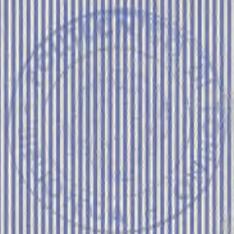


**SOCIETÀ
DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI
IN TORINO**



30 DIC. 1985

28

ATTI E RASSEGNA TECNICA

Anno 118

XXXIX - 5-9

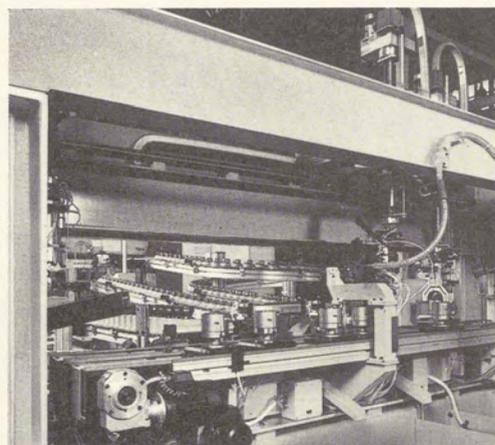
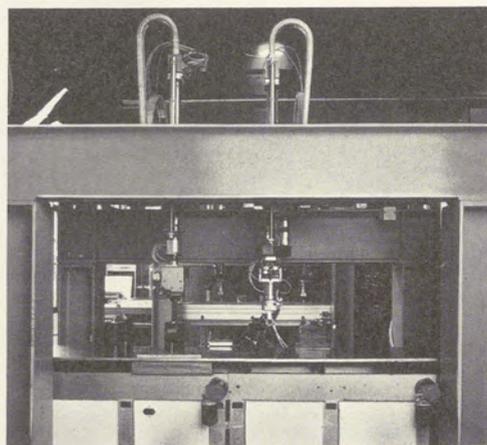
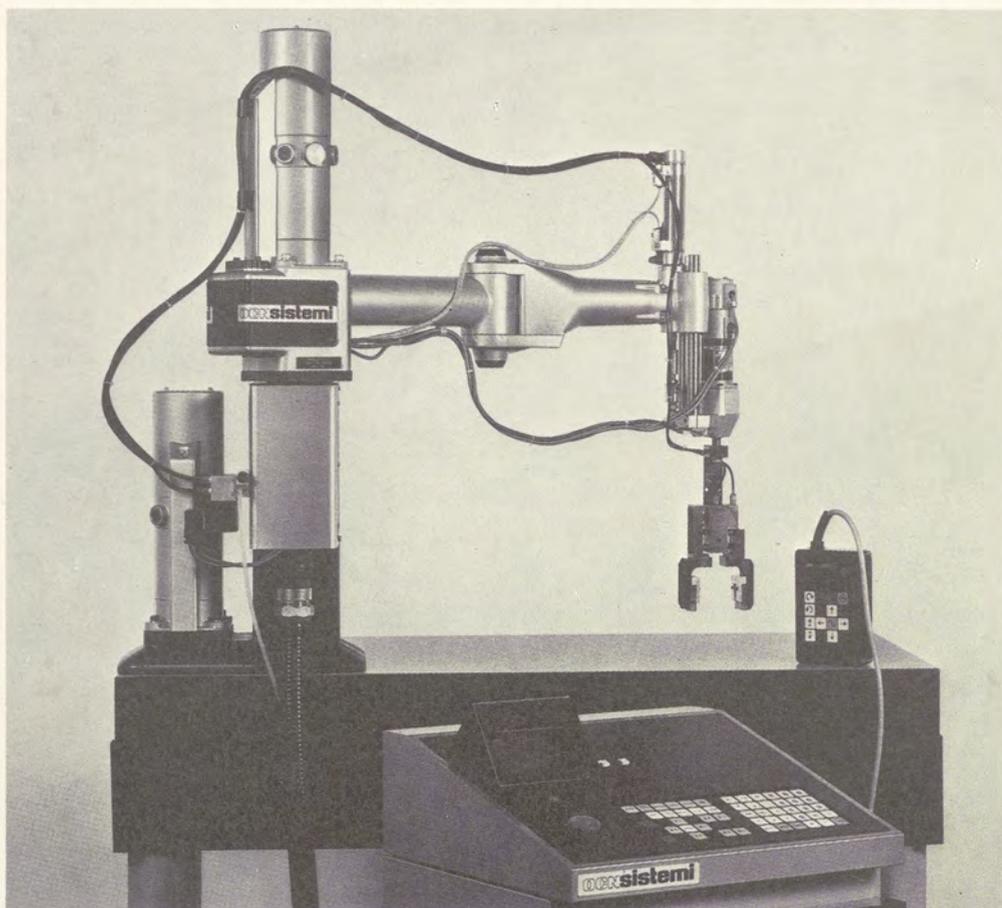
**MAGGIO
SETTEMBRE 1985**

N U O V A S E R I E

FORUM

**LA PROGETTAZIONE ASSISTITA
DAL CALCOLATORE (CAD)
NELL'INDUSTRIA DELLE COSTRUZIONI**

SISTEMI DI MONTAGGIO **OCN sistemi**

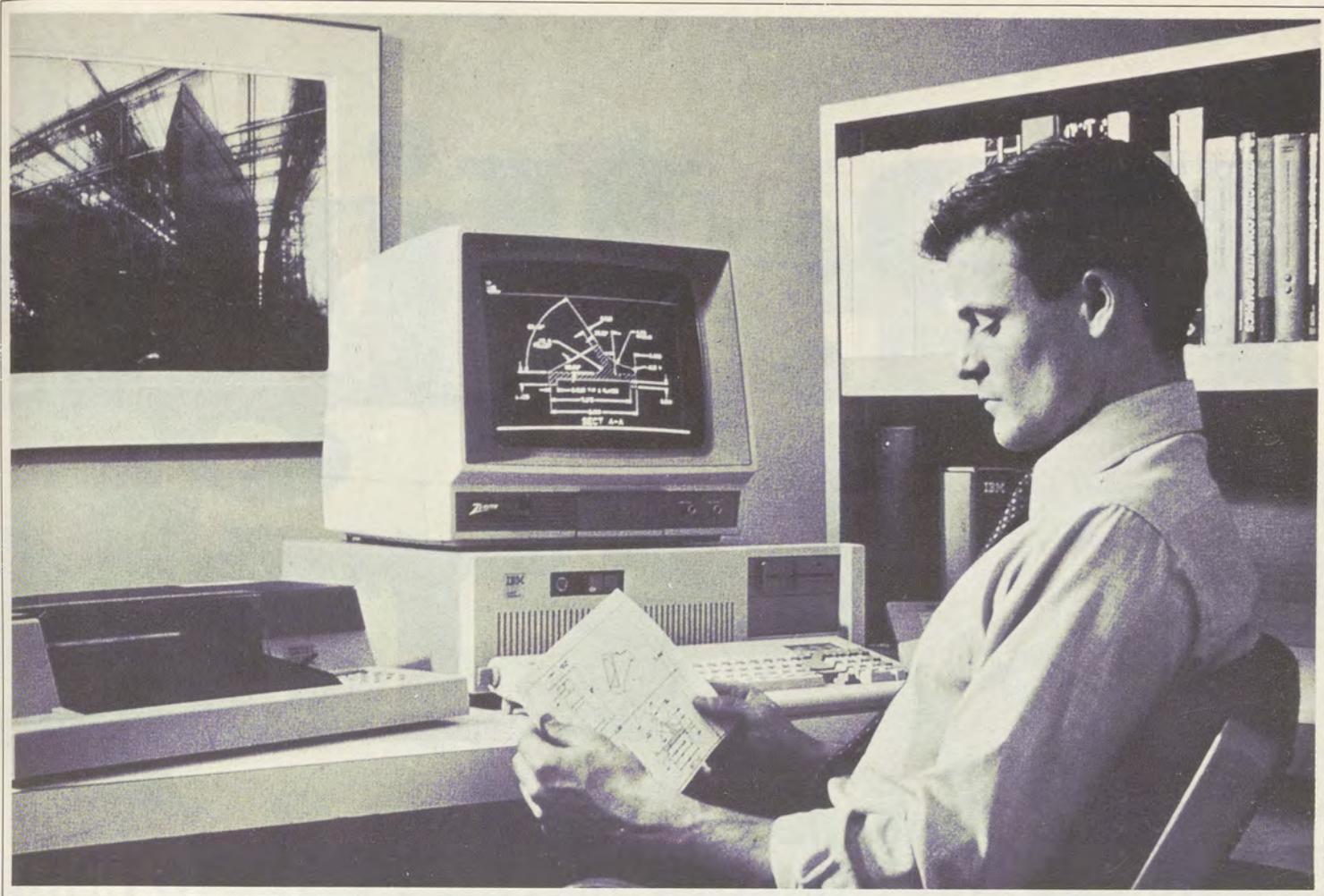


LE UNICHE COSE CHE NON POSSONO MONTARE SONO QUELLE GIA' MONTATE

C'è chi li chiama robot intelligenti e chi li chiama sistemi di montaggio. Da soli o collegati tra loro per risolvere sempre nel modo migliore possibile il problema per cui è richiesto il loro intervento, questi prodotti OCN sono in realtà gli specialisti in montaggi più richiesti d'Europa. E naturalmente si adattano a qualunque situazione produttiva: si inseriscono come isole intelligenti in fabbriche tradizionali o come affidabili unità in linee già automatizzate. Per dare a ciascuno la sicurezza di una elevata qualità, sempre perfettamente uguale a se stessa.

OCN sistemi

L' AUTOMAZIONE DELLA TUA FABBRICA È QUI



Computervision *Personal Designer*

UN CAD POTENTE SULLA TUA SCRIVANIA.

Il Personal Designer Computervision è uno strumento professionale di produzione per progettisti ed ingegneri, che associa alle brillanti caratteristiche di un Personal Computer ed alla vasta gamma di programmi disponibili, la potenzialità di un software sofisticato per disegno ed analisi di progetto.

La combinazione di un software applicativo Computervision con un Personal Computer permette al disegnatore e al progettista di disporre di uno strumento molto potente in grado di accedere alla tecnologia CAD, con investimenti molto contenuti rispetto ai grandi sistemi.

MicroCADDs, il software applicativo del Personal Designer, permette di creare mo-

delli tridimensionali e disegni bidimensionali, con i suoi strumenti di editing e di costruzione geometrica.

Il pacchetto opzionale MicroCADDs-Surface estende la capacità tridimensionale del Personal Designer dal Wire Frame alla modellazione con superfici, mentre un pacchetto aggiuntivo per Analisi degli Elementi Finiti, "MSC/pal Finite Element Analysis" della M. Schwendler Co. permette l'analisi dei modelli fino a 300 nodi.

Il Personal Designer, compatibile con i più sofisticati sistemi della famiglia CDS (Computervision Distributed Systems) può essere usato sia come sistema standalone, che integrato in rete con altri sistemi Computervision.



COMPUTERVISION

Computervision Italia S.p.A.
via Rivoltana 13 20090 SEGRATE
Tel. 7532551 Telex 313026 CVEMIL

per maggiori informazioni sui sistemi CV, inviare il presente tagliando o biglietto da visita

Nome _____
 Azienda _____
 Settore o attività _____
 Posizione _____
 Indirizzo _____
 Città _____
 CAP _____
 Tel. _____

si prega di scrivere in stampato

PRG

HORUS

HP: High Proje

Per arrivare lontano ti occorre
il Personal Integrato con sistema operativo UNIX,
che ti permetta di portare ovunque tutta
l'esperienza HP. Senza portarne il peso.

Per un professionista come te nessuna meta è irraggiungibile, nessun progetto è troppo arduo: basta che tu disponga dello strumento adatto. Per questo la Hewlett-Packard, all'avanguardia nell'elettronica mondiale, ha messo a frutto i suoi numerosi anni di esperienza sui computer tecnici per creare e sviluppare il Personal Computer Integrato disegnato apposta per te, ricercatore o progettista. Per entrambi gli aspetti del tuo lavoro, tecnico e amministrativo.



PC Integrato a 32 bit

Il PC Integrato HP è il primo personal computer a 32 bit che racchiude i vantaggi del sistema operativo UNIX in un package trasportabile, completamente integrato. E non è contenuto solo nelle dimensioni, ma anche nel prezzo.

Quando sfrutti la capacità multi-tasking del PC Integrato è come se avessi molti personal computer a disposizione. Tu programmi semplicemente una serie di operazioni e il PC le esegue contemporaneamente.

Così il PC Integrato HP ti aiuta ad organizzare i tuoi progetti tenendoti aggiornato sullo sviluppo di ciascuno, mano a mano che l'elaborazione produce nuovi risultati.

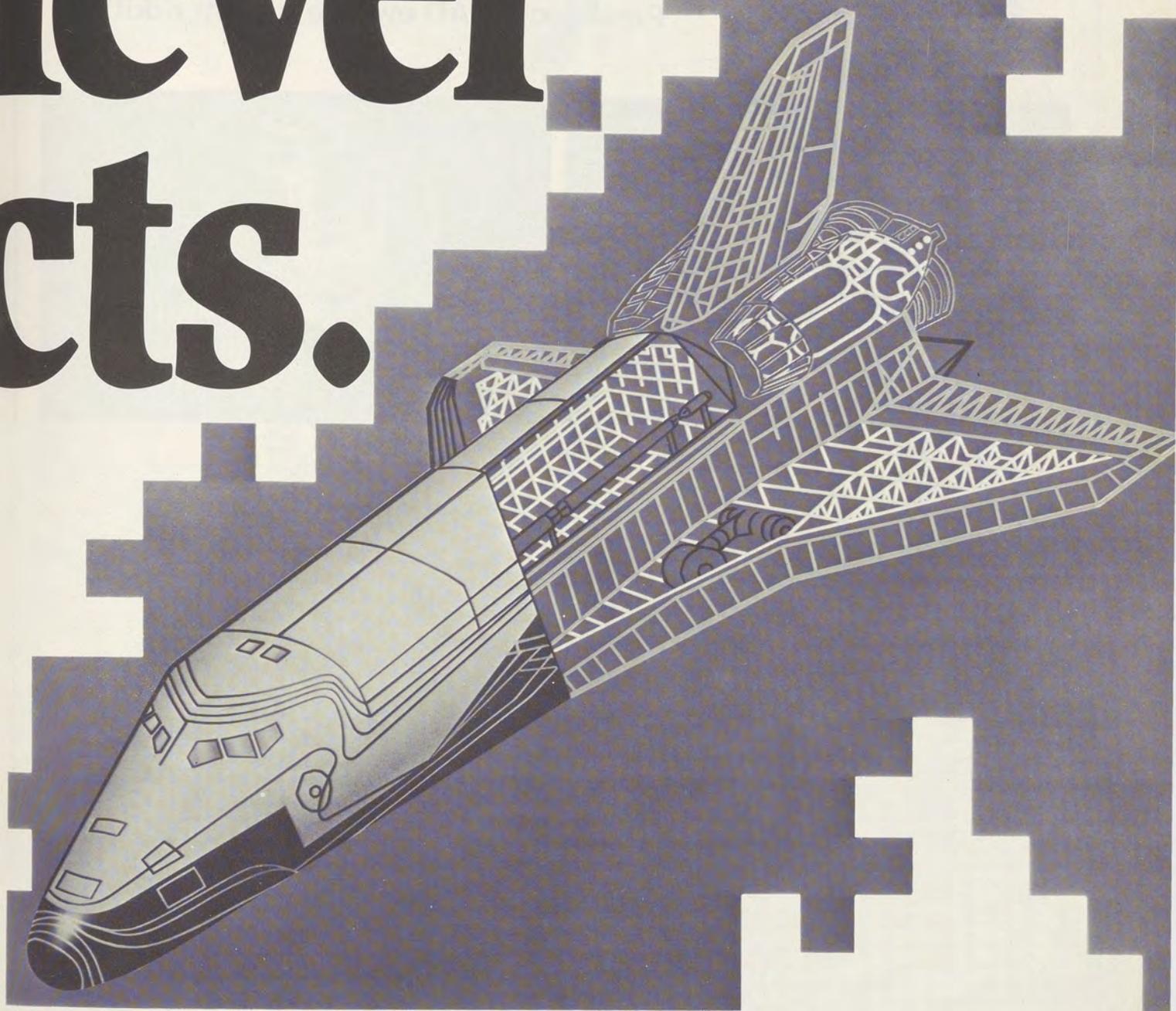
I limiti del PC Integrato HP sono soltanto quelli della tua fantasia.

I PC della Serie 200 e della Serie 80

Oltre al PC Integrato, HP mette a disposizione, dei tecnici professionisti



level cts.



l'ampia gamma degli altri suoi computer tecnici della Serie 200 e della Serie 80 particolarmente indicati per applicazioni tecnico scientifiche. Parlane col Rivenditore Hewlett-Packard più vicino a dove vivi o lavori: sarà lui a spiegarti quanto lontano possono proiettarti i PC tecnici HP sulla strada della professionalità e del successo.

Hewlett-Packard Italiana S.p.A.
Via G. Di Vittorio 9 - 20063 Cernusco Sul Naviglio
Milano - Tel. 02/923691

UNIX è un marchio registrato della AT&T BELL Laboratories

Se vuoi saperne di più sui Personal Computer HP
invia questo tagliando a Hewlett-Packard Italiana S.p.A.
Marketing Communication C.P. 10190, 20100 Milano.

Nome e Cognome _____

Società _____

Indirizzo _____

SIT/PROJ

HP-soluzioni produttive



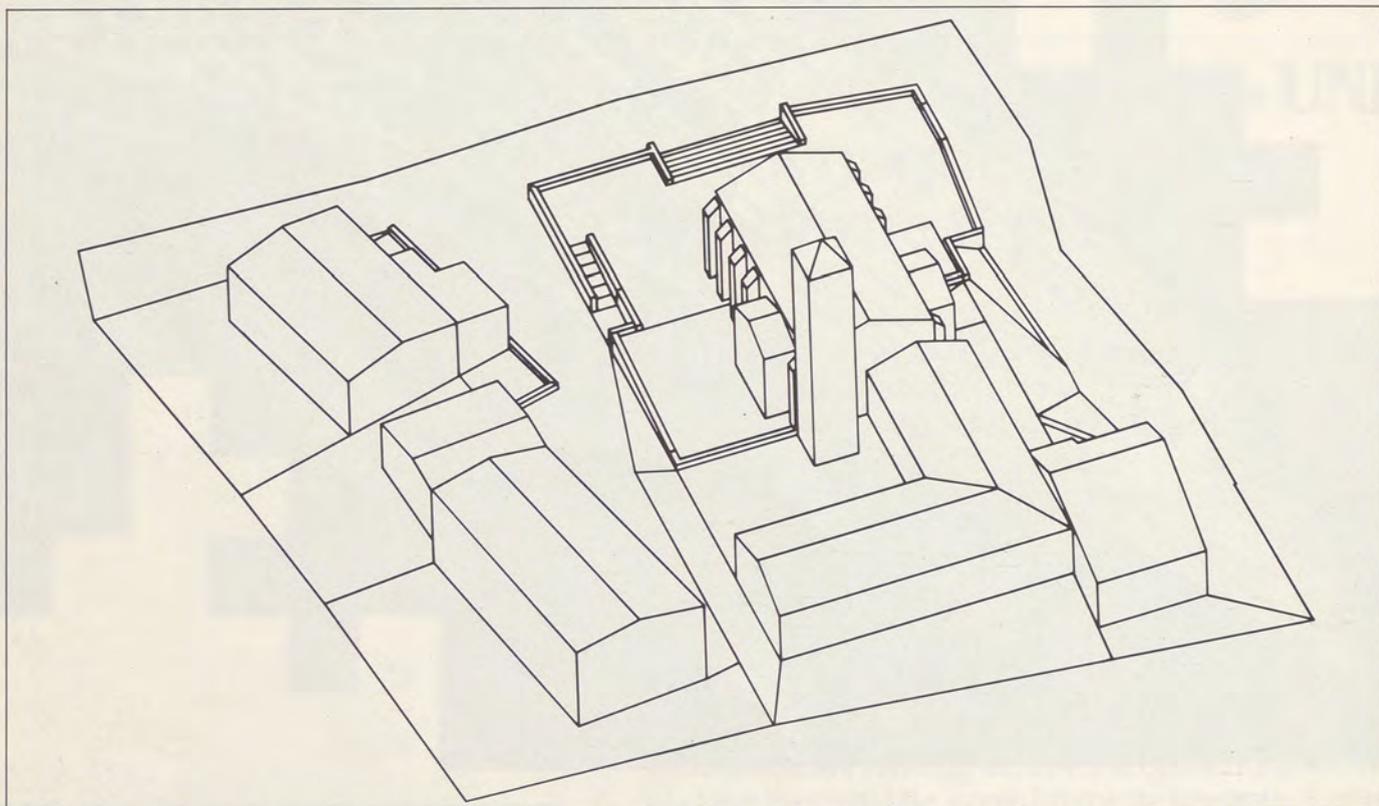
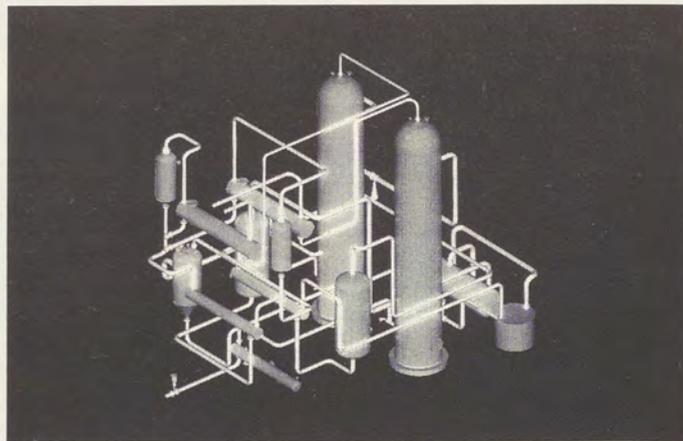
HEWLETT PACKARD



APW 15



Prestazioni CAD evolute a costi ridotti



La Selenia-Autotrol presenta la nuova stazione grafica **APW 15**, dedicata alle aziende che innovano il modo di progettare, con un investimento contenuto.

La **APW 15** è costituita da un Personal Computer AT IBM, affiancato da un processore a 32 bit per la gestione della grafica. La **APW 15** è dotata del medesimo software grafico impiegato dai modelli AGW e ARW, e con essi interscambia direttamente gli elaborati.

Gli ambienti operativi, DOS 3.1 e UNIX System V, possono utilizzare le vaste librerie applicative esistenti: per il calcolo, la gestione e l'automazione d'ufficio, associabili eventualmente alle attività grafiche.

La **APW 15** adotta un processore a 32 bit con 1 o 2 Mbytes di memoria, un disco fisso da 70 Mb e l'unità floppy da 1.2 Mb e collega la tavoletta grafica, il plotter, la stampante e l'hard-copy.

Lo schermo grafico è previsto con una definizione di 640 x 350 punti a 16 colori, oppure a 640 x 480 a 256 colori.

Le applicazioni, trasportate dalle stazioni autonome AGW e dai sistemi VAX, sono orientate ai settori architettonico, impiantistico, ingegneria del territorio, meccanico e manifatturiero.

La APW è visibile presso le Filiali Selenia-Autotrol di:

Sede e Filiale di Torino
Tel. (011)745994-745658

Filiale di Milano
Tel. (02) 864182-870976

Filiale di Roma
Tel. (06) 861844-861845

Sistemi Olivetti
M60-M40
Soluzioni Applicative

I.B.A.

Interactive Building Analysis

ANALISI INTERATTIVA
DI STRUTTURE
IN CEMENTO ARMATO



olivetti

Teksid. Tecnologia in metallurgia.

Al servizio dell'industria automobilistica mondiale

Teksid è una dimensione leader

La sfida della competitività internazionale obbliga ad attuare scelte precise e puntuali. Teksid ha concentrato il suo impegno nella componentistica metallurgica per industrie automobilistiche, attestandosi in una posizione di primo piano con le sue attività di fonderie alluminio, fonderie ghisa, stampaggio, bulloneria e riaffermandosi quale azienda leader per dimensione, impianti, tecnologie.

Teksid è tecnologia in metallurgia

Nel settore della metallurgia, il ruolo della ricerca è sostanziale. Con un'esperienza di oltre 60 anni nella componentistica metallurgica, Teksid ha raggiunto una qualificazione che si esprime al massimo livello in alcune produzioni particolarmente sofisticate, quali la colata in conchiglia per la fabbricazione di getti in alluminio

di forme complesse, il processo di fabbricazione "in mold" per la produzione di getti in ghisa sferoidale, l'estrusione a freddo per produrre particolari in acciaio con più elevate caratteristiche meccaniche e geometriche.

Teksid è tecnologia in tutto il mondo

Teksid fornisce i suoi prodotti (teste cilindri, collettori, scatole cambio, scatole per riduttori aeronautici, alberi e basamenti motore, bielle, manicotti, montanti per sospensione, giunti omocinetici, alberi cambio, bulloneria, ecc.) a nomi prestigiosi dell'industria automobilistica mondiale: Aeritalia, Agusta, Alfa Romeo, Boeing, Chrysler, Citroën, Cummins, Fiat, Ford USA, Ford UK, General Motors France, Getrag, Girling, Lemfoerder, Lombardini, Peugeot, Piaggio, Renault, ecc. Nomi che sono la migliore conferma dell'alto livello tecnologico raggiunto dalla Teksid.



Teksid

Il Settore Prodotti Metallurgici del Gruppo Fiat.

IL MIGLIORE SERRAMENTO CHE CI SIA



FRESIA

ALLUMINIO



NUOVO SERRAMENTO MISTO LEGNO

Resistente e isolante, elegante e funzionale. Ideale per porte e finestre.

IL PIÙ GRANDE ASSORTIMENTO CHE CI SIA



FRESIA

ALLUMINIO



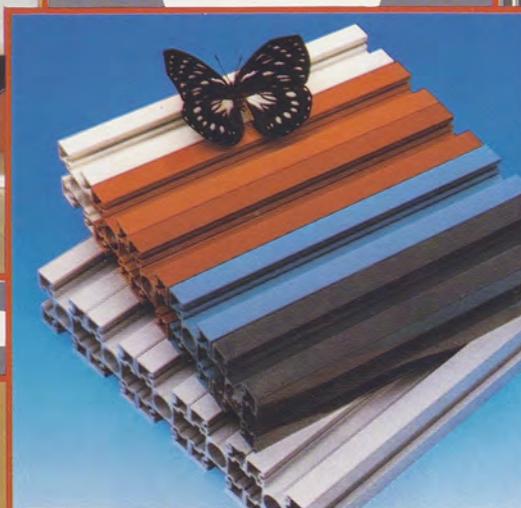
CONTROSOFFITTI

verniciati a fuoco in 12 colori o anodizzati in 5 finiture lucide o spazzolate



CANCELLATE

facili da montare, in alluminio anodizzato o verniciato in bellissimi colori.



PROFILATI VERNICIATI

per l'edilizia pubblica e privata. La più completa gamma di colori, per interni ed esterni.



GIUNTO APERTO
NC 40/45 International

Permeabilità all'aria A₃ - Impermeabilità all'acqua E_E - Resistenza al vento V₂.



PONTE TERMICO
NC 50

Collaudi dell'Ist. tecnol. finestre Rosenheim (D):
Isolam. term. profilati: K = 2,5 Kcal/h mq. °K

PER L'ELENCO
DEGLI INSTALLATORI
VEDERE



ALLA CATEGORIA
SERRAMENTI E INFISSI
ALLUMINIO

LA PIÙ GRANDE FERRAMENTA CHE CI SIA



FRESIA

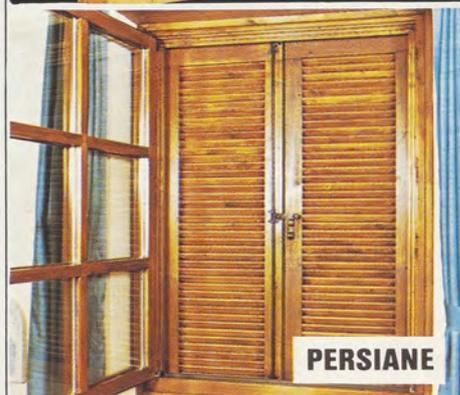
FERRAMENTA



ANTA RIBALTA



BILICO



PERSIANE



PORTA ALZANTE SCORREVOLE

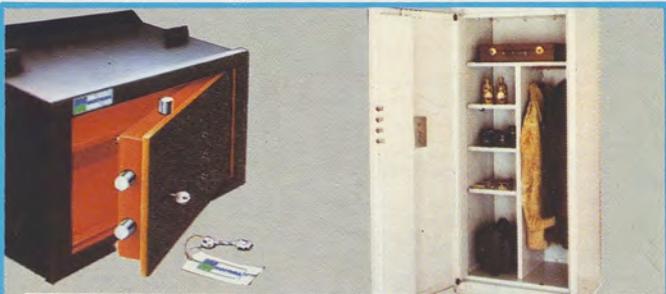
FERRAMENTA ESCLUSIVA AD ALTA TECNOLOGIA
per serramenti solidi, belli, funzionali e sicuri.

IL PIÙ GRANDE ASSORTIMENTO CHE CI SIA



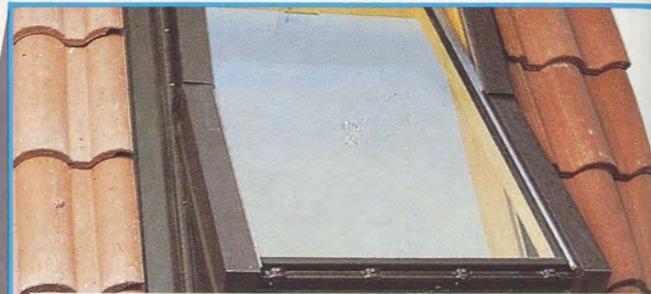
FRESIA

FERRAMENTA



CASSEFORTI - ARMADI CORAZZATI

La gamma più completa per garantire la sicurezza e la riservatezza in abitazioni e uffici.



FINESTRE per MANSARDE

Pronte alla posa - Tempi di montaggio dimezzati grazie al telaio di copertura già incorporato.



MANIGLIE - Tutti i modelli delle migliori marche.



MANIGLIONI ANTIPANICO

Tutti i modelli esistenti pronti a magazzino.



CANCELLI e SERRANDE

con motorizzazioni complete di centralina. Chiusure a battente, a libro, scorrevoli.





TURCHIA - DIGA DI KARAKAYA - ITALSTRADE RECCHI

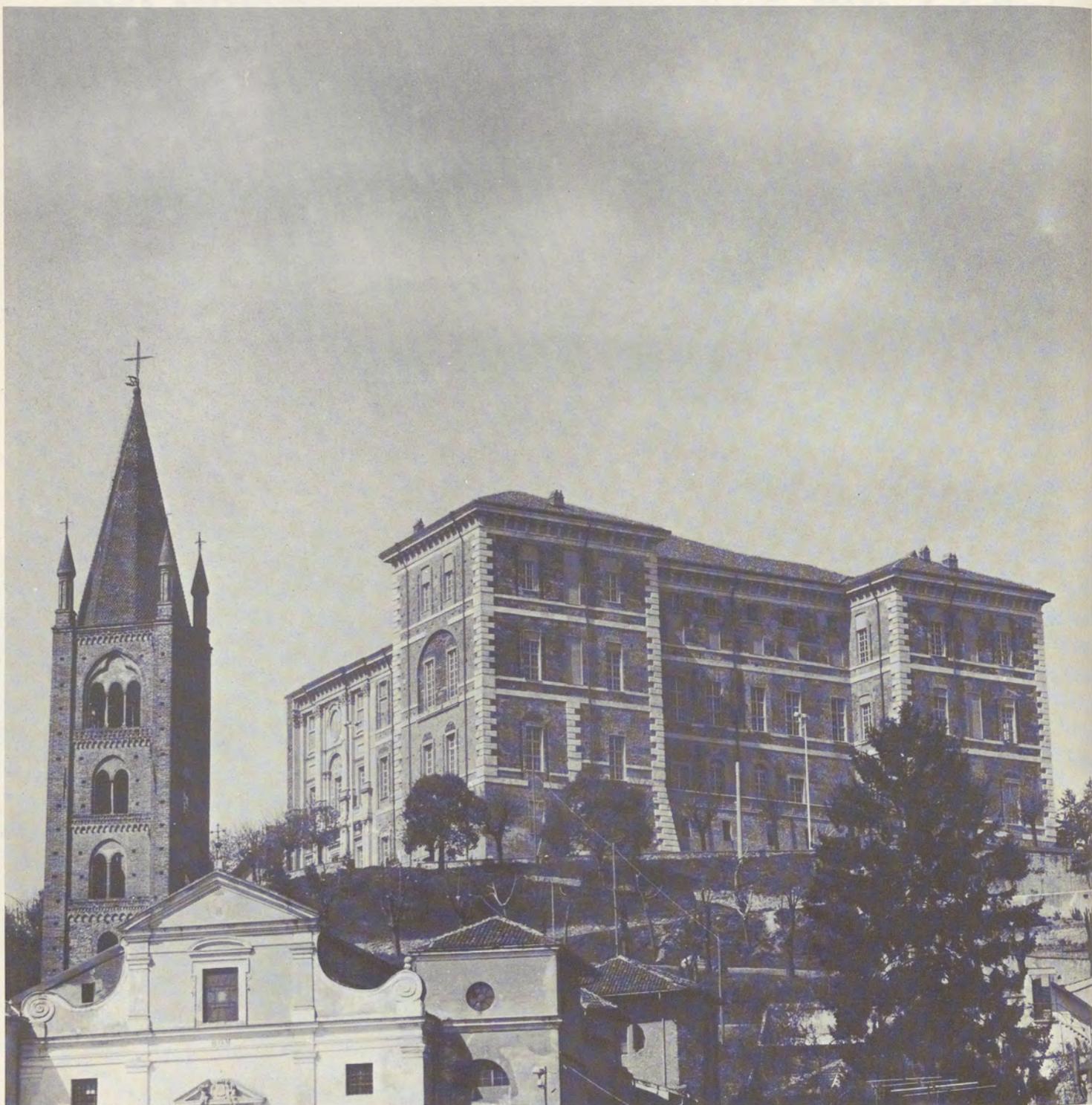
RECCHI

S.P.A.

COSTRUZIONI GENERALI

**COSTRUZIONI EDILI STRADALI IDROELETTRICHE FERROVIARIE
OPERE MARITTIME**

TORINO VIA MONTEVECCHIO 28



RESTAURO DEL CASTELLO DI RIVOLI

BORINI COSTRUZIONI S.p.A

IMPRESA GENERALE DI COSTRUZIONI

STUDIO DI INGEGNERIA

SEDE SOCIALE: 10121 TORINO - VIA BELLINI 2

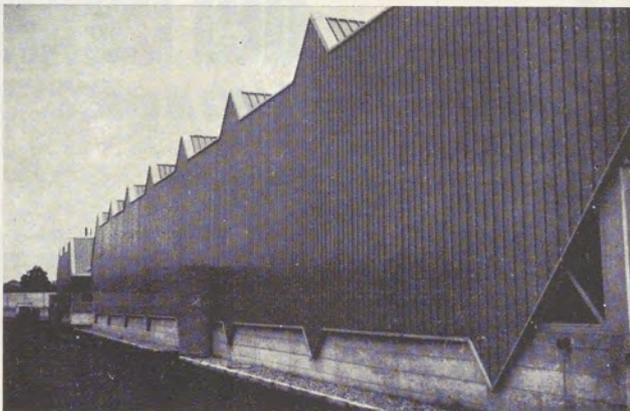
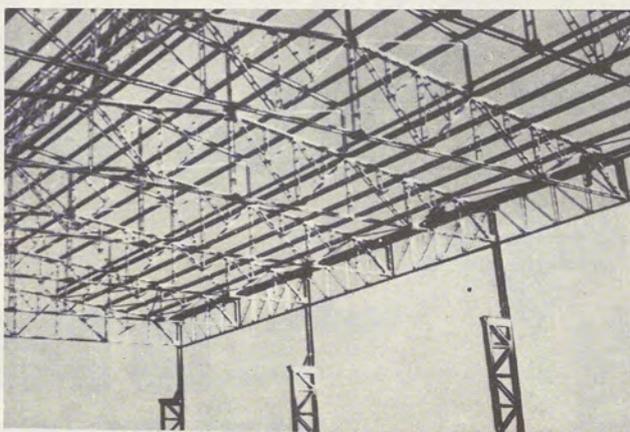
TELEFONO (011) 55.461

EDIFICI

CIVILI - INDUSTRIALI - AGRICOLI

ORTECO

SCALE DI SICUREZZA



Torino - c. M. D'Azeglio 78 - tel. 688792

SISTEMI TELEFONICI A MISURA D'UTENTE



per: PICCOLE & MEDIE AZIENDE
INDUSTRIE
VILLE
OSPEDALI
BANCHE
PROFESSIONISTI

Telefonica Subalpina

DA 35 ANNI È CONSULENZA, PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE

CORSO DUCA DEGLI ABRUZZI 6 - TORINO - TEL. 535.000





La centrale del calore pulito.

Di casa in casa, Torino si riscalda a metano.


italgas
Servizio riscaldamento non-stop.

Gruppo G3

ONDULINE NEL RINNOVO DELLE COPERTURE

Onduline, grazie alla sua speciale composizione, ha una elasticità naturale che consente di utilizzare anche le vecchie strutture deformate.

Nel rinnovo delle vecchie coperture si impiega Onduline per rendere semplice ed economico un intervento che, con altri materiali, sarebbe costoso e complicato.

Infatti le lastre Onduline seguono il profilo deformato delle vecchie strutture, si portano a misura con qualsiasi sega, si inchiodano direttamente sui vecchi listelli e si possono ricoprire oltre 200 mq di tetto in 8 ore di lavoro.

Il mantenimento della vecchia struttura consente di procedere alla posa di Onduline man mano che viene sollevato il vecchio manto. In tale modo i locali che si ricoprono non restano mai scoperti. Nelle costruzioni industriali e negli edifici agricoli le superfici dei tetti sono sempre ampie ed il costo del loro rinnovo, con i metodi tradizionali, sarebbe assai elevato. Onduline consente di dimezzare il costo del rinnovo dei tetti e di ridurre moltissimo i tempi di esecuzione.

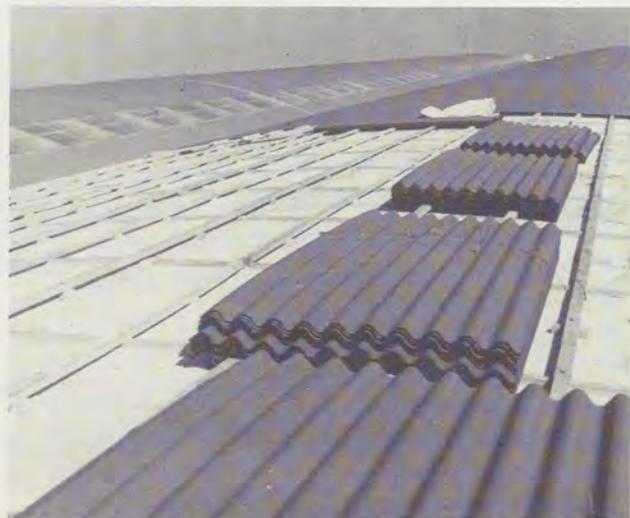
Le industrie e le aziende agrarie che dispongono di un buon operaio generico possono rinnovare senza interventi esterni qualsiasi copertura con l'uso di Onduline.

Infine, essendo Onduline un materiale resistente al gelo ed a tutti gli aggressivi chimici, un tetto rinnovato con Onduline non avrà bisogno di alcuna manutenzione futura.

Onduline offre i vantaggi della sua grande semplicità.



La lastra fibrobituminosa ONDULINE per qualsiasi copertura e rivestimento è lunga 2 m e larga 90 cm. È molto leggera e maneggevole e può essere fornita nei colori grigio ardesia, grigio antracite, rosso provenzale e verde muschio.



La lastra ONDULINE fra gli altri suoi attributi ha il merito di essere facile da posare in quanto richiede una semplice struttura di fissaggio. Può essere sufficiente un solo operaio anche non specializzato per posare le lastre. È questo un vantaggio economico di grande valore.

