90 Nusos estructurals

Predimensionat i presentació amb geometria dinàmica

Aquests '90 Nusos estructurals' es troben en el llibre 'Geometria estructural' resident a la pagina web de GeoGebra amb el nom www.geogebra.com/u/genes. [1]

S'estudien els nusos estructurals com els punts de trobada de diverses barres o objectes estructurals amb funció mecànica. Els nusos i les barres poden ser de qualsevol material, especialment acer, fusta o formigó i també s'hi poden trobar de material combinats.

Les aplicacions s'han elaborat amb un criteri **eminentment didàctic**. En la constitució dels nusos no apareixen càlculs estàtics, ni tan sols detalls, como les soldadures o certes connexions. Es tracta de comprovar la materialització dels nusos amb el moviment de les barres que el componen, cosa que es fa amb programes de geometria dinàmica com GeoGebra. Com que la geometria de les barres es controla per punts lliscants (fig. 36.1), les aplicacions permeten un predimensionat que pot ser amb un criteri tècnic o estètic . [2]

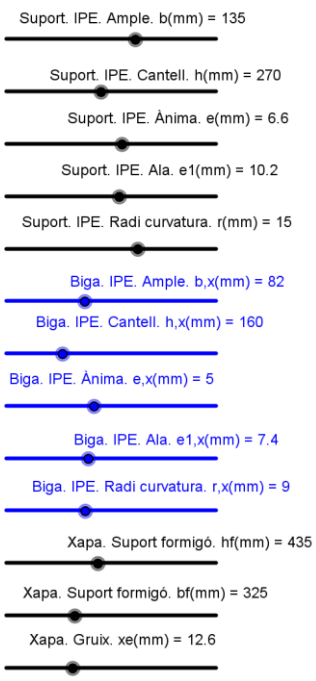


Fig. 36.1

Resumint, podem indicar els objectius d'aquestes aplicacions:

.1 Disposar d'una col·lecció de nusos que poden servir de referència en el dia a dia del consultor d'estructures.
.2 Observar com es crea, de forma dinàmica, la constitució dels nusos.
.3 Atès que els nusos no es calculen, crear un hàbit de predimensionament.

---

[1] També es pot accedir a la pàgina web de GeoGebra escrivint, als cercadors més coneguts, 'genesca geogebra' o 'geogebra genesca'.

[2] El concepte de predimensionat és extraordinàriament important. Predimensionar obliga a l'usuari a fer un esforç per imaginar l'estructura, o el nus en aquest cas, en funcionament, és a dir, en fase de servei. Actualment, la utilització massiva dels programes integrats per al càlcul d'estructures, que permeten calcular sense predimensionar, ha fet perdre aquesta disciplina. El càlcul de l'estructura, amb aquests programes, s'ha convertit en una feina rutinària on, freqüentment, els resultats poden ser mal interpretats, en part, per la falta inicial d'un predimensionat.

Qüestions a tenir en compte:

.*Línies discontinues*. No sempre les línies ocultes s'han dibuixat a punts. És una qüestió que GeoGebra fa automàticament sempre que existeixen plans o polígons acolorits i superposats. Quan aquests no existeixen, les línies ocultes no poden ser discontinues. Això es comprova, per exemple, a l'aplicació 36.45 (fig. 36.2), on algunes línies discontinues s'han dibuixat com continues. D'altra banda, la terminació de les barres la dimensió de les quals no es concreta (anecdòtica), generalment es realitza a punts.

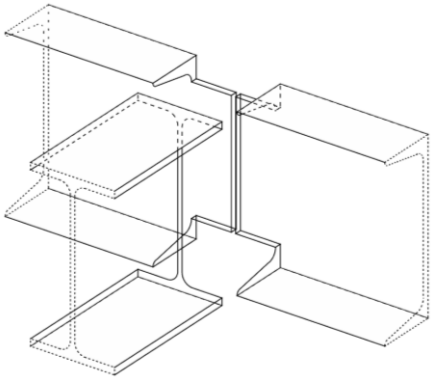


Fig. 36.2

.*Configuració nus*. Sempre que és possible, al punt lliscant 'Configuració nus' se li dona animació. En algun cas, també a altres punts lliscants se li dona animació, com a l`aplicació 36.42 (fig. 36.3) en què el moviment de les cartel·les és simultani al dels perfils metàl·lics. **L'animació ajuda a entendre la gènesi del nus.** Si l'usuari vol paralitzar l'animació, s'ha de clicar el triangle que es troba a la part inferior de la pantalla. En aquest cas, els punts lliscats perdran el moviment i es podran manipular de la forma usual.

