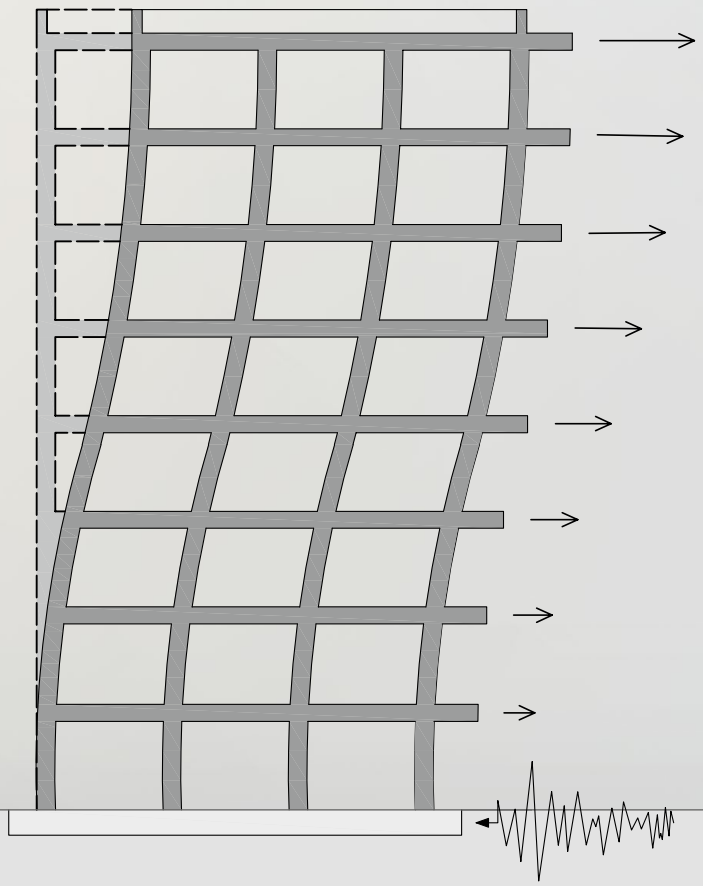
SCHÖCK
Sostegno affidabile



MANUALE DI DIMENSIONAMENTO – APRILE 2023

Isokorb®
Verifica sismica per balconi

Dimensionamento sismico nel rispetto del l'Eurocodice 1998-1 e delle valutazioni tecniche EOTA 059 per balconi in calcestruzzo.

	Pagina
Principi	**5**
Norme e letteratura	6
Calcolo dei carichi sismici equivalenti	**7**
Informazioni generali	14
Procedura semplificata – Balconi senza requisiti di sicurezza (RC II)	10
Carico sismico equivalente orizzontale statico	10
Carico sismico equivalente verticale statico	11
Procedura dettagliata – Balconi con requisiti di sicurezza (RC I)	11
Il calcolo	12
Esempio di dimensionamento sismico con metodo semplificato	**13**
Informazioni generali	8
Calcolo dei carichi sismici equivalenti	15
Carico sismico equivalente orizzontale statico parallelo al giunto	15
Carico sismico equivalente orizzontale statico parallelo al giunto – Considerazione delle capacità di carico plastiche di Schöck Isokorb®	15
Carico sismico equivalente orizzontale statico perpendicolare al giunto	16
Carico sismico equivalente verticale statico	16
Sollecitazioni sull'ancoraggio	17
Assorbimento carichi sismici verticali Schöck Isokorb® T tipo KL	19
Assorbimento carichi sismici orizzontali	20
Variante 1: Assorbimento carichi sismici orizzontali Schöck Isokorb® T tipo HP	20
Variante 2: Considerazione delle capacità di carico elastiche di Schöck Isokorb® T tipo KL perpendicolari al giunto	21
– Assorbimento carichi sismici orizzontali paralleli al giunto Schöck Isokorb® T tipo HP	
Variante 3: Considerazione delle capacità di carico elastiche e plastiche di Schöck Isokorb® T tipo KL	24
– Assorbimento carichi orizzontali perpendicolari e paralleli al giunto	

Principi

Principi

Norme e letteratura

[1.1] EOTA Valutazioni tecniche 059 (bozza 26 November 2019), Design of Load Bearing Thermal Insulation Elements (LBTIE) for connections of balconies and internal floors under Seismic Actions

[1.2] EN 1990, Eurocodice: Criteri generali di progettazione strutturale

[1.3] EN 1998, Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici

[1.4] EN 1998 1/NA, Appendice nazionale Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici

[1.5] ETA-17/0261 del 07.09.2022, Schöck Isokorb® con elemento compresso in calcestruzzo

Carichi sismici equivalenti

Calcolo dei carichi sismici equivalenti

Informazioni generali

Le azioni sismiche sui balconi sono causate dalle forze di inerzia prodotte dalle masse e variano a seconda delle dimensioni dei balconi, della loro posizione nel contesto della struttura dell'edificio e del loro rapporto dinamico rispetto alla struttura nel complesso. La norma EN 1998-1 differenzia fra diversi tipi di elementi e stabilisce per ciascuno differenti requisiti di sicurezza:

- Membrature sismiche primarie
  Si tratta di membrature considerate come parte del sistema strutturale che resiste attivamente all'azione sismica. Vengono modellate esaustivamente per l'analisi in situazione sismica di progetto e sono da realizzare nel rispetto delle regole dettagliate di cui alla EN 1998-1.

- Membrature sismiche secondarie
  Si tratta di elementi non considerati parte del sistema resistente attivamente all'azione sismica; la loro forza di inerzia e rigidezza vengono pertanto trascurate solo per l'analisi in situazione sismica di progetto.

- Elementi non strutturali
  Si tratta di elementi di natura architettonica, sistemi e componenti meccanici oppure elettrici, che a causa della loro scarsa capacità di carico o del modo in cui sono inseriti nella struttura dell'edificio sono considerati quali componenti non portanti per l'analisi in situazione sismica di progetto.

La norma EN 1998-1 non cita esplicitamente solette esterne come i balconi. In base alla classificazione degli elementi di cui sopra, i balconi e loro collegamenti a soletta con un ancoraggio termoisolante vengono suddivisi in due classi di requisiti:

- Classe di requisiti I (RC I)
  Balconi con particolari requisiti di protezione (ad es. portici se elemento di vie di fuga, oppure collegamento alle costruzioni di copertura di rifugi in cui si possono riparare le persone durante un sisma) sono considerati "membrature sismiche secondarie".

- Classe di requisiti II (RC II)
  Balconi privi di particolari requisiti di protezione sono considerati "elementi non strutturali".

Calcolo dei carichi sismici equivalenti

I balconi con un ancoraggio termoisolante posseggono una rigidezza inferiore rispetto alle solette interne ed esterne con ancoraggio. Pertanto il rapporto dinamico della struttura portante combinata “Soletta esterna con ancoraggio” è essenzialmente determinato dalla rigidezza dell’ancoraggio (“effetto della soletta a sbalzo”). Di conseguenza, per la modellazione sismica si deve tener conto dei seguenti aspetti:

- A causa delle azioni sismiche, gli effetti inerziali agiscono reciprocamente in tutte e tre le direzioni (vedasi immagine sottostante). Tutte e tre le direzioni di sollecitazione vengono sollecitate contemporaneamente.
- La natura e la dimensione delle forze inerziali agenti sulla soletta sono influenzate sia dal rapporto dinamico con la struttura nel complesso, sia dalla soletta esterna ancorata (effetti di risonanza).
- Le forze di inerzia provocano sollecitazioni lineari negli ancoraggi delle solette (vedasi immagine sottostante: Forze di compressione e trazione sulla membratura n_{xy}, n_y, forze di taglio v_z e momenti flettenti m_x). In tal modo sull’ancoraggio agiscono forze o momenti che non sono attivi nella situazione di progetto costante o provvisoria.

