

15 Regions D. Bieles i tirants

15.12 Bieles i tirants. Variacions amb pols directors

15.13 Buits en parament. Pols directors. A

15.14 Buits en parament. Pols directors. B

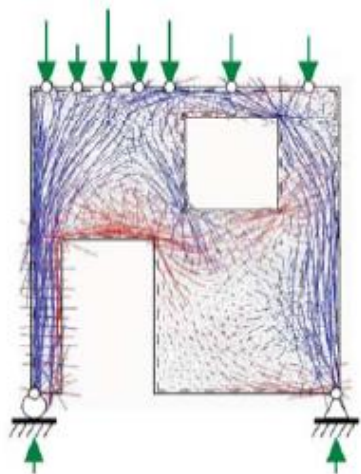
15.15 Buits en parament. Pols directors. C

15.16 Buits en parament. Pols directors. D

15.17 Buits en parament. Pols directors. E

15.18 Buits en parament. Pols directors. F

El novembre de 2019 Aurélie Deschuyteneer de la Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme, UCLouvain, escriu la tesi '*Geometrical characterisation for structural robustness*'. En aquesta tesi, en què s'incideix particularment en les bieles i tirants en



els paraments, s'estudia una qüestió molt interessant per ser tractada amb un programa de geometria dinàmica com GeoGebra. Donat un parament amb forats i una sèrie de càrregues, si es vol analitzar amb bieles i tirants, usualment es fa una proposta que sembli raonable de bieles i tirants a la forma pròpiament i, posteriorment, es crea un polígon de forces on s'obliga a què, amb correspondència amb el sistema de bieles i tirants proposats, s'estableixi l'equilibri. Deschuyteneer proposa fer-ho a l'inrevés. Es crearà primerament el polígon de forces amb un pol (o més d'un) que regirà els moviments de les bieles i tirants de forma que, movent el pol la silueta de bieles i tirants, es modificarà i podrem triar la que sembli més eficient o operativa. D'aquesta manera podrem parlar d'un 'pol director'.

Fig. 15.17

Una manera alternativa d'anàlisi estructural en paraments amb forats és la utilització d'un programa d'elements finits. El resultat de l'aplicació del programa és el que es veu a la figura 15.17. Donada una geometria, un estat de càrregues i una determinada discretització del parament, el dibuix de les fibres a compressió i a tracció és únic. L'avantatge de la utilització de les bieles i tirants és que, dintre d'un ordre, podem fer una proposta que impliqui mecànicament certes parts del parament. Si el parament està lesionat, es pot intentar fer una proposta de col·locació de bieles i tirants en què la lesió no es vegi compromesa. Això significaria que és possible certificar el bon funcionament estructural del parament sense que la intervenció sigui necessària. Des d'aquest punt de vista, i en aquesta aplicació, es fa una variació de sis tipus de proposta de bieles i tirants sobre el mateix parament amb els mateixos (o semblants) forats. Les característiques comunes de les sis variacions són les següents:

.1. Geometria. La geometria del parament i la dels buits o forats és variable. Es modifiquen a base de punts mòbils. A la casella de color groc de la figura 15.19 es poden veure els resultats d'un determinat moviment d'aquests punts. A la testa inferior del parament es troben els suports. Aquests estan marcats amb un triangle de color negre, i la seva posició horitzontal és variable, amb llum entre ells de valor l .

.2. Càrregues. Existeix una sola càrrega p aplicada a la testa superior del parament. Si es vol tenir en compte el pes propi del parament, aquest s'ha d'acumular al valor de p . Com es comprova en totes les variacions, a la part superior del parament arriben set bieles verticals que treballen a compressió. Entre totes assumeixen el valor de p . Aquestes bieles verticals poden moure's

horitzontalment, amb punts mòbils, de forma que cadascuna d'elles rep una càrrega P_i . Si interessa eliminar alguna biela, es pot superposar amb una altra. Això pot ser interessant cas que a la testa superior del parament s'entregui alguna força concentrada.

