

Le esperienze di seguito descritte riguardano la realizzazione di nove prototipi, progettati da chi scrive, sotto la supervisione scientifica del prof. Claudio D'Amato Guerrieri e la consulenza tecnica del *tailleur de pierre* Luc Tamborero, costruiti dal 2003 al 2009 all'interno di mostre, esposizioni e stage didattici:

1. *Trompe e anamorfofi*, Fondation de Coubertin, Saint-Rémy-lès-Chevreuse, Parigi, 2003;
2. *Escalier Ridolfi*, Marmomacc, Veronafiere, Verona, 2005;
3. *Portale Abeille*, X Biennale di architettura di Venezia, Venezia 2006;
4. *Obelisco Alexandros*, X Biennale di architettura di Venezia, Venezia 2006;
5. *Ponte Truchet*, Summer School, Universidad San Pablo CEU, Madrid, 2007;
6. *Sphera*, Marmomacc, Veronafiere, Verona, 2008;
7. *Superfici Lapidee*, Marmomacc, Veronafiere, Verona, 2008;
8. *Arco SNBR*, Stage Stereotomia, Brignoles, Toulon, 2009;
9. *Foglia*, Inaugurazione Domus Petrae, Imresa Leopizzi 1750, Parabita, Lecce, 2009.

In tutti i casi l'investigazione ha riguardato principalmente il rapporto stretto, insito nella costruzione lapidea, che lega la genesi della forma con la relativa performance strutturale approdando anche alla logica delle strutture miste pietra-acciaio, compressione-trazione, riferite alla più ampia ricerca sulla pietra armata, nel caso di: *Escalier Ridolfi*, *Obelisco Alexandros*, *Arco SNBR* e la *Foglia*. Ad ogni speculazione teorica sull'architettura deve necessariamente corrispondere una dimostrazione pratica: una costruzione che possa consentire la verifica dell'ipotesi concettuale.

Se è vero che la costruzione concettuale, sulla carta o attraverso la modellazione tridimensionale *infografica*, è la prima vera ragione del mestiere dell'architetto la costruzione reale ne rappresenta il completamento, l'appagamento totale. Il presente saggio vuole spingere la capacità progettuale di ogni allievo architetto ad approdare alla necessaria prassi costruttiva in cui il "prototipo" rappresentando l'anticipazione del "tipo" può, nella sua immediatezza sperimentale, ammettere la genialità rischiosa dell'intuizione e l'incognita del calcolo. Con questa premessa metodologica la Facoltà di Architettura del Politecnico di Bari ha promosso, sin dai primi anni della sua istituzione, una serie di ricerche sperimentali sull'aggiornamento morfologico-costruttivo dell'architettura in pietra

portante. I prototipi sperimentali hanno sempre riguardato singoli elementi architettonici, frammenti di studio che mirano alla ricomposizione dell'intero organismo architettonico, su cui è stato possibile ridurre e concentrare le verifiche ed i relativi test statici di controllo. Il filo conduttore che ha guidato la progettazione di tutti i prototipi si è basato sulla fondamentale dialettica di termini opposti *pesantezza vs leggerezza* che rappresenta da anni la cifra distintiva dell'intera nostra ricerca sull'architettura litica. *Pesantezza* relativa alla naturale composizione del materiale e *leggerezza* delle forme cui il progetto aspira, parafrasando in termini architettonici la famosa definizione che Charles Perrault dà alla stereotomia: *l'arte di servirsi del peso stesso della pietra per farla sostenere in alto dalla stessa forza che la farebbe cadere in basso* (“...de se servir de la pesanteur de la pierre contre elle-même et de la faire souvenir en l'air par le même poids qui fait tomber...”). La progettazione di un elemento stereotomico, aggiornato nella duplice istanza morfologica e strutturale, presuppone la conoscenza esatta del modello di partenza, estratto da trattato, di cui è possibile ri-formulare la proposizione progettuale.

Per questo motivo il presente scritto, collocandosi alla fine di un testo didattico sulla corretta progettazione degli elementi di base dell'architettura litica, auspica l'importante ri-generazione futura della costruzione in pietra portante.

5.2.1. Trompe e anamorfosi

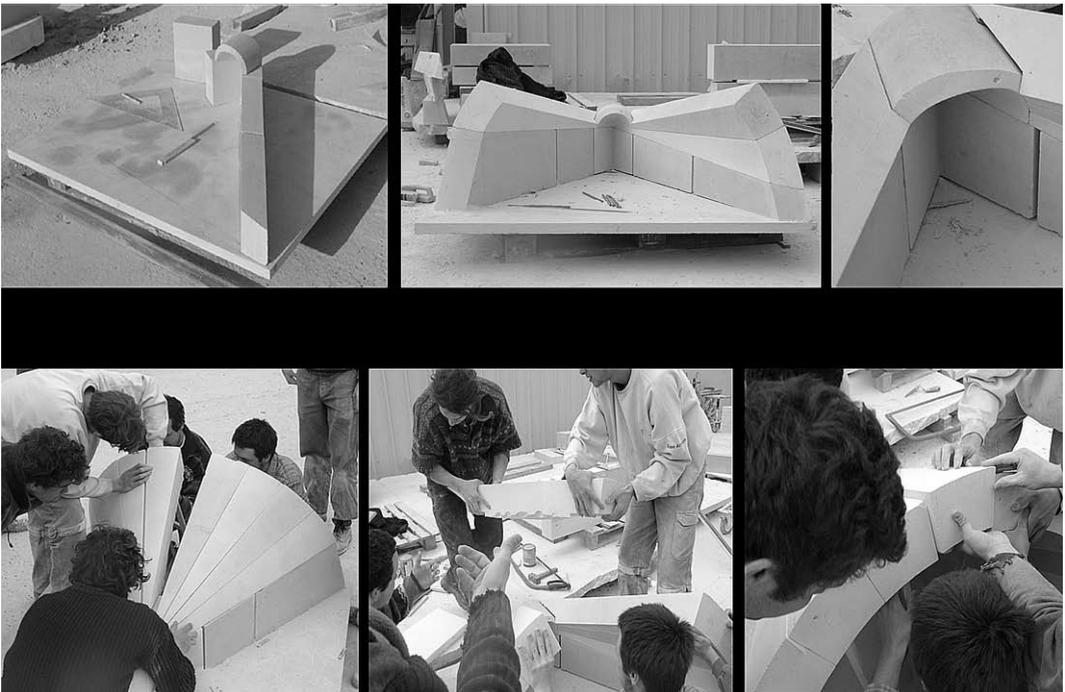
La *trompe* è una volta conica messa a punto dai maestri scarpellini, sin dal medioevo, al fine di consentire la realizzazione di strutture lapidee in aggetto (piccoli *cabinet*) o per consentire le transizioni degli spazi cupolati a pianta centrale dal quadrato all'ottagono al cerchio. Dal punto di vista geometrico e costruttivo non differiscono dalle volte strombate delle aperture in grossi spessori murari. La complessità dell'elemento architettonico varia al variare delle superfici conoidiche dell'intradosso della volta stessa, dalle curve direttrici e generatrici che ne definiscono la geometria. Nella fattispecie si tratta di una *trompe biaisée en talus rampante dans un encoignure surbiaise*, ovvero di una *trompe* obliqua sul piano orizzontale di proiezione ortogonale, in un muro a scarpa, rampante sul piano ortogonale al precedente, in un angolo rientrante e ribassata (l'arco sul piano verticale è ribassato). Più semplicemente: per la definizione geometrica intradossale-estradosale della volta si tratta di superfici coniche sghembe tagliate da piani non ortogonali. L'interesse è stato quello di costruire un virtuosismo stereotomico, con strumentazione *infografica* e manuale, legando le tecniche del taglio della pietra all'anamorfosi. L'idea, a tal fine, è stata quella di realizzare una incisione in altorilievo del blasone dell'*Ateliers Saint Jacques* nell'intradosso della volta conica della *trompe*. Il blasone è rappresentato dalla famosa conchiglia di San Giacomo. Tale incisione, al fine di un corretto inserimento sulla superficie conica intradosale della volta, è stata progettata per mezzo di un processo proiettivo in anamorfosi, per cui, ad una percezione visiva da un

