



Adriana Rossi

Architetto (1984), Dottore di Ricerca, borsista post-dottorato, ricercatore (1995), è dal 2000 professore associato (ICAR 17). Docente di Disegno nei corsi di laurea in Architettura, Ingegneria e Disegno industriale, ha svolto attività di ricerca i cui esiti sono stati pubblicati con continuità temporale.

Descrivere per calcolare *Describing to compute*

Si discute dei vantaggi derivanti dalla possibilità di modellare geometrie di base per generare superfici complesse con l'ausilio dei programmi di aiuto alla progettazione assistita. Due casi-studio sono il pretesto per accennare all'ipotetica variazione parametrica di tre cicli di scelte primarie: 1) lo studio delle geometrie di base; 2) lo studio delle traiettorie assegnate ai percorsi lungo i quali queste vengono trascinate; 3) lo studio delle posizioni occupate dai profili cuciti lungo i percorsi. Conseguo un tacito elogio per quanto profondamente innovativo si nasconde nella continuità del processo d'invenzione quando questo è sottratto alla assuefazione e trova le sue radici nei principi e nei criteri geometrici: una disciplina che nulla lascia all'improvvisazione, insistendo sulla concettualizzazione delle figure e del calcolo matematico.

In this paper the advantages due to the possibility of generating complex surfaces starting from bi-dimensional geometries by means of CAD softwares are discussed. Two case studies are presented to show the hypothetical variation of three primary choice cycles. The study of basic geometries (a), paths where the geometries are swept along (b), places occupied by the sections lofting the paths (c). The strong innovation contained in the continuity of invention process is deeply appreciated. This is especially true when that process is not the result of habit and finds its roots in the principles and in the criteria of geometry. Nothing is left to improvisation in this discipline: every concept is based on mathematical calculus.

Parole chiave: rappresentazione digitale e governo della modificazione, modellazione 3d, progettazione generativa, modello evolutivo

Keywords: governing modification digital representation, 3d modelling, generative design, evolutive model

È una forma inedita quella mostrata in figura, l'ultima di una sequenza di deformazioni derivate dalla logica descrittiva di un modello geometrico, congelato in alcune delle sue fasi evolutive che le equazioni parametriche rendono computabili (fig.1). Il profilo insolito non è conseguenza di un capriccio ma il frutto di una ricerca ergonomica: si tratta, infatti, di un'impugnatura cava che porta un piatto-vassoio. La base, poggiata su di un piano, resta saldamente in equilibrio; sollevata, trasporta cibi e bevande, permettendo a chi si fa largo tra la folla in festa, di avere l'altra mano libera. Il sistema assembla funzioni complementari dando vita ad un oggetto che per l'aspetto accattivante, l'esercizio rivisitato e la possibilità di produzione, si qualifica come appetibile sul mercato (fig. 2).

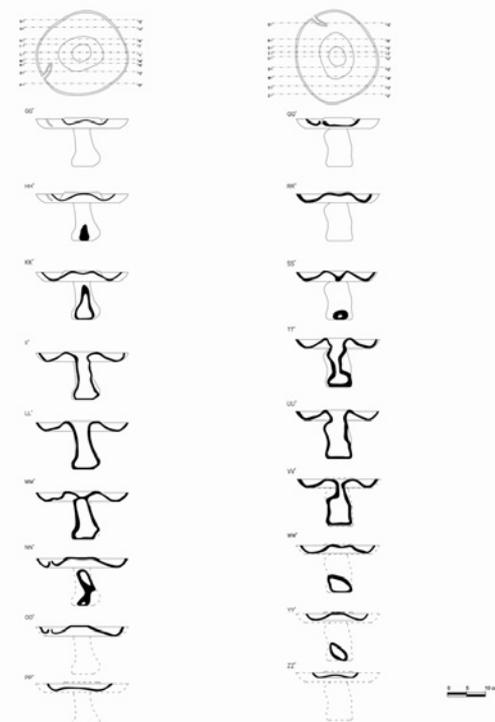
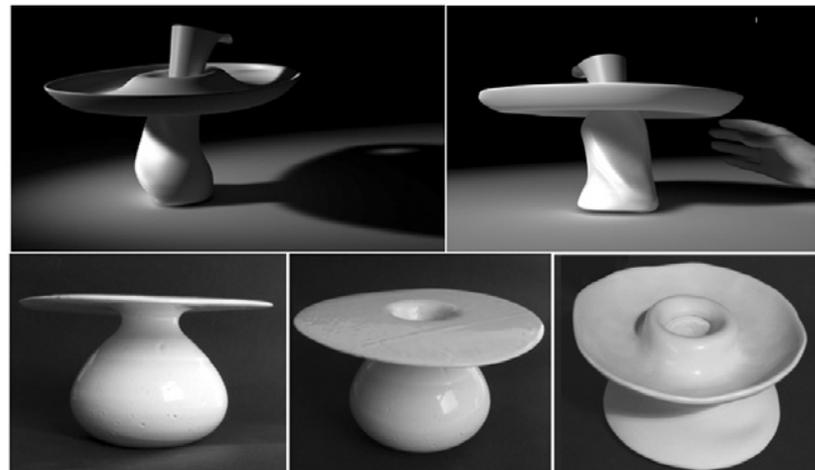
Tra i compiti del designer, spicca lo studio della forma¹. Principi d'ordine sono subordinati ai rapporti funzionali che commisurano le parti all'intero. All'origine del progetto un cilindro tagliato a misura della mano che lo contiene; le dita affondando nell'argilla modellando l'impugnatura, una superficie levigata che assume progressivamente l'aspetto ricercato. I modi indirizzano le scelte, così che ad altezza appropriata il manico si apre in una un piatto dal bordo ondulato. Il vuoto centrale, ottenuto tornandone l'interno, suggerisce il posto in cui incastrare un bicchiere; la sua forma è conica, così da restare bloccata scivolando verso l'interno. Del ghiaccio mantiene la temperatura adatta al vino o all'acqua. Riflettendo sull'idea che connota un vaso ornamentale si pensa, per analogia, ad un fiore, quindi a una piccola pianta che a sua volta orna una tavola trasportabile, un vassoio da letto, i cui sostegni sono dei coni rovesci, dei contenitori utili (fig. 3-4-5)².