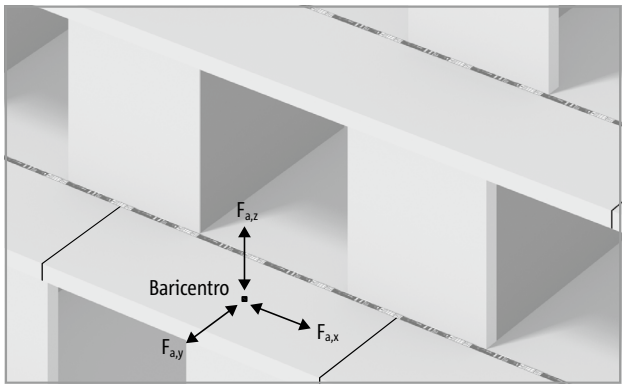
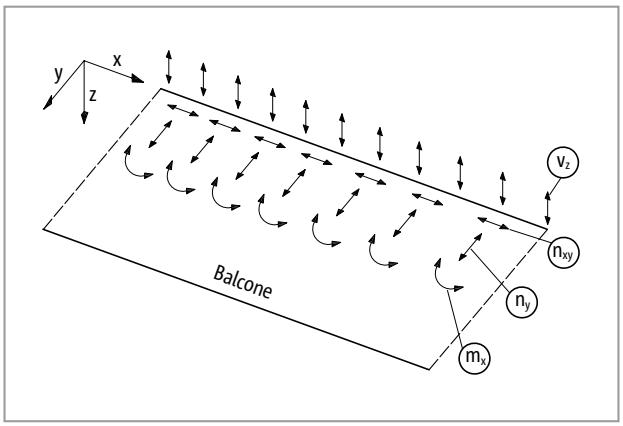


Fig. 1: Azioni sismiche su ancoraggi a soletta termoisolanti, [1.1]



Il dimensionamento statico dei balconi della classe di requisiti RC II può essere eseguito considerando il limite massimo stabilito dalla EN 1998-1 ricorrendo a carichi sismici statici equivalenti.

Invece, per il dimensionamento di balconi della classe di requisiti RC II è necessaria una verifica dettagliata (in alternativa è possibile eseguire verifiche più dettagliate per balconi RC II).

Per entrambe le classi di requisiti si deve tener conto delle azioni sismiche in tutte e tre le direzioni (vedasi immagine superiore) contemporaneamente nel rispetto delle regole di combinazione per caso di carico eccezionale da sisma.

Calcolo dei carichi sismici equivalenti

Procedura semplificata – Balconi senza requisiti di sicurezza (RC II)

Qui di seguito sono esplicate nel dettaglio le espressioni per calcolare i carichi sismici equivalenti statici (dimensionamento ai sensi della norma EN 1998-1/NA).

Carico sismico equivalente orizzontale statico

$F_a = S_a \cdot m_a \cdot (\gamma_a / q_a)$ (2-1)

in base a [1.1] espressione (4.1) con

F_a:	Carico sismico equivalente orizzontale statico applicato nel baricentro dell'elemento
S_a:	Fattore sismico di amplificazione per elementi
m_a:	Massa dell'elemento in situazione di progetto da sisma (peso proprio e carico accidentale ridotto, vedasi pagina 12)
γ_a:	Coefficiente di importanza dell'elemento, γ_a = 1,0 in base a [1.1]
q_a:	Coefficiente di comportamento dell'elemento perpendicolare e parallelo al giunto, q_a = 1,0 in base a [1.5], parallelamente al giunto, può essere valutato considerando le capacità di carico plastiche di Schöck Isokorb® q_a = 1,5 in base a [1.5]

$S_a = a_g \cdot S \cdot f_a \geq a_g \cdot S$ (2-2)

dove

a_g:	Accelerazione al suolo $a_g = a_{gR} \cdot \gamma_I$
a_{gR}:	Valore di picco di riferimento dell'accelerazione del terreno a_{gR} in base a [1.4], NA
γ_I:	Coefficiente di importanza in base a [1.4], NA
S :	Coefficiente del suolo a seconda delle condizioni del sottosuolo, in base a [1.4], NA
f_a:	Coefficiente sismico di amplificazione a seconda dell'altezza $f_a = A_a \cdot (1 + z / H) - 0{,}5$
A_a:	Risonanza coefficiente sismico di amplificazione dell'elemento $A_a = (3 / (1 + (1 - T_a / T_1)^2) \leq 3{,}0$
T_a:	Periodo proprio di vibrazione di un elemento
T_1:	Periodo proprio di vibrazione di un edificio
A_a:	3,0 parallelo al giunto isolante (ipotesi: $T_a = T_1$)
A_a:	3,0 perpendicolare al giunto isolante (ipotesi: $T_a = T_1$)
z:	Altezza di un elemento sopra il livello di applicazione dell'azione sismica (fondazione oppure sommità di un basamento rigido)
H:	Altezza dell'edificio misurata dal livello di applicazione dell'azione sismica

Dall'espressione (2-1) combinata con l'espressione (2-2) risulta l'espressione (2-3).

$F_a = a_g \cdot S \cdot f_a \cdot m_a \cdot \gamma_a / q_a$ (2-3)

Dall'espressione (2 3) con tutte le variabili per esteso risulta l'espressione (2 4).

$F_a = a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S \cdot [A_a \cdot (1 + z / H) - 0{,}5] \cdot m_a \cdot \gamma_a / q_a$ (2-4)

Calcolo dei carichi sismici equivalenti

Carico sismico equivalente verticale statico

$F_{av} = 2{,}50 \cdot a_{vg} \cdot S_v \cdot m_a$ (2-5)

dove

F_{av}:	Carico sismico equivalente verticale statico applicato nel baricentro dell'elemento
a_{vg}:	Accelerazione verticale del terreno di progetto $a_{vg} = 0{,}7 \cdot a_g$ in base a [1.4], NA
S_v:	Coefficiente del suolo nella direzione verticale $S_v = 1{,}0$ in base a [1.4], NA
m_a:	Massa dell'elemento in situazione di progetto da sisma (peso proprio e carico accidentale ridotto, vedasi pagina 12)

Procedura dettagliata – Balconi con requisiti di sicurezza (RC I)

Si deve stimare l'accelerazione al piano in tutte e tre le dimensioni spaziali (x, y, z) sull'ancoraggio della soletta esterna in caso di sisma. Essa viene calcolata facendo riferimento ad un ulteriore coefficiente sismico di amplificazione pari a 3,0 per l'accelerazione risultante della soletta esterna. Per stimare le accelerazioni si può adottare la procedura multimodale con spettri di risposta ai sensi della EN 1998-1. Nel modello di calcolo richiesto allo scopo, i balconi non vengono citati esplicitamente. Le accelerazioni che agiscono sul baricentro del balcone vengono calcolate con un coefficiente moltiplicativo delle accelerazioni sull'ancoraggio del balcone pari a 3,0. Non è indispensabile conoscere la rigidezza degli ancoraggi della soletta dato che, a favore di sicurezza, si ipotizza una risonanza.