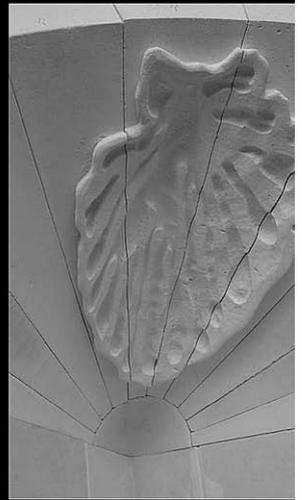
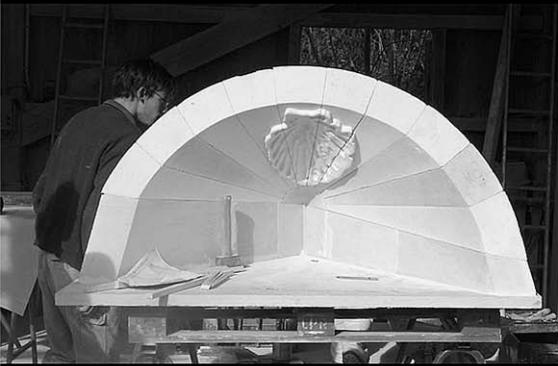
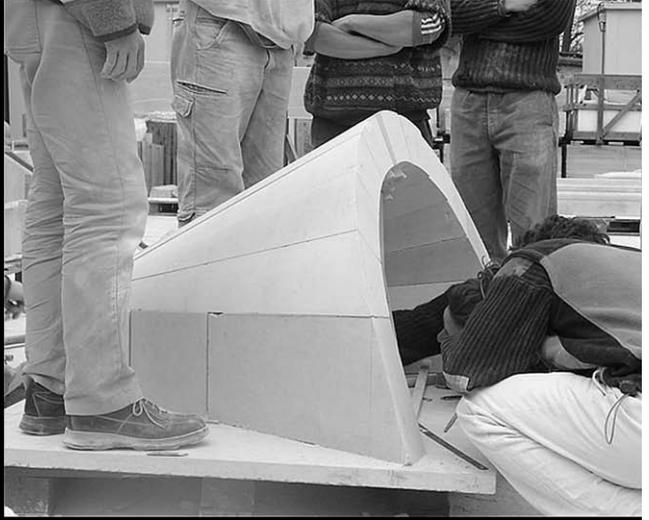
qualsiasi punto dello spazio, escludendo quello perfettamente frontale, corrisponde un apparato scultoreo deformato. L'altro punto di forte interesse è stato quello di dimostrare l'opportunità di lavorazione della scultura su porzioni intradosali distinte dei singoli conci che, a montaggio della volta ne restituiscono l'intero apparato. In sintesi, attraverso la modellazione *infografica* tridimensionale, è stato possibile spingere l'indagine su di un campo speculativo più alto:

- determinazione geometrica *anamorfotica* di una immagine e la sua realizzazione;
- scomposizione/composizione di una apparato scultoreo in altorilievo e la verifica di compatibilità del processo lavorativo.

La determinazione geometrica in anamorfosi della conchiglia è stata ottenuta mediante il processo di proiezione cilindrica sull'intradosso della volta, del profilo indeformato della stessa (conchiglia) appartenente ad un piano perpendicolare all'asse della superficie conica della volta. Tale proiezione con centro improprio può essere vista come l'intersezione del *cilindroide* con base il profilo della conchiglia con la superficie conica intradosale della *trompe*. La curva spaziale, risultato della intersezione, appartiene alla superficie conica che quindi in luogo della sua *sviluppatibilità* può essere ricondotta sul piano e può essere misurata nelle sue reali dimensioni. Ciò permette di poter riportare, sui cartoni intradosali dei conci della volta, le opportune porzioni del rilievo della conchiglia senza possibilità di errore.

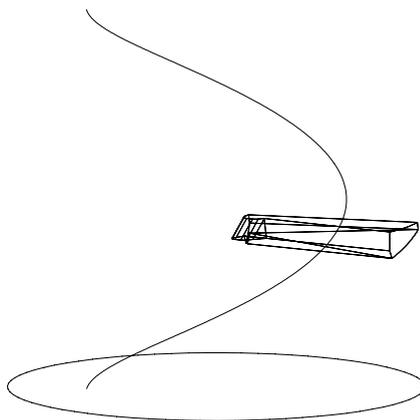
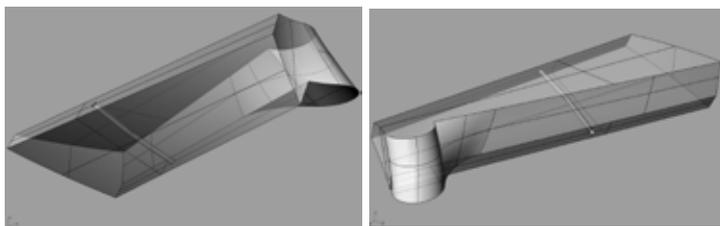
1, 2. *Trompe e anamorfosi*. Fasi costruttive
Ateliers Saint Jacques





5.2.2. Escalier Ridolfi

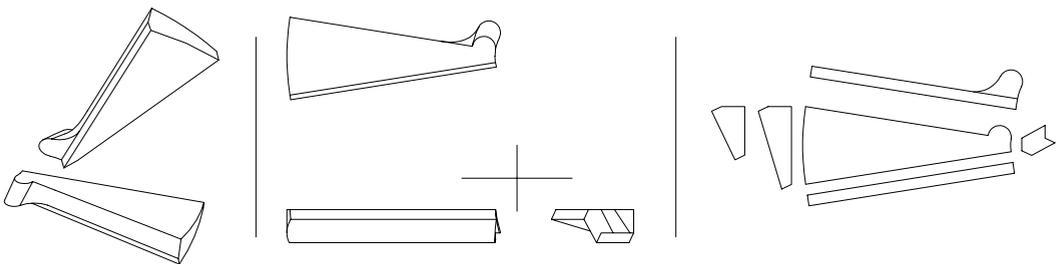
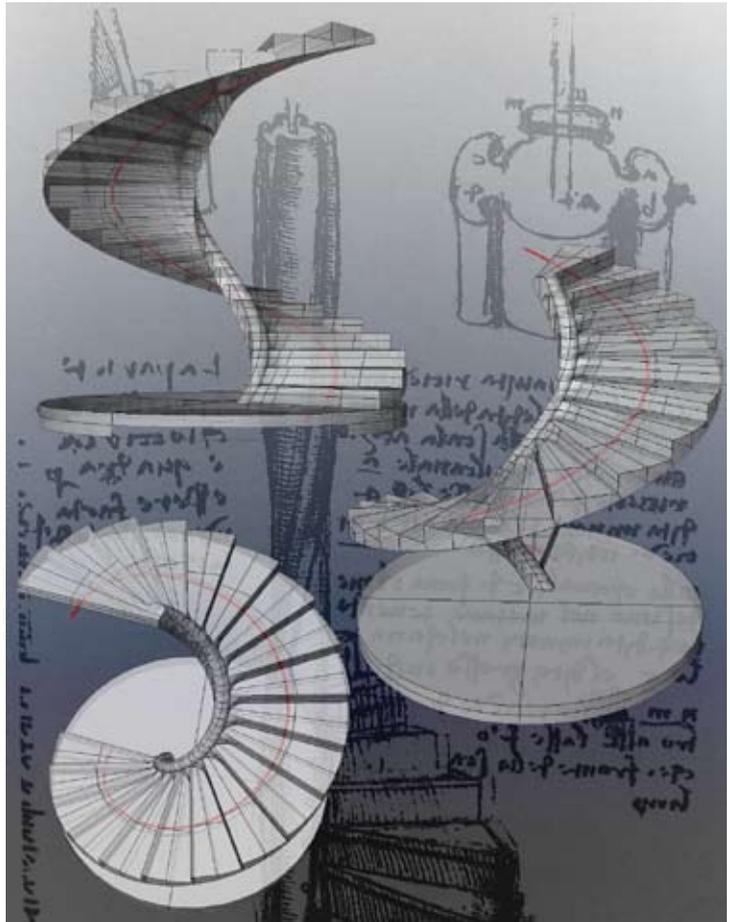
L'*Escalier Ridolfi* è il prototipo di una scala elicoidale in pietra portante precompressa che realizza il sogno di far "volare" la pietra. La legge geometrica che ha presieduto alla nascita della sua forma è individuabile nella tradizione delle scale elicoidali a pianta circolare del tipo a *Caracol de Mallorca*. La specificità di queste opere stereotomiche risiede nel principio che il singolo gradino - 'unità di base', opportunamente conformato, viene reiterato polarmente per costruire l'intera scala. Questa, a montaggio avvenuto, risulterà perfettamente rispondente ai criteri di unità geometrica propri della stereotomia, grazie alla perfetta continuità e aderenza delle superfici, principalmente intradossali, che definiscono i singoli gradini. In particolare la scala realizza una 'volta' elicoidale spingente, definita da più parametri, di natura statico-geometrica, che condizionano le superfici di involuppo del sistema gradino-rampa. L'ipotesi statica alla base della progettazione della scala, consiste nell'assenza mutua, sia delle murature d'ambito (per il contenimento delle forze orizzontali), che del nucleo portante centrale (per lo scarico verticale dei pesi) e nell'inserimento di armature interne alla massa lapidea (trazione dei cavi e compressione della 'volta') che assicurano l'equilibrio globale dell'opera. L'interesse della ricerca è stata quella di progettare e calcolare una struttura lapidea, composta da elementi discontinui, sottoposta a precompressione attraverso la post-tensione di un cavo di acciaio armonico ad andamento elicoidale. La presollecitazione della struttura, rispetto alla prassi strutturale, non è stata compiuta nel piano bensì nello spazio aumentando notevolmente la difficoltà del calcolo.



