



ENRIC DILMÉ
dr. arquitecte

FEM UNA VOLTA?

Les tecnologies constructives del passat són tan vàlides com les actuals o les futures, només cal saber com i quan aplicar-les. Sembla evident que com més alternatives tinguem a l'abast més ajustada serà la nostra resposta a les actuals necessitats edilícies. En aquesta direcció la volta és **un sistema tradicional a vindicar** del que a continuació expliquem la nostra experiència.

A tall d'introducció

Amb l'agricultura l'home es va arrelar. La necessitat d'habitatge permanent va obligar a fer construccions duradores. La primera resposta van ser construir amb murs de fàbrica, solers i cobertes de fusta; sense anar més lluny la **nostra arquitectura vernacular** respon a aquesta tipologia constructiva. El següent salt tecnològic va ser l'arc i la volta. És quelcom que va aparèixer a la Mediterrània fa uns 6.000 anys¹ i que, curiosament, no es va donar en altres latituds, per exemple, ni els inques ni els maies, grans constructors amb pedra, les van emprar. Tampoc a Andorra es va donar en abundància² **fins a la segona meitat del segle XX.**



El pont de la Margineda és una de les construccions més belles i singulars del país. Els seus 21 m de llum i 8 de fletxa són tota una demostració d'habilitat constructiva amb un esvelt arc rebaixat de tradició romànica. Fotografia: Josep Vilaplana.

¹ S. Huerta, *Arcos, bóvedas y cúpulas. Geometría y equilibrio en el cálculo tradicional de estructuras de fábrica*, Madrid, 2004.

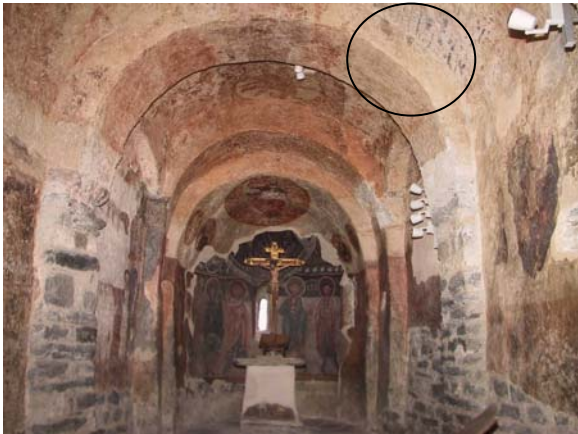
² Veure la memòria de la restauració del pont de la Margineda a la nostra web.



ENRIC DILMÉ

dr. arquitecte

Les primeres voltes devien ser a plec de llibre, col·locant les pedres de cantell sobre un cindri, una al costat d'una altra de forma radial. La volta de maó de pla va venir després i consistia a crear una closca a través de diverses capes paral·leles de maons posats de costat. Totes dues eren tècniques de gran predicament fins que el **Moviment modern** va fer foc nou amb tot el fet tradicional rebutjant les seves formes³, la seva construcció i, el que és pitjor, els seus artesans. No ha estat fins a la crisi de la modernitat quan s'han rescatat pel que tenen de simbiosi amb el lloc, els seus materials, paisatges i persones, tot i que ara el problema és trobar qui les ensenyi a bastir.



2

La fotografia de la nau de l'església de Sant Romà d'Encamp ens permet intuir els cantells de les pedres de la volta a plec de llibre que la cobreix. Estem davant dels pocs exemples d'aquestes tipus al país. Al costat la fotografia d'una de les voltes de maó de pla del garatge de l'hotel Rosaleda.

Ambdós tipus de voltes les hem pogut bastir i a continuació us fem cinc cèntims del procés de construcció.

La volta a plec de llibre

L'any 2010 vam tenir l'encàrrec d'unir i rehabilitar dues bordes per a habitatges unifamiliars i vam proposar la introducció d'una volta a plec de llibre. En la rehabilitació de l'arquitectura vernacular ens agrada aprofitar la fusta i la pedra de l'edifici. Els canvis de distribució permeten sovint passar materials d'una part a una altra de la construcció. En aquest cas, la voluntat de fer un celler -d'uns 12 m²- en una de les estances soterrades, convidava a fer **una volta amb la pedra sobrant**.

Es va pensar en una **volta de canó** que només suportés el seu propi pes fent que el soler del pis superior es recolzés en els murs perimetrals sense càrrega sobre la volta. El soler del pis superior sobre bigues de fusta, alliberaria la volta del seu pes mort alhora que el

³ S. Huerta recull en el pròleg del llibre d'Àngel Truño, *Construcció de bóvedes tabicadas* que el professor S. Tarragó comentava que hi havia una regla no escrita de l'arquitectura moderna: *està prohibit construir arcs i voltes*.

