RUWA DIBE – Panoramica prodotti

Elementi costruttivi piatti come solette e lastre nelle costruzioni in calcestruzzo armato vengono solitamente uniti tra loro ad accoppiamento di forza attraverso i nodi del telaio. Questi elementi sono generalmente sottoposti a forti sollecitazioni, pertanto devono essere calcolati accuratamente e strutturati con precisione dal punto di vista costruttivo a causa della limitata disponibilità di spazio. La ripartizione dell'armatura negli angoli del telaio è oggetto di un acceso dibattito nella letteratura ed è di difficile attuazione a livello pratico. Solo raramente si riesce a trasmettere l'intera capacità portante degli elementi costruttivi adiacenti.

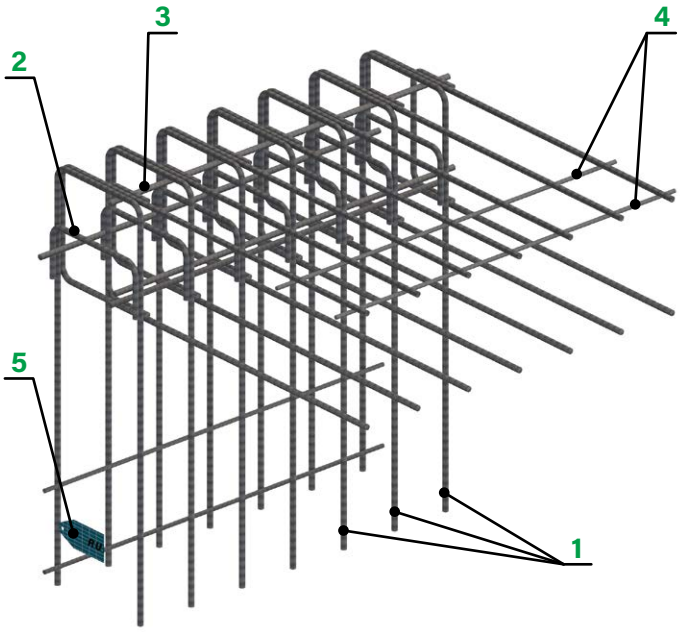
I **rinforzi di discontinuità RUWA DIBE (rinforzi per nodi del telaio e bordi di solette)** si basano su un layout dell'armatura semplice ed efficiente che permette di trasmettere completamente la capacità portante degli elementi costruttivi adiacenti attraverso gli angoli del telaio. Il comportamento strutturale di questi angoli del telaio è stato verificato dal punto di vista sperimentale con test sugli elementi costruttivi che hanno consentito di elaborare un rispettivo concetto di calcolo. Per le costruzioni in calcestruzzo armato è stato ottenuto un layout dell'armatura economico e pratico per angoli del telaio, che può essere utilizzato per sforzi di flessione sia in apertura che in chiusura. Sono disponibili tre tipi con cinque diverse sezioni trasversali in acciaio: **Tipo L, Tipo T** e **Tipo D**.

Gli esperimenti condotti presso la Scuola universitaria professionale di Lucerna sul **Tipo L** e sul **Tipo T** hanno dimostrato che la resistenza plastica alla flessione può essere raggiunta se nell'angolo del telaio è prevista un'adeguata armatura a taglio. Questa armatura a taglio è contenuta nel presente prodotto e garantisce il rispetto delle norme. I **Tipo D** per bordi di solette liberi sono stati testati su piastre di torcente. Questi esperimenti mostrano altresì che con l'armatura a taglio concentrata sul bordo si elimina completamente la forza trasversale sul bordo.

I **rinforzi di discontinuità RUWA DIBE** consentono di raggiungere e superare gli obiettivi della trasmissione totale di momenti o sforzi di taglio per le importanti discontinuità dell'angolo del telaio e del bordo libero della soletta nelle costruzioni in calcestruzzo armato.

Struttura del prodotto

	Componenti	Materiale
1	**Staffa**	Acciaio d'armatura B500A / B500B
2	**Armatura a taglio**	Acciaio d'armatura B500A / B500B
3	**Ferri longitudinali**	Acciaio d'armatura B500A / B500B
4	**Ferri trasversali costruttivi**	Acciaio d'armatura B500A / B500B
5	**Etichetta**	Plastica / Metallo



Diametri delle staffe e distanze tra le barre

Staffa ø [mm]	Passo s [mm] 100	150	Materiale
ø 10	×	✓	B500A
ø 12	×	✓	B500A
ø 14	×	✓	B500A
ø 16	✓	✓	B500B

Diametri (Ø) e distanze barre (s): disponibili (✓) e non disponibili (×)

Numero di staffe e distanze tra le barre

L [mm]	s = 100 mm n [pz]	e [mm]	s = 150 mm n [pz]	e [mm]
1000	**10**	50	**7**	50

Il numero delle staffe (n) e le distanze tra le barre (e) variano in funzione della lunghezza dell'elemento (L) e del passo (s). La distanza dal bordo (e) indica la distanza della staffa laterale fino alla fine della barra longitudinale.