3. *Escalier Ridolfi*, Verona, Marmomacc
La geometria del gradino e l'andamento
elicoidale a pianta circolare

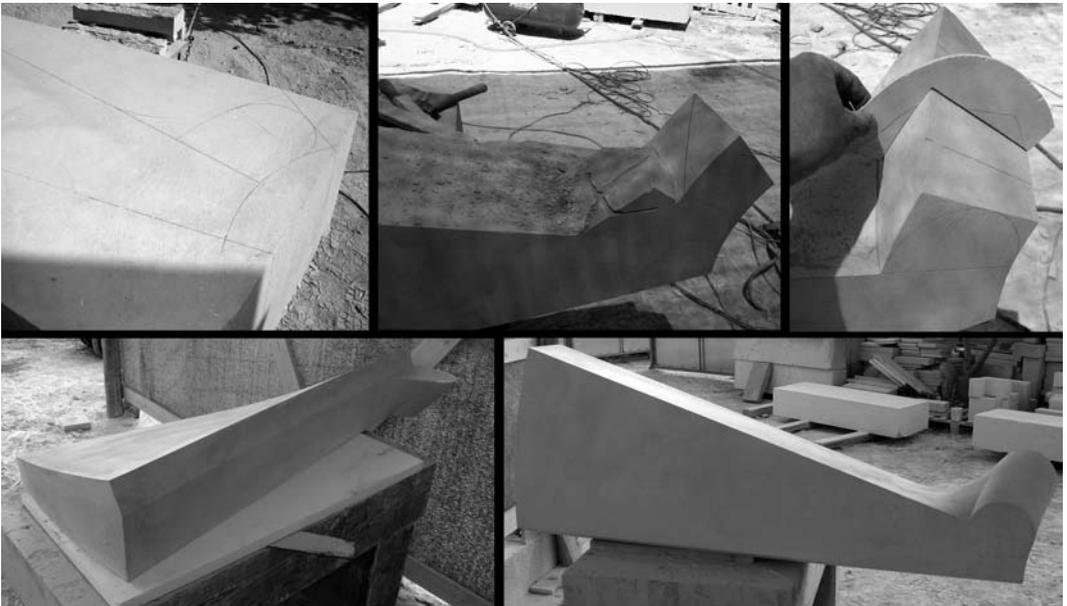
4. Una pagina dal *Codex Arundel* di Leonardo da Vinci (f.264) e il principio di pre-sollecitazione con cavi di acciaio

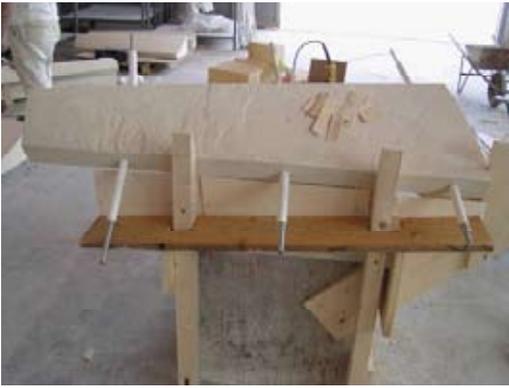
5. Viste assonometriche, proiezioni ortogonali e sviluppo del gradino tipo



6. Realizzazione del modello infografico

7. Tracciamento del contorno del gradino su un blocco lapideo di pietra leccese di dimensioni 155 x 55 x 27 cm, approssimazione dell'ingombro, taglio del rettangolo elicoidale, gradino compiuto





8. Il gradino armato, le fasi di montaggio e l'opera compiuta

5.2.3. Portale Abeille

Il *Portale Abeille* è una volta a botte che in virtù della sua complessa apparecchiatura lapidea trasferisce le pressioni in due direzioni: lungo la curva dell'arco e perpendicolarmente ad esso. Tale variazione del comportamento statico canonico della volta a botte è stato possibile grazie all'utilizzo di una specifica apparecchiatura brevettata per la realizzazione di solai piani lapidei.

Il sistema stereotomico noto col termine di *voute plate* rappresenta una delle più interessanti speculazioni tecnico-stilistiche dell'arte del taglio delle pietre applicate alla costruzione edilizia, che ha trovato nella storia rarissime realizzazioni. La *volta piana* rappresenta un ossimoro che coniuga due termini geometricamente contraddittori: la *volta* che per sua definizione è una superficie tridimensionale e il *piano* ovvero una superficie a due dimensioni. Il problema storico posto dalla speculazione stereotomica è quello di trovare una soluzione costruttiva per coprire un vano con un sistema voltato spingente molto ribassato: di freccia pari a zero. Il principio statico alla base di questo sistema coprente presuppone che il percorso dei carichi sovrastanti la struttura si direzioni dalla verticale all'orizzontale, attraverso l'opportuna ammortatura dei singoli ed identici conci della volta interamente compressa. Il primo brevetto che contempla una siffatta soluzione costruttiva nasce da un'invenzione dell'ingegnere francese d'origine marsigliese: Joseph Abeille (1669-1752). Il brevetto viene pubblicato nel 1699 in *Machines et inventions approuvées par l'Académie Royale des Sciences*. Il concio-tipo, reiterato serialmente per la realizzazione di questa volta piana, è un poliedro che presenta le due sezioni assiali, a forma di trapezio isoscele, orientate in direzioni opposte. Il funzionamento statico di questa soluzione è quello di una piastra piana bidirezionale che lavora identicamente nelle due direzioni: in essa ogni concio sostiene ed è sostenuto in maniera che la volta entra in funzione esclusivamente a montaggio completo. La suddetta volta presenta due superfici visibili a montaggio avvenuto: una maglia quadrata omogenea e continua all'estradosso, e l'altra che richiama l'interessante motivo dell'intreccio tessile con fori piramidali all'intradosso.

La sperimentazione condotta per la realizzazione del *Portale Abeille* si è basata sull'utilizzo di software parametrico-variazionali topologici grazie ai quali è stato possibile sottoporre il brevetto della volta piana ad una deformazione per piegatura che, trasformando il piano in semicilindro, ha consentito di ottenere una nuova conformazione dei singoli blocchi lapidei. Per la trasformazione della volta piana in volta a botte si è proceduto all'individuazione di un campo di variabilità geometrico-formale della stessa, attraverso la definizione dei parametri di modificazione. Assegnare un'unica curvatura al sistema voltato significa ottenere due concio-tipo per la realizzazione di una volta a botte. Se i parametri di deformazione e curvatura aumentano aumenterà di conseguenza il numero di concio-tipo del nuovo sistema voltato.