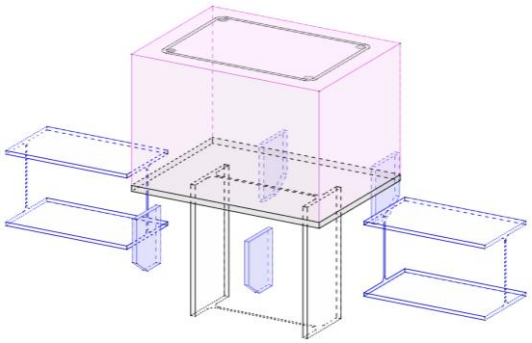


Fig. 36.3

.*Recursos*. Algunes de les aplicacions, degut a la gran quantitat d'objectes geomètrics que contenen, es troben als límits dels recursos de GeoGebra. En aquests casos és possible que els moviments dels punts o dels punts lliscants es faci més lentament.

.*Fonts*. Són molts els llibres especialitzats en càlcul de estructures, o en construcció, que tracten dels nusos estructurals, especialment els que tracten d'estructura metàl·lica. Si un nus es troba en algun document i s'ha trobat interessant fer una aplicació, apareix el nom i autor del llibre o document. Això ha passat en alguna de les 10 primeres aplicacions amb el document '*Estructuras laminares*' de *Raul Gonzalez Bravo*, editat per la *Universidad Politécnica* de Madrid el 2015 o en els '*Detalles Constructivos CYPE*'.

.*Escales*. Tot dibuix té associat una escala. Això es comprova en totes les aplicacions de GeoGebra. L'escala es troba en un punt lliscant que, a la pràctica, únicament serveix per canviar les dimensions a la pantalla, cosa que es pot aconseguir igualment movent la rodeta del ratolí. Una excepció d'aplicació sense escala és la 36.35 (fig. 36.4), degut a un problema tècnic en el plantejament de l'aplicació.

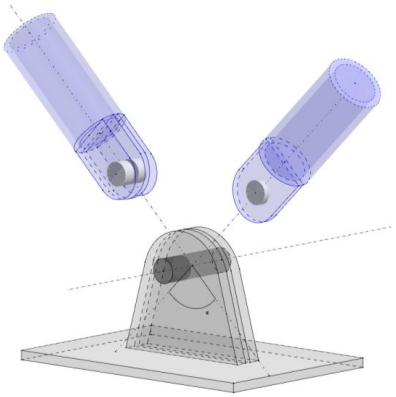


Fig. 36.4

.*Perfils laminats en calent*. S'han utilitzat tres tipus de perfils laminats en calent, LPN, UPN i especialment IPE. En els perfils UPN i IPE, les seves dimensions es donen com a punts lliscats. Això té l'inconvenient que els perfils no es troben predimensionats segons els valors donats per un promptuari i té l'avantatge que, si els perfils són d'un altre tipus, l'usuari fàcilment pot adaptar-se a les noves dimensions. Els perfils laminats LPN de costats iguals s'han utilitzat a l'aplicació 36.27 (fig. 36.5) amb valors extrets del promptuari NBE EA-95, '*Anejo 2.A1 Productos laminados*'. A l'aplicació 36.51 (fig. 36.6) es donen perfils rectangulars, amb les cantonades amb angle recte fabricats a base de passamans soldats. Si es volen cantonades arrodonides, es poden utilitzar perfils o tubs rectangulars, laminats en fred, en què el propi sistema de fabricació en doblegar el tub provoca l'arrodoniment. Això es pot veure a l'aplicació 36.50 (fig. 36.7) i d'altres.

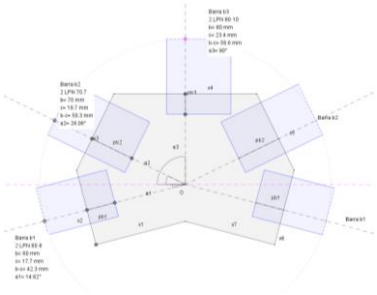


Fig. 36.5

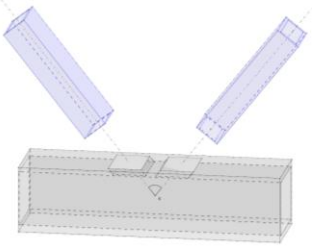


Fig. 36.6

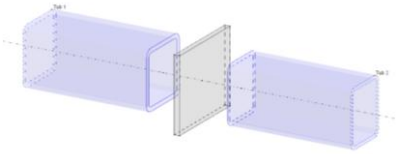
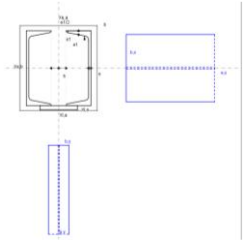