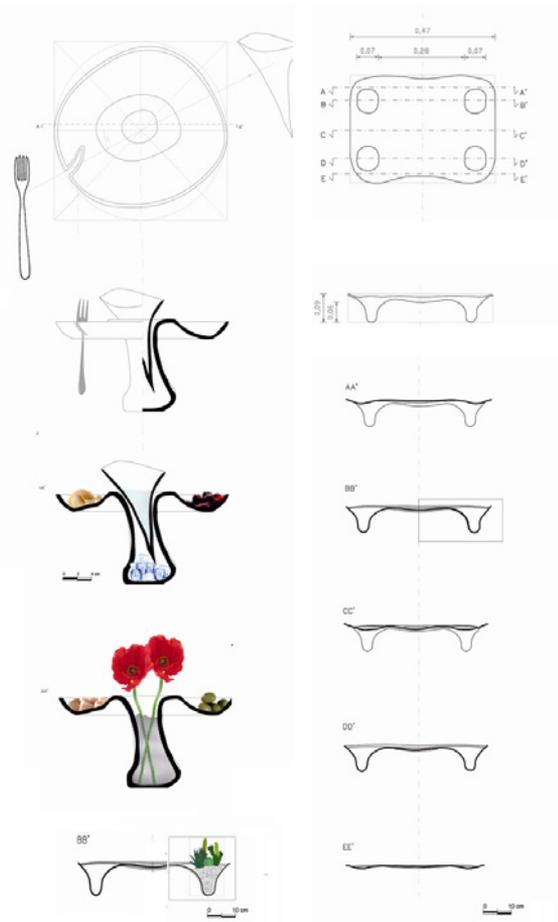
È ben evidente, tuttavia, che rappresenta l'argilla di cui è composto il modello, la forma non può essere più manipolata. Nell'esemplare, unico e immutabile, cessa di esistere la flessibilità richiesta all'operatore, che, durante la fase plastica, nel vedere imprime le variazioni opportune. La forma irregolare è, inoltre, difficilmente misurabile: se s'intende controllarne l'aspetto morfologico è inevitabile descriverlo. A questo fine, di pragmatica efficacia comunicativa, oltre che di precisione

1. Flash-back delle sequenze di deformazioni . il modello mostra congelate le fasi di costruzione del piatto vassoio. Tesi di laurea dell'allieva Valentina Riviaccio.

