SALDATURE A CORDONI D'ANGOLO

(secondo le NCT di cui al D.M. 14.01.2008)

CRITERI UTILIZZATI PER IL CALCOLO DEI CANCELLI A DUE ANTE

Le saldature a cordone d'angolo rispetto alle altre saldature, specie quelle a completa penetrazione, risultano molto facili da realizzare in quanto non necessitano di una particolare preparazione dei materiali da saldare. Compito delle saldature è quello di realizzare un collegamento mediante fusione e quindi una continuità strutturale fra due o più elementi, con l'apporto di materiale metallico esterno. Da un punto di vista meccanico le unioni saldate realizzano nodi incastro e la loro realizzazione deve essere in grado di sopportare le azioni trasmessi dal vincolo.

Si riportano di seguito le norme tecniche relative alle saldature a cordone d'angolo.

4.2.1.2 Saldature

I procedimenti di saldatura e i materiali di apporto devono essere conformi ai requisiti di cui al § 11.3.4 delle presenti norme.

Per l'omologazione degli elettrodi da impiegare nella saldatura ad arco può farsi utile riferimento alla norme UNI 5132:1974.

Per gli altri procedimenti di saldatura devono essere impiegati i fili, flussi o gas di cui alle prove di qualifica del procedimento.

Le caratteristiche dei materiali di apporto (tensione di snervamento, tensione di rottura, allungamento a rottura e resilienza) devono, salvo casi particolari precisati dal progettista, essere equivalenti o migliori delle corrispondenti caratteristiche delle parti collegate.

4.2.8.2 Unioni saldate

Nel presente paragrafo sono considerate unioni saldate a piena penetrazione, a parziale penetrazione, ed unioni realizzate con cordoni d'angolo. Per i requisiti riguardanti i procedimenti di saldatura, i materiali d'apporto e i controlli idonei e necessari per la realizzazione di saldature dotate di prestazioni meccaniche adeguate ai livelli di sicurezza richiesti dalla presente norma, si faccia riferimento al § 11.3.4.5.

4.2.8.2.3 Unioni con saldature a cordoni d'angolo

La resistenza di progetto, per unità di lunghezza, dei cordoni d'angolo si determina con riferimento all'altezza di gola "a", cioè all'altezza "a" del triangolo iscritto nella sezione trasversale del cordone

stesso (Fig. 4.2.4).

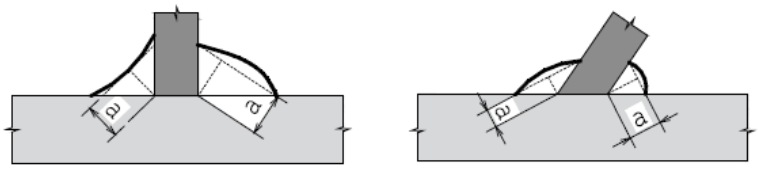


Figura 4.2.4 - *Definizione dell'area di gola per le saldature a cordone d'angolo.*

La lunghezza di calcolo L è quella intera del cordone, purché questo non abbia estremità palesemente mancanti o difettose.

Eventuali tensioni $\sigma_{//}$ definite al § successivo agenti nella sezione trasversale del cordone, inteso come parte della sezione resistente della membratura, non devono essere prese in considerazione ai fini della verifica del cordone stesso.

Per il calcolo della resistenza delle saldature con cordoni d'angolo, qualora si faccia riferimento ai modelli di calcolo presentati nel paragrafo seguente, si adottano i fattori parziali γ_M indicati in Tab. 4.2.XII. E' possibile utilizzare modelli contenuti in normative di comprovata validità, adottando fattori parziali γ_M che garantiscano i livelli di sicurezza stabiliti nelle presenti norme.

Ai fini della durabilità delle costruzioni, le saldature correnti a cordoni intermittenti, realizzati in modo non continuo lungo i lembi delle parti da unire, non sono ammesse in strutture non sicuramente protette contro la corrosione.

Per le verifiche occorre riferirsi alternativamente alla sezione di gola nella effettiva posizione o in posizione ribaltata, come indicato nel paragrafo successivo.

