

1. La cúpula del temple del Panteó té precedents remarcables, com ara la Domus Àurea de Neró, que ja usa el mateix mecanisme de cúpula voltada amb òcul central inclòs. Per tant, el Panteó d'Agripa, no pressuposa una "revolució estructural". Potser sí siga, dins de la tipologia, el més conegut popularment.

Els antecedents del Panteó de Roma, entre d'altres, es troba en l'atri de la Domus Aurea de Neró construïda a l'any 64 d. C. Pels arquitectes Celer i Sever. Aquell atri de base octogonal de 13'50 m d'ample aproximadament. Amb un òcul de sis m. de diàmetre. Veiem la foto següent i la seua perspectiva fugada. Val a dir que la tècnica de realitzar amb material putzolànic les voltes suposava un enorme estalvi de materials que els romans van idear. Fins i tot van descobrir el formigó cel·lular, és a dir, alleugerit amb bombolles d'aire oclús al seu interior amb la qual cosa minvaven llur densitat. La tècnica que s'ha usat fins a temps recents consistia a mesclar entre la barreja d'àrids i aglomerant sang de bou. Amb la qual cosa deturaven l'adormiment de l'aglomerant produint una eclosió de gasos que quedaven dins de la massa cementícia. Aquesta tècnica fou exportada per tota la mediterrània.



Foto 1.



Foto 2.

El panteó de ROMA fou construït entre 118 i 128 dC., i hom, no pot, considerar-lo el zenit de la "revolució arquitectònica romana". Els seus 43 m. de llum molt major que qualsevol edifici anterior conegut i cobert amb cúpula, no tingué parió fins la construcció de les cúpules de Santa Sofia a Constantinoble i del Duomo de Florència, aquesta, uns 12 segles després. La manera de construir murs dels romans era la de vessar una argamassa entre dues parets de maons que li servien d'encofrats. Per contra, les cúpules no es construïen mai amb maó. Aquestes les feien vessant, a sobre, dels encofrats de fusta. Àdhuc hi posaven gerres ceràmiques per a alleugerir la massa. En el cas del Panteó existeix una gradació de la dosificació dels àrids, per a reduir el seu pes, i amb això l'espenta, probablement prengué la seua forma de les cintres de les fustes. Bo i partint de la creença del caràcter monolític del formigó putzolànic romà, l'estructura del Panteó ha estat comparada a la tapadora amb anells d'un recipient. Els anells escalonats concèntrics propers a la base la cúpula que engrosseixen eficaçment la coberta, s'han interpretat com a cadenes de metall para reduir els esforços de tracció excèntrica causats per la tendència de la base a estendre's cap enfora degut al tremend pes propi de la cúpula. Anàlisis amb models informàtic (Mark i Hutchinson), junt amb les dades d'una investigació arqueològica anterior revelaren la gran extensió de clivells radials en la cúpula i en llurs murs portants, com s'il·lustra a la següent FIGURA...

### Interior...

Cúpula que queda integrada en la massa del mur del tambor

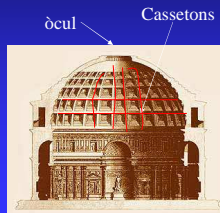
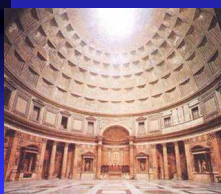


Foto 3

Foto 4.



Foto 5 (Quadre de P. Pannini)

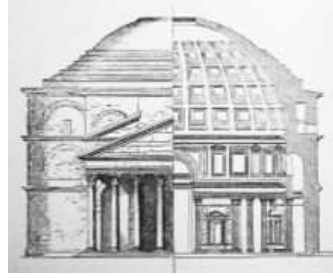
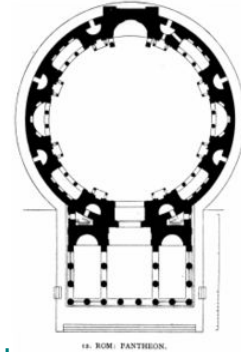


Foto 6



Foto 7. Actual.