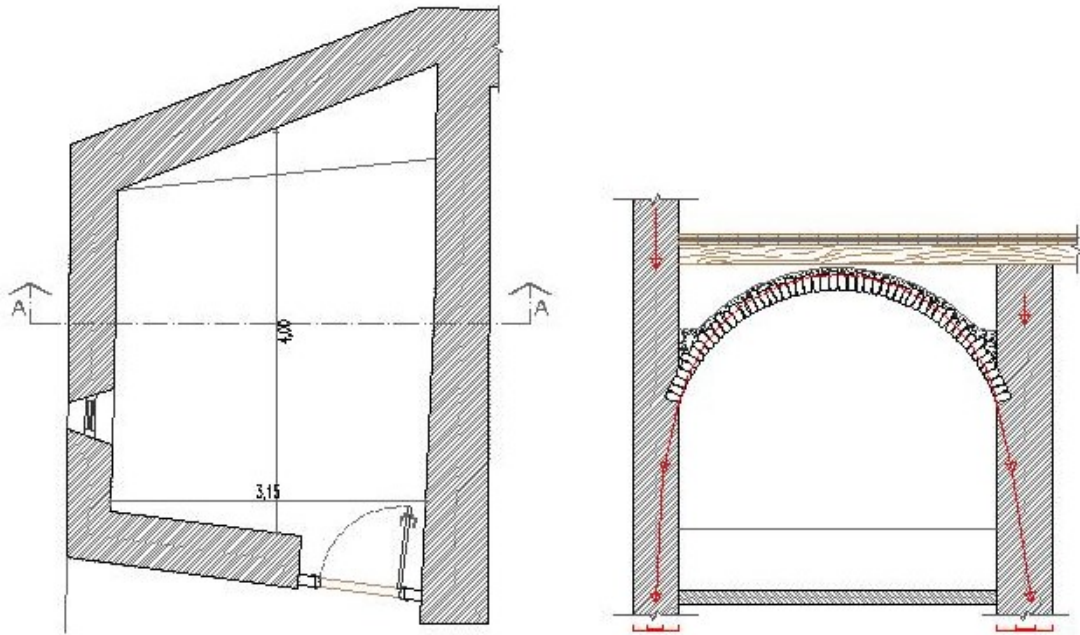


ENRIC DILMÉ

dr. arquitecte

traslladaria als murs en els quals es recolzava. La lleugeresa de la roca -20 cm de gruix- disminuïria l'empenta de l'arc que al combinar-se amb la potent càrrega dels murs centraria la resultant final sobre el terç central del mur, tal com demanen les regles del càlcul tradicional⁴. Per més seguretat s'omplirien els carcanyols per millorar la rigidesa a flexió⁵.

Aquesta era la teoria però faltava comprovar-ho amb la seva construcció, i millor encara, amb el pas final de treure el cindri⁶.



Planta de la cambra sobre la que es va construir la volta i, al costat, la secció amb la comprovació per estàtica gràfic de la seva estabilitat.

Per bastir la volta es va formar un cindri de fusta perfectament apuntalat. Aquesta operació es va poder fer sense complicacions gràcies al fet que la clau no estava a més de 3,50 m d'alçada respecte a terra. A continuació es va estendre una làmina impermeable i, tot seguit, un llit de sorra. Aquesta base permetia contenir el morter de les juntes i no tacar la cara inferior de la volta. A més, en ser sorra, s'eliminava fàcilment, després de treure el cindri, quedant la junta oberta, talment com si fos junta seca.

⁴ La càrrega que baixa pels murs és de màxima importància per centra l'empenta de les voltes. Recordem que el pes mort dels pinacles sobre els contraforts de les esglésies gòtiques tenen la funció d'augmentar la càrrega i disminuir la component horitzontal de l'empenta de la volta.

⁵ Tal com comenta José Lluís González Moreno-Navarro en *La bóveda tabicada: pasado y futuro de un elemento de gran valor patrimonial* (Madrid, 2004) era una mesura que ja feien servir els romans però que no va ser fins A. Choisy (*L'art de bâtir chez les romains*, Paris, 1837) que es va recollir en la bibliografia.

⁶ Es diu que si tot just tret el cindri la volta no cau no caurà mai.