4.2.8.2.4 Resistenza delle saldature a cordoni d'angolo

Allo stato limite ultimo le azioni di calcolo sui cordoni d'angolo si distribuiscono uniformemente sulla sezione di gola (definita al § 4.2.8.2.3).

Nel seguito si indicano con $\sigma_\perp$ la tensione normale e con $\tau_\perp$ la tensione tangenziale perpendicolari all'asse del cordone d'angolo, agenti nella sezione di gola nella sua posizione effettiva, e con $\sigma_{||}$ la tensione normale e con $\tau_{||}$ la tensione tangenziale parallele all'asse del cordone d'angolo. La tensione normale $\sigma_{||}$ non influenza la resistenza del cordone.

Considerando la sezione di gola nella sua effettiva posizione, si può assumere la seguente condizione di resistenza

$$[\ \sigma_\perp{}^2 + 3\ (\ \tau_\perp{}^2 + \tau_{||}{}^2\ )\ ]^{0,5} \le f_{tk} / (\ \beta\ \gamma_{M2})\ , \qquad (4.2.75)$$

dove

f_{tk} è la resistenza a rottura del più debole degli elementi collegati,

β = 0,80 per acciaio S235, 0,85 per acciaio S275, 0,90 per acciaio S355, 1,00 per acciaio S420 e S460.

In alternativa, detta a l'altezza di gola, si può adottare cautelativamente il criterio semplificato

$$F_{w,Ed}/F_{w,Rd} \le 1\ , \qquad (4.2.76)$$

dove $F_{w,Ed}$ è la forza di calcolo che sollecita il cordone d'angolo per unità di lunghezza e $F_{w,Rd}$ è la resistenza di calcolo del cordone d'angolo per unità di lunghezza

$$F_{w,Rd} = a f_{tk} / \left(\sqrt{3}\beta\gamma_{M2}\right). \qquad (4.2.77)$$

Considerando la sezione di gola in posizione ribaltata, si indicano con $n_\perp$ e con $t_\perp$ la tensione normale e la tensione tangenziale perpendicolari all'asse del cordone.

La verifica dei cordoni d'angolo si effettua controllando che siano soddisfatte simultaneamente le due condizioni

$$\sqrt{n_{\perp}^2+t_{\perp}^2+\tau_{\parallel}^2} \le \beta_1 \cdot f_{yk} \qquad (4.2.78)$$

$$|n_{\perp}|+|t_{\perp}| \le \beta_2 \cdot f_{yk}\,, \qquad (4.2.79)$$

dove f_{yk} è la tensione di snervamento caratteristica ed i coefficienti β_1 e β_2 sono dati, in funzione del grado di acciaio, in Tab. 4.2.XIV.

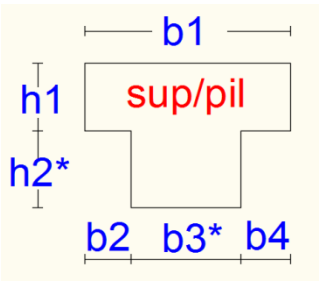
Tabella 4.2.XIV *Valori dei coefficienti* β_1 *e* β_2

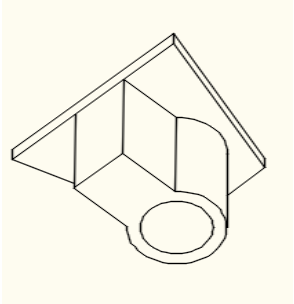
	S235	S275 - S355	S420 - S460
β_1	0,85	0,70	0,62
β_2	1,0	0,85	0,75

Si riportano le formule utilizzate per la verifica della saldatura dei possibili cardini utilizzati per il collegamento cardine-pilastro in acciaio e cardine-cancello. Le verifiche si riferiscono alle saldature a cordone d'angolo.

CARDINE SUPERIORE DI COLLEGAMENTO PILASTRO-CANCELLO DI TIPO 1.

