

## COLUMNES DE DOBLE GIR

### Experimentació prèvia en el mateix Temple

L'afany de superació de Gaudí el va portar, després d'una llarga experimentació, a un gran descobriment, a una gran aportació, pel que fa a la història de les columnes en l'arquitectura: la columna de doble gir.



En aquesta seqüència de capitells de l'interior de la façana del Naixement es veu prou clar com Gaudí experimenta amb el moviment helicoidal fins arribar a la solució del doble gir.

Aquesta mateixa experimentació també la fa amb el fust d'altres columnes interiors i arriba a posar de costat un mostrari de columnes diferents. Sembla ben bé que estigui assajant la seva solució definitiva.

### La columna de doble gir

En guix, la columna de doble gir de Gaudí es genera gravant un

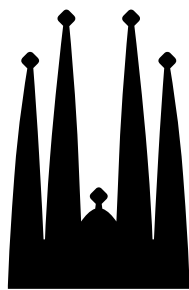
estriat helicoidal sobre una base cilíndrica mitjançant una plantilla amb forma d'estrella. En fer aquest moviment dues vegades, en ambdós sentits de gir inversos, el resultat de les dues passades és el sòlid comú de les dues columnes salomòniques, les dues que tindrien el gravat helicoidal de les estries, una girant a la dreta i l'altra a l'esquerra. D'aquesta manera el nombre d'arestes que provoca el polígon estrellat inicial es va multiplicant a mesura que la columna creix en alçada, fins arribar, pràcticament, al cercle.



### Síntesi de la columna arquitectònica

Gaudí buscava una columna nova, una columna que superés les anteriors però que entronqués amb la història de la columna. I en aquesta història hi veia tres grans models bàsics:

- 1) La columna dòrica grega, *Columnes del Partenó d'Atenes*



té estries verticals.

**2)** L'ordre corinti amb la columna, cilíndrica, generada per l'extrusió del cercle de la base seguint un perfil corbat lleugerament.

**3)** La columna salomònica, la típica del barroc, que amb la forma tòrica marca un moviment helicoidal ascendent seguint l'hèlix que volteja el cilindre del nucli.

La columna de doble gir la considera la síntesi de la columna arquitectònica ja que participa dels tres models històrics. Parteix d'una base estrellada però arriba al cercle; té un nombre d'estries que la graven, i cada cop en neixen més a mesura que s'alça; i té el moviment helicoidal de les columnes salomòniques per dues vegades.



*Columnes Ilises al Panteó d'Agripa, Roma*



*Columnes salomòniques del baldaquí de St. Pere del Vaticà*



*Columna de 10 - 12 elements*

## **Jerarquització estructural**

Les columnes de l'interior del Temple són jerarquitzades segons la capacitat portant necessària des del punt de vista mecànic o estructural.

**1.** Les quatre columnes centrals del creuer han de resistir, d'una banda la càrrega del futur cimbori central de Jesucrist, que s'alçarà fins a uns 170m. Però d'altra banda han de resistir també part del pes de les quatre torres dels evangelistes que envolten aquest cimbori. Són les columnes més importants.

**2.** Les vuit columnes situades al voltant de les anteriors són les principals encarregades de descarregar els evangelistes. En importància, són les següents.

**3.** Les columnes de l'absis portaran fins als fonaments el pes del cimbori de la Mare de Déu i també de les voltes del deambulatori i del trifori de 45m.

**4.** Les columnes de la nau central recullen el pes de les voltes de la nau central i part de la nau lateral

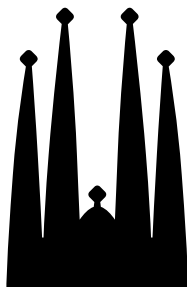
**5.** I finalment, les columnes que separen les naus laterals a la nau principal recullen el pes de la cantoria i de la nau lateral. Són les més lleugeres en càrrega.