2. Render del sistema ottenuto ibridando oggetti d'uso quotidiano.

3. Sezioni orizzontali e verticali derivati dal modello tridimensionale.





5. Per analogie creative un vassoio da letto i cui supporti sono contenitori. funzionali e ornamentali. Render del modello 3d



4. Per analogie creative un vassoio da letto i cui supporti sono contenitori. funzionali e ornamentali. Render del modello 3d

<http://disegnarecon.unibo.it>

computazionale, è il modello infografico. Per necessità il segno elettronico associa la figura ad un preciso algoritmo matematico così che quanto visualizzato può essere interrogato, se occorre integrato e modificato, attraverso un'interfaccia amichevole che, non richiedendo la conoscenza della scrittura informatica, ottimizza lo stile della forma controllandone l'andamento direttamente al monitor. Volendo esser certi di operare su di una fedele proiezione di quanto s'intende realizzare, si è proceduto alla scansione del prototipo, quindi

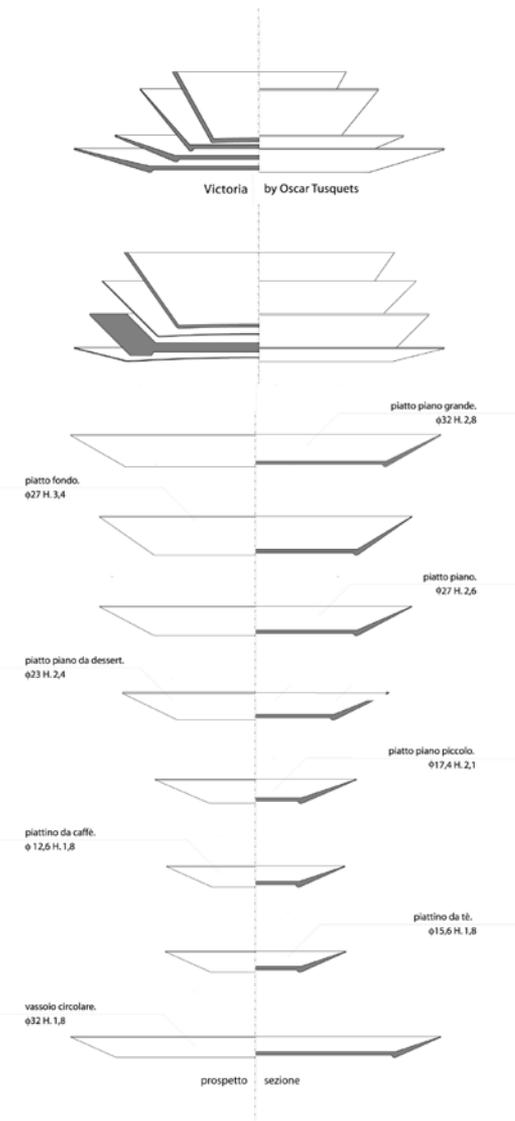
all'elaborazione del database di tipo raster, ottenuto dalla distribuzione luminosa dell'immagine. Con l'ausilio di un programma di aiuto alla progettazione, noto come CAD (da *Computer Aided Design*) o più appropriatamente CADD essendo dedicato alla manipolazione di un abbozzo (da *DesignDrafting*)³, si è poi proceduto alla rappresentazione vettoriale. Conservando memoria dei passaggi algoritmici, questa consente di agire sulle variabili richiamando funzioni per mezzo di icone ordinate in menu tematici. La variazione parametrica è funzione dell'impo-

stazione del problema geometrico: un cilindro, per menzionare la richiamata unità volumetrica, può essere descritto come un solido di nuvole di punti, ma anche come superficie di rotazione generata da una sezione rettangolare che ruota intorno al suo asse; in alternativa, come sezione orizzontale trascinata lungo uno o più percorsi, o ancora come insieme di sezioni cucite secondo una traiettoria. Il modo in cui si descrive il cilindro è ininfluenza sul piano della figurazione, ma è tendenzialmente importante sul piano delle tipologie formali capaci di declinare specie diverse dalla medesima legge descrittiva⁴. È un *tool* potente e sofisticato l'applicativo utilizzato per descrivere il piatto-vassoio; un'occasione per discutere dell'apporto offerto dal disegno informatico quando questo non corre sul binario forzato dell'apparente efficienza, ma attinge all'innovazione contenuta nella logica articolazione delle fasi di costruzione. *Rhinoceros* può creare e modificare, ovvero calcolare, linee o superfici topologicamente equivalenti ad una porzione di piano. Le geometrie bidimensionali ruotate, traslate o unite, generano involucri di volumi che la rappresentazione B-REP (*BoundaryRepresentation*) gestisce in funzione dei vettori incidenti sull'involucro. Con gli spessori adeguati ai materiali impiegati, le superfici trasformate in gusci diventano in modo quasi semiautomatico solidi pieni di nuvole di punti. Possono quindi essere addizionati, sottratti, intersecati e, se occorre, trasportati in altri ambienti dedicati, come ad esempio quello della meccanica, dell'animazione cinematografica, del design per la produzione dei manufatti (CAM), delle applicazioni per l'ingegneria (CAE)⁵. *Rhino*, il software prescelto, supportando, l'impiego di mesh poligonali⁶, consente di salvare il volume in un formato stereolithografico (STL) di tipo ASCII o binario. Senza altro ausilio se non quello di un'attrezzatura necessaria all'hardware dedicato alla Prototipazione Rapida (*Rapid Prototyping*), si trascrivono i modelli digitali in oggetti costruiti aggiungendo strati di materiale sovrapposti (Fused Deposition Modeling – FDM)⁷. In qualche ora o in pochi giorni, è possibile ottenere con l'ausilio di macchine SFF (*Solid Freeform Fabrication*), un unico della serie.