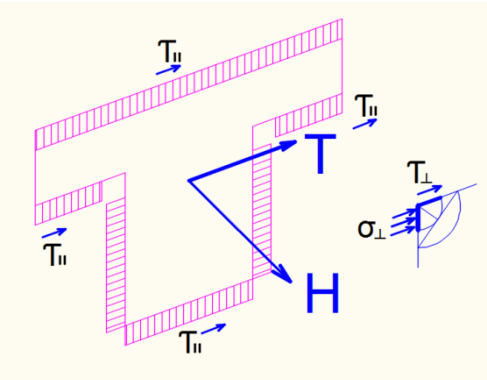
E' utilizzato per il collegamento cardine-pilastro in acciaio. Qualora l'impronta ha una sezione rettangolare i valori non nulli sono soltanto b_2^* e h_2^*.





Di solito l'altezza h1 è molto piccola rispetto alle altre dimensioni per cui il contributo della saldatura (qualora realizzata) lungo h1 viene trascurato.

Il cardine superiore si comporta da nodo cerniera per cui per effetto del peso proprio del cancello (Q) e del carico concentrato (P) a seconda dell'angolo di rotazione si generano azioni orizzontali agenti nella direzione x e nella direzione y indicati con H e T, per cui:



-per effetto di H nelle saldature orizzontali e verticali si generano delle $\sigma_{\perp}^{H}$ e $\tau_{\perp}^{H}$ di uguale valore, ciascuna delle quali assorbe H/2

$\sigma_{\perp}^{H} = \tau_{\perp}^{H} = (H/2)/(A_{so} + A_{sv})$

-per il calcole delle tensioni prodotte T dobbiamo calcolare lo sforzo assorbito dalle saldature orizzontali T_{so} e quello assorbito dalle saldature cancello chiuso verticali T_{sv}

$$T_{so} = \frac{A_{so}}{(A_{so}+A_{sv})} * T \qquad T_{sv} = \frac{A_{sv}}{(A_{so}+A_{sv})} * T$$

Lo sforzo T_{so} produce delle $\tau_{\parallel}$ nelle saldature **orizzontali** date da $\tau_{\parallel} = \frac{T_{so}}{A_{so}}$, mentre lo sforzo T_{sv} produce nelle saldature **verticali** delle $\sigma_{\perp}^{T}$ e $\tau_{\perp}^{T}$ di uguale valore, ciascuna delle quali assorbe $T_{sv}/2$ per cui si ha :

$$\sigma_{\perp}^{T} = \tau_{\perp}^{T} = (T_{sv}/2)/A_{sv}$$

La verifica viene eseguita utilizzando l'espressione:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{\perp}^{2} + 3 * (\tau_{\perp}^{2} + \tau_{\parallel}^{2})} \leq f_{tk} / (\beta + \gamma_{M2})$$

con:

f_{tk} = resistenza a rottura del più debole elemento da collegare

$\gamma_{M2} = 1.25$

β = dipende dal tipo di acciaio come riportato al punto 4.2.8.2.3 del DM/2008.

Verifica saldature orizzontali:

$\sigma_{\perp} = \sigma_{\perp}^{H}$; $\tau_{\perp} = \tau_{\perp}^{H}$; $\tau_{\parallel} = \tau_{\parallel}^{T}$

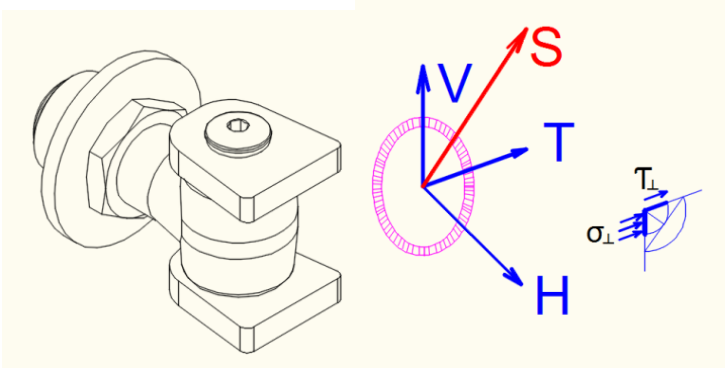
Verifica saldature verticali:

$\sigma_{\perp} = \sigma_{\perp}^{H} + \sigma_{\perp}^{T}$; $\tau_{\perp} = \tau_{\perp}^{H} + \tau_{\perp}^{T}$

Nelle verifiche a cancello chiuso la componente T viene prodotta dall'azione del vento mentre la componente H viene prodotta dal peso proprio del cancello e dal carico accidentale (P) considerato presente a favore di sicurezza (ipotesi che il cancello venga scavalcato in presenza di vento).

