

Giuseppe Pellitteri

# Un supporto interattivo al progetto delle murature in laterizio faccia a vista

**L'implementazione di un sistema di progettazione di elementi murari all'interno di un manuale di consultazione ipertestuale sul laterizio faccia a vista costituisce un collegamento dinamico con una base di conoscenze che possono essere direttamente utilizzate e adattate al contesto progettuale**

La disponibilità sempre più ampia e tecnologicamente avanzata di strumenti per la presentazione multimediale di informazioni sta diventando un veicolo importante di diffusione del sapere che va, almeno per ora, ad integrarsi pienamente con tutti gli altri mezzi tradizionali basati su supporti cartacei.

Elencare i possibili vantaggi di un supporto multimediale rispetto ad altri mezzi di consultazione è fuor di luogo: basta vedere quali e quanti operatori fanno quotidianamente ricorso a tali forme per divulgare le proprie conoscenze, mettendo a disposizione notevoli quantità di informazioni a chi, molto agevolmente e con poco ingombro, può subito utilizzarle, sia che vengano fornite su CD che su Web.

Come per altri settori, nel mondo dell'architettura l'utilità di tale servizio è ancora più marcata perché si è portati a maneggiare informazioni, in genere di diversa natura, quali testi, immagini, disegni, alle quali possono anche essere integrati filmati e suoni per renderne più realistica la comprensione.

In tal senso sono di notevole portata le iniziative rivolte allo sviluppo di "pacchetti" che l'ANDIL<sup>(1)</sup> ha messo a punto sul laterizio per trasferire sotto forma di manuali compatti le conoscenze finora disponibili e sparse in numerosi testi e pubblicazioni. L'aiuto che questi strumenti ipermediali possono fornire al progettista è ancora maggiore perché riescono ad includere anche moduli attivi di procedure dedicate a singole fasi, quali i calcoli strutturali o le verifiche prestazionali, i cui risultati possono poi essere utilizzati nel progetto, assieme alle altre informazioni manualistiche ricavate dalla consultazione. La ricerca qui illustrata è stata rivolta proprio verso la possibilità di trasformare un mezzo di consultazione anche in uno strumento di progettazione attiva e interattiva che, in maniera

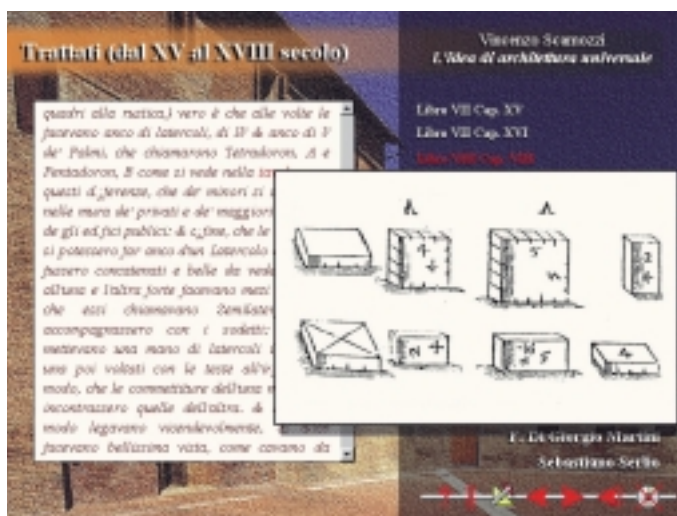
dinamica, possa consentire l'utilizzazione diretta delle informazioni ricavate dal manuale ed il loro scambio col progetto in corso di elaborazione.

Attraverso un sistema di relazioni costruito tra le informazioni relative ad una parte dell'organismo edilizio, quale l'involucro murario, la descrizione di ciascun elemento tecnico che lo compone può essere fornita in modo più ampio rispetto ad un tradizionale manuale. Quest'ultimo, generalmente, offre un repertorio di casi finalizzato a ritrovare l'esempio più adatto per la soluzione di un dato problema progettuale e l'efficienza della proposta dipende dalla possibilità di affrontare la più grande varietà di situazioni progettuali.