ATTI E RASSEGNA TECNICA

DELLA SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI IN TORINO

RIVISTA FONDATA A TORINO NEL 1867

NUOVA SERIE - ANNO XXXIX - Numero 5-9 - MAGGIO-SETTEMBRE 1985

SOMMARIO

ATTI DEL FORUM SU «LA PROGETTAZIONE ASSISTITA» DAL CALCOLATORE (CAD) NELL'INDUSTRIA DELLE COSTRUZIONI

1ª GIORNATA

G. F. MICHELETTI, *Introduzione al Forum*..... pag. 115

PRIMA SESSIONE - Presidente G. F. MICHELETTI

MEZZI DI LAVORO E TECNOLOGIE

C. LUINI, *il CAD nell'industria delle costruzioni*..... » 123
F. GENNARI, *Sistemi e metodi CAD nell'architettura*..... » 126
V. FRANCHINA, *Uso del modellatore tridimensionale TDS nel progetto architettonico*..... » 128
S. TORNINCASA, M. GATTIGLIO, *Impieghi di modelli solidi in Architettura*..... » 133
A. MAIDA, *Tradizione e innovazione: una soluzione completa*..... » 138

SECONDA SESSIONE - 1ª Parte - Presidente G. ROSENTAL

PROGETTI E APPLICAZIONI

G. CIRIBINI, *Progetto e computer*..... » 143
A. LORENZETTI, *Pianificazione territoriale e tecnologia informatica*..... » 146
V. MARCHESE, *Uso della grafica computerizzata nella elaborazione dei dati finalizzata all'analisi urbanistica*..... » 149
M. GIUDICE, F. VALERIO, *Il calcolatore e la conoscenza del territorio: l'esperienza della Regione Piemonte*..... » 155
B. BONI-CASTAGNETTI, S. MANASSERO, *L'impiego delle Banche Dati per la gestione di informazioni grafiche e alfanumeriche*..... » 157
A. SPAZIANTE, C. CAPITANIO, P. FOIETTA, *Un sistema grafico interattivo su personal computer per la formazione e la gestione di PRGC*..... » 162
P. RANZANI, *Gestire le attività progettuali con l'aiuto dell'elaboratore*..... » 175
A. SOZZA, *Problemi relativi alla integrazione di funzioni di progetto e di controllo*..... » 181
C. AVALLE, *Edilizia residenziale e pubblica: una applicazione specifica per concorso-appalto*..... » 184

2ª GIORNATA

SECONDA SESSIONE - 2ª Parte - Presidente G. FULCHERI

PROGETTI E APPLICAZIONI

I. PORRONE, *Panorama delle applicazioni del C.A.D. nel campo della progettazione strutturale*..... » 189
F. BIASIOLI, *Progetto di strutture: realtà e prospettive*..... » 192
M. MARCHETTI, *Dolmen: Sistema di progettazione strutturale integrato per microcalcolatore*..... » 195
M. CALI, *La progettazione termotecnica di sistemi edificio-impianto*..... » 198
B. BONI-CASTAGNETTI, *Il CAD in Fiat Engineering: applicazioni nella progettazione civile e impiantistica*..... » 202
R. ROBERTI, C. BORAZZO, N. TRISTANO, *CAEMIS: Un sistema integrato per il progetto e l'analisi di tubazioni*..... » 206
D. MUNARI, *Prospettive per l'introduzione di un sistema informativo automatizzato nella gestione dell'impresa edile*..... » 214
A. SCUERO, *Studio di offerte e controllo di gestione delle commesse in corso*..... » 217

Direttore: Gian Federico Micheletti

Co-direttore Roberto Gabetti

Vice-direttore Elena Tamagno

Redattore-capo Francesco Barrera

Comitato di redazione: Bruno Astori, Maria Grazia Cerri, Vera Comoli Mandracci, Mario Daprà, Cristiana Lombardi Sertorio, Mario Picco, Giorgio Rosental.

Comitato di Amministrazione:

Presidente: Giuseppe Fulcheri

Segretario: Francesco Barrera

Membri: Lorenzo Brezzi, Marco Filippi, Cristiana Lombardi Sertorio, Mario Federico Roggero.

Tesoriere: Giorgio Rosental.

Sede: Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino, Via Giolitti 1, 10123 TORINO, telefono 011 - 537412

ISSN 0004-7287

Periodico inviato gratuitamente ai Soci della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino.



NELLO SCRIVERE AGLI INSERZIONISTI CITARE QUESTA RIVISTA XI

FORUM

LA PROGETTAZIONE ASSISTITA DAL CALCOLATORE (CAD) NELL'INDUSTRIA DELLE COSTRUZIONI

**POLITECNICO DI TORINO
6-7 GIUGNO 1985**

INDICE

ATTI DEL FORUM SU «LA PROGETTAZIONE ASSISTITA» DAL CALCOLATORE (CAD) NELL'INDUSTRIA DELLE COSTRUZIONI

1ª GIORNATA

G. F. MICHELETTI, *Introduzione al Forum*..... pag. 115

PRIMA SESSIONE - Presidente G. F. MICHELETTI

MEZZI DI LAVORO E TECNOLOGIE

- C. LUINI, *il CAD nell'industria delle costruzioni*..... » 123
F. GENNARI, *Sistemi e metodi CAD nell'architettura*..... » 126
V. FRANCHINA, *Uso del modellatore tridimensionale TDS nel progetto architettonico* » 128
S. TORNINCASA, M. GATTIGLIO, *Impieghi di modelli solidi in Architettura* » 133
A. MAIDA, *Tradizione e innovazione: una soluzione completa*..... » 138

SECONDA SESSIONE - 1ª Parte - Presidente G. ROSENAL

PROGETTI E APPLICAZIONI

- G. CIRIBINI, *Progetto e computer*..... » 143
A. LORENZETTI, *Pianificazione territoriale e tecnologia informatica*..... » 146
V. MARCHESE, *Uso della grafica computerizzata nella elaborazione dei dati finalizzata all'analisi urbanistica*..... » 149
M. GIUDICE, F. VALERIO, *Il calcolatore e la conoscenza del territorio: l'esperienza della Regione Piemonte*..... » 155
B. BONI-CASTAGNETTI, S. MANASSERO, *L'impiego delle Banche Dati per la gestione di informazioni grafiche e alfanumeriche*..... » 157
A. SPAZIANTE, C. CAPITANIO, P. FOIETTA, *Un sistema grafico interattivo su personal computer per la formazione e la gestione di PRGC*..... » 162
P. RANZANI, *Gestire le attività progettuali con l'aiuto dell'elaboratore*... » 175
A. SOZZA, *Problemi relativi alla integrazione di funzioni di progetto e di controllo* » 181
C. AVALLE, *Edilizia residenziale e pubblica: una applicazione specifica per concorso-appalto* » 184

2^a GIORNATA

SECONDA SESSIONE - 2^a Parte - *Presidente G. FULCHERI*

PROGETTI E APPLICAZIONI

| | |
|--|----------|
| I. PORRONE <i>Panorama delle applicazioni del C.A.D. nel campo della progettazione strutturale</i> | pag. 189 |
| F. BIASIOLI, <i>Progetto di strutture: realtà e prospettive</i> | » 192 |
| M. MARCHETTI, <i>Dolmen: Sistema di progettazione strutturale integrato per microcalcolatore</i> | » 195 |
| M. CALÌ, <i>La progettazione termotecnica di sistemi edificio-impianto</i> | » 198 |
| B. BONI-CASTAGNETTI, <i>Il CAD in Fiat Engineering: applicazioni nella progettazione civile e impiantistica</i> | » 202 |
| R. ROBERTI, C. BORAZZO, N. TRISTANO, <i>CAEMIS: Un sistema integrato per il progetto e l'analisi di tubazioni</i> | » 206 |
| D. MUNARI, <i>Prospettive per l'introduzione di un sistema informativo automatizzato nella gestione dell'impresa edile</i> | » 214 |
| A. SCUERO, <i>Studio di offerte e controllo di gestione delle commesse in corso</i> | » 217 |

Introduzione al Futuro

di [illegibile]

1ª GIORNATA giovedì 6 giugno 1985

Introduzione al Forum

Gian Federico MICHELETTI (*)

Dovendo io pensare ad una «introduzione al Forum», mi sono chiesto — tra il perplesso e il divertito — a chi razionalmente potesse ascrivere la *competenza* per trattare di computer nell'industria delle costruzioni: a un ingegnere o ad un architetto? Ad un informatico o ad un urbanista? Ad un matematico o magari un sociologo?

Scorrendo le relazioni ho toccato con mano la varietà dei settori interessati e, quindi, la molteplicità delle discipline, chiamate a raccolta per assicurare preparazione, esperienza specifica, reciprocità di influssi. Ancora una volta, balza in evidenza la necessità di un concorso interdisciplinare di nozioni, da cui nasce quella nuova «forma di sapere», connotata dal «computer aided». E ancora una volta si deve prendere atto del muovere verso l'elaborazione di «*sistemi esperti*», che qualcuno ha spiritosamente raffigurato in forma grafica, tratteggiando una tavola rotonda cui sono assisi «x» terminali di computer quali interlocutori dalle memorie inesauribili, ed una persona che li interpella per poterne trarre decisioni ottimali.

Sarà, quello raffigurato, un punto di arrivo non lontano. Per adesso, ci stiamo ancora muovendo alla ricerca delle nuove metodologie di consultazione dei computer e delle modalità per farli inter-agire, attivando i packages idonei, dopo averli evocati dalle loro memorie, presenti e puntuali, neutre e precise.

Come si è pervenuti al momento attuale?

Come si può tratteggiare l'evolversi di tecniche e di mezzi, di hardware e di software, nella seconda metà di questo nostro secolo ormai alle soglie del Duemila?

Uno sguardo rapido di sintesi, a ritroso, può utilmente introdurre alle successive trattazioni, che ci proporranno lo «stato dell'arte» e ci prefigureranno i prossimi incalzanti sviluppi.

Un excursus storico

Ho già fatto richiamo ai sistemi esperti e mi piace quindi il prendere avvio da una convinzione precisa: *la progettazione, oggi, non può non richiedere un approccio sistematico.*

Mi si consenta di insistere su questo assunto,

(*) Presidente della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino, Ingegnere, Professore presso il Politecnico di Torino.

quale riflessione introduttiva sul tema del nostro FORUM, poiché sono persuaso che un successo — nella progettazione in genere, e nella progettazione per l'industria delle costruzioni, in particolare — dipenda dal valutare con precisione le interazioni fra i vari elementi ed i vari gruppi di problemi; ove non fossero considerate tali interconnessioni, si perverebbe a soluzioni molto lontane da risultati ottimali.

Il «*sistema progettato*» deve anzi tutto soddisfare ad un bisogno entro una determinata scadenza, per giustificare l'investimento in termini di tempo, denaro e impegno: il tutto in uno sforzo di adattamento a situazioni dinamiche. Il progetto deve perciò essere considerato come un insieme coordinato di attività, che includono: raccolta di dati e loro elaborazione, calcolo, disegno, costruzione, installazione, funzionalità, manutenzione ed eventuali modifiche.

Queste premesse devono essere tenute ben presenti, per iniziare a trattare concretamente di CAD (computer aided design) e valutare i benefici che se ne possono derivare. I momenti della progettazione possono presentarsi in una successione così formulata:

- *specificazione delle caratteristiche*: è il momento che precede il disegno, provenendo da uno studio dei dati su una situazione dell'ambiente, entro il quale dovrà collocarsi il progetto;
- *applicazione dei principi di progetto secondo le tecnologie disponibili*: si perviene a soluzioni, da valutare in funzione di parametri basilari, quali — ad es. — il rapporto costi/benefici;
- *esame delle soluzioni alternative*: considerando i vari parametri, si tende ad una decisione, che appaia soddisfacente sotto i vari aspetti;
- *progettazione finale*: sovente richiesta, per una revisione delle varie parti del progetto, in fasi successive, affinché risponda ad una rielaborazione ottimale.

È noto che il ricorso al computer, dalla metà degli anni '50, cominciò ad articolarsi in forme via via più impegnative sulle attività tanto di *progetto*, quanto di *costruzione*, di *distribuzione* e di *controllo delle informazioni*.

Fra le prime applicazioni rientrò la fase progettuale, essendo evidente l'ausilio del computer per prendere in considerazione alternative più complesse di progetto, ed elevare il grado di sicurezza delle valutazioni. Si cominciò ad operare con l'aerospazio e la difesa; poi le tecniche si estesero alla

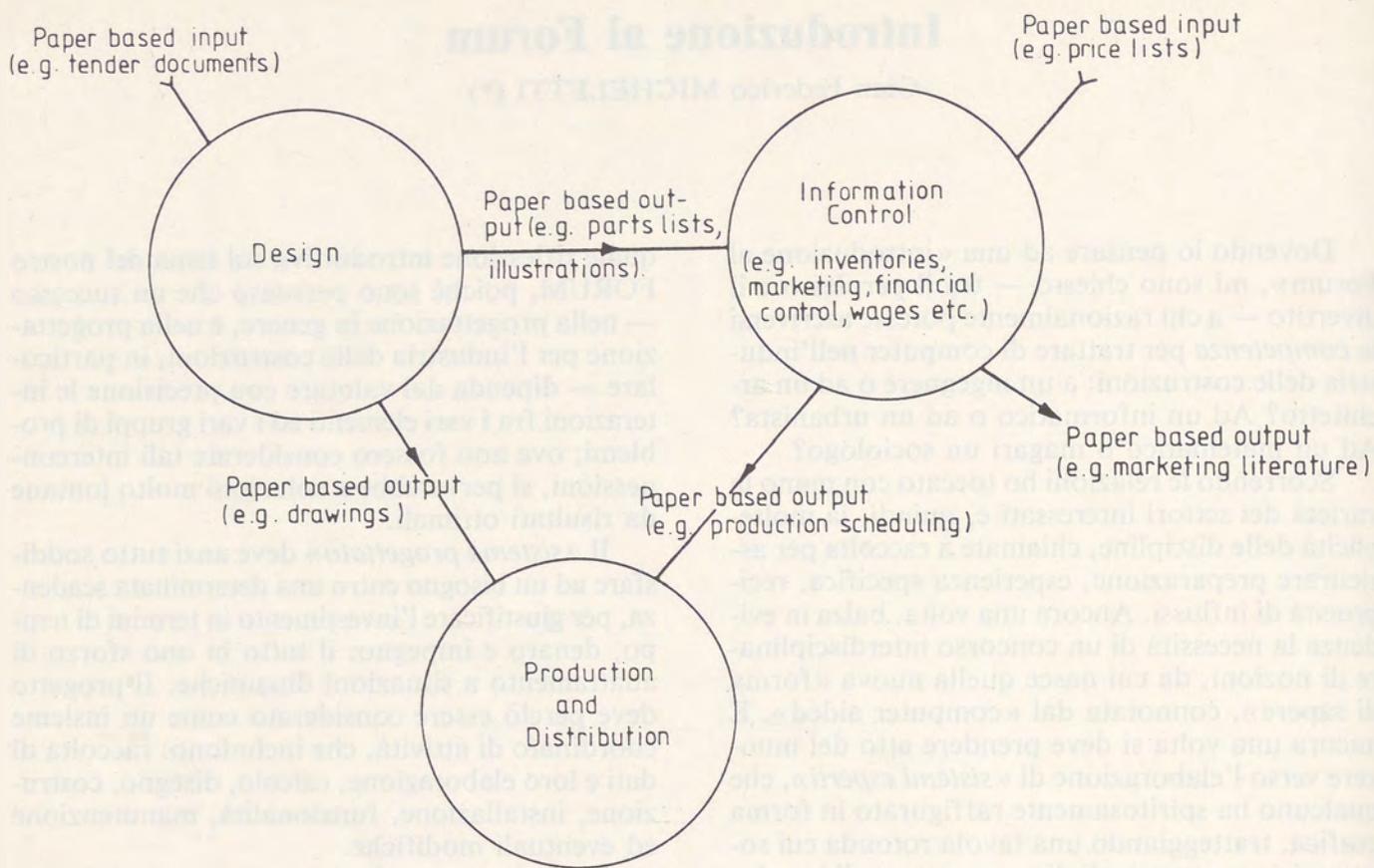


Fig. 1 - Schema organizzativo del processo di fabbricazione nel periodo pre-elettronico (da *Computer Aided Design*, di R. Kaplinsky).

meccanica, alla ingegneria civile e ad altri settori dell'ingegneria.

Il passo susseguente si colloca all'inizio degli anni '60, quando entrarono nell'uso i «main frames», computer di elevata potenza, utilizzati nelle grandi imprese per calcoli ed elaborazione dei dati amministrativi. La terza fase appare dalla metà degli anni '60 con lo sviluppo del comando numerico nella produzione industriale.

Il CAD (o computer-graphics aided design) costituisce il più recente sviluppo nella elettronicizzazione dei procedimenti produttivi e costruttivi, consentendo l'utilizzazione — nella fase di progettazione — dei «data-base», riducendo tali informazioni a livello di «blocchi» di informazione in codice binario e rendendoli disponibili nelle varie fasi della attività produttiva.

Una elettronicizzazione-informatizzazione nella gestione del processo delle costruzioni non può pertanto acquisire significato, senza una preventiva elettronicizzazione del progetto. Elettronificazione con mezzi grafici: infatti gli ingegneri, gli architetti, i progettisti in genere sono abituati a trattare le informazioni in forma grafica; una telescrivente che interagisse con computer quale mez-

zo di input e di output senza consentire la visualizzazione grafica di quanto viene elaborato, non soddisferebbe le esigenze sopra ricordate.

L'altro aspetto di particolare interesse per il CAD coincide con la possibilità di azioni interattive. Il computer puro e semplice, nella progettazione può usualmente lavorare il «batch»: ossia, trattare i processi iterativi proposti dai progettisti, in tempi successivi ed in luoghi diversi. Il CAD invece offre ai progettisti la possibilità di interagire in modo iterativo, in «tempo reale» con il modello in costruzione.

Le figg. 1 e 2 illustrano quanto l'organizzazione produttiva sia modificata dal periodo pre-elettronico a quello post-elettronico.

I tre momenti produttivi: progetto, controllo delle informazioni, produzione-distribuzione, dapprima sostanzialmente autonomi (seppure collegati da un flusso di informazioni e documenti scritti), trovano ormai un'area di collegamento intorno alla base-dati comune, la quale attinge nozioni dall'esterno, oltre che dall'interno dello stesso procedimento produttivo. Ciò riduce le esigenze di comunicazione fra i vari sottosistemi, che in ogni caso sono affidati a mezzi di telecomunicazione.

II CAD

In sintesi, un sistema CAD dispone di quattro componenti hardware, oltre al software:

- 1) *computer* (CPU, central processing unit), che include:
 - *controller* per l'esame sequenziale delle istruzioni e per guidare l'azione del computer;
 - *unità aritmetica* per eseguire operazioni di addizione e sottrazione;
 - *archivio-memoria* per meccanizzare i dati ed i programmi di uso immediato.
- 2) *stazione di lavoro*, con:
 - *tastiera numerica*, per convertire i dati del progetto in numeri (coordinate), in codice binario;
 - *video-schermo*, per vedere il disegno e per trattarlo in modo interattivo;
- 3) *plotter e macchine per disegnare*, al fine di riportare su carta il disegno e poterlo trasmettere, su nastro di diretto impiego per le macchine o l'impianto di produzione;
- 4) *memorie aggiuntive*, per estendere le possibilità del computer.

Ad integrare lo hardware interviene il software, in grado di fornire istruzioni operative allo hardware stesso.

Il software deve disporre di:

- *un sistema operativo*, che indica il modo di operare del computer;

- *un sistema software di base, grafico*, con la capacità di tracciare segmenti, archi, ecc.;
- *un software applicativo* per le diverse utenze, con programmi che procedono dalle routine standard (come calcolo delle vie ottimali per i collegamenti di elaborazioni di componenti nei circuiti elettronici od elaborazioni di modellistica) alle più complesse applicazioni (programmi di calcolo ad elementi finiti).

I «MENU» facilitano l'impiego dei software, inserendo pacchetti di dati e semplificando il compito del programmatore.

I tipi di sistemi CAD disponibili oggi sul mercato sono:

- *terminali corredati da microprocessori*, aventi minori dimensioni, utilizzabili per il disegno (corrispondenti ai «word processors» nel campo della scrittura);
- *sistemi con minicomputer*, più potenti e flessibili: compongono la base dei sistemi CAD, con possibilità sia di gestire un ampio numero di programmi applicativi, sia di essere utilizzati come utensili per disegnare; inoltre, il computer detiene la possibilità di controllare da 3 ad 8 terminali (secondo il software adottato e gli scopi cui il sistema è dedicato);
- *mainframe computer*, che costituisce l'ossatura del sistema più potente, con funzioni più impegnative (calcoli con elementi finiti, elaborazioni di base-dati, ecc.); inoltre, il mainframe computer consente, per la sua potenza, di conseguire economie di scala nei costi dei terminali ad esso collegati.

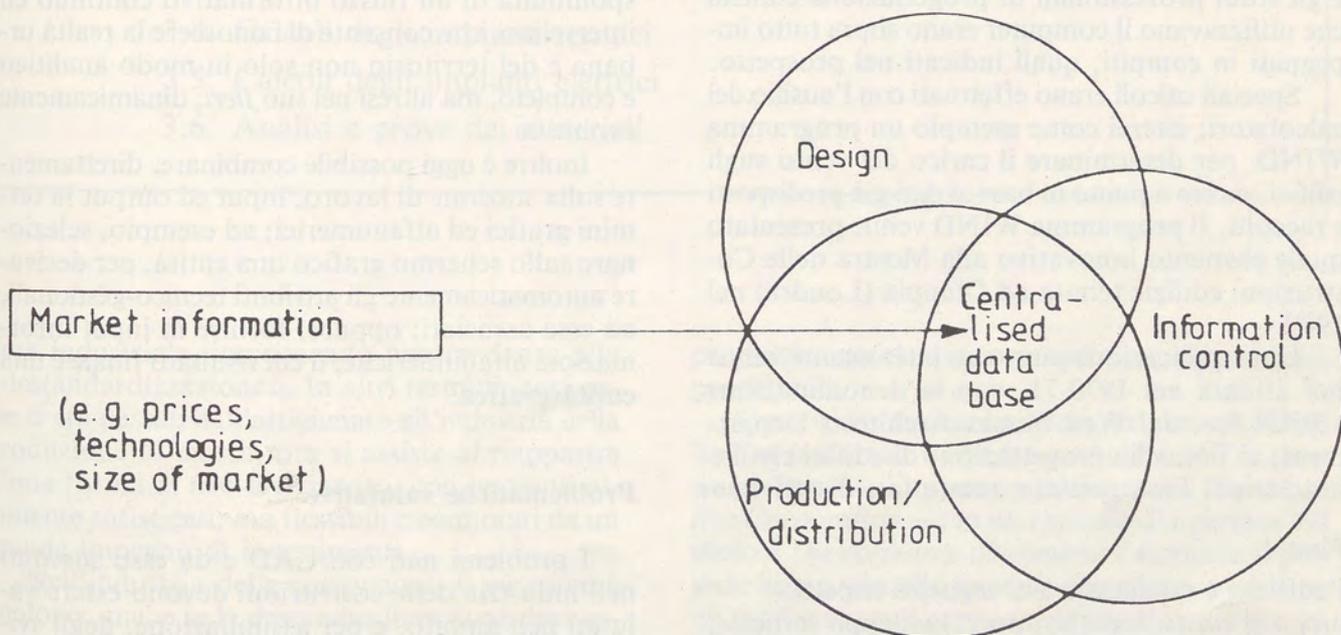


Fig. 2 - La trasformazione dello schema organizzativo, dopo la introduzione del computer e dei dati-base (da *Computer Aided Design* di R. Kaplinsky).

Ho già accennato che il CAD trova le sue origini da interazioni e programmi di ricerca fra l'industria aerospaziale, militare, automobilistica, elettronica, specie negli USA.

I primi risultati applicativi risalgono agli anni '50 con la introduzione della combinazione «schermo grafico — penna luminosa». Negli anni '60 il Dipartimento della Difesa USA promosse una azione di divulgazione dei nuovi mezzi, organizzando (1968) un Congresso con l'industria, per definire lo «stato dell'arte» della nuova tecnologia grafica.

Successivamente, per le previste possibilità del CAD nell'automazione industriale (CAM, computer aided manufacturing) venne avviato un lavoro comune fra Air Force, Esercito e Marina americani, congiuntamente con la NASA. Il «Programma ICAM» portò alla formazione (1979) di un Comitato ad hoc, con il compito di implementare un software-standard comune, capace di intercomunicare con vari sistemi CAD-CAM.

Nel settore dell'ingegneria civile e dell'architettura, una delle prime applicazioni riguardò la produzione su plotter, di disegni prospettici (inizio anni '70): introdotti i dati, il computer è in grado di produrre una serie di disegni, con prospettive ottenute in funzione di diversi punti di vista, riferiti ad un complesso di edifici.

Negli USA, il Massachusetts Institute of Technology (MIT) con la IBM ha prodotto un sistema (URBAN 5) con display grafico a penna luminosa: muovere l'immagine cambiando le combinazioni di quote ecc. e, mediante un comando particolare, portare il disegno dallo schermo alla stampa su carta.

A quel tempo, però, le imprese di costruzione e gli studi professionali di progettazione edilizia che utilizzavano il computer erano sopra tutto impegnati in compiti, quali indicati nel prospetto.

Speciali calcoli erano effettuati con l'ausilio dei calcolatori; citerei come esempio un programma WIND, per determinare il carico del vento sugli edifici, messo a punto in base ai dati già predisposti e raccolti. Il programma WIND venne presentato quale elemento innovativo alla Mostra delle Costruzioni edilizie tenuta ad Olimpia (Londra) nel 1969.

Una applicazione piuttosto interessante venne poi attuata nel 1970-71, con la denominazione «SCOLA», dal West Sussex Architects Department, ai fini della progettazione di edifici civili o industriali. Essa prevede queste fasi di attività:

Fase 1:

l'edificio è analizzato nei seguenti aspetti: luogo di costruzione; strutture; inviluppo verticale; divisioni interne spazi; inviluppo orizzontale, piano terra e seminterrati, circolazione verticale, controllo dell'intorno, servizi.

Fase 2:

nella memoria del computer sono immagazzinati packages di dati su materiali, costi, manodopera, ecc. L'architetto decide, partendo dalla loro valutazione sulle scelte che ritiene preferibili, basandosi tanto sulle prestazioni quanto sulle sue concezioni progettuali.

Fase 3:

un esperto, usando un display grafico, trasferisce i dati dal disegno sullo schermo con la penna luminosa; a questo punto, si può analizzare il disegno con il computer, al quale sono state impartite apposite istruzioni: esso ricerca i dati nei suoi archivi di informazioni e li espone nel display. È così possibile eseguire una analisi dei costi, fornendo all'architetto possibilità di scelte motivate.

Fase 4:

le informazioni così prodotte servono per:

- istruire il plotter a preparare disegni operativi per l'impresa costruttrice;
- stampare l'elenco dei materiali ed i quantitativi;
- stampare il programma dei componenti necessari al progetto.

Fase 5:

il computer è fornito di archivi, con informazioni sulle quantità e tipi di risorse (manodopera, attrezzature, materiali); altre informazioni possono essere fornite per produrre reti di dati e tutte le nozioni richieste.

Se quanto sopra già costituiva un programma possibile nel 1970 e 1971, oggi — dopo circa 15 anni di ininterrotti sviluppi — il computer può contribuire alla soluzione di problemi di progettazione e di disegno, integrando queste fasi con la disponibilità di un flusso informativo continuo ed interrelato, che consente di conoscere la realtà urbana e del territorio non solo in modo analitico e completo, ma altresì nel suo *fieri*, dinamicamente evolutivo.

Inoltre è oggi possibile combinare, direttamente sulla stazione di lavoro, input ed output in termini grafici ed alfanumerici; ad esempio, selezionare sullo schermo grafico una entità, per derivare automaticamente gli attributi tecnico-gestionali, ad essa associati; oppure, fornire in input informazioni alfanumeriche, il cui risultato finale è una entità grafica.

Problematiche valutative

I problemi nati con CAD e da esso suscitati nell'industria delle costruzioni devono essere valutati nell'ambito, e per assimilazione, degli sviluppi che l'industria in generale ha avuto negli ultimi anni. È uno sviluppo che ha trasformato i concetti produttivi classici della standardizzazione del-

SETTORI DI UTILIZZAZIONI DEL COMPUTER NELLA INDUSTRIA DELLE COSTRUZIONI

1. **Elaborazione delle informazioni e gestione dei documenti**, in sistemi integrati di costruzione, ingegneria civile ed opere di architettura:
 - 1.1. Calcolo delle ore lavorate, dei salari, ecc.
 - 1.2. Calcolo dei costi e confronto fra consuntivi e preventivi
 - 1.3. Spese generali e loro attribuzione ai vari capitali o contratti
 - 1.4. Fatture, registrazioni per pagamenti, ecc.

2. **Programmazione e controllo del sistema di costruzione:**
 - 2.1. Metodo del percorso critico
 - 2.2. Programmazione dei vari componenti in calcestruzzo; informazioni sui tipi, collocazione, sequenza delle operazioni; dati estratti da disegni, utilizzati nel piano di produzione.
 - 2.3. Controllo dei disegni: loro flusso ed aggiornamento;
 - 2.4. Controllo dei dati di avanzamento del lavoro; verifiche in situ

3. **Calcoli tecnici:**
 - 3.1. Rilevazioni del terreno
 - 3.2. Calcoli ed analisi delle strutture
 - 3.3. Calcoli di isolamento termico ed acustico
 - 3.4. Calcoli degli impianti termici
 - 3.5. Calcoli degli impianti elettrici
 - 3.6. Analisi e prove dei materiali.

l'era industriale, imprimendo una tendenza alla «destandardizzazione». In altri termini, così come si era passati dall'artigianato all'industria della produzione di massa, ora si assiste al riapparire d'una forma di neo-artigianato, con impianti altamente sofisticati, ma flessibili e connotati da un grande impegno di investimenti.

Nell'industria delle costruzioni, il percorso è analogo, anche se la destandardizzazione deve essere valutata con il consueto *granu salis*. Il CAD è, in ogni caso, strumento ausiliario di grande rilevanza, che stimola non soltanto trasformazioni

produttive accelerate, ma anche rapide capacità progettuali.

Questa situazione ha fatto scrivere ad Alvin Toffler (autore de «*The future shock*» e «*The third wave*») un libro appena pubblicato — *The adaptive Corporation* —; in un capitolo di apertura dal titolo «*The corporate dinosaurs*» l'autore non prevede lunga vita alle imprese che non si aggiornano, anche se per dimensioni e potere sono oggi ancora ai vertici della potenza industriale. È invece posta in evidenza l'importanza della «adattatività» delle imprese e dei loro managers che, essen-

do sempre più brevi i tempi disponibili per prendere utili decisioni, devono disporre di informazioni complete e mezzi di elaborazione decisionale, che li pongano in condizioni di agire tempestivamente. Le nuove tecnologie — non lo si dimentichi — offrono questa «chance», ma la offrono a tutti e, quindi, anche ai concorrenti.

I benefici del CAD

Come ho anticipato, è pressoché impossibile valutare e quantizzare con precisione i benefici del CAD, poiché la produttività di molte fra le nuove tecnologie può difficilmente essere misurata come conseguenza dell'alta tecnologia stessa. Anzi tutto, si riflette in essa il livello organizzativo della struttura nella quale il CAD opera.

Sotto questo aspetto, una soluzione di CAD integrata con il processo produttivo, che anche nell'industria delle costruzioni può essere, in analogia, definito CAM, può assicurare vantaggi economici *per quanto il CAD apporta a tutto il sistema*: donde, la complessità di valutare vantaggi indiretti, oltre a quelli diretti (primo fra i quali il privilegio connesso con la velocità di progettazione e con la qualità del prodotto).

Si aggiunga, a rendere più complicata una quantizzazione economica dei benefici del CAD, la considerazione che il progettare opere edilizie è un fatto non soltanto «tecnico», ma indiscutibilmente artistico, perciò fuori da schemi precostituiti.

Indagini condotte negli USA ed in Gran Bretagna hanno preso in considerazione i benefici del CAD in tre aree:

- CAD come strumento del disegno;
- CAD come strumento di progettazione;
- CAD come causa di specifici effetti derivati dal suo uso.

Il CAD come strumento di disegno

Aspetto fondamentale è la velocità, non soltanto nel tracciare linee (aspetto meramente grafico-esecutivo), ma nel calcolo che sta a monte di questa operazione (ad es. variazioni di scala, che sono enormemente più brevi rispetto ad esecuzioni manuali; introduzioni di modifiche, disegno di parti o componenti modulari, che possono essere memorizzati e rapidamente richiamati quando occorrono). Pertanto si manifestano variazioni nel guadagno di produttività, che possono essere comprese in rapporti da 3:1 per alcuni dei casi, ovvero da 20:1 per altri, e persino da 100:1.

Risultati di una indagine del Dipartimento dell'Industria inglese confermano questi punti, aggiungendo come il personale addetto a stazioni di

lavoro grafiche abbia a disposizione un investimento procapite dell'ordine di 100.000 dollari, contro i 2000 dollari di un posto di lavoro per disegno convenzionale: ciò richiede un'utilizzazione molto spinta del sistema, con eventuali più turni.

Il CAD come strumento di progettazione

Occorre considerare che, in alcuni casi, il CAD è processo progettuale essenziale, senza di cui *non* sarebbe possibile la progettazione (es. i circuiti integrati VLSI, gli impianti nucleari ecc.); in altri casi, il CAD è strumento di ottimizzazione.

È stato osservato che, nella seconda parte degli anni '80, settori di importante sviluppo del CAD saranno l'architettura e l'ingegneria civile; oggi l'adozione del CAD si registra specialmente nella cartografia e nell'impiantistica, ma applicazioni nell'area del progetto di impianti industriali ed edifici industriali sono molto promettenti.

Il CAD come causa di specifici effetti derivati dal suo uso

Gli effetti possono essere considerati in una ristrutturazione del sistema informativo, per renderlo compatibile ai vari livelli e per favorire le interconnessioni, in migliori collegamenti fra progettazione e costruzioni; una maggiore facilità di raccolta ed elaborazione dei dati ai fini della programmazione nell'iter costruttivo; la possibilità di evitare la costruzione di modelli costosi.

Questo, per citare le conseguenze più manifestamente estese.

Finalità del Forum

L'odierno convegno si propone di illustrare, attraverso le varie relazioni:

- i mezzi di lavoro e le tecnologie del CAD;
- le applicazioni in:
 - progettazione urbanistica;
 - pianificazione territoriale;
 - progettazione in architettura;
 - progettazione strutturale;
 - progettazione impiantistica.

Infine, il discorso includerà altresì problemi gestionali del progetto e della costruzione.

La figura del progettista e le problematiche economiche e di gestione di fronte alla progettazione automatica saranno oggetto di discussione nella TAVOLA ROTONDA finale di questo FORUM.

Non è mia intenzione anticipare ora altre considerazioni sul CAD nell'industria delle costruzioni. Ritengo si possa affermare che una profonda trasformazione nel modo di lavorare sta svilup-

pandosi. Il progettista potrà ritrovare nel CAD un mezzo ausiliario versatile, che lo solleva dal lavoro di routine, lasciandogli più ampio il tempo per le decisioni di base, offrendo dati in più per allargare le basi delle decisioni. Un nuovo profilo professionale si va gradualmente delineando; e bisognerebbe chiedersi quanto — oggi — i corsi universitari siano in grado di contribuire a formarlo, non solo in termini di preparazione teorica, ma di apprendimento sperimentale degli hardware occorrenti ad acquisire tecnologie così segnatamente innovatrici.

Il discorso porterebbe lontano, anche se ci troviamo nella sede più specificamente indicata per affrontarlo. La nota diviene, poi, più tristemente drammatica, se si ha occasione di confronto con Facoltà straniere, ove il computer è mezzo didattico a portata di studente.

Alcune riflessioni conclusive

Vorrei concludere con due brevissimi spunti di riflessione.

Nel corso del FORUM sentiremo ampiamente parlare di computers nella loro forma convenzionale di prestazione e — presumo — in quella del prossimo futuro, definita «intelligenza artificiale». I calcolatori sapranno scegliere nelle memorie ed utilizzare a ragion veduta le nozioni atte a risolvere problemi per quanto complessi appaiono. Fa la sua apparizione «l'ingegneria della conoscenza»: passaggio dal trattamento delle informazioni al trattamento della conoscenza. L'intelligenza artificiale sta uscendo dai laboratori e comincia a prendere posto nelle attività umane, stimolando una innovazione di energie, che induce alcuni studiosi a delineare il profilo di una nuova industria: «l'industria della conoscenza», da cui deriverà la nuova forma di ricchezza delle nazioni, non più intesa soltanto quale volume di dati, accumulazioni di competenze e velocità di trattamento, ma quale capacità razionante su dati costantemente selezionati, confrontati, interpretati, aggiornati, adattati. La ricchezza delle nazioni potrà cambiare in buona parte le premesse classiche: la nuova era dipenderà dall'accumulazione di informazione, conoscenza, intelligenza.

La tecnologia dell'informazione incalza più rapidamente di qualsiasi altra tecnologia e più di qualsiasi altra spinge le tecnologie di punta (fra cui il CAD), assumendo un ruolo assolutamente primario nella conduzione delle strategie economiche. Di qui, il mio secondo spunto di riflessio-

ne. Noi siamo qua riuniti per affrontare le tematiche connesse alla progettazione automatica e all'industria delle costruzioni: progettare case o fabbricati industriali, quartieri o insediamenti territoriali od aree satelliti. Si perviene — attraverso il mezzo abitativo o di attività produttive — al grande momento del governo della città, pensato razionalmente nella nuova sfera delle tecnologie computerizzate. Non sembri assurdo parlare di nuovi scenari e di «spirito algoritmico» presente nelle modalità della loro progettazione.

In altra occasione, già ho sottolineato che la «frequentazione dello spirito algoritmico» trasforma l'uomo, poiché lo scolpisce alla radice del meccanismo di pensiero, inducendolo a considerare simultaneamente innumerevoli aspetti della realtà, ed in tempo reale. Ne proviene una sensazione di relativismo, che postula un processo di integrazione in cose nuove. Spirito algoritmico è trattare l'informazione mediante l'informatica.

Progettare significa anzi tutto prevedere: il che non si può fare bene, in un sistema probabilistico, se non basandosi su conoscenze ordinate ed organizzate. La progettazione integrata con il computer è creatrice di ordine, poiché l'informatica affonda le sue radici nella scienza, la quale da sempre si è prefissa di far conoscere all'uomo l'ordine della natura.

Io non credo che la progettazione delle città, e nelle città, possa essere demandata automaticamente ai «sistemi esperti», presso i quali basti un presidio di semplice sorveglianza delegata a uomini intercambiabili.

Il cuore del problema sta nella straordinaria amplificazione di risorse e di energia cui l'informatica dà mezzi e spazi. Qui sta la rottura fra il convenzionale e il nuovo scenario ristrutturato dall'automatizzazione, ridisegnando un sistema il cui fine non è più l'insieme quantitativo delle persone da adibire. Graficamente espressa, la modificazione segue sicuramente un percorso sinusoidale, con dequalificazione delle esecuzioni in basso e sovraqualificazione delle prestazioni in alto. Gli incarichi banali sono trasferiti alle macchine, e a chi gestisce il sistema (macro — o micro — che sia) spetta l'interpretazione dei risultati procedendo con metodo, chiarezza, rigore; e spetta il conferimento di quel tanto di bello, che resta possesso inviolabile del genio umano.

«Conoscere le cose con successo» è l'antica esortazione del filosofo; ed è in essa che converge tuttora il fine più gratificante per chi affronta il difficile compito di presidiare eserciti di tecnologie e progettare città di uomini.

I SESSIONE

Mezzi di lavoro e tecnologie

Presiede: G. F. Micheletti

Il CAD nell'industria delle costruzioni

Claudio LUINI (*)

In questa memoria viene descritto come le tecniche di elaborazione dati, applicate nei diversi settori della progettazione, abbiano generato degli strumenti molto potenti e versatili che hanno migliorato notevolmente la qualità e le metodologie di progettazione.

CAD, COMPUTER GRAPHICS, CAE: distinzione delle terminologie ed integrazione dei contenuti

Negli ultimi venti anni la tecnologia informatica ha avuto un tale sviluppo che attualmente è ben difficile trovare un settore in cui il calcolatore non sia intervenuto, con le sue molteplici possibilità, a modificare le metodologie organizzative e ad ampliarne le frontiere. A questo trend non si è evidentemente sottratta la progettazione e la grafica, anzi molti ritengono che queste due discipline siano da considerare tra quelle che danno la maggior spinta, in questi ultimi anni, allo sviluppo ed alla ricerca sia nel campo dell'hardware che in quello del software.