Nelle verifiche sismiche la saldatura è soggetta pure ad azioni H e T.

CARDINE SUPERIORE O INFERIORE PER COLLEGAMENTO **CARDINE-PILASTRO** DI TIPO 2.



E' utilizzato per il collegamento cardine-pilastro in acciaio. L'impronta della saldatura è circolare.

Il cardine superiore si comporta da nodo cerniera per cui per effetto del peso proprio del cancello (Q) e del carico concentrato (P) generano delle azioni verticali V; gli stessi carichi a seconda dell'angolo di rotazione del cancello generano azioni orizzontali agenti nella direzione x e nella direzione y indicati con H e T , per cui:

L'azione H genera delle $\sigma_{\perp}^{H}$ e $\tau_{\perp}^{H}$ di uguale valore, ciascuna delle quali assorbe $H/2$

$\sigma_{\perp}^{H} = \tau_{\perp}^{H} = (H/2)/A_s$

$$A_s = \pi * \left(R_e^2 - R_i^2\right) \qquad \text{area della saldatura}$$

Avendo indicando con Ri il raggio interno e con Re il raggio esterno della saldatura (Re=Ri+a con a=gola della saldatura) .

Il valore dell'azione V e T si traducono in una azione $S = \sqrt{V^2 + T^2}$.

Per effetto di S si hanno delle tensioni massime $(\tau_{\parallel})$ in corrispondenza del diametro della circonferenza ortogonale ad S la cui entità ci è possibile calcolarla con la formula di Jourawsky

$$\tau_{\parallel} = \frac{H * S_y}{b_i * I_y}$$

Con:

S_y momento statico dell'area sottesa $= 2 * a * R_m^2$

b_i larghezza della saldatura pari a $2a$

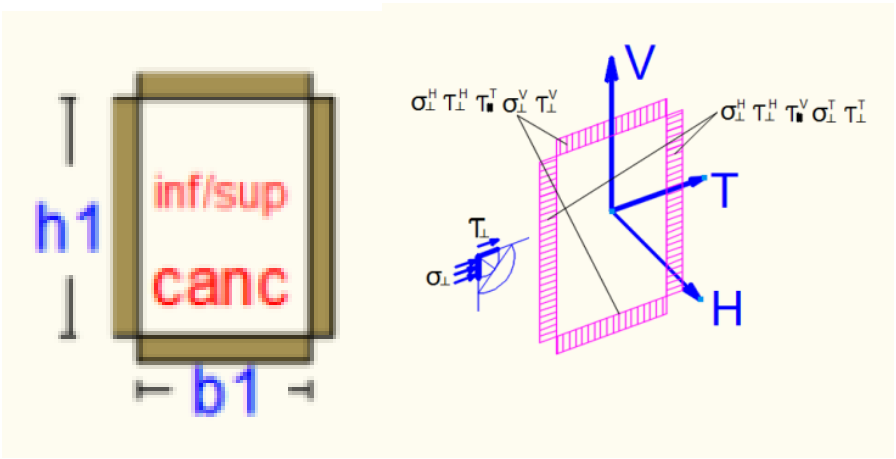
I_y momento di inerzia dell'interasezione $= a * \pi * R_m^3$

$$\tau_{max} = \tau_{\parallel} = \frac{H * 2 * a * R_m^2}{2 * a^2 * \pi * R_m^3} = \frac{H}{a * \pi * R_m}$$

Per la verifica della saldatura si utilizza la precedente espressione:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 * (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq {f_{yk}}/{(\beta + \gamma_{M2})}$$

CARDINE SUPERIORE O INFERIORE PER COLLEGAMENTO **CARDINE-PILASTRO** OPPURE **CARDINE-CANCELLO** DI TIPO 3.



E' utilizzato per il collegamento cardine-pilastro e cardine-cancello.