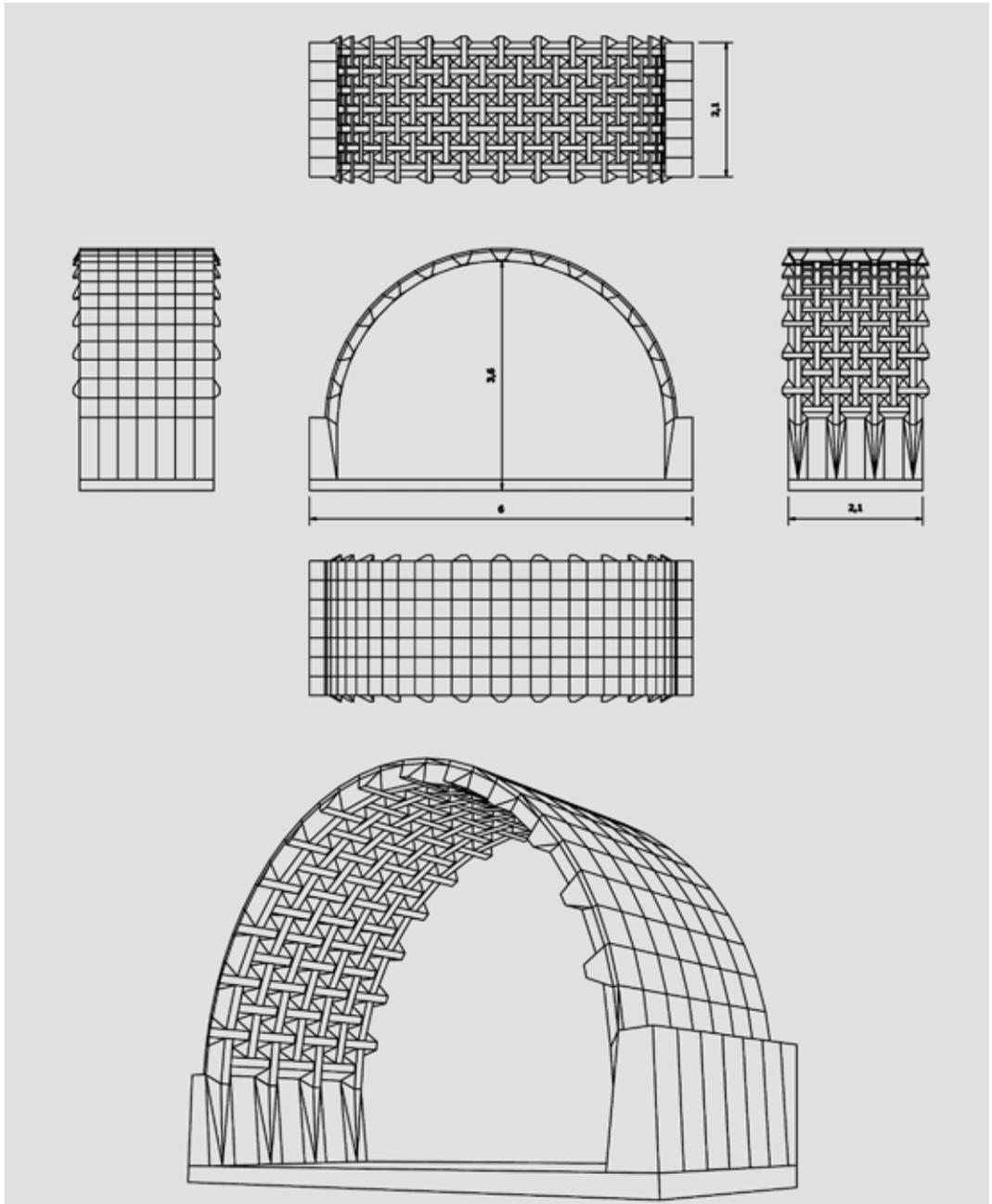
5.2.4. Obelisco Alexandros

Alexandros nasce dall'esigenza di realizzare un obelisco in un luogo in cui lo spazio per la movimentazione di un grande monolite risultava insufficiente: l'ingresso ai locali dell'Arsenale in occasione della decima Biennale di Architettura di Venezia. Si è pensato quindi, diversamente dalla logica costruttiva monolitica che caratterizza l'obelisco, di suddividere l'opera in altezza in grossi conci lapidei le cui facce di contatto sono state modellate con superfici spaziali complesse. La ricerca strutturale sui giunti di forma è stata la principale risposta alla necessità di movimento che una struttura snella naturalmente possiede. Dallo studio degli obelischi litici storici è possibile osservare che gli angoli sono i punti critici della struttura in cui si concentrano gli sforzi causando la rottura della pietra. I giunti messi a punto per *Alexandros* simulano la conformazione anatomica della rotula del ginocchio consentendo e assecondando il movimento dei blocchi senza rischio di rottura della pietra. Il giunto tra i blocchi, importante al pari della cartilagine, è stato realizzato in neoprene riprendendo la stessa configurazione spaziale della lavorazione delle facce di contatto dei maxi conci. Un cavo di acciaio armonico è stato inserito all'interno dell'asse verticale dell'obelisco per la precompressione dell'intera struttura. Il tiro del cavo sommato al peso di tutti i blocchi realizzati in pietra leccese ha equiparato lo stesso peso che l'opera avrebbe avuto se fosse stata realizzata in granito. L'ulteriore fenomeno di grande interesse dal punto di vista statico riguarda l'effetto "ventosa" che il giunto di forma innesca quando tra i conci si crea, per la perfetta lavorazione dei conci, il vuoto pneumatico che "incolla" i blocchi evitando teoricamente il cavo di presollecitazione della struttura. Questo prototipo può sicuramente rappresentare una soluzione di grande interesse per la progettazione di grandi pilastri o colonne lapidee per la nuova architettura in pietra da taglio.

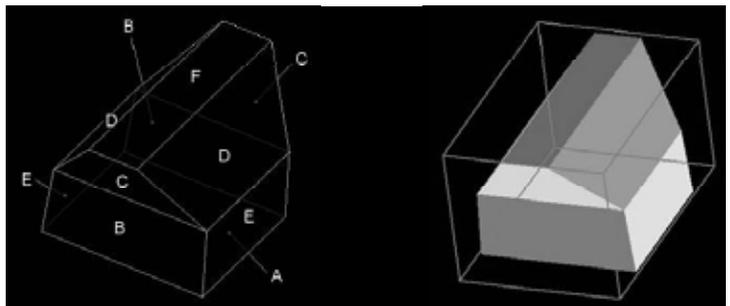
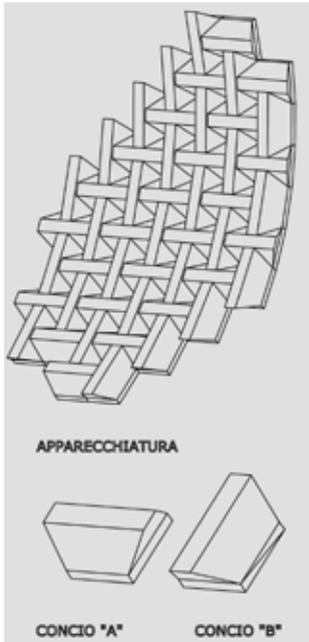


9., 10. Obelisco Alexandros e Portale Abeille, X Biennale di Architettura di Venezia, Sezione Città di Pietra, Sensi Contemporanei.





