

23 Soldadura

En aquest capítol es fa un recull de les soldadures més típiques utilitzades en la construcció d'estructures metàl·liques. Freqüentment, la longitud del cordó de soldadura es realitza a tota la longitud que permet l'element soldat. És una forma de simplificar els plànols de muntatge i d'afavorir la posada en obra, però aquesta pràctica encareix la construcció. GeoGebra permet, de forma molt senzilla, generalitzar la longitud dels cordons de soldadura. D'aquesta manera, els cordons tindran la longitud que el projectista estimi oportuna. Aquesta llibertat provocarà una dificultat tècnica. En efecte, la asimetria dels cordons crearà excentricitats que hauran de ser absorbides per les pròpies soldadures. A les aplicacions d'aquest capítol es calculen les excentricitats, però no es fan repercutir a les tensions que es produeixen a les soldadures.

Com a fonts de referència s'utilitzen dues normes. La '*NBE. EA-95. Estructuras de acero en edificación. Ministerio de Fomento. 1977*' i la '*EAE. Instrucción de Acero Estructural. Ministerio de Fomento. 2012*'. La primera en allò que fa referència a la tipologia i tractament general de les soldadures i la segona, en allò referent a l' anotació.

Els aspectes tècnics considerats són els següents:

.1. Longitud del cordó de soldadura l_i . Les longituds dels cordons de soldadura es determinen a partir dels punts mòbils que es troben en els extrems dels cordons. En tot cas, s'ha de complir que la longitud eficaç $l_{i,eficaç} = l_i - 2 \cdot a_i$, sent a_i el coll del cordó.

Per a les soldadures en angle sotmeses a esforços tangencials es consideren els següents valors extrems:

$$l_{i,max} < 60 \cdot a$$

$$l_{i,max} \leq 12 \cdot b$$

$$l_{i,min} \geq 15 \cdot a_i$$

$$l_{i,min} \geq b$$

Sent b la dimensió de la xapa perpendicular al cordó de soldadura.

.2. Coll de soldadura a_i . Els valors dels colls de soldadura a_i s'introdueixen per als corresponents punts lliscant. Els valors màxims $a_{i,max}$ i mínims $a_{i,min}$ dels colls de soldadura són els indicats a la taula 5.2.3.A '*Valores límites de la garganta de una soldadura en ángulo en una unión de fuerza*' de la norma EA-95, en funció del gruix mínim e_{min} de les peces a soldar. Perquè la taula sigui operativa, a l'aplicació s'han trobat les següents corbes d'ajust:

$$a_{i,max} = -0.0006 \cdot e_{min}^2 + 0.7087 \cdot e_{min} - 0.2432$$

$$a_{i,min} = -0.0036 \cdot e_{min}^2 + 0.3345 \cdot e_{min} + 0.7950$$

.3. La norma EA-95 defineix la condició de seguretat a la tensió que s'obté de la següent fórmula:
 $(\sigma^2 + 1.8 \cdot (\tau_n^2 + \tau_a^2))^{1/2} \leq f_y$. Sent

σ . La tensió normal ponderada

τ_n . La tensió tangencial ponderada normal a l'aresta

τ_a . La tensió tangencial ponderada paral·lela a l'aresta

f_y . El límit elàstic de l'acer

23.1 Soldadura. Tracció. Xapes

La present aplicació permet, amb l'ajuda d'un punt lliscant, solucionar la soldadura d'unió entre dues xapes de diferents maneres: Frontal, lateral, obliqua i amb combinació de les anteriors. En aquest cas es produeix una doble excentricitat, la provocada per les xapes eF i per les soldadures yG.