.3. Reaccions. Les reaccions de l'estructura es troben en els suports dels quals es parlava en el punt 1. La suma $\sum P_i$ és igual a la suma de les dues reaccions en els suports, però com que els valors i posició de P_i són variables, les reaccions també ho són. Per calcular el valors de les reaccions es construeix un polígon funicular amb un pol qualsevol. La línia discontinua des d'aquest pol, paral·lela a la línia de tancament del polígon de formes, ens donarà un punt a la línia de càrregues que definirà el valor de les reaccions. Les bieles verticals que neixen en les suports estaran afectades d'una càrrega de valor igual a les reaccions.

.4. Construcció. S'utilitza la mateixa línia de forces que s'ha creat per calcular les reaccions com un polígon de forces. En aquest polígon es creen dos pols O_1 i O_2 i els seus respectius radis polars. Les paral·leles d'aquests radis polars (tenint en compte les compressions, bieles o les traccions, tirants) en el polígon de formes, és a dir, en el parament, ens donaran les siluetes de les bieles i els tirants en funció de la idea de formes que s'hagi preconcebut. A la present aplicació aquestes formes han estat sis, però podrien ser moltes més.

.5. Punts de desplaçament. A totes les variacions proposades existeixen uns punts mòbils que sempre són dos, A i B, excepte a la variació B, que és únicament el punt A. Aquests punts serveixen per desplaçar un determinat conjunt de bieles i tirants.

.6. Moviments. Primerament es mouen els punts A i B amb la intenció de posicionar un conjunt de bieles i tirants. A continuació, movent els pols O_1 i O_2 es dona a les bieles i tirants la silueta que sembli més adequada, generalment amb l'objectiu d'esquivar els forats que es troben en el parament. És possible que el moviments de tots aquests punts s'hagin de reiterar algunes vegades.

.7. Dimensions de les bieles. El més convenient és que els moviments que s'indicaven en el punt anterior es facin amb els eixos de les bieles i tirants (punt lliscant de color blau). Una vegada decidida la posició i silueta de les bieles, s'han de concretar les seves dimensions, de tal manera que aquesta dimensió no s'introdueixi en els forats. Per concretar aquestes dimensions s'han col·locat punts lliscants, un per a cada biela.

.8. Dimensions dels tirants. Amb els tirants es tenen dues possibilitats. Si es tracta de varetes, com en el formigó armat, s'ha de donar per a cada tirant el seu diàmetre mitjançant punts lliscants. Si es treballa en paraments de fabrica de maó o similar, es poden donar seccions als tirants de la mateixa manera que es feia amb les bieles. Una altra cosa serà establir la consideració de l'esforç a tracció que pot assumir el parament en la direcció establerta pel tirant.

.9. Forces i tensions. Les forces es calculen a partir del polígon de forces. Una vegada determinades aquestes, com que es coneix la dimensió de les bieles i el diàmetre o dimensions dels tirants i també el cantell del parament h (punt lliscant), el càlcul de les tensions σ és immediat (fig. 15.19).

.10. Lupa de les forces. Un punt lliscat controla la forma de les forces p o P_i , tant en el diagrama de formes com en el de forces. En variar el valor de p o el de la lupa de forces, la silueta de les bieles i tirants varia, però no el seu posicionament.

A continuació s'indiquen les variacions efectuades amb les següents observacions:

.A la segona pantalla gràfica de les variacions es troben els punts lliscants i els requadres de text amb geometria i resultats. A la figura 15.19 es troba la variació A.

.La complexitat de les bieles i tirants de la variació E ha aconsellat numerar el diagrama de forces. En realitat s'ha fet una descomposició de forces seguint el procediment de Cremona.

.En la variació F s'observa un desplaçament del suport de la dreta cap a l'esquerra molt acusat. Aquest desplaçament pot fer que el suport de l'esquerra es trobi traccionat. I de la mateixa manera la biela que d'ell neix. Tot i que la definició de la biela és a compressió, no s'ha volgut considerar-la com si es tractés d'un tirant.