Come tutte le innovazioni a rapido sviluppo anche questa, se da una parte ha notevolmente ampliato le frontiere, dall'altra ha creato talvolta una certa confusione specialmente in seno all'utenza

che non ne ha seguito storicamente l'evoluzione ma si è trovata coinvolta in ciò che si ritiene essere una vera e propria rivoluzione «locale» esistente in quella che è considerata dai più la «terza rivoluzione tecnologica».

Ci si trova pertanto a parlare sempre più spesso di CAD, di Computer Graphic, di CAE non essendo molte volte in grado di associare correttamente dei contenuti ad acronismi ormai divenuti familiari. Senza avere la pretesa di costruire un vero e proprio glossario, mi pare necessario e doveroso «fare un po' d'ordine» sulle terminologie, prima di entrare nel merito delle applicazioni. CAD (Computer Aided Design) significa «Progettazione Assistita da Calcolatore»; Computer Graphics è invece «Disegno Assistito da Calcolatore» o, più in generale «Grafica Computerizzata».

È corretto asserire che la progettazione è spesso, ma non sempre, strettamente legata al disegno, è però scorretto confondere o addirittura far coincidere queste due discipline: una sovrapposizione parziale di aree non comporta evidentemente la coincidenza di queste. Vi possono essere così applicazioni di CAD che non richiedono l'intervento della Computer Graphics come può esistere un problema risolvibile con la Computer Graphics che non coinvolge assolutamente le tecniche CAD. CAD e Computer Graphics, la cui integrazione è stata rapida e semplice perché integrate sono le metodologie tradizionali, hanno generato, operando in simbiosi, un rapido sviluppo di sistemi, cosiddetti «turnkey», dedicati a queste problematiche.

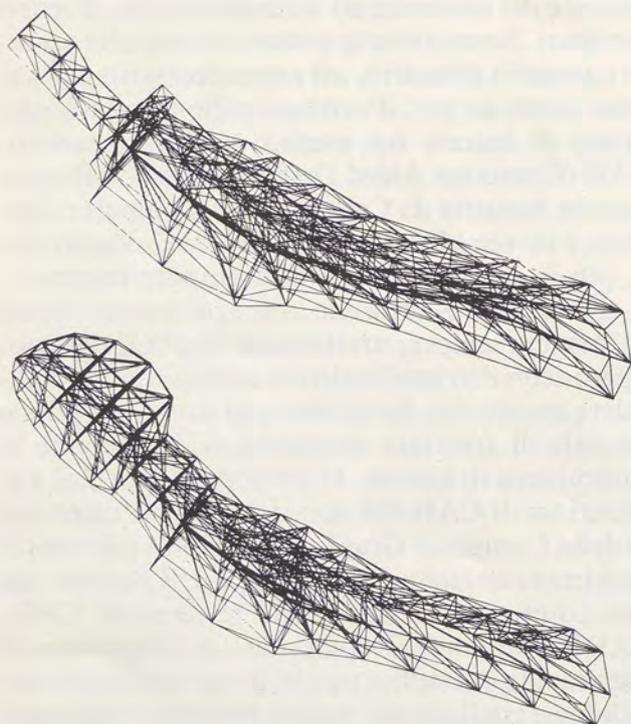
(*) Ingegnere, Professore presso il Politecnico di Milano, Presidente AICOGRAPHICS

Questo fatto, se da un lato ha fornito ai progettisti uno strumento di calcolo efficiente e sofisticato, dall'altro ha creato un gap molto evidente tra il team di progettazione ed il resto dell'azienda: questo fatto è dovuto alla contemporanea presenza di due differenti sistemi informativi (quello EDP tradizionale e quello CAD) molto spesso non dialoganti neppure a livello di base. Né d'altronde la definizione di CAD può essere intesa in senso così ristretto da farla coincidere con il solo calcolo scientifico: questo dovrà essere infatti integrato con il sistema informativo aziendale in modo che al progettista possano essere fornite una serie di informazioni non solo utili ma spesso fondamentali e peraltro normalmente disponibili nel sistema informativo «tradizionale» (situazioni di mercato, situazioni di magazzino, avanzamento commesse, ecc.).

Nasce così il CAE (Computer Aided Engineering) che altro non è se non il frutto del processo di integrazione precedentemente descritto.

Integrazione CAD/Computer Graphics

Come è stato precedentemente accennato, l'integrazione fra CAD e Computer Graphics è stato un passo molto semplice da compiere, poiché questo passo non ha fatto altro che ripercorrere una strada già tracciata dalle tecniche tradizionali. Molto spesso infatti, il risultato di una fase di progettazione è un disegno, poiché questo presenta al progettista una sintesi efficace della fase elaborativa: questo formato di output non può essere so-



Figg. 1 e 2

stituito, a pari rendimento, da un output di tipo numerico che mal si adatta alla rappresentazione di un modello, sia esso fisico o logico, come è il risultato di una fase progettuale.

Analogamente l'interattività tra progettista e sistema ha avuto un notevole beneficio dall'adozione di periferiche che consentono uno scambio di informazione uomo/macchina di tipo grafico: questo approccio si adatta meglio a chi progetta di quanto non lo faccia l'input alfanumerico.

Il CAD/Computer Graphics nella schemistica

È questo, a mio avviso, il campo che è stato influenzato per primo dalle tecniche di progettazione e disegno assistito da elaboratore, poiché comprende il settore dell'elettronica, tradizionalmente molto vicino all'EDP.

Il CAD/Computer Graphics nel campo strutturale

Una delle tipiche metodologie che non può prescindere dall'aiuto di uno strumento come il computer è il metodo degli elementi finiti.

Seguendo questo approccio la realizzazione del modello logico che serve come base per i calcoli si avvicina molto di più al modello fisico di quanto non facciano le tradizionali metodologie di calcolo. Un tipico esempio di integrazione fra le tecniche di CAD e quelle di Computer Graphics può essere individuato proprio in questo settore: i programmi che eseguono il calcolo ad elementi finiti hanno molto spesso la necessità di poter disporre di un pre-processor interattivo grafico per la definizione dell'oggetto o della struttura e conseguentemente della mesh e di un post-processor per fornire al progettista, in via sintetica, i risultati del calcolo.

Senza questi due moduli anche i più noti e sofisticati programmi di calcolo corrono il pericolo di diventare scarsamente maneggevoli sia per la difficoltà di assegnazione dei dati che per la carente «leggibilità» dell'output numerico. Quanto invece la grafica possa rendere «user friendly» questi sistemi è ampiamente esemplificato nelle figure 1, 2: in figura 1 viene evidenziato lo sviluppo di una mesh nel caso di calcolo di un'artroprotesi femorale; in figura 2 uno dei diagrammi degli sforzi.

Il CAD/Computer Graphics nella meccanica

Uno dei più sentiti problemi di un'azienda meccanica è costituito dal disegno che è solitamente l'output delle fasi di progettazione; molto spesso il disegno è addirittura «progettazione».

La Computer Graphics può intervenire a que-

sto livello mettendo a disposizione la rapidità e l'efficienza dell'elaboratore. Sono non più ricerca ma tecnologia affermata sistemi hardware e software che non solo permettono di effettuare in maniera rapida ed efficiente la «disegnazione» di un pezzo meccanico (2D Drafting), ma rendono possibile una descrizione tridimensionale dell'oggetto (Geometric 3D Modelling) in modo che, terminata questa, sia possibile ottenere in maniera totalmente automatica qualsiasi proiezione ortogonale, assonometrica, prospettica o qualsiasi sezione dell'oggetto stesso con l'eventuale rimozione delle linee nascoste (hidden lines removal).

Descritta così la forma dell'oggetto, il modellatore è in grado di generare qualsiasi proiezione dell'oggetto stesso ed in particolare quella assonometrica isometrica. È possibile successivamente eseguire un assemblaggio delle parti precedentemente modellate e richiedere in un secondo tempo il disassemblaggio del complessivo come rappresentato in figura 3. Di ogni particolare questi sistemi sono in grado di fornire tutte le caratteristiche desumibili dalla geometria precedentemente descritta: volume, area della superficie, posizione del baricentro, momenti di inerzia, ecc.

Successivi moduli saranno in grado di generare i codici di comando per macchine operatrici a controllo numerico (Computer Aided Manufacturing).

Conclusioni

La breve panoramica sopra esposta non vuole e non può evidentemente esaurire un argomento che, di per sé, troverebbe difficilmente lo spazio sufficiente in un volume di ragguardevoli dimensioni. Essa cerca di essere, più semplicemente, un flash che tenta di illuminare il lettore sulle numerose possibilità offerte da un sistema e sui benefits che esso può offrire se correttamente impiegato in una realtà produttiva.

Per non lasciare però al lettore un messaggio troppo latente sui vantaggi del CAD, la conclusione naturale mi sembra poter essere un elenco, seppur sommario, dei vantaggi della soluzione «Progettazione Assistita» poiché troppo spesso uno solo di questi, il risparmio di tempo e di mano d'opera, viene preso in considerazione. Questi benefits, molto spesso più importanti di quello sopra citato, possono essere sintetizzati nei seguenti punti:

- miglioramento delle procedure di progettazione;
- maggior coerenza con gli standards;
- diminuzione degli errori.

Tali punti possono essere sinteticamente riassunti in *miglioramento della qualità della progettazione e diminuzione dei costi di questa.*

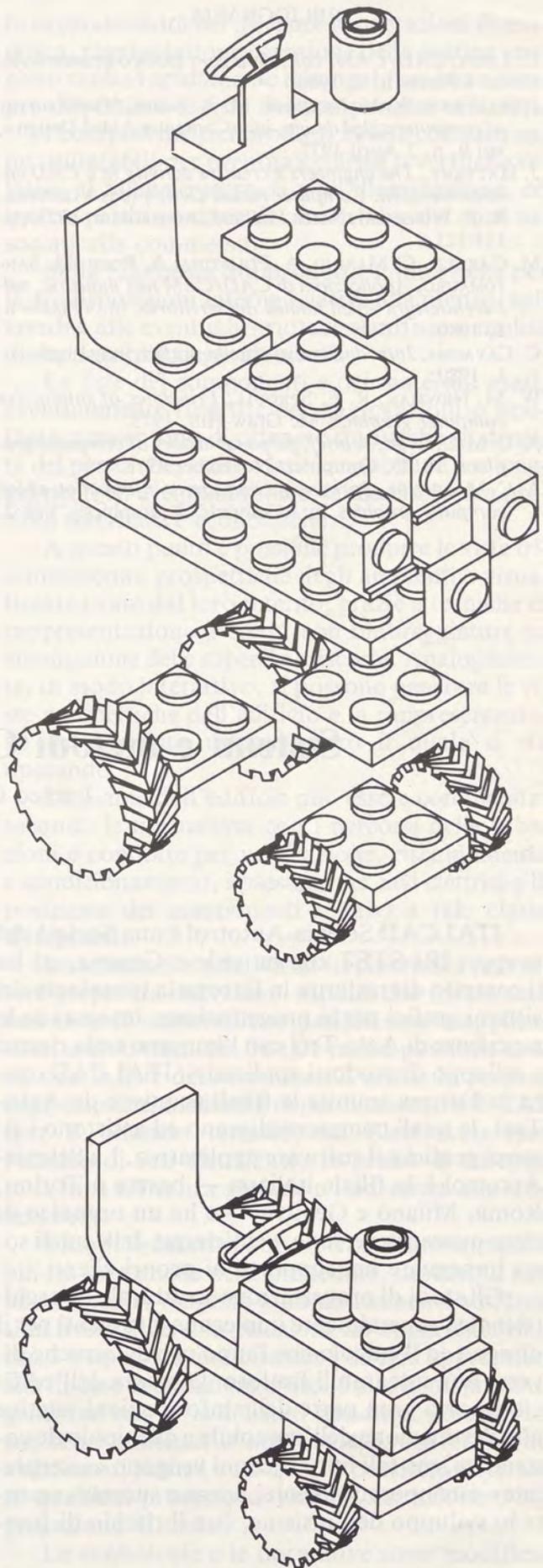


Fig. 3

BIBLIOGRAFIA

- C. LUINI, *CAD/CAM: considerazioni tecnico-economiche*, in: «Pixel» n. 1, 1980.
- J. HATVANY, W. M. NEWMAN, M. A. SABIN, *World survey of computer aided design*, in: «Computer Aided Design», vol 9, n. 2 April 1977.
- J. HATVANY, *The engineers's creative activity in a CAD environment*, in: *Computer Aided Design* (eds VLIJESTRA, R. F. WIELINGE), North Holland, Amsterdam, 1973, pp. 113-125.
- M. GARETTI, C. MARINO, A. POLISTINA, A. ROSSI, M. SANTOMAURO, *Applicazioni di CAD/CAM nell'industria, nell'architettura e nell'analisi del territorio*, in: «Pixel» n. 1, 1980.
- C. CAVAGNA, *Introduzione ai sistemi grafici*, in: «Pixel», n. 1, 1980.
- W. M. NEWMAN, R. F. SPROULL, *Principles of interactive computer graphics*, Mc Graw-Hill, 1973.
- A. C. MACHOVER, *A brief, personal history of computer graphics*, IEEE, Computer, November 1978.
- A. C. MACHOVER, *Background and source information about computer graphics*, in: «Computer & Graphics», Vol. 2, 1977, pp. 119-122.
- M. GALLUZZI, *CAD in Italimpianti*, in: «Pixel», n. 3, 1980.
- V. NUZZOLESE, *Sistemi grafici a colori nel Computer Aided Architectural Design*, in: «Pixel», n. 4, 1980.
- P. GUBIAN, M. SANTOMAURO, *CAD per circuiti integrati VLSI*, in: «Pixel», n. 1, 1981.
- AICOGRAPHICS, *Le prospettive del computer graphics e del CAD in Italia*, in: «Pixel», n. 4, 1981.
- A. POLISTINA, *Teoria del colore e terminali raster-scan*, in: Atti Aicographics 1982.
- J. ENCARNACAO, *CAD/CAM Systems: an overview*, in: Atti Aicographics 1982.
- C. LUINI, *L'elaboratore come aiuto nella progettazione quotidiana. Considerazioni per la scelta*, in: «Progettare», n. 23, 1982.
- C. LUINI, *Computer Graphics: una tecnologia in evoluzione*, in: *Atti del Meeting: Disegno industriale e informatica*, Bari, Fiera del Levante, 1982.
- C. LUINI, *Disegno automatico ed assistito dall'elaboratore: frontiere e limiti della soluzione parametrica ed interattiva*. in: *Atti AIPI*, Giornata di studio: *L'impiego degli elaboratori elettronici nell'ufficio tecnico di progettazione*, sett. 1983.

Sistemi e metodi CAD nell'architettura

Franco GENNARI (*)

ITALCAD Selenia-Autotrol è una Società del gruppo IRI-STET che ha sede a Genova, ed ha il compito di trasferire in Europa la tecnologia dei sistemi grafici per la progettazione, integrando le esperienze di Auto-Trol con l'impegno nella ricerca e sviluppo di prodotti applicativi. ITALCAD opera in Europa tramite le filiali acquisite da Auto-Trol, le quali commercializzano ed assistono i sistemi grafici e il software applicativo. La Selenia-Autotrol è la filiale italiana — basata a Torino, Roma, Milano e Genova — e ha un organico di circa quaranta persone, venticinque delle quali sono impegnate nel supporto ai propri clienti.

Gli studi di progettazione strutturale ed architettonica generalmente impiegano strumenti per il disegno ed il calcolo che fanno uso di tecniche diverse non integrabili fra loro: la pianta dell'edificio riporta gran parte delle informazioni relative alla destinazione dell'immobile e alle tipologie costruttive, ma tali informazioni vengono «interpretate» estemporaneamente, prima e successivamente lo sviluppo dell'insieme, con il rischio di fran-

tumare il legame tra le specifiche di progetto e la loro verifica pratica.

I sistemi CAD offrono un livello di integrazione superiore, poiché riescono generalmente a fornire una serie di informazioni importanti, come per esempio i computi metrici. Essi sono però estremamente carenti nel consentire l'organizzazione e la pianificazione degli spazi, cioè non offrono alcun metodo analitico che tenda all'ottimizzazione generale delle aree e delle distribuzioni in base a criteri dettati da normative e da particolari esigenze della committenza. Inoltre la gran parte degli attuali sistemi grafici sono destinati ad affrontare discipline ben definite, e per loro natura non offrono la possibilità di personalizzazioni o di integrazioni con la gestione della commessa o con i calcoli correlati al progetto.

Poiché una parte rilevante degli studi di progettazione usa abitualmente i sistemi di calcolo e di verifica delle condizioni di progetto, è importante che tali elaboratori possano dialogare con le stazioni di lavoro CAD per l'integrazione delle funzioni progettuali.

Nel seguito vengono definite le specifiche delle stazioni grafiche utilizzate nell'ambito architettonico:

(*) Selenia Auto-Trol s.r.l., Torino.

HARDWARE:

- Prestazioni elaborative elevate e gestione locale della grafica interattiva.
- Semplice collegabilità con elaboratori esterni già dedicati alla gestione e al calcolo.

SOFTWARE GRAFICO:

- Possibilità di modifiche e riadeguamenti delle funzionalità da parte del personale utente.
- Velocità nelle elaborazioni grafiche ottenuta con una gestione sofisticata delle manipolazioni e della visualizzazione.

Il sistema deve essere adatto ad esigenze limitate inizialmente e comunque espandibili, con livelli d'investimento allineabili alle presentazioni richieste.

La Selenia-Autotrol propone due filosofie di sistema:

- ARCHITETTURA BASATA SU SISTEMI VAX DIGITAL;
- ARCHITETTURA DISTRIBUITA CON STAZIONI GRAFICHE AUTONOME IN RETE LOCALE AGW (Advanced graphics Workstation).

Esse impiegano il medesimo software grafico Auto-Trol, mediante il quale sono state realizzate le soluzioni progettuali e di disegno.

Le stazioni grafiche autonome, dotate di elaboratore e archivio dedicati e collegate in rete locale, consentono la massima modularità di configurazione con prestazioni elevate e costanti al variare del carico elaborativo totale. L'affidabilità globale del sistema è elevata, dal momento che ogni utente è funzionalmente autonomo, pur mantenendo l'accesso comune alla base dati e alle periferiche.

Il progetto ha inizio con la definizione di massima delle esigenze di occupazione degli spazi, (personale, mezzi di lavoro, vincoli, ecc.) e dà luogo a ipotesi risolutive diverse, una delle quali sarà scelta dalla committenza e dal progettista per costi e praticabilità. I criteri adottati per tali elaborazioni tengono conto delle superfici relative alle sottostrutture aziendali e delle correlazioni tra queste esistenti: sulla base di tali parametri viene proposta una serie di alternative che si differenziano per i costi e per l'aderenza ai vincoli iniziali.

Il passo successivo è costituito dal disegno della pianta comprendente le murature interne ed esterne, i servizi, gli infissi, la soffittatura con l'illuminazione, la posizione delle bocchette di ventilazione e la pavimentazione.

Verrà quindi esaminato il comportamento strutturale dell'edificio, mediante moduli software che prevedono il disegno di dettaglio. (Disponibile attualmente per strutture in acciaio, e a breve per il cemento armato).

Il modulo software è fornito di una vasta serie di ausili alla progettazione, utili per aumenta-

re la produttività del disegno: le operazioni di modifica, manipolazione e gestione della grafica vengono svolte rapidamente e in ogni fase sono sempre disponibili le liste dei componenti utilizzati.

I computi metrici prodotti in tale contesto sono utilizzabili per eventuali calcoli o verifiche relative al bilancio termico e all'illuminazione, ed inoltre per la gestione dei materiali e dei costi associati alla commessa.

Sulla pianta sin qui prodotta si interviene per le predisposizioni interne relative alla utenze, agli arredi e alle eventuali strutture semifisse o mobili di separazione degli ambienti.

Le liste dei componenti e dei materiali usati, eventualmente ripartite per aggregazioni o tipologie, consentono di ottenere statistiche su densità del personale, costi relativi a mobili ed equipaggiamenti ed eventuali rapide valutazioni circa possibili alternative economiche.

A questo punto è possibile produrre le viste tridimensionali prospettiche degli ambienti e visualizzare i vani dal loro interno, grazie a tecniche di rappresentazione a colori con ombreggiature ed eliminazione delle superfici nascoste. Analogamente, in modo interattivo, si possono generare le viste prospettiche dell'edificio e la rappresentazione del contesto urbano entro il quale si sta operando.

La pianta dell'edificio può essere completata, secondo le normative, con i percorsi delle tubazioni e condotte per ventilazione, riscaldamento e condizionamento, i passaggi dei cavi elettrici e la posizione dei componenti relativi a tale classe d'impianti.

La schematica relativa all'impiantistica può essere preparata dai relativi moduli che forniscono una serie di elaborati compatibili con le applicazioni architettoniche. In tale fase è possibile avere, con le liste dei componenti, anche la verifica degli impianti mediante rispettivamente il B-TAS (per il bilancio termico) ed Electrocon (per l'analisi di reti elettriche), in grado di calcolare la loro efficienza globale e l'aderenza alle specifiche.

I moduli descritti sono pienamente compatibili tra loro anche nelle procedure, inoltre gli elaborati grafici vengono automaticamente suddivisi in livelli diversi in relazione all'appartenenza a classi o tipologie, per ottenere i disegni appropriati alla diverse destinazioni d'uso. I medesimi prodotti generano una serie di listati standard, personalizzabili nei contenuti e nel formato, trasferibili ad elaboratori esterni e sui quali è possibile effettuare qualsiasi processo di ricerca, estrazione e aggregazione di dati.

Le simbologie e le normative sono modificabili ed adeguabili ad ogni esigenza dell'utente o della committenza: le varianti sono possibili grazie alla struttura di macrocomandi grafici, il cui

impiego non richiede esperienze precedenti di programmazione.

Il modulo denominato «External Access» consente l'integrazione completa delle applicazioni architettoniche con il calcolo e la gestione svolti esternamente: esso permette la lettura della base dati geometrica, l'elaborazione esterna e il ritorno dei risultati in forma grafica o testuale per l'eventuale impiego nel corso del progetto. L'obiettivo principale dei prodotti descritti è la produttività e la

possibilità di integrare la grafica con le applicazioni di calcolo, verifica, controllo costi e stati di avanzamento lavori.

Le esigenze della committenza e le normative sono suscettibili di mutazioni e riadeguamenti, ed i sistemi grafici devono essere flessibili per consentire all'utenza il rapido riallineamento delle procedure e, qualora sia necessario, la certezza di poter estendere la gamma delle proprie attività.

Uso del modellatore tridimensionale TDS nel progetto architettonico

Valerio FRANCHINA (*)

I sistemi di elaborazione in grado di svolgere in modo interattivo, cioè colloquiando con l'operatore, attività di grafica e di progettazione architettonica sono ormai abbastanza diffusi, e se ne parla oggi con frequenza. A questa diffusione non corrisponde ancora una adeguata standardizzazione lessicale, e questo è comunque il male minore, visto che spesso si confondono addirittura gli ambiti operativi delle diverse discipline. C'è ad esempio chi accomuna la grafica interattiva con la progettazione architettonica, e chi si ostina a parlare di disegno «tridimensionale».

Per quanto riguarda il primo atteggiamento, è facile capire che si tratta di un errore, poiché si possono eseguire cospicue progettazioni senza nemmeno tracciare una linea. Più complicata, ma assai più pericolosa, è la situazione risultante dal credere nell'esistenza di un fantomatico «disegno tridimensionale», espressione assolutamente priva di significato. E vediamo perché.

Le operazioni di progettazione di un qualunque oggetto prevedono numerose fasi, interconnesse attraverso legami logici. Nella maggior parte dei casi, nasce l'esigenza di rappresentare l'oggetto nel corso della progettazione. Due tipi di rappresentazioni sono universalmente usati: i disegni e i modelli.

I disegni sono rappresentazioni schematiche

piane realizzate secondo particolari regole che, una volta apprese dalle persone che devono servirsele, consentono una agevole interpretazione delle forme rappresentate. A seconda che la rappresentazione venga eseguita proiettando l'oggetto su un piano notevole (ad esempio, nel caso di un cubo, su un piano parallelo ad una faccia) o su un piano generico, e che la proiezione impieghi una stella di rette propria oppure no, si parla di proiezione piana ortogonale, di prospettiva, di assonometria. Questo fatto porta abitualmente a distinguere tra disegno bidimensionale nel caso delle proiezioni ortogonali, e disegno tridimensionale negli altri casi. È chiaro che questa distinzione è profondamente erronea: il disegno, per la sua stessa essenza, non può che essere bidimensionale, trattandosi in ogni caso di una proiezione di un solido su un piano.

Poiché è in genere molto più economico disegnare un oggetto che realizzare un modello, come ad esempio un plastico architettonico, i disegni sono la forma di rappresentazione di gran lunga più usata. Subito dopo, viene comunque la rappresentazione attraverso modelli. Il modello è una astrazione logica di un oggetto, nella cui realizzazione si introducono delle modifiche e delle semplificazioni che rendono il processo più conveniente della effettiva costruzione dell'oggetto in quanto tale. Tra le modifiche che differenziano un modello dall'oggetto che tale modello vuole rappresentare si possono citare: cambiamenti di scala; scelta di materiali meno costosi, più facilmente lavorabili, con diverse caratteristiche fisiche: sem-

(*) Ingegnere, Responsabile linea sistemi grafici, Eurobit S.p.A., Roma.

plificazioni strutturali: modifiche morfologiche, come fori per osservare l'interno. La modellazione è una attività molto più complessa e costosa del disegno, perché implica l'effettiva realizzazione fisica di un oggetto, anche se meno onerosa (sperabilmente!) di quella dell'originale.

Disegno e modellazione con l'ausilio dell'elaboratore elettronico

L'impiego di un sistema di elaborazione di dati nelle due attività di disegno e modellazione assume delle connotazioni molto diverse. Quando si fa del disegno interattivo, il calcolatore esegue delle direttive che simulano le attività di un disegnatore tradizionale: traccia dei segmenti, degli archi, esegue delle intersezioni, delle cancellazioni, opera delle costruzioni geometriche, e così via. Invece di rappresentare su carta le operazioni che man mano vengono compiute, si preferisce usare uno schermo video, per motivi di velocità e concisione, salvo ad eseguire effettivamente la rappresentazione su carta ad intervalli di tempo, o a fine lavoro. Quando si fa della modellazione, invece, si esegue una doppia simulazione logica: il calcolatore riceve delle direttive che simulano le analoghe operazioni realizzative del modello, che non sono operazioni grafiche, ma lavorazioni fisiche, e questo è il primo livello di simulazione, del tutto analogo a quello descritto a proposito del disegno. Esiste però un secondo, e più importante, livello di simulazione: in seguito alle direttive di lavorazione, l'oggetto non viene realizzato fisicamente, ma ne viene costruita una rappresentazione simbolica interna alla macchina (una specie di modello del modello) che tiene luogo della rappresentazione fisica.

Affinché il progettista possa rendersi conto di come le lavorazioni interagiscono con il modello, cioè come questo si evolve, il sistema di calcolo provvede ad eseguire rappresentazioni schematiche (disegni) del modello stesso prima, durante e dopo ogni lavorazione simulata, o comunque a richiesta del progettista, il quale può anche modificare il tipo e la quantità di rappresentazioni richieste. Quando il processo di modellazione è giunto ad un livello accettabile, si può richiedere al sistema tutta una serie di ulteriori informazioni: caratteristiche fisiche e geometriche del modello, eventualmente con l'ausilio di programmi di calcolo che usano come dati di ingresso la struttura costruita dal modellatore; documentazione grafica integrata da quotatura, notizie alfanumeriche, e così via. Qui appare chiara la pericolosità di eventuali confusioni tra disegno e modellazione mediante elaboratori: la seconda è infatti estremamente più complessa del primo, e i sistemi che la realizzano sono comprensibilmente molto più co-

stosi. Anzi, sono prossimi ai limiti di pratica realizzabilità. Un buon programma di disegno è ormai alla portata di un personal computer evoluto, mentre per la modellazione si è ancora considerevolmente lontani da questo obiettivo.

La modellazione e il disegno automatico in architettura e urbanistica

Ora che i termini della questione sono precisati assai meglio, è più agevole tentare una risposta alla domanda: quale impatto hanno modellazione e disegno automatico sulle attività architettoniche? Va subito detto che il disegno automatico, pur avendo una notevole importanza pratica, ha scarsa rilevanza teorica. Si tratta di una tecnica ormai ben consolidata, che dal punto di vista concettuale si discosta molto poco dai metodi abituali. I vantaggi che si hanno sono essenzialmente:

- maggiore velocità di produzione;
- enorme facilità nel caso di correzioni e disegno di particolari ripetitivi;
- disponibilità di strumenti grafici sofisticati (campitura automatica, tracciamento di archi di conica, pseudo parallela, ecc.);
- semplificazione nella gestione di archivi grafici;
- qualità dell'output grafico uniforme e largamente indipendente dall'abilità manuale degli operatori;
- sottoprodotti informativi (computi metrici, ecc.) ottenibili senza alcuna difficoltà,

Per quanto riguarda invece la modellazione, il discorso è notevolmente più complesso. L'applicazione della modellazione tridimensionale all'edilizia è infatti tra le prime ad essere stata tentata, e a giudicare dai risultati finora prodotti, si può senza dubbio parlare di successo. Va però osservato che tale applicazione si è sviluppata facendo prevalentemente ricorso a programmi di tipo non interattivo e, nei casi in cui tale interazione era presente in modo più o meno marcato, a programmi comunque non generalizzati. L'effetto di questa situazione, che è in gran parte da attribuirsi anche all'epoca in cui l'uso di queste tecniche ha avuto inizio, è stato quello di richiedere uno sforzo di programmazione piuttosto intenso in ogni successivo caso particolare, costringendo così i progettisti a servirsi della modellazione in modo faticoso e orientato più alla verifica di soluzioni e idee prodotte con metodi tradizionali, che non a sperimentazioni originali.

Dopo l'introduzione della modellazione solida interattiva (o ISM), si è comunque constatata la presenza di una serie di problemi, alcuni dei quali metodologici più che algoritmici, tra cui i seguenti appaiono come abbastanza seri:

- l'attività edilizia può essere sinteticamente di-

stinta in due fasi: studio e scelta della forma degli edifici che si intendono realizzare, e successiva analisi di dettaglio tendente a consentirne la effettiva realizzazione. Nella prima fase la ISM deve permettere una agevole generazione della forma globale del solido che approssima l'edificio e facilitare, ad esempio, la verifica del suo inserimento ambientale, un giudizio estetico e funzionale, ecc. Naturalmente tanto più è potente l'insieme dei comandi di cui è dotato il programma di ISM, tanto più incisivo sarà l'aiuto apportato al progettista nel modificare la forma dell'edificio facendola evolvere verso un assetto soddisfacente. Ciò pone il problema della scelta del suddetto insieme di comandi. Nella seconda fase, la necessità di disporre di elementi realizzativi di dettaglio onde addivenire ai così detti disegni esecutivi, pone al programma di ISM un problema formidabile, e cioè quello della generazione e della gestione di un modello estremamente complesso, e in cui le correzioni successive sono di gran lunga la parte più onerosa dell'intero ciclo di modellazione;

- gli operatori edilizi (architetti, ingegneri, geometri, ecc.) sono tradizionalmente abituati a disegnare in modo piuttosto libero e, a parte alcune convenzioni fondamentali, senza rispettare alcuno standard. Si può anzi tranquillamente affermare che ogni grande studio di progettazione ha un suo standard, che ne permette addirittura l'identificazione attraverso l'esame dei suoi disegni. Viste assonometriche e prospettiche anche molto complicate, e in cui non si disdegna l'introduzione di componenti chiaramente artistiche, sono all'ordine del giorno, e vengono realizzate con notevole abilità e disinvoltura. In queste condizioni, il disegno

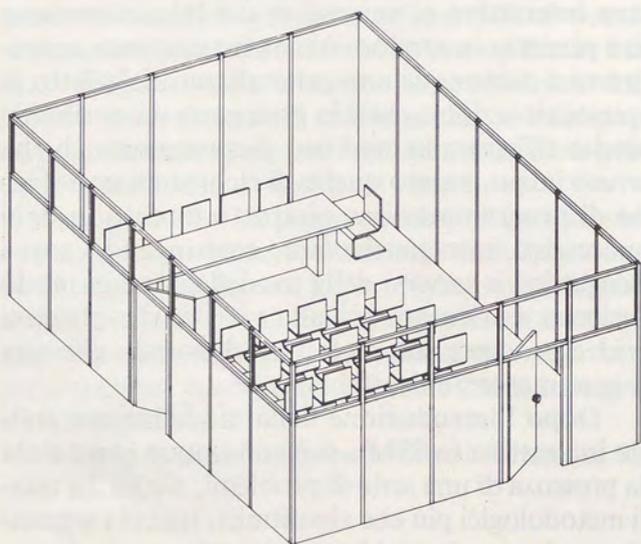


Fig. 1

automatico prodotto finale della catena computerizzata soddisfa molto scarsamente, o non soddisfa affatto, questa particolare utenza, per la quale il disegno stesso non è solo un mezzo, come per l'utenza meccanica o elettrica, ma anche un fine, una questione di immagine;

- diversamente da altre aree di applicazione, in edilizia è lo stesso progettista, sia esso ingegnere o architetto anche famoso e affermato, che disegna materialmente, e spesso non si limita a

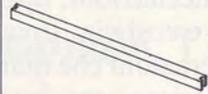
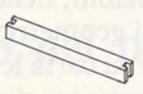
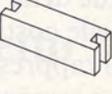
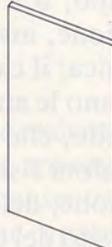
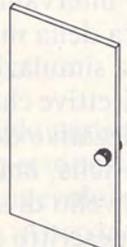
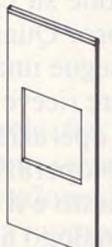
| CATALOGO COMPONENTI: C. 312 | | pag. 9 |
|---|---|---|
|   FILE: PB120 |   FILE: PB050 |   FILE: PB020 |
|  FILE: PRT1 |  FILE: PRTM |  FILE: FNS1 |
|   FILE: PA120 |   FILE: PA050 |   FILE: PA020 |

Fig. 2

schizzi (bellissimi!), ma scende fino a tavole di dettaglio. Il programma di ISM deve quindi tener conto di questa situazione anomala, con tutte le relative problematiche.

Senza procedere oltre nell'elencazione, è facile pronosticare che la soluzione di questi, e altri non meno importanti, problemi richiederà tempo e sforzi non trascurabili.

Vi sono tuttavia due aree di attività in cui la citata problematica è, se non assente, quanto meno fortemente attenuata: l'area dell'edilizia modulare, e quella delle applicazioni urbanistiche.

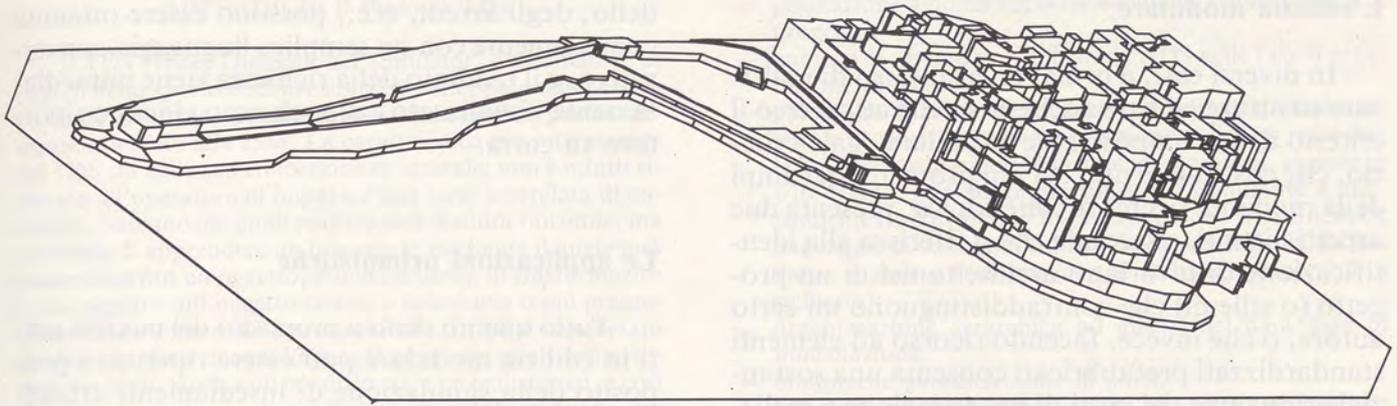


Fig. 3

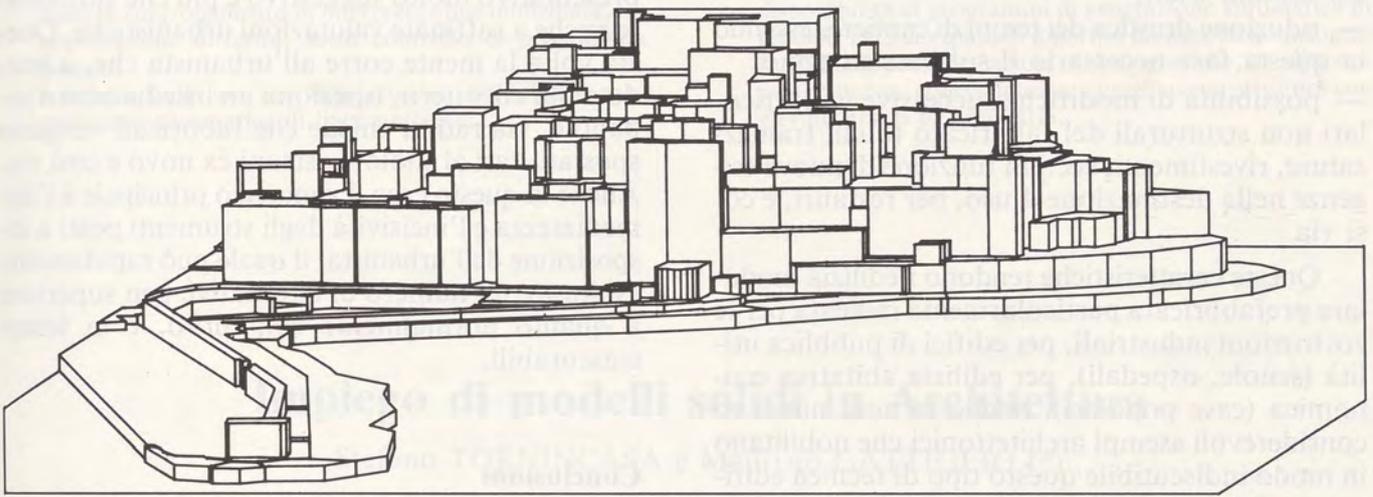


Fig. 4

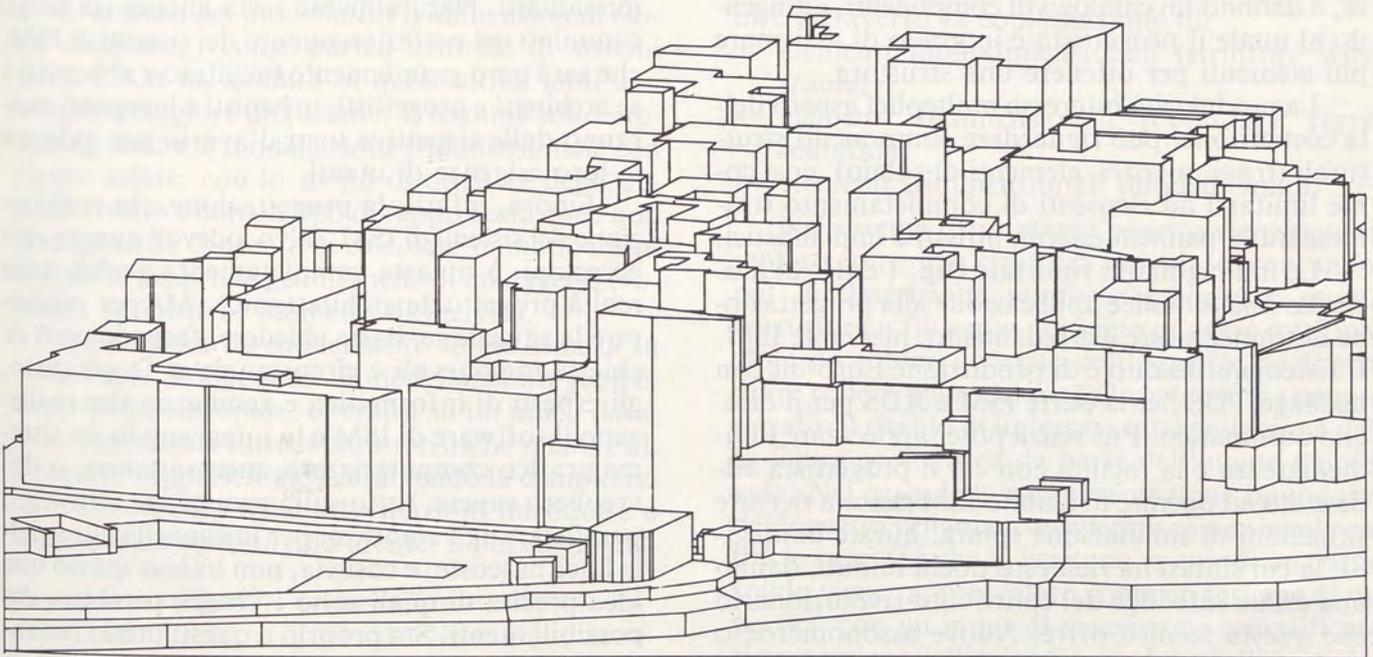


Fig. 5

L'edilizia modulare

In diversi casi, è ormai invalso l'uso di realizzare strutture edilizie anche cospicue attraverso il criterio della composizione modulare. Tale criterio, che costituisce uno dei più promettenti campi della moderna ricerca architettonica, presenta due aspetti distinti, a seconda che si riferisca alla identificazione di invarianti architettonici di un progetto (o stilemi) che contraddistinguono un certo autore, o che invece, facendo ricorso ad elementi standardizzati prefabbricati consenta una sostanziale riduzione dei costi di progettazione e realizzazione degli edifici per evidenti motivi, tra i quali:

- semplificazione della progettazione;
- realizzazione preventiva e in serie su larga scala dei moduli usati;
- riduzione drastica dei tempi di cantiere, essendo in questa fase necessario il solo assiemaggio;
- possibilità di modifiche successive di particolari non strutturali del fabbricato (quali tramezzature, rivestimenti, ecc.) in funzione di nuove esigenze nella destinazione d'uso, per restauri, e così via.