A volte la particolarità della situazione è tale da non essere immediatamente interpretata dai parametri scelti per la descrizione e non è possibile trovare esempi calzanti che possano fornire soluzioni allo specifico problema progettuale. Infatti nella pratica dell'architettura molto spesso tale definizione avviene a partire dalla riutilizzazione di casi simili alle intenzioni progettuali del momento, fornendo la soluzione al caso affrontato attraverso procedure per la trasformazione e l'adattamento dei modelli di riferimento.<sup>(2)</sup>

Dunque, l'utilizzazione di un "manuale interattivo sull'impiego del laterizio nelle murature faccia a vista"<sup>(3)</sup> consente di attivare la ricerca di soluzioni aggregative della struttura muraria, offrendo al progettista il repertorio delle tipologie di aggregazione disponibili nel data base e correlate al caso affrontato, recuperate dalla letteratura tecnica sull'argomento e richiamabili nel corso della procedura di consultazione.

La costruzione della soluzione progettuale avviene direttamente da parte dell'utente che, dalla casistica proposta, può scegliere il caso più confacente ed operare su questo le tra-



Descrizione della forma e delle dimensioni del “latercolo”, usato già dai Greci, secondo V. Scamozzi ne *L’idea di architettura universale* (1615), di cui si può scorrere l'intero testo nel settore dedicato alla “trattatistica”.



Tecniche di lavorazione dei laterizi nel XVIII secolo tratte dall'*Encyclopédie* di Diderot e d'Alambert (1751-71), di cui si possono consultare i testi e le tavole di “Maçonneries” e “Tuilerie”.

sformazioni e gli adattamenti necessari, collegandosi al progetto in fase di elaborazione attraverso un programma CAD verificando criteri di compatibilità e regole di organizzazione degli elementi tecnici di base via via introdotti.

**Il laterizio faccia a vista nella storia** Il sistema mette a disposizione dell'utente la trattazione della letteratura tecnica sul mattone in laterizio faccia a vista, consultabile ipertestualmente<sup>(4)</sup> nelle varie epoche più significative nella storia dell'architettura: Vitruvio è la prima fonte sull'argomento, l'unica fino al '400.

Il compendio delle fonti “storiche” è articolato in due parti che prendono in considerazione i due diversi aspetti del sapere sull'argomento, mutati nel tempo, quando da una conoscenza di tipo universale<sup>(5)</sup> si passa ad una cultura scientifica di tipo specialistico. Le prime forme di letteratura tecnica sono quindi quelle dei “trattati”, che cercano di affrontare in maniera unitaria i vari aspetti legati all’“arte del costruire”; poi, a partire dal '700, proprio con la pubblicazione dell'*Encyclopédie*, si sviluppano forme di divulgazione del sapere tecnico, quali i “manuali”, che articolano separatamente specifici argomenti di una stessa disciplina.

Nella prima sezione, quella dei “trattati”, vengono presi in considerazione tre periodi: l'età romana, con la consultazione di testi tratti appunto dal *De Architectura* di Vitruvio, e il periodo dal XV al XVIII secolo, con brani tratti dal *De re aedificatoria* dell'Alberti, da *I quattro libri dell'Architettura* del Palladio, dai *Trattati di Architettura, Ingegneria e Arti militari* del Martini, da *I sette libri dell'Architettura* del Serlio, da *L'idea di Architettura universale* dello Scamozzi.

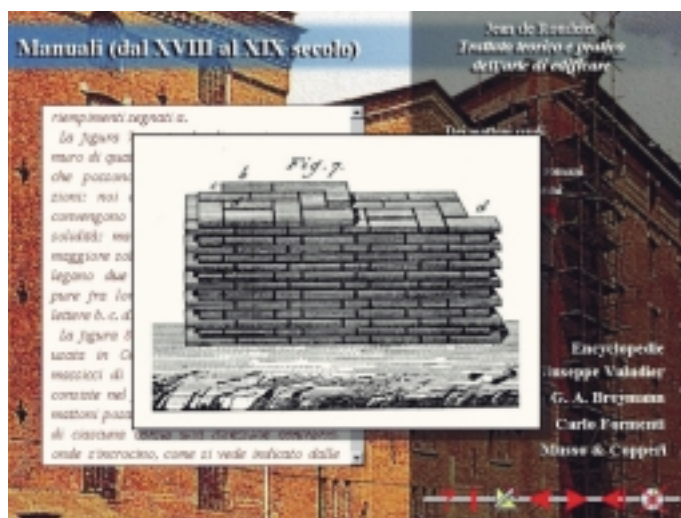
Nella seconda sezione, dedicata alla “manualistica”, per il pe-