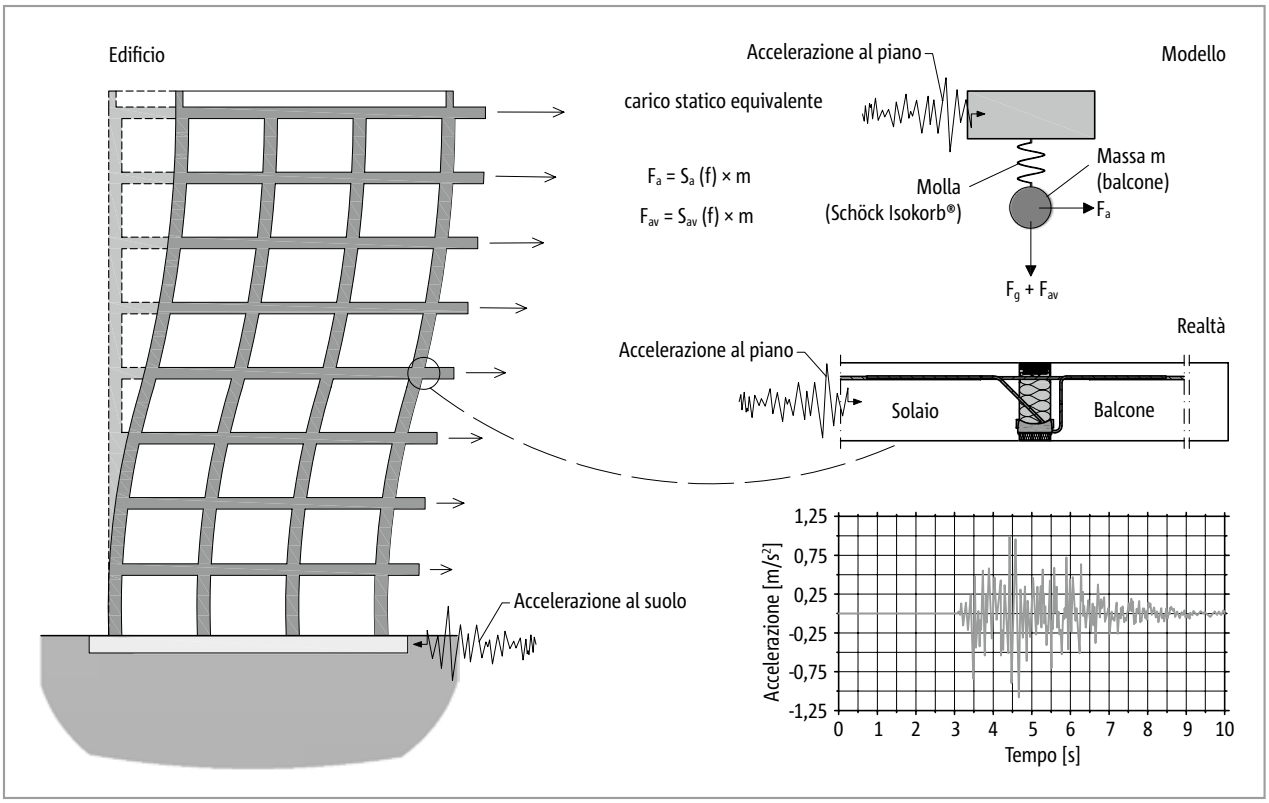


Fig. 2: Procedura dettagliata (per balconi con requisiti di sicurezza) [1.1]

Indicazione

- Adottando la procedura con spettri di risposta, gli scostamenti, le velocità e le accelerazioni ai nodi di modello con condizioni alle estremità fisse sono pari a zero e vengono sottovalutate sui nodi limitrofi. Per questi nodi si deve tener conto del movimento del corpo rigido dato combinando SRSS con i risultati della procedura con spettri di risposta.

Calcolo dei carichi sismici equivalenti

Dimensionamento

Il dimensionamento degli ancoraggi termoisolanti deve rispettare le regole generali di cui alla EN 1990 [1.2]. Per lo stato limite della capacità di carico si deve dimostrare che il valore di progetto delle azioni sismiche (E_{dAE}) non superi il valore di progetto della resistenza dell'ancoraggio termoisolante (R_d):

$$E_{dAE} \leq R_d \qquad (2\text{-}6)$$

dove

E_{dAE}:	Valore di progetto dell'azione sismica
R_d:	Valore di progetto della resistenza di Schöck Isokorb®

$$E_{dAE} = G_k + A_{Ed} + \Sigma(\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}) \qquad (2\text{-}7)$$

dove

G_k:	Valore caratteristico dell'azione costante (peso proprio)
A_{Ed}:	Valore di progetto dell'azione sismica
$Q_{k,i}$:	Valore caratteristico di un'azione variabile
$\psi_{2,i}$:	Coefficiente di combinazione per il valore quasi-permanente dell'azione variabile

Le azioni sismiche sono causate dalle forze di inerzia prodotte dalle masse. Tali forze di inerzia prodotte dalle masse sono il risultato della massa del balcone secondo la seguente combinazione:

$$\Sigma G_{k,j} + \Sigma(\psi_{E,i} \cdot Q_{k,i}) \qquad (2\text{-}8)$$

dove

$\psi_{E,i}$:	Coefficiente di combinazione per l'azione variabile da considerare quando si determinano gli effetti dell'azione sismica di progetto.

Occorre tener conto delle azioni sismiche in tutte e tre le direzioni degli assi, che causano le azioni corrispondenti E_x, E_y ed E_z (vedasi immagine a pagina 9). Per calcolare l'azione decisiva considerare le tre combinazioni seguenti.

$$1{,}0 \cdot E_x + 0{,}3 \cdot E_y + 0{,}3 \cdot E_z \qquad (2\text{-}9)$$

$$0{,}3 \cdot E_x + 1{,}0 \cdot E_y + 0{,}3 \cdot E_z \qquad (2\text{-}10)$$

$$0{,}3 \cdot E_x + 0{,}3 \cdot E_y + 1{,}0 \cdot E_z \qquad (2\text{-}11)$$

Esempio di dimensionamento

Esempio di dimensionamento sismico con metodo semplificato

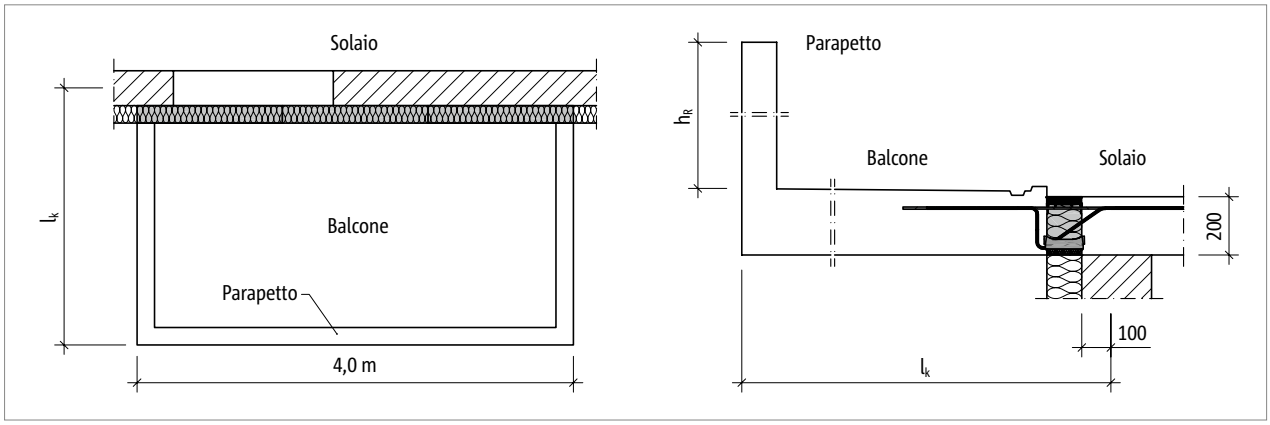


Fig. 3: Esempio di balcone a sbalzo, pianta e schema statico

Informazioni generali

Geometria:	Lunghezza dello sbalzo	l_k = 2,12 [m]
	Spessore materiale isolante	X = 0,08 [m]
	Spessore soletta del balcone	h = 0,2 [m]
	Parapetto	h_R = 1,0 [m]
	Lunghezza ancoraggio	b = 4,0 [m]
Ipotesi di carico:	Soletta del balcone e pavimentazione	g = 6,5 [kN/m²]
	Carico utile	q = 4,0 [kN/m²]
	Carico all'estremità (parapetto 12 [cm])	g_R = 3,0 [kN/m]
altre ipotesi:	Luogo di edificazione: Bologna	a_{gR} = 1,70 [m/s²]
	Condizioni del sottosuolo: B-R	S = 1,25
	Classe di importanza: II	γ_I = 1,0 (p. es. residenziale)
	Altezza del componente	z = 22,0 [m]
	Altezza dell'edificio	H = 24,5 [m]
Coefficienti di concomitanza:		ψ_2 = 0,3; ψ_E = 0,3
Classi di esposizione:		esterno XC4; interno XC1
Scelta progettuale:	Qualità del calcestruzzo C25/30 per balcone e solaio; copriferro c_{nom} = 35 mm per barre di trazione Isokorb® (riduzione Δc_{def} 5 mm, dovuta a disposizioni di qualità di produzione Schöck Isokorb®); risultante trazione/pressione braccio di leva interno: $z_{iH} = h - c1 - c_{nom} - \phi_{ZS}/2$ = 0,121 m	

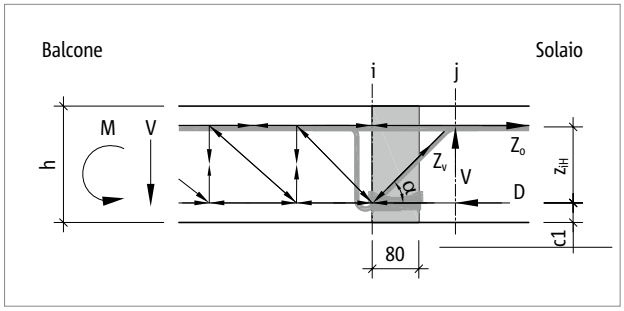


Fig. 4: Modello a graticcio Schöck Isokorb® T tipo KL, braccio di leva interno z_{iH}