Codice tipo e lunghezze reti

Staffa ø [mm]	Passo s [mm]	Codice tipo	Lunghezza rete a [mm]
ø 10	150	L1 / T1 / D1	2200
ø 12	150	L2 / T2 / D2	2300
ø 14	150	L3 / T3 / D3	2400
ø 16	150	L4 / T4 / D4	2500
ø 16	100	L5 / T5 / D5	2500

La tabella a lato contiene i **codici tipo** dei diametri delle staffe disponibili e i passi. Questo codice è anteposto al rispettivo codice prodotto. T3 significa **RUWA DIBE Tipo T** con ø 14/150.

È visibile anche la **lunghezza della rete a** delle staffe piegate. La misura a è necessaria per calcolare l'effettiva lunghezza di ancoraggio lbd disponibile. Ulteriori dati in merito sono riportati nella pagina dei tipi corrispondente.

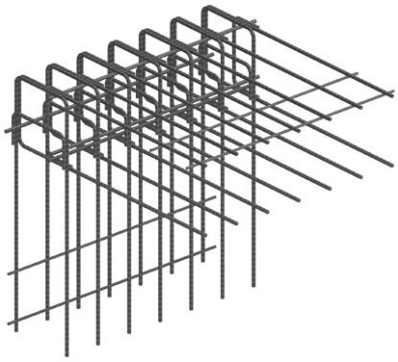
RUWA DIBE – Panoramica tipi

DIBE Tipo L – Pagina 217

Il **Tipo L** è formato da due reti piegate in staffe, integrate da un'armatura a raglio disposta nel nodo del telaio. Nel nodo del telaio sono disposti anche quattro ferri longitudinali per l'ancoraggio dell'armatura a taglio e la riduzione della pressione sul calcestruzzo. I singoli componenti vengono saldati insieme in fabbrica e forniti come elemento finito. Le due staffe possono essere definite indipendentemente l'una dall'altra in termini di larghezza. Le staffe, l'armatura a taglio e i ferri longitudinali sono realizzati tutti con lo stesso diametro scelto.

Il Tipo L è destinato ai seguenti campi d'impiego:

- **Angoli di telaio formati da due lastre piatte**
- **Ripresa platea-parete**
- **Ripresa parete-solaio**
- **Ripresa parete-parete**
- **Ripresa muro di sostegno su fondazione**
- **Cambi di quota a soffitto e parti aggettanti**

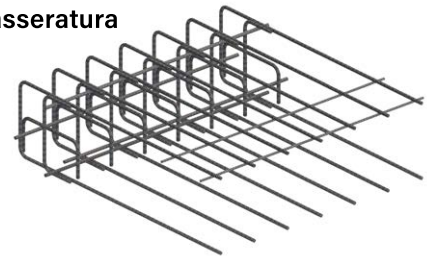


DIBE Tipo T – Pagina 219

Il **Tipo T** è analogo al tipo L, ma è dotato di una sola staffa. Questa caratteristica amplia i campi d'impiego o semplifica il montaggio in particolare nei casi in cui con il tipo L viene a crearsi una collisione con la casseratura o durante l'avanzamento dei lavori. Qualora fosse necessaria una seconda staffa, è possibile effettuare un'ordinazione tramite la lista dei ferri e montarla in loco.

Il Tipo T è destinato ai seguenti campi d'impiego:

- **Campi d'impiego analoghi al tipo L in caso di collisione con casseratura**
- **Angoli di telaio formati da tre lastre piatte**
- **Ripresa solaio su parete**
- **Ripresa pianerottolo su parete**
- **Cambi di quota a soffitto e parti aggettanti**

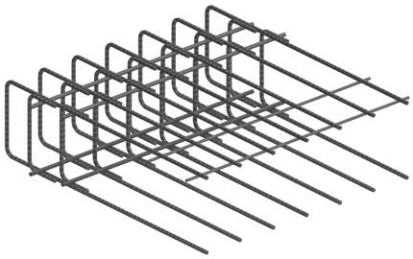


DIBE Tipo D – Pagina 221

Il **Tipo D** è formato da una rete piegata in staffe, integrata da un'armatura a taglio appositamente disposta. Inoltre, nella zona del bordo sono disposti quattro ferri longitudinali per l'ancoraggio dell'armatura a taglio. I singoli componenti sono saldati insieme in modo stabile. Le staffe, l'armatura a taglio e i ferri longitudinali sono realizzati tutti con lo stesso diametro scelto.