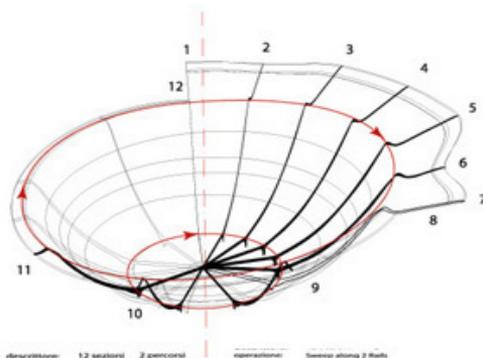
La grandezza, così come l'articolazione geometrica del soggetto da stampare, non costituisce un problema, a patto, però, che il modello CAD sia stato costruito senza salti e sovrapposizioni. I software professionali, come *Think*, per citare uno tra i più diffusi nel campo del *Design e dell'architettura*, obbliga per *default* a un iter che, se può apparire pedante, preserva il risultato dalle incertezze che ne impediscono la corretta esecuzione in fase di stampa⁸.

Tutto ciò considerato, non meraviglia quindi, come per un gioco di cause effetti, le sinergie generate dal disegno di progetto assistito dal calcolatore e l'operatività produttiva degli stessi elaboratori informatici hanno fatto sì che il designer dovesse farsi carico di sviluppi ideativi *globali*. Intendendo per tali i processi che dall'idea conducono attraverso il disegno alla definizione d'ipotesi di fattibilità costruttiva, ovvero all'organizzare di cicli di lavorazione integrati, strategicamente modificabili senza alterare la redditività dei processi, disponendo macchine utensili capaci di generare una gamma parametrica di oggetti. La procedura proietta verso una sorta di confronto che vede integrare le competenze tra gli specialisti, ma che parimenti incentiva la dialettica con il committente, i cui interessi non sempre concordano con quelli dell'ideatore. Conseguono l'opportunità di adattare l'offerta alla richiesta del pubblico, che sempre più spesso rifiuta un ruolo passivo, pretendendo, al contrario, di partecipare all'atto di consacrazione estetica: così che le aziende che ambiscono ad essere all'altezza della pluralità della domanda devono promuovere una qualità complessa e integrata del prodotto. La varietà dei *tipi*, e quindi la maggiore originalità creativa sostenuta dalla flessibilità del *modus operandi digitale*, contrasta l'omogeneità dei prodotti e il presunto inaridimento delle qualità inizialmente attribuito ai sistemi meccanizzati.

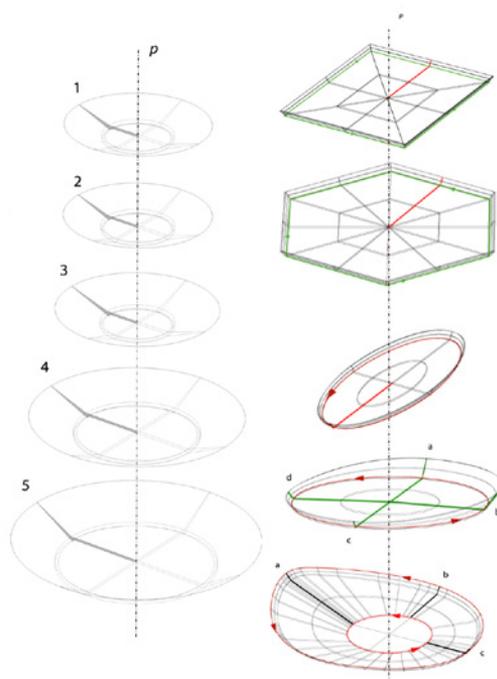
Tra i dispositivi che indirizzano l'immaginazione si annovera senza dubbio la concettualizzazione geometrica, ovvero la capacità squisitamente umana di liberare la materia dalle proprietà sensibili per ragionare intorno alla sostanza dei concetti⁹. Sul piano della ricerca e della didattica innovata, occorre quindi individuare una strategia che po-