Esempio di dimensionamento sismico con metodo semplificato

Calcolo dei carichi sismici equivalenti

m_F Massa superficiale (senza parapetto): $= (g + \psi_E \cdot q) / 9{,}81 = (6{,}5 + 0{,}3 \cdot 4{,}0) / 9{,}81 = 0{,}78$ [t/m²]

m_R Parapetto lato frontale: $= g_R / 9{,}81 = 3{,}0 / 9{,}81 = 0{,}31$ [t/m]

$m_{R,s}$ Parapetto laterale (suddiviso): $= g_R \cdot l_k \cdot 2 / b / 9{,}81 = 3{,}0 \cdot 2{,}12 \cdot 2 / 4{,}0 / 9{,}81 = 0{,}32$ [t/m]

m_a: $= m_F \cdot l_k + m_R + m_{R,s} = 0{,}78 \cdot 2{,}12 + 0{,}31 + 0{,}32 = 2{,}28$ [t/m]

a_g: $= a_{gR} \cdot \gamma_I = 1{,}70 \cdot 1{,}0 = 1{,}70$ [m/s²]

a_{vg}: $= 0{,}7 \cdot a_g = 0{,}7 \cdot 1{,}70 = 1{,}19$ [m/s²]

e Braccio di leva baricentro di massa: $= (m_F \cdot l_k^2 / 2 + m_R \cdot l_k + m_{R,s} \cdot l_k / 2) / m_a$
$= (0{,}78 \cdot 2{,}12^2 / 2 + 0{,}31 \cdot 2{,}12 + 0{,}32 \cdot 2{,}12 / 2) / 2{,}28 = 1{,}21$ [m]

Carico sismico equivalente orizzontale statico parallelo al giunto

$f_{a,x}$: $= A_a \cdot (1 + z / H) - 0{,}5 = 3 \cdot (1 + 22 / 24{,}5) - 0{,}5 = 5{,}19$ [-]

$F_{a,x}$: $= a_g \cdot S \cdot f_{a,x} \cdot m_a \cdot (\gamma_a / q_a) = 1{,}70 \cdot 1{,}25 \cdot 5{,}19 \cdot 2{,}28 \cdot 1{,}0 / 1{,}0 = \pm 25{,}2$ [kN/m]

i Indicazione

- Il carico sismico equivalente orizzontale parallelo al giunto $F_{a,x}$ causa in concomitanza con il braccio di leva del baricentro di massa e un momento sull'asse Z.

Carico sismico equivalente orizzontale statico parallelo al giunto – Considerazione delle capacità di carico plastiche di Schöck Isokorb®

Schöck Isokorb® è realizzato con struttura modulare a graticcio con tre componenti portanti: barre di trazione, barre a taglio e reggispinta HTE Compact®. A causa dell'inerzia prodotta dalla massa, in caso di carico sismico, si origina uno spostamento ciclico orizzontale parallelo al giunto fra soletta del balcone e solaio. I componenti possono contrastare lo spostamento con una resistenza plastica.

Le barre di trazione e di taglio nel giunto isolante sono realizzate con acciaio inossidabile ad elevata stabilità, capace di formare cerniere plastiche. I reggispinta HTE Compact® contrastano lo spostamento con resistenze di attrito, che si originano nella superficie di contatto fra il cemento in opera e il reggispinta HTE Compact® stesso.
A seconda del numero e del tipo dei componenti impiegati in Schöck Isokorb®, si possono sommare le capacità di carico plastiche dei singoli componenti. Dato che le capacità di carico presentano elevate deformazioni, si può considerare il coefficiente di comportamento $q_a = 1{,}5$ per calcolare il carico sismico equivalente statico orizzontale parallelo al giunto.

$f_{a,x}$: $= A_a \cdot (1 + z / H) - 0{,}5 = 3 \cdot (1 + 22 / 24{,}5) - 0{,}5 = 5{,}19$ [-]

$F_{a,x}$: $= a_g \cdot S \cdot f_{a,x} \cdot m_a \cdot (\gamma_a / q_a) = 1{,}70 \cdot 1{,}25 \cdot 5{,}19 \cdot 2{,}28 \cdot 1{,}0 / 1{,}5 = \pm 16{,}8$ [kN/m]

i Indicazione

- Il carico sismico equivalente orizzontale parallelo al giunto $F_{a,x}$ causa in concomitanza con il braccio di leva del baricentro di massa e un momento sull'asse Z.

Esempio di dimensionamento sismico con metodo semplificato

Carico sismico equivalente orizzontale statico perpendicolare al giunto

$f_{a,y}$: $= A_a \cdot (1 + z / H) - 0{,}5 = 3 \cdot (1 + 22 / 24{,}5) - 0{,}5 = 5{,}19$ [-]

$F_{a,y}$: $= a_g \cdot S \cdot f_{a,y} \cdot m_a \cdot (\gamma_a / q_a) = 1{,}70 \cdot 1{,}25 \cdot 5{,}19 \cdot 2{,}28 \cdot 1{,}0 / 1{,}0 = \pm 25{,}2$ [kN/m]

Carico sismico equivalente verticale statico

$F_{a,v}$: $= 2{,}50 \cdot a_{vg} \cdot S_v \cdot m_a = 2{,}5 \cdot 1{,}19 \cdot 1{,}0 \cdot 2{,}28 = \pm 6{,}8$ [kN/m]

i Indicazione

- Il carico sismico equivalente verticale $F_{a,v}$ causa in concomitanza con il braccio di leva del baricentro di massa e un momento sull'asse X.

Esempio di dimensionamento sismico con metodo semplificato

Sollecitazioni sull'ancoraggio

$m_{Ed,suv}$ (costante e provvisoria):

$= -[(\gamma_g \cdot g + \gamma_q \cdot q) \cdot l_k^2 / 2 + \gamma_g \cdot (g_R \cdot l_k + 2 \cdot g_R \cdot l_k^2 / (2 \cdot b))]$
$= -[(1{,}35 \cdot 6{,}5 + 1{,}5 \cdot 4{,}0) \cdot 2{,}12^2 / 2 + 1{,}35 \cdot (3{,}0 \cdot 2{,}12 + 2 \cdot 3{,}0 \cdot 2{,}12^2 / (2 \cdot 4{,}0))]$
$= -46{,}3$ [kNm/m]

$m_{Ed,EoF}$ (situazione di progetto da sisma senza forza equivalente verticale da sisma):

$= -[(\gamma_g \cdot g + \gamma_q \cdot \psi_2 \cdot q) \cdot l_k^2 / 2 + \gamma_g \cdot (g_R \cdot l_k + 2 \cdot g_R \cdot l_k^2 / (2 \cdot b))]$
$= -[(1{,}0 \cdot 6{,}5 + 1{,}0 \cdot 0{,}3 \cdot 4{,}0) \cdot 2{,}12^2 / 2 + 1{,}0 \cdot (3{,}0 \cdot 2{,}12 + 2 \cdot 3{,}0 \cdot 2{,}12^2 / (2 \cdot 4{,}0))]$
$= -27{,}0$ [kNm/m]

$m_{Ed,E}$ (da $F_{a,v}$):

$= \pm (F_{a,v} \cdot e) = \pm (6{,}8 \cdot 1{,}21) = \pm 8{,}2$ [kNm/m]

$v_{Ed,suv}$ (constante e provvisoria):

$= [(\gamma_g \cdot g + \gamma_q \cdot q) \cdot l_k + \gamma_g \cdot (g_R \cdot l_k + 2 \cdot g_R \cdot l_k / b)]$
$= [(1{,}35 \cdot 6{,}5 + 1{,}5 \cdot 4{,}0) \cdot 2{,}12 + 1{,}35 \cdot (3{,}0 + 2 \cdot 3{,}0 \cdot 2{,}12 / 4{,}0)] = 39{,}7$ [kNm/m]

$v_{Ed,EoF}$ (situazione di progetto da sisma senza forza equivalente verticale da sisma):