Il Tipo D è destinato ai seguenti campi d'impiego:

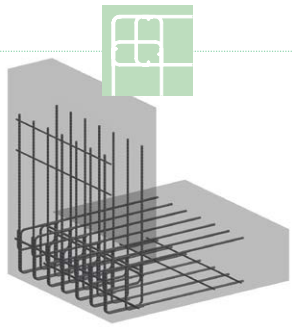
- **Rinforzo del bordo per bordi di solette liberi**
- **Rinforzo del bordo per piastre di torcente**



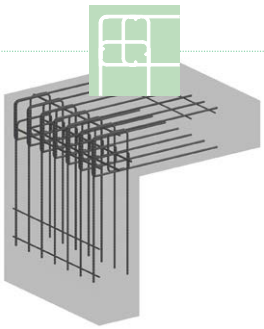
Aspetti generali

I campi d'impiego dei **Tipi L, T** e **D** non si limitano alle possibilità succitate. I **rinforzi di discontinuità RUWA DIBE** possono essere utilizzati ovunque il layout dell'armatura presente possa essere impiegato al meglio. In caso di dubbi, non esitare a contattare la nostra assistenza tecnica. I nostri ingegneri sono pronti a fornire soluzioni pratiche e ad aiutare a trovare la soluzione adatta a ogni singolo caso.

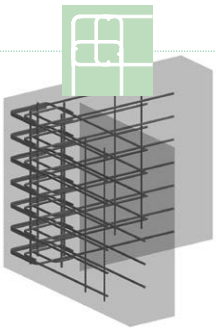
RUWA DIBE – Esempi di applicazione



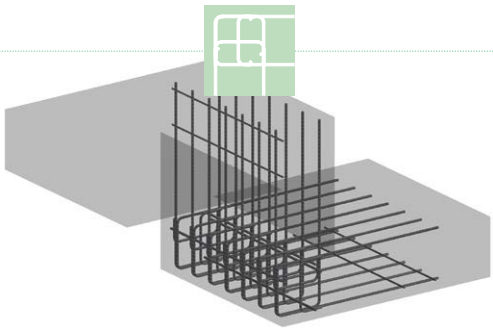
DIBE Tipo L: Piastra di base o fondazione-parete



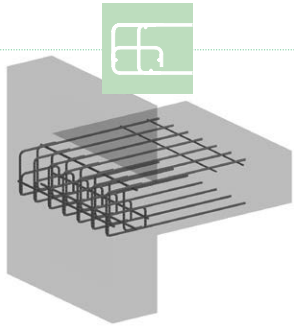
DIBE Tipo L: Parete / solaio



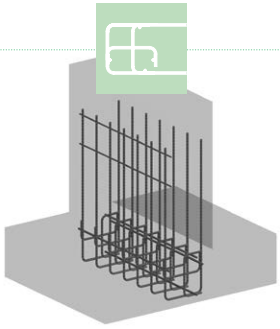
DIBE Tipo L: Parete-parete



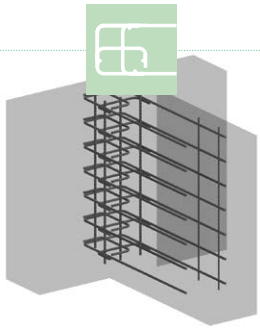
DIBE Tipo L: Cambio di quota a soffitto



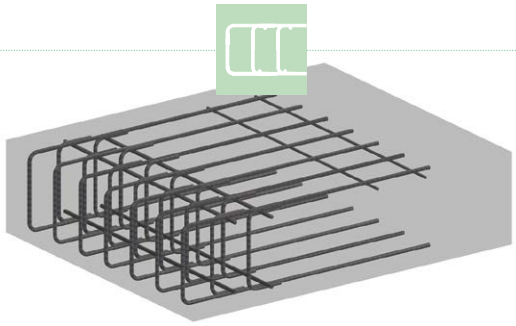
DIBE Tipo T: Parete-solaio / pianerottolo