Il cardine inferiore/superiore si comporta da nodo cerniera per cui per effetto del peso proprio del cancello (Q) e del carico concentrato (P) generano delle azioni verticali V gli stessi carichi a seconda dell'angolo di rotazione del cancello generano azioni orizzontali agenti nella direzione x e nella direzione y indicati con H e T , per cui:

-per effetto di H nelle saldature **orizzontali e verticali** si generano delle $\sigma_{\perp}^{H}$ e $\tau_{\perp}^{H}$ di uguale valore, ciascuna delle quali assorbe $H/2$

$$\sigma_{\perp}^{H} = \tau_{\perp}^{H} = \frac{\frac{H}{2}}{A_{so}+A_{sv}} \rightarrow nelle\ saldature\ orizzontali\ e\ verticali$$

-per il calcole delle tensioni prodotte dalla componente T dobbiamo calcolare lo sforzo assorbito dalle saldature orizzontali T_{so} e quello assorbito dalle saldature cancello chiuso verticali T_{sv}

$$T_{so} = \frac{A_{so}}{(A_{so}+A_{sv})} * T \qquad T_{sv} = \frac{A_{sv}}{(A_{so}+A_{sv})} * T$$

Lo sforzo T_{so} produce delle $\tau_{\parallel}$ nelle saldature **orizzontali** date da :

$$\tau_{\parallel}^{T} = \frac{T_{so}}{A_{so}} \rightarrow nelle\ saldature\ orizontali$$

mentre lo sforzo T_{sv} produce delle $\sigma_{\perp}^{T}$ e $\tau_{\perp}^{T}$ nelle **saldature verticali** di uguale valore, ciascuna delle quali assorbe $T_{sv}/2$ per cui si ha :

$$\sigma_{\perp}^{T} = \tau_{\perp}^{T} = (T_{sv}/2)/A_{sv} \rightarrow nelle\ saldature\ verticali$$

-per il calcole delle tensioni prodotte dalla componente V dobbiamo calcolare lo sforzo assorbito dalle saldature orizzontali V_{so} e quello assorbito dalle saldature cancello chiuso verticali V_{sv}

$$V_{so} = \frac{A_{so}}{(A_{so}+A_{sv})} * V \qquad V_{sv} = \frac{A_{sv}}{(A_{so}+A_{sv})} * V$$

Lo sforzo V_{sv} produce delle $\tau_{\parallel}$ nelle saldature **verticali** date da :

$$\tau_{\parallel}^{V} = \frac{V_{sv}}{A_{sv}} \rightarrow nelle\ saldature\ verticali$$

mentre lo sforzo V_{so} produce delle $\sigma_{\perp}^{V}$ e $\tau_{\perp}^{V}$ nelle **saldature orizzontali** di uguale valore, ciascuna delle quali assorbe $V_{so}/2$ per cui si ha :

$$\sigma_{\perp}^{V} = \tau_{\perp}^{V} = (V_{so}/2)/A_{sv} \rightarrow nelle\ saldature\ orizzontali$$

Verifica saldature orizzontali

Nelle saldature orizzontali si hanno le seguenti tensioni:

$$\sigma_{\perp} = \sigma_{\perp}^{H} + \sigma_{\perp}^{V} \quad ; \qquad \tau_{\perp} = \tau_{\perp}^{H} + \tau_{\perp}^{V} \quad ; \qquad \tau_{\parallel} = \tau_{\parallel}^{T}$$

Verifica saldature verticali

Nelle saldature verticali si hanno le seguenti tensioni:

$$\sigma_{\perp} = \sigma_{\perp}^{H} + \sigma_{\perp}^{T} \quad ; \qquad \tau_{\perp} = \tau_{\perp}^{H} + \tau_{\perp}^{T} \quad ; \qquad \tau_{\parallel} = \tau_{\parallel}^{V}$$

Applicando la 4.2.75 possiamo eseguire la verifica delle saldature.