Fig. 36.7

.*Dimensions 2D o 3D*. La forma més aconsellable de dibuixar GeoGebra en tres dimensions és, en primer lloc, plantejar-lo en dues dimensions. En algunes aplicacions es creu convenient presentar els predibuixos realitzats en 2D, on freqüentment s'ha aprofitat per col·locar la nomenclatura, com a l'aplicació 36.13 (fig. 36.8). Com a excepcions, s'indiquen les aplicacions 36.25 (fig. 36.9) o 36.27, pensades i explicades en dues dimensions.



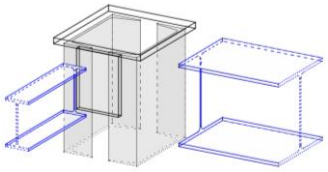


Fig. 36.8

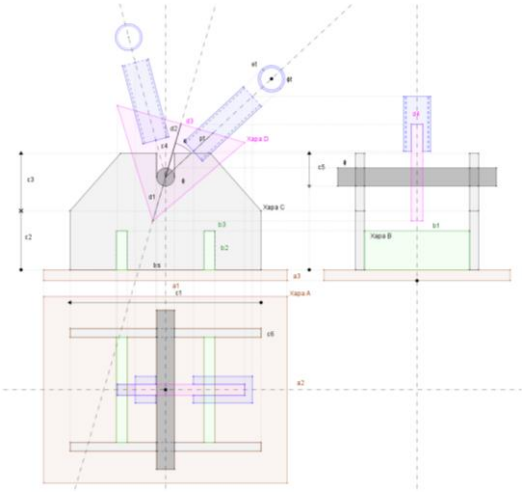


Fig. 36.9

.*Fotos*. Si es disposa d'una foto del nus estructural, aquesta s'adjunta. No sempre es respecta al 100% alló que s'exposa a la fotografia, sinó que en funció de les característiques de GeoGebra i de les qüestions tècniques es fan les modificacions que es creu convenient.

.*Nomenclatura*. Es donen tres formes de exposar la nomenclatura dels components del nus estructural.

.1 No es dona nomenclatura. És el cas en què, únicament amb el moviment dels punts lliscants, s'entén perfectament la correspondència d'aquests amb els components del nusos. Exemple: aplicació 36.50 (fig. 36.7).

.2 Nomenclatura intercalada. Es dona la referència en alguns dels punts lliscants. Exemple: aplicació 36.38 (fig. 36.10).

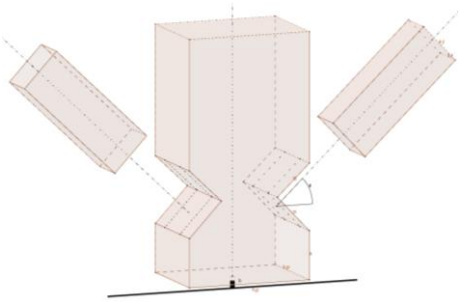


Fig. 36.10

.3 Nomenclatura íntegra. En la que la nomenclatura es reflexa en un croquis on apareixen tots els elements del nus referenciats en els punts lliscants. És el cas de nusos estructurals complexos i, generalment, amb molts elements. La nomenclatura es dona amb una visió apart, generalment compartint l'espai dels punts lliscants i amb la ajuda d'un punt de control. Exemple: aplicació 36.18 (fig. 36.11)

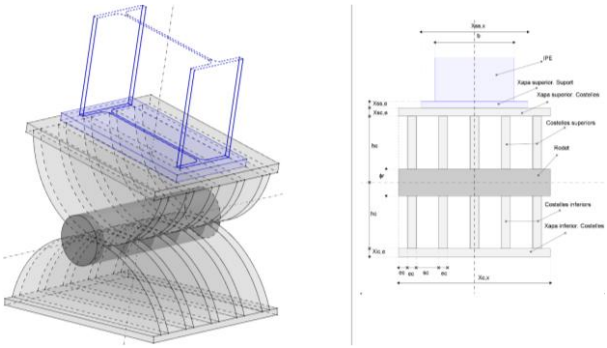
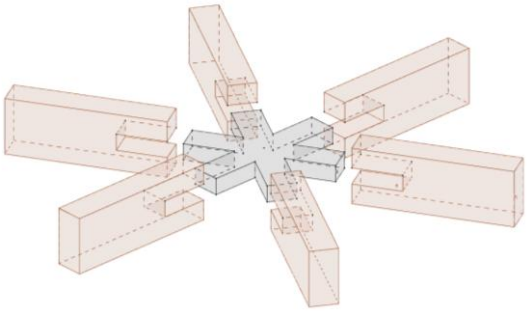


