

# Post-digital stone industry

Design litico per il sistema produttivo lapideo avanzato

**Veronica Dal Buono** Università di Ferrara, Dipartimento di Architettura  
*veronica.dalbuono@unife.it*

**Raffaello Galiotto** Università di Ferrara, Dipartimento di Architettura  
*raffaello.galiotto@unife.it*

La rivoluzione digitale ha raggiunto, simmetricamente agli altri comparti di produzione e trasformazione dei materiali, il settore di trasformazione industriale dei lapidei. Si analizzano le potenzialità apertesesi per il progetto di design litico, attraverso il risultato di alcune esperienze innovative svolte mediante l'utilizzo di processi configurativi parametrici. L'integrazione tra le macchine e utensili a controllo numerico, i sistemi digitali e creativi di progettazione, unitamente alla completa automazione della produzione, cambiano radicalmente le relazioni fra i diversi protagonisti del sistema industriale dei lapidei nonché il ruolo del designer come mediatore tra le varie fasi del processo.

*Design litico, Design parametrico, Processo digitale, Digital fabrication, Filiera produttiva*

Symmetrically to the other areas of production and transformation of materials, the digital revolution has reached the transformation industry of stone. We analyse the new potentials opened for the stone design project, results of some innovative experiences carried out using parametrical processes. The integration between machines and numerical control tools, in addition to advanced and creative design systems and the complete automation of production, radically change the relationships between the various protagonists of the stone industry and the role of the designer as a mediator between the various stages of the process.

*Stone design, Parametric design, Digital process, Digital fabrication, Manufacturing industry*

### **La pietra “digitale”. Antefatti**

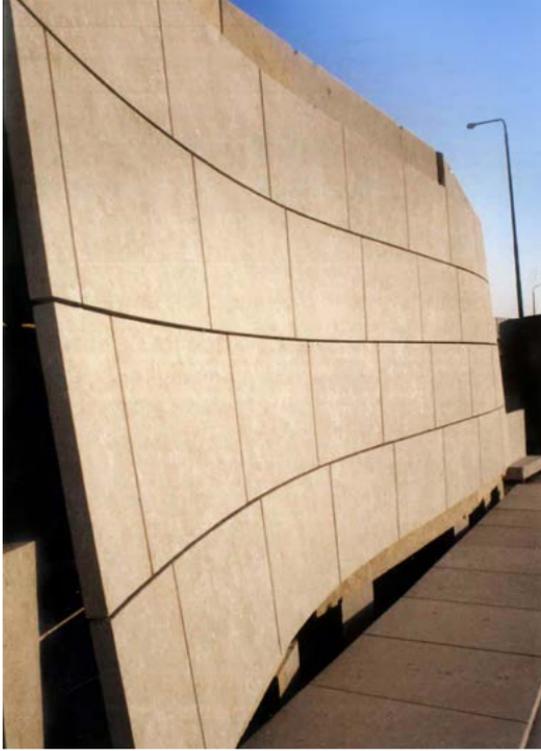
Nell'autunno del 1992 il padiglione degli Stati Uniti d'America alla Biennale di Venezia è affollato di visitatori attratti dall'esposizione dedicata alle ricerche di Frank O. Gehry per il Walt Disney Concert Hall di Los Angeles. Vi sono esposti modelli tridimensionali, provenienti dallo studio di Santa Monica, dove ritagli di leggera carta bianca (congiunti con lo scotch) danno forma a grandi superfici dalle curve flessuose, interessando lo spettatore alla complessità realizzativa di un grande edificio che ne riproduca le flessuosità. Oltre ai carta-modelli spicca fisicamente in mostra un mock-up in Pietra Gialla di Vicenza, prototipo al vero (4.5x9 m) di una porzione architettonica delle grandi pareti dell'edificio [fig. 01]. La struttura è composta da lastre in pietra, con geometrie a doppia curvatura, giuntate e fissate a una struttura in acciaio. La sinuosa continuità parietale che i visitatori possono testare con mano è a dimostrazione della fattibilità del processo progettuale-costruttivo (Giovannini, 1992; Kolarevic, 2003, p. 35).

Lo stupore cresce a scoprire che i blocchi in pietra sono stati modellati e formalizzati – in pochi giorni – da macchine automatiche, seguendo specifiche dimensionali dettate da un programma per computer di ingegneria aereaospaziale. Il trasferimento tecnologico da un settore industriale così fortemente avanzato e ingegnerizzato – secondo le parole di Gehry – avvicinerà, salderà coerentemente fra loro, varie fasi: ideazione, progetto, produzione e costruzione (Giovannini, 1992) [1].

CATIA, il software adottato per risolvere i “desiderata” formal-costruttivi di Gehry [2] – le grandi curve, cifra linguistica della ricerca architettonica del maestro americano – non rappresenta solo uno strumento digitale per la restituzione tridimensionale del progetto, quanto un veicolo di “prefigurazione” dell'intero iter processuale che consente di tradurre i prototipi materici – i plastici di studio – in modelli matematici ad approccio “parametrico”.

L'iter è ibrido: il programma “cattura” le superfici, le converte in un iniziale modello digitale – preliminare alla realizzazione di un più evoluto modello fisico – per raggiungere (a stadi progressivi di modellazione materica e al computer) il prototipo tridimensionale digitale definitivo. I parametri in codice informatico in esso racchiusi consentiranno, poi, all'informazione geometrica di trasformarsi in dato produttivo, realizzativo, costruttivo [3].