riodo tra il XVIII ed il XIX secolo è possibile consultare testi e immagini tratti da *L'Encyclopédie* di Diderot e D'Alambert, dal *Trattato teorico e pratico dell'arte di edificare* del Rondelet, da *L'Architettura pratica* del Valadier, dal *Trattato generale di costruzioni civili* del Breymann, da *La pratica del fabbricare* del Formenti, da *Particolari di costruzioni murali* di Musso e Copperi. Per il XX secolo sono consultabili testi ed immagini tratti dal *Manuale dell'architetto* del Donghi, da *La realizzazione delle murature in laterizio* del Tubi e dal *Manuale di progettazione edilizia*.

I testi riportati nelle sezioni così articolate contengono collegamenti a illustrazioni e immagini ricavate dagli stessi trattati e manuali presi in considerazione o da altri testi di architettura che possono essere di riferimento per lo sviluppo degli argomenti.<sup>(6)</sup> Per questo, e per far risaltare il contenuto fortemente espressivo delle murature in laterizio faccia a vista nell'architettura, è stata allestita un'apposita sezione chiamata “comunicazione” che raccoglie le immagini e le informazioni di alcuni esempi ritenuti più significativi, sia nel passato che contemporanei, suddivisi anch'essi per epoche e collegati ciascuno ipertestualmente alle precedenti sezioni. Certo, sono infiniti gli esempi disponibili e nel “sistema” ne sono riportati solo alcuni, ma la struttura del programma consente di ampliarli inserendone altri, anche supportati da disegni, particolari e testi illustrativi, in misura compatibile con la capacità di archiviazione di un CD.

### **Tecnologia e progettazione delle murature in mattoni**

Oltre che per epoche relative alla trattazione “storica”, le informazioni raccolte dalla letteratura di base sull'uso dei laterizi faccia a vista sono state organizzate in modo da essere



Dalla consultazione dei manuali, nella parte relativa alla disposizione dei mattoni, per esempio dalla trattazione di J. Rondelet nel *Trattato teorico e pratico dell'arte di edificare* (1802-3) o da quella del Breymann nel *Trattato generale di costruzioni civili* (1853), si può passare alla costruzione del modello tridimensionale delle pareti murarie (pulsante “progettazione”).

accessibili anche ad una consultazione per argomenti riguardanti le “tecnologie”. Il sistema, infatti, prende in considerazione l'esecuzione del paramento murario partendo dai prodotti e dai materiali di base, cioè malte e mattoni, le cui caratteristiche tipologiche sono fornite o richiamabili dalle altre sezioni, per arrivare alla “costruzione” degli elementi tecnici che costituiscono le murature in laterizio faccia a vista: i muri e loro specifiche parti, quali testate, cantonali e innesti, pilastri, architravi e archi, affrontando la trattazione per classi funzionali costituite dalle murature portanti, di partizione e di tamponamento. Di questi sono consultabili i sistemi ed i procedimenti costruttivi, a mezzo di descrizioni, illustrazioni, riferimenti normativi e rinvii incrociati alle altre sezioni.

Un accesso diretto è riservato alla trattazione relativa alla disposizione (o meglio “concatenamento”) dei mattoni modularmente nella muratura, di cui vengono descritti i vari criteri che, secondo le denominazioni ricavate da trattati e manuali<sup>(7)</sup>, sono il concatenamento a *cortina* (o *di fascia*), *in chiave* (o *di testa*), *gotico* (o *polacco*), *a blocco*, *fiammingo* (o *olandese*) e *in croce*.