Soldadura únicament amb cordons frontals (fig. 23.1)

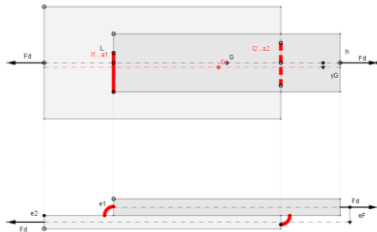


Fig. 23.1

Soldadura únicament amb cordons laterals (fig. 23.2)

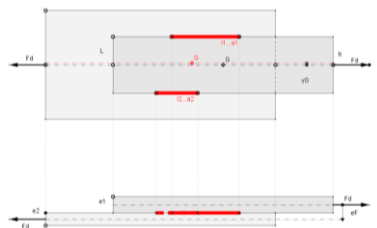


Fig. 23.2

Soldadura únicament amb cordó oblic (fig. 23.3)

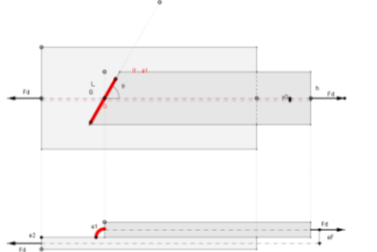
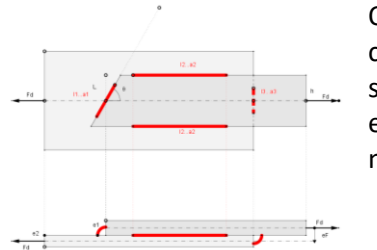


Fig. 23.3

Soldadura amb combinació dels cordons frontals, laterals i oblics (fig. 23.4)



Quan dues xapes sotmeses a tracció se solden amb una combinació de cordons, es tindrà present que el resultat no és la suma dels diferents cordons considerats individualment. Es perd efectivitat individual encara que la combinació de cordons pot ser necessària per absorbir les sol·licitacions.

Fig. 23.4

<p>Indicador: Tipus d'unió</p> <p>Tipus d'unió: 1 (1) i 2 (2)</p> <p>Tipus d'unió: 1 (1) i 2 (2)</p> <p>Tipus d'unió: 1 (1) i 2 (2)</p> <p>Tipus d'unió: 1 (1) i 2 (2)</p>	<p>Indicador: Tipus d'unió</p> <p>Tipus d'unió: 1 (1) i 2 (2)</p> <p>Tipus d'unió: 1 (1) i 2 (2)</p> <p>Tipus d'unió: 1 (1) i 2 (2)</p> <p>Tipus d'unió: 1 (1) i 2 (2)</p>
---	---

A la figura 23.5 es dona un exemple de l'entrada de dades i resultats d'aquesta aplicació. Lògicament, per a cada tipus de soldadura, la presentació d'aquests quadres són diferents.

Fig. 23.5

23.2 Soldadura. Tracció. Perfil. Plantilla

En aquesta aplicació apareixen fins a 8 longituds de cordó i els seus corresponents colls de soldadura (fig. 23.6). L'excentricitat e_x es compon a partir de x_G i y_G (fig. 23.7).

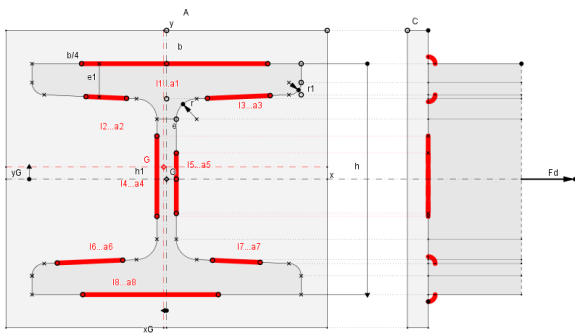


Fig. 23.6

Escala longituds (1 GoD a mil·límetres)		Resultats	
Geometria (mm)			
FABR0 = 209	h	302,81	Posició de G (mm)
Límit elàstic acer fy(N/mm²) = 314	B	234,91	
Perfils			
Coll soldadura a1(mm) = 17,03	h	302,28	Trencis perfil
Coll soldadura a2(mm) = 12,08	h	284,81	
Cords de soldadura (mm)			
Coll soldadura a3(mm) = 18,22	h	27,23	Nom. al. al·max. al·min. Correcte ?
Coll soldadura a4(mm) = 18,68	h	19,23	
Soldadures			
Coll soldadura a5(mm) = 16,48	h	20,29	Nom. al. al·max. al·min. Correcte ?
Coll soldadura a6(mm) = 14,3	h	19,23	
Coll soldadura a7(mm) = 17,03	h	19,23	Nom. al. al·max. al·min. Correcte ?
Coll soldadura a8(mm) = 19,05	h	19,23	
-EAE- EA-05 Estructures de acer en edificació			
Ministero de Fomento, 1977			
EAE, Institución de Aceros Estructurales			
Ministero de Fomento, 2012.			