Queste caratteristiche rendono l'edilizia modulare prefabbricata particolarmente indicata per le costruzioni industriali, per edifici di pubblica utilità (scuole, ospedali), per edilizia abitativa economica (case popolari). anche se non mancano considerevoli esempi architettonici che nobilitano in modo indiscutibile questo tipo di tecnica edificativa. Ovviamente è proprio la destinazione d'uso prevalente dei fabbricati realizzati con criteri di edilizia modulare ad attenuare fortemente la portata dei problemi elencati in precedenza.

In una tipica applicazione di edilizia modulare, è definito un catalogo di componenti, attingendo al quale il progettista è in grado di assiemare più elementi per ottenere una struttura.

La modularità interessa molteplici aspetti della costruzione: può riguardare componenti strutturali (travi, pilastri, elementi di solaio), così come limitarsi ad elementi di completamento (tramezzature, pannelli esterni, infissi) o impiantistici.

Le immagini qui riportate (fig. 1 e fig. 2) mostrano una semplice applicazione alla progettazione di tramezzature e arredamento, mediante ISM. Il sistema utilizzato è di produzione Euro-bit con package TDS per la parte ISM e ADS per il disegno automatico. Pur senza poter apprezzare l'immediatezza e la facilità con cui il progettista addestrato ad operare in ambito ISM riesce a ricreare situazioni di simulazione spinta, queste immagini, la cui sintesi ha richiesto pochi minuti, danno una esauriente idea del contributo rivoluzionario che questa tecnica offre. Nuove assonometrie o prospettive, sezioni, ingrandimenti, spostamenti del punto di vista, così come alterazioni del mo-

dello, degli arredi, ecc., possono essere ottenute comodamente con un semplice linguaggio conversativo, e il risultato della richiesta viene immediatamente visualizzato sullo schermo video, o riportato su carta.

Le applicazioni urbanistiche

Tutto quanto detto a proposito dei modelli usati in edilizia modulare può essere ripetuto a proposito della simulazione di insediamenti urbanistici. Nelle figure 3, 4 e 5 si vede come, a partire dalle informazioni contenute in un data-base cartografico (sistema GEOS, sempre di produzione Euro-bit), sia possibile ricostruire un modello rappresentativo molto suggestivo e più che sufficiente anche a raffinate valutazioni urbanistiche. Questa volta la mente corre all'urbanista che, a bordo di un elicottero, ispeziona un insediamento urbano e, via radio, chiede che fabbricati vengano spostati, rasi al suolo, costruiti ex novo e così via. Anche in questo caso il vantaggio principale è l'immediatezza e l'incisività degli strumenti posti a disposizione dell'urbanista, il quale può rapidamente esplorare un numero di alternative ben superiore a quanto normalmente consentito, e in tempi trascurabili.

Conclusioni

La disponibilità della ISM non concede quindi più scusanti a progettazioni difettose, giustificate in passato con la cronica mancanza di tempo e personale in relazione all'entità del lavoro commissionato. Naturalmente resta ancora un lungo cammino nel perfezionamento dei sistemi di ISM, che sarà però grandemente facilitato e abbreviato se architetti e progettisti, urbanisti e ingegneri usciranno dalle rispettive torri d'avorio per indicare le loro esigenze di utenti.

Finora, infatti, la progettazione e la realizzazione dei sistemi di ISM, salvo lodevoli quanto rare eccezioni, è rimasta completamente avulsa dalla realtà progettuale architettonica. Ma per migliorare la situazione, basta chiedere, facendo però richieste ragionevoli e circostanziate. Dopo tutto, gli esperti di informatica e geometria che realizzano il software di ISM e lo integrano in un sistema grafico computerizzato, mentre fanno, o dovrebbero sapere, tutto sulla proiezione centrale o parallela, sugli algoritmi per la cancellazione delle linee nascoste, e così via, non hanno spesso una idea precisa di quali sono i «sogni proibiti» dei possibili utenti. Sta proprio a questi utenti potenziali chiarire la portata di questi sogni, e aiutare a tradurli in realtà.

Il TDS (Three Dimensional Simulator, o Simulatore di oggetti nello spazio tridimensionale), sviluppato dalla Eurobit come un linguaggio ad alta specializzazione, è particolarmente orientato alla ISM. La caratteristica più interessante del TDS sta nella sua concezione strutturale: non è infatti richiesto all'operatore di imparare una serie scorrelata di comandi, ciascuno dei quali realizza una distinta funzione, ma piuttosto di apprendere un linguaggio mediante il quale può essere descritto un oggetto, o una sequenza di trasformazioni da eseguire sull'oggetto stesso, o infine una o più presentazioni assonometriche e prospettiche. Il TDS è completato da elementi tipici di ogni linguaggio evoluto, quali definizioni di variabili, label, salti condizionati e incondizionati, e così via. È importante osservare inoltre che il TDS possiede, tra le macchine utensili simulate, una eccellente macchina Euleriana capace di compiere tutte le operazioni booleane tra solidi, anche in presenza di casi limite e degenerare.

Caratteristiche principali del TDS sono:

- modi di funzionamento in interpretazione immediata, interpretazione differita, sotto controllo di programma esterno;
- macchina Euleriana (per le intersezioni tra solidi) e cancellazione automatica di linee nascoste;

- generazione automatica della documentazione grafica di progetto;
- impiego di disegni provenienti da ADS nelle fasi di generazione di solidi;
- possibilità di produrre qualsiasi tipo di vista assonometrica e prospettica, con cancellazione in tempo reale delle linee nascoste e individuazione dei contorni, oppure in wire-frame, fino ad un massimo di 4 simultanee e indipendenti (suddividendo lo schermo video in 4 finestre);
- linguaggio di colloquio e diagnostica selezionabili tra italiano, inglese e francese (con altre lingue disponibili a richiesta);
- organizzazione gerarchica ad albero del data base di modellazione;
- biblioteche parametrizzate di parti;
- complessità virtualmente illimitata dei modelli producibili;
- sistema aperto alla personalizzazione diretta da parte dell'utente, che può scrivere le sue applicazioni in uno qualsiasi dei linguaggi disponibili nel sistema ospitante;
- diverse possibilità di ambientazione hardware, sia a 16 che a 32 bit;
- disponibilità di programmi di generazione automatica di modelli TDS-compatibili a partire da data base cartografici GEOS, da informazioni cristallografiche, da viste opportunamente congegnate per oggetti aventi strutture con elevato grado di simmetria.

Impiego di modelli solidi in Architettura

Stefano TORNINCASA e Maurizio GATTIGLIO (*)

I modelli 3D

L'utilizzo dei modellatori tridimensionali (solid modelling) come nucleo centrale di sistemi CAD-CAM ha assunto in quest'ultimi anni una sempre maggiore diffusione. Il termine solid modelling indica la modellazione tridimensionale con figure solide, con lo scopo di ottenere degli oggetti «reali» e con un tipo di rappresentazione non ambigua che consenta di calcolare in modo automatico le proprietà geometriche di un oggetto (volume, baricentro, momenti di inerzia).

Il nucleo di un modellatore solido si basa su un insieme di algoritmi di modellamento geometrico tridimensionale, operanti su un unico data-base contenente tutte le caratteristiche relative all'oggetto rappresentato, garantendo la completezza e la coerenza delle informazioni introdotte o utilizzate da ogni singolo utente. Il passaggio dal-

la realtà fisica dell'oggetto al modello matematico che il sistema è in grado di trattare, può avvenire attraverso la combinazione di:

- elementi monodimensionali (strutture wire-frame)
- elementi bidimensionali (boundary representation)
- elementi tridimensionali (modelli solidi)

Nel sistema wire-frame l'oggetto viene rappresentato come una struttura reticolare, con un input di descrizione piuttosto laborioso: questa «struttura a fili» non consente di avere informazioni sui volumi occupati dall'oggetto, né di produrre sezioni piane del modello geometrico memorizzato; il rischio di un'errata interpretazione della figura geometrica da parte dell'utente è notevole. Nel caso della rappresentazione boundary, dell'oggetto vengono considerate come singole entità le superfici che lo limitano, e quindi un corpo solido viene rappresentato come un insieme di superfici, con un input di descrizione semplificato rispetto ai modelli wire-frame. I modelli boundary hanno largo impiego nel campo della simula-

(*) Ingegneri, Istituto di Tecnologia meccanica, Politecnico di Torino.

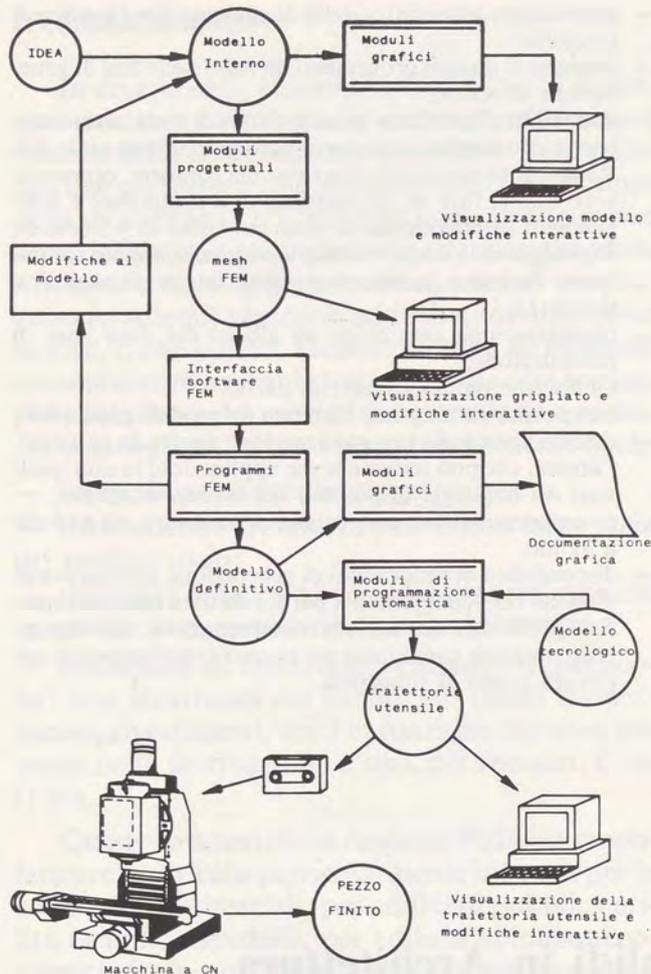


Fig. 1 - Il modello geometrico nel processo produttivo.

zione del movimento di cinematismi, in quanto si ottiene una semplicità e una rapidità di produzione di viste prospettiche, che permette una certa animazione dell'oggetto, con una chiara visione delle relazioni spaziali tra le parti in moto relativo. Neanche questo tipo di rappresentazione è però del tutto esente da ambiguità, specie per quanto riguarda la definizione dei dettagli interni all'oggetto.

Nel caso dei modelli solidi completi, l'oggetto da rappresentare viene sintetizzato nei singoli solidi geometrici che lo compongono, detti primitive dell'oggetto, che vengono individuati completamente nello spazio. La reale struttura di ogni oggetto è in tal modo completamente nota al sistema di elaborazione, con una semplice produzione di sezioni piane o viste ortogonali.

La figura 1 illustra il ruolo che gioca un modellatore solido nelle varie fasi della produzione di un pezzo, partendo dall'idea ed eseguendo la verifica del modello mediante un'analisi strutturale col procedimento agli elementi finiti (FEM): il modello tridimensionale diventa l'input princi-

pale per sistemi CAM che, avvalendosi anche di altri dati riguardanti le lavorazioni tecnologiche da compiere, generano le istruzioni per una macchina a controllo numerico.

Un esempio di modellatore solido: il TIPS-1

Il TIPS-1 (Technical Information Processing System) è un sistema integrato CAD/CAM di tipo GMS (Geometric Solid Geometry) con rappresentazione CSG (Constructive Solid Geometry), con applicazioni nel campo della grafica, della progettazione e della produzione. La figura 2 illustra la rappresentazione di tipo CSG con la quale i corpi solidi possono essere rappresentati per addizioni o sottrazioni di solidi più semplici, mediante operazioni «Booleane» di unione, differenza o intersezione.

Il programma fu sviluppato a partire dal 1975 presso l'Università di Hokkaido in Giappone sotto la direzione del professor Norio Okino; quindi nel 1977 venne acquisito dalla Cornell University di New York e successivamente donato alla CAM-I Geometric Modelling Project per la distribuzione al pubblico. Il package usato è denominato TIPS-1 versione 1977, livello 3, ed è installato presso il CSI Piemonte (Consorzio per il Sistema Informativo) in ambiente IBM sistema MUS/TSO; tutti i terminali di accesso utilizzati sono del tipo Tektronix serie 4000.

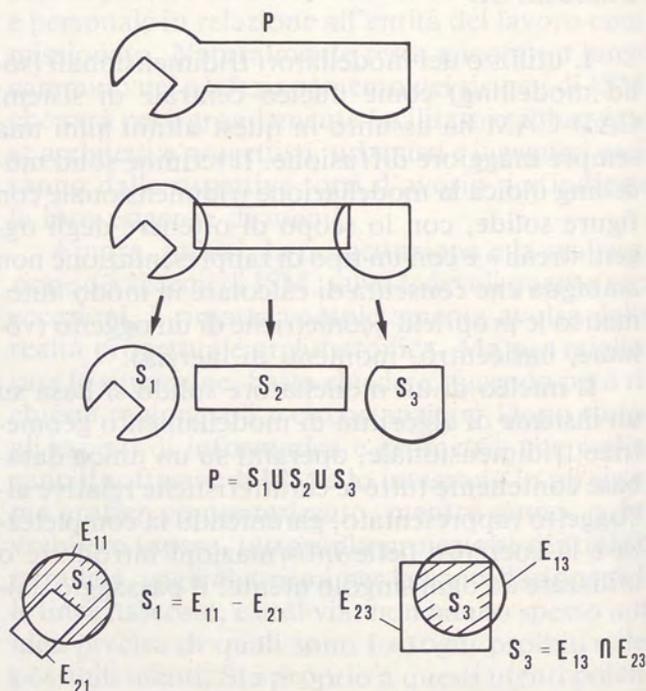


Fig. 2 - Principio della rappresentazione CSG.

Il diagramma a blocchi riportato in figura 3 evidenzia sinteticamente le capacità e la struttura modulare del TIPS-1. Questa struttura modulare facilita molto le operazioni di modifica o di

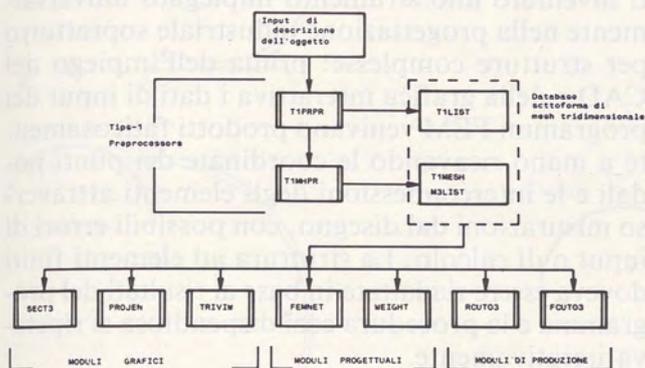
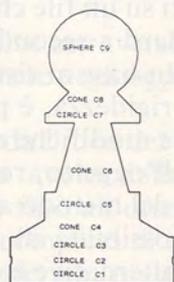


Fig. 3 - La struttura modulare del TIPS-1.



```

00010 *P PEDONE,SCACCHI(1)-13.,13.,-13.,13.,-33.5,7.;
00020 C1/P,CIRCLE,1,12.(0.,0.),...-33.5,-30.5;
00030 C2/P,CIRCLE,1,11.8(0.,0.),...-30.5,-29.5;
00040 C3/P,CIRCLE,1,12.(0.,0.),...-29.5,-26.5;
00050 C4/P,CONE,1,60.(0.,0.,-20.,0.,0.),...-26.5,-24.;
00060 C5/P,CIRCLE,1,7.(0.,0.),...-24.,-20.;
00070 C6/P,CONE,1,15.(0.,0.,0.,0.,-20.),...20.,10.;
00080 C7/P,CIRCLE,1,7.(0.,0.),...-10.,-8.5;
00090 C8/P,CONE,1,45.(0.,0.,-2.,0.,0.),...-8.5,-5.;
00100 C9/P,SPHERE,1,6.5(0.,0.,0.);
00110 *E

```

Fig. 4 - Sezione e listato di un pedone degli scacchi.

estensione del package, rendendo possibile l'aggiunta di altri moduli. L'input di descrizione dell'oggetto si compone di un insieme di statements che descrivono le primitive geometriche che contribuiscono a formare l'oggetto da rappresentare, con una serie di parametri che individuano completamente la figura nello spazio tridimensionale. Le primitive possono essere solidi tridimen-

sionali, figure piane o superfici non analitiche ottenute semplicemente assegnando le coordinate dei punti per cui tali superfici dovranno passare. Altre istruzioni permettono di rielaborare le primitive geometriche definite, giocando un ruolo importante nella redditività dell'esecuzione dell'og-

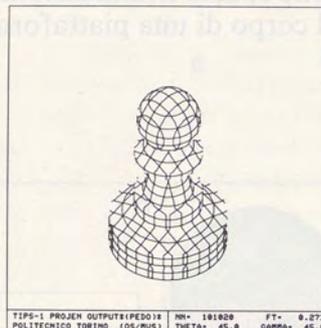


Fig. 5 - Prospettiva di un pedone degli scacchi.

getto. Alcune di queste funzioni di «manipolazione» permettono la specularizzazione, lo spostamento e la duplicazione di primitive, la rotazione di un certo angolo fissato intorno ad un asse con duplicazione.

Il TIPS-1 consente inoltre tre possibilità di visualizzare la rappresentazione interna dell'oggetto, cioè con le viste assonometriche, con le proie-

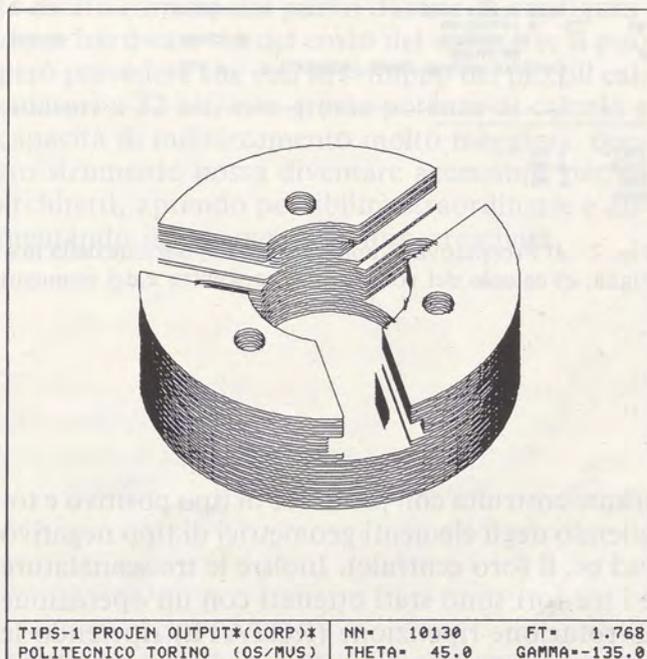


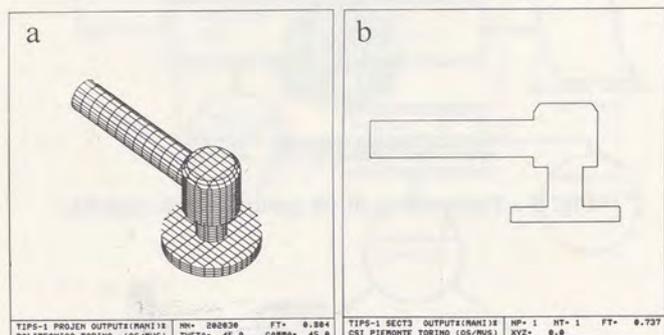
Fig. 6 - Il corpo di una piattaforma autocentrante.

zioni ortogonali e secondo un piano di sezione specificato dall'utente. Le figure 4-5 mostrano il listato, la rappresentazione in prospettiva e una sezione di un pedone degli scacchi, ottenuto come somma di primitive quali cerchi, coni e sfere; ogni primitiva è indicata col nome della figura geometrica utilizzata (Sphere, Circle), seguito da una serie di parametri che individuano completamente la figura nello spazio tridimensionale. La figura 6 mostra il corpo di una piattaforma autocen-

Applicazioni del metodo degli elementi finiti

I modellatori tridimensionali sfruttano la loro particolare organizzazione interna dei dati per produrre in modo automatico e interattivo il reticolo degli elementi finiti per problemi di analisi strutturale. Il metodo degli elementi finiti è infatti diventato uno strumento impiegato universalmente nella progettazione industriale soprattutto per strutture complesse: prima dell'impiego del CAD e della grafica interattiva i dati di input dei programmi FEM venivano prodotti faticosamente a mano ricavando le coordinate dei punti nodali e le interconnessioni degli elementi attraverso misurazioni dal disegno, con possibili errori di input o di calcolo. La struttura ad elementi finiti doveva essere riadattata in base ai risultati del programma e la procedura così dispendiosa si ripeteva iterativamente.

Oggi molti modellatori solidi sono interfacciabili direttamente a programmi FEM con il vantaggio che le proprietà fisiche, le interconnessioni degli elementi e le coordinate dei punti nodali vengono calcolati esattamente. L'utente ha la possibilità di modificare il grigliato attraverso un dialogo «grafico-interattivo», per esempio infittendo i nodi nelle zone più critiche, ed eliminandoli o spostandoli. Il risultato di tutte queste operazioni è l'ottenimento dei dati su un file che verrà trasformato in forma standard a seconda del programma FEM utilizzato. In base ai risultati delle verifiche di resistenza o rigidità, è possibile apportare facilmente nuove modifiche al grigliato o alla conformazione dell'oggetto, reiterando il processo. La redditività del metodo ad elementi finiti aumenta, con la possibilità di controllare spedidamente soluzioni alternative e ottimizzando la progettazione e la qualità del prodotto.



```

*****
EXECUTION OF WEIGHT BEGINS: FNAME = PREX01.DAT
*****
TIPS-1 LPR ? F(11),D(0)

TIME1= 0 MS.
TIME2= 1 MS.
TIME = 1 MS.
SP ? F(F10.3),D(1.0)

----- TIPS-1 WEIGHT OUTPUT CORNELL UNIVERSITY (UM/37)
0) -----
PART NAME= XX(MANI)XX XX(DISEGNO) )XX NX,NY,NZ= 5, 5, 5
SU,PU= 0.100, 0.0010
SPECIFIC GRAVITY= 0.98100E+01 VOLUME= 0.88215E+02
MASS= 0.86539E+00 GM/CC CC
+02 MASS CENTER COORDINATES GX= 0.28741E-01 GY= -0.19675E
GZ= -0.11598E+02 MM MM
+04 MASS CENTER MOMENTS IX= 0.13129E+05 IY= 0.40804E
IZ= 0.10704E+05 OF INERTIA GM-CMXX2 GM-CMYY2
XZ EXPECTED AVERAGE ERROR (PERCENT) = 1.278

-----
TIME1= 1 MS.
TIME2= 2 MS.
TIME = 1 MS.
READY

```

Fig. 7 - a) Prospettiva di una maniglia; b) Sezione della maniglia; c) calcolo del volume, del baricentro e dei momenti di inerzia.

trante costruita con primitive di tipo positivo e togliendo degli elementi geometrici di tipo negativo (ad es. il foro centrale). Inoltre le tre scanalature e i tre fori sono stati ottenuti con un'operazione di rotazione-ripetizione (ROTATE) ripetendo le primitive considerate di 120 gradi rispetto all'asse verticale.

Impieghi in architettura

Lo spettro applicativo dei modelli solidi è quasi illimitato, dalla semplice grafica, alla costruzione di prototipi fino al vero e proprio impiego nel campo della progettazione; in particolare si aprono molte possibilità di applicazioni nell'ambito dell'architettura. Infatti la presentazione spaziale degli oggetti offre all'utente un'immagine di grande effetto, in quanto l'oggetto progettato può essere osservato da direzioni e distanze differenti. La figura 7 mostra la prospettiva di una maniglia costruita col TIPS-1; la figura 8 ne mostra una sezione con le indicazioni del calcolo del volume, del baricentro e dei momenti di inerzia, con l'errore percentuale stimato. Queste grandezze sono estremamente importanti nel design di un oggetto, in quanto l'architetto ha l'idea immediata dei pesi e degli ingombri e può confrontare facilmente so-

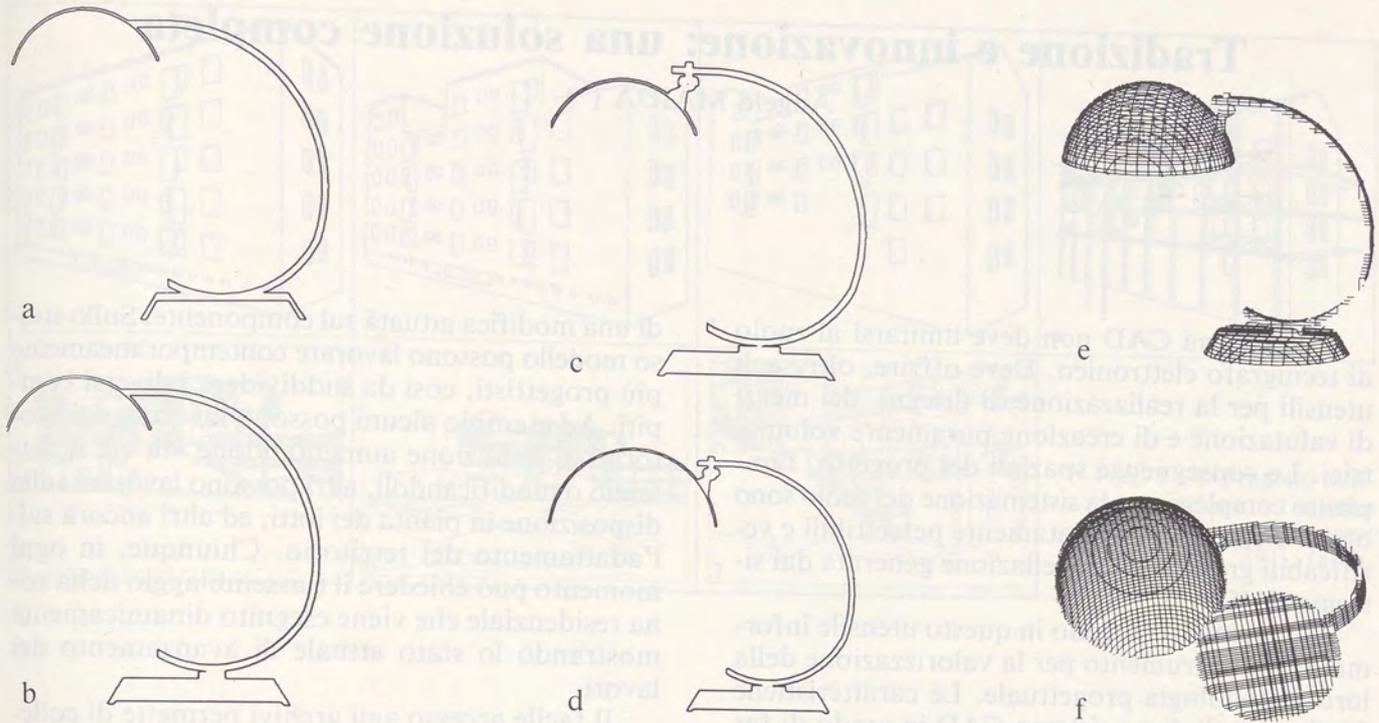


Fig. 8 - Lampada da tavolo; a), - d): il processo di design; e), f): da diverse prospettive.

luzioni alternative attraverso un processo iterativo, fino ad ottenere degli oggetti funzionali da ogni punto di vista.

La figura 9 dà l'idea del processo di design di una lampada da tavolo, dalla forma di primo tentativo (fig. 9a), fino all'ottenimento della forma finale (fig. 9d) completa di tutti i particolari funzionali (snodo sferico, piastra di interconnessione ecc.). La figura 10 mostra la stessa lampada in prospettiva, osservata sia frontalmente che dal basso in modo che l'architetto, prima ancora di costruire un prototipo, abbia la possibilità di rendersi conto delle condizioni di illuminazione e di ingombro.

Utilizzando uno schermo video a colori si possono cercare l'adeguamento delle forme e la sin-

tonia cromatica dei contorni molto simile alla realtà; si ha infatti la possibilità di rappresentare le ombreggiature e i riflessi di un oggetto tridimensionale sulla base di una sorgente di luce definita, ottenendo rappresentazioni che si avvicinano di molto al livello di qualità della fotografia dell'oggetto reale.

Il solid modelling è ancora oggi uno strumento molto caro sia dal punto di vista di configurazione hardware sia del costo del software; si può però prevedere che con lo sviluppo dei piccoli calcolatori a 32 bit, con grosse potenze di calcolo e capacità di indirizzamento molto maggiori, questo strumento possa diventare accessibile per gli architetti, aprendo possibilità straordinarie e aumentando notevolmente la loro creatività.

Tradizione e innovazione: una soluzione completa

Angelo MAIDA (*)

Un sistema CAD non deve limitarsi al ruolo di tecnografo elettronico. Deve offrire, oltre agli utensili per la realizzazione di disegni, dei mezzi di valutazione e di creazione puramente volumetrici. Le conseguenze spaziali del progetto, l'impianto complessivo e la sistemazione del suolo sono ormai elementi immediatamente percettibili e verificabili grazie alla modellazione generata dal sistema EUCLID.

Gli architetti trovano in questo utensile informatico uno strumento per la valorizzazione della loro metodologia progettuale. Le caratteristiche fondamentali di un sistema CAD in grado di far progredire realmente il metodo di lavoro dell'architetto sono: l'unicità, la quantità e l'istantaneità delle informazioni usate nella realizzazione di un progetto.

EUCLID propone due ambienti: l'interattivo ed il linguaggio. Nel primo il progettista dialoga con il sistema per definire elementi geometrici e di documentazione. Nel secondo può programmare applicazioni specifiche o lavori ripetitivi. Oltre al software la Matra Datavision produce i posti di lavoro. Sono dotati di tavoletta, stilo, video grafico e alfanumerico. Sono concepiti per offrire il massimo confort e la loro tecnologia avanzatissima consente opzioni come la rimozione delle linee nascoste e l'ombreggiatura via hardware.

Progettazione di una zona residenziale

In questo come negli altri aspetti della progettazione ruolo fondamentale gioca l'archivio. Esso deve permettere di gestire in maniera compatta un elevato numero di informazioni. Nell'archivio EUCLID gli elementi vengono raggruppati secondo la loro naturale struttura ad albero.

Si inizia col definire le «abitazioni tipo», anche in modo approssimato, quindi agglomerandole opportunamente si definiscono i «lotti tipo», che a loro volta posizionati costituiscono il quartiere.

Questo albero logico è modificabile in ogni istante: possono essere aggiornate le singole abitazioni e quindi alla richiesta il quartiere viene riasssemblato con le nuove versioni. Così istantaneamente il progettista può valutare l'effetto globale

di una modifica attuata sul componente. Sullo stesso modello possono lavorare contemporaneamente più progettisti, così da suddividere i diversi compiti. Ad esempio alcuni possono lavorare sui prototipi di abitazione aumentandone via via il dettaglio o modificandoli, altri possono lavorare sulla disposizione in pianta dei lotti, ed altri ancora sull'adattamento del territorio. Chiunque, in ogni momento può chiedere il riasssemblaggio della zona residenziale che viene eseguito dinamicamente mostrando lo stato attuale di avanzamento dei lavori.

Il facile accesso agli archivi permette di collegare programmi che possono agilmente estrarre le informazioni geometriche e gestionali. Così possono essere integrati, a quelli già esistenti, programmi di calcolo specifici: termici, liste materiali, volumi e quantità.

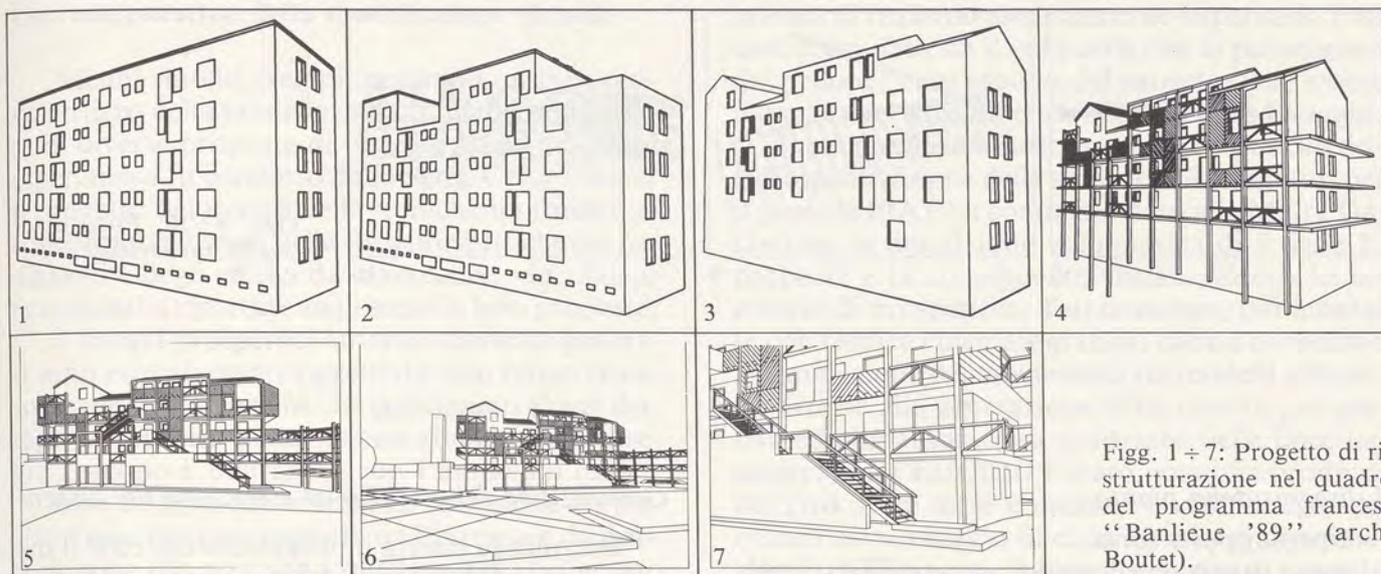
La modellazione del terreno naturale

La modellazione del terreno naturale deve essere più o meno curata a seconda del lavoro da eseguire. Una rappresentazione approssimata del terreno è sufficiente nel caso della sistemazione della volumetria generale di un progetto, mentre sono richieste maggiore precisione e ricchezza di dettagli quando ci si occupa della progettazione di opere strutturali o di calcoli di sterro e riporto.

Ciò porta alla necessità di disporre di alcuni operatori di generazione di superfici. Si può opportunamente sfruttare l'esperienza sviluppata nel settore meccanico adattandola alla rappresentazione di un rilievo naturale. Questo viene completato aggiungendo movimenti di materiale non descrivibili canonicamente.

Utilizzando questo metodo, anziché quello classico, il tempo di acquisizione dei dati si riduce ad 1/3 od 1/4. Si ha inoltre il vantaggio di poter variare a volontà il livello di dettaglio delle interpolazioni, il tutto archiviando una informazione estremamente compatta: i descrittori elementari. La generazione delle curve di livello del terreno viene eseguita in modo dinamico. Questo procedimento costituisce un modo molto sintetico e probabilmente più esatto di quello delle interpolazioni lineari attuato sui rilevamenti di campagna, a volte poco numerosi, altre volte troppo e quindi complessi da maneggiare.

(*) Dottore, Direttore tecnico Matra Datavision, Torino.



Figg. 1 ÷ 7: Progetto di ristrutturazione nel quadro del programma francese "Banlieue '89" (arch. Boutet).

L'insediamento delle costruzioni

Dal modello del terreno si ottengono automaticamente anche le sezioni e gli alzati. Questi sono indispensabili per la definizione delle aree di sbancamento. Una volta definiti in pianta, grazie alla modellazione solida tridimensionale, possono ricevere uno spessore e la loro corretta collocazione, che tiene conto anche della quota. Funzioni specifiche effettuano automaticamente il calcolo dei volumi di sbancamento e la cubatura del cemento necessario alla piattaforma.

Tutto ciò è reso possibile dagli operatori di scavo, fusione ed intersezione (trasformazioni topologiche) che permettono alle superfici (quelle del territorio) di ritagliare i volumi e viceversa ai volumi di scavare le superfici. Diviene quindi semplice variare il livello delle piattaforme e gli angoli di scarpata.

Definite le piattaforme possono essere allocati gli edifici tramite la traslazione dalla quota di riferimento a quella definitiva. Le funzioni di visualizzazione, le diverse prospettive e l'automatica rimozione delle linee nascoste consentono a tal punto un'analisi estremamente realistica del progetto e soprattutto oggettiva. Il progettista possiede così un modello completo che può usare, modificare o completare molto più facilmente di un modello materiale o di un disegno tradizionale.

Di fatto le operazioni che conducono non sono distruttive sul lavoro precedentemente eseguito, quindi tagli e sezioni producono nuovi oggetti salvaguardando gli originali: ciò in un modello reale è impossibile da ottenere. In più le entità del modello virtuale sono in grado di dichiararsi e di dichiarare le loro caratteristiche geometriche: misure, volumi, pesi, centri di gravità, ecc. Il disegno

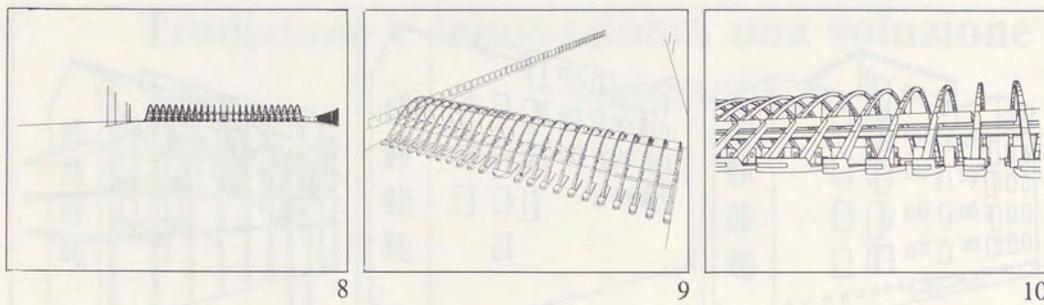
inteso in senso tradizionale, oltreché essere ottenuto come conseguenza automatica e dinamica della modellazione, perde il suo significato di documento centrale del progetto. Esso diviene un indispensabile corredo a quello che ormai è una gestione integrata di fasi di lavoro e risultati. La disponibilità di simbologie bidimensionali permette di completare l'abbigliamento del disegno. Sono disponibili tratteggi programmabili, così come spessori, tipi di tratto e colori.