$$[\ \sigma_{\perp}{}^{2} + 3\ (\ \tau_{\perp}{}^{2} + \tau_{||}{}^{2}\ )\ ]^{0,5} \leq f_{tk} / (\ \beta\ \gamma_{M2})\ , \qquad (4.2.75)$$

dove

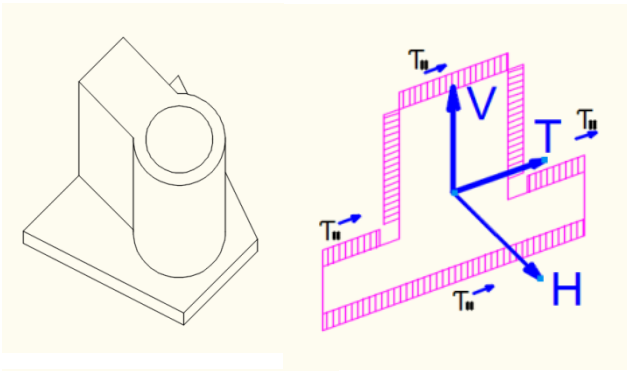
f_{tk} è la resistenza a rottura del più debole degli elementi collegati,

β = 0,80 per acciaio S235, 0,85 per acciaio S275, 0,90 per acciaio S355, 1,00 per acciaio S420 e S460.

Nelle verifiche a cancello chiuso la componente T viene prodotta dall'azione del vento mentre la componente H viene prodotta dal peso proprio del cancello e dal carico accidentale (P) considerato presente a favore di sicurezza (ipotesi che il cancello venga scavalcato in presenza di vento).

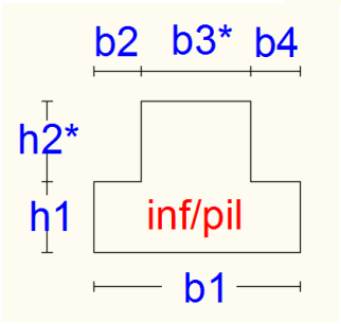
Nelle verifiche sismiche la saldatura è soggetta pure ad azioni H e T

CARDINE INFERIORE PER COLLEGAMENTO **CARDINE-PILASTRO** DI TIPO 4.



E' utilizzato per il collegamento cardine-pilastro in acciaio. Qualora l'impronta ha una sezione rettangolare i valori non nulli sono soltanto b_3^* e h_2^*.

Di solito l'altezza h_1 è molto piccola rispetto alle altre dimensioni per cui il contributo della saldatura (qualora realizzata) lungo h_1 viene trascurato.



Il cardine inferiore/superiore si comporta da nodo cerniera per cui per effetto del peso proprio del cancello (Q) e del carico concentrato (P) si generano delle azioni verticali V_z; gli stessi carichi a seconda dell'angolo di rotazione del cancello generano azioni orizzontali agenti nella direzione x e nella direzione y indicati H con e T, per cui:

-per effetto di H nelle saldature orizzontali e verticali si generano delle $\sigma_{\perp}^{H}$ e $\tau_{\perp}^{H}$ di uguale valore, ciascuna delle quali assorbe $H/2$

$$\sigma_{\perp}^{H} = \tau_{\perp}^{H} = \frac{H/2}{A_{so}+A_{sv}} \rightarrow \textit{nelle saldature orizzontali e verticali}$$

-per il calcole delle tensioni prodotte dall'azione T dobbiamo calcolare lo sforzo assorbito dalle saldature orizzontali T_{so} e quello assorbito dalle saldature cancello chiuso verticali T_{sv}.

$$T_{so} = \frac{A_{so}}{(A_{so}+A_{sv})} * T \qquad T_{sv.} = \frac{A_{sv}}{(A_{so}+A_{sv})} * T$$

Lo sforzo T_{so} produce delle $\tau_{\parallel}$ date da

$$\tau_{\parallel}^{T} = \frac{T_{so}}{A_{so}} \rightarrow \textit{ nelle saldature orizontali}$$

mentre lo sforzo $T_{sv.}$ produce delle $\sigma_{\perp}$ e $\tau_{\perp}$ di uguale valore, ciascuna delle quali assorbe $T_{sv.}/2$ per cui si ha :

$$\sigma_{\perp}^{T} = \tau_{\perp}^{T} = (T_{sv.}/2)/A_{sv} \rightarrow \textit{ nelle saldature verticali}$$

-per il calcolo delle tensioni prodotte dalla componente verticale V dobbiamo calcolare lo sforzo assorbito dalle saldature orizzontali V_{so} e quello assorbito dalle saldature cancello chiuso verticali V_{sv}

$$V_{so} = \frac{A_{so}}{(A_{so}+A_{sv})} * V \qquad V_{sv} = \frac{A_{sv}}{(A_{so}+A_{sv})} * V$$