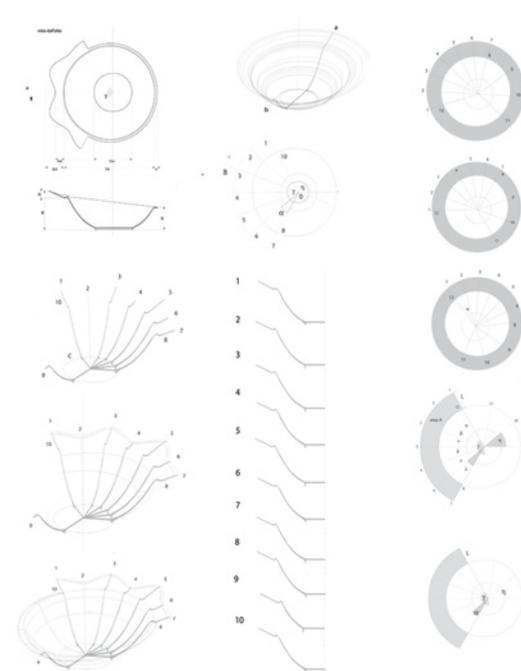
6. Classificazione tassonomica analisi dimensionale del servizio di piatti Victoria prodotto dalla Triade.



7. Modello del piatto fondo Collezione *Follie* prodotto da Diade.



8. Modello 3d del piatto Victoria. La rappresentazione suggerisce un modello alternativo.



9. Costruzione del modello: piatto fondo collezione *Follie*.

sta a fondamento del progetto, ne orienta l'esito, secondo una procedura confrontabile e quindi criticabile sulla base di premesse e obiettivi. Conseguo l'importanza del rilievo e dell'analisi. Se per l'architetto che non ama affidarsi al gusto soggettivo, è una saggia decisione operare in continuità con quanto pensato o realizzato¹⁰, per il designer è una vera necessità, dovendo questi considerare l'uso, la fruizione e il consumo oltre che le necessità tecniche, costruttive, produttive, distributive¹¹: fattori che partecipano tutti al processo costitutivo della forma del prodotto¹².

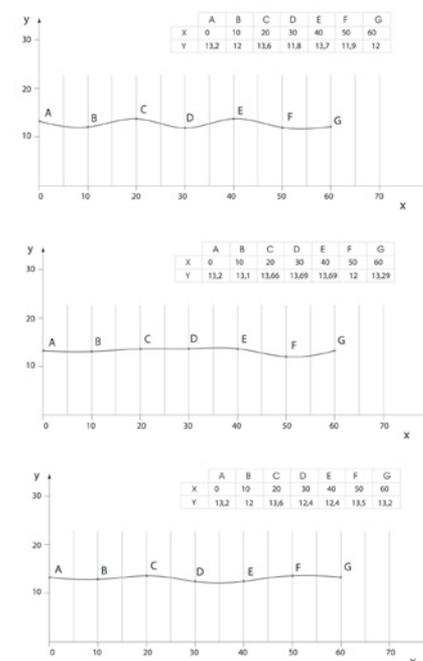
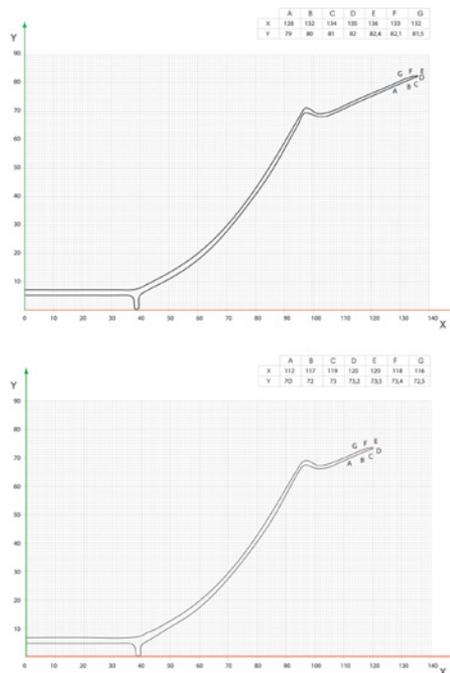
È in quest'ottica che si inserisce il progetto redatto dall'allieva Valentina Riviaccio, tesista del corso di laurea in *Disegno industriale e comunicazione multimediale* attivato presso la Seconda Univer-