$= [(\gamma_g \cdot g + \gamma_q \cdot \psi_2 \cdot q) \cdot l_k + \gamma_g \cdot (g_R + 2 \cdot g_R \cdot l_k / b)]$
$= [(1{,}0 \cdot 6{,}5 + 1{,}0 \cdot 0{,}3 \cdot 4{,}0) \cdot 2{,}12 + 1{,}0 \cdot (3{,}0 + 2 \cdot 3{,}0 \cdot 2{,}12 / 4{,}0)]$
$= 22{,}5$ [kNm/m]

$v_{Ed,E}$ (da $F_{a,v}$):

$= \pm (F_{a,v}) = \pm 6{,}8$ [kNm/m]

Forza parallela al giunto:

$= F_{a,x} \cdot b = \pm 25{,}2 \cdot 4{,}0 = \pm 100{,}8$ [kN]

Forza perpendicolare al giunto:

$= F_{a,y} \cdot b = \pm 25{,}2 \cdot 4{,}0 = \pm 100{,}8$ [kN]

Esempio di dimensionamento sismico con metodo semplificato

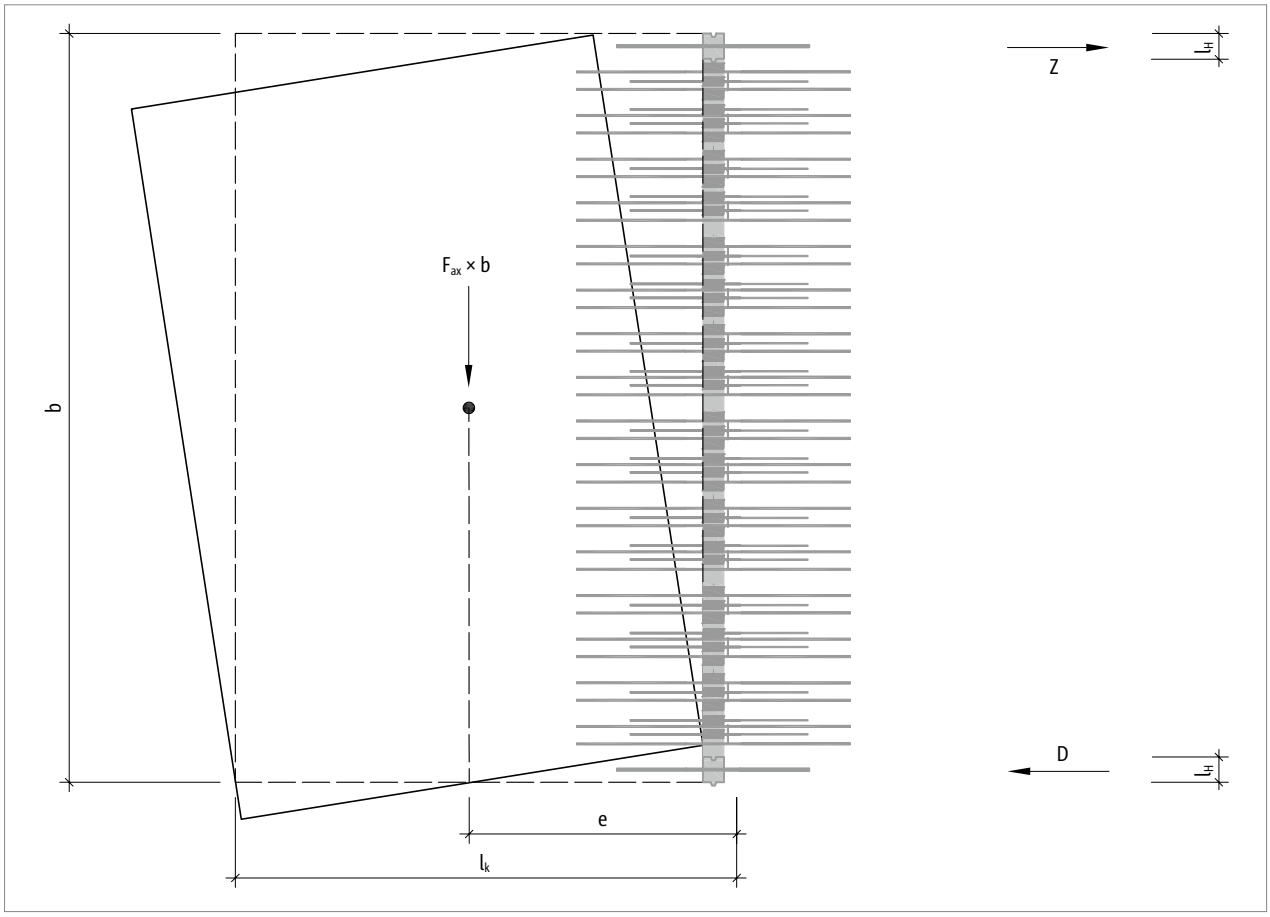


Fig. 5: Forza all'estremità D o Z dal momento sull'asse Z

Il momento agente sull'asse Z, originatosi dal carico sismico equivalente orizzontale parallelo al giunto e dal braccio di leva del baricentro di massa e, può essere suddiviso perpendicolarmente al piano di isolamento in prossimità dell'ancoraggio sui carichi all'estremità (vedasi immagine in alto) e deviato mediate Schöck Isokorb® T tipo HP-NN.

Forza all'estremità D/Z: $= F_{a,x} \cdot b \cdot e / (b - l_H) = \pm 25{,}2 \cdot 1{,}21 \cdot 4{,}0 / (4{,}0 - 0{,}1) = \pm 31{,}3$ [kN]

con Schöck Isokorb® T tipo HP: $l_H = 0{,}1$ [m]

Indicazione

- In considerazione delle capacità di carico elastiche presenti in situazione di progetto da sisma rispetto alla situazione di progetto costante e provvisoria, si può in alternativa argomentare che il momento sull'asse Z ($F_{a,x} \cdot b \cdot e$) e la forza perpendicolare al giunto ($F_{a,y}$) possono essere assorbiti mediante le forze longitudinali che agiscono sulle barre delle componenti di trazione e compressione di Schöck Isokorb® T tipo KL. Per la procedura relativa al dimensionamento vedasi pagina 21.

Esempio di dimensionamento sismico con metodo semplificato

Assorbimento carichi sismici verticali Schöck Isokorb® T tipo KL

$m_{Ed,EmF}$ (situazione di progetto da sisma con forza equivalente verticale da sisma):

$m_{Ed,EmF.min}$: $= m_{Ed,EoF} - m_{Ed,E} = -27{,}0 - 8{,}2 = -35{,}2$ [kNm/m] $\leq |m_{Ed,suv}| = 46{,}3$ [kNm/m]
→ Momento da forza sismica verticale non decisivo

$m_{Ed,EmF.max}$: $= m_{Ed,EoF} + m_{Ed,E} = -27{,}0 + 8{,}2 = -18{,}8$ [kNm/m] ≤ 0 [kNm/m]
→ Nessun momento di sollevamento

$v_{Ed,EmF.min}$: $= v_{Ed,EoF} - v_{Ed,E} = 22{,}5 - 6{,}8 = 15{,}7$ [kN/m] ≥ 0
→ Nessuna forza di taglio di sollevamento

$v_{Ed,EmF.max}$: $= v_{Ed,EoF} + v_{Ed,E} = 22{,}5 + 6{,}8 = 29{,}3$ [kN/m] $\leq v_{Ed,suv} = 39{,}7$ [kN/m]
→ Forza di taglio da forza sismica verticale non decisiva

Per assorbire il carico sismico verticale e i momenti e le forze di taglio risultanti, si può impiegare Schöck Isokorb® T tipo KL. Per Schöck Isokorb® T tipo KL è decisiva la condizione di situazione di progetto costante e provvisoria.

Esempio di dimensionamento sismico con metodo semplificato

Variante 1: Assorbimento carichi sismici orizzontali Schöck Isokorb® T tipo HP

Si può tralasciare una sovrapposizione delle tre dimensioni date dalle espressioni dalla (2-9) alla (2-11) perché i carichi sismici delle diverse dimensioni vengono deviati ciascuno da una componente separata.

