γ _m =	1,25	per legno lamellare	
Fax,Rd =	17,88	kN	
Fv,Rd =	8,25	kN	

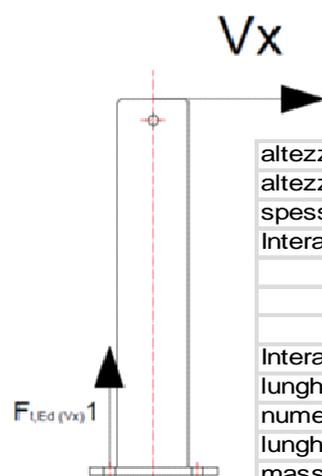
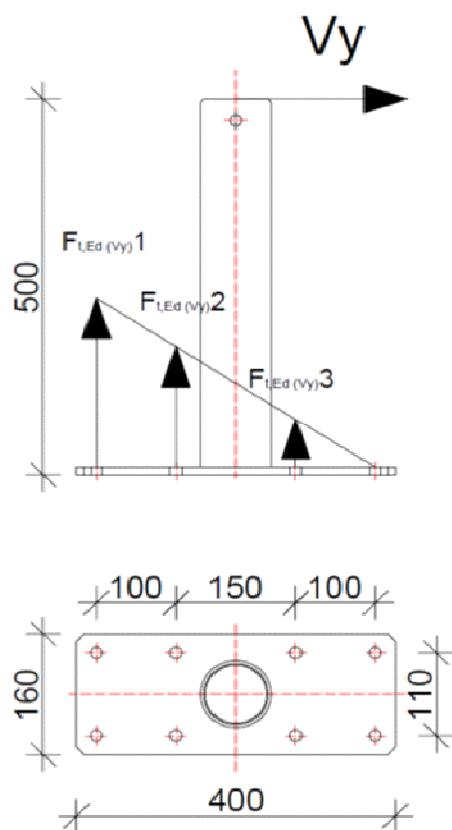
I carichi di progetto devono verificare le relazioni:

$$F_{ax,Ed} \leq F_{ax,Rd}$$

$$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$$

$$(F_{t,Ed}/F_{t,Rd})^2 + (F_{v,Ed}/F_{v,Rd})^2 \leq 1$$

Il palo verrà fissato alla sottostante trave di colmo in legno lamellare di **sezione 20x40 cm** mediante 8 viti strutturali 9x200



altezza palo	hp	0,50	m		
altezza paletto di estremità	hpe =	0,50	m	rispetto al piano di fissaggio	
spessore piastra	s =	10,00	mm		
Interasse fissaggi (Y)	iy1 =	0,000	m	ny1	2,00
	iy2 =	0,100	m	ny2	2,00
	iy3 =	0,250	m	ny3	2,00
	iy4 =	0,350	m	ny4	2,00
	ix =	0,110	m	nx	4,00
Interasse fissaggi (X)					
lunghezza della linea	Ltot =	10,00	m		
numero di campate	nr =	1,00			
lunghezza campata	Lcam =	10,00	m		
massimo sforzo sulla linea	F =	12,50	kN		
freccia della linea in mezzeria ± 20%	fm =	0,95	m		
angolo inclinazione orizzontale	α	10,76	°		
angolo inclinazione verticale	β	19,00	°		
coefficiente di sicurezza	k	2,00			
numero fissaggi	n	8,00	VGSØ9x200	Ø	6,50
sforzo normale compressione	Nz =	1,52	kN	F * k * sen α * sen β	
taglio	Vy =	24,56	kN	F * k * cos α	
	Vx =	4,41	kN	F * k * sen α * cos β	
	Vxy =	24,95	kN	radq (Vx ² + Vy ²)	
momento flettente	Mx =	12,28	kNm	Vy * hpe	
	My =	2,21	kNm	Vx * hpe	

VERIFICA A TRAZIONE, A TAGLIO E COMBINAZIONE TRAZIONE-TAGLIO

P1 (Mx) = $Mx \cdot iy1 / \sum nj \cdot iyj^2$	0,00	kN		
P2 (Mx) = $Mx \cdot iy2 / \sum nj \cdot iyj^2$	3,15	kN		
P3 (Mx) = $Mx \cdot iy3 / \sum nj \cdot iyj^2$	7,87	kN		
P4 (Mx) = $Ft,Ed (Mx) = Mx \cdot iy4 / \sum nj \cdot iyj^2$	11,02	kN		
$Ft,Ed (Mx) = My / (nx \cdot ix)$	5,02	kN		
Ft,Ed max = Ft,Ed(Y)+Ft,Ed(X)	16,04	kN	Fax,k	17,88
Fv,Ed = Vxy/n	3,12	kN	Fv,k	8,25
Ft,Ed/Ft,Rd	0,90	<	1,00	verificato
Fv,Ed/Fv,Rd	0,38	<	1,00	verificato
$(Ft,Ed/Ft,Rd)^2 + (Fv,Ed/Fv,Rd)^2$	0,95	<	1,00	verificato