11. Progetto del portale Abeille

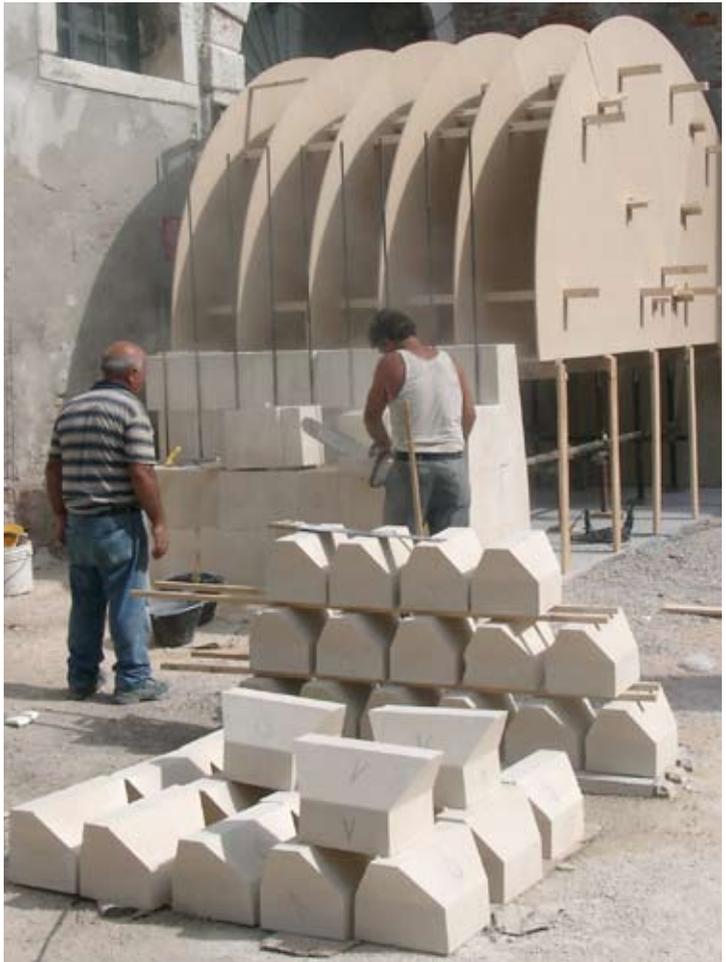


12. Progetto del portale *Abeille*

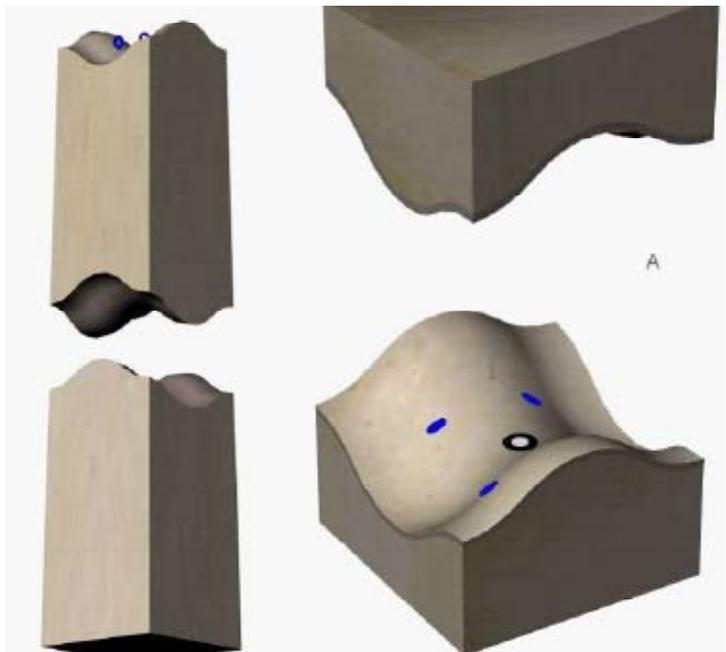
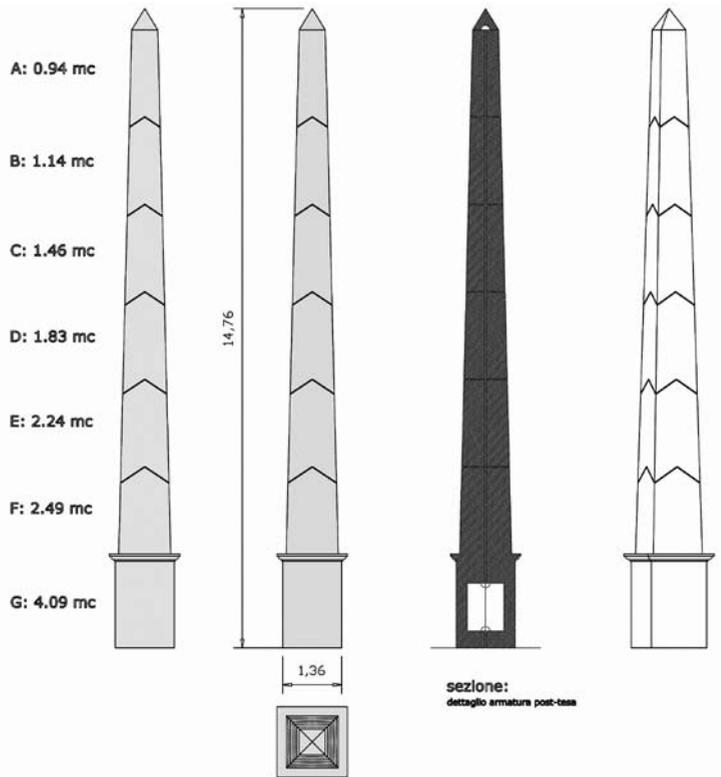
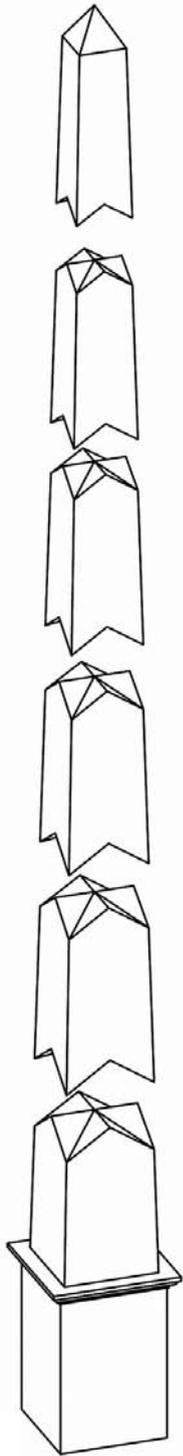
13. Sperimentazione sulla volta piana, *ilite d'Abau*, Lyon, Poliba-EAL, 2002

14. Conformazione di uno dei due conci tipo del portale

15. I conci del portale *Abeille*



16, 17. Costruzione del *portale Abeille*:
centina, montaggio delle spalle verticali
e montaggio del concio in chiave





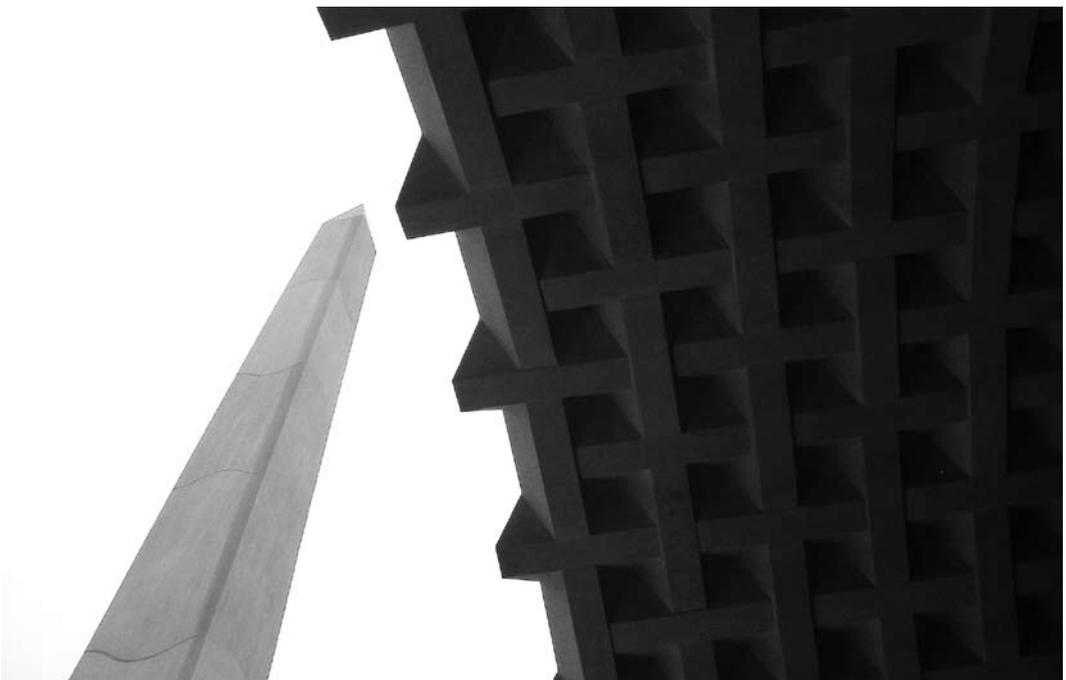
18. Progetto dell'*Obelisco Alexandros*:
esploso assonometrico

19. Progetto dell'*Obelisco Alexandros*:
disegni bidimensionali

20. Esploso con dettaglio delle superfici
spaziali complesse di contatto fra i
blocchi e del foro per il cavo di acciaio
armonico per la precompressione
dell'intera struttura