DIBE Tipo T: Solaio-parete



DIBE Tipo T: Parete-parete



DIBE Tipo D: Staffa di rinforzo su bordo

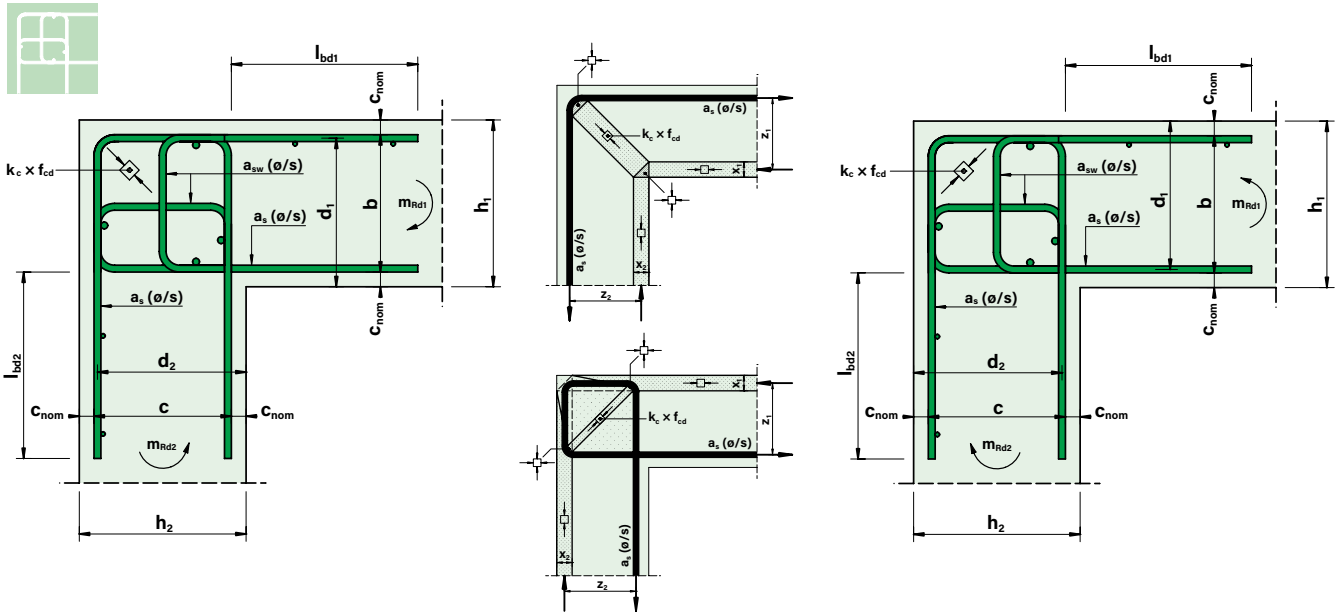
RUWA DIBE – Basi di calcolo

Gli esperimenti e i lavori di sviluppo hanno dimostrato che disponendo un'armatura a taglio nella zona del nodo è possibile attivare la resistenza alla flessione plastica per angoli del telaio o l'intera resistenza alle forze trasversali per un'armatura a taglio sul bordo. Pertanto, non è più necessario ridurre il momento dell'angolo del telaio, come suggerito finora dalla letteratura. Quindi, utilizzando i **rinforzi di discontinuità RUWA DIBE** si ottiene un'efficiente ripartizione dell'armatura con **trasmissione del 100 % delle resistenze alla flessione e alle forze trasversali**.

Il calcolo degli angoli del telaio e dei bordi di solette liberi con un'adeguata armatura a taglio è conforme ai requisiti della norma SIA 262:2013 in vigore. In genere il calcolo può essere effettuato anche secondo l'Eurocodice 2. Presupposto necessario per il seguente concetto di calcolo è l'impiego dei **rinforzi di discontinuità RUWA DIBE**. Di seguito è formulato il concetto di calcolo secondo la norma SIA 262:2013:

Tipo L

Il concetto di calcolo seguente vale per sollecitazioni statiche di chiusura ed anche di apertura:



Per la resistenza alla flessione per sollecitazioni di flessione di apertura e chiusura vale quanto segue:

$a_{s,\mathbf{nec}} = \frac{m_d}{0.9 \times f_{sd} \times d}$	$d = h - c_{nom} - \frac{ø}{2}$	$x = \frac{a_{s,eff} \times f_{sd}}{0.85 \times b \times f_{cd}}$
$l_{bd1,\mathbf{ess}} \approx \frac{a - b - 2 \times c}{2}$	$l_{bd2,\mathbf{ess}} \approx \frac{a - c - 2 \times b}{2}$	$l_{bd,\mathbf{nom}} = \frac{ø \times f_{sd}}{4 \times f_{bd}} \geq 25ø$
$m_{Rd} = a_{s,eff} \times f_{sd} \times (d - 0.425 \times x) \times \min\left[1; \frac{l_{bd,\mathbf{ess}}}{l_{bd,\mathbf{nom}}}\right]$		
$m_{Rd} = \min[m_{Rd1}; m_{Rd2}]$		