Verifica dell'ancoraggio con BARRE INCOLLATE NEL LEGNO (CNR-DT 206)

Si devono considerare i seguenti modi di rottura:

- rottura a trazione della barra di acciaio
- rottura a scorrimento del legno all'interfaccia con l'adesivo
- rottura completa o parziale dell'elemento ligneo per trazione

$$F_{ax,Rd} = \min \begin{cases} f_{yd} \cdot A_{res} & \text{modo } a \\ \pi \cdot d_{eq} \cdot l_{ad} \cdot f_{v,d} & \text{modo } b \\ f_{t,0,d} \cdot A_{eff} & \text{modo } c \end{cases}$$

nella quale:

- f_{yd} è il valore di calcolo della tensione di snervamento della barra di acciaio;
- A_{res} è la sezione resistente della barra di acciaio;
- d_{eq} è il diametro equivalente, da assumere pari al minore fra il diametro del foro e $1.10d$;
- l_{ad} è la lunghezza di ancoraggio della barra di acciaio;
- $f_{v,d}$ è il valore di calcolo della resistenza allo scorrimento secondo la Tabella 7-11;
- $f_{t,0,d}$ è la tensione di progetto di trazione in direzione parallela alla fibratura del legno;
- A_{eff} è l'area efficace di rottura del legno.

Resistenza allo scorrimento dell'adesivo

Tabella 7-11-Valori caratteristici della resistenza a scorrimento dello spessore di colla

Resistenza della linea di incollaggio	Lunghezza incollata effettiva l_{ad} della barra d'acciaio [mm]		
$f_{v,k}$ [N/mm ²]	≤ 250	$250 < l_{ad} \leq 500$	$500 < l_{ad} \leq 1000$
	4.0	$5.25 - 0.005 l_{ad}$	$3.5 - 0.0015 l_{ad}$

Per barre in direzione α rispetto alla direzione della fibratura, il valore di $f_{v,k}$ deve essere corretto secondo la relazione:

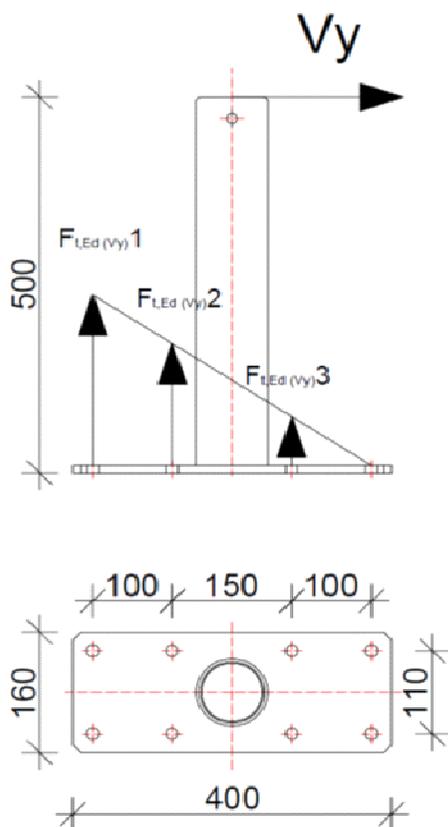
$$f_{v,\alpha,k} = f_{v,k} \cdot (1.5 \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)$$

Profondità di ancoraggio

La profondità di ancoraggio deve verificare le relazioni:

- $F_t, E_d < F_{ax}, R_d$
- $l_{ad} \text{ min} = \max(0,5d_2; 10d)$

Il palo verrà fissato alla sottostante trave di colmo in legno lamellare di **sezione 20x40 cm** mediante 8 barre filettate M12 e resina bi-componente