15.13 Buits en parament. Pols directors. A

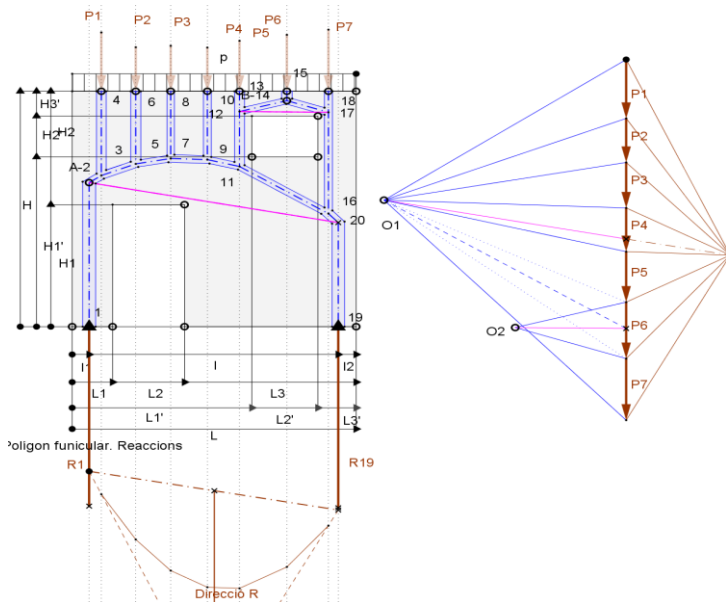


Fig. 15.18

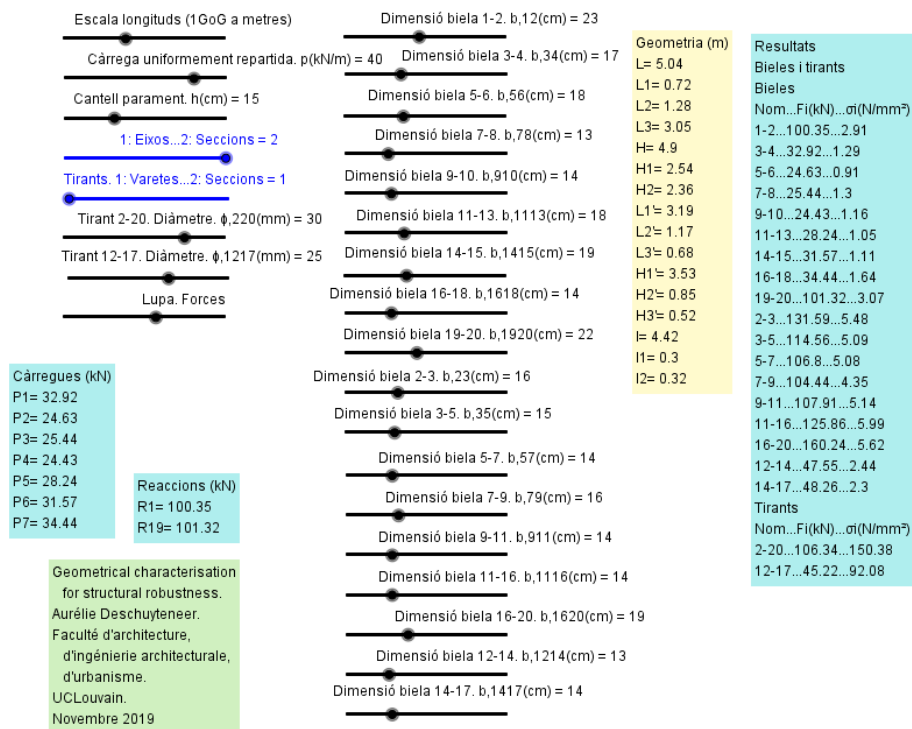


Fig. 15.19

15.14 Buits en parament. Pols directors. B

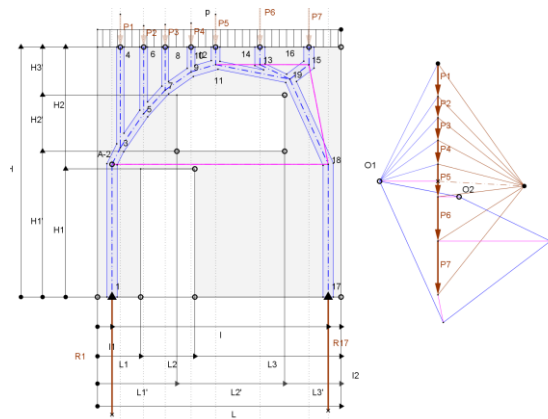


Fig. 15.20

15.15 Buits en parament. Pols directors. C

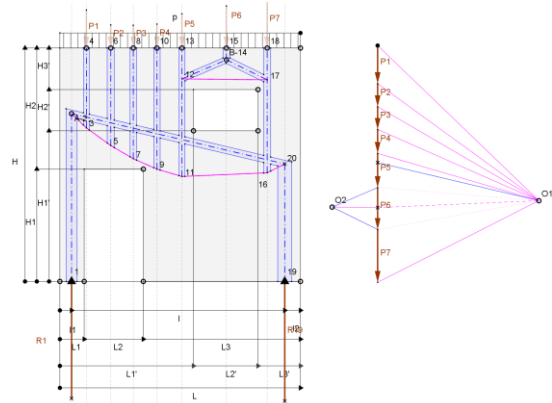