Con le stesse tecniche si può operare per completare lo studio di altri aspetti: infrastruttura, analisi dell'esposizione al sole, protezione fonica, studi di pannelli per facciata, ecc.

Ovviamente si può trattare di un quartiere come di un insediamento industriale o di un viadotto. Programmi specifici provvedono al calcolo dei pilastri e del ferro. Sono inoltre disponibili interfacce a programmi di analisi strutturale, nonché programmi per la gestione degli schemi e l'impiantistica.

Esempio di applicazione

Per gli architetti e gli ingegneri edili è previsto un modulo che raccoglie una serie di funzioni indirizzate alla loro disciplina. Queste sfruttano i concetti di modellazione geometrica. L'esempio successivo vuole chiarire il procedimento che viene proposto. Oltre alle classiche funzioni di stesura delle piante, vengono fatte proposte innovative. Grazie alla rapida esecuzione dei modelli il progettista ha strumenti nuovi per indagare gli spazi e valutare le proporzioni tra i volumi. Ciò può farlo sia all'esterno che all'interno del prototipo.



Figg. 8 ÷ 10: Progetto di casello autostradale.

Il disegno della pianta

I presupposti sono:

- i mezzi di progettazione devono avvicinarsi il più possibile a quelli impiegati tradizionalmente o ulteriormente semplificarli;
- l'insieme dei comandi deve permettere la facile modifica di ciò che è già stato fatto.

Al progettista viene messo a disposizione uno spazio virtuale che emula quello reale. Ciò gli evita di dover continuamente fare conversioni di scala e gli offre il buon vantaggio di avere tutti i calcoli (aree e volumi) già con i valori corretti. Ha a disposizione un ordito di una o più trame, volendo anche sghembe, sul quale può tirare gli assi di riferimento.

Per definire il muro il progettista ne traccia l'asse e automaticamente gli viene generato secondo lo spessore richiesto. Segue lo stesso rituale per i pilastri, le finestre e le porte. Le dimensioni di queste ultime sono presenti in un catalogo aggiornabile.

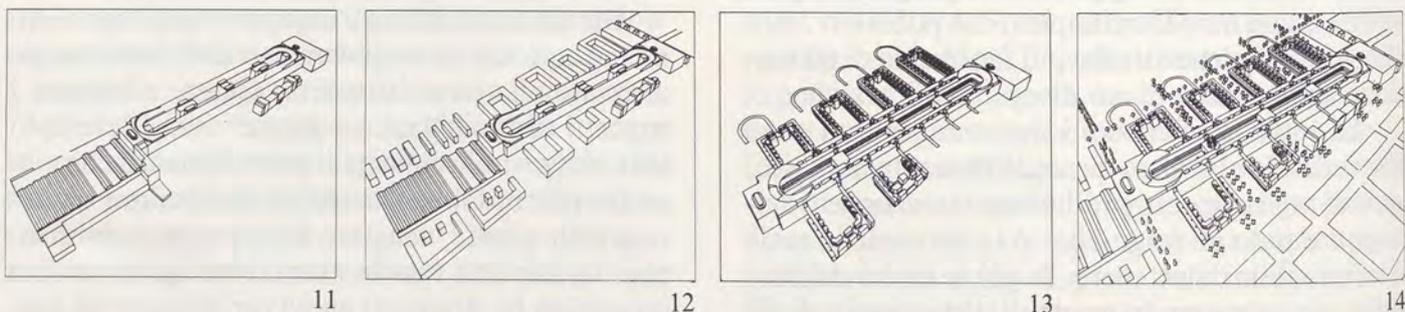
Opzioni diverse consentono di far passare la parete centrata sull'asse o da un lato, di intestarla contro altre o di averla parallela ad altri muri. In questa fase le modifiche vengono fatte dinamicamente con l'immediato riscontro del risultato.

Altre entità riconosciute dall'EUCLID sono le travi, i solai, i tetti, le aperture (ad esempio per le scale).

Generazione del modello ed estrazione dei disegni

Eseguita la pianta il progettista oltreché il disegno ha così definito il descrittore del fabbricato. Questo ingloba in maniera sintetica ed univoca tutte le informazioni necessarie alla definizione del modello. Con un'unica funzione a tal punto è possibile generarlo automaticamente, e quindi osservarlo nelle varie viste: prospettive esterne ed interne. Sempre dal modello con un'unica funzione si può chiedere il volume di cemento necessario, la superficie totale da verniciare o da piastrellare, la cubatura interna, ecc. È comunque il descrittore che viene archiviato e al quale vien fatto riferimento nel caso di modifiche.

Sebbene il disegno in pianta sia già coerente, per ragioni di verifica nonché di completezza, conviene estrarre i disegni del modello 3D. Al fine di rispettare le convenzioni del disegno architettonico, vengono generate automaticamente le sezioni orizzontali ai diversi livelli. La sovrapposizione di queste offre la corretta visualizzazione della pianta. Vantaggio indotto è il fatto che restano così raggruppati ai diversi livelli informazioni omogenee, ciò consente per esempio il tratteggiare collettivamente i muri o di assegnare le qualità grafiche. Con l'aggiunta della simbologia bidimensionale dell'arredo e con le funzioni di quotatura si può completare il disegno. Queste prevedono gli standard specifici per il disegno edile.



Figg. 11 ÷ 14: Sequenze di prospettive del progetto di G. Böhm tratte dal lavoro di descrizione volumetrica e conseguente visualizzazione di nove fra le 20 proposte di risistemazione dell'area Lingotto a Torino.

Uso comparativo della modellazione virtuale

Alcuni riusciti esempi mostrano un innovativo utilizzo della modellazione: l'analisi comparata di diverse proposte di progetti. Uno dei primi esperimenti fu condotto dalla Setra-Cetur che per il progetto del museo delle tecniche ha fornito ai concorrenti i disegni delle viste prospettiche dei padiglioni e degli edifici da mantenere, vincolando i candidati a riportare sugli stessi le loro proposte.

I disegni prospettici automaticamente generati sono estremamente oggettivi e non fanno ricorso a particolari tecniche che enfatizzano alcuni dettagli a discapito della visione globale. Tali disegni reggono il confronto con i modellini reali.

Non bisogna dimenticare che la visione dei plastici viene sempre condotta dall'esterno e da punti di vista che non sono quelli usuali: ciò spesso ne deforma la valutazione.

Le prospettive si prestano anche al montaggio fotografico. Si ottengono così interessanti risultati sia per allocare un insediamento in una zona verde, sia per proporre ristrutturazioni del centro storico.

La frontiera più avanzata è forse l'animazione. Essa da immediato spessore offrendo una sen-

sazione di realismo assolutamente impensata. Può essere simulato sia il volo aereo sia la passeggiata del pedone; ogni aspetto del progetto può essere indagato nel suo corretto rapporto col paesaggio.

Il più recente e conosciuto esempio è quello della riorganizzazione delle strutture del Lingotto, per il quale la FIAT ha commissionato alla Matra Datavision la descrizione volumetrica di 9 delle 20 proposte e la conseguente visualizzazione in sequenze di prospettive. Tali sequenze, poi montate con tecnica cinematografica, hanno consentito la simulazione del movimento sui modelli virtuali.

Grazie alla generazione delle viste in prospettiva ed alla automatica rimozione delle linee nascoste, con l'EUCLID è stato possibile produrre nel giro di un mese e mezzo i 20.000 disegni necessari al montaggio di circa 20 minuti di animazione. All'impresa hanno partecipato quattro clienti producendo i modelli virtuali volumetrici. Presso la Matra Datavision di Parigi si sono generate le sequenze di immagini tracciandole direttamente su pellicola tramite un fotoplotter a colori. Disegno, Modellazione, Archivi e Gestione, Analisi e Calcoli, Resa realistica ed Animazione: la nuova tecnologia dell'EUCLID rende ormai abordabili tutti questi risultati.

II SESSIONE

Progetti e applicazioni, 1^a parte

Progettazione urbanistica e pianificazione territoriale,
progettazione in architettura

Presiede: G. Rosental

Progetto e computer

Giuseppe CIRIBINI (*)

La nostra società che sta aprendosi a nuove vie, è detta «società della complessità e dell'informazione» e la sua cultura (tanto spirituale quanto materiale) nasce da una profonda rivoluzione verificatasi nell'ambito del sapere scientifico e filosofico.

La vecchia concezione deterministica e globale della conoscenza in genere, quale ci è pervenuta dal passato, cede ora il passo a una visione dell'aleatorio, dell'irripetibile, del contingente, del locale che vede invertiti i termini degli opposti duali correnti sino ai nostri giorni: incertezza come categoria della certezza; irreversibilità come categoria della reversibilità; molteplicità come categoria della configurazione (strutturazione).

Qui la complessità, intesa come accettazione dell'insicurezza, della provvisorietà, della singolarità, sfida i nostri rapporti col sapere scientifico-filosofico tradizionale, superando le frontiere disciplinari, non tanto come dominî prossimi e complementari quanto come intrecci di gerarchie in perenne movimento. Ciò dipende dall'essere stati costretti a trasferirci da un'immagine della conoscenza che dissocia i propri oggetti dagli osservatori e dai contesti a un'immagine che li riconduce a una molteplicità dei punti di vista e degli osservatori e che li assimila costantemente all'idea di sistema in senso generativo (come nel caso del vivente, del sociale).

(*) Professore, Ingegnere, Direttore del Dipartimento di Progettazione architettonica, Politecnico di Torino.

In questa prospettiva, «*il problema della complessità si pone nel momento in cui il modello semplice si trova a essere intrinsecamente insufficiente, non potendosi parlare di ciò di cui è modello come della stessa cosa più complicata, bensì di qualcosa di ben diverso*» (I. Stengers).

Il discorso sulla nuova società si sposta, a questo punto, dal globale al locale e dal materiale all'immateriale grazie a una diversa filosofia: quella relativa alla nozione di informazione come assenza e segno di un altro modo di vivere delle società umane.

L'informazione, questa recentissima forma di energia di cui disponiamo, ci si presenta quale organizzazione della varietà, o della molteplicità nel senso dell'Ashby: molteplicità di configurazioni (disposizioni, ordinamenti, aggregazioni) di idee, di immagini, di segni e di simboli, di cose, di comportamenti, ecc.

La nozione di molteplicità può, pertanto, assumersi come soprainsieme di ogni configurazione possibile, cioè, di ogni struttura informativa che da essa emerge in quanto diverso, ordinato, strutturato, organizzato. Se la molteplicità può, in tal modo, assimilarsi a un universo, continuo o discreto, di entità «differenti» (ossia fra loro «altre» pur essendo le stesse sotto ogni aspetto), il «diverso», quale negazione — per il Leibniz — dell'uguale, può essere, appunto, rappresentato da ogni configurazione informativa.

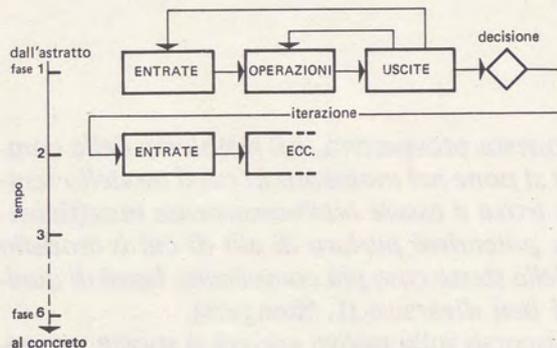
In fatto di informazione così concepita, si pongono, allora, due razionalità: la razionalità che po-

tremmo definire digitale e la razionalità cosiddetta analogica.

La prima, mediante la quale può anche giungersi a conseguire traguardi di natura statistico-probabilistica (Shannon, Wiener), è quella che considera l'informazione in relazione a una sola dimensione, simile al valore di scambio nel caso delle merci.

La seconda, che affronta il tema informativo in modo qualitativo, si presenta con la sfumata ricchezza della pluridimensionalità del valore d'uso. Qui, dall'ambiente del molteplice (assimilabile all'idea di caos come di assenza di diversità) emerge, dapprima, il concetto di «significato» in quanto principio di semplice alterità fra accezioni, fluente nel continuo dei valori d'uso presenti in ogni comunicazione e in ogni linguaggio; laddove le alterità siano portate a distinguersi, a

Schema grafico del processo iterativo progettuale di "informazione-decisione".



diversificarsi, apparirà, nel discreto dei valori di scambio (come nel lessico), la nozione di «significazione», spinta, come si disse, sino alle soglie della probabilità di accadimento di un evento.

In detto quadro, la varietà o molteplicità potrà assimilarsi al contenuto di disordine (in senso sistemico) o di rumore (in senso comunicazionale) mentre ogni ordinamento sperimentale nell'ambito della varietà apparirà come ordine organizzatore o come informazione. Ne viene, di conseguenza, che nuove strutture informative (ordine) possono nascere, in dati contesti, solo dal rumore (ossia dal disordine) e rientrarvi quando le condizioni contestuali non ne esigano più la presenza. Detti ordinamenti configurativi sono, poi, operabili solo nella trama di determinati sistemi detti, come precedentemente ricordato, «generativi» (in quanto applicabili a ciò che è organico), secondo i gradi della loro complessità.

A questo proposito, il paradigma originario di sistema era, sostanzialmente, un paradigma riduzionista, nel senso di spiegare il concetto a livello di elementi di base o parti. Ad esso si oppose, successivamente, il paradigma olistico che credette di trovare la spiegazione definitiva a livello di totalità. Entrambi gli enunciati («il tutto promana dalle parti» e «il tutto possiede una propria identità, una pregnanza superiore a quella delle parti») ricadevano, peraltro, nella semplificazione essendo ugualmente riduttivi.

Alla luce di quanto espresso in precedenza sulla complessità, la nozione di sistema richiede, qui, una sua ridefinizione consistente nel considerarlo quale principio «generatore». Ciò significa, anzitutto, attribuire contemporaneamente alle parti una doppia identità: un'identità propria e un'identità indotta causata dall'appartenere alla macro-unità sistemica. Le parti possiedono, dunque, una cultura comune dovuta all'essere differenti all'interno della società sistemica che, allo stesso tempo, le motiva a sviluppare la propria diversità. È la tesi moriniana dell'*unitas-multiplex* secondo cui la diversità organizza l'unità che organizza la diversità che organizza l'unità...

Da cosiffatte considerazioni evince una seconda acquisizione: quella dell'idea di organizzazione. Essa idea si presenta come fattore attivo (sostituendosi alla concezione strutturalista di invarianza) che forma, mantiene, protegge, governa, rigenera l'insieme delle azioni e retroazioni che si stabiliscono nel tessuto relazionale fra il tutto e le parti: il che si traduce nel fatto che l'organizzazione produce, insieme, entropia (degradazione del sistema e di se stessa dovuta al suo operare) e negentropia (rigenerazione del sistema e di se stessa dovuta all'assunzione di energia conseguente al suo essere auto-riorganizzatrice).

Il paradigma sistemico a carattere generativo proposto dal Morin propone, perciò, interattivamente il sistema:

- come categoria fisica che si impone naturalmente alla percezione dell'osservatore, che deve allora fare attenzione a ben «rifletterla» nella propria descrizione;
- come categoria mentale, modello ideale, di carattere euristico/prammatico, che viene applicata ai fenomeni per controllarli, dominarli, «modellarli».

La concezione complessa di sistema è, di conseguenza, una concezione a doppia entrata: fisica alla base, mentale al vertice.

Sulla scorta delle considerazioni svolte, quali possono essere oggi i principi di conoscenza capaci di condurre, in coerenza con gli attuali postulati del sapere, l'azione progettuale?

In primo luogo, che le configurazioni progettuali emergono, in forma di sistemi (generativi) e in date condizioni contestuali, da molte

plici varietà (idee, immagini, segni, comportamenti, ecc.) servendosi di una razionalità fondata sull'organizzazione di uno spazio logico caratterizzato da multiformi relazioni aleatorie, di norma irriducibili l'una all'altra e sovente non commensurabili.

Poi, che, essendo l'oggetto architettonico partecipe dei comportamenti di tali sistemi, di esso dovranno ricercarsi i significati emergenti in un clima culturale che fa della debolezza interpretativa dei linguaggi il motivo di continuità di eventi già consumati *ab initio* nella forza delle loro consistenze materiali.

Per il Vattimo, infatti, la dissoluzione della contrapposizione esplosiva fra essere e divenire ovvero fra linguaggio e discorso presenti nel gesto progettuale ha senso a patto che essa dissoluzione non consista, come per il passato, in continuità dei linguaggi al mutare dei discorsi, bensì «*in trasformazione anamorfica dei discorsi già formulati, affinché l'anamorfoosi segni e realizzi la differenza, la rottura con un passato che non ci appartiene più*» (E. Benvenuto). Sicché, il progettare apparirebbe connotato di storicità e di contingenza (Aristotele) o di *archè* — principio, cominciamento — e di *proairesis* — risoluzione (M. Cacciari).

Su queste linee sembra lecito, allora, affermare come per l'atto progettuale, che è atto trasformativo, possa parlarsi di nuovi statuti epistemologici, laddove per il progetto, che si manifesta nello specifico e nell'irripetibile, debba necessariamente trattarsi non tanto di spiegazione quanto di disvelamento a sfondo ermeneutico o interpretativo.

Si sarebbe portati, con ciò, a ravvisare, nell'azione, un "come" debole e, nel suo risultato, un "che cosa" forte, già finito nell'istante in cui ha vita, ma fatto per durare come presenza piena di ciò che fu e ora è nulla (non per la sua forza, ma per la sua debolezza) attraverso il modo della reinterpretazione a partire dalle potenzialità latenti nel fatto stesso della sua produzione. È «*l'interpretazione sempre in cammino*» del Gadamer.

Precisamente nei nuovi statuti dell'*ars projectandi* sta il senso di quanto esposto sin qui nei confronti delle più recenti tecnologie informatiche applicabili alle problematiche architettoniche.

Riferiamoci momentaneamente, a questo proposito, alla definizione classica di processo pro-

gettuale, ovviamente emendata in relazione alle nozioni sopra esposte di complessità, d'informazione e di sistema generativo. Essa suonerebbe, all'incirca, così: «*Progettare significa iniziare e portare avanti — teoricamente, senza mai pervenire a conclusioni ultime — un processo complesso di informazione-decisione secondo un'idea sistemico-generativa*».

È, pertanto, un'attività processuale debole, perché aperta e interattiva, che diviene (a meno delle re-interpretazioni successive) forte, nel suo "essere" materiale, quando sia realizzata: aperta, in quanto potrebbe protrarsi indefinitamente, e interattiva, in quanto, muovendosi attraverso le frontiere del possibile, è condotta, nel clima del complesso, attraverso una quasi-incompiuta trama dialogica fra soggetto, oggetto e ambiente.

E proprio nella sua condizione di attività aperta a interattiva ha un senso — ci ammonisce Ajmaro Isola — «*questo nostro andare e venire progettuale, questo nostro errare fra i tanti pacchi di informazioni (forse sottratte a molteplici varietà?) che ci circondano, questo nostro trascorrere in un circolo, anche lui ermeneutico, fra i particolari e i disegni d'insieme che si spiegano a vicenda; e raramente potremo dire "è finito", ma anche dovremo avere il coraggio di dirlo quando vedremo che ci sarebbe ancora molto da fare*».

Tutto ciò trova un'efficace (per quell'epoca) sintesi visiva in un grafico che i colleghi dell'università dello Strathclyde pubblicarono nell'ormai lontano 1972.

Qui le entrate (obiettivi, risorse, vincoli) si confrontano di continuo e s'intrecciano interattivamente con le elaborazioni grafiche nell'ambiente della sistemica generativa dando luogo a uscite su cui si esercitano incessantemente le decisioni.

Le fasi del processo, poi, che, nel clima ancora deterministico degli anni '70, sembravano svilupparsi ordinatamente secondo una temporalità lineare, oggi, nell'era dell'incerto e dell'irreversibile, si articolano (in forma, a primo aspetto, disordinata) secondo tempi connessi e talora sovrapposti. Come sarebbe, allora, possibile attuare tutto ciò — affrontandolo, per giunta, in tempo reale, cioè, utile — se non disponessimo di quella formidabile "protesi" del nostro sistema cognitivo che corrisponde al nome di *computer*?

Pianificazione territoriale e tecnologia informatica

Alfio LORENZETTI (*)

Ritengo opportuna una breve premessa al mio intervento, premessa anzi doverosa dato il tema specifico del convegno e la connotazione culturale degli interventi, cioè, in quanto, la modificazione della professione di architetto, intesa come ruolo prettamente tecnico, ha assunto proporzioni tali, a partire almeno dall'ultimo decennio, da renderne quasi obbligata una scelta di «riconversione intellettuale»; e, poiché proprio in questo senso è da intendersi l'impostazione della sperimentazione da me condotta, reputo vadano ben chiariti i presupposti che mi hanno spinto ad introdurre l'informatica nell'esercizio quotidiano della mia attività di urbanista.

L'architetto, e più ancora l'architetto urbanista, dunque, ha visto sbiadire la sua immagine professionale, in precedenza autonoma e privilegiata nella scala dei valori sociali come in quella strutturale dei centri decisionali, fino a connotarsi sostanzialmente come subalterna ed istituzionalmente svuotata dei contenuti primitivi; come tale non più in grado di porsi in qualità di «mediatrice» culturale ed istituzionale; l'aver vissuto in prima persona questa travagliata fase di spersonalizzazione del ruolo ha imposto a molti della mia generazione il problema di giungere ad una *ricomposizione* della figura dell'architetto, operazione complessa e piena di incognite che portasse però alla ridefinizione di un'identità e di uno spessore culturale capaci di attribuire una nuova e significativa *caratura* alla nostra professione.

A contribuire a rendere indilazionabile questa necessità di cambiamento, peraltro, si è aggiunta un'ulteriore complicazione, cioè la velocità di trasformazione politica e sociale della realtà internazionale, fenomeno che ha reso in breve tempo inutilizzabili le chiavi interpretative e di accesso alla dinamica del reale; paradossalmente, a risentire più pesantemente di questo improvviso «black out» sono stati tecnici e tecnocrati mentre intellettuali di formazione umanistico-sociologica hanno mostrato minori difficoltà ad integrarsi alla fase evolutiva in atto.

Tutto questo ha concorso a determinare una sfasatura temporanea tra il ritmo di crescita delle tecnologie e la capacità di comprenderle ed applicarle sollecitamente da parte dei tecnici, sfasatura accentuata, nel campo della disciplina urbanistica, da remore e pregiudizi, di natura ideolo-

gica, nei confronti di temute interferenze e sovrapposizioni della tecnologia stessa nei confronti di un ambito culturale ritenuto, riduttivamente, patrimonio quasi esclusivo della dimensione del sociale. E, nonostante già più di 20 anni fa Pizzorno, in occasione di un seminario tenutosi a Stresa, affermasse non esservi dimostrazione scientifica dell'esistenza di rapporti d'interdipendenza tra assetto spaziale e comportamento sociale, questa tesi fu fatta propria da una larga schiera di urbanisti, propugnatori di un'urbanistica scienza del sociale.

Grande assente dal dibattito culturale degli anni che seguirono fu dunque l'informatica, intesa come scienza applicata ed ausiliaria della disciplina urbanistica. Questo fenomeno ha inciso pesantemente sull'accentuazione della dicotomia strutturale che caratterizza il panorama nazionale nel suo complesso, aumentando il divario tra imprese e settori avanzati e settori poco evoluti e producendo quindi un parallelo dualismo nella caratterizzazione e competitività dei prodotti forniti, inclusi quelli culturali, ovviamente. Ciò ha significato il venire ad accumularsi di un ritardo nella conoscenza che non poteva non ripercuotersi sul livello del dibattito disciplinare, e, cosa ancora più grave, sulla qualità del «prodotto-territorio» che ne consegue; infatti, se si considera che in Italia, nel campo urbanistico, non diciamo la possibilità di gestire il territorio scientificamente, ma persino quella di disporre di una base elementare di dati, appare l'eccezione e non la regola, è facile capire quanto ci sia ancora da fare per ritenere conseguito un accettabile livello di sensibilizzazione nei confronti del problema «informatica applicata» almeno da parte del settore amministrativo pubblico, che dovrebbe rappresentare non solo l'interlocutore privilegiato delle nuove metodologie e tecnologie messe a punto per la gestione del territorio, ma, addirittura, dovrebbe configurarsi come promotore della loro applicazione a sempre più larghi ambiti e processi di conoscenza del patrimonio territoriale.

A onor del vero qualcosa ha cominciato a muoversi: da parte di alcune Amministrazioni particolarmente attente all'innovazione tecnologica sono venuti segnali di disponibilità e di interesse, e talvolta persino di coinvolgimento diretto nell'approfondimento e definizione di tematiche urbanistiche da condurre utilizzando l'informatica; ciò, secondo la nostra esperienza diretta, è avvenuto quando l'obiettivo di fondo ha cominciato ad essere recepito come realistico: giungere ad una

(*) Architetto, Milano.

composizione di paradigmi, codici di comunicazione, concetti articolati e disarticolabili, *un nuovo modo di comunicare*, capace di leggere il territorio e le realtà urbane come luoghi della storia e come vere e proprie categorie logiche nelle quali ogni fenomeno si colloca al di sopra di un formalismo astratto e generalizzatore. Proprio con l'obiettivo di raggiungere questi risultati, da qualche anno, il mio studio ha messo a punto un sistema per la gestione territoriale, denominato L-GESTER, che è nato appunto dall'esigenza di superare gli schematismi pianificatori convenzionali, recuperando una cultura dell'informazione e dell'analisi che veniva interpretata ambigualmente, e superando una serie di equivoci nei quali la prassi pianificatoria tradizionale era incorsa.

Obiettivo del nostro sistema di pianificazione è stata dunque la definizione di una metodologia capace di risostanziare il ruolo ed il significato dell'analisi fino a giungere all'eliminazione del divario reale tra il prodotto analisi ed il prodotto progetto. Ciò in quanto l'esperienza maturata ci ha convinti che alcuni elementi conoscitivi fondamentali per la pianificazione, come, ad esempio, la struttura gerarchica funzionale e la dinamica strutturale della popolazione (sia in senso strettamente demografico che per quanto concerne i movimenti dovuti ai consumi sociali ed all'espletamento delle attività professionali) non possono essere valutati senza un'osservazione precisa delle «regole» e delle «misure» che presiedono ai ritmi individuali delle realtà urbane e territoriali. Non abbiamo cioè voluto adattare un sistema rigido ad una realtà dinamica e polimorfica, e qui anticipo il legittimo sospetto che, semplicisticamente, si sia andati a riproporre la pianificazione per modelli, ma si è articolato un sistema in grado di operare alla scala d'intervento voluta: intermetropolitana (cioè a quadro territoriale complesso di tipo anche sovrarregionale), metropolitana, e a polo locale.

Per la realtà di volta in volta prescelta si instaura un flusso informativo continuo ed interrelato, si predispongono anagrafi della popolazione, dei servizi, della residenza, delle attività produttive del primario, secondario e terziario, si creano cioè i presupposti reali per generare quel livello di consapevolezza pubblica del diritto-dovere a comprendere la realtà urbana o del territorio la cui mancanza costituisce spesso limite oggettivo alla partecipazione (almeno a titolo informativo) dei diretti fruitori, cioè dei cittadini, ai processi di pianificazione.

Il sistema L-GESTER, dunque è stato strutturato in modo da individuare lo schema concettuale ed organizzativo per giungere al *progetto dello stato desiderato*, misurandolo ed integrandolo al *progetto dello stato di fatto*.

Preliminare a quest'operazione è dunque la precisazione dei requisiti stessi di funzionamento della città-territorio, e precisamente degli elementi sostanziali della sua caratterizzazione: luogo, popolazione, lavoro, ovvero ambiente fisico, beni storico-ambientali; demografia, residenza e standards abitativi; ed infine produzione e trasformazione di beni e servizi.

La progettazione condotta in questi termini deve riuscire quindi ad indicare fini politici (ruoli, significato e gestione del progetto) fini territoriali (per una migliore organizzazione strutturale) urbanistici (piano-processo) e poi culturali (ricerca della vera identità storica, storicizzata) ed infine demografici, insediativi ed occupazionali (controllo dei ritmi di crescita della popolazione, riorganizzazione e sviluppo).

Il significato ed il valore del sistema L-GESTER, quindi non sta tanto nell'aver reso «normale» nella pratica urbanistica l'uso del computer e di innumerevoli altre apparecchiature ad avanzata tecnologia, quanto nell'averne intuente ed utilizzate le molteplici potenzialità d'applicazione *per giungere*, in tempo reale, al prodotto-progetto scientificamente più affidabile, economicamente più conveniente e metodologicamente più adeguato ad instaurare un rapporto di efficacia interattiva con la dinamica del reale.

Si è riusciti cioè ad unificare la procedura progettuale e gestionale di quanto costituisce patrimonio pubblico, delineando anche un approccio «pragmatico» (sul versante socio/economico) alla pianificazione, resa idonea a padroneggiare ed a offrire soluzioni concrete alle mutate esigenze imposte dalla profonda revisione critica del modello di sviluppo al quale si era fatto riferimento prima che la crisi congiunturale internazionale imponesse un ripensamento generalizzato sugli sprechi delle risorse.

Il sistema è dunque sufficientemente pragmatico e specificamente integrato a quello che vorremmo definire un processo mentale semplificato, cioè economico e di immediata comprensibilità, adattabile, riproducibile e capace di continuità, cioè di configurarsi come sistema aperto, ovvero organismo in crescita. Ritengo utile, a questo punto, passare ad una fase esemplificativa che illustri alcuni casi significativi di applicazione del sistema stesso.

REGIONE CAMPANIA: (4.366.000 abitanti circa), il sistema informativo computerizzato ha consentito di mettere a punto un'anagrafe territoriale regionale, che, sulla base delle indicazioni e definizioni dello IASM, assunte come elemento omogeneizzatore e paradigmatico, consentisse di «leggere» la situazione della pianificazione urbanistica in Campania per tutti i comuni al di sopra dei 2000 abi-

tanti. Gli strumenti urbanistici vigenti nei comuni in oggetto, circa 300, sono stati analizzati singolarmente (materiale cartografico + normativa), ricondotti, per quanto concerne le destinazioni d'uso, a quelle convenzionali e codificati per categoria in funzione dello stato di attuazione delle proprie previsioni. L'anagrafe regionale scaturita dall'assemblaggio dei dati elaborati consente di disporre di un quadro complessivo ed aggiornato della situazione pianificatoria, consente altresì una continua integrazione di dati che permetterà all'Organo regionale di predisporre il Piano Regionale Territoriale con la massima garanzia di operare su dati affidabili.

COMUNE DI VARESE: (90.000 abitanti circa), per la città di Varese il nostro sistema ha approntato un'anagrafe dei servizi, del settore secondario ed un archivio delle concessioni edilizie; queste «parti», provvisoriamente disaggregate per motivi gestionali contingenti, potranno essere riaggregate nel quadro generale di L-GESTER, consentendo la gestione contestuale piuttosto che articolata delle problematiche territoriali locali; infatti insieme alle banche dati socio-economica e geometrica già fornite esse concorrono a definire esaurientemente la globalità dei fenomeni oggetto di pianificazione.

COMUNE DI CUVEGLIO: (2.500 abitanti circa), per Cuveglio, comune pedemontano della provincia di Varese, L-GESTER si è applicato nella sua integrità, ai fini della revisione del P.R.G.; ciò significa che l'Amministrazione pubblica potrà avvalersi, oltre che delle banche dati menzionate in precedenza, di tutti i dati desumibili dai Censimenti dell'Istituto Centrale di Statistica (poiché L-

GESTER è predisposto alla lettura ed elaborazione dei «dischi» ISTAT); ciò significa che, in funzione di particolari circostanze, essa potrà disporre di un aggiornamento capillare e continuo dei dati di Censimento, ad esempio. Inoltre i sottosistemi progettati per il Programma Pluriennale d'attuazione, le Concessioni edilizie, l'aggiornamento del Catasto urbano, ecc. renderanno comunque agevole, oltre che trasparente in termini politici, ogni ulteriore intervento di pianificazione esecutiva si ritenesse necessario approntare.

Gli esempi summenzionati sono stati intenzionalmente portati alla vostra conoscenza in quanto consentono di dimostrare come un sistema informativo territoriale progettato e sperimentato da «addetti ai lavori» sia in grado di rendersi perfettamente operativo sia su macro che su microscala territoriale; analogo può essere il livello di dettaglio perseguito ed analogamente approfondita può quindi essere la conoscenza dei fenomeni che definiscono la «città abitata» e la «città costruita».

Ritengo comunque che elemento prioritario di positiva valutazione del sistema, al di là della sua sperimentata efficacia operativa, vada individuato nell'aver consentito di superare la resistenza che, in termini psicologici più che culturali, aveva avuto modo di determinarsi in molti architetti urbanisti nei confronti della pianificazione condotta con tecnologie informatiche; la dimostrazione che questo nuovo «strumento» è realmente al servizio del progettista e gli consente un affinamento di conoscenza che si traduce in un miglioramento anche metodologico del progettare, può vincere le remore degli scettici, introducendoli in una dimensione della professione ove, finalmente, lo spazio ed il momento del progettuale non debbano più essere compressi dalla consapevolezza di operare su una realtà misconosciuta.

Uso della grafica computerizzata nella elaborazione dei dati finalizzata all'analisi urbanistica

Valerio MARCHESE (*)

L'analisi del territorio e dei fenomeni socio-economici, che ha costituito il punto di partenza per gli studi finalizzati alla revisione del PRG, è stata effettuata per la prima volta utilizzando tecniche innovative che hanno consentito da una parte la produzione di tabelle e di cataloghi di dati più raffinati rispetto a quelli prodotti tradizionalmente e dall'altra la produzione di carte tematiche di vario tipo.

L'utilizzo di queste tecniche, in particolare la cartografia tematica prodotta mediante l'uso di computer graphics, ha rappresentato un indubbio salto di qualità nella capacità di analisi urbana permettendo di rappresentare diversi fenomeni in modo disaggregato in particelle urbane già molto articolate (oltre 3000) corrispondenti, nella maggioranza dei casi, all'isolato, almeno all'interno del territorio cittadino più urbanizzato.

La scelta della sezione di censimento quale unità minima di analisi è stata obbligata dal momento che tutti gli archivi attualmente disponibili sono organizzati per sezione o riconducibili alla sezione; ma è risultata anche una scelta valida, in quanto ha permesso di ottenere una rappresentazione dei principali fenomeni urbani di tipo strutturale, che coglie la distribuzione spaziale dei diversi valori raggiunti dalle variabili analizzate, ad una scala sufficientemente ridotta, utile per una lettura sintetica dei fenomeni stessi, estesa all'insieme del territorio comunale, con proiezioni ora possibili anche alla prima cintura di comuni confinanti con Torino.

Si tratta evidentemente di un punto di partenza che dovrà essere affinato e migliorato, anzitutto con la possibilità di avere raffigurazioni grafiche mediante plotter più articolate delle sezioni di censimento (isolati, unità immobiliari, singoli edifici) a cui riferire informazioni puntuali, per via e numero civico, provenienti da canali ufficiali quali i Censimenti, l'anagrafe, ecc. e da altri predispo-

sti «ad hoc» e dotati di un programma di aggiornamento.

In sostanza l'esigenza è quella di avere una banca di dati geometrici costituita digitalizzando tutti i punti significativi che compaiono in una cartografia ad una scala sufficientemente grande, e una dotazione di informazioni più articolate di quelle attuali e soprattutto finalizzate all'analisi urbanistica e confrontabili fra loro.

Tale banca è il primo obiettivo di un progetto più ampio fatto proprio dall'amministrazione Comunale che ha come finalità ultima la creazione di un Sistema Informativo per la città che preveda l'integrazione e la distribuzione delle informazioni fra tutte le aree di lavoro interessate alla pianificazione e alla gestione del territorio comunale nonché delle stesse Aziende Pubbliche operanti nella città e degli uffici del Catasto, che dovrebbero costituire il supporto di riferimento. Tale progetto creerà le condizioni per il superamento del livello attualmente raggiunto nelle applicazioni informatiche agli studi urbanistici, qui brevemente illustrati.

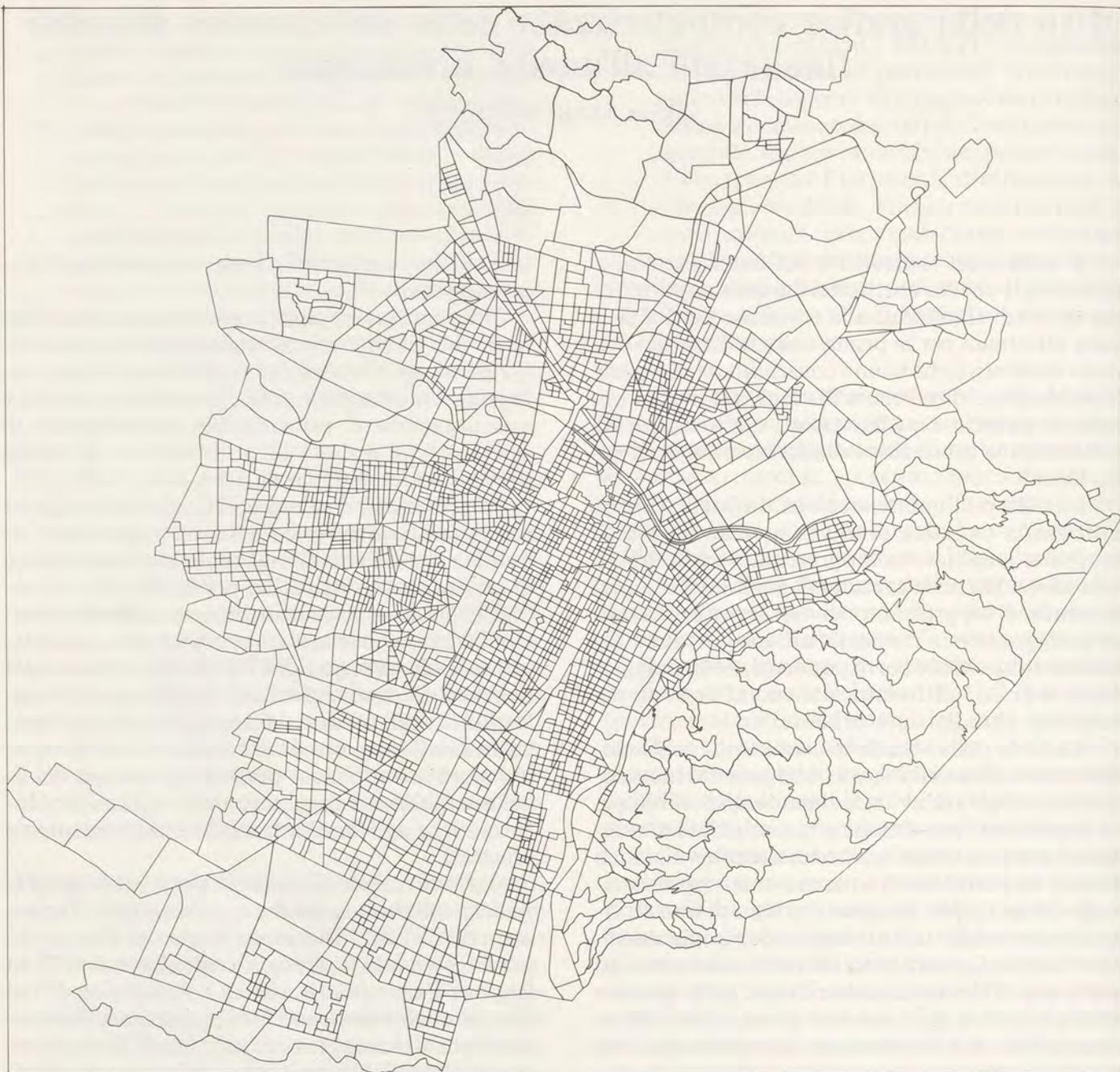
La fase attuale di lavoro è stata possibile grazie alla collaborazione fra tre componenti fondamentali: il CSI - Piemonte (sigla del Consorzio per il Sistema Informativo, costituito nel 1977 da Regione Piemonte, Università e Politecnico di Torino, al quale aderiscono Enti pubblici del Piemonte e Valle d'Aosta, fra cui la Città di Torino) per la dotazione hardware e per assistenza tecnica nell'uso di pacchetti applicativi, SAS e grafici, il Centro Elaborazione Dati della Città di Torino per la predisposizione e la gestione dei programmi, il personale dell'A.D. VI Urbanistica per la definizione degli archivi di dati, la digitalizzazione delle sezioni di censimento, il plottaggio delle carte.