La condizione di duttilità secondo la norma SIA 262:2013 deve essere rispettata in entrambe le direzioni:

$$\frac{x}{d} \leq 0.35 \times \frac{435}{f_{sd}}$$

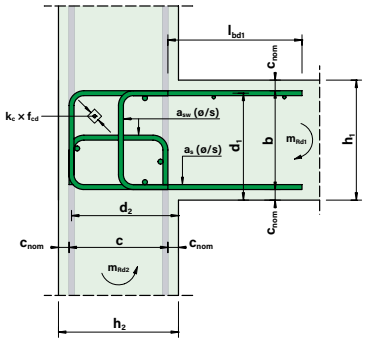
L'armatura a taglio disposta nel nodo del telaio deve corrispondere all'armatura a flessione massima. Per l'armatura a taglio nel nodo del telaio si devono rispettare le condizioni seguenti:

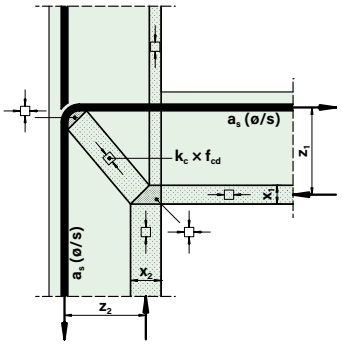
$a_{sw,\mathbf{nec}} = \max[a_{s1,eff}; a_{s2,eff}]$		
$k_c \times f_{cd} \geq 2 \times \frac{a_{sw} \times f_{sd}}{z}$	$z = d - 0.425 \times x$	$kc = 0.55$

RUWA DIBE – Basi di calcolo

Tipo T

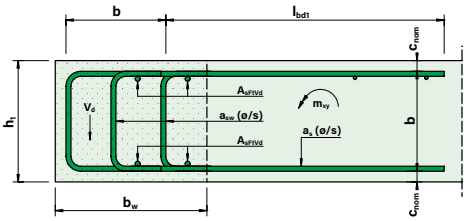
Il concetto di calcolo per il **Tipo T** corrisponde al concetto di calcolo per il tipo L e vale anch'esso per sollecitazioni statiche di chiusura e di apertura. Valgono le denominazioni seguenti:





Tipo D

Il concetto di calcolo seguente vale per una forza trasversale lungo il bordo di una soletta. L'equazione di calcolo corrisponde alla forza trasversale lungo il bordo di una soletta in seguito a un momento torcente. Il momento torcente m_{xy} corrisponde quindi a un'analisi FEM lineare elastica:



$V_d = 2 \times m_{xy} \leq V_{Rd}$	$d_v = h - 2 \times c_{nom} - ø$
$b_w \approx 1.25 \times h$	$\sum A_{sw,\mathbf{nec}} = \frac{V_d \times s}{f_{sd} \times d_v} \times \cot(\alpha)$
$V_{Rd,s} = \sum A_{sw} \times f_{sd} \times d_v \times \cot(\alpha)$	$V_{Rd,c} = b_w \times d_v \times k_c \times f_{cd} \times \sin(\alpha) \times \cos(\alpha)$
$30° \leq \alpha \leq 45°$	$V_{Rd} = \min[V_{Rd,s}; V_{Rd,c}]$

Nell'elemento di armatura occorre inserire un rinforzo in alto e in basso lungo la discontinuità/il bordo della soletta e parallelamente al bordo che corrisponde alla condizione seguente. Ulteriori armature parallele al bordo, ad esempio dovute a un'applicazione del carico locale, devono essere inserite nel calcolo:

$$Ft_{Vd} = \frac{V_d \times \cot(\alpha)}{2} \leq a_{s,FtVd} \times f_{sd}$$

Note sul concetto di calcolo

- L'impiego dei **rinforzi di discontinuità RUWA DIBE** è il presupposto necessario per l'applicazione del concetto di calcolo.
- Il calcolo degli elementi costruttivi su entrambi i lati dei **rinforzi di discontinuità RUWA DIBE** deve essere effettuato dall'ingegnere di competenza conformemente ai requisiti della norma SIA 262:2013 o delle norme dell'Eurocodice. La trasmissione delle forze di taglio nella soletta in calcestruzzo armato deve essere garantita come previsto dalla norma (momento, forza trasversale, ecc.).
- Le lunghezze di ancoraggio tra i **rinforzi di discontinuità RUWA DIBE** e l'armatura in loco devono essere verificate. All'occorrenza è necessario ridurre la a portante tramite la riduzione della lunghezza di ancoraggio. L'ancoraggio deve essere effettuato esternamente al nodo del telaio.
- Condutture e aperture nella zona del nodo del telaio causano indebolimenti e devono essere tenute in considerazione conformemente alla norma SIA 262:2013.
- In caso di giunti di ripresa nella zona dei nodi del telaio si applicano i requisiti della norma SIA 262:2013.
- In caso di ulteriori fenomeni è possibile ampliare il concetto di calcolo.