Fig. 15.21

15.16 Buits en parament. Pols directors. D

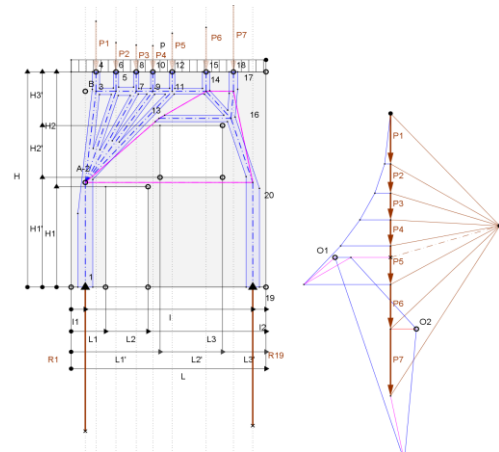


Fig. 15.22

15.17 Buits en parament. Pols directors. E

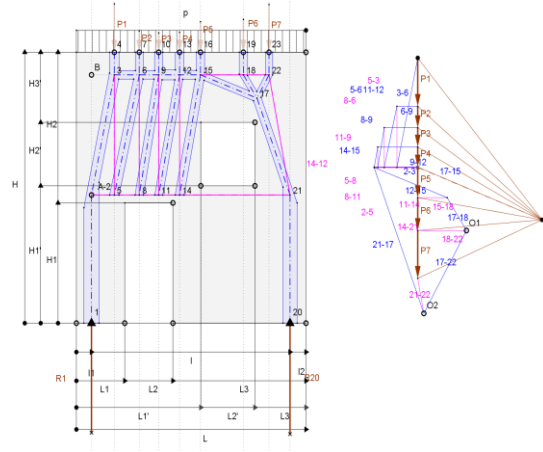


Fig. 15.23

15.18 Buits en parament. Pols directors. F

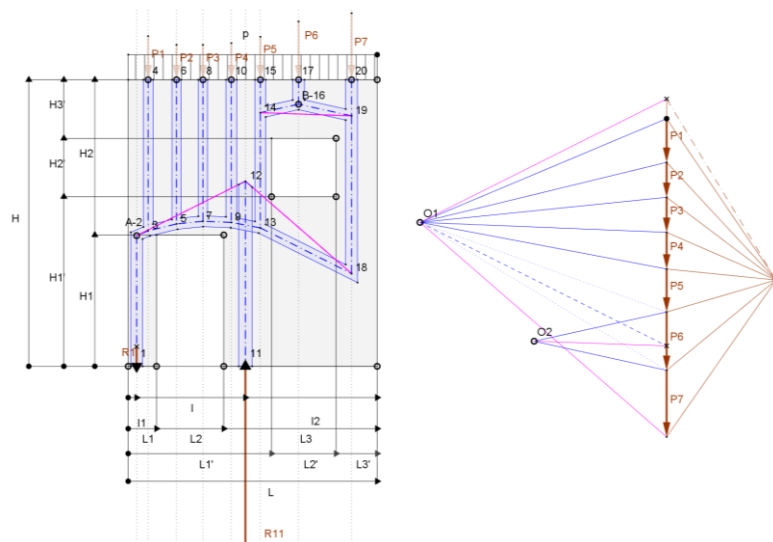


Fig. 15.24