21, 22. Realizzazione dei maxi concii

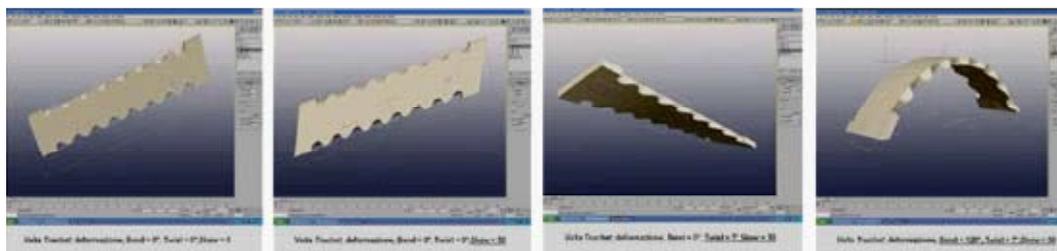
23, 24. Viste d'insieme delle due opere



5.2.5. Ponte Truchet

Il *Ponte Truchet* è una volta a botte obliqua apparecchiata con la particolare soluzione per la volta piana che il padre carmelitano Sebastien Truchet brevettò nel 1704 successivamente alla volta Abeille. Questo prototipo viene realizzato con le stesse tecniche di modellazione e variazione topologica usate per la progettazione del *Portale Abeille*. A differenza di questa i conci Truchet sono molto più complessi perché conformati con superfici curve. La logica riferita ai giunti di forma messi a punto per Alexandros sono stati coniugati alla logica del portale Abeille per la realizzazione del ponte *Truchet* a giacitura obliqua. Come è noto una volta a botte obliqua presenta il problema della “spinta nel vuoto” la cui soluzione ha spinto gli stereotomisti a cavallo tra XIX e XX secolo a studiare le apparecchiature ottimali per la risoluzione di tale criticità statica: apparecchiatura ortogonale e apparecchiatura elicoidale. Queste soluzioni rappresentano raffinatissime speculazioni geometrico-costruttive elaborate in un periodo in cui le strutture lapidee venivano puntualmente rimpiazzate dall'acciaio o dal calcestruzzo armato. Per poter passare dalla volta piana di Truchet alla volta a botte obliqua, apparecchiata con filari *ortogonali*, è stato sufficiente deformare più volte il sistema piano in maniera tale da ottenere un numero di conci tipo pari al 50% di tutti i blocchi costituenti l'intero sistema spingente. I blocchi sono stati realizzati con procedimenti CAD/CAM e macchine a controllo numerico non potendo la geometria dei blocchi essere trasferita allo scalpello per il taglio manuale. Per il montaggio, non potendo inserire verticalmente il filare di chiave della volta, si è dovuto dividere la centina in due parti sulle quali si sono posati i blocchi lapidei, quindi si è fatto traslare orizzontalmente una metà della centina sino a chiudere il sistema voltato. La chiusura “ermetica” di tutti i conci e la loro specifica conformazione spaziale rende questo prototipo ottimale per risolvere problemi relativi alla “spinta nel vuoto” della volta e alle sollecitazioni orizzontali essendo i giunti perfettamente ammortati mutuamente al pari di un ingranaggio meccanico.

25. *Ponte Truchet*. Summer School Madrid, Facoltà di Architettura S. Pablo CEU. Modello infografico





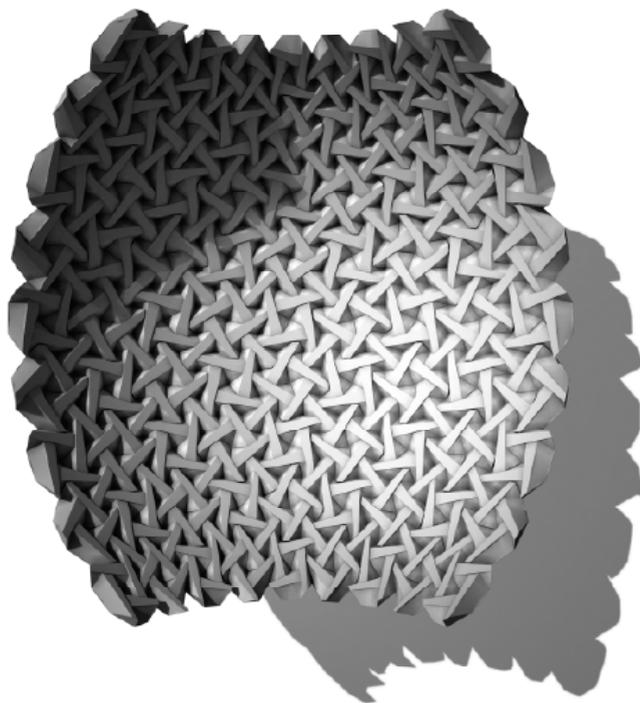
26, 27, 28, 29. *Ponte Truchet*. Summer School Madrid, Facoltà di Architettura S. Pablo CEU. Prototipazione dei conci, montaggio e opera compiuta



5.2.6. *Sphera*

L'interesse sulle possibili declinazioni formali del geniale brevetto di Abeille ha spinto la ricerca ad esaminare il rapporto: tra tipo di superficie del sistema voltato, tipo di apparecchiatura e numero minimo di conci-tipo impiegati per la tassellazione del relativo spazio.

La volontà di utilizzare pochi elementi geometrici per “riempire” lo spazio senza soluzioni di continuità rappresenta la risposta alla necessità di semplificare la duplice fase, costruttiva e di montaggio, di un qualsiasi sistema voltato. *Sphera* è il prototipo di una volta sferica, apparecchiata con uno stesso identico concio tratto dal brevetto Abeille, progettata in risposta alla massima semplificazione delle esigenze costruttive. La tassellazione di una superficie sferica con una sola forma geometrica, come è noto, non è possibile, si è pensato quindi di usare i necessari giunti tra i conci come “compensatori” delle irregolarità che consentono al blocco tipo di “chiudere” la superficie sferica: conci identici/giunti differenziati. Il compromesso geometrico che affida alla irregolare geometria dei giunti la perfetta apparecchiatura della volta sferica si rende possibile in quanto la particolare conformazione del concio Abeille, in virtù della sua articolazione e complessità, “maschera” la visione diretta di ogni superficie di contatto fra i blocchi. Questo prototipo, investigando sui problemi geometrici relativi alla tassellazione delle superfici spaziali, rappresenta una concreta risposta alle esigenze produttive e di cantiere rendendo competitiva ed economica una volta sferica dal mirabile intradosso intrecciato.



30. *Sphera*, Verona, Marmomacc. Modello infografico. Sperimentazione condotta in collaborazione con SNBR.



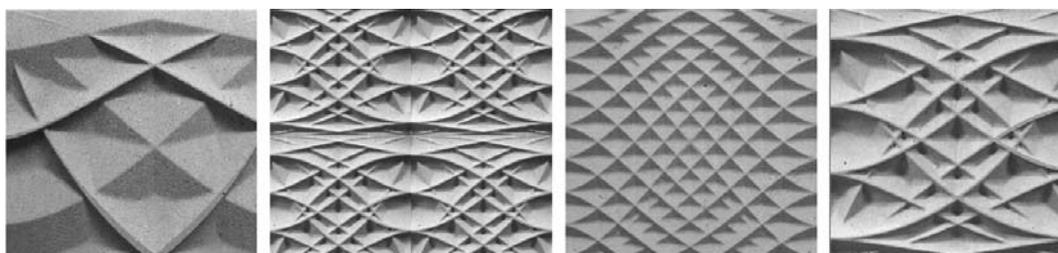
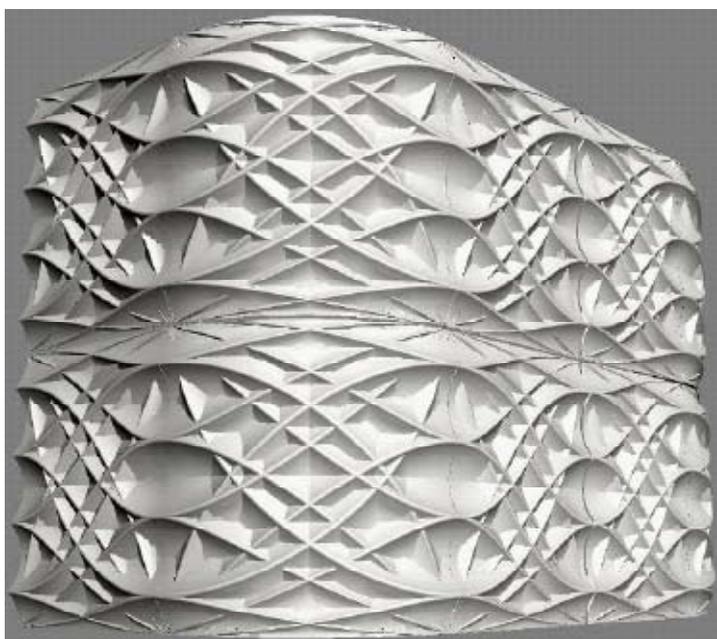
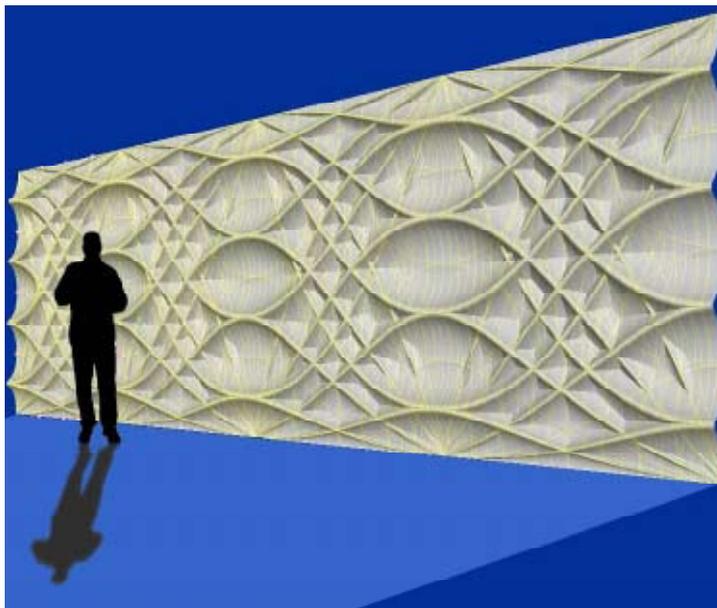
31. *Sphera*, Verona, Marmomacc.
Realizzazione