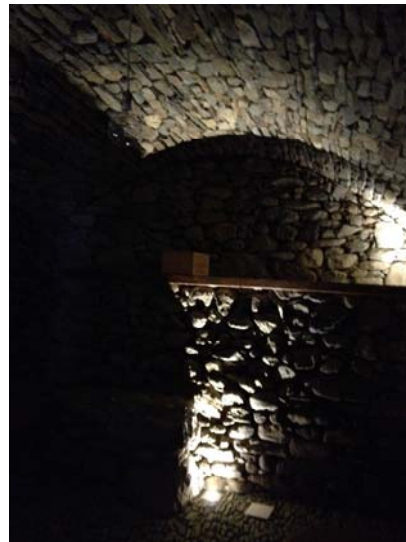


ENRIC DILMÉ
dr. arquitecte



4

Formació del cindri de fusta i inici de la rosca de pedra sobre llit de sorra.



Dues fotografies del celler amb volta en la fase final de la rehabilitació de la borda. Es pot apreciar la col·locació de la pedra a llibret amb l'efecte de junta seca.

Volta de maó de pla

La volta de maó de pla és un element indissociable de l'expansió urbana del segle passat a Andorra. En el cas de l'Hotel Rosaleda és tant definitori del seu interior com ho és el parament de granit del seu exterior. Ara bé, mentre que els murs estan a la vista de



ENRIC DILMÉ

dr. arquitecte

tothom⁷ la volta no, amb l'evident perill per aquest magnífic exemple de tècnica constructiva. **La conservació, restauració i posada en valor de l'hotel** -tal com el ministeri de Cultura va titular el projecte⁸- també implicava conservar, restaurar i posar en valor les voltes existent i així està previst. Però, a més, es va creure adient cobrir part de l'ampliació de l'hotel amb volta perquè fos aquesta tecnologia mil·lenària el **denominador comú entre la part vella i la nova**.

A les virtuts tradicionals de rapidesa, economia, lleugeresa i versatilitat la volta suma actualment les de **sostenibilitat i bioconstrucció**, fet que comença a ser apreciat pels arquitectes de prestigi. Sense anar més lluny la darrera biennial d'arquitectura de Venècia, sota la direcció de l'arquitecte xilè Alejandro Aravena, premi Pritzker 2016, va tenir a la volta com una de les estrelles.

Salvador Gomis, "escalero de voltes" va executar la que els professors de la UPV, Camilla Mileto i Fernando Vegas havien dissenyat, passant de ser un desconegut a estar sol·licitat per les millors universitats del món per desenvolupar projectes de tot tipus i, de forma especial, els relacionats amb l'emergència habitacional de països en conflicte.

5



Sir Norman Foster (e) escoltant les explicacions de Salvador Gomis amb l'atenta mirada de Fernando Vegas (d) en la darrera biennial de Venècia. Al costat voltes executades per Gomis segons el projecte de Wesam Al-Asali del departament d'arquitectura de la Universitat de Cambridge com a prototip per 200 cases pensades per a la Síria postbèlica. Aquest projecte ha estat guardonat amb el premi ASCER concedit per l'*Asociación Española de la Ceràmica*.

⁷ Tant és així que tots els edificis amb aquest acabat s'han agrupat amb un conjunt denominat: arquitectura del granit.

⁸ Arquitectes: Enric Dilmé, Xavier Orteu i Jordi Vidal.



ENRIC DILMÉ

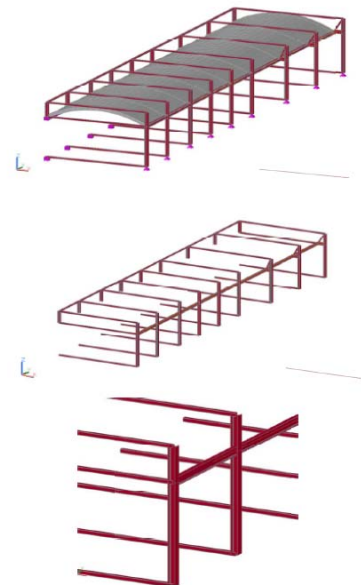
dr. arquitecte



Panteó a Villareal dels arquitectes Fernando Vegas i Camilla Mileto -amb la col·laboració d'Alfonso Alonso i Salvador Tomás- i executat pel mestre d'obres Salvador Gomis. Al costat l'estació de drons de Sir Norman Foster a Ruanda; obra posterior a la valenciana que possiblement va servir d'inspiració.

Tornant al Rosaleda cal dir que la volta que s'està executant és de tipus rebaixada, és a dir, força plana amb unes dimensions de 6,60 m d'amplada, 20 m de llargada i 0,90 m de fletxa. El càlcul de les empentes que genera aquesta volta no es pot fer per estàtica gràfica, com és el cas de la volta a plec de llibre que hem vist abans, donat que es comporta com una closca. El mètode emprat pel Dr. Adolfo Alonso, professor d'estructures de la UPV, ha estat el d'elements finits.