Fig. 23.7

23.2.1 Soldadura. Tracció. Perfil. Exemple

Com a exemple d'un perfil sotmès a tracció s'ha considerat un perfil normalitzat HEM 300. Observi's que la fotografia de base no coincideix exactament amb les dimensions que consten en el promptuari.

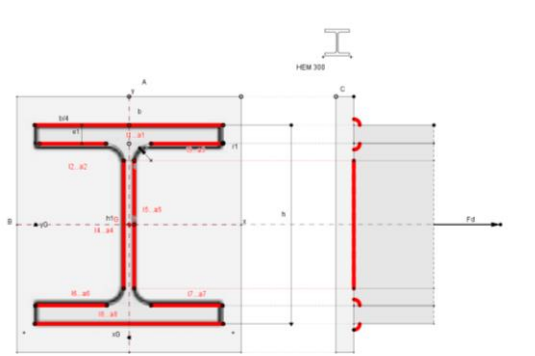


Fig. 23.8

Escala longituds (1 GoD a mil·límetres)		Resultats	
Geometria (mm)			
FABR0 = 798	h	302,81	Posició de G (mm)
Límit elàstic acer fy(N/mm²) = 250	B	234,91	
Perfils			
Coll soldadura a1(mm) = 17	h	302,28	Trencis perfil
Coll soldadura a2(mm) = 17	h	284,81	
Cords de soldadura (mm)			
Coll soldadura a3(mm) = 8,65	h	27,23	Nom. al. al·max. al·min. Correcte ?
Coll soldadura a4(mm) = 8,65	h	19,23	
Soldadures			
Coll soldadura a5(mm) = 17	h	20,29	Nom. al. al·max. al·min. Correcte ?
Coll soldadura a6(mm) = 17	h	19,23	
Coll soldadura a7(mm) = 17	h	19,23	Nom. al. al·max. al·min. Correcte ?
Coll soldadura a8(mm) = 17	h	19,23	
-EAE- EA-05 Estructures de acer en edificació			
Ministero de Fomento, 1977			
EAE, Institución de Aceros Estructurales			
Ministero de Fomento, 2012.			

23.3 Soldadura. Flexió simple. Xapes

Un punt lliscant permet distingir entre una soldadura horitzontal i una vertical. En els dos casos queda definit el baricentre (x_G, y_G), el moment d'inèrcia I_x i el mòdul resistent de les soldadures.

Soldadura horitzontal (fig. 23.9)

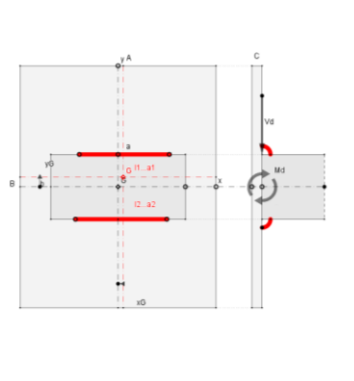


Fig. 23.9

Escala longituds (1 GoD a mil·límetres)		Resultats	
Geometria (mm)			
Vapa base	h	477,98	Moment d'inèrcia soldadures
Vapa soldada	B	24,82	
Soldadura horitzontal			
h	h	219,87	Mòdul resistent soldadures
h	h	12,59	
Soldadura vertical			
h	h	223,1	Tensió normal
h	h	6,29	
Tensió soldadures			
Moment d'inèrcia soldadures			
Nom. al. al·max. al·min. Correcte ?			
α1 = 12,59 - 17,05 - 6,9 - 5i			
α2 = 0,29 - 17,05 - 6,9 - 5i			
Posició baricentre G (mm)			
yG = 12,5			
yG = 23,61			
Tensió soldadures			
Moment d'inèrcia soldadures			
Nom. al. al·max. al·min. Correcte ?			
α1 = 12,59 - 17,05 - 6,9 - 5i			
α2 = 0,29 - 17,05 - 6,9 - 5i			
Tensió tangencial normal a l'aresta			
τ = 131,44 N/mm²			
Tensió tangencial paral·lela a l'aresta			
τ = 0 N/mm²			
Tensió de comparació			
σ _{eq} = 232,6 N/mm²			
Soldadura correcta ?			
Si			
Moment d'excentricitat (m²)			
M _{xh, d} = 0,68			
(x) En el sentit de les agulles del rellotge			
(y) En el sentit contrari a les agulles del rellotge			