5.2.7. *Superfici Lapidee*

I marmi e le pietre ornamentali hanno da sempre risposto alla necessità di decorare ambienti interni o interi monumenti. La qualità portante di un materiale lapideo viene associato a pietre meno pregiate, nascoste nella massa muraria, spesso rivestite da intonaco, ceramiche o marmi. L'idea alla base della realizzazione di *Superfici Lapidee* è quella di dare qualità estetica alla facies esterna, a facciavista, della pietra portante: pietre calcaree da costruzione. Si è pensato, quindi, di re-interpretare l'antica tecnica ornamentale tipica dei marmi venati, chiamata "specchiatura" o "macchia aperta", per cui la lastra diventa un pattern da comporre secondo le simmetrie della venatura in maniera da formare disegni geometrici (rombi o quadrati) "aprendo" la "macchia" (vena del marmo, giacitura della stratificazione geologica) alla vista. La possibilità offerta dagli odierni modellatori infografici parametrico-variazionali di superfici nurbs ci ha consentito di costruire, per mezzo di macchine a controllo numerico, le "venature" a rilievo sul blocco lapideo omogeneo. La venatura plastica, creata attraverso lo scavo in pochi centimetri della superficie a vista del blocco portante, restituisce all'intera muratura una grande qualità estetica grazie alla "scrittura" chiaroscurale della parete al sole. Il linguaggio utilizzato parla dei mezzi contemporanei legati alla scrittura *info-grafica* tridimensionale e alla generazione automatizzata di forme e geometrie complesse. Sono state individuate le matrici minime (pattern), sul piano o su superfici spaziali, capaci di ricomporre all'infinito il mosaico decorativo attraverso le loro rotazioni e specchiature. Questi prototipi sono stati concepiti in maniera tale da associare alle qualità portanti della pietra calcarea anche l'istanza estetica cercando di aprire nuove logiche di mercato per un materiale costruttivo dalle applicazioni storicamente limitate.

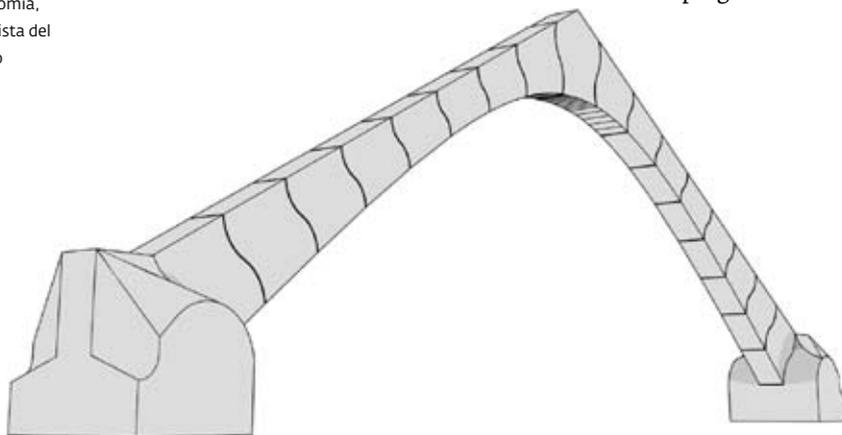
32. *Superfici Lapidée*, Verona, Marmomacc.
Modelli infografici e realizzazioni.
Sperimentazione condotta in
collaborazione con SNBR.

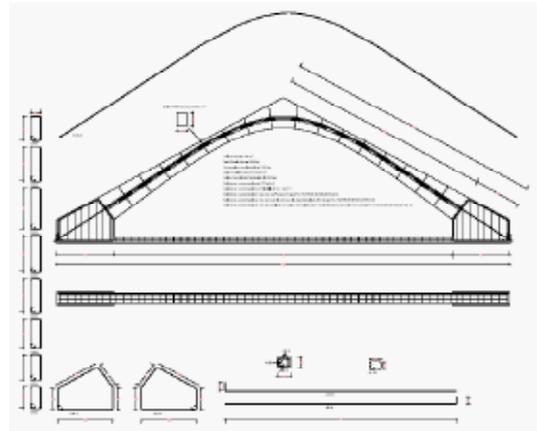
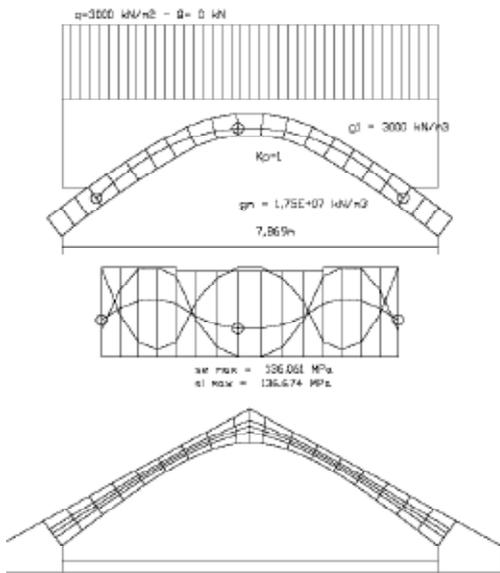


5.2.8. Arco SNBR

L'Arco SNBR deve il suo nome alla società francese (Société Nouvelle Batimant Regional), specializzata in lavori di restauro e lavorazione lapidea a controllo numerico computerizzato, che ha commissionato, per la realizzazione della nuova sede sociale, il progetto di un edificio HQE (Alta Qualità Ambientale) in pietra e legno. Alla base del progetto l'idea di creare una grande copertura, un tetto a due falde entro cui svolgere le attività lavorative, utilizzando l'antica logica degli archi-diaframma disposti su piani paralleli. La messa a punto progettuale dell'arco si è basata sulla ottimizzazione delle forme architettoniche al fine di minimizzare l'utilizzo della pietra per ovvi motivi di costi e pesi implicati nel progetto. L'arco è stato realizzato in pietra calcarea proveniente dalle cave provenzali, ha una luce di circa 20 metri, presenta la linea d'intradosso parabolica e quella d'estradosso rettilinea, e ha i giunti curvilinei secondo sinusoidi. La curva d'intradosso parabolica "asseconda" la curva catenaria delle pressioni cui l'arco è sottoposto, sulle linee rettilinee (a doppia pendenza) dell'estradosso si è pensato di appoggiare direttamente la carpenteria lignea del tetto, e infine la modellazione curvilinea dei giunti di contatto tra i conci aumenta la superficie di attrito tra questi eliminando la presenza di spigoli critici di possibile fatturazione della pietra. L'arco viene ripetuto longitudinalmente, parallelamente a se stesso, con interasse pari a 4 mt e reiterato quattro volte per coprire una superficie al suolo di circa 300mq. La carpenteria lignea, opportunamente controventata, assicura l'intera staticità dell'edificio. Il singolo arco può assumere la composizione polare per dar vita ad edifici a pianta centrale in cui diventa importante studiare i nodi di intersezione tra gli archi. Al fine di proporre il progetto in zone a rischio sismico si è operato il test di resistenza statico-cinematica su di un arco armato precompresso attraverso la post-tensione di un cavo in acciaio armonico passante per la curva mediana della sezione dello stesso. La grande resistenza della struttura, a parità di massa volumetrica, rende questo prototipo interessante sia dal punto di vista strutturale che economico non rinunciando al grande valore estetico che la riduzione all'essenziale reca all'itero progetto.