Forza parallela al giunto: $F_{a,x} \cdot b = \pm 25{,}2 \cdot 4{,}0 = \pm 100{,}8$ [kN]

Forza perpendicolare al giunto: $F_{a,y} \cdot b = \pm 25{,}2 \cdot 4{,}0 = \pm 100{,}8$ [kN]

Scelta progettuale: 3 pezzi **Schöck Isokorb® T tipo HP-VV2-NN1-H200-5.1**
R_d parallelamente al giunto: $3 \cdot \pm 39{,}2 = \pm 117{,}6$ [kN] $\geq \pm 100{,}8$ [kN]

R_d perpendicolare al giunto: $3 \cdot \pm 49{,}2 = \pm 147{,}6$ [kN] $\geq \pm 100{,}8$ [kN]

I tre Schöck Isokorb® T tipo HP-VV2-NN1 devono essere collocati in corrispondenza del punto fisso termico dell'ancoraggio (centro dell'ancoraggio). Fra questi tre elementi va collocato per ciascuno almeno uno Schöck Isokorb® T tipo KL di dimensioni fra mezzo metro e massimo un metro (vedasi immagine in basso) e analogamente Schöck Isokorb® T tipo HP.

Forza all'estremità D/Z: $= F_{a,x} \cdot e \cdot b / (b - l_H) = \pm 25{,}2 \cdot 1{,}21 \cdot 4{,}0 / (4{,}0 - 0{,}1) = \pm 31{,}3$ [kN]

Scelta progettuale: 2 • 1 pezzo **SchöckIsokorb® T tipo HP-NN2-H200-5.1** ciascuno alle estremità.
R_d all'estremità: $\pm 49{,}2$ kN $\geq \pm 31{,}3$ [kN]

Scelta progettuale: **SchöckIsokorb® T Tipo KL-M9-V1-CV1-H200-2.0**
$|m_{Ed}| = (4{,}0 / (4{,}0 - 5 \cdot 0{,}1)) \cdot 46{,}3 = 52{,}9$ [kNm/m] $\leq 61{,}3$ [kNm/m] $= |m_{Rd}|$
$v_{Ed} = (4{,}0 / 4{,}0 - 5 \cdot 0{,}1)) \cdot 39{,}7 = 45{,}4$ [kN/m] $\leq 83{,}4$ [kN/m] $= v_{Rd}$

Sollecitazioni analoghe a Schöck Isokorb® T tipo KL

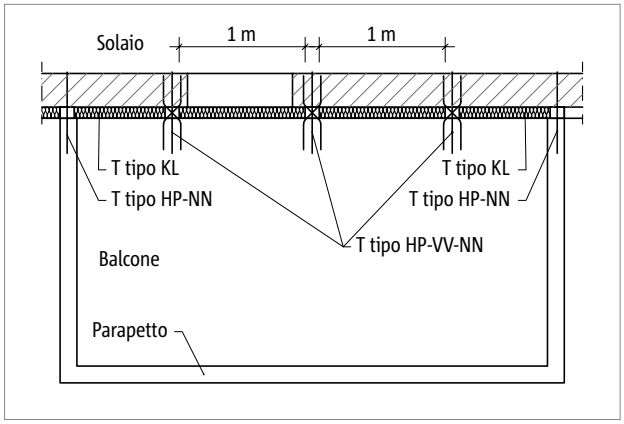


Fig. 6: Disposizione di Schöck Isokorb® T tipo KL, tipo HP-VV-NN e tipo HP-NN (variante 1)

Esempio di dimensionamento sismico con metodo semplificato

Variante 2: Considerazione delle capacità di carico elastiche di Schöck Isokorb® T tipo KL perpendicolari al giunto – Assorbimento carichi sismici orizzontali paralleli al giunto Schöck Isokorb® T tipo HP

In considerazione delle capacità di carico elastiche presenti in situazione di progetto da sisma rispetto alla situazione di progetto costante e provvisoria, si può argomentare che il momento sull'asse Z ($F_{a,x} \cdot b \cdot e$) e la forza perpendicolare al giunto ($F_{,y}$) possono essere assorbiti mediante le forze longitudinali che agiscono sulle barre delle componenti di trazione e compressione di Schöck Isokorb® T tipo KL. A tal scopo le sollecitazioni vengono scomposte come da immagine a pagina 22.

Il momento sull'asse Z ($F_{a,x} \cdot b \cdot e$) può essere suddiviso in prossimità dell'ancoraggio in una sollecitazione all'estremità S perpendicolare al piano di isolamento (vedasi immagine in basso).

Solamente la forza parallela al giunto $F_{a,x}$ deve essere deviata mediante Schöck Isokorb® T tipo HP-VV-NN aggiuntivi.