sità degli Studi di Napoli¹³. L'esiguo numero di iscritti programmato e l'entusiasmo dei docenti, unitamente volontà alle capacità volitive del presidente, rese in quegli anni possibile la convergenza dei singoli obiettivi disciplinari sull'analisi dello stesso tema. Attraverso percorsi differenziati nei modi si ribadiva il ruolo strategico del "Disegno" (ICAR17) che percorreva trasversalmente ogni anno di corso come modulo integrato con la progettazione industriale (ICAR13) o con quella architettonica (ICAR14). Dal primo semestre del primo anno, l'insegnamento dei *Fondamenti di progettazione assistita* e delle *Tecniche di Rappresentazione* introducevano al rilievo e alla riproposizione di piccoli oggetti di uso quotidiano: piatti, bicchieri, posate, contenitori e vasi per

fiori. Un percorso, che d'intesa con i colleghi del laboratorio di sintesi finale, veniva sviluppato nella progettazione generativa e/o nell'ibridazione delle singole occasioni progettuali¹⁴.

A monte della sperimentazione che ha portato alla definizione del progetto presentato, la classificazione tassonomica di quanto esistente sul mercato, un sistema di denominazione delle relazioni costruite intorno all'identità dell'oggetto, dimostratosi poi, il centro di una straordinaria energia espressiva¹⁵. L'analisi dimensionale innanzitutto, con la definizione dei campi di esistenza algebrici, individuava i criteri necessari al riconoscimento dei *tipi*, ovvero dei principi e dei criteri necessari a rappresentarli contempo per mostrare gli esiti come conseguenza delle traiet-

10. Il modello evolutivo: esempi derivati.



torie che hanno indirizzato la dinamica *messa in forma* delle configurazioni. Per fare un esempio non certo estraneo al progetto dell'allieva, si ricorda che un piatto è tale in funzione dei rapporti che connotano la sua larghezza, lunghezza e profondità. Questo è definibile piccolo, medio, grande, oppure di portata, in relazione alla capacità e quindi delle proporzioni credibili entro specifici *intervalli*, al disopra e al disotto si declinano varietà affini e progressivamente lontane (fig. 6). Continuando con la esemplificazione proposta, assunto come permanente il volume del piatto, le variabili sono state ricavate organizzando per ciascuna famiglia un paradigma indiziario, un modello teorico, cioè, attraverso il quale gestire enti o luoghi geometrici (descrittori) e/o i vincoli imposti alle geometrie di transizione (frontiere). Cicli di scelte primarie si articolano sull'ipotetica variazione: 1) della geometria dei descrittori; 2)

delle traiettorie conferite ai percorsi lungo i quali si trascinano; 3) delle posizioni occupate dai profili cuciti lungo le traiettorie. Servendosi dei comandi inseriti nella barra degli strumenti si sono configurati i contorni delle sezioni orizzontali o verticali. Funzioni pre-impostate stabiliscono relazioni di *input/output*, richiamate da icone ordinate in menu tematici trascinabili nella finestra di lavoro in modalità *drag and drop*. In fase di editing le linee "sufficientemente avviate" sono ottimizzate visivamente, ma ad esse corrisponde ogni volta il computo di algoritmi matematici gestiti automaticamente dal computer. Le *Basis Splines*, equivalenti elettronici di una curva che interpola i punti con l'ausilio di un curvilineo o di una *dima*¹⁶, sono regolate puntualmente essendo stati i punti resi elastici in virtù dei poligoni caratteristici studiati da Pierre Bèzier¹⁷. Perfezionano la morbidezza dei punti

non più interpolati ma approssimati, i diversi valori che si possono attribuire ai nodi (anche detti poli). Attribuendo alle coordinate X e Y, valori calcolati come funzione di una terza variabile in un insieme dal risultato costante, si ottengono variazioni infinitesimali corrispondenti a spostamenti altrettanto infinitesimali così che le *Non Uniform Rational B-Splines*, o più semplicemente le N.U.R.B.S., permettono di bilanciare a vista, non solo l'attrazione dei nodi-poli, ma anche di gruppi di quote o di oggetti legati fra loro da relazioni di vincolo complesse¹⁸. L'astrazione dei processi è perfezionata dalla pratica in questo caso volta alla rappresentazione del piatto prodotto da Driade per la collezione "Follicle" (fig.7). La modellazione tridimensionale non si limita a registrare un processo finale o strumentale, ma protocolla le fasi di un iter conoscitivo e inversamente ideativo avendo definito una legge