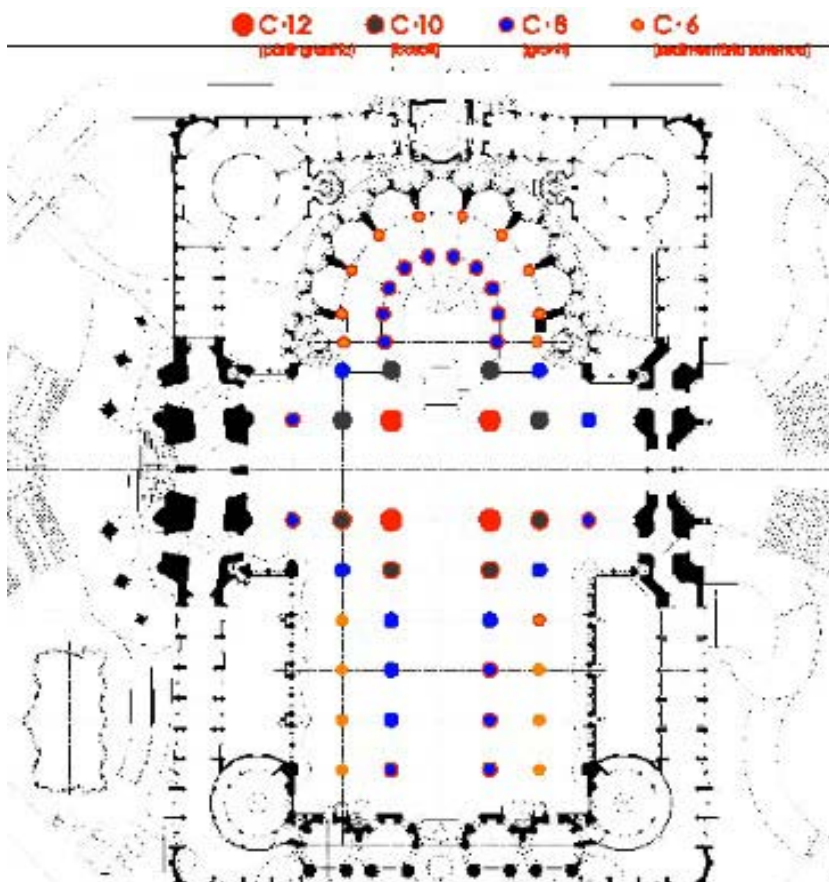
Aquests cinc tipus queden reduïts a quatre en utilitzar Gaudí la mateixa columna per a l'absis i per a la nau ja que, tot i que a l'absis es pugui preveure més càrrega que a la nau les columnes són molt més pròximes entre sí.

Gaudí, didàcticament, distingirà aquests quatre tipus de columnes amb tots els elements que té a l'abast: Així, podem notar les diferències amb la base estrellada de partida, amb el diàmetre, amb l'alçada lliure i amb el material utilitzat, el color.

## **Les bases estrellades**

La jerarquia estructural queda reflectida en el nombre de puntes de les estrelles utilitzades en cada columna.





Les columnes del creuer són fetes a partir d'una estrella de 12 puntes. Les dels evangelistes, a partir d'una estrella de 10 puntes. Les de la nau i les de l'absis, amb una estrella de 8 puntes. I les de les naus laterals i cantoria amb una estrella de 6 puntes. En tots els casos, aquestes estrelles tenen les puntes interiors i exteriors arrodonides amb uns arcs parabòlics tangents, i així s'aconsegueix, en el tram inicial de la columna, una suau ondulació de la superfície que s'ofereix al tacte.

## El material

Inicialment Gaudí va pensar de fer les quatre columnes amb ferro fos ja que, tal com queda reflectit en les seves converses amb César Martinell l'any 1915, les columnes fetes amb pedra convencional de la construcció, massisses, requeririen un diàmetre massa gran que ocuparien l'espai en planta del Temple.

Després Gaudí va fer alguns càlculs per establir el material adequat necessari per a cada columna per això va utilitzar el laboratori de materials de l'aleshores recent estrenada Universitat Industrial al carrer Urgell per obtenir empíricament la resistència de molt diversos tipus de pedra.

A la fi, s'ha determinat que les columnes de 12, les del creuer, fossin revestides amb pòrfir, la pedra més resistent utilitzada en el món de la construcció, amb formigó armat a l'interior.

Les columnes de 10, sota els evangelistes, són revestides de basalt.

Les columnes de 8 són de granit i les de 6 són de pedra sedimentària sorrenca.

Finalment, els requeriments estructurals de la construcció actual han fet necessari que les columnes fossin de formigó armat, respectant, això sí, el material de revestiment de pedra segons el criteri de jerarquia estructural que ell havia establert.