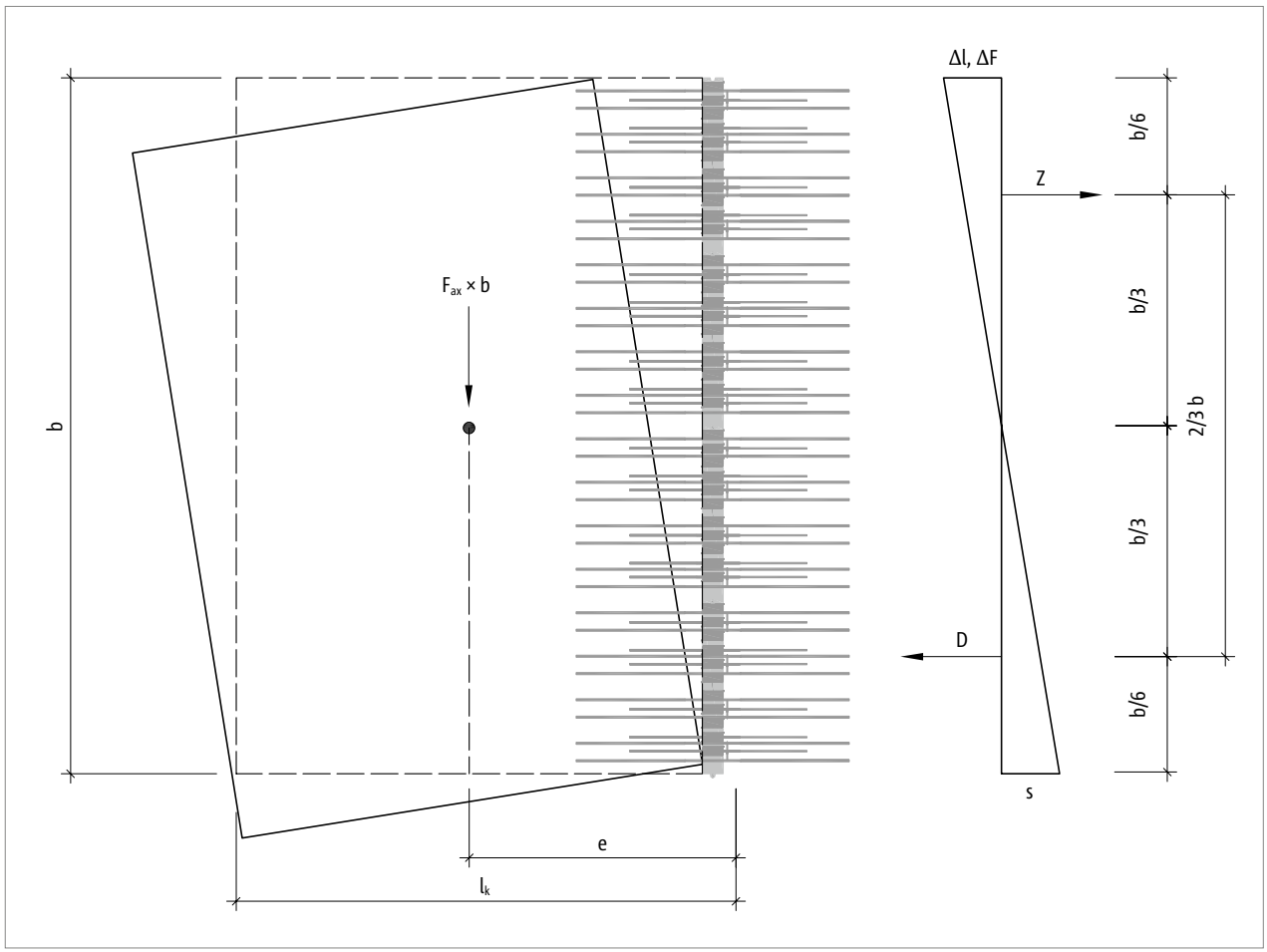


Fig. 7: Sollecitazione all'estremità S dal momento sull'asse Z

Esempio di dimensionamento sismico con metodo semplificato

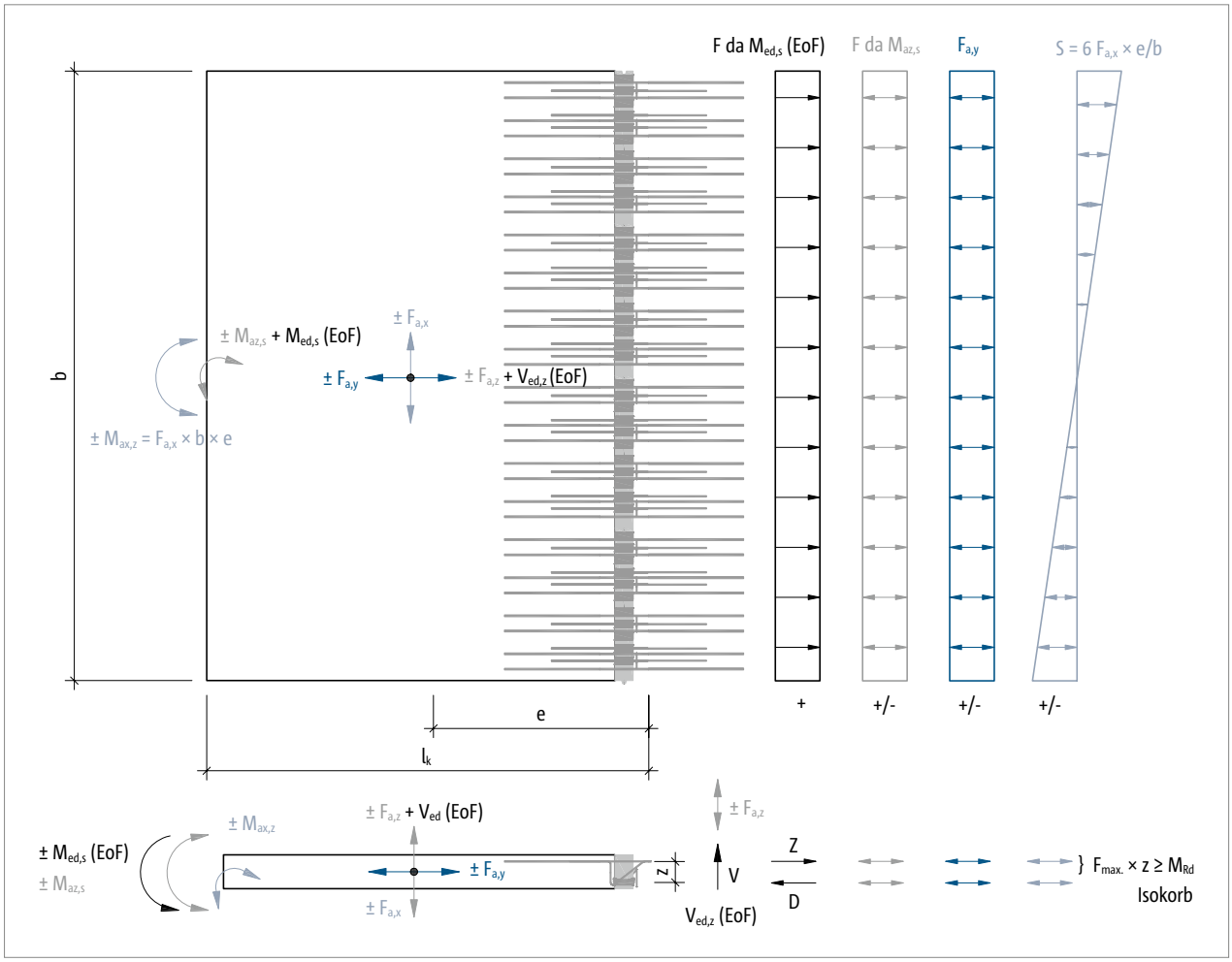


Fig. 8: Sollecitazioni causate dall'azione sismica

$F_{Z,D}(m_{Ed,suv})$: $= m_{Ed,suv} / z = 46{,}3 / 0{,}121 = 383$ [kN/m]

$F_{Z,D}(m_{Ed,EoF})$: $= m_{Ed,EoF} / z = 27{,}0 / 0{,}121 = 223$ [kN/m]

$F_{Z,D}(m_{Ed,E})$: $= m_{Ed,E} / z = 8{,}2 / 0{,}121 = 68$ [kN/m]

$F_{Z,D}(F_{a,y})$: $= F_{a,y} = 25{,}2$ [kN/m]

$F_{Z,D}$(S dal momento $F_{a,x} \cdot e$): $= 6 \cdot F_{a,x} \cdot e / b = 6 \cdot 25{,}2 \cdot 1{,}21 / 4{,}0 = 45{,}7$ [kN/m]

Esempio di dimensionamento sismico con metodo semplificato

Combinazione dei tre orientamenti degli assi:

1) $1{,}0 \cdot E_x + 0{,}3 \cdot E_y + 0{,}3 \cdot E_z$: $= F_{Z,D}(m_{Ed,EoF}) + 1{,}0 \cdot F_{Z,D}(S \text{ dal momento } F_{a,x} \cdot e) + 0{,}3 \cdot F_{Z,D}(F_{a,y}) + 0{,}3 \cdot F_{Z,D}(m_{Ed,E})$
$= 223 + 1{,}0 \cdot 45{;}7 + 0{,}3 \cdot 25{,}2 + 0{,}3 \cdot 68 = 297$ [kN/m] ≤ 383 [kN/m]

2) $0{,}3 \cdot E_x + 1{,}0 \cdot E_y + 0{,}3 \cdot E_z$: $= F_{Z,D}(m_{Ed,EoF}) + 0{,}3 \cdot F_{Z,D}(S \text{ dal momento } F_{a,x} \cdot e) + 1{,}0 \cdot F_{Z,D}(F_{a,y}) + 0{,}3 \cdot F_{Z,D}(m_{Ed,E})$
$= 223 + 0{,}3 \cdot 45{,}7 + 1{,}0 \cdot 25{,}2 + 0{,}3 \cdot 68 = 282$ [kN/m] ≤ 383 [kN/m]

3) $0{,}3 \cdot E_x + 0{,}3 \cdot E_y + 1{,}0 \cdot E_z$: $= F_{Z,D}(m_{Ed,EoF}) + 0{,}3 \cdot F_{Z,D}(S \text{ dal momento } F_{a,x} \cdot e) + 1{,}0 \cdot F_{Z,D}(F_{a,y}) + 1{,}0 \cdot F_{Z,D}(m_{Ed,E})$
$= 223 + 0{,}3 \cdot 45{,}7 + 0{,}3 \cdot 25{,}2 + 1{,}0 \cdot 68 = 312$ [kN/m] ≤ 383 [kN/m]

Dalla combinazione delle sollecitazioni risultanti dalle forze sismiche risultano forze longitudinali che agiscono sulle barre inferiori rispetto a quella risultante dalla situazione di progetto costante e provvisoria; pertanto può essere assorbita dalle capacità di carico elastiche di Schöck Isokorb® T tipo KL presenti.

Solamente la forza parallela al giunto $F_{a,x}$ deve essere deviata mediante Schöck Isokorb® T tipo HP-VV-NN aggiuntivi.

Forza parallela al giunto: $F_{a,x} \cdot b = \pm 25{,}2 \cdot 4{,}0 = \pm 100{,}8$ [kN]

Scelta progettuale: 3 pezzi **Schöck Isokorb® T tipo HP-VV2-NN1-H200-5.1**
R_d parallelamente al giunto: $3 \cdot \pm 39{,}2 = \pm 117{,}6$ [kN] ≥ ±100,8[kN]

I tre Schöck Isokorb® T tipo HP-VV2-NN1 devono essere collocati in corrispondenza del punto fisso termico dell'ancoraggio (centro dell'ancoraggio). Fra questi tre elementi va collocato per ciascuno almeno uno Schöck Isokorb® T tipo KL di dimensioni fra mezzo metro e massimo un metro (vedasi immagine in basso) e analogamente Schöck Isokorb® T tipo HP.