RUWA DIBE – Tipo D

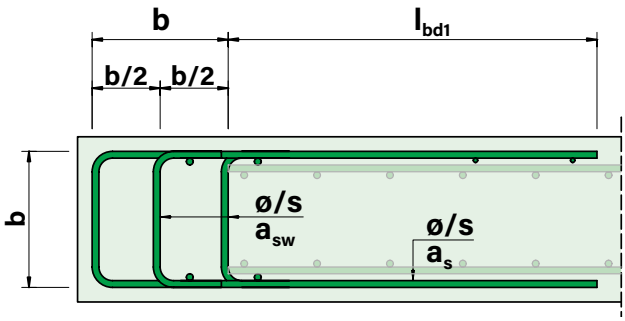
Tecnica di armatura | RUWA DIBE Rinforzi di discontinuità | Tipo D

Dimensioni

Codice tipo	Staffa ø / Barra longitudinale ø / Armatura a taglio ø [mm]	Passo s [mm]	a_s [mm²/m]	a_{sw} [mm²/m]	A_{sw} (mm²)	A_{sFtVd} [mm]	b_{min} [mm]	b_{max} [mm]	L [mm]	l_{bd1}* [mm]	Lunghezza rete a [mm]
D1	ø 10	150	524	1047	157	157	140	460	1000	410 – 890	2200
D2	ø 12	150	754	1508	226	226	140	460	1000	460 – 940	2300
D3	ø 14	150	1026	2053	308	308	140	460	1000	510 – 990	2400
D4	ø 16	150	1340	2681	402	402	160	460	1000	560 – 1010	2500
D5	ø 16	100	2011	4021	402	402	160	460	1000	560 – 1010	2500

Lunghezze di ancoraggio

Codice tipo	ø [mm]	$l_{bd,nom}$ alla norma SIA 262:2013 [mm]			$l_{bd,ess}$* [mm]
		C20/25	C25/30	C30/37	
D1	ø 10	530	448	402	$l_{bd1} \approx (a-3b)/2$
D2	ø 12	636	538	482	
D3	ø 14	741	627	563	
D4	ø 16	847	717	643	
D5	ø 16	847	717	643	



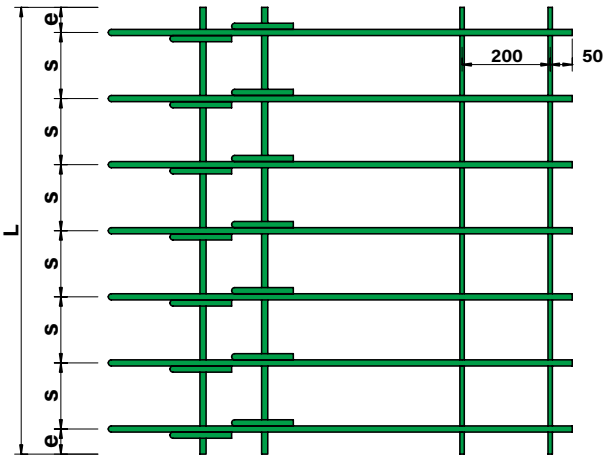
La lunghezza di ancoraggio disponibile può essere determinata utilizzando le formule nella tabella **«Lunghezze di ancoraggio»**. *La lunghezza di ancoraggio effettiva è leggermente superiore al valore calcolato per via delle corrispondenti deduzioni di piegatura in genere presenti nell'elemento.

Assortimento / Codice prodotto

Il **Tipo D** è disponibile in cinque diverse densità di armatura (D1 / D2 / D3 / D4 / D5). La misura b può essere liberamente scelta in incrementi di 10 mm compresi tra 140 mm e 460 mm (ø 16 mm tra 160 mm e 460 mm). Gli elementi presentano una lunghezza L fissa di 1'000 mm.