Benché il Walt Disney Concert Hall sarà realizzato – alla fine – in acciaio [4], le sperimentazioni avviate sulla pietra naturale in tale occasione rappresentano una delle prime applicazioni di tecnologie digitali parametriche ad artefatti in pietra. Tali esperienze, svolte in contesto produttivo



Mock-up per il Walt Disney Concert Hall, realizzato in Pietra gialla di Vicenza da Laboratorio Morseletto, 1992. © Morseletto

Parlamento di Malta, vista di dettaglio della facciata. Renzo Piano Building Workshop con CFF Filiberti (2009-2015). © RPBW

italiano [5], sono risultate fondamentali per la successiva costruzione del notissimo museo di Bilbao (1997), dove i volumi basamentali sono realizzati utilizzando elementi a spessore di pietra arenaria configurati mediante l'uso di macchine a controllo numerico [6].

All'interno dello studio del designer-architetto californiano strumenti e procedure avanzate di modellazione digitale sono condivise in forma di network da una squadra di progettisti – ideatori, sviluppatori, partner produttori – la cui essenza collaborativa è stata descritta come «pratica fluida» (Lindsey, 2002, p. 91) per l'interazione autocorrettiva continua che si genera tra visione ideativa, modelli fisici, dati digitali, elementi e sistemi costruttivi, sino alla fase di messa in opera. Oggi potremmo, a tutti gli effetti, considerare tale modello come anticipazione in nuce della processualità tipica della quarta rivoluzione industriale.

### **Design litico tra digitale e parametrico**

L'apporto del digitale al design litico ha seguito una via del tutto peculiare rispetto a quella degli altri materiali (quali i metalli, il vetro, il legno, le plastiche), sia per la matericità multiforme – “viva” e “ancestrale” – della pietra, sia per la vocazione trasformativa, dibattuta tra artigianalità manuale e tecnologie automatizzate, che ne ha lungamente condizionato il settore industriale (Pavan, 2017, p. 11).

Lo sviluppo di macchine a controllo numerico specifiche per l'industria litica (in particolare per le operazioni di taglio) messe a disposizione ed evolute nel tempo dal comparto dei produttori italiani, ha spinto fin da subito le aziende di trasformazione dei lapidei a dotarsi delle nuove tecnologie di lavorazione (CAM); tale disponibilità, coniugata all'accessibilità a strumenti di disegno automatico e modellazione tridimensionale da parte degli atelier di progettazione (CAD), ha innescato un dialogo operativo e di sperimentazione tra i progettisti e i produttori, aprendo a inedite prospettive di innovazione produttiva (trasformativa) nonché configurativa (espressiva) per il progetto digitale di artefatti in pietra.

Il comparto dell'industria lapidea, grazie agli stimoli degli stessi designer, ha potuto – negli ultimi decenni – guidare la produzione oltre la tradizionale e standardizzata bidimensionalità delle lastre piane, verso una inedita complessità di artefatti litici tridimensionali, sviluppando prodotti in pietra per i settori dell'interior design, dell'exhibit design, del design di prodotto che rispondono ampiamente ai linguaggi molteplici della contemporaneità e alle richieste di un mercato evoluto, esigente, rivolto sia verso prodotti di serie che verso oggetti personalizzati, unici e fortemente caratterizzati [7]. Rispetto a tale prima fase evolutiva – già stabilizzata e acquisita dal progetto litico digitale – più recentemente è da registrare una ulteriore innovazione legata alle potenzialità dell'*approccio parametrico* come iter di indirizzo del processo ideativo-produttivo.



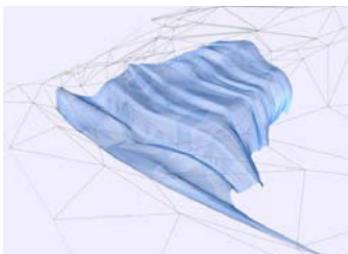
Il design parametrico, applicato al settore dei materiali litici, diviene volano per avvicinare la filiera trasformativa dei lapidei alla cosiddetta “rivoluzione industriale” di quarta generazione.

Il designer-progettista – mixando la conoscenza delle caratteristiche fisiche dei materiali lapidei, la padronanza degli strumenti parametrici di modellazione, nonché la funzionalità di macchine e utensili automatici che agiscono sulla materia – può svolgere un ruolo registico dell'intero processo, governando la fase concettuale di “configurazione-modellazione” della forma (il progetto) quanto l'intervento trasformativo-produttivo sulla materia, attraverso l'apporto e il controllo del modello parametrico.

La connessione innestata tra le fasi di progetto va inoltre a stimolare, a sollecitare, la messa a sistema dell'insieme di aziende che partecipano alla trasformazione della materia in prodotto, stimolando la condivisione di know-how tecnologici e di strumenti atti all'ottimizzazione della rete di produzione.

Il salto evolutivo, in direzione di un sistema industriale avanzato e interconnesso, è testimoniabile attraverso le caratteristiche di alcune opere di architettura che segnano significativamente il percorso di ingresso del parametrico nel design litico.

Antesignana è l'opera di Renzo Piano (1991-2004) per il Santuario di Padre Pio (Acocella, 2004, pp. 356-371), nella quale sono testate tecnicamente e configurativamente le caratteristiche fisico-prestazionali di uno specifico litotipo, il Bronzetto di Apricena, in una imponente struttura composta da 22 arcate autoportanti. La realizzazione è resa possibile dal connubio tra il taglio controllo numerico dei blocchi (CNC) e il calcolo strutturale (CAM), verificando per ogni singolo elemento in pietra le prestazioni a pre-



03

03

Modello virtuale, modello parametrico e mock-up per The Cave/La Grotta, Christian Pongratz con Fratelli Testi Group (2002)



04

compressione, nella sinergia con i cavi d'acciaio in essi alloggiati. Il virtuosismo figurale dell'opera è stato occasione per concretizzare un sistema di componenti in pietra unici, non standardizzati, applicati a una configurazione formale di grande sfida.