Oltre ai “concatenamenti”, nell'intera sezione è comunque sempre presente un bottone (denominato “progettazione”), la cui attivazione avvia la costruzione del modello tridimensionale di alcuni elementi tecnici, in base ai diversi tipi di disposizione. Il collegamento consente infatti la modellazione di elementi di parete in laterizio, a due o più teste, secondo i diversi tipi di concatenamento, attivando in modalità OLE<sup>(8)</sup> il programma ABD (*Assistant Brick Design*) in ambiente AutoCAD.<sup>(9)</sup>

È questo il nodo più significativo: il passaggio da un semplice

manuale di consultazione ipertestuale ad uno strumento di progettazione interattivo e dinamico che, all'interno di un ben definito contesto tipologico, consente di ricercare soluzioni progettuali di elementi tecnici, controllandone la compatibilità reciproca e con il sistema cui appartengono, cioè l'orditura muraria che compone l'involucro edilizio.

La costruzione dell'intera parete procede attraverso l'assemblaggio modulare di elementi base che corrispondono a situazioni standard. Gli elementi utilizzati sono: il cantonale sinistro, il cantonale destro, l'angolare sinistro, l'angolare destro, il vano finestra, il vano porta, la parete cieca, l'architrave. Terminali e cantonali sono standardizzati e mantengono la loro configurazione qualunque sia la lunghezza complessiva della parete, mentre finestre, porte e pareti cieche sono parametrizzate in funzione del numero di moduli base compreso tra gli elementi standard.

Le lunghezze di tutti gli elementi sono definite in funzione del numero e delle dimensioni principali del mattone. Sono consentiti, quando è necessario, soltanto tre quarti di mattone e mezzi mattoni. Di conseguenza il modulo di progetto, compatibile con le dimensioni di tutti i mattoni impiegati, è il quarto di mattone. Poiché il mattone standard<sup>(10)</sup> ha dimensioni di 5,5x12x25 cm, se il modulo comprende anche la larghezza del giunto (in generale 1 cm), le sue dimensioni di default saranno 6,5 cm, cioè  $(25+1)/4$  cm.

La procedura di modellazione del complesso delle pareti esterne di un edificio è dunque la seguente:

- 1) è dato il disegno della parete, senza preoccuparsi della compatibilità delle dimensioni delle aperture e delle pareti cieche con il modulo base;
- 2) vengono scelti tipo di concatenamento, spessore della pa-

rete, dimensioni del mattone (sempre con rapporto costante dei lati nel caso di formati diversi da quello standard);

3) viene assegnato il numero di piani;

4) per ogni piano, *ABD* opera una prova della compatibilità della misura della parete e delle dimensioni delle aperture con la lunghezza del modulo, in base alle dimensioni del mattone e del giunto;

5) se il risultato della prova è negativo, *ADB* suggerisce per ogni lunghezza proposta due dimensioni, quelle immediatamente inferiore e superiore, compatibilmente con il tipo di concatenamento scelto e con lo spessore;

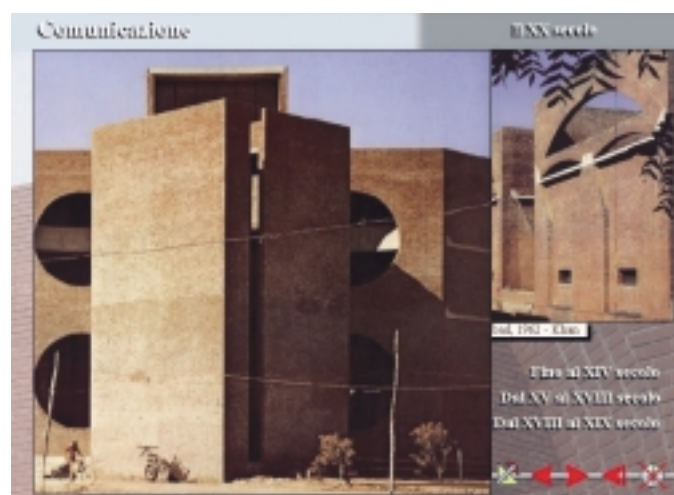
6) dopo l'accettazione di tutte le dimensioni suggerite, inizia la procedura di assemblaggio degli elementi prelevati dalla libreria all'interno del reticolo modulare precedentemente determinato ed in sequenza a partire da un estremo; vengono inseriti gli elementi standard (cantonali e/o angolari) di testata e vengono poi modellati, in numero variabile a seconda dello spazio da coprire, i mattoni degli elementi porta, finestra e pareti piene;

7) si ripete il passo 6 per tutti i piani della parete;

8) completata la parete, si ripetono i passi 6 e 7 in sequenza per le altre pareti, definendo l'intero involucro dell'edificio.