Soldadura vertical (fig. 23.10)

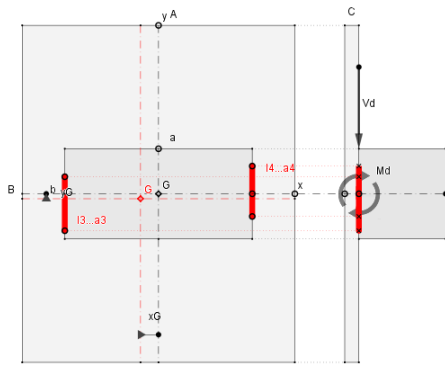


Fig. 23.10

23.4 Soldadura. Flexió simple. Perfil. Plantilla

La norma NBE EA-95 permet analitzar la flexió simple de diverses maneres. Una d'elles, com una suma entre el moment flector i l'esforç tallant. En aquesta aplicació es fa d'aquesta manera. Efectivament, es destinen els cordons verticals I4...a4 i I5...a5 exclusivament a l'absorció de l'esforç tallant i tots els altres a l'absorció del moment flector (fig. 23.11). Es determina primerament el baricentre G del conjunt de les soldadures i, seguidament, el moment d'inèrcia i mòdul resistent de les soldadures no verticals. Amb aquests valor ja es pot dictaminar la validesa de les soldadures a moment flector. El valor de la tensió tangencial a les soldadures verticals ens definirà la validesa de les soldadures verticals.

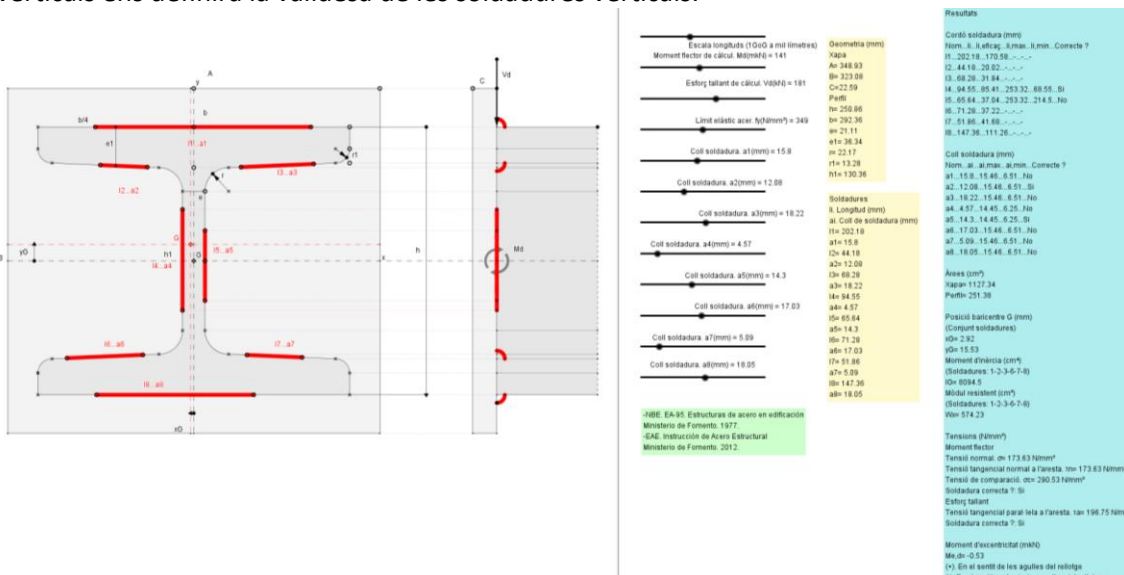


Fig. 23.11

23.4.1 Soldadura. Flexió simple. Perfil. Exemple

Com a exemple de perfil sotmès a flexió simple s'ha considerat un IPE 160 (fig.23.12). Com es pot comprovar, la petita dimensió de l'ànima condiona tant la longitud com el coll de la soldadura vertical, limitant les possibilitats del perfil a esforç tallant.