Scelta progettuale: **SchöckIsokorb® T Tipo KL-M9-V1-CV1-H200-2.0** ciascuno alle estremità

$|m_{Ed}| = (4{,}0 / (4{,}0 - 3 \cdot 0{,}1)) \cdot 46{,}3 = 50{,}1$ [kNm/m] ≤ 61,3 [kNm/m] = $|m_{Rd}|$
$v_{Ed} = (4{,}0 / 4{,}0 - 3 \cdot 0{,}1)) \cdot 39{,}7 = 42{,}9$ [kN/m] ≤ 83,4 [kN/m] = v_{Rd}

Sollecitazioni analoghe a Schöck Isokorb® T tipo KL

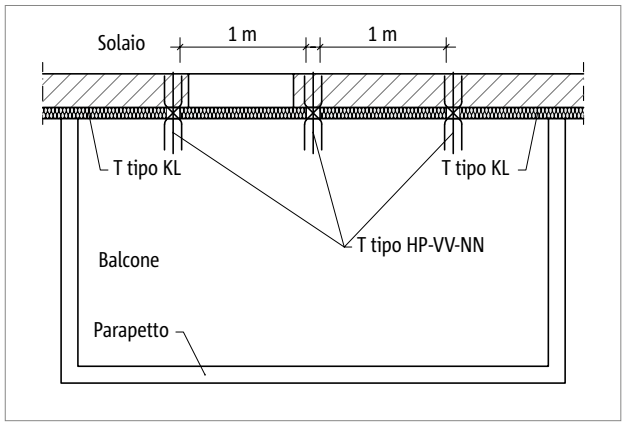


Fig. 9: Disposizione di Schöck Isokorb® T tipo KL e tipo HP-VV-NN (variante 2)

Esempio di dimensionamento sismico con metodo semplificato

Variante 3: Considerazione delle capacità di carico elastiche e plastiche di Schöck Isokorb® T tipo KL – Assorbimento carico orizzontale perpendicolare e parallelo al giunto

In considerazione delle capacità di carico elastiche presenti in situazione di progetto da sisma rispetto alla situazione di progetto costante e provvisoria, si può argomentare che il momento sull'asse Z ($F_{a,x}$• b • e) e la forza perpendicolare al giunto (F_y) possono essere assorbiti mediante le forze longitudinali che agiscono sulle barre delle componenti di trazione e compressione di Schöck Isokorb® T tipo KL. A tal scopo le sollecitazioni vengono scomposte come da immagine a pagina 22.

Il momento sull'asse Z ($F_{a,x}$ • b • e) può essere suddiviso in prossimità dell'ancoraggio in una sollecitazione all'estremità S perpendicolare al piano di isolamento (vedasi immagine a pagina 21).

Solamente la forza parallela al giunto $F_{a,x}$ deve essere deviata mediante capacità di carico plastiche di Schöck Isokorb® T tipo KL.

$F_{Z,D}(m_{Ed,suv})$: $= m_{Ed,suv} / z = 46,3 / 0,121 = 383$ [kN/m]

$F_{Z,D}(m_{Ed,EoF})$: $= m_{Ed,EoF} / z = 27,0 / 0,121 = 223$ [kN/m]

$F_{Z,D}(m_{Ed,E})$: $= m_{Ed,E} / z = 8,2 / 0,121 = 68$ [kN/m]

$F_{Z,D}(F_{a,y})$: $= F_{a,y} = 25,2$ [kN/m]

$F_{Z,D}$(S dal momento $F_{a,x}$ • e): $= 6 \cdot F_{a,x} \cdot e / b = 6 \cdot 16,8 \cdot 1,21 / 4,0 = 30,5$ [kN/m]

Combinazione dei tre orientamenti degli assi:

1) $1,0 \cdot E_x + 0,3 \cdot E_y + 0,3 \cdot E_z$: $= F_{Z,D}(m_{Ed,EoF}) + 1,0 \cdot F_{Z,D}(S \text{ dal momento } F_{a,x} \cdot e) + 0,3 \cdot F_{Z,D}(F_{a,y}) + 0,3 \cdot F_{Z,D}(m_{Ed,E})$
$= 223 + 1,0 \cdot 30,5 + 0,3 \cdot 25,2 + 0,3 \cdot 68 = 282$ [kN/m] ≤ 383 [kN/m]

2) $0,3 \cdot E_x + 1,0 \cdot E_y + 0,3 \cdot E_z$: $= F_{Z,D}(m_{Ed,EoF}) + 0,3 \cdot F_{Z,D}(S \text{ dal momento } F_{a,x} \cdot e) + 1,0 \cdot F_{Z,D}(F_{a,y}) + 0,3 \cdot F_{Z,D}(m_{Ed,E})$
$= 223 + 0,3 \cdot 30,5 + 1,0 \cdot 25,2 + 0,3 \cdot 68 = 278$ [kN/m] ≤ 383 [kN/m]

3) $0,3 \cdot E_x + 0,3 \cdot E_y + 1,0 \cdot E_z$: $= F_{Z,D}(m_{Ed,EoF}) + 0,3 \cdot F_{Z,D}(S \text{ dal momento } F_{a,x} \cdot e) + 1,0 \cdot F_{Z,D}(F_{a,y}) + 1,0 \cdot F_{Z,D}(m_{Ed,E})$
$= 223 + 0,3 \cdot 30,5 + 0,3 \cdot 25,2 + 1,0 \cdot 68 = 308$ [kN/m] ≤ 383 [kN/m]

Dalla combinazione delle sollecitazioni risultanti dalle forze sismiche risultano forze longitudinali che agiscono sulle barre inferiori rispetto a quella risultante dalla situazione di progetto costante e provvisoria; pertanto può essere assorbita dalle capacità di carico elastiche di Schöck Isokorb® T tipo KL presenti.

Esempio di dimensionamento sismico con metodo semplificato

Solamente la forza parallela al giunto $F_{a,x}$ deve essere deviata mediante capacità di carico plastiche di Schöck Isokorb® T tipo KL.

Forza parallela al giunto: $F_{a,x}$ = ±16,8 [kN]

Scelta progettuale: **Schöck Isokorb® T tipo KL-M9-V1-CV1-H200-2.0**

$|m_{Ed}|$ = 46,3 [kNm/m] ≤ 61,3 [kNm/m] = $|m_{Rd}|$
v_{Ed} = 39,7 [kN/m] ≤ 83,4 [kN/m] = v_{Rd}

Sollecitazioni analoghe a Schöck Isokorb® T tipo KL

$F_{a,x}$ = ±16,8 [kN/m] ≤ ±20,2 [kN/m] = n_{xyRd} (considerando le capacità di carico plastiche delle barre di trazione e a taglio e delle resistenze di attrito dei reggispinta HTE Compact®)

n_{xyRd} analogo ai valori di progetto delle capacità di carico plastiche di Schöck Isokorb®

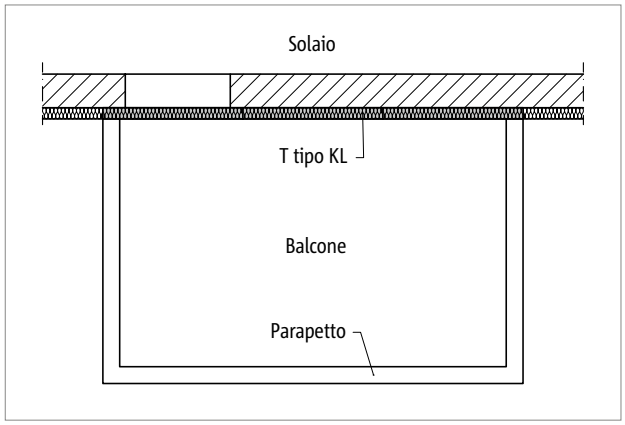


Fig. 10: Disposizione di Schöck Isokorb® T tipo KL (variante 3)

Colophon
Editore: Schöck Italia GmbH - S.r.l.
Piazzetta della Mostra 2
I-39100 Bolzano
Telefono: 0473 055173

Copyright:
© 2023, Schöck Italia GmbH - S.r.l.
Il contenuto del presente documento non deve essere inoltrato a terzi, in tutto o in parte, senza autorizzazione di Schöck Italia GmbH - S.r.l.. Tutti i dati tecnici, i disegni ecc. sono soggetti alla legge che tutela il diritto d'autore.

Con riserva di modifiche tecniche
Data di pubblicazione: Aprile 2023

SCHÖCK
Sostegno affidabile

Schöck Italia GmbH S.r.l.
Piazzetta della Mostra 2
39100 Bolzano
Telefono: 0473 490155
info-it@schoeck.com
www.schoeck.com

04.2023/IT/220558