**Costruzione del modello** La prima operazione per la costruzione del modello della parete è quella di controllo e ridefinizione delle dimensioni planimetriche date. Un modulo di *ABD* provvede a sovrapporre al disegno della pianta il reticolo modulare, controllandone la compatibilità della dimensione complessiva dei fronti. Nel caso di mancata coincidenza, *ABD* propone aggiustamenti dimensionali fornendo una coppia di valori che si approssimano (per eccesso o per difetto) a quello modulare. E' evidente che tali valori dipendono anche dal numero di elementi (teste) che compongono lo spessore del muro, ciò sia per l'influenza sulla lunghezza del fronte degli spessori delle testate ortogonali alla parete considerata, sia per l'influenza del tipo di concatenamento sulla dimensione dei tratti di parete.

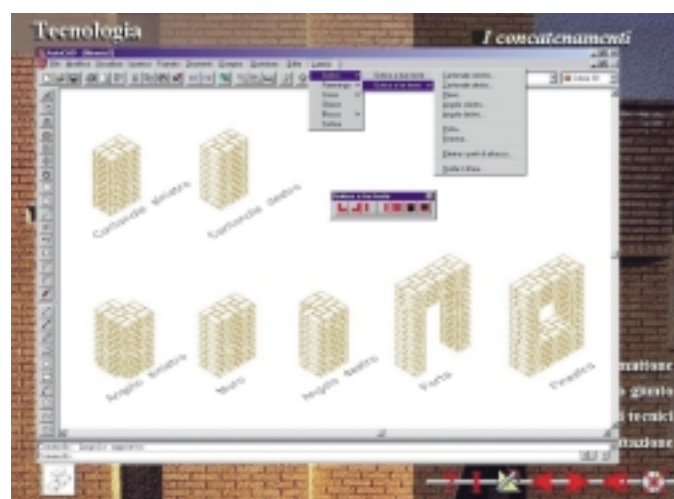
La scelta iniziale del tipo di concatenamento e del numero di teste da utilizzare nel piano in questa fase interviene al solo scopo di definire l'organizzazione modulare delle pareti. Operata la scelta delle dimensioni globali del fronte, *ABD* procede con lo stesso criterio alla verifica delle dimensioni dei vani che, sempre in funzione del tipo di concatenamento e dello spessore del muro, possono variare per approssimazione alle linee modulari. Il progettista, se vuole, può scegliere il valore più adatto tra i due di volta in volta proposti, sapendo ovviamente che questi vanno ad influire sulla dimensione delle parti piene contigue al vano. Il programma aggiorna allora a mano a mano le dimensioni degli elementi di parete, che sono però vincolate alla dimensione globale del fronte precedentemente determinata e comprese tra i due elementi fissi di testata.



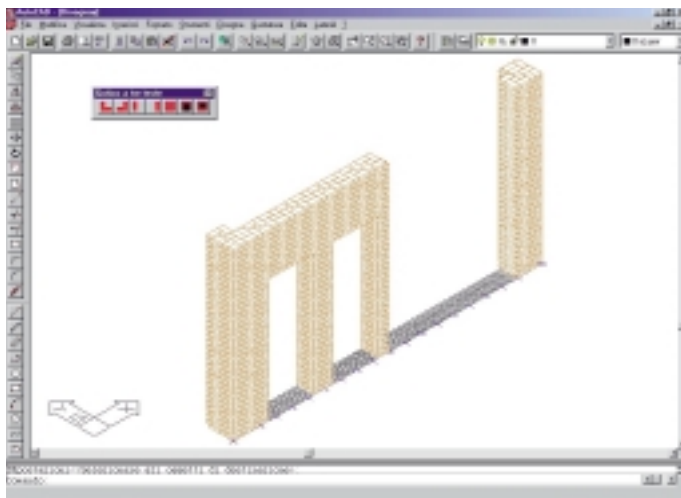
L'aspetto espressivo delle murature in laterizio faccia a vista è evidenziato nella sezione dedicata all'illustrazione di alcuni esempi significativi (nell'esempio l'*Indian Institute* di Louis Khan ad Amhedebad, 1962).