Lo sforzo V_{sv} produce delle $\tau_{\parallel}$ nelle saldature **verticali** date da :

$$\tau_{\parallel}^{V} = \frac{V_{sv}}{A_{sv}} \rightarrow \textit{ nelle saldature verticali}$$

mentre lo sforzo V_{so} produce delle $\sigma_{\perp}$ e $\tau_{\perp}$ nelle saldature **orizzontali** di uguale valore, ciascuna delle quali assorbe $V_{so}/2$ per cui si ha :

$$\sigma_{\perp}^{V} = \tau_{\perp}^{V} = (V_{so}/2)/A_{sv} \rightarrow \textit{ nelle saldature orizzontali}$$

Verifica saldature orizzontali

Nelle saldature orizzontali si hanno le seguenti tensioni:

$$\sigma_{\perp} = \sigma_{\perp}^{H} + \sigma_{\perp}^{V} \; ; \qquad \tau_{\perp} = \tau_{\perp}^{H} + \tau_{\perp}^{V} \; ; \qquad \tau_{\parallel} = \tau_{\parallel}^{T}$$

Verifica saldature verticali

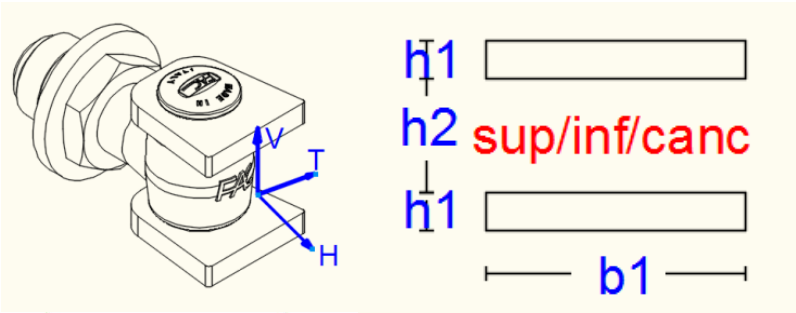
Nelle saldature orizzontali si hanno le seguenti tensioni:

$$\sigma_{\perp} = \sigma_{\perp}^{H} + \sigma_{\perp}^{T} \; ; \qquad \tau_{\perp} = \tau_{\perp}^{H} + \tau_{\perp}^{T} \; ; \qquad \tau_{\parallel} = \tau_{\parallel}^{V}$$

Nelle verifiche a cancello chiuso la componente T viene prodotta dall'azione del vento mentre la componente H viene prodotta dal peso proprio del cancello e dal carico accidentale (P) considerato presente a favore di sicurezza (ipotesi che il cancello venga scavalcato in presenza di vento).

Nelle verifiche sismiche la saldatura è soggetta pure ad azioni H e T.

CARDINE SUPERIORE O INFERIORE PER COLLEGAMENTO **CARDINE-CANCELLO** DI TIPO 5.



E' utilizzato per il collegamento cardine-cancello in acciaio.

Questo tipo di impronta di saldatura può essere utilizzata per il collegamento cardine-cancello sia inferiormente che superiormente e si comporta da nodo cerniera per cui per effetto del peso proprio del cancello (Q) e del carico concentrato (P) si generano delle azioni verticali V_z; gli stessi carichi a seconda dell'angolo di rotazione del cancello generano azioni orizzontali agenti nella direzione x e nella direzione y indicati con H e V.