La documentazione prodotta, finalizzata agli studi in corso per la revisione del PRG, consiste in varie elaborazioni statistiche con dati di base ed incroci, per singole sezioni di censimento e loro aggregazioni, e in carte tematiche con rappresentazione di vari indici di densità e di distribuzioni di valori diversi.

Le carte sono state prodotte in scala 1:10000 (per i singoli quartieri) e 1:25000 (per l'intera città). Quest'ultima scala è risultata la più idonea sia per una lettura complessiva dei fenomeni che per una visione delle interconnessioni fra le varie parti della città.

(*) Architetto, Responsabile Ufficio del Piano Regolatore, Area Dipartimentale VI Urbanistica, Ufficio Tecnico dei Lavori Pubblici, Città di Torino.

Hanno curato la redazione della comunicazione e l'organizzazione della documentazione esposta: Maria Luisa Auxilia, Giuseppe Canale, Aldo Emanuele, Elisabetta Fumara, Giuseppe Gazzaniga, Valerio Marchese, Giuseppe Tomaselli.



Le scelte di carattere progettuale effettuate in sede di revisione del PRG sono state influenzate in misura non trascurabile dai risultati delle indagini compiute con l'impiego del calcolatore elettronico (come ad es. nel settore delle abitazioni degradate, del terziario frammisto alla residenza ed alle attività produttive, ecc.).

I limiti della cartografia tematica attualmente realizzabile

La sezione di censimento, costituita ai fini della rilevazione censuaria, non sempre è risultata funzionale alla rappresentazione dei vari fenomeni ter-

ritoriali essendo riferita ad ambiti il più delle volte disomogenei per dimensioni (da un minimo di 0,2 HA ad un massimo di 180 HA), e per caratteristiche di uso del suolo (la stessa sezione può comprendere parti edificate e parti anche consistenti di suolo pubblico e comunque non edificate o presentare edifici con funzioni diverse). Questi limiti, naturalmente, non sempre consentono una immediata lettura dei dati rappresentati. Pertanto, a seconda dei casi, si è dovuto procedere a visualizzare a volte il valore assoluto, altre volte il rapporto tra il valore e l'ampiezza della sezione di censimento per evidenziare il fenomeno nel modo più corretto rispetto all'obiettivo proposto.

La lettura comparata dei valori assunti dalle

variabili in esame nelle varie parti della città evidenzia alcune sezioni nelle quali la descrizione del fenomeno, fatta su basi statistiche, risulta chiaramente difforme dalla realtà, in quel caso ben conosciuta, che evidentemente non è rappresentata in modo adeguato nell'archivio dati alla base della carta tematica. Si tratta quindi di carenze degli archivi, errori e incompletezze che sfuggono ad una analisi puntuale e ad un uso solo numerico dei singoli dati, ma che emergono (in modo in qualche caso vistoso) in una rappresentazione grafica d'insieme.

Nel caso di sezioni di censimento abbastanza estese e comprendenti territori disomogenei (ad esempio un nucleo di abitazioni su una parte ridotta dell'area ed una grande estensione di terreni non edificati sul resto) la rappresentazione di certi indicatori, con valori mediati sull'intera sezione e con grafie estese uniformemente a tutta l'area, risulta sensibilmente distorta, sia perché il dato viene attribuito all'intero territorio della sezione di censimento (e non alla sola porzione effettivamente interessata dal fenomeno), e sia perché gli stessi valori e rapporti parametrici o percentuali vengono alterati per il fatto di essere calcolati su una superficie maggiore di quella reale.

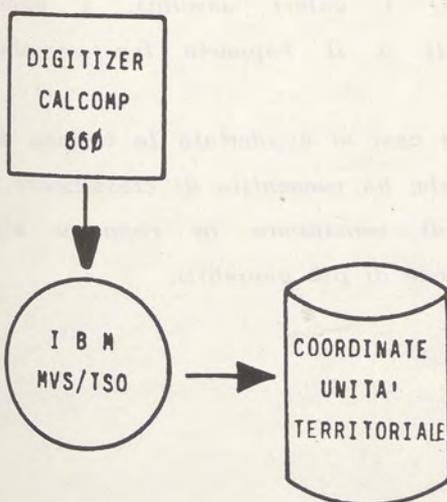
Per correggere questo inconveniente si è operato in due modi: o esprimendo valori in termini di densità (e anche qui, con alcuni limiti e cautele), oppure stralciando (lasciandole ad es. in bianco) quelle sezioni di censimento anomale la cui rappresentazione risulta particolarmente «deformante» il disegno d'insieme. Peraltro, le distorsioni connesse alla disomogeneità di alcune sezioni di censimento periferiche sono facilmente riconoscibili da chi usa le carte a fini di analisi o di progetto ed è quindi in grado di effettuarne una lettura critica.

Le tecniche di aggregazione dei dati

Procedendo nelle elaborazioni si è sentita l'esigenza di produrre carte che permettessero una lettura sintetica e sistematica dei fenomeni in esame, mettendo in connessione più di due variabili contemporaneamente. Si è passati così da semplici distribuzioni di frequenza o rapporti di densità a elaborazioni più complesse ottenute con il sistema dei «clusters». Questa tecnica di aggregazione dei dati prevede la ricerca automatica dei raggruppamenti (clusters) intorno a valori di riferimento (centroidi) per ognuna delle variabili, la loro successiva definizione in base alla scelta dei valori che sono risultati più significativi e infine l'attribuzione di ognuna delle sezioni di censimento al «cluster» che presenta la minima distanza di ognuna delle variabili dal suo centroide. È stato così possibile ottenere classi omogenee, etichettabili in base a caratteristiche emerse dalla realtà e non predeterminate in modo teorico, sufficientemente caratterizzate anche ai fini della predisposizione delle scelte progettuali e della normativa.

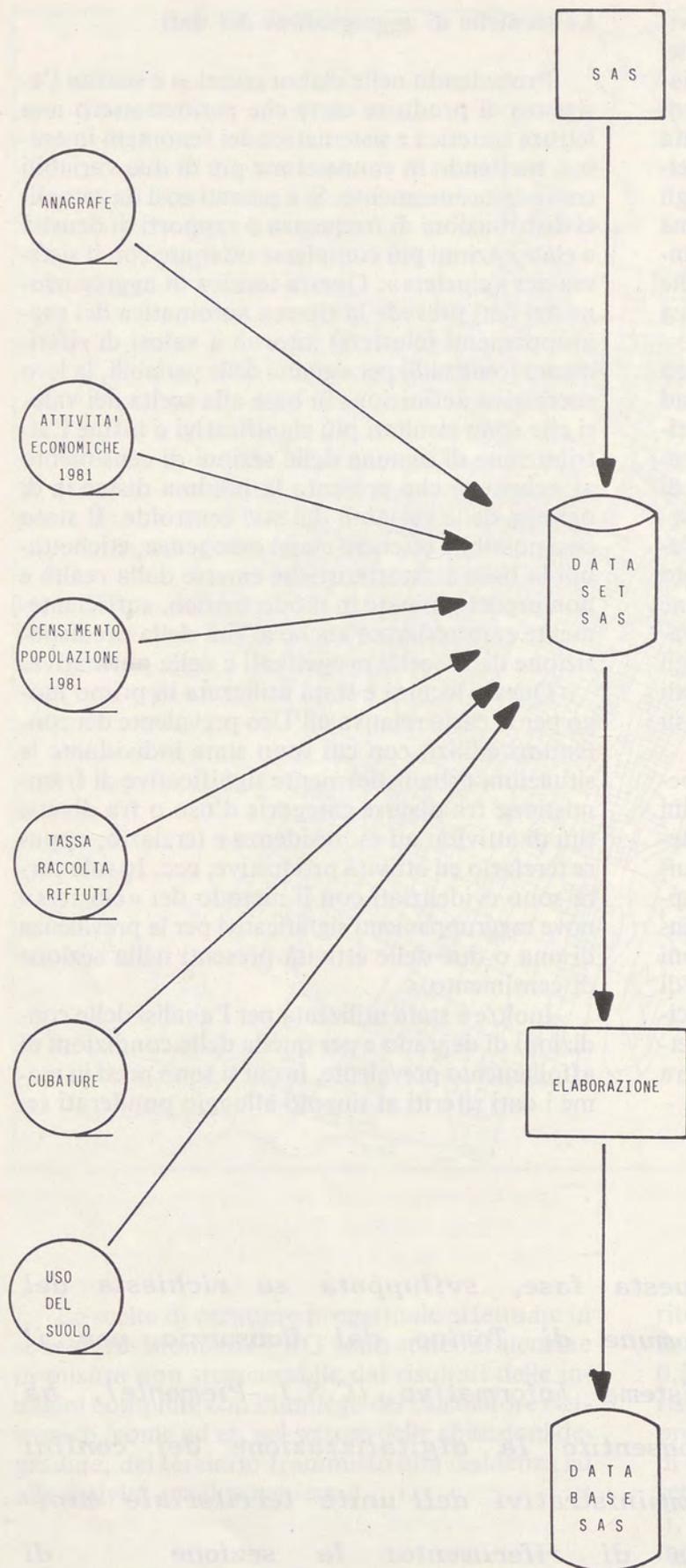
Questa tecnica è stata utilizzata in primo luogo per la carta relativa all'Uso prevalente dei contenitori edilizi, con cui sono state individuate le situazioni urbanisticamente significative di frammentazione fra diverse categorie d'uso o fra diversi tipi di attività: ad es. residenza e terziario, oppure terziario ed attività produttive, ecc. In tale carta sono evidenziati con il metodo dei «clusters» nove raggruppamenti significativi per la prevalenza di una o due delle attività presenti nella sezione di censimento.

Inoltre è stata utilizzata per l'analisi delle condizioni di degrado e per quella delle condizioni di affollamento prevalente, in cui si sono presi in esame i dati riferiti al singolo alloggio ponderati se-



Questa fase, sviluppata su richiesta del Comune di Torino dal Consorzio per il Sistema Informativo (C.S.I.-Piemonte), ha consentito la digitalizzazione dei confini amministrativi dell'unità territoriale minima di riferimento: la sezione di censimento.

Fig. 1 - Formazione dell'archivio della cartografia numerica



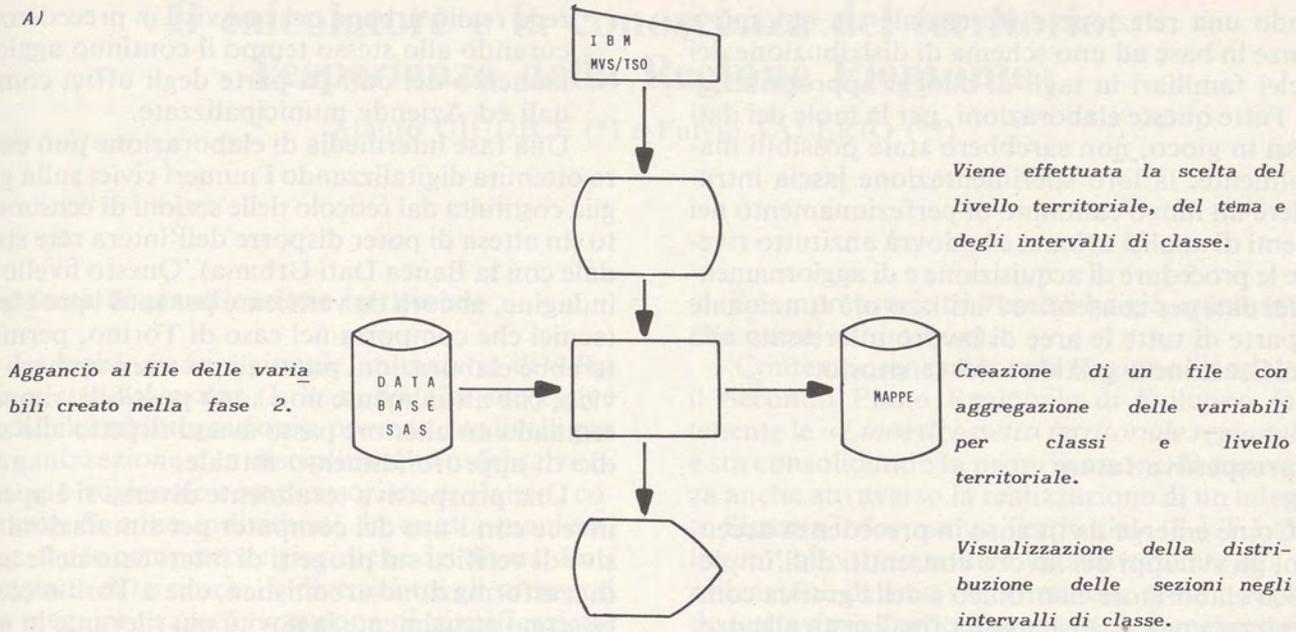
Mediante l'utilizzo del package statistico S A S si sono potuti elaborare gli archivi descritti a fianco al fine di generare opportunamente le variabili in input della procedura "carte tematiche".

Dopo aver generato dei datasets S A S si è creato un database contenente, a seconda dei casi, i valori assoluti, i valori percentuali o il rapporto fra variabili diverse.

In alcuni casi si è adottata la tecnica dei clusters che ha consentito di classificare le sezioni di censimento in rapporto alla combinazione di più variabili.

Fig. 2 - Elaborazione degli archivi con gli indicatori di studio dei fenomeni analizzati per sezione di censimento

A)



B)

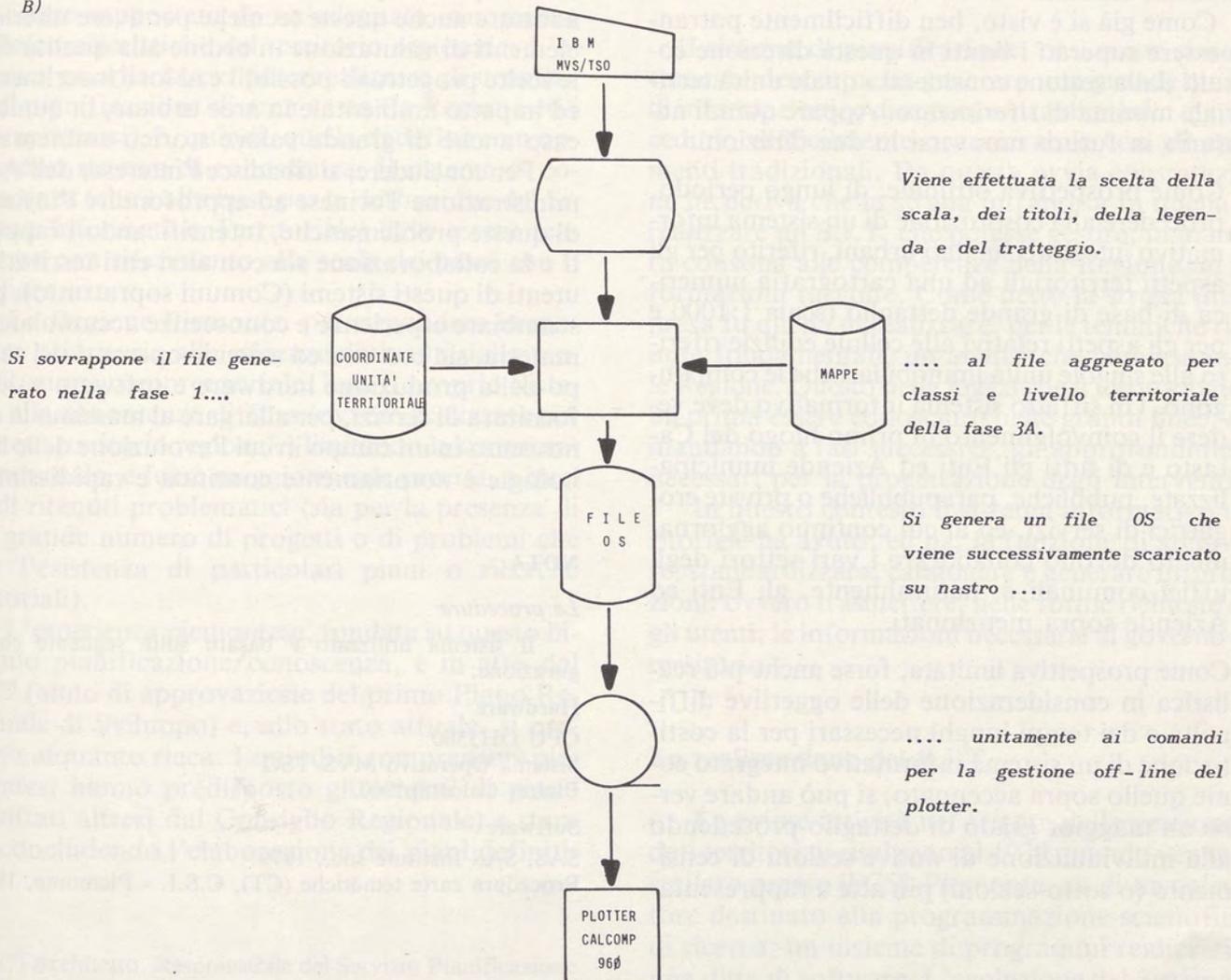


Fig. 3 - Generazione della carta tematica

condo una relazione differenziale tra abitanti e stanze in base ad uno schema di distribuzione dei nuclei familiari in tagli di alloggi appropriati.

Tutte queste elaborazioni, per la mole dei dati messi in gioco, non sarebbero state possibili manualmente: la loro sperimentazione lascia intravedere un lungo cammino di perfezionamento nei sistemi di analisi urbana che dovrà anzitutto rivedere le procedure di acquisizione e di aggiornamento dei dati per consentire l'utilizzo più funzionale da parte di tutte le aree di lavoro interessate alla pianificazione e gestione del territorio.

Le prospettive future

Come emerge da quanto in precedenza accennato, gli sviluppi del lavoro consentiti dall'impiego dell'elaboratore elettronico e della grafica computerizzata nell'analisi urbana finalizzata alla progettazione urbanistica, vanno visti nella prospettiva della ricerca di un maggiore approfondimento e di un maggior grado di dettaglio nelle indagini, nelle analisi e nella rappresentazione grafica dei fenomeni studiati.

Come già si è visto, ben difficilmente potranno essere superati i limiti in questa direzione costituiti dalla sezione considerata quale unità territoriale minima di riferimento. Appare quindi necessario in futuro muoversi in due direzioni:

- 1) Come prospettiva ottimale, di lungo periodo, procedere alla costituzione di un sistema informativo integrato sui dati urbani, riferito per gli aspetti territoriali ad una cartografia numerica di base di grande dettaglio (scala 1:1000 e per gli aspetti relativi alle cellule edilizie riferito alle singole unità immobiliari che le compongono. Un siffatto sistema informativo deve vedere il coinvolgimento in primo luogo del Catasto e di tutti gli Enti ed Aziende municipalizzate, pubbliche, parapubbliche o private erogatrici di servizi, ed al cui continuo aggiornamento devono collaborare i vari settori degli uffici comunali e, naturalmente, gli Enti ed Aziende sopra menzionati.
- 2) Come prospettiva limitata, forse anche più realistica in considerazione delle oggettive difficoltà e dei tempi lunghi necessari per la costituzione di un sistema informativo integrato come quello sopra accennato, si può andare verso un maggior grado di dettaglio procedendo alla individuazione di nuove sezioni di censimento (o sotto-sezioni) più atte a rappresenta-

re la realtà urbana nei casi visti in precedenza, curando allo stesso tempo il continuo aggiornamento dei dati da parte degli uffici comunali ed Aziende municipalizzate.

Una fase intermedia di elaborazione può essere ottenuta digitalizzando i numeri civici sulla griglia costituita dal reticolo delle sezioni di censimento (in attesa di poter disporre dell'intera rete stradale con la Banca Dati Urbana). Questo livello di indagine, ancora da verificare per tutti i problemi tecnici che comporta nel caso di Torino, permetterebbe elaborazioni puntuali per via e numero civico, che attualmente non sono possibili, rappresentando un ulteriore passo avanti rispetto allo stadio di approfondimento attuale.

Una prospettiva totalmente diversa si è aperta invece con l'uso del computer per simulazioni visive di verifica sui progetti di intervento nelle aree di trasformazione urbanistica, che a Torino costituiscono attualmente la novità più rilevante in materia di assetto del territorio.

Su questi aspetti oggi non si sono ancora definiti programmi operativi; è possibile tuttavia che nel momento in cui la fase sia sufficientemente matura da porre il problema delle scelte, si decida di adottare anche queste tecniche per avere ulteriori elementi di valutazione in ordine alla qualità delle scelte progettuali possibili e al loro inserimento ed impatto ambientale in aree urbane, in qualche caso anche di grande valore storico-ambientale.

Per concludere, si ribadisce l'interesse dell'Amministrazione Torinese ad approfondire l'insieme di queste problematiche, intensificando i rapporti e la collaborazione sia con altri enti territoriali utenti di questi sistemi (Comuni soprattutto), per scambiare esperienze e conoscenze accumulate in materia, sia con enti ed aziende operanti nel campo della produzione hardware e software e della fornitura di servizi, per allargare al massimo la conoscenza in un campo in cui l'evoluzione delle tecnologie è notoriamente continua e rapidissima.

NOTA:

Le procedure

Il sistema utilizzato è basato sulla seguente configurazione:

Hardware

CPU OH5560

Sistema Operativo MVS/TSO

Plotter Calcomp 960

Software

SAS, SAS Institute Inc., 1979

Procedura carte tematiche (CT), C.S.I. - Piemonte, 1982

Il calcolatore e la conoscenza del territorio: l'esperienza della Regione Piemonte

Mauro GIUDICE (*) e Fulvio VALERIO (**)

Il sistema di pianificazione territoriale

La legislazione regionale, in materia di «*Tutela ed uso del suolo*» (L.R. n. 56/77 e successive modifiche ed integrazioni), prevede due livelli per l'organizzazione e la disciplina d'uso del territorio: uno regionale-comprensoriale e, l'altro, comunale. Si sono individuati, in questa maniera, oltre che le competenze giuridiche dei diversi Enti in materia di territorio, le diversità tra gli strumenti con maggiore caratterizzazione di pianificazione da quelli aventi caratteristiche più operative e gestionali.

Le competenze regionali sono, quindi, legate ad un'attività di pianificazione generale la quale, per poter essere esercitata in maniera proficua, deve essere supportata da un'adeguata conoscenza delle caratteristiche del territorio regionale. L'esigenza prioritaria, per poter realizzare gli strumenti di pianificazione di area vasta (la Regione ed i Comprensori), è, quindi, quella di definire un opportuno sistema di conoscenza. Il sistema di conoscenza (che è alla base per la definizione del Sistema Informativo Territoriale) deve essere realizzato con riferimento alla scala dei piani che si elaborano.

La Regione Piemonte, per rispondere in maniera prioritaria alle esigenze derivanti dalla pianificazione comprensoriale, lega il proprio Sistema alla conoscenza diffusa (ovvero realizzata per l'intero territorio regionale) limitando la conoscenza puntuale, e forse maggiormente precisa, a quei nodi ritenuti problematici (sia per la presenza di un grande numero di progetti o di problemi che per l'esistenza di particolari piani o ricerche settoriali).

L'esperienza piemontese, fondata su questo binomio pianificazione/conoscenza, è in atto dal 1977 (anno di approvazione del primo Piano Regionale di Sviluppo) e, allo stato attuale, si presenta alquanto ricca. I quindici comprensori piemontesi hanno predisposto gli schemi di piano (adottati altresì dal Consiglio Regionale) e stanno concludendo l'elaborazione dei piani definitivi

(il comprensorio di Vercelli ha già concluso anche quest'ultima fase).

Contemporaneamente la Regione ha adottato il Secondo Piano Regionale di Sviluppo (contenente le «*Linee di assetto territoriale regionale*») e sta consolidando la propria azione di conoscenza anche attraverso la realizzazione di un adeguato Sistema Informativo Territoriale (S.I.T.), finalizzato, allo stato attuale, esclusivamente alla pianificazione di area vasta, ma che si sta adeguando (attraverso l'arricchimento delle banche dati disponibili e del software dedicato) alle diverse esigenze regionali.

Gli obiettivi e le funzioni del S.I.T.

Il sistema di pianificazione, così come sinteticamente descritto, ha generato una grande massa di informazioni, e di conseguenza di piani e di procedure, difficilmente organizzabile con gli strumenti tradizionali. Da questa ovvia constatazione ne deriva che la strada intrapresa fu quella di realizzare un S.I.T. che potesse gestire, in maniera consona alle competenze della Regione, le informazioni raccolte. Come detto la strada intrapresa fu quella di realizzare, per le tematiche ritenute fondamentali, un'analisi che coprisse tutta la Regione. Questo nella logica che il territorio debba prima essere conosciuto nelle grandi linee, demandando a fasi successive, gli approfondimenti necessari per la progettazione degli interventi.

In questo contesto il sistema informativo territoriale ha avuto, ed ha, la funzione di archiviare, standardizzare, catalogare e generare informazioni: ovvero trasmettere, nelle forme richieste dagli utenti, le informazioni necessarie al governo del territorio.

La realizzazione del S.I.T.

Le prime attività nel settore della gestione di dati territoriali risalgono al 1979 quando venne installato presso il CSI-Piemonte, su di un calcolatore destinato alla programmazione scientifica e di ricerca, un insieme di programmi realizzati da una ditta di software. L'evoluzione del Sistema fece sì che, ben presto, queste procedure venissero abbandonate e riprogettate dal CSI-Piemonte.

(*) Architetto, Responsabile del Servizio Pianificazione Territoriale della Regione Piemonte.

(**) Ingegnere, Responsabile del Gruppo Analisi Territoriali del CSI-Piemonte.

La struttura scelta per l'archiviazione dei dati fu quella al continuo e questo per:

- facilità di costruzione e memorizzazione;
- mantenimento del grado di precisione adottato nel rilievo del dato;
- flessibilità del sistema legata ad una economicità di gestione;
- possibilità di passare dal modello al continuo al modello discreto.

La scelta, per poter rispondere alle esigenze della pianificazione territoriale, si attestò sulla cartografia alla scala 1:100.000, anche in considerazione della disponibilità dei supporti cartografici dell'Istituto Geografico Militare.

La soluzione informatica del S.I.T. garantisce una serie di caratteristiche peculiari, quali:

- flessibilità nella gestione dei dati territoriali;
- flessibilità nelle sue applicazioni;
- modularità delle funzioni;
- possibilità di gestire una base informativa dinamica nel tempo.

Sulla base di queste considerazioni e soprattutto per rispondere alle esigenze di chi opera sul territorio è stata progettata una rete di calcolatori e sviluppato software specialistico. Il sistema hardware progettato per il S.I.T. utilizza le risorse di calcolo dell'elaboratore destinato al sistema informativo della Regione e calcolatori di medie e piccole dimensioni collegati tra loro in rete. Il grosso e il medio calcolatore costituiscono il sistema centrale del S.I.T.

Il calcolatore di tipo gestionale (OH5560) ha la funzione di contenere gli archivi socio-economici e amministrativi gestiti da procedure tradizionali. L'elaboratore di media potenza di tipo scientifico (Digital VAX 11/750), collegato in rete al primo, è specializzato nel trattamento dei dati cartografici e geografici, cui possono essere associate opportune estrazioni di dati tematici provenienti dagli archivi di gestione. La rete è completata da alcune stazioni grafico-interattive basate su personal computer che garantiscono un decentramento delle capacità operative e elaborative.

Operativamente il grosso centro di elaborazione dà a chi opera a livello di pianificazione e programmazione regionale diverse possibilità, tra cui:

- accedere a informazioni cartografiche, fisico-ambientali, socio-economiche rilevate da fonti diverse;
- inserire nuovi dati rilevati nell'ambito di progetti specifici;
- aggiornare i dati cartografici o alfanumerici di propria competenza;
- confrontare informazioni omogenee provenienti da fonti diverse;
- incrociare dati eterogenei per produrre informazioni di sintesi;
- sintetizzare, a scala regionale, dati rilevati a scala subregionale o comunale.

Il posto di lavoro decentrato, basato su un minicalcolatore (M20-M24 Olivetti), esplica essenzialmente due funzioni basilari: una di collegamento con il sistema centralizzato, l'altra di capacità elaborativa locale; attraverso la stazione decentrata si può:

- accedere alla banca dati centralizzata e rilevare i dati necessari;
- acquisire, memorizzare e aggiornare localmente i dati cartografici di propria competenza;
- trasmettere e inserire i propri dati nella Banca Dati Territoriali (B.D.T.);
- produrre localmente cartografie;
- collegarsi al sistema centrale per incrociare i propri dati con quelli della B.D.T. e produrre localmente carte di sintesi;
- creare e mantenere localmente l'archivio dei dati locali.

Il software realizzato per il S.I.T. è un insieme articolato di funzione, di programmi di base, di procedure e di programmi applicativi. Il software è stato realizzato dopo un attento esame delle attività che, comunque, vengono compiute in un sistema informativo anche se non necessariamente informatico.

Le applicazioni realizzate, finalizzate alla gestione dei dati territoriali su cartografia numerica, forniscono gli strumenti necessari per:

- acquisire dati territoriali (espressi in forma cartografica):
- aggiornare dati;
- interrogare, selezionare ed estrarre informazioni dalla B.D.T.;
- confrontare, incrociare, sintetizzare informazioni provenienti da fonti diverse;
- produrre cartografie tematiche;
- produrre documenti di sintesi.

Le prospettive del S.I.T.

Gli strumenti informatici per la gestione del S.I.T. ed i dati territoriali stanno diventando patrimonio della Regione nel suo complesso. Se nella fase di avvio c'era un unico utente del S.I.T., l'Assessorato alla Programmazione Economica e Pianificazione del Territorio che per specifiche competenze ne era anche il committente, oggi l'utenza si è diversificata. Attualmente sono molti i servizi regionali che interrogano la base informativa del S.I.T. per riceverne informazioni (sempre a livello regionale) utili alle proprie specifiche attività e ne arricchiscono, contemporaneamente, il contenuto inserendo i propri dati rilevati nell'ambito di specifici progetti.

Lo sviluppo del S.I.T. è legato non solo all'arricchimento della base dei dati, ma soprattutto alla possibilità di integrare e porre in relazione dati territoriali eterogenei e provenienti da fonti diverse.

In quest'ottica uno degli obiettivi del S.I.T. è quello di rispondere all'esigenza di tener conto, in fase di pianificazione delle aree di intervento e degli interventi stessi, anche dei dati provenienti dalle misurazioni ambientali. Realizzare cioè un flusso ed un sistema informativo che, partendo dalla gestione dell'ambiente, controllato in tempo reale (attraverso il monitoraggio), dia sufficienti elementi di valutazione per intervenire sul territorio incrociando tali dati, opportunamente elaborati, con altre informazioni.

È utile comunque sottolineare che un flusso ed

un sistema informativo territoriale così delineato implica una conoscenza del territorio molto dettagliata; ovvero è necessario disporre sia di una cartografia di base, a media e grande scala, che di nuove conoscenze delle caratteristiche del territorio.

Il S.I.T., in ogni caso, deve essere inserito più realmente nel complessivo processo di pianificazione regionale: solo in questa maniera il futuro del Sistema potrà risultare consono con le competenze dell'Ente e potrà svolgere un ruolo attivo nell'elaborazione degli strumenti di piano.

L'impiego delle Banche Dati per la gestione di informazioni grafiche e alfanumeriche

Bruno BONI-CASTAGNETTI (*) e Sergio MANASSERO (**)

Le Banche Dati rappresentano da tempo gli strumenti usuali per la gestione delle informazioni associate al controllo dei grossi progetti in una società di Engineering. La possibilità di memorizzare le informazioni in modo capillare e sistematico e l'opportunità, offerta direttamente ai fruitori dell'informazione, di gestire (visualizzare, aggiornare, sintetizzare) i dati «in linea» sono le caratteristiche più interessanti dei DBMS (Data Base Management Systems).

Nella prima parte dell'articolo viene presentato il sistema Fiat Engineering per la gestione dei documenti e degli elaborati grafici relativi alle commesse di progettazione della società. La grafica computerizzata e le moderne tecniche di Computer Aided Design (CAD) si sono affiancate negli ultimi anni ai DBMS consentendo a questi ultimi di gestire anche un patrimonio informativo di natura grafica. Lo strumento operativo che ne scaturisce (i «DBMS grafico-numeric») consente oggi di gestire le informazioni sul territorio (di natura prettamente grafica) con i livelli di efficienza e sicurezza caratteristici dei Data Base tradizionali.

Nella seconda parte dell'articolo viene presentato il progetto «Banca Dati delle Infrastrutture e del Patrimonio delle Ferrovie dello Stato Italiana». Questa applicazione, in corso di sviluppo, è infatti caratterizzata dall'integrazione in un unico DBMS dei dati grafici e dei dati alfanumerici. Essa rappresenta il progetto più significativo della nuova linea di prodotto della Fiat Engineering: Informatica Territoriale.

Sistema gestione documenti

Fiat Engineering ha sviluppato il sistema informativo «GESTIONE DOCUMENTI» per organizzare, gestire, archiviare fisicamente e rintracciare a distanza di tempo tutta la documentazione originatasi nell'ambito di ogni commessa.

Il sistema GESTIONE DOCUMENTI è basato su un insieme di procedure che pilotano gli utenti durante le attività di registrazione e interrogazione. Peculiarità del sistema è quella di poter essere organizzato secondo regole variabili in funzione della specifica commessa, pur garantendo agli utenti modalità di impiego generalizzate e costanti nel tempo. Altra caratteristica fondamentale del sistema è la possibilità di correlare i documenti secondo specifici aspetti di relazione che permettono di memorizzare diversi «fatti» utili nella gestione di ogni commessa, quali ad esempio:

(*) Ingegnere, Responsabile Informatica, Fiat Engineering S.p.A., Torino.

(**) Architetto, Metodologie e Standard, Fiat Engineering S.p.A., Torino.

Si ringrazia l'ingegner E. Giachino della Fiat Engineering per la collaborazione prestata.

- corrispondenza esterna in partenza
- corrispondenza interna in partenza
- corrispondenza esterna in arrivo.

Il sistema, tramite specifiche «videate», consente la registrazione e l'aggiornamento (vedere fig. 1) e l'interrogazione selettiva (vedere fig. 2) delle situazioni: dei documenti appartenenti alle tipologie citate, dei documenti trasmessi da una lettera/transmittal, delle liste di distribuzione interna dei documenti, ecc.

Le Banche Dati grafico-numeriche

Le moderne tecniche Data Base consentono, già da tempo, un'agevole gestione degli archivi di dati alfanumerici su cui effettuare interrogazioni e aggiornamenti. Parallelamente ai Data Base alfanumerici, i notevoli progressi ottenuti nei campi della grafica computerizzata e delle tecniche CAD (Computer Aided Design) mettono a disposizione strumenti automatici per progettare e disegnare con l'uso dell'elaboratore (work-stations grafiche). Attualmente è in atto un processo di compenetrazione delle due tecniche allo scopo di gestire in modo integrato informazioni grafiche e numeriche.

Questo processo è indotto da diverse esigenze applicative tra le quali le più significative sono la cartografia numerica, il mapping tematico, la gestione delle infrastrutture nel territorio, la gestione delle mappe catastali ed in generale del patrimonio. In questi settori, infatti, gli aspetti alfanumerici, chiamati anche attributi, (schede tecniche, dati amministrativi e gestionali, ecc.) sono intimamente connessi con gli aspetti grafici (supporti cartografici di base, mappe tematiche, planimetrie, profili delle infrastrutture) e la quantità di informazioni da trattare è tale da non poter essere gestita con normali archivi ad indice ma da richiedere strumenti affidabili quali i Data Base Management System (DBMS). L'utilizzatore gestisce inoltre questi dati grafici e numerici in modo interattivo; ciò è reso possibile da una stazione di lavoro composta normalmente da un video grafico a colori ad alta risoluzione e da una opportuna dotazione di strumenti che consentono un'agevole interazione uomo-macchina (cursore, penna luminosa, mouse, tavolette, ecc.).

In queste attività l'interazione sottointende la possibilità di combinare, direttamente alla stazione di lavoro, input ed output in termini grafici ed alfanumerici; cioè, ad esempio, di selezionare sullo schermo un'entità per derivarne automaticamente gli attributi tecnico-gestionali ad essa associati; oppure di fornire in input informazioni alfanumeriche il cui risultato finale (output) è un'entità grafica.

Le Banche Dati grafico-numeriche: un esempio di applicazione

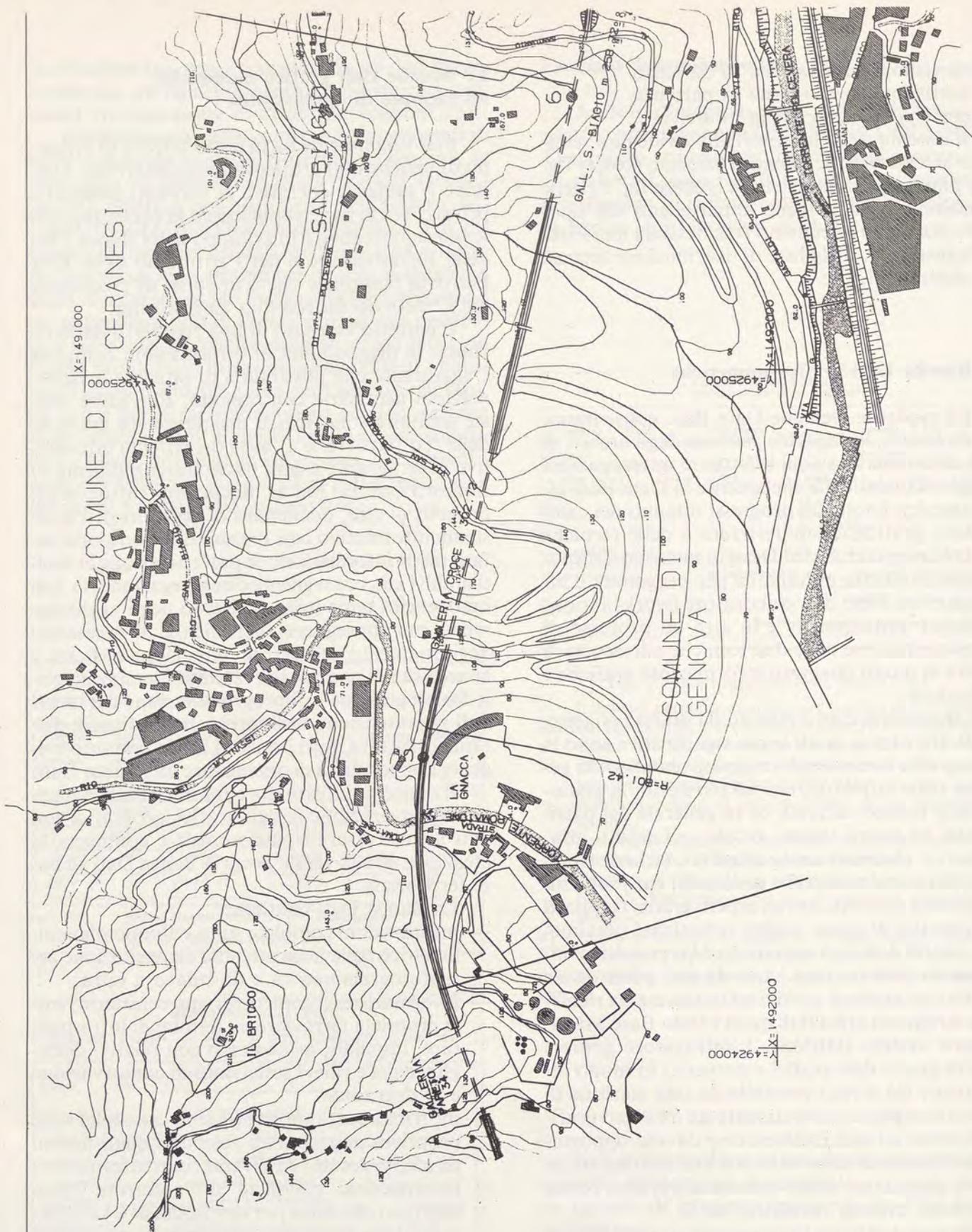
Fiat Engineering ha in corso attività di sviluppo di banche dati grafico-numeriche rivolte a coprire le esigenze operative di vari enti pubblici e privati. Tra le varie applicazioni in corso una delle più significative è lo sviluppo della Banca Dati delle Infrastrutture e del Patrimonio della Rete Ferrovia Nazionale che è in corso di esecuzione dal Consorzio Italeco-Fiat Engineering.