Significativa, sempre dello Studio Piano, l'interpretazione del tema murario per il Parlamento di Malta. L'opera, conclusa nel 2015, presenta una facciata ingegnerizzata in conci lapidei (estratti in cave della stessa isola), realizzati secondo un disegno vibrante dalla espressività generativa «come un masso eroso dal vento» (Pavan, Bertolazzi, 2015). Agli elementi in pietra a spessore sono affidate funzioni che superano il concetto di finitura architettonica in quanto coinvolti nella modulazione della luce e nel controllo climatico. L'abaco delle geometrie fortemente tridimensionalizzate dei singoli elementi – variegato, diversificato, realizzato secondo disegno “parametrico” – oltre ai dati geometrico-dimensionali include le informazioni di performance climatica come l'incisività e direzionalità dei raggi del sole [fig. 02].

Il progetto della facciata, inclusa la modellazione a controllo numerico degli elementi a spessore, è stata condotta dallo studio genovese in stretto dialogo con l'industria italiana che ne ha curato l'ingegnerizzazione, specializzata in trasformazione di materiali lapidei, chiamata, grazie al progetto, ad inserirsi in un sistema produttivo di nuova generazione [8].

04  
Taglio a water-jet  
a 5 assi per Agave.  
R. Galiotto, 2016



05a



Diverse sono le sedi di ricerca accademica (ETH Zurich; NYIT New York; ETSAM, Madrid; MIT, Boston; TDU, Dresda e altri) dove l'avanzamento d'indagine sulla pietra digital-parametrica è svolta in stretta collaborazione con aziende di trasformazione dei lapidei, in un mutuo scambio e svolgendo per queste ultime, da parte delle scuole di formazione, il ruolo di "motrici" all'innovazione.

In particolare l'aggiornamento morfologico-costruttivo della stereotomia in chiave digitale è il tema di ricerca sviluppato da Giuseppe Fallacara con il New Fundamentals Research Group, composto da architetti e accademici e affiliato al Politecnico di Bari. Partendo dallo studio delle tradizioni costruttive di area mediterranea e sviluppando, parallelamente, attività didattica e seminariale universitaria ed extra-universitaria secondo un metodo "learning by doing" (Fallacara, 2014, p. 67), le esplorazioni del gruppo di ricerca traducono l'attività scientifica in attività produttivo-costruttiva finalizzata alla realizzazione di artefatti litici strutturali dalle forti componenti ingegnerizzate (Fallacara, Barberio, 2016, p. 170), grazie alla collaborazione con

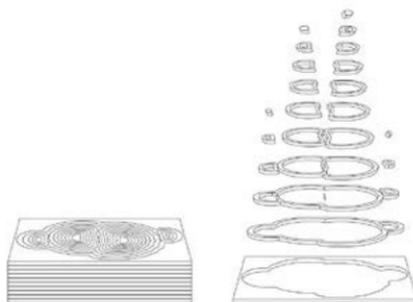
**05a-05b**

Agave. Vista di dettaglio e rappresentazione delle 10 lastre da 3 cm da cui è ricavato il modello.  
R. Galiotto, 2016

**06**

Torso, rappresentazione dei percorsi tortili alternati e vista della fresa a disco diamantato in lavorazione.  
Dettaglio del modello.  
R. Galiotto, 2016

05b



un network di imprese guidate alla scoperta delle potenzialità insite nei procedimenti CAD/CAM.

A voler documentare e indagare – nella trattazione che segue – la “rivoluzione parametrica”, anche alla scala del design litico sono individuabili esempi significativi di artefatti con elementi fortemente plastici, fuori dagli standard, in forme inconsuete e con prestazioni “programmabili”.

Fin dall'avvio del nuovo Millennio i progettisti Christian Pongratz e Maria Rita Perbellini hanno focalizzato l'attività di ricerca verso il progetto digitalizzato.

Nel 2002 prefigurano la riqualificazione di una cava dismessa, con l'innesto – nelle fratture del paesaggio – di complesse superfici ricurve in pietra naturale, disegnate attraverso un processo generativo per attribuire a esse un carattere di naturale verosimiglianza incentrato su curvature *free-form*.

L'uso di software parametrici – agli albori delle sperimentazioni in Italia applicate alla materia litica – ha consentito ai progettisti di testare la forma degli elementi in pietra, differenziandone i modelli nella configurazione plastica, nella flessuosità e prestazioni rispetto al sito. La collabora-

06



07a



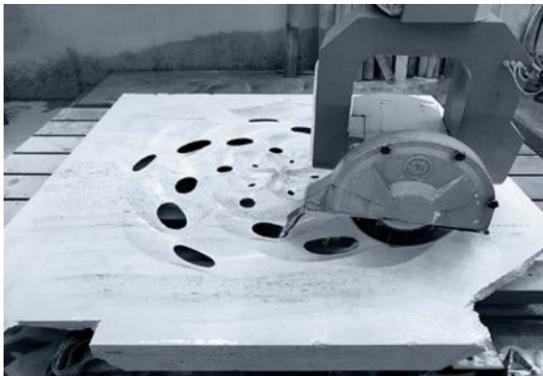
07a-07b

*Corolla*, vista di dettaglio, lavorazione a disco diamantato con inclinazione variabile, rappresentazione schematica. R. Galiotto, 2016

zione stretta tra design e sistema produttivo – definita dagli autori *file-to-factory* (Pongratz, 2009, p. 17) – ha permesso di realizzare per *The Cave/La Grotta* un mock-up in pietra naturale, prototipo esemplare di una delle superfici di intervento sulle pareti di cava [9].