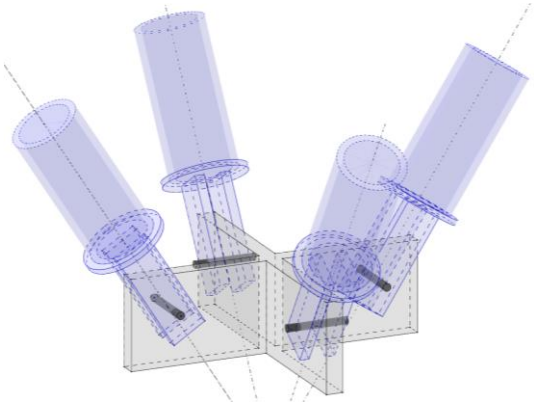
Fig. 36.11

.*Exemples*. En algunes de les aplicacions que tracten de nusos estructurals amb elements formats per perfils laminats en calent, s'han donat exemples. Aquests poden servir com a primer tanteig de formació del nus. Per tenir els exemples originals, s'ha de tornar a obrir l'aplicació a la pàgina web de GeoGebra.

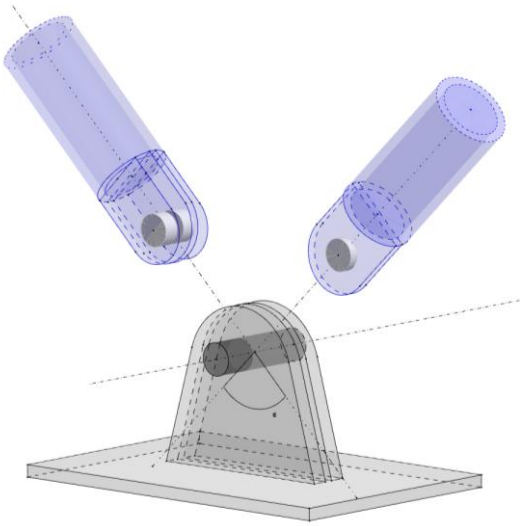
A continuació s'han triat 9 nusos estructurals que donen una visió global de les aplicacions. Per a cadascun s'inclou una fotografia estàtica del nus, amb un enllaç i un codi QR que serviran, indistintament, per entrar a l'aplicació i gaudir de les seves propietats dinàmiques.



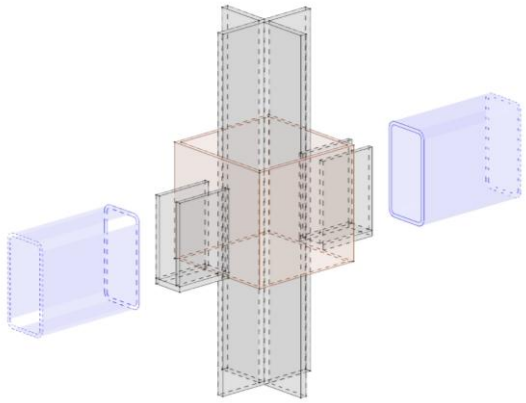
36.7 Nus estructural. Fusta. Encaix
https://www.geogebra.org/m/bqvwjvya



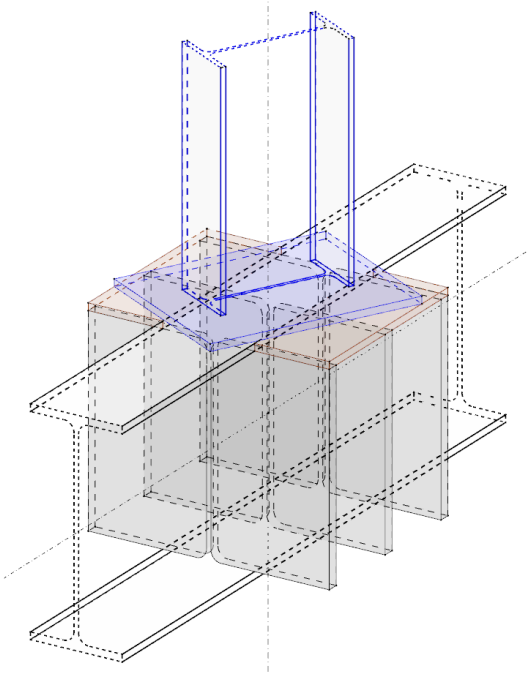
36.17 Nus estructural. Articulacions. 4 tubs
https://www.geogebra.org/m/e3xjyek8