Il corretto esercizio di una rete ferroviaria richiede la disponibilità di informazioni complete e aggiornate e la possibilità di ottenere le informazioni necessarie con rapidità. Entrambe queste necessità sono spesso disattese nella gestione delle reti ferroviarie a causa del sistema informativo generalmente usato, basato essenzialmente su supporti cartacei (ad es. documenti cartografici, progetti di rete, documenti di esproprio). Un sistema informativo così organizzato comporta infatti per le informazioni: la polverizzazione in molti archivi con conseguente disaggregazione; la non omogeneità temporale; il ritardo negli aggiornamenti con conseguenti inefficienze. Il necessario aggiornamento della rappresentazione esistente e la necessità di operare con rapidità e semplicità nelle fasi di gestione e di programmazione dei lavori e di manutenzione ordinaria e straordinaria dell'infrastruttura degli impianti rende pertanto evidente l'opportunità di organizzare una Banca Dati.

Il concetto informatore fondamentale è quello dell'integrazione di dati grafici/geografici con dati infrastrutturali/patrimoniali e comporta la creazione di una vera e propria Banca Dati su base territoriale.

La Banca Dati contiene:

- informazioni complete sullo sviluppo planoaltimetrico della linea ottenuta da restituzione aereofotogrammetrica e da rilievo a terra;
 - informazioni complete (di tipo censuario) sulle proprietà ferroviarie in termini di infrastrutture, impianti, armamento con relativi dettagli tecnici e rilievi sullo stato di conservazione e di degrado;
 - informazioni complete (di tipo catastale) sulle proprietà patrimoniali aziendali quali terreni ed edifici desunti da diverse fonti informative;
 - informazioni complete sull'ambiente fisico contiguo alla linea per una fascia di 1 km a cavallo della stessa riguardante in particolare le caratteristiche litologiche, idrologiche e geomorfologiche del territorio e tutto quanto può interessare la stabilità della sede ferroviaria.
- L'introduzione dei dati avviene secondo varie procedure così riassumibili:
- a) da supporto magnetico (nastro, disco, ecc.) contenente dati provenienti da rilevamento aereofotogrammetrico e trattati con stereoresti-



X=1491000

Y=4925000

X=1492000

Y=4924000

COMUNE DI CERANESI

COMUNE DI GENOVA

SAN BIAGIO

GALL. S. BIAGIO

LA BRIDCO

LA GIACCA

GALL. S. BIAGIO

GALL. S. BIAGIO

X=1492000

Y=4924000

R=801.42

X=1492000

Y=4925000

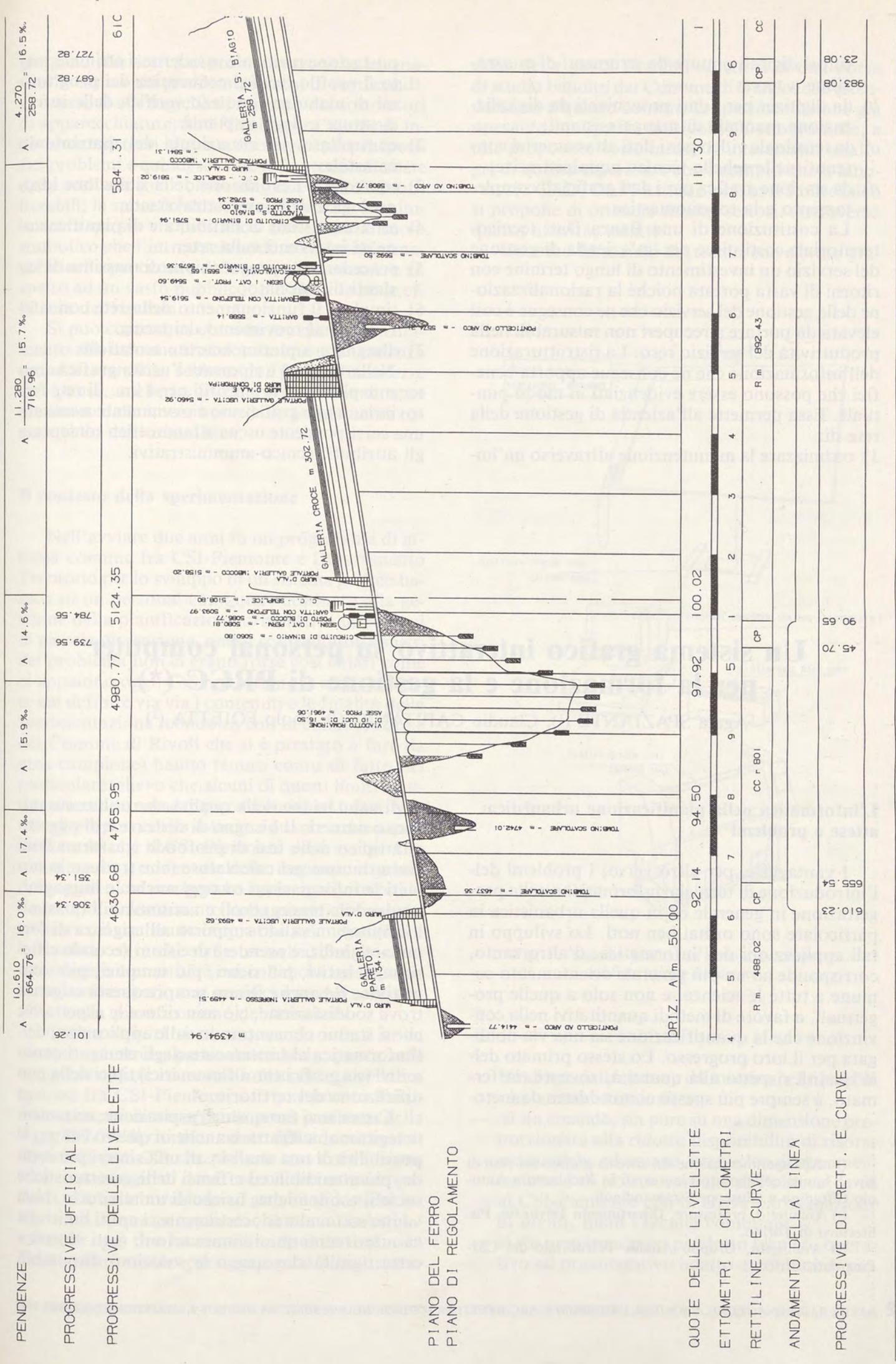


Fig. 3 - Esempio di uscita grafica della Banca Dati tecnico-territoriale delle F.S.

tutori digitali oppure da strumenti di misurazione a terra;

- b) da digitizer per i dati provenienti da digitalizzazione manuale di mappe esistenti;
- c) da terminale video per i dati alfanumerici contenuti nelle schede tecnico-amministrative;
- d) da stazione grafica per i dati grafici di completamento e la toponomastica.

La costituzione di una Banca Dati tecnico-territoriale costituisce per un'azienda di gestione del servizio un investimento di lungo termine con ritorni di vasta portata poiché la razionalizzazione della gestione del servizio che ne consegue è così elevata da portare a recuperi non misurabili nella produttività del servizio reso. La ristrutturazione dell'informazione che ne consegue apporta benefici che possono essere evidenziati in modo puntuale. Essa permette all'azienda di gestione della rete di:

1) ottimizzare la manutenzione attraverso un'im-

postazione razionale, moderna e ottimale sotto il profilo tecnico-economico dei programmi di manutenzione e/o verifica delle infrastrutture e degli impianti;

- 2) controllare la situazione del patrimonio catastale;
- 3) controllare l'evoluzione della situazione idrogeologica delle aree attraversate;
- 4) effettuare studi di fattibilità e di pianificazione di interventi sulla rete;
- 5) procedere alla progettazione di massima di varianti di tracciato;
- 6) simulare il funzionamento della rete con riferimento al movimento dei treni;
- 7) disegnare a plotter «carte» tematiche.

Nella figura 3 è riportata l'uscita grafica contenente planimetria e profili per 4 km. di rete ferroviaria; a tale graficismo è ovviamente associata una corrispondente uscita alfanumerica contenente gli attributi tecnico-amministrativi.

Un sistema grafico interattivo su personal computer per la formazione e la gestione di PRGC (*)

Agata SPAZIANTE ⁽¹⁾, Claudio CAPITANIO ⁽²⁾, Paolo FOIETTA ⁽²⁾

L'informatica nella pianificazione urbanistica: attese e problemi

I vantaggi e, per altro verso, i problemi dell'introduzione di tecniche informatiche nella progettazione in generale ed in quella urbanistica in particolare sono ormai ben noti. Lo sviluppo in tali applicazioni dell'informatica, d'altro canto, corrisponde ad un più generale orientamento comune a tutte le scienze, e non solo a quelle progettuali, a favore di metodi quantitativi nella convinzione che la quantificazione sia una via obbligata per il loro progresso. Lo stesso primato della qualità rispetto alla quantità, sovente riaffermato, è sempre più spesso contraddetto da meto-

di di valutazione della qualità che utilizzano misure o numeri. Il bisogno di certezze e di oggettività tipico delle fasi di profonde trasformazioni cerca dunque nel calcolatore (che traduce in numeri le informazioni ed oggi anche le immagini, rendendole maneggevoli e accumulabili quasi all'infinito) un valido supporto all'esigenza di formulare giudizi e prendere decisioni secondo criteri più selettivi, più sicuri, più semplici, più «oggettivi». Ed anche se non sempre questa esigenza trova soddisfazione, ciò non riduce le aspettative che si stanno concentrando sulle applicazioni dell'informatica al trattamento degli elementi conoscitivi (sia grafici che alfanumerici) tipici della pianificazione del territorio.

Cresce anzi fortemente l'aspirazione, certamente legittima, a sfruttare anche in questo campo le possibilità di una analisi e di una sintesi più rapide, più attendibili ed efficaci delle caratteristiche sociali, economiche, fisiche di un territorio. Non vanno sottovalutati, certamente, i molti limiti che caratterizzano queste innovazioni: certi vincoli e certe rigidità che spesso le soluzioni disponibili

(*) Alla sperimentazione del sistema grafico sul caso di Rivoli hanno collaborato i laureandi in Architettura Antonio Cittadino e Giuseppe Stramandinoli.

(1) Architetto, professore, Dipartimento Territorio, Politecnico di Torino.

(2) Architetto, Gruppo Analisi Territoriale del CSI-Piemonte.

pongono alla ricerca di procedure tecniche adeguate alla natura dei problemi; i rischi di forti condizionamenti alle logiche di mercato dei costruttori di apparecchiature; la difficoltà per l'utente di individuare sistemi idonei a risolvere i propri specifici problemi e quindi sovente le frustrazioni create dalla scelta di soluzioni inadeguate e perciò inutilizzabili; la superficialità con cui, talora, viene imboccata questa via prestando attenzione al ruolo simbolico che l'introduzione di tecniche informatiche nelle procedure di lavoro può assumere rispetto ad un vasto pubblico, più che alla reale efficacia dei risultati.

Si può comunque considerare questo orientamento alla informatizzazione come una tendenza ormai irreversibile, sebbene non priva di incertezze e di pause, anche in un campo tradizionalmente dominato dalla intuizione e dalla progettualità come quello dell'urbanistica.

Il contesto della sperimentazione

Nell'avviare due anni fa un programma di attività comune fra CSI-Piemonte e Dipartimento Territorio per lo sviluppo di un sistema grafico basato su un personal computer, destinato alla gestione della pianificazione urbanistica in comuni di piccola dimensione, questi contraddittori aspetti del problema non ci erano forse così chiari come ci appaiono oggi. Ciò nonostante le scelte operate nel definire via via i contenuti e le finalità della sperimentazione (condotta con la collaborazione del Comune di Rivoli che si è prestato a fare da area-campione) hanno tenuto conto di fatto del particolare rilievo che alcuni di questi limiti assumono in un comune di piccola entità ed hanno tentato di proporre delle soluzioni attente a due aspetti: il ruolo che il CSI-Piemonte deve svolgere in quanto ente strumentale della Regione, e quindi del soggetto cui competono i principali compiti in materia di orientamento della pianificazione del territorio; il contenuto innovativo nei metodi e nelle finalità, oltre che nelle tecniche, che deve caratterizzare una attività cui collabora un Dipartimento universitario con specifici interessi nello studio e nella pianificazione del territorio.

Questa attività si sta muovendo infatti in un contesto piuttosto particolare che in questa sede merita ricordare: si avvale infatti di una collaborazione fra CSI-Piemonte e Dipartimento Territorio ai sensi di un articolo poco praticato della legge 382/80 di riordinamento della docenza universitaria (art. 27) che prevede una convenzione «senza passaggio di denaro» con enti extrauniversitari, per collaborazione su attività didattiche integrative. A questa applicazione stanno infatti lavorando oggi due laureandi in Architettura, e in questi giorni stanno per aggiungersi due altri stu-

denti della stessa Facoltà, vincitori di una borsa di studio bandita dal Comune di Cuneo, che estenderanno a questo comune la sperimentazione già operante con quello di Rivoli. Ci sembra utile, a tale proposito, sottolineare le interessanti analogie di questa esperienza con i compiti che il laboratorio CAD/CAM istituito presso il Politecnico si propone di ottenere in altri settori. Attraverso questa attività, infatti:

— si stanno formando dei tecnici con elevato gra-

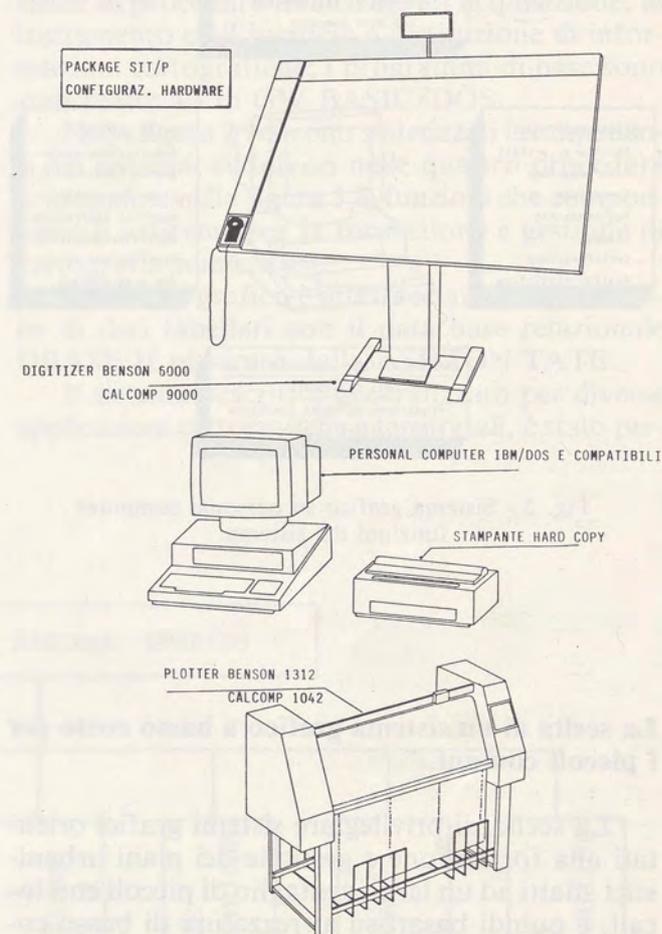


Fig. 1 - Sistema grafico su personal computer configurazione hardware.

do di specializzazione da inserire nelle pubbliche amministrazioni;

- si sta creando, sia pure su una dimensione proporzionata alla ridotta disponibilità di risorse economiche ed umane, un nucleo di sperimentazione e di ricerca comune al Politecnico ed al CSI-Piemonte con la attiva partecipazione di utenti, quali i tecnici comunali;
- si sta preparando un prodotto tecnico, operativo ed organizzativo adatto a comuni di pic-

cola dimensione che intendono avviare una graduale innovazione delle proprie procedure di controllo delle trasformazioni territoriali, con un minimo investimento iniziale, con ampie possibilità di gestire autonomamente il proprio lavoro ma con la garanzia di poter interloquire con il sistema centrale regionale.

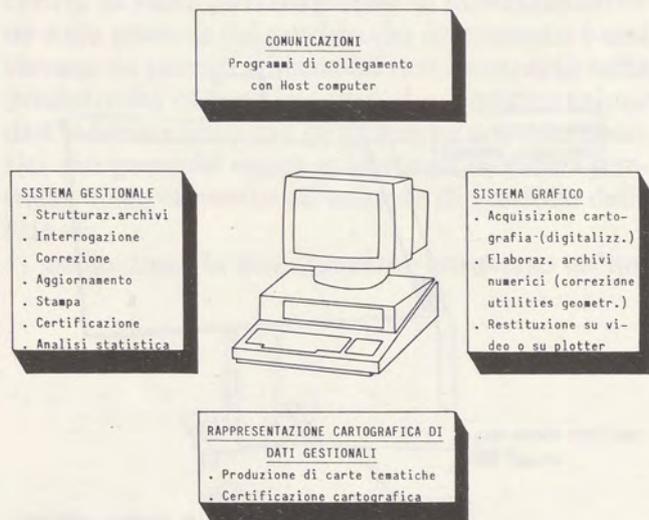


Fig. 2 - Sistema grafico su personal computer funzioni del sistema.

La scelta di un sistema grafico a basso costo per i piccoli comuni

La scelta di privilegiare sistemi grafici orientati alla formazione e gestione dei piani urbanistici adatti ad un largo ventaglio di piccoli enti locali, e quindi basati su attrezzature di basso costo, corrisponde a due considerazioni:

- il numero cospicuo di comuni con dimensioni demografiche piccole o piccolissime (il 73% dei comuni italiani è formato da comuni con meno di 5.000 abitanti e solo l'1,6% ha più di 50.000 abitanti; nella Regione Piemonte che ha ben 1.209 comuni solo 8 hanno popolazione superiore a 50.000 abitanti mentre 1.086 ne hanno meno di 5.000 e soprattutto il crescente numero di comuni intermedi, da 5.000 a 50.000 abitanti, che, pur in condizioni di ridotta capacità economica e tecnica possono pensare di dotarsi di attrezzature e figure professionali tali da affrontare in proprio la gestione del piano;
- il ruolo significativo che può assumere l'introduzione di nuove tipologie nella gestione del

territorio — denominatore comune, insieme con la popolazione, all'attività della miriade di enti delegati ad amministrarlo — come occasione per estendere al massimo, in termini di diffusione della cultura informatica, uno sforzo economico ed organizzativo in questa direzione, promuovendo iniziative convergenti da parte di altri enti del vasto sistema delle autonomie locali.

La soluzione organizzativa che meglio si presta, a nostro giudizio, ad esigenze quali quelle fin qui esposte è quella di sistemi «distribuiti», basati cioè su alcuni elaboratori di ridotta potenza decentralizzati e collegati con un elaboratore centrale.

L'informatica grafica su piccoli calcolatori può in questo modo offrire anche ai piccoli comuni l'utilizzo di nuove tecnologie per la gestione della strumentazione urbanistica con l'obiettivo di ridurre tempo e risorse ed aumentare l'efficacia dell'azione. L'interesse per queste applicazioni è infatti crescente, sebbene non siano spesso attentamente valutati i problemi di avvio dei sistemi, di acquisizione delle competenze, di riprogettazione del flusso delle informazioni e della loro organizzazione, che l'introduzione di queste tecnologie comporta quasi sempre per l'ente locale. Ancora meno si considera la difficoltà di riuscire a creare in questi piccoli enti una nuova mentalità organizzativa necessaria per sfruttare correttamente le potenzialità dei sistemi ed evitare passi falsi, errori, delusioni.

Questo orientamento, comunque, certamente coerente con l'ipotesi di diffusione degli strumenti ad una vasta gamma di piccoli utenti, converge con le più recenti linee del dibattito sui sistemi informativi. In questa direzione la scelta della classe di elaboratore da utilizzare per la sperimentazione è caduta su un personal computer, cioè un tipo di hardware con buone capacità di lavoro autonomo ed inoltre adatto per la sua natura ad essere utilizzato anche da tecnici, professionisti, amministratori non esperti di informatica.

Alcuni aspetti descrittivi e funzionali della stazione grafica decentrata

Il sistema è composto da tre sottosistemi integrati che consentono funzioni proprie di una stazione decentrata (collegamento con modalità TTY con host-computer, file transfer, ecc.), funzioni proprie di un sistema per la gestione di tabelle (data base relazionale) e funzioni proprie di un sistema grafico interattivo (acquisizione, editor, gestione, restituzione, ecc.).

I requisiti fondamentali del sistema definiti in termini funzionali sono i seguenti:

- capacità elaborativa;
- efficiente collegamento con il sistema centrale;

- caratteristiche funzionali e struttura dei dati compatibile con il sistema centrale;
- facile utilizzo da parte degli utenti;
- basso costo.

La stazione è basata su personal computer con CPU 8086 a 16 bit (P.C. IBM e compatibili). La configurazione necessaria al personal computer è la seguente:

- RAM 512 KB;
- memoria di massa: hard disk di tipo Winchester di 10 MB;
- unità video a 16 colori — risoluzione 640×400 pixel.

Il sistema operativo usato per lo sviluppo delle procedure è il DOS nella versione MICROSOFT. La scelta di tale configurazione è dettata dalle seguenti motivazioni:

- il personal computer IBM e in particolare il sistema operativo DOS sono divenuti uno standard nel mondo caotico ed in continua evoluzione dei personal computer: infatti il DOS è attualmente il sistema operativo di personal computer come il P.C. IBM, l'Olivetti M24, il P.C. SPERRY, il P.C. WANG, il P.C. HONEYWELL, ecc.;
- esistono ormai sul mercato grandi librerie di software di base e applicativo in ambiente DOS

(DBASE II, DBASE III, C.A. EXECUTIVE, LOTUS, ecc.).

Al personal computer sono collegati:

- una stampante con possibilità di hardcopy;
- un tavolo digitalizzatore;
- un plotter (vedi figura 1).

Il collegamento con il sistema centrale (host-computer) è gestito da programmi che consentono il collegamento in modalità TTY con VAX/VMS e MVS/TSO e il file transfer. Sono inoltre disponibili (e in fase di test) i protocolli standard di comunicazione (327X, 2780).

Sul sistema grafico è stato sviluppato un insieme di procedure finalizzate all'acquisizione, al trattamento e all'incrocio e restituzione di informazioni cartografiche; i programmi di base sono stati realizzati in GW BASIC/DOS.

Nella figura 2 vengono sintetizzati i componenti del sistema, suddiviso nelle quattro procedure principali, e nella figura 3 le funzioni che compongono il «sistema per la formazione e gestione di cartografia numerica».

Il sistema grafico è interfacciato per la gestione di dati tabellari con il data base relazionale DBASE II prodotto dalla ASHTON TATE.

Il sistema descritto, generalizzato per diverse applicazioni cartografiche e territoriali, è stato per-

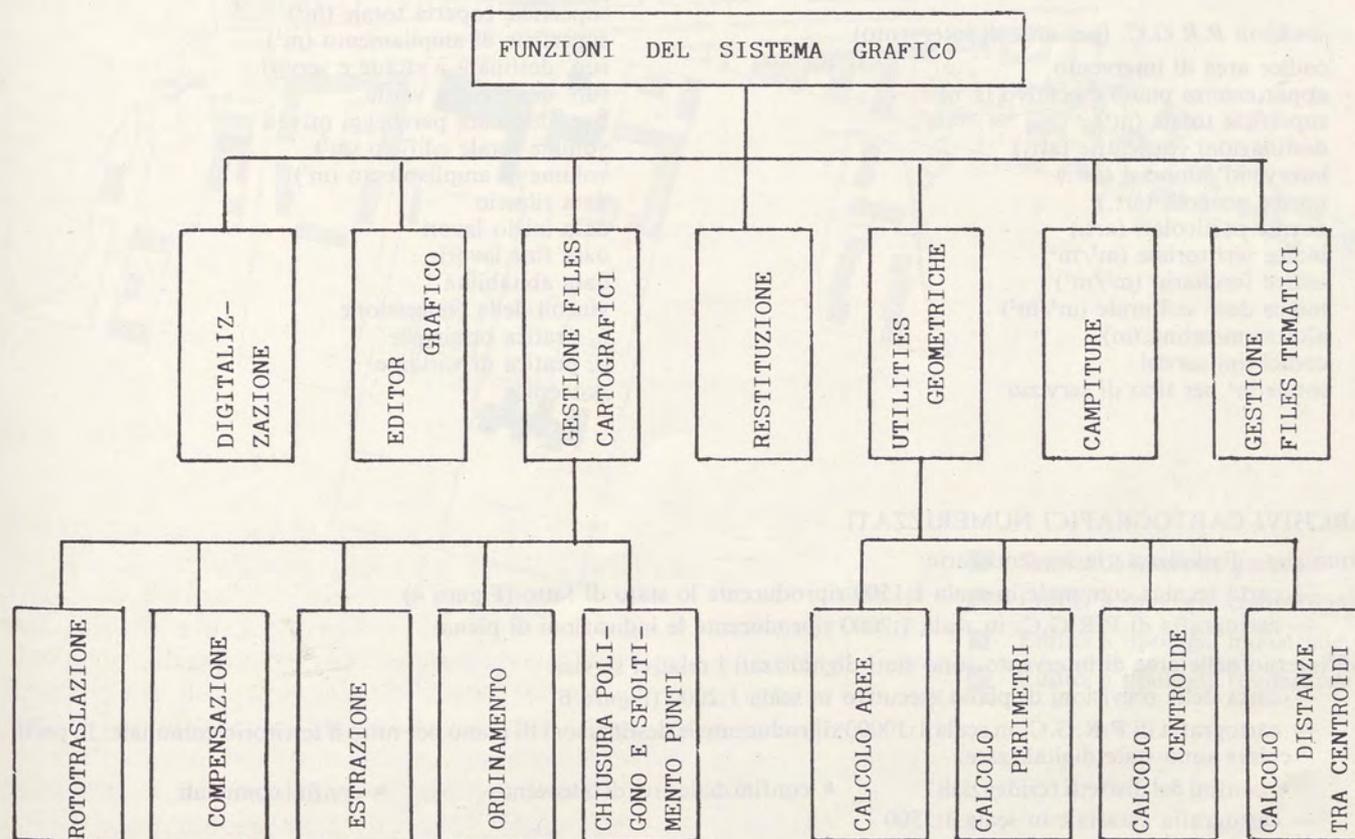


Fig. 3 - Sistema grafico su personal computer. Funzioni del sistema grafico.

ARCHIVI GESTIONALI

1 - *archivio censimenti* (stato di sezione - anno 1981)

geocode
sezione di censimento
indirizzo
numero civico
categoria (codice ISTAT)
numero addetti
famiglie
abitanti
abitazioni occupate
abitazioni non occupate
stanze occupate
stanze non occupate

2 - *archivio P.R.G.C.* (per distretto residenziale)

codice distretto
superficie residenziale (m²)
n. abitanti insediabili
viabilità (m²)
verde attrezzato (tot. m²)
verde attrezzato gioco (tot. m²)
verde attrezzato sport (tot. m²)
scuole per l'infanzia (tot. m²)
scuole elementari (tot. m²)
scuole medie (tot. m²)
aree di interesse comune (tot. m²)
parcheggi (tot. m²)
codice aree di intervento

3 - *archivio P.R.G.C.* (per aree di intervento)

codice area di intervento
appartenenza piano esecutivo (s/n)
superficie totale (m²)
destinazioni consentite (art.)
interventi ammessi (art.)
norme generali (art.)
norme particolari (art.)
indice territoriale (m³/m²)
indice fondiario (m³/m²)
indice dest. culturale (m³/m²)
altezza massima (m)
codici tipi servizi
totale m² per tipo di servizio

4 - *archivio piani esecutivi*

area di intervento
superficie totale
destinazioni consentite (art.)
interventi ammessi (art.)
norme generali (art.)
norme particolari (art.)
indice territoriale (m³/m²)
indice fondiario (m²/m²)
indice copertura (m²/m²)
indice dest. culturale (m³/m²)
altezza massima (m)
aree di pertinenza edifici (tot. m²)
aree di pertinenza strumento esecutivo (tot. m²)
tipo servizio 1
totale m² servizio 1

5 - *archivio concessioni*

distretto
area di intervento
n. pratica (archivio comunale)
indirizzo
n. civico provvisorio
n. civico definitivo
foglio catastale
lotto
particelle catastali
natura concessione
destinazione della concessione
stato esecutivo
tipologia
n. piani fuori terra
n. alloggi
n. stanze
n. altri locali
superficie territoriale (m²)
superficie utile (m²)
superficie coperta totale (m²)
superficie di ampliamento (m²)
sup. destinata a strade e servizi
sup. destinata a verde
sup. destinata parcheggi privati
volume totale edificio (m³)
volume di ampliamento (m³)
data rilascio
data inizio lavori
data fine lavori
data abitabilità
vincoli della concessione
n. pratica originarie
n. pratica di variante
geocode

ARCHIVI CARTOGRAFICI NUMERIZZATI

Sono state digitalizzate le seguenti carte:

- carta tecnica comunale in scala 1:1500 riprodotte lo stato di fatto (Figura 4)
- cartografia di P.R.G.C. in scala 1:2000 riprodotte le indicazioni di piano

All'interno delle aree di intervento sono stati digitalizzati i relativi servizi.

- carta delle previsioni di piano esecutivo in scala 1:2000 (Figura 6)
- cartografia di P.R.G.C. in scala 1:10000 riprodotte le destinazioni di piano per tutto il territorio comunale. In particolare sono state digitalizzate:
 - confini dei distretti residenziali
 - confini delle aree di intervento
 - confini comunali
- cartografia catastale in scala 1:1500

Tab. 1 - Descrizione archivi

sonalizzato per la «gestione e formazione di PRG». La personalizzazione è consistita in particolare nello sviluppo di programmi nel macrolinguaggio del DBASE II finalizzati alla gestione integrata degli «archivi concessioni», degli «archi-

vi di piano» e degli «archivi territoriali comunali» (Tabella 1) (interrogazione, aggiornamento, rapporti, stampa, ecc.) e nello sviluppo del modulo di «certificazione urbanistica: allegato cartografico» (Fig. 8).



Fig. 4 - Comparto est del Comune di Rivoli (area campione)

Esemplare di carta tematica prodotta in modo automatico - Classificazione delle tipologie edilizie

ca, permettendo la formazione automatica degli «Allegati di piano».

La codifica per le aree urbane si riferisce, attraverso un geocodice, all'indirizzo (via, numero civico) dell'edificio, che costituisce l'unità elementare di aggregazione dei dati. Per le aree extra urbane la codifica, a causa delle incertezze e lacunosità della toponomastica per queste parti del territorio comunale, si riferisce invece al numero di particella catastale del lotto, che costituisce l'unità elementare di aggregazione dei dati in questi casi. L'analisi dell'uso del suolo nelle aree rurali as-

sume quindi la forma illustrata nella figura 7 che mostra un esempio di analisi del territorio di Carema (Torino).

- *Gestione del piano regolatore comunale* (Fig. 8 e Tab. 1)

Funzione centrale dell'Ufficio tecnico è il controllo delle trasformazioni urbane ed, in particolare, delle nuove edificazioni. Si è analizzato il flusso informativo comunale riguardo all'iter della pratica edilizia (dalla richiesta di concessione al rilascio dell'abitabilità) al fine di stabilire una pro-

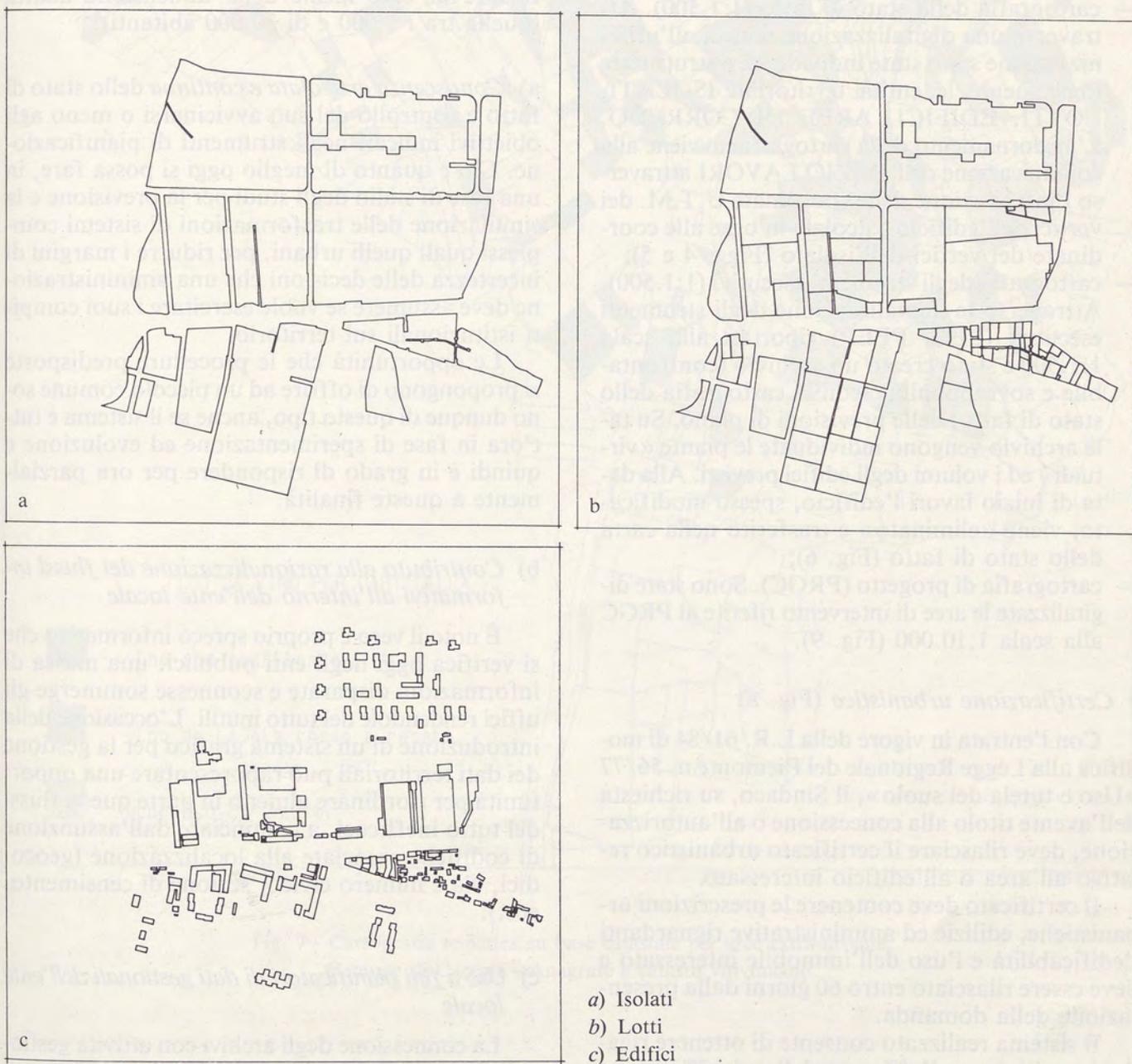


Fig. 6 - Livelli componenti la base cartografica numerica

cedura di ottimizzazione del flusso, input all'aggiornamento.

Risulta possibile con il sistema realizzare la gestione parallela degli archivi di piano e dello stato di fatto, e quindi la verifica in tempo reale dello stato di attuazione del piano con riferimento ad un'area su cui viene realizzata una concessione.

È allo studio l'impostazione di tabelle di sintesi periodiche sullo stato di attuazione del piano da trasmettere al livello regionale.

- *Gestione della cartografia comunale* (Figg. 5 e 6)

Attraverso il sistema è stata creata su un'area sperimentale la cartografia numerica del comune che viene gestita utilizzando per l'aggiornamento le funzioni sviluppate nel programma di EDITOR GRAFICO. Sono stati individuati e vengono gestiti alcuni livelli di cartografia:

- cartografia dello stato di fatto (1:1.500). Attraverso una digitalizzazione mirata all'urbanizzazione sono state individuate e strutturate logicamente le entità territoriali ISOLATI, LOTTI, EDIFICI, AREE DI CORREDO. L'aggiornamento della cartografia avviene alla comunicazione dell'INIZIO LAVORI attraverso l'introduzione delle coordinate U.T.M. dei vertici dell'edificio calcolate in base alle coordinate dei vertici dell'isolato (Figg. 4 e 5);
- cartografia degli strumenti esecutivi (1:1.500). Attraverso la digitalizzazione degli strumenti esecutivi (PEC, PEEP) riportati alla scala 1:1.500 è stato creato un archivio (confrontabile e sovrapponibile con la cartografia dello stato di fatto) delle previsioni di piano. Su tale archivio vengono individuate le piante «virtuali» ed i volumi degli edifici previsti. Alla data di inizio lavori l'edificio, spesso modificato, viene «eliminato» e trasferito nella carta dello stato di fatto (Fig. 6);
- cartografia di progetto (PRGC). Sono state digitalizzate le aree di intervento riferite al PRGC alla scala 1:10.000 (Fig. 9).

- *Certificazione urbanistica* (Fig. 8)

Con l'entrata in vigore della L.R. 61/84 di modifica alla Legge Regionale del Piemonte n. 56/77 «Uso e tutela del suolo», il Sindaco, su richiesta dell'avente titolo alla concessione o all'autorizzazione, deve rilasciare il certificato urbanistico relativo all'area o all'edificio interessato.

Il certificato deve contenere le prescrizioni urbanistiche, edilizie ed amministrative riguardanti l'edificabilità e l'uso dell'immobile interessato e deve essere rilasciato entro 60 giorni dalla presentazione della domanda.

Il sistema realizzato consente di ottenere ricadute positive per l'efficacia della pianificazione dall'ottemperanza della nuova Legge Regionale.

Dagli archivi di piano e dallo stato di fatto è possibile infatti estrarre in tempo reale le informazioni riguardanti l'area e, dagli archivi numerici della cartografia, è inoltre possibile creare un «estratto cartografico» dell'area oggetto dell'intervento con le relative indicazioni di piano da fornire all'avente titolo alla concessione, perché possa inserirvi la planimetria generale dell'intervento proposto allegandolo poi alla domanda di concessione o autorizzazione.

Alcune considerazioni sul ruolo del sistema grafico nelle attività di governo del territorio

Riassumiamo qui brevemente i possibili contributi, solo in parte già compiutamente sperimentati, che il sistema così progettato è chiamato a fornire all'ente locale della dimensione adatta (quella tra i 5.000 e di 30.000 abitanti).

a) *Conoscenza articolata e continua* dello stato di fatto e controllo del suo avvicinarsi o meno agli obiettivi indicati negli strumenti di pianificazione. Ciò è quanto di meglio oggi si possa fare, in una fase di stallo degli studi per la previsione e la simulazione delle trasformazioni di sistemi complessi quali quelli urbani, per ridurre i margini di incertezza delle decisioni che una amministrazione deve assumere se vuole esercitare i suoi compiti istituzionali sul territorio.