2. La cúpula del Panteó sí que sofreix esquerdaments en la seua superfície durant la seua història, però, com està revestida per un material mal·leable no és pot detectar si no és amb un estudi conscient i **ad hoc**. De fet, fou restaurada per A. Terenzio pels anys 1934 i resta una documentació, a fi i efecte, que mostra la prova **sensu contrario**.

A causa de l'esquerdament, els anells escalonats possiblement no pogueren actuar com a reforç a la tracció excèntrica, però llur pes addicional en la part pròxima als murs portants era útil per ha ajudat els segments d'arc de la cúpula (esquerdats) tot treballant a compressió al llarg dels meridians. De fet, els anells representen omnipresent la sobrecàrrega de pedra de l'arc típic romà. Encara que el Panteó és un edifici revolucionari, en termes de la forma arquitectònica, no representa cap concepció estructural revolucionària.

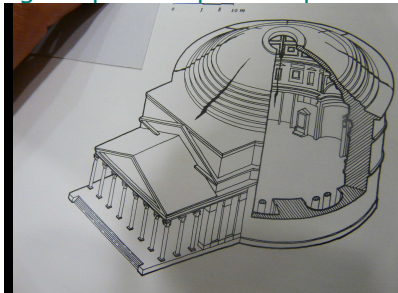
En l'anàlisi estructural mitjançant el procediment de càlcul i peritatge de l'estructura del panteó es conclou que en eliminar els anells superficials els esquerdaments coincideixen al cent per cent amb les mesures de longitud que tingueren que ser reparats a principis dels anys de la dècada, 1934, per Terenzio. El formigó romà, consegüentment no oferia cap avantatge estructural sobre la construcció tradicional amb fàbrica de pedra o maó. Per tant, hom podria pensar i concloure que la decisió de fer-ho formigó en l'arquitectura romana de gran escala es basava principalment a factors econòmics i constructius, més que en consideracions estructurals.

De tota manera, el Panteó ens ha mostrat que fins i tot una cúpula massissa, feta de material vessat en motles, **no es comporta d'una manera monolítica**, doncs les fissures meridians fan que ho faça com una sèrie de falques separades. Els constructors de Sta. Sofia, degueren aprendre i entendre que llur cúpula, més prima que la del panteó i suportada per arcs i petxines en lloc d'un mur vertical pràcticament continu, seria propensa al mateix tipus d'esquerdament meridiana. L'obertura de finestres resultà ser, a més a més, un atractiu element visual com un recurs prudent per a protegir l'esquerdament.



Foto 9 de detall de la coberta del Panteó.

A. Terenzio féu un informe (*La Restauration du Panthéon de Rome*) en 1934, fa vora 75 anys. Com assenyalen Mark i Hutchinson de La Univ. de Princeton (*On the structure of the Roman Pantheon*.1986) asseguren que les esquerdes en la direcció meridional arriben fins al a una mitjana de  $57^\circ$  per damunt de l'arranc (és a dir  $\alpha = 23^\circ$ ). Comptat i debatut, tant l'estudi de la cúpula complerta sens òcul com els estudis i càlculs recollits en aquest prediuen amb exactitud l'extensió dels badalls de la cúpula real. Les línies d'espenta de la següent figura corresponen als esforços en els fusos definits per l'extensió dels badalls, és a dir, per a angles entre  $26^\circ$  i el d'obertura de  $60^\circ$ . Per a angles menors de la línia d'espenta de la cúpula sencera representa una possibilitat d'equilibri, però, com s'ha assenyalat, el casquet de la cúpula roman en un estat coherent, sens badallament. La línia d'espentes de traces per a la cúpula amb òcul no té sentit per a la porció de casquet que té angles meridionals menors de  $26^\circ$ . Les tensions meridionals han de tendir a zero en la vora de l'òcul, i el casquet central sols es pot mantenir en equilibri si s'originen tensions anulars de compressió. Nogensmenys, aquest equilibri de membrana és possible realment per al casquet; la línia d'espentes de traces de la figura és vàlida davall del casquet per al galló produït per l'esquerdament. Veiem, sinó, una



perspectiva seccionada:

Foto 10.