IMPRONTA SALDATURA

-per effetto di H nelle saldature si generano delle $\sigma_{\perp}^{H}$ e $\tau_{\perp}^{H}$ di uguale valore, ciascuna delle quali assorbe $H/2$

$$\sigma_{\perp}^{H} = \tau_{\perp}^{H} = \frac{H/2}{A_s}$$

-Le azioni dovute a T producono delle $\tau_{\parallel}$ date da

$$\tau_{\parallel}^{T} = \frac{T}{A_s}$$

-Le tensioni prodotte dalla azione verticale V sono : $\sigma_{\perp}$ e $\tau_{\perp}$ di uguale valore, ciascuna delle quali assorbe una tensione pari a $V/2$ per cui si ha :

$$\sigma_{\perp}^{V} = \tau_{\perp}^{V} = (V/2)/A_s$$

Per cui nelle saldature si hanno le seguenti tensioni:

$$\sigma_{\perp} = \sigma_{\perp}^{H} + \sigma_{\perp}^{V} \quad ; \qquad \tau_{\perp} = \tau_{\perp}^{H} + \tau_{\perp}^{V} \quad ; \qquad \tau_{\parallel} = \tau_{\parallel}^{T}$$

Applicando la 4.2.75 possiamo eseguire la verifica delle saldature.

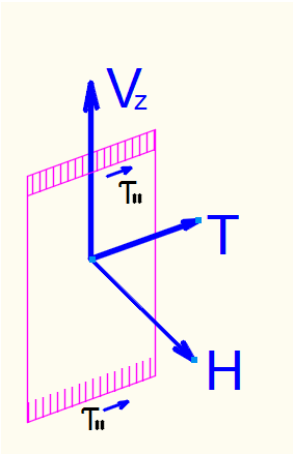
$$[\,\sigma_{\perp}{}^{2} + 3\,(\,\tau_{\perp}{}^{2} + \tau_{||}{}^{2}\,)\,]^{\,0,5} \le f_{tk} / (\,\beta\,\gamma_{M2})\,, \qquad (4.2.75)$$

dove

f_{tk} è la resistenza a rottura del più debole degli elementi collegati,

β = 0,80 per acciaio S235, 0,85 per acciaio S275, 0,90 per acciaio S355, 1,00 per acciaio S420 e S460.

CARDINE SUPERIORE O INFERIORE PER COLLEGAMENTO **CARDINE-CANCELLO** DI TIPO 6.



E' utilizzato per il collegamento cardine-cancello.

Per questo tipo di cardine risulta inefficace la saldatura lungo l'altezza in quanto la larghezza del collegamento è uguale alla larghezza del profilato verticale del cancello.

Questo tipo di impronta di saldatura può essere utilizzata per il collegamento cardine-cancello sia inferiormente che superiormente e si comporta da nodo cerniera per cui per effetto del peso proprio del cancello (Q) e del carico concentrato (P) si generano delle azioni verticali V; gli stessi carichi a seconda dell'angolo di rotazione del cancello generano azioni orizzontali agenti nella direzione x e nella direzione y indicati con H e V.

-per effetto di H nelle saldature si generano delle $\sigma_{\perp}^{H}$ e $\tau_{\perp}^{H}$ di uguale valore, ciascuna delle quali assorbe $H/2$

$$\sigma_{\perp}^{H} = \tau_{\perp}^{H} = \frac{H/2}{A_s}$$

-Le azioni dovute a T producono delle $\tau_{\parallel}$ date da

$$\tau_{\parallel}^{T} = \frac{T}{A_s}$$

-Le tensioni prodotte dalla azione verticale V sono : $\sigma_{\perp}$ e $\tau_{\perp}$ di uguale valore, ciascuna delle quali assorbe una tensione pari a $V/2$ per cui si ha :

$$\sigma_{\perp}^{V} = \tau_{\perp}^{V} = (V/2)/A_s$$

Per cui nelle saldature si hanno le seguenti tensioni:

$$\sigma_{\perp} = \sigma_{\perp}^{H} + \sigma_{\perp}^{V} \quad ; \qquad \tau_{\perp} = \tau_{\perp}^{H} + \tau_{\perp}^{V} \quad ; \qquad \tau_{\parallel} = \tau_{\parallel}^{T}$$

Applicando la 4.2.75 possiamo eseguire la verifica delle saldature.

$$[\sigma_{\perp}^{2} + 3 (\tau_{\perp}^{2} + \tau_{||}^{2})]^{0,5} \leq f_{tk} / (\beta \gamma_{M2}) , \qquad (4.2.75)$$

dove

f_{tk} è la resistenza a rottura del più debole degli elementi collegati,

β = 0,80 per acciaio S235, 0,85 per acciaio S275, 0,90 per acciaio S355, 1,00 per acciaio S420 e S460.