DIBE D*-b***

- Misura b
- Codice tipo
- **RUWA DIBE Rinforzi di discontinuità**



- Il **codice tipo** indica il diametro di staffe, armatura a taglio e ferri longitudinali e il passo delle staffe. A tale proposito, vedere la tabella **«Dimensioni»**.
- La **misura b** può essere scelta liberamente in incrementi di 10 mm secondo la tabella **«Dimensioni»**:
  b_{min} = 140 mm (ø 16 mm – 160 mm) | b_{max} = 460 mm

Indicazione prodotto (esempio):

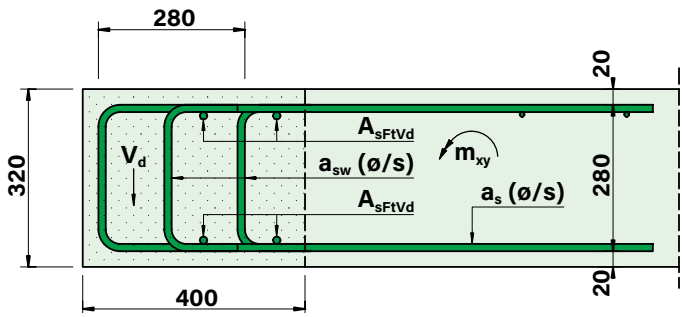
D4-b360
ø 16 mm | s = 150 mm | a_s = 1'340 mm²/m | a_{sw} = 2'681 mm²/m
Misura a = 2'500 mm | Misura b = 360 mm
$l_{bd1,ess} \approx (2'500 - 3 \times 360)/2 = 710$ mm

Nel seguente esempio di calcolo viene illustrata una staffa di rinforzo sul bordo di un solaio. La lunghezza del bordo della lastra è di 15.00 m:

Materiale ed effetti

C25/30 | $f_{cd} = 16.5\,N/mm^2$ | $f_{bd} = 2.43\,N/mm^2$
B500A/B500B | $f_{sd} = 435\,N/mm^2$ | $\mathbf{m_{xy} = 40.0\,kNm/m}$

Attenzione: in questo esempio di calcolo vengono considerati i ferri longitudinali per la forza di trazione longitudinale in seguito alla forza trasversale. In tal caso gli elementi posati devono essere collegati tramite ferri di ripresa.



Determinazione dell'altezza statica e della necessaria sezione di armatura

$$m_{xy} = 40kNm \qquad V_d = 2 \times 40 = 80kN$$

$$d_v = 320 - 2 \times 20 - 10 = 270mm \qquad b_w \approx 1.25 \times 320 = 400mm \qquad \alpha = 45°$$

$$\sum A_{sw,nec} = \frac{80 \times 10^3 \times 150}{435 \times 270} \times \cot(45) = 102mm^2 \geq A_{s,min} = 55mm^2$$

Selezione diametro, passo e geometria

Selezionato Tipo D1 ø10/150: $a_{sw,eff} = 1'047mm^2/m \triangleq 157mm^2 > 102mm^2$

$$a = 2'200mm \qquad b = 320 - 2 \times 20 = 280mm$$

$$l_{bd1,ess} \approx \frac{2'200 - 3 \times 280}{2} = 680mm \qquad l_{bd,nom} = \frac{10 \times 435}{4 \times 2.43} = 448mm \geq 25ø = 250mm$$

Prova resistenze alla forza trasversale

$$V_{Rd,s} = 1'047 \times 435 \times 270 \times \cot(45) = 123kN$$

$$V_{Rd,c} = 400 \times 270 \times 0.55 \times 16.5 \times \sin(45) \times \cos(45) = 490kN$$

$$\mathbf{V_{Rd} = min[123; 490] = 123kN > 80kN}$$

Forza di trazione longitudinale in seguito a forza trasversale

$$\sum A_{s,FtVd} = 157mm^2 \qquad Ft_{Vd} = \frac{80 \times \cot(45)}{2} = 40kN$$

$$\mathbf{Ft_{RdVd} = 157 \times 435 = 68kN > 40kN}$$

Tipo D – Esempio di ordinazione (modulo d'ordine)

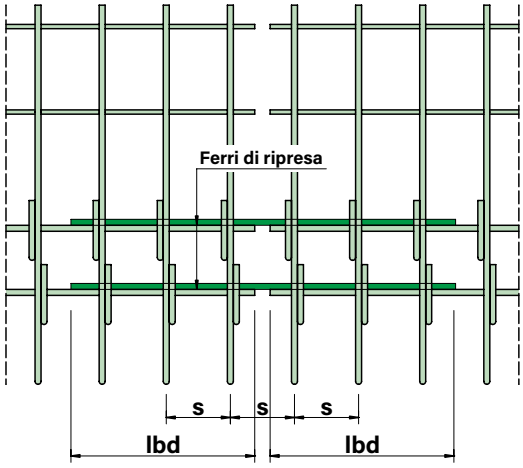
Dall'esempio di calcolo si ottiene il tipo seguente: Campo obbligatorio Non disponibile