Il progetto non troverà effettivo completamento, purtroppo la geometria “topologica” esplorata attraverso la pietra – modulata in curve e pieghe a più direzioni – ha consentito il trasferimento di una tecnologia CAM, precedentemente usata solo su materiali plastici, al settore della pietra naturale [fig. 03].

07b



Il modello realizzato per The Cave/La Grotta, certamente all'avanguardia quanto a cronologia di sperimentazione, porta già alla luce i “nodi” progettuali da risolvere al fine di raggiungere una processualità “fluida” di lavorazione della pietra guidata dal digitale che interconnetta in modo orizzontale progettisti, trasformatori dei litotipi e produttori di tecnologie meccaniche e informatiche. Le forme complesse del progetto sono state stimolo per le potenzialità inesprese delle macchine robotiche e degli utensili, nonché per il perfezionamento degli applicativi informatici a supporto delle lavorazioni sui lapidei [10].

### **Verso un sistema industriale avanzato**

Le esperienze indagate – pur presentando differenze e singolarità di metodo e processo – evidenziano alcuni aspetti comuni: la prefigurazione parametrizzata del progetto, l'indirizzo automatico delle lavorazioni sulla materia, un rinnovato ruolo del progettista-designer quale figura di mediazione tra idea, materia, produzione e costruzione. Questi fattori, nell'insieme, promuovono una stretta interazione tra i progettisti e i produttori di tecnologie, tra le tecnologie stesse e la materia, innovando il rapporto tra gli strumenti di lavorazione automatizzati e la natura tridimensionale della pietra.

In questa linea evolutiva si inserisce la decennale sperimentazione sul design litico promossa da Raffaello Galiotto, indirizzata a sostanziare – per passi successivi – linee nuove di ricerca dai forti accenti plastico-tridimensionali (Acocella, 2014, p. 20), dando vita a collezioni di artefatti indirizzati a valorizzate, insieme, le potenzialità trasformative delle tecnologie contemporanee e le vocazioni della pietra.

Orientando e modulando dispositivi automatici a impronta digitale in inediti tracciati di incisione e taglio, la ricerca sperimentale indaga ed evolve la variazione segnica di scritture tridimensionali incise sulle superfici, traduce nella pietra sinuosità plastiche generate con l'ausilio della rappresentazione computerizzata, configura sistemi assemblabili di elementi intagliati a forte spessore attraverso automatismi (Dal Buono, 2012).

Un avanzamento in direzione digitale sempre più spiccata, emerge nella ricerca sperimentale più recente (dal 2014 a oggi): artefatti visionari, concepiti come radicali dimostrazioni di un nuovo scenario possibile per il design litico e co-realizzati con un sistema produttivo industriale proiettato – attraverso questa esperienza – verso un modello di sviluppo innovativo [11].

L'avanzamento della ricerca, nel corso delle esplorazioni più recenti, mette in sinergia collaborativa un numero importante di imprese italiane del comparto lapideo, consideran-



08a

dole un “insieme”, un network sinergico proteso alla sfida della produzione litica “post-digitale” [12].

Le singole opere – presentate come collezioni in esposizioni dimostrative – sono concepite ciascuna come una “sfida”, per portare alla massima tensione l’espressione litica a mezzo delle tecnologie digitalizzate, massimizzandone – allo stesso tempo – i risultati in termini di know-how aziendale. Ciascuna sperimentazione rappresenta una soluzione limite che interroga le consolidate conoscenze della filiera produttiva, rilanciando, in particolare, l’estremità “mobile” delle macchine robotiche di nuova generazione – le strumentazioni di incisione – affinché realizzino un (apparente) “enigma realizzativo” su pietra.

08a-08b  
*Micete*,  
lavorazione  
con tecnologia  
ad arco a filo  
diamantato  
su braccio  
robotizzato  
e vista di  
dettaglio.

R. Galiotto, 2016

L'originalità e complessità plastica di ogni opera è retta da una costruzione matematica rigorosa che traduce in modello digitale le proporzioni di un'idea e la regola generativa ricercata nel patrimonio dei mondi naturali da cui il designer trae ispirazione: i regni animale, vegetale e minerale. Ciascun soggetto diviene un autentico banco di sperimentazione e "modello" per lo sviluppo e la congiunzione dei diversi "saperi industriali" della filiera litica: i cavatori, le aziende di trasformazione dei lapidei, le imprese produttrici di macchine robotiche e quelle produttrici di utensili, non ultime le *software house* specializzate nella formulazione di applicazioni parametriche.

Il progetto di ricerca guidato dall'innovazione digitale prevede che ogni opera – ogni singola sperimentazione – sia legata ad uno specifico litotipo, per essere poi eseguita produttivamente da una azienda di trasformazione ottimizzando le tecnologie di taglio e incisione – water jet, fresa a disco diamantato, taglio a filo – in sinergia con i costruttori dei macchinari e i programmatori dei software, spingendo il lavoro degli utensili su pietra oltre le consuetudini d'uso.