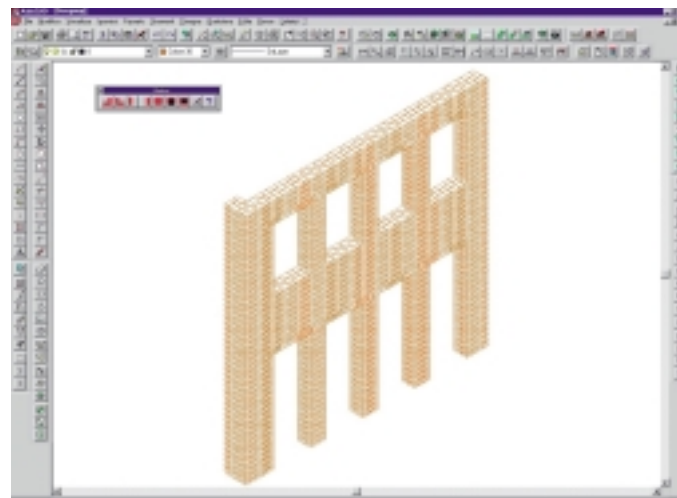
Sono disponibili i vari tipi di concatenamento, con rinvii a schemi di aggregazione dei filari per parti di muratura (terminali e cantonali) e per le sequenze di spessori (uno, due, tre o più teste) e con accesso diretto al modulo di "progettazione".



Finestra di modellazione aperta all'interno della sezione "tecnologia" e comandata dal bottone "progettazione". Sono qui evidenziati gli elementi base della libreria nel caso del concatenamento "gotico".



Le funzioni di costruzione prevedono il controllo della compatibilità modulare delle dimensioni assegnate con quella degli elementi di muratura da inserire. Il loro posizionamento è supportato da una griglia di riferimento e da punti di attacco in corrispondenza del macromodulo.



Dopo il controllo della compatibilità modulare tra gli elementi progettati (parti piene e vani), le funzioni di costruzione consentono la modellazione interattiva dell'intera parete. È qui riportata la fase relativa ai primi due piani di un fronte dell'edificio di Aldo Rossi ad Este (1993-96).

La possibilità di procedere alla costruzione di elementi di parete prelevabili da una tipologia predefinita e parametrizzati è stata introdotta per consentire di risolvere anche articolazioni abbastanza complesse degli elementi di facciata e per facilitare la costruzione dei vani (porte e finestre). Questi potrebbero in effetti essere ottenuti anche dall'aggregazione di "pezzi" di muratura piana, procedendo per "strati" di altezza variabile ma con più lunghe elaborazioni.

*ABD* prevede infatti la costruzione di elementi d'angolo (desto e sinistro) da utilizzare per gli innesti con le pareti ortogonali al fronte considerato e di elementi terminali (cantonale destro e sinistro) da impiegare nel caso di troncature della parete o nel caso di stipiti, quando non si utilizzino gli specifici moduli per la costruzione dei vani. È previsto il tracciamento di punti di riferimento colorati in corrispondenza del filo esterno della griglia principale di base di passo uguale allo spessore del muro (macromodulo).

A seconda del tipo di concatenamento scelto, la costruzione dei mattoni procede in elevazione e per strati, alternando nei corsi la posizione e lo sfalsamento dei laterizi ed utilizzando i tre quarti di mattone o il mezzo mattone secondo le regole usuali.<sup>(11)</sup> È prevista anche la possibilità di costruire brani murari non seguendo i classici schemi di concatenamento, ma "personalizzando" la disposizione per ottenere particolari soluzioni progettuali e di dettaglio, ma sempre compatibili modularmente e congruenti con il disegno complessivo della facciata.