3. L'existència, a més d'altres cúpules reeixides entremig, com ara, Santa Sofia de Constantinoble i la del Duomo de Brunelleschi a Florència que ajuden a entendre l'evolució i d'interval entre les dues estudiades, sí marquen, estructuralment un moment d'evolució mecànica i tipològica. Sempre des de la base del mètode iteratiu de *prova-error*.

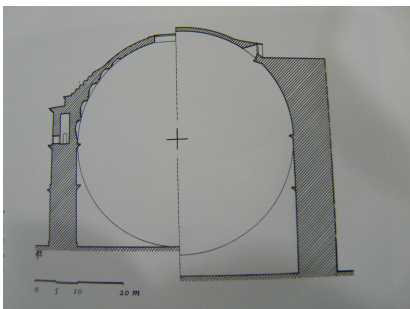


Foto 11. Seccions comparades del Panteó a l'esquerra i Sta. Sofia a la dreta.

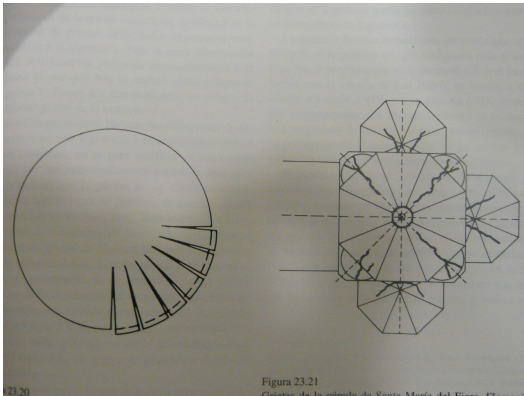


Foto 12

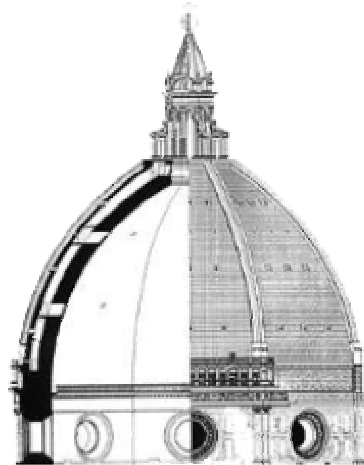


Foto 13.

Vistes de l'esberlament i agollonament del Panteó o qualssevilla mitja taronja. Mireu com se n'ix del perímetre de base. Esquema fissuratiu de Duomo de Florència. Hemisecció i hemialçat de la cúpula de Brunelleschi a Florència.

4. Les vicissituds d'una edificació, de qualssevilla, són copioses i diverses en el temps. V.g.: Bernini l'hi empitrà dos campanars que serien enderrocats a finals del segle XIX. L'**orecchie d'asino** en deien els romans tardobarrocs fins el XIX. Per tant, aquesta mateixa intervenció provoca que, l'estructura mecànica, hi haguera de "buscar" una nova, d'estabilitat, a cada canvi. En canvià, l'edifici, multitud de vegades destí i funció. I com no?; decoracions, revestiment de cobertes, etc. Amb la qual cosa, l'estat de càrregues hi havia d'acomodar-s'hi.

Els imperis romans d'Orient i Occident posen en pràctica sistemes de construcció inèdits entre els grecs. I tanmateix –sorprenentment-, conserven el vocabulari grec i els seus cànons mètrics.

Si el Partenó, de pedra, havia assumit la gramàtica de la fusta, el Panteó, voltat, pacta amb una gramàtica de la llinda.

Una tal transposició implica una retòrica i tendeix a una eloqüència persuasiva. Si els grecs imitaven una tectònica, els romans imiten una cultura. L'accent semiològic pesa molt més. Més important, i contra les mentalitats estantisses, és oblidar que el món és canviant i no estàtic. El quid de la qüestió està en la readaptació.



Foto 14. Gravats de la plaça que acull el Panteó.

Durant el pontificat del **papa Urbà VIII**, Bernini, aixecà sengles campanars, anomenats popularment *le orecchie (orelles) d'asino (ase)* que foren enderrocats durant la segona meitat del segle XIX.