08b



I tracciati di lavorazione dettati alle macchine e da queste alla pietra, sono ogni volta diversi (obliqui, sovrapposti, incrociati, ondulatori, con inclinazioni multiple e orientamenti sottosquadro) secondo logiche definite su misura per ciascun artefatto e modalità operative svolte senza interruzioni del ciclo produttivo. Si è di fronte a tracciati complessi e inusitati, purtuttavia – con grande impegno da parte dei diversi attori del processo – diventano “possibili”, si materializzano: la sfida alla realizzabilità di inedite e complesse opere litiche comporta la necessità di conoscere la risposta fisica della materia (prerogativa dei cavaatori e delle aziende di trasformazione) e coordinare – in modo orizzontale – le macchine e gli utensili attraverso la guida dei software parametrici.

### **Gli utensili al centro della nuova “chirurgia” litica**

Nello svolgersi della ricerca sperimentale, il valore materiale della preziosa (e non rinnovabile) risorsa qual è la pietra, ha sollecitato l'attenzione ambientale, affinché le interfacce informatizzate dei macchinari e gli utensili mossi in modalità totalmente assistita, rispondessero, al contempo, all'imprescindibile interrogativo della riduzione degli scarti dei lapidei nelle fasi di lavorazione.

Le lavorazioni – orientate e indirizzate da una visione ideativa ben chiara e definita – attuano, a tal fine, una metamorfosi del ciclo produttivo: dall'intervento tradizionale sulla pietra di tipo sottrattivo (ovvero “a togliere” indiscriminatamente dal blocco, con conseguente notevole produzione di scarto), si passa a una pratica “chirurgica” che interviene sulla massa litica “per separazioni” o “sottrazioni selettive”, disgiungendo fra loro le parti in modo “indolore”, riducendo al minimo la frammentazione e polverizzazione

09

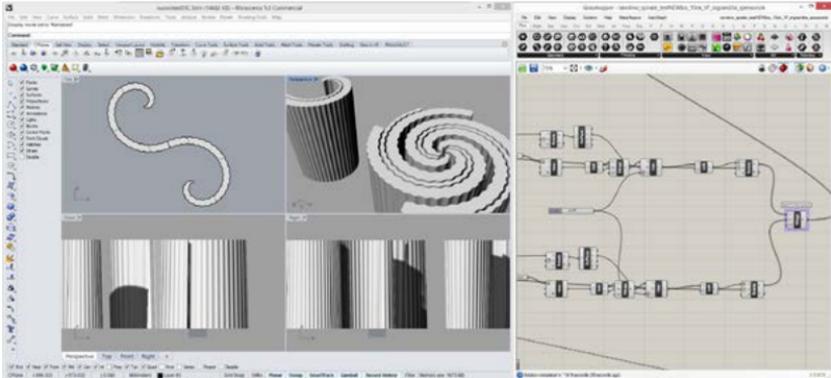


09

*Flexo*, base per tavolo a doppia spirale, prodotta con tagli a filo da un unico blocco, senza scarti.  
R. Galiotto, 2017

10

*Flexo*, base per tavolo a doppia spirale, prodotta con tagli a filo da un unico blocco, senza scarti.  
R. Galiotto, 2017



10

della materia in eccesso; in sintesi, ottimizzandone quantità impiegate e uso.

Quasi tutte le opere nascono da blocchi monolitici in pietra (o sommatoria di lastre) che per peso iniziale risultano di poco maggiori rispetto agli artefatti finali: lo scarto è minimo e appositamente programmato.

Tale risultato, non privo di conseguenze sul piano produttivo e linguistico-formale, è reso possibile dalla concezione parametrica del progetto. La prefigurazione “parametrica” consente di gestire e ottimizzare una forma tridimensionale complessa, attribuendo valori – parametri – modificabili in tempo reale, a dati del progetto pre-impostati.

Il sistema informatico di virtualizzazione, mettendo in vita una simulazione dinamica dell’oggetto progettato, alla variazione di un dato (geometrico, dimensionale, materico-fisico, prestazionale...), controlla in automatico l’intero artefatto generandone, simultaneamente, la sua potenziale metamorfosi e permettendo la simulazione e verifica delle fasi di produzione robotizzata.

Applicati al contesto lapideo, i software parametrici richiedono una specifica “scrittura” del codice. La ricerca aggancia, conseguentemente, nella filiera di progetto, le *software-house*, ponendole in dialogo con i marmisti affinché, insieme, mettano a punto interfacce flessibili al controllo e all’ottimale indirizzo degli utensili automatici sulla pietra [13].

Le “estremità modellanti” dei bracci robotizzati – dispositivi sempre più evoluti, versatili e ad alta precisione – lavorano la materia litica “senza fatica”, con costanza e continuità; tali utensili, a elevate prestazioni, portano a compimento con esattezza chirurgica tagli o cavità, finalizzano lavorazioni superficiali finissime (compresa la



11

lucidatura) senza l'intervento manuale (se non nell'impostazione di avvio macchina).

Prefigurare il lavoro che dovranno compiere gli utensili, spinti a raggiungere risultati inusitati, significa perfezionare la produzione delle macchine e degli utensili stessi; in sostanza rappresenta un rovesciamento importante della prospettiva progettuale e produttiva.

Rispetto alla processualità digitale che vede generare le configurazioni formali virtualizzando, traducendo al computer (con scanner tridimensionale), modelli fisici realizzati con materiali di studio e post-ponendo allo studio della forma il tema realizzativo (come nelle ricerche di Gehry), il processo progettuale parametrico pensato espressamente per la materia litica attraverso gli utensili impartisce, fin dalla fase del concept ideativo di base, le indicazioni esecutive tra i codici numerici del progetto.