sbalzo barre	hs	0,00 m			
altezza palo	hp	0,50 m			
altezza paletto di estremità	hpe =	0,50 m			rispetto al piano di fissaggio
spessore piastra	s =	10,00 mm			
Interasse fissaggi (Y)	iy1 =	0,000 m	ny1	2,00	1,00
	iy2 =	0,100 m	ny2	2,00	1,00
	iy3 =	0,250 m	ny3	2,00	1,00
	iy4 =	0,350 m	ny4	2,00	1,00
Interasse fissaggi (X)	ix =	0,110 m	nx	4,00	
lunghezza della linea	Ltot =	10,00 m			
numero di campate	nr =	1,00			
lunghezza campata	Lcam =	10,00 m			
massimo sforzo sulla linea	F =	12,50 kN			
freccia della linea in mezzeria ± 20%	fm =	0,95 m			
angolo inclinazione orizzontale	α	10,76 °			
angolo inclinazione verticale	β	19,00 °			
coefficiente di sicurezza	k	2,00			
numero fissaggi	n	8,00	M12	Ø	12,00 mm
sforzo normale compressione	Nz =	1,52 kN	F * k * sen α * sen β		
taglio	Vy =	24,56 kN	F * k * cos α		
	Vx =	4,41 kN	F * k * sen α * cos β		
	Vxy =	24,95 kN	radq (Vx ² + Vy ²)		
momento flettente	Mx =	12,28 kNm	Vy * hpe		
	My =	2,21 kNm	Vx * hpe		
VERIFICA A TRAZIONE, A TAGLIO E COMBINAZIONE TRAZIONE-TAGLIO					
P1 (Mx) = Mx*iy1/Σnj*iyj ²		0,00 kN			
P2 (Mx) = Mx*iy2/Σnj*iyj ²		3,15 kN			
P3 (Mx) = Mx*iy3/Σnj*iyj ²		7,87 kN			
P4 (Mx) = Ft,Ed (Mx) = Mx*iy4/Σnj*iyj ²		11,02 kN			
Ft,Ed (Mx)= My/(nx*ix)		5,02 kN			
Ft,Ed max= Ft,Ed(Y)+Ft,Ed(X)		16,04 kN			
Fv,Ed = Vxy/n		3,12 kN			

Determinazione della profondità minima di ancoraggio

- Profondita' di ancoraggio
- Barre M12
- $\alpha = 90^\circ$ rispetto alla direzione della fibratura
- $\gamma_m = 1,45$ legno lamellare
- $F_{ax,Rd} = \pi \cdot 12^2 \cdot 4 \cdot 1,5 \cdot 1,00 / 1,45 \cdot l_{ad} = 156 \cdot l_{ad} \text{ [N]} > F_{t,Ed} \text{ max}$
- $F_{t,Ed} \text{ max} = 16040 \text{ N} \Rightarrow l_{ad} \text{ min.} = 16040 / 156 = 102 \text{ mm}$
- Inoltre:
- $l_{ad} \text{ min} = \max(0,5d_2; 10d) = 120 \text{ mm}$

Verifica della struttura in legno

Flessione

Lo schema di calcolo che si considera è quello di momento concentrato in un punto qualunque della trave e quindi distribuito lungo tutta la trave.

Il valore della sollecitazione di flessione:

$$(\sigma_f)^{SLU} = \frac{(M)^{SLU}}{W}$$

dove: σ_f è un valore tabellato

W è il valore del Modulo di Resistenza a flessione $W = \frac{B * H^2}{6}$

Il momento della trave è quello ricavato nel calcolo di ogni singolo dispositivo di ancoraggio nei calcoli precedenti.

Per la verifica tensionale deve essere soddisfatta la condizione:

$$\frac{(\sigma_f)^{SLU}}{f_{m,d}} \leq 1 \quad \text{con} \quad f_{m,d} = \frac{K_{mod} * f_{m,k}}{\gamma_M}$$

dove: $f_{m,k}$ = caratteristica della resistenza ricavabile da Tabelle;
 f_k = valore caratteristico a trazione, compressione e a taglio ricavabile da tabelle;
 γ_M = coefficiente parziale sicurezza per la proprietà del materiale, da tabelle;
 K_{mod} = coefficiente correttivo che tiene conto dell'effetto, sui parametri di resistenza, sia della durata del carico, sia dell'umidità della struttura.

Taglio e Torsione

Si considera la situazione più gravosa, con asse neutro $x=0$ e con azione tagliante sulla trave massima

TORSIONE: $\tau_{tor d} = q M_t / W_t < k_{sh} * k_{mod} * f_{vk} / \gamma_M$

con: $K_{sh} = (1+0.15*h/b)$ per sezioni rettangolari con $b \leq h$
 $K_{sh} = 1,20$ per sezioni circolari

TAGLIO: $\tau_d = 3T/2A < k_{mod} * f_{vk} / \gamma_M$

TAGLIO + TORSIONE $\tau_{tor d} / (K_{sh} * f_{vd}) + (\tau_d / f_{vk})^2 \leq 1$