numerica, sintesi di premesse e strategie che l'elaboratore calcola mostrando in tempi reali i risultati. La logica che lega il rilievo al progetto attribuisce dignità alle esemplificazioni di procedure e ai risultati conseguiti generando un volume di rotazione (comando: *sweep along 1 rail*, fig. 8). Il percorso è circolare, ma la sezione è asimmetrica essendo le altezze variabili secondo una legge costante. Per impostare il paradigma indiziario si è ragionato sul volume ottenuto cucendo due semi-sezioni lungo la traiettoria circolare. Il solido tagliato da piani verticali, inizialmente disposti secondo settori circolari equidistanti, ha permesso di studiarne le sezioni: in ciascuna non solo varia l'altezza, essendo il contorno il luogo dei punti ottenuti intersecando il solido di rotazione con un piano obliquo, ma anche il bordo, asimmetrico e caratteristico (figg. 9-10). Il modello piatto Driade può quindi essere considerato

come individuo di specie all'interno di una gamma parametrica di oggetti ottenuti manipolando tre cicli di scelte primarie: la forma della sezione o del percorso, la posizione delle sezioni lungo il percorso. A complicare il ragionamento il bordo, una sorta di cresta che circonda parzialmente il perimetro. La strategia generativa è formalizzata studiando lo spostamento dei punti lungo uno sviluppo lineare. Per ciascuno campo di esistenza algebrico si delineano le incognite che gestiscono in largo e in lungo la sinusoide. La ricchezza formale può essere notevolmente arricchita intersecando gli esiti derivati dalle scelte primarie (fig. 9-10).

L'esempio semplice ma non elementare dimostra l'apporto innovativo che può fornire l'elaboratore: una macchina affatto intelligente, ma capace di gestire in tempo reale una consistente massa di dati e ciò che più conta, capace di memoriz-

zare il proprio lavoro così da autoarricchirsi di dati caratteristici. L'aspetto più interessante dato dall'evoluzione del Cad è infatti legato alla possibilità di sviluppare procedimenti numerici di supporto all'utilizzo estensivo degli elaboratori. La loro qualità risiede nelle ipotesi e strategie di intervento che nella trascrizione applicativa pone ancora problemi di natura geometria¹⁹. Non sembra quindi lezioso interrogarsi su quale geometria sia la più opportuna a descrivere, per calcolare, un modello interpretativo, virtualmente ispezionabile e che può essere foto realisticamente simulato o costruito. La rappresentazione informatica, riducendo il salto che storicamente divide il disegno dalla realtà fisica, conferma la vitalità di una scienza in divenire²⁰ e che di fatto conferma l'osmosi esistente tra la metamorfosi delle idee, le tecniche adatte ad esprimerle e l'evoluzione dei canoni²¹.

NOTE

[1] Maldonado, Tomàs (1961), La formazione del disegnatore industriale, Relazione al Congresso International Council of Societies of Industrial Design, Venezia. Il concetto è stato successivamente chiarito dall'autore: «C'è però una differenza fondamentale rispetto all'orientamento prima descritto: il disegno industriale non era inteso come attività progettuale che prende le mosse esclusivamente da un'idea aprioristica sul valore estetico (o estetico-funzionale) della forma, come attività progettuale le cui motivazioni si situano prima, e al di fuori, del processo costruttivo della forma stessa». In Id., Disegno industriale: un riesame, Feltrinelli, Torino 1991, pp. 11-12. ISBN: 88-07-10142-4 ISBN 13 9-788807-101427

[2] I prototipi sono stati realizzati dal dott. Claudio Formicola responsabile del Laboratorio Avanzato per la Progettazione e la Simulazione (Marcianise - CE).

[3] de Rubertis, Roberto (1994). Il Disegno dell'architettura. Roma: NIS, p. 237.

[4] Secondo quanto riferito da Daniele Barbaro che interpreta Vitruvio, Aristippo, filosofo della scuola

cirenaica gettato dal naufragio nei pressi del lido dei Rodiani, deduce la presenza dei suoi simili scorrendo scolpite nella sabbia figure geometriche, segno della capacità umana di elaborare concetti. In Id. (1567) I dieci libri dell'architettura, Venezia, VI Libro, Proemio, in linea).

[5] In riferimento alla resistenza meccanica è possibile proporzionare gli spessori. Il sistema (thickening) provvede ad aggiungere o togliere materiale nelle sezioni meno sollecitate. Iterando il calcolo, la geometria delle parti tenderà a convergere la geometria ottimale così che a parità di resistenza meccanica il modello sarà il più leggero possibile.

[6] L'errore che consegue approssimando la superficie a una distesa di poligoni, viene minimizzato misurando la distanza tra il baricentro della figura e la superficie parametrica (solitamente una calotta).

[7] Cfr.: Gatto, Andrea - Iuliano, Luca (1988), Prototipazione Rapida: le tecnologie per la competizione globale, Tecniche Nuove, Milano, 416 p. ISBN 88-481-0294-8.