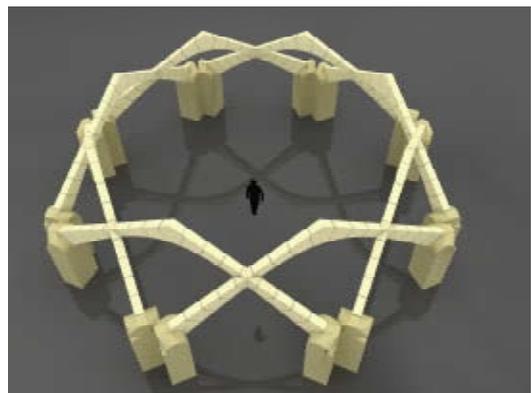
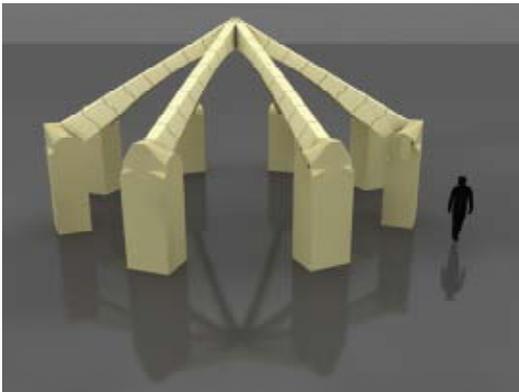
33. Arco SNBR, Stage stereotomia, Brignoles Toulon, Francia. Vista del modello infografico dell'arco





34. Arco SNBR, progetto esecutivo e analisi degli stati di sollecitazione

35. Arco SNBR, varianti compositive sul tema





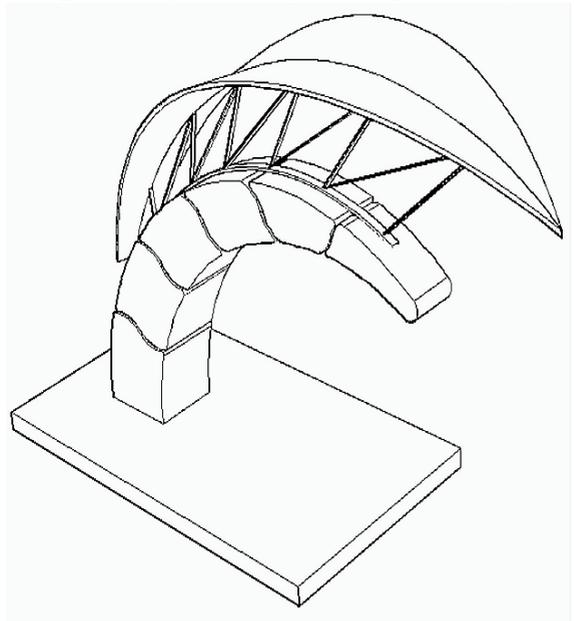
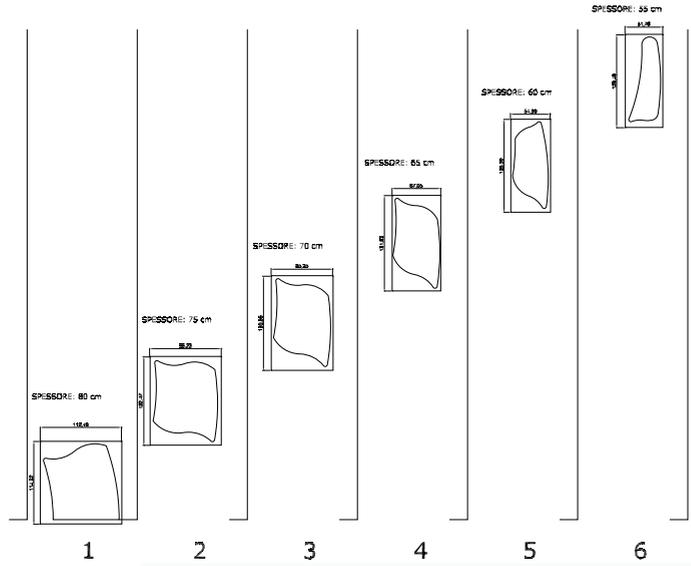
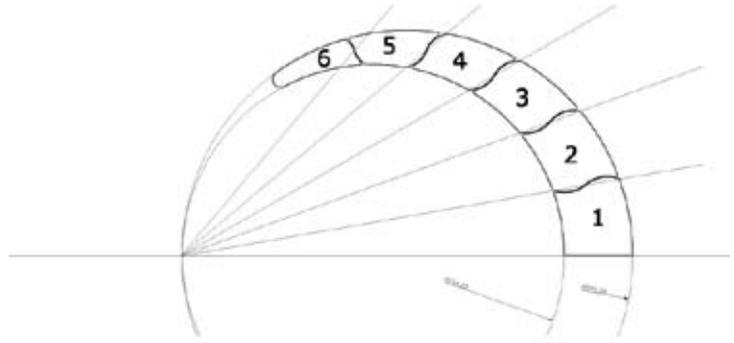
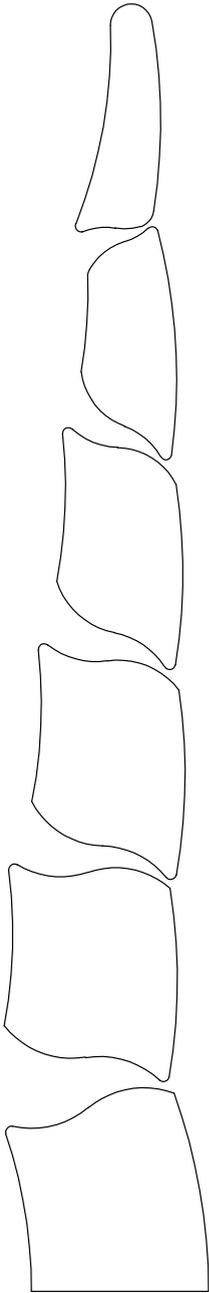


36, 37. Fasi dello stage: montaggio della centina lignea, lavorazione dei blocchi, carotaggio, montaggio, messa in trazione a 5 tonnellate, prova di carico a 4,2 tonnellate



5.2.9. Foglia

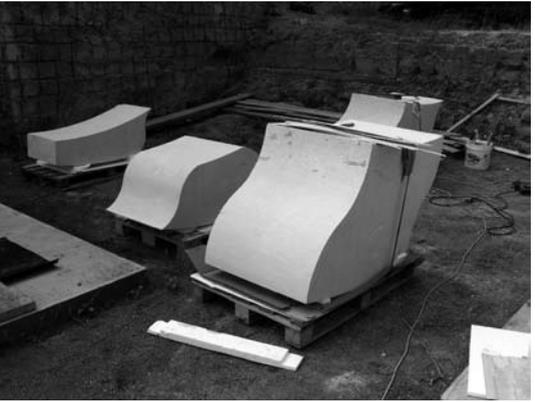
La Foglia è il prototipo di un grande oggetto litico per la creazione di pensiline o più in generale di strutture di copertura a sbalzo. L'idea è nata dall'osservazione di una *planche* del trattato del Reymann sulla tecnica di montaggio delle cupole senza l'utilizzo di centine attraverso l'utilizzo di contrappesi legati progressivamente alla calotta in costruzione. Il principio statico alla base di tale soluzione costruttiva si basa sul fatto che l'equilibrio di un arco non ancora completo si ottiene grazie alla introduzione di opportune forze esterne che si oppongono alla caduta dei gravi costituenti i conci della struttura. Se un arco viene concettualmente diviso in due parti affinché ci sia l'equilibrio di una sua parte è necessario opporre una forza, sulla sua chiave sospesa, pari alla metà della struttura mancante. Questa forza può realizzarsi introducendo, sull'estradosso del semi arco, un "guinzaglio" che lavora a trazione e che "blocca" la testa di chiave del semi arco assicurando la compressione dei conci. In tale maniera, paradossalmente, quanto più la struttura viene caricata in chiave tanto più viene assicurata la staticità dell'intero sistema portante. Il prototipo è stato progettato considerando il naturale movimento che la struttura comporta essendo costituita da elementi discreti tenuti assieme da un delicato gioco di equilibrio fra le masse. I giunti curvilinei dei conci lapidei, dotati di strati di neoprene, sono stati studiati in maniera tale da assecondare il movimento per dissipare l'energia dinamica cui la struttura è naturalmente sottoposta. Al fine di concretare l'idea di leggerezza, insita nel nome del prototipo, si è ipotizzato di far sopportare al semi arco il peso di una grande foglia metallica agganciata alla piastra metallica sull'estradosso dei conci per migliorare a performance statica dell'opera. L'oggetto della struttura litica raggiunge i 5 mt, 7 mt con la struttura metallica, i gravi sospesi sono di circa 4 tonnellate. La paradossale elasticità del prototipo ci consente di riflettere sulla possibilità di progettare in tal modo strutture antisismiche che col proprio movimento contrastano il movimento tellurico. Raddoppiando la struttura in sezione è possibile creare una campata-tipo da reiterare serialmente per la costruzione di spazi coperti conclusi.



38. *Foglia*, Domus Petrae, Leopizzi 1750, Parabita, Lecce. Geometria dell'arco sospeso

39, 40. Sviluppo dei conci, dimensioni dei blocchi parallelepipedi di partenza

41. Vista del modello



42. Lavorazione dei blocchi, predisposizione della centina, montaggio dei conci e della copertura superiore