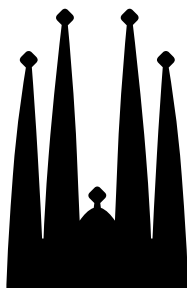
(veure document sobre la pedra d'en Toni Caminal)

## El diàmetre i l'alçada

L'alçada total de la columna és sempre, en metres, el doble que el nombre de puntes:

- Columna de 12, alçada total 24 m.
- Columna de 10, alçada total 20 m.
- Columna de 8, alçada total 16 m.
- Columna de 6, alçada total 12 m.

L'alçada es descompon en trams, cada vegada més petits, que sumen l'alçada total, i cada tram duplica el nombre d'arestes inicial. És així com utilitza la sèrie  $n + n/2 + n/4 + n/8 + \dots = 2 \cdot n$ , o el



que resulta ser el mateix  $n/2 + n/4 + n/8 + \dots = n$ .

- Columna de 12, 24 m = 12 + 6 + 3 + ...
- Columna de 10, 20 m = 10 + 5 + 2'50 + ...
- Columna de 8, 16 m = 8 + 4 + 2 + ...
- Columna de 6, 12 m = 6 + 3 + 1'50 + ...

Com que en cada tram les arestes es van duplicant, el nombre d'arestes finalment és:

- Columna de 12: de 12 a 24, de 24 a 48, i de 48 a 96.
- Columna de 10: de 10 a 20, de 20 a 40, i de 40 a 80.
- Columna de 8: de 8 a 16, de 16 a 32, i de 32 a 64.
- Columna de 6: de 6 a 12, de 12 a 24, i de 24 a 48.

L'alçada de les columnes es descompon en base, fust i capitell. Les bases sempre mesuren d'alçada el nombre de puntes en decímetres:

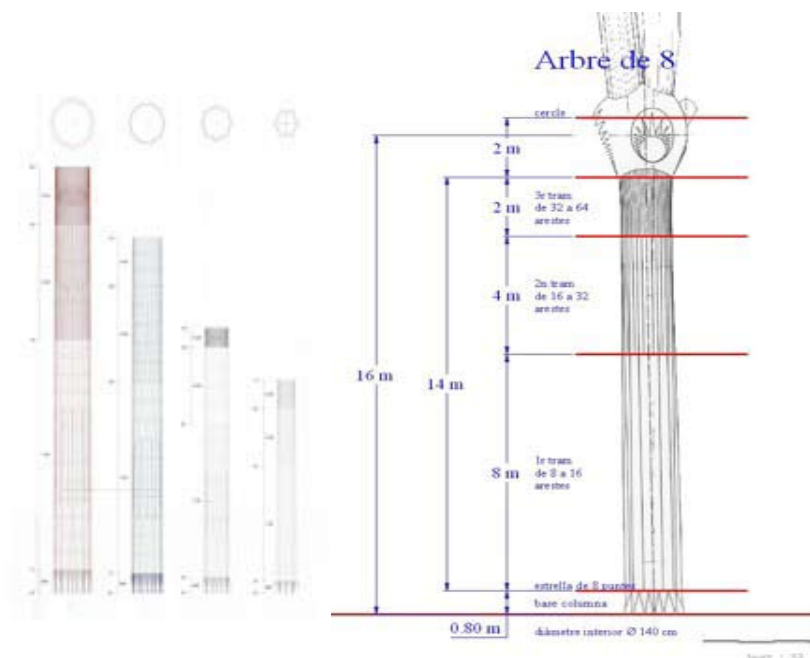
- Base columna de 12: 120 cm.
- Base columna de 10: 100 cm.
- Base columna de 8: 80 cm.
- Base columna de 6: 60 cm.

El fust de la columna sempre mesura la suma dels tres primers trams:

- Fust columna de 12:  $12 + 6 + 3 = 21$  m.
- Fust columna de 10:  $10 + 5 + 2'50 = 17'5$  m.
- Fust columna de 8:  $8 + 4 + 2 = 14$  m.
- Fust columna de 6:  $6 + 3 + 1'50 = 10'5$  m.