[8] In Think non solo le curve vanno vincolate ma i punti di controllo vanno distribuiti in modo rigoroso. Il modello matematico, conservando ogni passaggio della struttura ad

albero in tutte le operazioni svolte, consente in qualsiasi momento di disattivare, riordinare e rimuovere le caratteristiche dei dati digitalizzati.

[9] "M.E. Mortenson, Michael (1989), p.168 ss, p.285 e ss.

[10] Emblematico in tal senso il saggio di Purini, Franco (1992), La forma storica della decostruzione nell'architettura italiana, in «Decostruzione in architettura e filosofia», Città Studi, Milano.

[11] De Fusco, Renato (2009), Storia del Design, Edizioni Laterza, Bari, XIV edizione, introduzione.

[12] Simondon, Gilbert (1958), Du mode d'existence des objets techniques, Aubier Montaigne, Paris. Cit. rip. in Maldonado Tomàs (1976), Disegno industriale: un riesame, Edizioni Feltrinelli, Torino, p. 12.

[13] Si tratta del corso istituito in applicazione al D.M. n. 509/99 per la classe 42, il secondo dopo quello di Milano, presieduto dalla prof. Patrizia Ranzo.

[14] La titolarità di entrambi i moduli che costituiscono l'insegnamento di Disegno e tecniche per la comunicazione progettuale, mi ha dato la possibilità di sperimentare quanto predicato da qualche tempo nell'Settore scientifico disciplinabile:

il rilievo e il progetto sono i poli di un unitario processo conoscitivo e ideativo. La logica che lega l'una all'altra attribuisce dignità alle esemplificazioni di procedure e ai risultati che espongono le ipotesi alla verifica e alla critica.

[15] Branzi, Andrea (1999), Introduzione al design italiano una modernità incompleta, Baldini & Castoldi, Milano ISBN 88-8089-623-7 ISBN 13: 9-788880-896234

[16] Migliari, Riccardo (2003), Geometria dei modelli, Edizioni Kappa, Roma, pp.76-87.

[17] Mortenson, Michael (1989), Modelli Geometrici In computer Graphics, Mc Graw-Hill, Milano, p.168 ss: p.285 e ss.

[18] Piegli, Tiller, 1966]

[19] Cfr.: Pottmann & altri 2010]

[20] Docci, Mario - Migliari, Riccardo (1996), Scienza della rappresentazione, Edizioni NIS, Roma, Prefazione, pp. 9-11.

[21] Frommel, Christoph Luitpold (1994), Sulla nascita del disegno architettonico. In Rinascimento da Brunelleschi a Michelangelo. La rappresentazione dell'architettura, Bompiani, Milano, pp. 101-121.

BIBLIOGRAFIA

Branzi, Andrea (1999), Introduzione al design italiano una modernità incompleta, Baldini & Castoldi, Milano ISBN 88-8089-623-7 ISBN 13: 9-788880-896234

Ciammaichella, Massimiliano (2002), Architettura in NURBS. Il disegno digitale della deformazione, Testo & Immagine, Torino.

Daniele Barbaro (1567) I dieci libri dell'architettura, Venezia,

De Fusco, Renato (2009), Storia del Design, Edizioni Laterza, Bari-Roma.

de Rubertis, Roberto (2000). Progettazione. sub voce in Enciclopedia Treccani.

Docci, Mario - Migliari, Riccardo (1996), Scienza della rappresentazione, Edizioni NIS, Roma.

Frommel, Christoph Luitpold (1994), Sulla nascita del disegno architettonico. In Rinascimento da Brunelleschi a Michelangelo. La rappresentazione dell'architettura, Bompiani, Milano.

Gaiani Marco, Apollonio, Fabrizio Ivan, Corsi, A semantic and parametric method for 3D models used in 3D cognitive-information system, in: Future cities. 28th eCAADe 2010

Conference, ZURICH, ECAADe – ETH Zurich, 2010, pp. 717 - 726 (atti di: 28° Conferenza internazionale "Education in Computer Aided Architectural Design in Europe", ETH Zurich, Zurigo, Svizzera, 15-18 settembre 2010) [atti di convegno-relazione]

Maldonado, Tomàs (1991), Disegno industriale: un riesame, Feltrinelli, Torino 1991.

Migliari, Riccardo (2003), Geometria dei modelli, Edizioni Kappa, Roma.

Purini, Franco (1992), La forma storica della decostruzione nell'architettura italiana, in «Decostruzione in architettura e filosofia», Città Studi, Milano.

Rossi, Adriana (2006), Disegno-Design: natura morta e vita metafisica, Officina Edizioni, Roma.

Simondon, Gilbert (1958), Du mode d'existence des objets techniques, Aubier Montaigne, Paris.