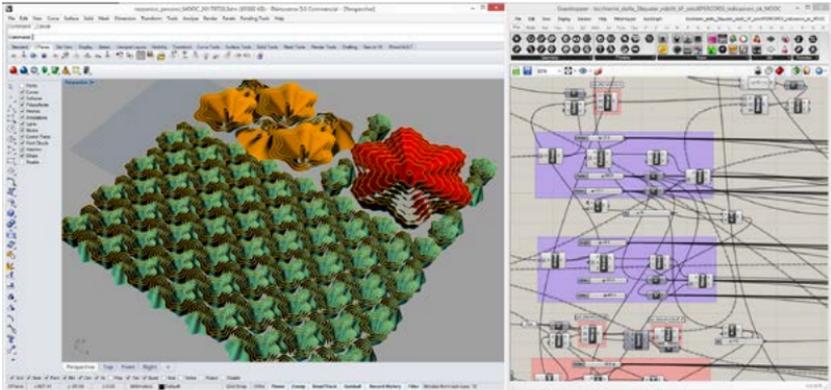
Il progetto-processo evolve, così, verso un sistema "di lavorazione su misura" per il settore di produzione dei lapidei, con un approccio completo, integrale, esteso al controllo dell'intero sistema di trasformazione dei litotipi.

11

Lampadario  
*Rezzonico*  
in marmo  
Palissandro.  
Misura 137 cm  
di diametro  
ed è ricavato  
da una lastra  
di 70x70x5 cm.  
R. Galiotto, 2017

12

Rappresentazione  
parametrica  
per il progetto  
e la realizzazione  
del lampadario  
*Rezzonico*.  
R. Galiotto, 2017



12

### Prospettive litico-digitali

Il progetto di design e la stessa produzione litica degli artefatti, nell'ultima esperienza di ricerca qui presentata, si presentano totalmente digitali e automatizzati. In tale scenario si concretizza una opportunità – una possibile via innovativa – per attualizzare, sviluppare e valorizzare le specificità del settore dei lapidei, al passo con le profonde trasformazioni tecnologiche in corso nell'industria contemporanea. Il design parametrico, in tal quadro, si impone come processo appropriato per sollecitare l'avanzamento delle tecnologie e stimolare lo sviluppo “a sistema evoluto” del settore dei lapidei. La produzione “robotizzata” e il “parametricismo” favoriscono la maturazione di una industria attenta alla varietà e diversificazione degli artefatti, in un'ottica di rivoluzione industriale di quarta generazione che – divergendo dall'indirizzo delle grandi economie di scala – si fa più vicina alla matrice competitiva delle imprese italiane, riconosciute proprio per possedere, come punto di forza, la capacità di confrontarsi con domande di mercato di alta gamma, di grande sfida, offrendo soluzioni e oggetti/artefatti di design “sorprendenti” per valore creativo, qualità materico-esecutiva e radicamento identitario-culturale (Micelli, 2017).

Gli esiti della ricerca più recente, presentati a Marmomac 2017 con l'esposizione *Macchine virtuose: il design litico tra creatività e tecnologia*, concludono una fase di sperimentazione e ne inaugurano una nuova. I risultati conseguiti attraverso gli “esercizi digitalizzati” degli anni precedenti divengono le premesse per il progetto di una prima collezione di artefatti d'uso quotidiano da immettere nel mercato competitivo globale.

Tali nuovi artefatti d'uso (oggetti per la tavola, sedute per esterno, elementi d'arredo bagno, tavoli, lampade, vasi)

13a



ripercorrono i principi di ricerca sviluppati nel progetto digital-parametrico: la riduzione dello scarto, la completa automatizzazione produttiva spinta fino al livello di finitura, l'uso massimizzato delle macchine, degli utensili, dei software; infine, la messa a sistema – ovvero la collaborazione sinergica – delle aziende produttrici, in attesa di una efficace strategia di mercato da progettare.

L'esperienza di ricerca progettuale e produttiva illustrata testimonia che le competenze – unitamente al capitale umano – del comparto industriale della pietra stanno evolvendo significativamente per raggiungere il livello richiesto dalla nuova sfida industriale, volta tanto all'efficienza e alle flessibilità produttivo-industriale, quant'anche al potenziamento delle relazioni di network e interazione collaborativa tra le imprese italiane, indirizzandole sul mercato globale a fini competitivi con prodotti di notevole qualità e di difficile imitabilità.

#### NOTE

[1] «Architects have said for years we should learn from aerospace, but nobody has done this. This computer represents shapes – and I love to say this: “to eight decimal points of accuracy” – and you can build from it directly, so it gets architects closer to the craft. That, for me, is exciting» (Giovannini, 1992).

[2] Il programma CATIA, acronimo di *Computer Aided Three-dimensional Interactive Application*, è stato introdotto nello studio di Gehry da Jim Gilmph e Rick Smith nel 1989, assieme a un team di ricercatori con vasta esperienza in ingegneria aereaospaziale (Lindsey, 2002). Il primo progetto sviluppato e realizzato digitalmente

13a-13b  
Taglio water  
jet su marmette  
trapezoidali per  
la realizzazione  
degli anelli  
in marmo  
traslucente  
per comporre la  
lampada *Genesis*.  
R. Galiotto, 2017



13b

con il programma parametrico è stato il *Fish sculpture* per il Villaggio Olimpico di Barcellona nel 1992.