Per tant, l'alçada del fust representa uns  $7/8$  de l'alçada teòrica total ( $1/2 + 1/4 + 1/8$ ), és a dir un 87'5 %. La part que falta ( $1/8$ ) s'utilitza en part per a l'alçada de la base ( $1/20$ ) i la resta pel capitell, fins al centre de l'el·lipsoide. Així doncs, la darrera part del doble gir fins completar el cercle no és visible i se situa ja en l'interior de l'el·lipsoide que fa de nus o capitell.

El diàmetre interior i l'alçada del fust de les columnes segueixen una mateixa sèrie de nombres.



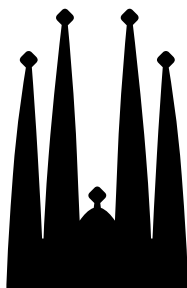
- Columna de 12: 210 cm pel diàmetre interior i 21 m d'alçada de fust.
- Columna de 10: 175 cm pel diàmetre interior i 17'5 m d'alçada de fust.
- Columna de 8: 140 cm pel diàmetre interior i 14 m d'alçada de fust.
- Columna de 6: 105 cm pel diàmetre interior i 10'5 m d'alçada de fust.

Aquest sistema de progressió en alçada defineix la gran esveltesa ( $1/10$ ) de tots els tipus de columnes, és a dir, l'alçada del fust és sempre deu vegades el seu diàmetre interior.

### Columnes- arbre

Gaudí concebia l'ambient de l'interior del temple com el d'un bosc frondós. Potser com aquell que el seu amic Joan Maragall descrivia en el poema sobre la Fageda d'en Jordà. Buscava el recolliment i la pau interior, la llum filtrada per les fulles, l'espai diàfan entre els troncs separats...

Tot i que els principals arguments que el van conduir a crear co-



lumnes- arbre, amb ramificacions i branques que van a buscar el centre de gravetat de cada part de les voltes, són arguments de mecànica estructural, el fet és que Gaudí aprofita aquest fet per donar forma a la seva arquitectura, que acaba prenent una forma com de bosc.

Les columnes es van ramificant en diferents branques i la mateixa llei que serveix per a dissenyar el tronc principal, amb doble gir, des de l'estrella fins al cercle, servirà per a les branques per retornar des del cercle a l'estrella o polígons, i així les vegades que calgui segons els diferents nivells de superposició de branques que hi hagi en cada

Per exemple, la columna del damunt de la cantoria a la nau lateral presenta un rectangle en la secció superior, que a mesura que la columna descendeix es transforma en un rombe, en un quadrat, en un octògon, polígons de 16 i 32 costats i en el cercle. Les quatre columnes superiors s'inicien en el quadrat que es transforma a mesura que la columna s'eleva en l'octògon, el polígon de setze costats, el de trenta-dos i en el cercle.

### Les columnes de l'interior del temple

L'alçada total de cada columna és, en metres, el doble del nombre de puntes.  
L'alçada del fust cada columna és 10 vegades el seu diàmetre interior.  
Segueixen la sèrie:  $n + n/2 + n/4 + n/8 \dots = 2n$   
A cada pas de la sèrie es duplica el nombre d'arestes.

12 és un mòdul usual i útil per tenir fàcil els divisors.  
210 és el producte dels 5 primers nombres primers ( $210 = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7$ )

Núm. De vèrtex	12	10	8	6
	12 · 5/6	12 · 5/6	12 · 4/6	12 · 3/6
Alçada total de la columna	24,0	20,0	16,0	12,0
Diàmetre interior	2,10	1,75 <small>2,10 · 0,35 2,10 · 5/6</small>	1,40 <small>1,75 · 0,35 1,75 · 4/6</small>	1,05 <small>1,40 · 0,35 1,40 · 3/6</small>
Alçada teòrica fust <small>suma dels 3 primers trams</small>	21,0 <small>12+6+3</small>	17,5 <small>10+5+2,50</small>	14,0 <small>8+4+2</small>	10,5 <small>6+3+1,50</small>
Alçada 1r tram núm. d'arestes	12 24	10 20	8 16	6 12
Alçada 2n tram núm. d'arestes	6 48	5 40	4 32	3 24
Alçada 3r tram núm. d'arestes	3 96	2,5 80	2 64	1,5 48

L'alçada de la base és, en metres, deu vegades menys que el nombre de puntes inicial.

alt base	1,20	1,00	0,80	0,60
----------	------	------	------	------