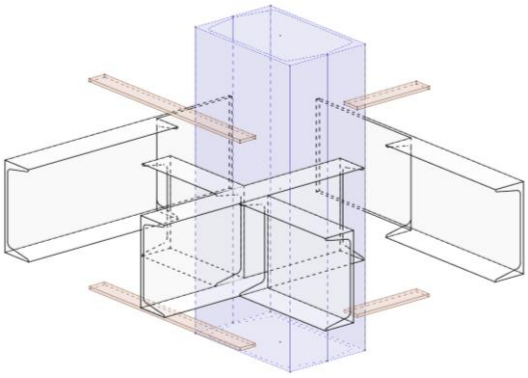
36.35 Nus estructural. Metàl·lic. Rodet. Fonamentació. C
https://www.geogebra.org/m/sbtydgwy



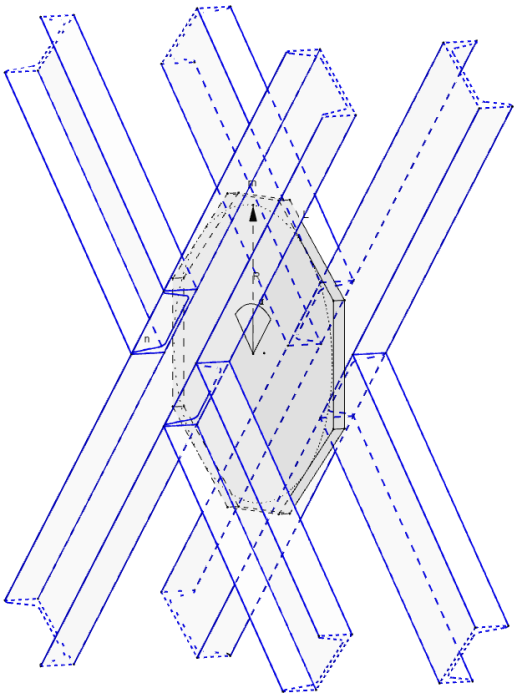
36.49 Nus estructural. Tubs rectangulars acoblats
https://www.geogebra.org/m/vzv9nuna



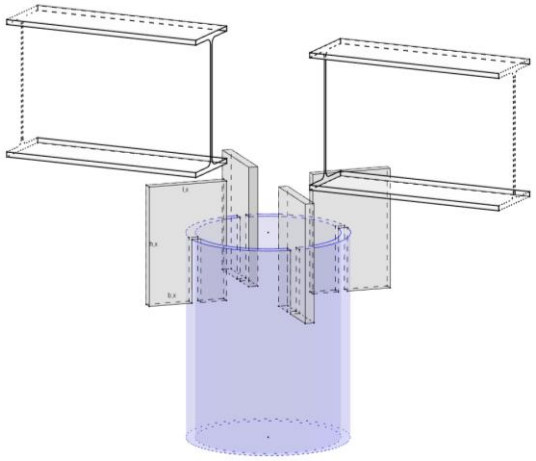
36.60 Nus estructural. Metàl·lic. Estintolament amb suport girat
https://www.geogebra.org/m/u5fwmxrn



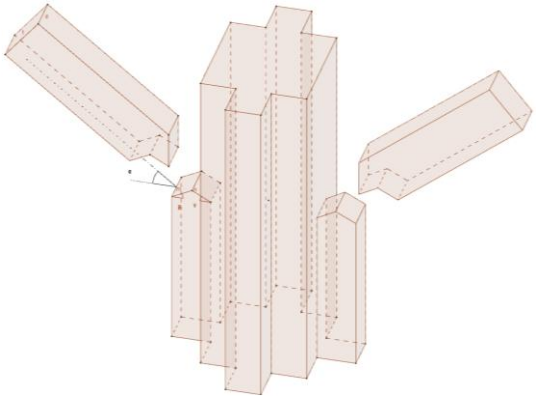
36.64 Nus estructural. Metàl·lic. Creueta punxonament. Cantonada
https://www.geogebra.org/m/vwteequn



36.79 Nus estructural. Creu de Sant Andreu. Central
https://www.geogebra.org/m/twbmkbyv



36.84 Nus estructural. Metàl·lic. Suport cilíndric
https://www.geogebra.org/m/y9mt33p2



36.88 Nus estructural. Fusta. Suport compost
https://www.geogebra.org/m/j8a3kddm