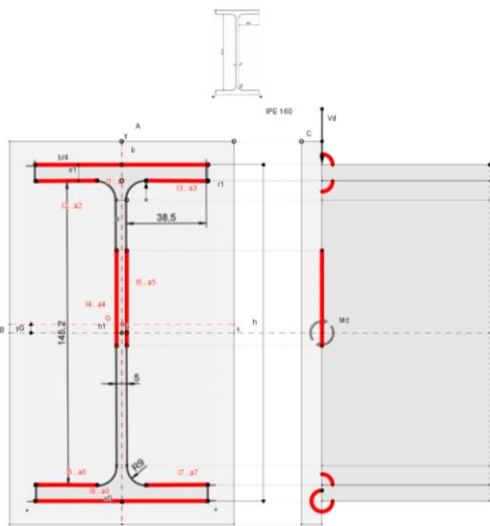
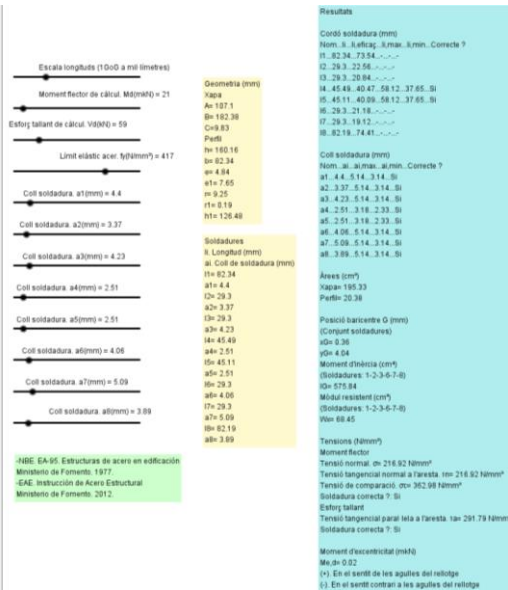


Fig. 23.12



23.5 Soldadura. Torsió+Esforç tallant. Xapes

A diferència de les altres aplicacions, en aquest cas els cordons de soldadura queden limitats a dos, de la mateixa longitud l_1 , simètrics i amb el mateix coll de soldadura a_1 . D'aquesta manera no es produeix cap tipus d'excentricitat. El moment torçor M_t provoca un esforç longitudinal segons el cordó de la soldadura i l'esforç tallant V_d un esforç normal a la soldadura. Amb aquests supòsits es poden calcular les tensions σ , τ_a i τ_n . En conseqüència, es pot calcular la tensió σ_{comp} per comparar-la amb f_y .

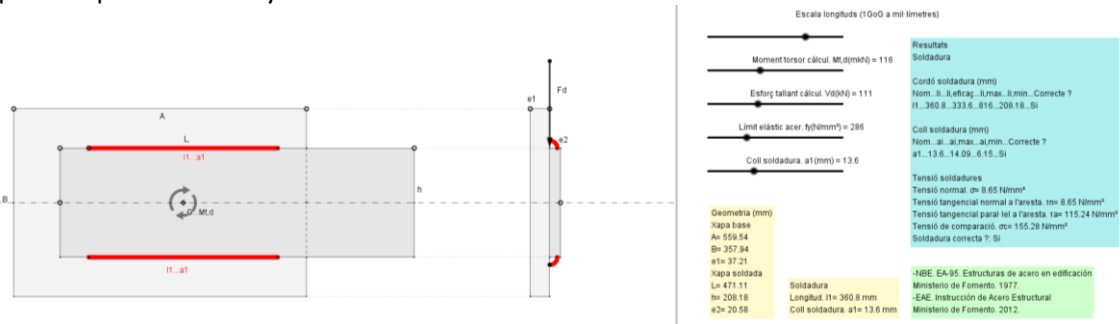


Fig. 23.13