6



Model tridimensional de la volta del Dr. Adolfo Alonso amb un pes propi de 2KN/m^2 i una sobrecàrrega de neu de 4KN/m^2 . A partir de les empentes resultants Beal enginyers van calcular l'estructura de suport.

Per construir la volta s'ha començat per formar una guia que assegurí una mateixa secció al llarg de tota la sala. La guia té l'amplada de tres rajoles per ser la mida de cada un dels arcs en què es divideix la volta. Es tracta d'un simple element d'orientació i no pas d'un cindri. Com podem veure en la foto de més avall és quelcom lleuger i no pas massís i



ENRIC DILMÉ

dr. arquitecte

continu com el que van haver de muntar per la volta a plec de llibre comentada abans. De fet, si la nostra volta no hagués sigut tan profunda, amb uns simples cordills indicant la forma final n'hi hauria hagut prou. La volta, i amb ella la guia, cal que es recolzi en els extrems per poder-la construir. En el nostre cas, com es munta sobre una estructura metàl·lica, és un angle revestit de rajoles.



7

Mostres de les rajoles: les dues superiors són fabricades manualment i es col·loquen en la cara inferior de la volta per quedar a la vista aprofitant la seva textura i coloració. La de sota del tot és una peça industrial, més econòmica, que s'empra en les dues capes superposades a la primera que no es veuen. Al costat formació de la guia per a la volta.

A partir d'aquí es col·loca una primera capa, coneguda com **senzillat**, amb rajoles **enlardades**⁹ o sigui, untades pels cantells i les testes amb guix o **algep**¹⁰, que gràcies al seu ràpid enduriment permet que s'aguantin en l'aire. S'executa en una amplada de tres rajoles o **atabons**¹¹ a trencajunts abans de passar a fer la rosca superior. Aquesta primera capa és la que fa el mestre d'obra perquè és la més delicada i, encara més, si queda a la vista, com la que estem fem en el Rosaleda on s'empren rajoles manuals que accentuarà la bellesa de la volta per la seva textura i varietat cromàtica.

⁹ Adjectiu derivat de llard o greix de porc emprat per referir-se a la voluntat d' empastifar els cantells de la rajola.

¹⁰ Mot sinònim de guix que encara s'empra a València i que recull l'IEC.

¹¹ Com en la nota anterior ens trobem amb un sinònim que s'empra a València.



ENRIC DILMÉ
dr. arquitecte



Inici de la primera rosca amb rajola manual sobre la guia metàl·lica. Fotografia de les tres capes de la volta i del recolzament revestit de rajola. Podem veure també la falca de fusta sota la guia metàl·lica que permet ajustar-la alliberar-la per poder-la bellugar. També veiem una prova de col·locació en espina de peix que finalment es va desestimar.

Tot seguint es passa a fer el **doblat** després d'estendre una bona capa de morter sobre el senzillat. Aquesta segona rosca es fa girant la rajola 90° i a trencajunts. Si la primera tenia la testa perpendicular a l'arc, la segona la té paral·lela. L'operació es repeteix una tercera vegada i, de nou, girant la rajola que queda en la mateixa direcció que la primera. Les tres capes es deixen esglaonades perquè el següent arc, de tres rajoles d'amplada, se superposi perfectament. Feta tota la volta es procedeix a construir **envanets de sostremort** cada 60 cm per augmentar la seva rigidesa i alhora, facilitar la formació del soler horitzontal superior.

8



En la primera fotografia s'està enllardant una rajola manual. En la següent veiem la col·locació de la rajola amb la retirada del guix sobrant. Es tracta d'una operació que cal que sigui ràpida donat l'accelerat enduriment del guix. En aquesta mateixa fotografia podem veure el tram anteriorment amb les tres capes superposades i esglaonades. Operació que es repetirà en el tram que es comença a muntar. En la darrera fotografia podem veure la formació dels envanets de sostremort.



ENRIC DILMÉ
dr. arquitecte



9

Vista amb la meitat de la volta executada -13 m- amb el mestre d'obres Salvador Gomis al mig. En la seva construcció està previst emprar 21.000 rajoles a raó de 7.000 per cada capa. En la fotografia s'evidencia la lleugeresa d'aquesta estructura de 10 cm de gruix que té que suportar, a banda del seu propi pes, 400 Kg per m² de sobrecàrrega de neu.

Enric Dilmé

Maig 2017