Pos.	Tipo	Acciaio ø / s [mm]	Dimensioni [mm] b	c	lbd1	lbd2	Lunghezza L [mm]	Qtà [pz.]	Peso [kg/pz.]	Codice prodotto	Parte d'opera / commento
e3	D	10/150	280	–	≈680	–	1'000	15	*16.5*	*D1-b280*	Staffa di rinforzo su bordo

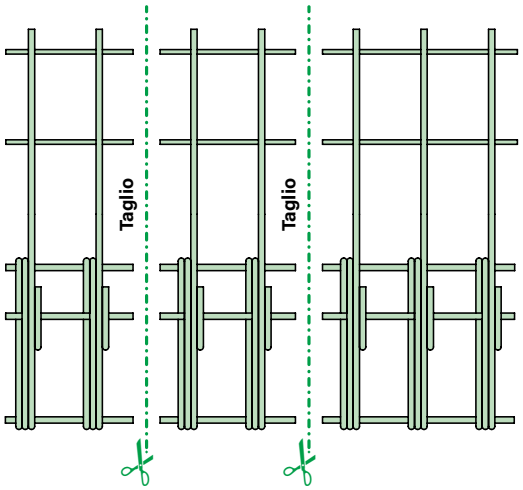
RUWA DIBE – Posa

Armatura in loco

Le forze di trazione trasmesse dall'elemento devono essere riprese da un'armatura di rinforzo corrispondente negli elementi costruttivi da collegare. L'area dell'armatura di rinforzo può essere calcolata tramite il momento resistente dei **rinforzi di discontinuità RUWA DIBE**, tenendo in considerazione le lunghezze di ripresa presenti fuori dal nodo. La fattibilità e la facilità di realizzazione dei rinforzi sul posto deve essere verificata dall'ingegnere e se la situazione lo richiede deve essere adattata.



L'armatura di collegamento può essere realizzata con barre diritte se la lunghezza di ancoraggio è sufficiente. Se la lunghezza di ancoraggio è insufficiente ($l_{bd,ess}/l_{bd,nom} < 1.00$), il rinforzo del collegamento deve essere eseguito con con ganci angolati o ganci terminali. Quando si utilizza il **tipo T** in sostituzione del **tipo L**, è generalmente da preferire una staffa a U. Come rinforzo delle connessioni. Il calcolo degli elementi costruttivi su entrambi i lati dei **rinforzi di discontinuità RUWA DIBE** deve essere effettuato dall'ingegnere di competenza conformemente ai requisiti della norma SIA 262:2013 o delle norme dell'Eurocodice. La trasmissione delle forze di taglio nella soletta in calcestruzzo armato deve essere garantita come previsto dalla norma (momento, forza trasversale, ecc.). Per i **tipi D** possono essere considerati i ferri longitudinali per la forza di trazione longitudinale risultante dalla forza trasversale. In questo caso gli elementi devono essere giuntati in loco con ferri supplementari. La giunzione di tutti gli elementi può avvenire anche tramite l'armatura di base installata.



Posa

Gli elementi dei **rinforzi di discontinuità RUWA DIBE** devono essere posati in modo preciso, garantendo i necessari copriferro. In loco gli elementi non devono essere tagliati o modificati, fatta eccezione per la realizzazione di elementi corti. Gli elementi devono essere posati uno accanto all'altro rispettando il passo corrispondente.

Elementi corti

Gli elementi vengono prodotti e consegnati in una lunghezza di 1'000 mm. In base alla situazione di montaggio è necessario ridurre la lunghezza degli elementi. I necessari tagli possono essere suddivisi liberamente. I ferri longitudinali devono essere separati ma non rimossi. Non sono ammessi ulteriori operazioni di taglio sugli elementi.

Suggerimenti per il cantiere

- Gli elementi devono essere maneggiati con cura durante le operazioni di scarico e di stoccaggio. Gli elementi danneggiati non devono essere utilizzati.
- Senza il consenso preliminare da parte di **RUWA**, gli elementi non possono essere accorciati e le barre trasversali e longitudinali saldate non possono essere rimosse. Eccezione: elementi corti.
- Le indicazioni relative alle armature sul posto devono essere rispettate. In base al tipo selezionato e alla disposizione dell'armatura in loco occorre considerare eventuali disponibilità di spazio limitate.
- Condutture e aperture causano indebolimenti e devono essere tenute in considerazione conformemente alla norma SIA 262:2013. In questi casi l'impresa edile deve contattare l'ingegnere.
- La corretta istallazione e il posizionamento secondo il piano devono essere controllati dall'ingegnere al momento del controllo dei ferri in cantiere.