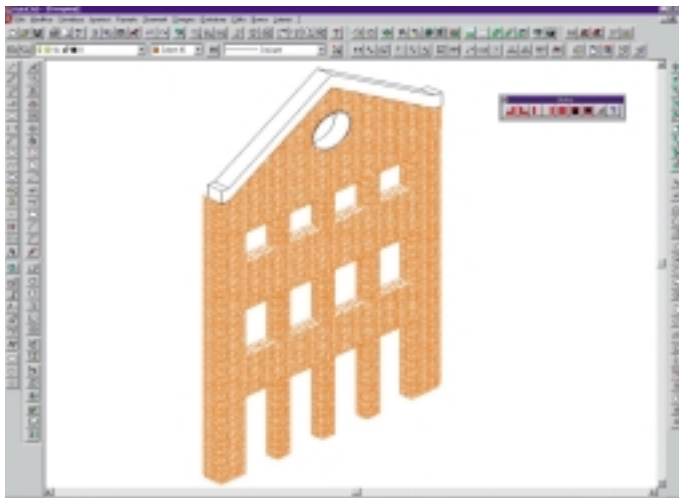
L'elemento "porta" richiede l'introduzione dell'altezza del vano e l'elemento "finestra" anche del davanzale, effettuando il controllo modulare di tali dimensioni ed offrendo alternative di scelta tra due dimensioni prossime nel caso di risultato negativo. È anche possibile completare l'intradosso con un architrave di mattoni (da armare) posti di "coltello".

La visualizzazione nelle varie fasi di costruzione avviene direttamente attraverso una vista assometrica attiva; ovviamente, si possono utilizzare tutte le funzioni che offre *AutoCAD* per completare il modello con il resto degli elementi architettonici o eventualmente per modificarne alcune parti ed adattarlo a particolari situazioni progettuali, controllando così direttamente la validità delle soluzioni trovate.

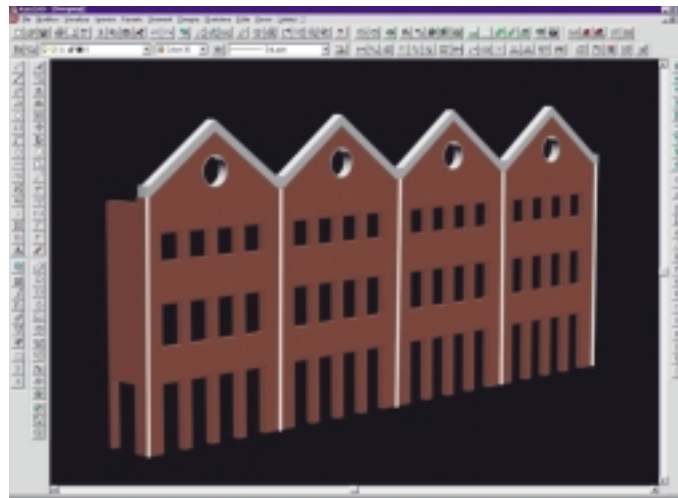
Definita la composizione dimensionale di tutti gli elementi costituenti i vani nella parete del piano considerato, *ABD* passa alla costruzione delle parti piene, che procedendo automaticamente in sequenza a partire da punti di attacco memorizzati in una matrice. Infatti una "mappatura" della parete consente di tenere conto anche delle differenti altezze degli elementi verticali e di posizionare tutti quegli strati di mattoni che chiudono orizzontalmente il piano. Anche l'altezza del piano viene controllata modularmente, suggerendo la coppia di dimensioni che più si approssimano a quella di input e che corrispondono ad un numero pari di corsi.

**Linee di sviluppo** Il sistema qui presentato è frutto di una ricerca ancora in corso. Suoi ulteriori e necessari sviluppi possono realizzare uno strumento di notevole aiuto al progettista di murature in laterizio. Questi può trarre un'evidente utilità dall'elaborazione diretta del modello tridimensionale, aiutato nella ricerca di più ampie possibilità espressive legate all'uso del mattone in laterizio e spinte verso soluzioni di elevata regolarità geometrica, di cui è possibile cogliere la valenza anche nello studio dei più minuti particolari.

L'implementazione del sistema di progettazione all'interno di un manuale di consultazione ipermediale è stata voluta per costruire quel collegamento diretto con una base di co-



Fase di definizione della costruzione di tutti i piani della parete.