[3] L'esperienza di interconnessione e dialogo operativo tra strumenti di rappresentazione digitali e macchine automatizzate condotta dallo studio Gehry attraverso il parametricismo, nonché la collaborazione instaurata con i produttori e le imprese, riflettono un modello e metodo progettuale adottato dai grandi studi professionali, veri e propri centri di ricerca; modello documentabile fin dall'avvio del nuovo Millennio. Basti citare le ricerche sperimentali condotte da Zaha Hadid, Peter Eisenmann, Toyo Ito, Herzog & De Meuron.

[4] I lavori per il Walt Disney Concert Hall di Los Angeles sono stati avviati nel 1991 e conclusi, dopo diverse interruzioni, nel 2003.

[5] Il mock-up fu realizzato da Laboratorio Morseletto, Vicenza. <http://www.morseletto.eu/>

[6] I blocchi del Guggenheim di Bilbao sono un vero e proprio «muro programmato» (Kolarevic, 2003, p. 38), perché assemblati in loco, con ausilio digitale, grazie a un sistema di codici a barre che, alla scansione, rivelano le coordinate di posizionamento degli elementi.

[7] Il salone internazionale Marmomacc (annualmente a Verona), primo fra tutti, ha esposto e documentato molteplici, significative esperienze progettuali in pietra effettuate da designer e architetti con le tecnologie automatiche.

[8] CFF Filiberti srl, Bedonia, Parma. [www.cff-filiberti.com](http://www.cff-filiberti.com)

[9] Testi Group, Sant'Ambrogio di Valpolicella, Verona. [www.testi-group.eu](http://www.testi-group.eu)

[10] All'opera La Grotta Christian Pongratz e Maria Rita Perbellini hanno fatto seguire, con successo, la realizzazione del sistema di sedute in pietra per esterni HI-LO (2006), dalle forme fluide e scultoree, realizzate anch'esse con sistemi parametrici, intagliando il blocco in forme che seguono percorsi di linee complesse, non euclidee.

[11] Le opere sono state presentate presso le mostre "Design and Technology", Verona 2014; "Digital Lithic Design", Milano, Verona 2105; "Marmo\_2.0", Milano 2016; "The Power of Stone", Verona 2016; "Macchine Virtuose: il design litico tra creatività e tecnologia", Verona, 2017.

[12] Le mostre *Design and Technology* (2014), *The Power of Stone* (2016) e *Macchine virtuose* (2017) rientrano nel progetto *The Italian Stone Theatre*, realizzato da Marmomacc con il supporto del Ministero per lo Sviluppo Economico (MISE), di ICE-Italian Trade Agency e di Confindustria Marmomacchine nell'ambito del Piano di Promozione Straordinaria del Made in Italy per la valorizzazione dell'eccellenza del comparto litico e tecnologico nazionale. Sono state coinvolte aziende di trasformazione (Alliance of stone, Antolini, Budri, Ca' D'Oro, Cave Gamba, Citco, Henreaux, Fratelli Lizzio, GBC Marmi, Gruppo Tosco Marmi, La Quadrifoglio Marmi e Graniti, Margraf, Marini Marmi, Marmi Fontanelli, Marmi Strada, Marmo Zandobbio, Mondo Marmo Design, Odone Angelo, Piero Zanella, Rete Travertino Piceno, Santa Margherita, Testi Group, Vicentina Marmi), produttori di utensili e accessori alla lavorazione (Adi tools, Diamut, Digma, Iipa Adesivi, Nicolai Diamant, Tyrolit Vincent), produttori di macchine a controllo numerico (Breton, Denver, Donatoni Macchine, Gmm, Helios Automazioni, Industrie Montanari – Em-

medue, Intermacc, Omag, Pellegrini Meccanica, Prussiani Engineering, T&D Robotics), *software house* (Ddx, Alphacam - Licom Systems) e (nel 2017) partners per la distribuzione (Agape, Atipico, Metalco, Seguso Gianni).

[13] I software CAD/CAM specializzati per la lavorazione dei lapidei sono programmati per gestire ogni aspetto della lavorazione di marmi, graniti, pietre e pietre artificiali, nelle diverse fasi: dal disegno fino alla generazione dei programmi "a bordo macchina". Alla progettazione infatti (che può avvenire attraverso il software specializzato quanto perfezionando file 2d e 3d importati nei formati più diffusi), affiancano la precisa disposizione degli elementi sul banco di lavoro (simulando, virtualmente, la disposizione in macchina dei "pezzi" da lavorare) e la rappresentazione dinamica e realistica del centro di lavoro, associando quindi gli automatismi degli utensili complessi (lavorazioni sincrone a 3, 4 e 5 assi) e personalizzabili (tagli, incisioni, sgrossature, profilature, finiture, lucidature). La simulazione 3D – *virtual milling* – è in grado di calcolare i tempi e i costi di lavorazione, il consumo di energia, la materia litica da utilizzarsi e quella risultante di scarto, simulando il processo in un unico "ambiente" virtuale di lavoro che mostra il modello 3D al centro dello schermo, le macchine automatiche e gli utensili programmandone i bracci automatizzati.

Come ulteriore elemento qualitativo si aggiunge la finalizzazione foto-realistica degli artefatti che può svolgersi grazie a moduli del software che, con l'acquisizione di immagini in grande formato dei blocchi monolitici o delle lastre in pietra, anticipano la visione dell'artefatto facilitandone la diffusione nel mercato.