T = componente di taglio

M_t = momento torcente

W_t = modulo di resistenza a torsione = $h*b^2$ per sezioni rettangolari (con $b \leq h$) – $\pi d^2/32$ per sezioni circolari

q = fattore di torsione in funzione del tipo di sezione

b = base della trave

h = altezza della trave

d = diametro della trave

$f_{v,k}$ resistenza di taglio ortogonale alle fibre

γ_M coefficiente parziale di sicurezza

$K_{MOD} = 1,1$ coefficiente di correzione per carico istantaneo su legno

Flessione

12280000	Nmm	<i>Momento flettente concentrato sulla trave = Mx</i>			
200	mm	<i>base trave</i>			
400	mm	<i>altezza trave</i>			
5333333	mm ³	<i>Modulo di resistenza</i>			
σ_f^{SLU}		2,30			
K_{mod}		1,10			
$f_{m,k}$		16,00		legno massiccio - C16	
Y_M		1,25		1,30 per legni massicci	
				1,25 per legni lamellari	
$f_{m,d}$		14,08			
$\sigma_f^{SLU} / f_{m,d}$		0,16	< 1	verificato	

Taglio e Torsione

$T = Vx$	4,41	kN			
M_y	2,21	kNm			
M_t	3,09	kNm	$M_y + T \cdot h/2$		
b	200	mm			
h	400	mm			
W_t	16000000	mm ³			
q	4,07		$h/b =$	2,00	
f_{vk}	2,70	N/mm ²	legno lamellare GL24h		
Y_M	1,25				
$T_{tor d} = q M_t / W_t =$	0,79	\leq	2,55	verificato	
$T_d = 3/2 * T/A =$	0,08	\leq	2,38	verificato	
$T_{tor d} / (K_{sh} * f_{vd}) + (T_d / f_{vk})^2$	0,28	\leq	1,00	verificato	



NO





NO



SI



NO



NO

- 1.Introduzione normative
- 2.Determinazione del carico di progetto
- 3.Verifica di un ancoraggio
- 4.Ancoraggio su calcestruzzo – Norme ETAG 001
- 5.Ancoraggio su legno
- 6.Ancoraggio su strutture metalliche

Sulle strutture metalliche ci si può ancorare solo con bulloni o barre e contropiastre. Verificata la resistenza della barra come nei casi precedenti, con riferimento alla resistenza di progetto delle barre o dei bulloni, in questo tipo di installazione la criticità è data dalla resistenza della struttura portante, in particolare se costituita da profili a sezione aperta

Taglio

Il taglio di calcolo V_{Ed} deve rispettare la seguente condizione:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \text{con} \quad V_{c,Rd} = \frac{A_v * f_{yk}}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}}$$

A_v = area della sezione del profilo calcolabile riducendo la sezione come da tabelle NTC;

f_{vk} = resistenza caratteristica di snervamento;

$\gamma_{M0} = 1,05$

g = peso della trave al metro lineare

Flessione

$V_{Ed} < \frac{V_{c,Rd}}{2}$ SI => si possono considerare la verifica a flessione e a taglio in modo separato

Il momento flettente di calcolo M_{Ed} deve rispettare la seguente condizione:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

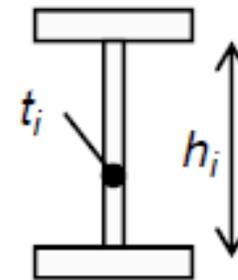
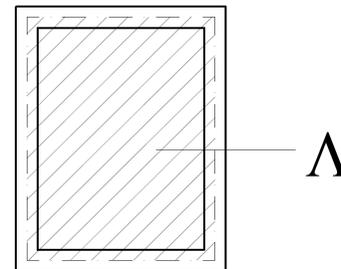
Torsione

PROFILI TUBOLARI:

$$\tau_{tor d} = M_t / 2\Lambda t_{min} < f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}$$

t_{min} .è lo spessore minimo della sezione

Λ è l'area sottesa dalla linea media



PROFILI APERTI

$$\tau_{tor d} = 3M_t s_{max} / \sum a_i \cdot s_i^3 < f_y / \gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}$$

M_t = momento torcente

f_y = resistenza caratteristica di snervamento = 235 M/mm²

γ_{M0} = coefficiente parziale di sicurezza = 1.05

*Si sa solo quando si sa poco:
con il sapere aumenta l'incertezza.
Johann Wolfgang Goethe (1749-1832)*

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Ing. Monica Malaguti

E-mail: m.malaguti.studiotecnico@gmail.com

Cell. 3475122567