Visualizzazione "rendering" d'insieme delle facciate modellate col programma ABD.

noscenze, in questo caso manualistiche e limitate ad alcuni specifici settori, ma certamente ampliabili. Queste costituiscono quei casi basilari, bagaglio dell'esperienza, da cui il progettista parte ed a cui costantemente fa riferimento nella costruzione del modello che rappresenta la soluzione progettuale. Il confronto dinamico con le conoscenze tecniche sull'argomento e le trasformazioni che il modello subisce, via via fino alla formulazione definitiva, forniscono uno strumento di controllo del processo progettuale. La soluzione trovata, infine, potrebbe arricchire le conoscenze stesse ampliando la casistica disponibile. ¶

### Bibliografia

- Acocella A., *L'architettura del mattone faccia a vista*, Edizioni Laterconsult, Roma, 1989.
- Colajanni B., Pellitteri G., Faconti D., "ABD: an auxiliary tool to design brick walls", *Computer craftsmanship*, 16th ECAADE Conference Proceedings, Paris, 1998.
- Coyne R.D., Rosenman M.A., Radford A.D., Balanchandran M., Gero J.S., *Knowledge-Based Design System*, Addison-Wesley, Reading, 1990.
- Gero J.S., *Design Prototypes: a knowledge representation schema for design*, *AI Magazine*, 11(4), Winter, 1990.
- Latina C., *Muratura portante in laterizio. Tecnologia Progetto Architettura*, Edizioni Laterconsult, Roma, 1994.

### Note

1. G. Righetti, "I CD Rom del laterizio", *Costruire in laterizio*, n. 71, Faenza, 1999.
2. Questo modo di affrontare il problema progettuale viene utilizzato nella costruzione di strumenti informatici di aiuto alla progettazione. Si tratta del *Case-Based Design*, divenuto uno dei paradigmi dell'*Intelligenza Artificiale*, che consiste nel relazionare una

situazione corrente a casi specifici e di natura simile, già affrontati dall'esperienza del progettista e utilizzabili per risolvere il problema in esame, apportando al modello di riferimento (*prototype*) le necessarie modifiche per adattarlo il più possibile al contesto progettuale. Lo stesso Case-Base, che rappresenta l'esperienza del progettista, può essere poi arricchito dal nuovo caso rappresentato dalla soluzione progettuale così trovata.

3. *I laterizi. Tecnologia e progetto delle murature faccia a vista: schema e primi materiali per un manuale interattivo*, tesi di laurea di S. La Pila, relatori B. Colajanni e G. Pellitteri, Ingegneria Edile Università degli Studi di Palermo, 1999.

4. L'ipertesto è stato sviluppato con *Multimedia Toolbook* di Asymetrix.

5. Lo stesso titolo che dà lo Scamozzi alla sua opera, *L'idea di Architettura universale*, mostra pienamente quella che era la concezione del sapere dell'epoca qui individuata come di tipo "trattatistico" (V. Scamozzi, *L'idea di Architettura universale* (1615), Arnoldo Forni Editore, Bologna, 1987).

6. Un'apposita sezione è dedicata ai riferimenti bibliografici, con collegamenti diretti agli specifici argomenti. Ad essa si rimanda per l'indicazione delle fonti citate e di quelle relative alle illustrazioni.

7. Una chiara trattazione sulla "disposizione dei pezzi" è stata fatta da G.A. Breyman, *Trattato generale di costruzioni civili* (1853), Valardi Editore, Milano, 1925-31, consultabile nella sezione relativa all'uso dei laterizi nella storia.

8. *Object Linking Embedding* è una funzionalità di *MS Windows*.

9. *Assistant Brick Design* è un programma costituito da moduli di funzioni scritte in *AutoLISP*, attivabili da menu di *AutoCAD* (entrambi prodotti *Autodesk*), che consente la modellazione degli elementi tecnici per i vari tipi di concatenamento attraverso anche una *tool bar* di funzioni. Allo sviluppo del software hanno collaborato S. Concialdi e G. Cuffari.

10. Il cosiddetto "mattone UNI" (secondo la norma UNI 5628/65).

11. Come si è detto, le regole sono richiamabili nella parte ipertestuale del programma, anche attraverso una navigazione "storica" collegata alla tecnologia del mattone in laterizio.