#### REFERENCES

- Lindsey Bruce, *Gehry digitale. Resistenza materiale/costruzione digitale*, Torino, Testo e Immagine, **2002**, pp. 93.
- Friedman Mildred (edited by), *Gehry talks: architecture + process*, London, Thames and Hudson, **2003**, pp. 239.
- Kolarevic Branko, *Architecture in the digital age. Design and manufacturing*, New York, London, Taylor & Francis, **2003**, pp. 314.
- Acocella Alfonso, *L'Architettura di pietra. Antichi e nuovi magisteri costruttivi*, Firenze-Lucca, Lucense, **2004**, pp. 623.
- Acocella Alfonso, "Il design litico", pp. 49-54, in Raffaello Galiotto, *Palladio e il design litico*, Vicenza, **2008**, pp. 106.
- Rullani Enzo, "L'economia della conoscenza nel capitalismo delle reti", *Sinergie Italian Journal of Management*, n. 76, **2008**, pp. 67-90.
- Iwamoto Lisa, *Digital fabrication*, New York, Princeton Architectural Press, **2009**, pp. 144.
- Pongratz Christian, Perbellini Maria Rita, *Cyberstone. Innovazioni digitali sulla pietra*, Roma, Edilstampa, **2009**, pp. 94.
- Schumacher Patrik, "Parametricism: a new global style for architecture and urban design", *Architectural Design*, vol. 79, n. 4, **2009**, pp. 14-23.
- LUST, McWilliams Chandler, Reas Casey, *Form+Code in Design, Art, and Architecture*, New York, Princeton Architectural Press, **2010**, pp. 176.
- Alini Luigi, "Materialità digitale", *Costruire in Laterizio*, n. 141, **2011**, pp. XIX-XXII.

Norman Donald A., *Vivere con la complessità*, Milano, Pearson Italia, **2011**, pp. 266.

Dal Buono Veronica, *Raffaello Galiotto. Design digitale e materialità litica*, Melfi, Libria, **2012**, pp. 93.

Fallacara Giuseppe, *Stereotomy. Stone Architecture and New Research*, Paris, Presse des Ponts, **2012**, pp. 315.

Griffa Cesare, *Smart creatures. Progettazione parametrica per architetture sostenibili*, Roma, EdilStampa, **2012**, pp. 94.

Pavan Vincenzo, "Quando il design scopre lo scalpello informatico", pp. 63-65, in Dal Buono Veronica, *Raffaello Galiotto. Design digitale e materialità litica*, Melfi, Libria, **2012**, pp. 93.

Gershenfeld Nield, "How to make almost anything", *Foreign Affairs*, vol. 91, n. 6, **2012**, pp. 43-57.

Anderson Chris, *Makers*, Milano, Rizzoli, **2013**, pp. 309.

Acocella Alfonso, "Sinuose metamorfosi litiche", in *Annali MD Post-it*, Veronica Dal Buono (a cura di), vol. II, **2014**, pp. 19-22.

Fallacara Giuseppe, Minenna Vincenzo, *Stereotomic design*, Maglie (LE), Gioffreda, **2014**, pp. 82.

Pavan Vincenzo, Bertolazzi Angelo, "Renzo Piano e Malta. Una inedita facciata in pietra per il Nuovo Parlamento", *Architettura di pietra*, **2014**. <http://www.architetturadi pietra.it/wp/?p=6470> [Ottobre 2017]

Fallacara Giuseppe, Minenna Vincenzo, "Osteomorphing", *Architettura di pietra*, **2014**. <http://www.architetturadi pietra.it/wp/?p=7080> [Ottobre 2017]

Acocella Alfonso, "La materia litica è il tema" pp. 7-14 in Paola De Joanna, *Architettura e materiali lapidei*, Santarcangelo di Romagna, Maggioli Editore, **2016**, pp.170

Carrino Lorenzo, Ferrero Marco (a cura di), *Racconti di Pietra*, Melfi, Libria, **2016**, pp. 172.

Galiotto Raffaello, Pavan Vincenzo (a cura di), *Marmomacc. The italian stone theatre*, supplemento a *Domus*, n. 1006, **2016**, pp. 85.

Fallacara Giuseppe, Barberio Maurizio, "Stone Skin. Applicazioni in architettura e design di gusci free-form ultraleggeri in pietra naturale fibrorinforzata", *MD Journal*, n. 1, **2016**, pp. 166-175.

Turrini Davide, "Sinestesie litiche", *MD Journal*, n. 1, **2016**, pp. 54-65.

Micelli Stefano, "Il saper fare che guarda al futuro", *Domenica - Sole 24 Ore*, 10 Settembre **2017**, p. 9.

<http://www.it.alphacam.com/> Pagina web del software Alphacam (gruppo Licom System) che specializza applicazioni per lavorazioni meccaniche di materiali tra i quali la pietra. [Ottobre 2017]

<https://www.ddxgroup.com/it/software/easystone-nc> Pagina web della software house DDX che realizza applicativi specifici per la lavorazione dei materiali tra i quali la pietra. [Ottobre 2017]

<http://www.newfundamentals.it/> Pagina del team di ricercatori e accademici, coordinato da Giuseppe Fallacara, e affiliato al DICAR del Politecnico di Bari. [Ottobre 2017]

<http://www.rpbw.com/project/la-valletta-city-gate> Pagina del sito web del Renzo Piano Building Workshop, scheda del progetto La Valletta City Gate, 2009-2015, Malta. [Ottobre 2017]