Le opportunità che le procedure predisposte si propongono di offrire ad un piccolo comune sono dunque di questo tipo, anche se il sistema è tutt'ora in fase di sperimentazione ed evoluzione e quindi è in grado di rispondere per ora parzialmente a queste finalità.

b) *Contributo alla razionalizzazione dei flussi informativi all'interno dell'ente locale*

È noto il vero e proprio spreco informativo che si verifica oggi negli enti pubblici: una massa di informazioni disparate e sconnesse sommerge gli uffici rendendole del tutto inutili. L'occasione della introduzione di un sistema grafico per la gestione dei dati territoriali può rappresentare una opportunità per riordinare almeno in parte questi flussi del tutto inefficaci, a cominciare dall'assunzione di codifiche associate alla localizzazione (geocodici, via e numero civico, sezione di censimento, ecc.).

c) *Uso a fini pianificatori di dati gestionali dell'ente locale*

La connessione degli archivi con attività gestionali che garantiscono la continuità di aggiornamento dello stato di fatto è considerata, a buon diritto

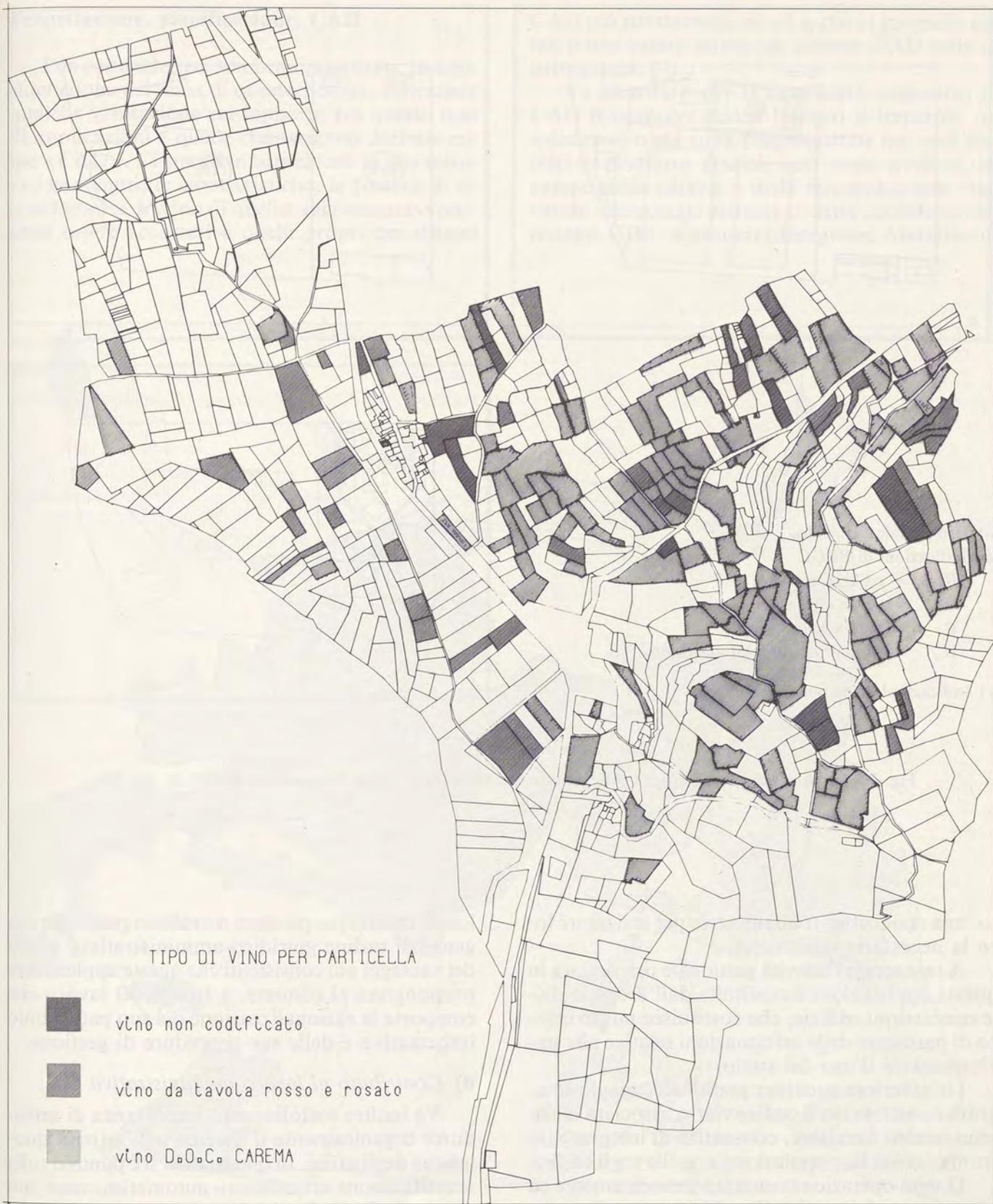


Fig. 7 - Cartografia tematica su base catastale per aree extra-urbane.
Comune di Carema - Anagrafe e catasto vitivinicolo.

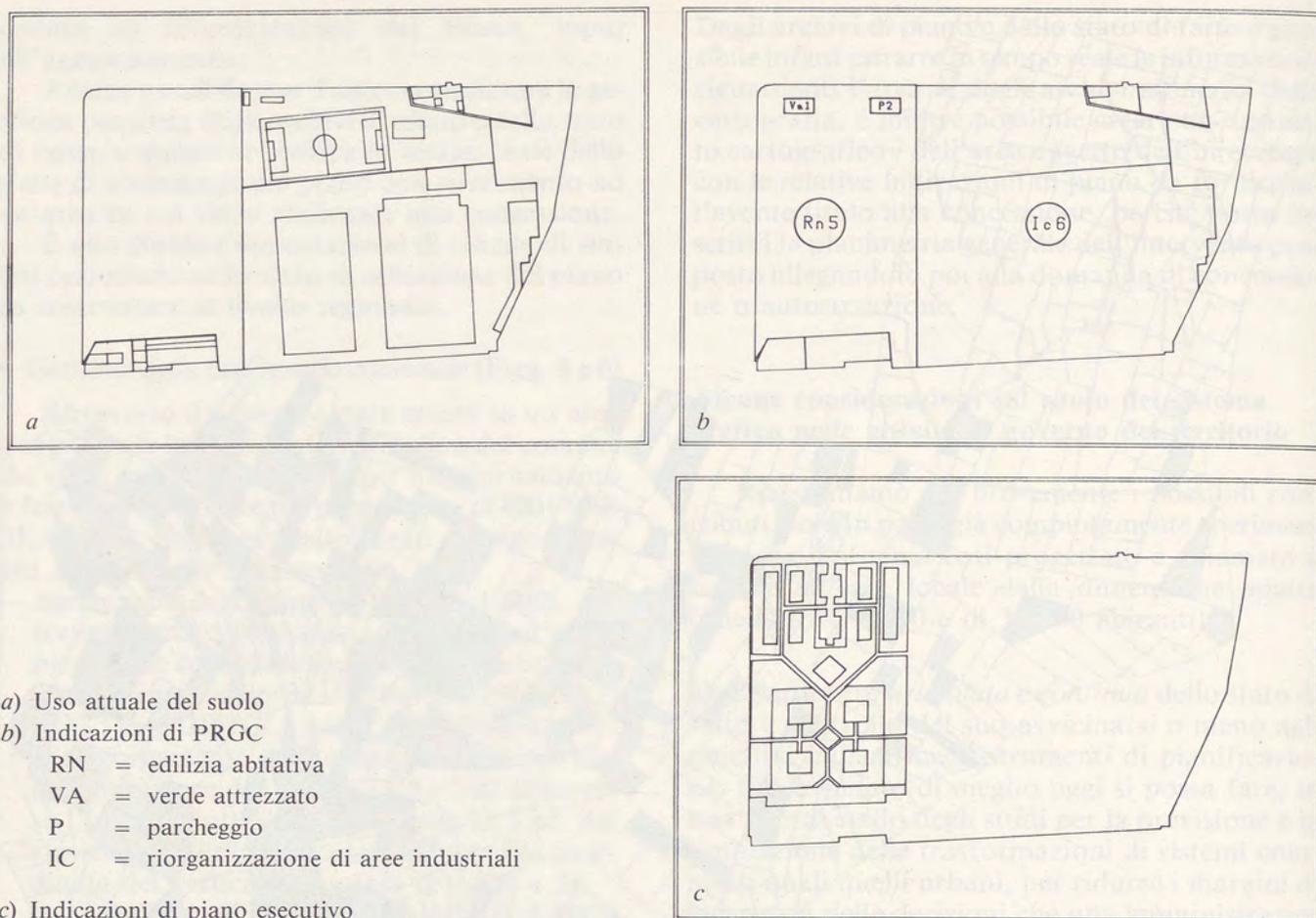


Fig. 8 - Certificazione urbanistica - Allegato cartografico (ex L.R. 61/84 modifica della L.R. 56/77).

to, una condizione fondamentale per assicurare loro la necessaria dinamicità.

A tale scopo l'attività gestionale privilegiata in questa applicazione è costituita dall'archivio delle concessioni edilizie, che costituisce punto critico di passaggio delle informazioni relative alle trasformazioni d'uso del suolo.

Un ulteriore archivio gestionale, quello anagrafico, attraverso il codice viario associato a ciascun nucleo familiare, consentirà di integrare informazioni sulla popolazione a quelle sugli edifici.

Questa operazione condotta periodicamente ed in modo non interattivo (l'archivio anagrafico non è infatti residente sul personal computer) consentirà di produrre analisi dettagliate periodiche sui modi d'uso degli edifici, sulle densità abitative e territoriali, sul consumo di suolo, sulle variazioni nel rapporto tra le diverse destinazioni d'uso degli edifici.

L'uso a fini di pianificazione, e perciò più ricco e più intensivo, delle informazioni che l'ente

locale comunque produce o archivia per le sue esigenze di ordine giuridico-amministrativo, è uno dei vantaggi più consistenti che queste applicazioni propongono al comune, a fronte del lavoro che comporta la razionalizzazione del suo patrimonio informativo e delle sue procedure di gestione.

d) Contributo al lavoro amministrativo

Va inoltre sottolineata l'importanza di introdurre organicamente il sistema nell'attività quotidiana degli uffici. In questo caso si è puntato sulla «certificazione urbanistica» automatica come uno dei risultati prioritari da raggiungere, per intervenire su una pesante incombenza degli uffici tecnici operati da queste attività.

I risultati sembrano incoraggianti: la certificazione urbanistica, oltre a conseguire un più favorevole rapporto con gli organi tecnici, consente di connettere ad una attività giuridico-amministrativa di carattere continuo le operazioni di verifica dello stato di avanzamento dei piani.

Progettazione, pianificazione, CAD

Per concludere ci sembra opportuno, in considerazione del tema di questo Forum, formulare qualche valutazione sul rapporto fra questo tipo di applicazioni e quelle che vengono definite come «CAD». Ci siamo infatti chiesti in che misura i contenuti, le caratteristiche, le finalità di sistemi grafici del tipo di quello qui presentato possano essere accostati a quelli propri dei sistemi

CAD più strettamente intesi e, più in generale, come possa essere inteso un sistema CAD utile in urbanistica.

Va ricordato che il significato originario di CAD (Computer Aided Design) si impenna sul «design», ossia sulla progettazione nei suoi termini soprattutto grafici, così come avviene nel campo della edilizia e della meccanica (pur rilevando una attuale diffusione della cosiddetta tecnologia CIM - Computer Integrated Manufactu-



P.R.G.C.

-  distretti residenziali
-  aree produttive agricole
-  aree produttive industriali
-  aree di interesse generale

Fig. 9 - Comune di Rivoli
Piano Regolatore Generale Comunale. Destinazione d'uso.

ring — nel settore meccanico che tende a dare sempre meno importanza al «prodotto» disegno fine a se stesso rispetto al «prodotto del processo industriale»).

In campo urbanistico quindi andrebbero considerate come tali, a rigore di termini, quelle applicazioni che producono elementi grafici relativi alle componenti fisiche del territorio (edifici, strade, infrastrutture, ecc.) ossia ciò che in inglese si definirebbe «town design». Oggi però, dopo anni di separazione fra piano e progetto in urbanistica, si riscopre l'utilità di integrarli, anzi la impossibilità di tenerli distinti.

Le prospettive più promettenti dell'introduzione del computer nell'attività di progettazione in materia urbanistica appaiono dunque quelle che agevolano l'integrazione fra piano e progetto, ossia fra la componente fisica (gli spazi, i contenitori) e le variabili socio-economiche, le procedure amministrative, le politiche.

D'altra parte è evidente che l'attività di pianificazione deve interagire continuamente con quella di progettazione: il piano oggi non può essere confuso con un «disegno» che simula le forme fisiche che il territorio assumerà nei prossimi anni, ma non può neanche prescindere da queste. L'assistenza del computer non può perciò limitarsi a produrre disegni che riproducono lo stato di fatto del territorio e quello previsto, ma dovrebbe estendersi a concetti e tecniche che tentino di legare fra loro processi sociali ed economici e sistemi spaziali. L'attività di pianificazione, secondo le più recenti evoluzioni del dibattito in materia, è insieme definizione delle grandi linee lungo le quali la città deve muoversi, ma soprattutto conoscenza ed interpretazione profonda della realtà (fisica e non fisica) in trasformazione, da confrontare con le diverse azioni che possono condurre verso le finalità indicate.

Il contributo dell'informatica, dunque, appare fondamentale in senso più vasto per trasformare il ruolo della pianificazione urbanistica assicurando i mezzi per cogliere cambiamento, complessità, varietà, diversificazione, specificità: gli attributi tipici della società odierna. Nè meno importante è il ruolo che può svolgere per agevolare l'integrazione fra componenti fisiche e non fisiche, diventando così, oltre che strumento di guida alla trasformazione, anche supporto per la riconquista di una visione unitaria della progettazione architettonica ed urbanistica. Limiterebbe molto le sue esigenze, perciò, chi si attendesse dall'introduzione del computer nell'attività di pianificazione a livello locale solamente la produzione automatica di disegni che sfruttino, come nel campo del-

la progettazione edilizia o meccanica, le informazioni sulla geometria del territorio e degli altri elementi (piani, norme, ecc.) memorizzati nella base dati in fase di progettazione, per produrre immagini del territorio. A questa funzione grafica, certamente fondamentale ed alla quale è stata dedicata nel nostro caso buona parte del lavoro finora condotto per mettere a punto il sistema, va affiancata una importante funzione — attualmente in sviluppo nella nostra applicazione — di integrazione con l'attività gestionale degli uffici comunali che controllano le trasformazioni (edilizie, economiche, sociali) per poter seguire continuamente lo stato di attuazione del piano ed i suoi effetti, e nello stesso tempo produrre frequentemente analisi aggiornate della realtà territoriale per cogliere i segnali di eventuali nuove tendenze emergenti.

Il CAD in urbanistica, dunque, deve essere un aiuto delle nuove tecnologie a progettare spazi e forme fisiche, ma anche a tenere costantemente aggiornata la conoscenza complessiva del territorio per sottoporre ogni consistente iniziativa di trasformazione al confronto con gli obiettivi definiti.

È perciò fondamentale a tale fine agevolare l'integrazione delle funzioni destinate alla elaborazione di elementi grafici per l'analisi e la simulazione, con le procedure amministrative che controllano le modificazioni del sistema urbano (dalle concessioni edilizie ai movimenti di popolazione ed attività). Non è certamente con un piccolo sistema, quale quello qui illustrato che utilizza le ridotte capacità di un personal computer, che si possono perseguire obiettivi così ambiziosi.

Sia pure con limitate prestazioni ben lontane dai risultati che può offrire un sistema CAD vero e proprio, è comunque in questa logica che ci si è finora mossi nel predisporre un sistema grafico in grado di fornire ai piccoli comuni alcune opportunità per gestire autonomamente un numero significativo di funzioni grafiche connesse alle proprie esigenze di conoscere e controllare le trasformazioni del territorio, integrandole con le attività gestionali dei propri uffici. Per risultati di progettazione urbanistica di maggiore complessità occorrerà invece rivolgersi in prospettiva, ovviamente, a risorse centrali quali quelle del laboratorio CAD/CAM o quello del CSI-Piemonte, già accessibili da stazioni decentrate quale questa, in un giusto equilibrio fra autonomia e centralizzazione, che assicuri alla Regione il suo ruolo di supporto ai comuni (attraverso la fornitura di software, standards, programmi di addestramento) e di punto di riferimento (per raccogliere e gestire a livello regionale dati, simulazioni, ecc.).

Gestire le attività progettuali con l'aiuto dell'elaboratore

Piero RANZANI (*)

Un capisaldo basilare della pratica professionale è quello di poter disporre di strumenti concettuali e materiali adeguati a determinare una visione complessiva del processo progettuale e realizzativo dell'edificio. Sino al completamento dell'edificio, tale visione dovrà essere conservata, oltre che diacronica, facilmente comunicabile ai diversi operatori che ne sono coinvolti. Dovrà, quindi, essere aggiornabile e traducibile ogni qual volta occorra, e possedere le qualità di un linguaggio di pronto impiego, comune agli interlocutori. Che queste siano condizioni irrinunciabili, lo dimostrano le difficoltà talvolta insormontabili, a cui va incontro chi, persona o gruppo responsabile di operazioni edilizie complesse, voglia avere piena consapevolezza di scelte e decisioni tecniche e tenti di esercitare su di esse una qualche forma di gestione e controllo.

Un primo passo per procedere verso il controllo unitario del processo sta nell'intrecciare tra loro le attività di *progettazione/pianificazione/programmazione* e quelle di *coordinamento/organizzazione/gestione*. Occorre rimuovere tutte le circostanze che ostacolano la comunicazione e, alla fine, risultano nocive a quella *visione/comprendimento/dominio dell'insieme* di cui si sta sottolineando l'esigenza.

Visione complessiva dell'insieme, sua comprensione e suo, per lo meno parziale, dominio non possono crescere ed articolarsi se non come prodotto peculiare delle attività progettuali. Le quali, a mio avviso, dovrebbero considerarsi nonché quando non includono anche gli aspetti organizzativi e gestionali.

Sulla spinta di queste esigenze che vengono a porsi in reazione al contesto parcellizzato e privo di riferimenti durevoli in cui ci si trova il più delle volte ad agire, sembrerebbe che anche da noi si stia facendo strada, una concezione della progettazione in edilizia, più attenta agli aspetti d'insieme e di correlazione tra le parti.

Non di meno, ciò sta avvenendo faticosamente perchè controcorrente rispetto alle consuete procedure di realizzazione delle opere e ai modi di pensare più diffusi e radicati tra gli operatori del settore. Tanto per intenderci, una immagine sintetica di quanto sto esponendo la forniscono le figure 1 e 2 illustranti: la prima, il processo proget-

tuale più corrente di tipo verticalistico-conseguenziale; la seconda, il processo che viene ad attuarsi con la progettazione integrata. La quale, peraltro, non ha possibilità di svolgimento se non si riesce ad attivare tra i settori una regola del gioco che imponga di agire in modo ricorsivo e per approssimazioni successive.

È un fatto, comunque, che la progettazione per sistemi dell'edificio, deve procedere orizzontalmente mediando tra le parti, valutare gli effetti risultanti dalle interrelazioni, approfondire gradualmente i problemi mediante la rappresentazione di contesti nidificati.

A questo punto si osserva che le metodologie applicative approntate dalla Intelligenza Artificiale offrono consistenti analogie con la progettazione di sistemi fisici, in particolare di quelli edilizi. Le architetture sulle quali si sviluppano software ed hardware mostrano di essere fondate su modalità processuali che sono molto simili a quelle di una progettazione edilizia sistematica, col vantaggio di essere state incomparabilmente più analizzate e quindi assai meglio definite.

Questa constatazione induce a ritenere che la conoscenza dell'impianto concettuale che stabilisce le modalità di funzionamento degli elaboratori viene certamente prima dell'impiego strumentale degli stessi.

Inoltre a mio avviso l'elaboratore — allo stato attuale delle effettive prestazioni che è in grado di offrire a costi accettabili — è sicuramente uno strumento più utile a tutte quelle attività progettuali che, provvisoriamente e genericamente, definirò d'ordine relazionale, piuttosto che a quelle finalizzate ad ottenere un elaborato di dettaglio, indifferentemente che sia esso di calcolo o grafico.

I maggiori vantaggi si ottengono quando si procede ad ordinare le attività progettuali, ad organizzarle, ad esaminare le interrelazioni e non tanto quando si cerca di passare all'esecuzione immediata delle stesse. I vantaggi ci sono quando si dispone di un solido quadro di riferimento dell'intero processo di progettazione e di appropriate strategie. Intendo dire un piano che esprime obiettivi globali, agevolmente convertibili in strategie locali. Ciò può avvenire mediante un meccanismo di riduzione a sottoproblemi, orientato ad abbassare gradualmente i livelli di complessità.

Ad illustrazione di quanto sto affermando, riassumerò brevemente la mappa di orientamento, messa a punto alcuni anni fa dal gruppo di pro-

(*) Architetto, Milano

gettazione di cui faccio parte ⁽¹⁾, in occasione della progettazione di un importante complesso edilizio.

Questa esperienza di progettazione assistita dall'elaboratore fu presentata al Parc '79, prima conferenza internazionale sull'applicazione del computer in architettura, progettazione edilizia e pianificazione urbana, che ebbe luogo a Berlino nel

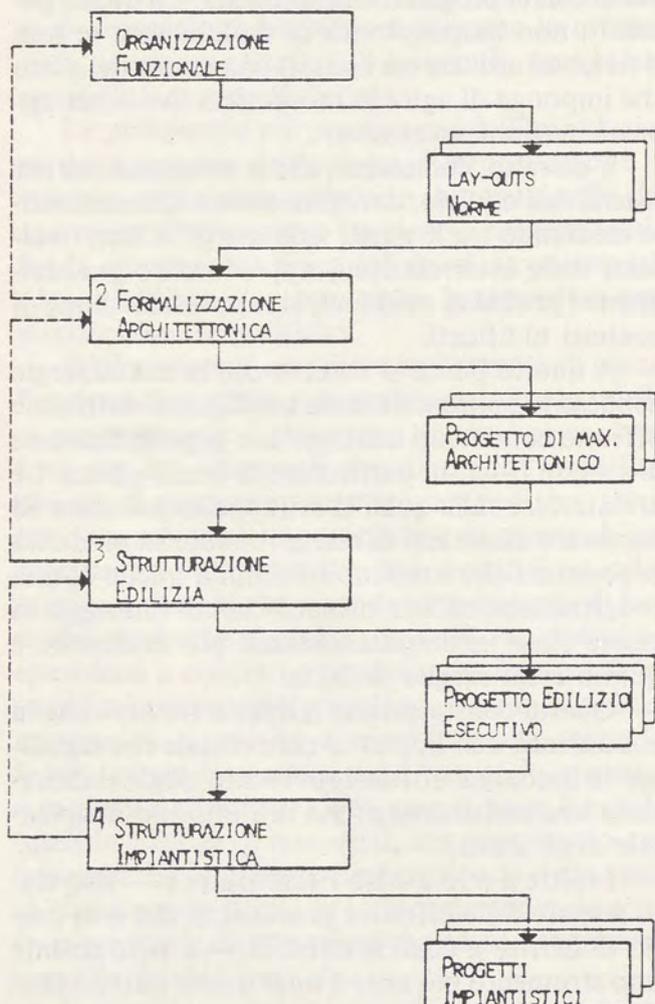


Fig. 1 - Schema degli ambiti specialistici di progetto

1979 ⁽²⁾. Lo schema concettuale di quella esperienza ancora oggi costituisce per noi un riferimento operativo di corrente impiego, mentre l'hardware usato allora è stato ormai da anni abbandonato per obsolescenza di prestazioni.

Ritengo che non si possa fare a meno di un piano globale e di strategie locali per la progettazione

⁽¹⁾ Il gruppo di progettazione degli architetti P. De Amicis, L. Forges Davanzati e P. Ranzani e la società GPA-FORTER, che fornisce strumenti per la pianificazione edilizia territoriale.

⁽²⁾ cfr. Piero RANZANI, *Design through holistic system: an integrated interactive software support for the architectural design*, in Proceedings PARC 79, Berlino, 7/10.5.1979, p. 8.

ne quando si ricorre ad automatismi operativi anche complessi (talvolta apparentemente sofisticati, certamente costosi): nel nostro caso l'utilità è confermata dalla progressiva sostituzione che si sta facendo, senza sostanziali modifiche della mappa originaria, dei diversi programmi specifici, a suo tempo elaborati ad hoc, mediante il progressivo inserimento di programmi standard reperiti sul mercato. Comincerò con l'elencare la serie di presupposti che stavano alla base della nostra impostazione. Essi sono:

- l'ambito problematico dell'oggetto di progettazione deve essere ben conosciuto nei suoi vari aspetti mediante l'identificazione dei differenti livelli di risoluzione e quindi di specificazione dei problemi, muovendo dal generale al particolare;
- strutture e rappresentazioni specifiche dei contesti particolari fanno sì che la creatività da investire nella progettazione possa finalmente trovare dei campi di applicazione precisi, ossia non generici e mal definiti, nei quali chi la esprime può farlo con consapevolezza;
- a causa della crescente complicazione dei progetti, soprattutto nel caso di complessi edilizi plurifunzionali di grande mole, conviene che l'elaboratore sia impiegato: (1) in prima istanza, come un vero e proprio aiutante nella strutturazione dei problemi e nella organizzazione del progetto; (2) in seconda istanza e con gradualità, come un mezz-

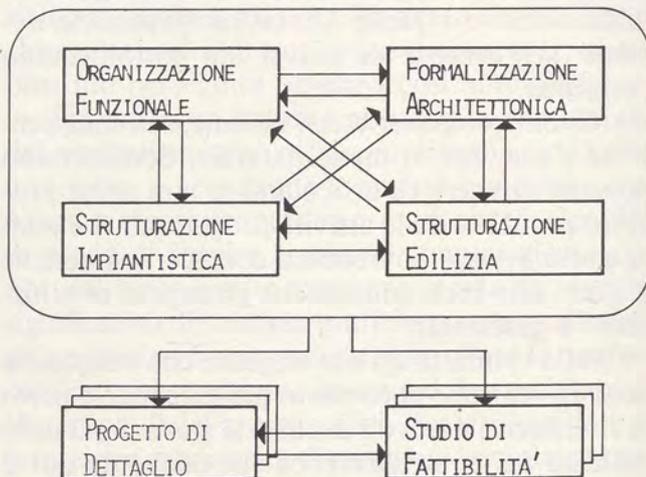


Fig. 2 - Interazione tra ambiti specialistici nella progettazione integrata

zo per svolgere porzioni sempre maggiori di quella massa di lavori ripetitivi e di lunga esecuzione che appesantiscono le attività progettuali.

L'armatura concettuale

L'esame delle attività che concorrono a determinare gli attributi essenziali del progettare e, nel

contempo, la riflessione sugli obiettivi più rilevanti di tali attività, ci hanno guidato a tracciare un'armatura concettuale che, mirata ad includere la globalità degli aspetti operativi, individua tre grandi sfere di azione per il processo progettuale:

- la *strutturazione dei requisiti*,
- la *modellazione astratta*,
- la *modellazione fisica*.

Per utilizzare lo schema generale che sto illustrando e che è stato costruito al fine di organizzare il progetto ed esercitarne il controllo servendosi dell'elaboratore, occorre trovarsi d'accordo che:

- l'informazione di progetto è continua e retroagisce sul processo determinando progressive modifiche;
 - nell'esercizio del proprio ruolo il progettista sarà più interessato a conoscere ciò che ciascuna sfera produce e come essa agisce, piuttosto che avere rigidamente e aprioristicamente determinate lista e sequenza del numero e del tipo di attività che dovranno essere adempiute all'interno delle sfere, variando infatti quest'ultime, ed anche di molto, in relazione a caratteristiche distintive e livello di risoluzione di ogni singolo progetto;
- secondo questa ottica è indispensabile che sia innanzitutto la struttura d'insieme conferita ai prodotti di ciascuna sfera ad essere chiaramente identificata, in sé correlata ed infine relazionabile con i prodotti delle altre sfere.

La figura 3, che appunto illustra questa complessiva armatura concettuale del processo, può evocare *un automa a 3 stati, che agisca come riconoscitore e/o generatore di linguaggi*. Bisogna però evitare la suggestione riduzionistica che questa immagine potrebbe generare limitandola allo schema di una macchina programmata: essa, piuttosto, deve essere interpretata come metafora che diviene concretamente utile al momento in cui viene traslata per divenire un mezzo di riconoscimento: sia della sfera o stato in cui il progettista sta operando, sia del tipo di attività che è in svolgimento e a quale livello di specificazione.

La consapevolezza che ne consegue consente di canalizzare in ambiti omogenei la varietà delle operazioni di progetto ed i relativi risultati. In termini forse fin troppo generali si può dire che le tre sfere corrispondono rispettivamente a: *quantità, qualità e forma*. Ma sta di fatto che:

- nello stato di strutturazione dei requisiti si mira a qualificare in modo cumulativo l'oggetto progettuale mediante: (1) l'ordinamento dei dati relativi a bisogni e vincoli, (2) l'identificazione del problema e dei requisiti;
- nello stato di modellazione astratta si procede a quantificare l'oggetto progettuale nelle sue parti, che vengono dimensionate in precisa relazione con l'esigenze di spazio evidenziate dagli

aspetti indagati: tipologici, funzionali e complementari;

- nello stato della modellazione fisica avviene l'assieme delle parti nello spazio sino al conferimento della forma definitiva all'edificio, ossia ad una unità percepita come un tutto organizzato.

Questo di approccio evita il ricorso alla schematizzazione per fasi sequenziali delle attività, pe-

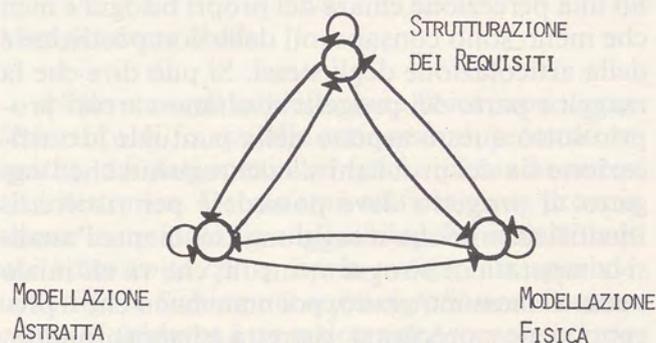


Fig. 3 - Schema logico del processo progettuale

raltro inadeguata a riprodurre i processi reali. D'altronde, sono convinto che *l'oggetto di progetto*, sebbene dotato di un nome, all'inizio sia sempre un oggetto mal conosciuto, che acquisisce via via contorni sempre più nitidi tramite l'esercizio di attività progettuali che sono sì tra loro allacciate, però senza un identificabile ordine sequenziale.

La circolarità e la sincronicità delle interazioni tra i tre stati non solo riproduce con maggiore fedeltà i procedimenti mentali, ma si coniuga alla perfezione con le modalità di tipo ricorsivo e correlativo con cui vanno gestiti gli archivi dei dati. Gli archivi sono sottoposti a frequentissimi aggiornamenti per il monitoraggio delle modifiche provenienti da nuove decisioni e scelte, parimenti è una necessità operare continui passaggi tra i contesti modificati, che contraddistinguono i diversi livelli di risoluzione dei problemi.

Una breve descrizione dei tre stati

Mi limiterò all'esposizione dei criteri che conferiscono peculiarità ad ognuno degli stati e lascio alle figure 4, 5 e 6, che si riferiscono al primo progetto (relativo ad un complesso di edifici multifunzionali di grande mole) al quale furono applicati piano globale e strategie locali qui riferite — il compito di fornire un'idea della organizzazione interna dei medesimi.

Strutturazione dei requisiti

Al riguardo della strutturazione dei requisiti — che, come ho già accennato, costituisce la rappresentazione qualitativa della situazione di vincoli e bisogni che deve trovare una risposta soddisfacente nell'oggetto di progetto — è opportuno sottolineare che essa è il quadro di riferimento primario di tutti gli sviluppi progettuali.

Va osservato che la identificazione dei requisiti è spesso un lavoro difficile, poiché sono frequenti i casi in cui committenti e/o utenti non hanno una percezione chiara dei propri bisogni e meno che meno sono consapevoli della composizione e della articolazione degli stessi. Si può dire che la maggior parte dei progetti risultano carenti proprio sotto questo aspetto della puntuale identificazione sia dei problemi sia dei requisiti che l'oggetto di progetto deve possedere per risolverli. Identificazione che si raggiunge mediante l'analisi comparata di bisogni e vincoli, che va all'inizio estesa al massimo grado, poi man mano che il progetto viene a precisarsi, ristretta ed approfondita.

L'importanza di poter disporre di un ordinamento degli ambiti di memorizzazione, che sia congeniale al metodo di lavoro del progettista e di volta in volta commisurato alla peculiarità del singolo progetto, è prioritaria rispetto a qualsiasi altra considerazione. Uno dei rischi maggiori di questo tipo di attività, soprattutto quando si opera con programmi standard, sta nel collezionare ed elaborare una massa di dati impropria che può generare disinformazione per irrilevanza o ridondanza.

L'esperienza, condotta dal nostro gruppo di lavoro su numerosi progetti di diverso tipo, ha confermato che, almeno per noi, *la ripartizione in bisogni e vincoli ad elenco aperto*, operata per identificare i requisiti, è risultata molto fruttifera: perché distingue due categorie concettuali per cui sono richieste operatività assai diverse e nel contempo lascia flessibilità alle aggregazioni interne alle categorie medesime.

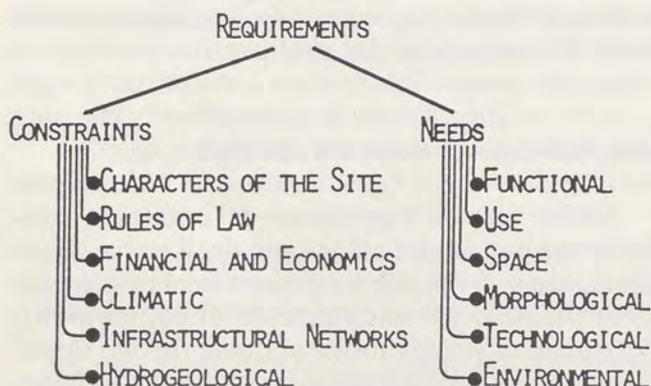


Fig. 4 - Strutturazione dei requisiti

Mentre nella *categoria dei vincoli* vengono elencate condizioni rigide anche perché di natura prevalentemente esogena, nella *categoria dei bisogni* appaiono, oltre ad esigenze per così dire oggettive e non modificabili, aspirazioni di committenti ed utenti talvolta irrazionali. Anch'esse devono essere registrate, vagliate e, se compatibili col resto, in ultima analisi soddisfatte.

Ogni vincolo segnala un ambito specialistico, verso il quale si richiede che sia indirizzato l'approfondimento conoscitivo: ha luogo una ripartizione dei compiti che determina gli sviluppi settoriali del processo progettuale secondo la struttura ad albero di un grafo orientato. Dagli archivi così creati si ottengono parametri, indicatori e modelli parziali, che devono essere formalizzati a misura del sistema di bisogni individuato.

La conoscenza dei bisogni, che proviene dall'interazione tra progettista, committenti e utenti e dall'esperienza di situazioni analoghe, è un approfondimento di natura differente, che, tra l'altro diviene più aderente alla realtà con l'avanzare del progetto. È corretto considerare l'insieme dei bisogni come un sistema gerarchico stratificato, in cui ogni strato è un ambito di peculiare valutazione. Gli ambiti o strati mostrati nella figura 4 sono quelli che compaiono con più frequenza: è ovvio che in alcuni casi non tutti gli ambiti indicati sono presenti, mentre in altre situazioni ne possono occorrere di più e/o di diversi. Molta attenzione va prestata alla relazione gerarchica che li lega poiché essa può variare parecchio in rapporto al tipo di approccio e al modo di manifestarsi dei problemi.

Il criterio che incanala l'informazione acquisita negli ambiti è quello della *congruità*; dentro gli ambiti, le attività di analisi e valutazione sono guidate dal criterio di *consistenza* e da quello di *coincidenza-opposizione*.

Il risultato pratico consiste nel poter disporre di un sistema informativo per fondare e monitorare una base conoscitiva. Esattamente quella di cui si ha bisogno sia per fare delle scelte e prendere delle decisioni che per programmare attività progettuali ed interventi realizzativi.

Modellazione astratta

Il sistema edificio viene rappresentato mediante un modello che si definisce astratto, perché privo di riferimenti morfologici e che viene descritto esclusivamente con mezzi simbolici quali liste di elementi, grafi, diagrammi di flusso, tabelle, matrici di interazione e similari. Il modello è composto di sottosistemi da noi chiamati *unità funzionali*, a loro volta composti di parti identificate come *risorse spaziali*. Le *unità funzionali* non sono intese come elementi fisici, ma come elementi di

identificazione di funzioni singole o insiemi di funzioni. Ossia tutte quelle funzioni che possono essere identificate come ugualmente finalizzate nell'organizzazione complessiva, qualunque essa sia, che dovrà essere allocata nell'edificio in progetto. Ad esempio un centro elaborazione dati in una azienda è una unità funzionale, come lo è un appartamento in una casa di abitazione o una palestra in una scuola, non tanto sotto l'aspetto fisico, ma soltanto per funzione specifica assolta.

Le risorse spaziali rappresentano attributi, che devono essere conferiti al sistema edificio, affin-

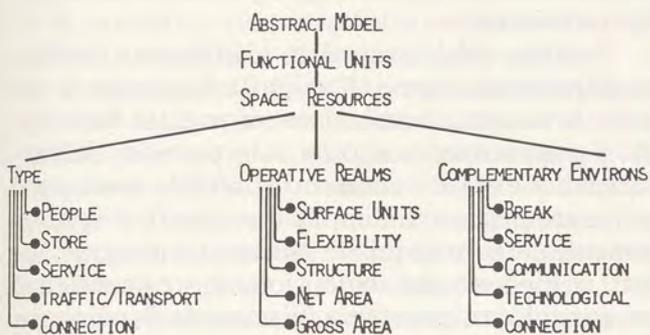


Fig. 5 - Modellazione astratta

ché possano aver luogo le attività facenti parte delle unità funzionali.

Risorse individuali negli esempi appena riportati sono gli spazi da destinarsi: alla sala degli elaboratori nel centro di elaborazione dati; alla cucina nell'appartamento; agli spogliatoi nella palestra. Ogni risorsa spaziale viene indagata in base ai seguenti riferimenti: *tipo di destinazione d'uso*; *ambito operativo primario*; *funzioni complementari*. Sotto il profilo della natura delle analisi da compiere si tratta pertanto di attività rivolte a precisare le destinazioni d'uso e di attività tese ad identificare le funzioni.

È opportuno sottolineare che quando si attribuisce un *tipo* ad una risorsa vengono alla luce anche caratteristiche d'uso ed ambientali, che vanno ad arricchire ulteriormente l'insieme dei bisogni e che, di conseguenza, si perfeziona la struttura dei requisiti: tale perfezionamento aggiunge delle qualità e stabilisce ambiti di ricerca che vengono penetrati solo al momento in cui si intende passare ad un livello di risoluzione più approfondito.

L'*ambito operativo primario* esprime le quantità dimensionali dello spazio occorrente per il compimento della funzione specifica della risorsa: in genere, questi dimensionamenti sono il prodotto originale di studi condotti appositamente e/o il derivato dall'applicazione ripetitiva di parametri opportunamente selezionati.

Le *funzioni complementari* di una risorsa esprimono infine tutti gli spazi aggiuntivi di cui essa abbisogna, come ad esempio zone di servizio e di movimentazione, per assolvere la funzione primaria. Tutti gli spazi indicati sono quantificati in aree e volumi netti, cui sono aggiunte percentuali variabili di flessibilità e di incidenza delle diverse strutture edilizie che alternativamente potrebbero essere impiegate: si ha così la possibilità di operare delle stime sommarie di costo per l'inquadramento delle previsioni finanziarie.

Modellazione fisica

Nello stato di modellazione fisica, con il conferimento di forma alle connessioni, secondo requisiti, dei dati spaziali o fisici si attua la sintesi architettonica. Del sistema edificio viene presa in esame la morfologia edificabile, che si articola in unità costruite con propria autonomia spaziale, nella figura 6 chiamate *corpi di fabbrica*. Ciascun *corpo di fabbrica* è un insieme di *componenti spaziali*, cioè di parti geometriche e strutturali che possono essere considerate omogenee, come ad esempio i piani di un edificio multipiano.

Per l'approccio sistemico adottato, i corpi di fabbrica ed i componenti spaziali sono considerati distinguendo tra *aspetti statici* e *aspetti dinamici*. Gli aspetti statici a loro volta vengono distinti in: *esterni* o prevalentemente d'assieme; *interni* di riparto.

Gli *aspetti statici esterni* sono soprattutto oggetto della formalizzazione che deriva dall'integrare considerazioni architettoniche e valutazioni riguardanti la protezione dai fattori climatici ed il contenimento delle dispersioni di energia.

Gli *aspetti statici interni* riguardano le partizioni dello spazio e gli elementi strutturali da rendere entrambi compatibili con gli schemi distributivi seguendo criteri compositivi.

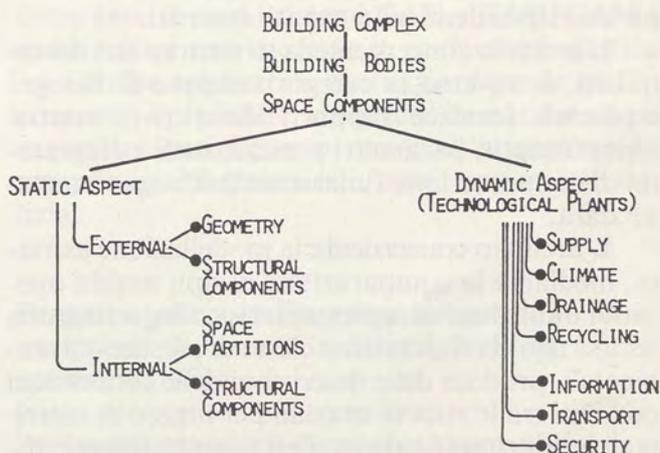


Fig. 6 - Modellazione fisica

L'aspetto dinamico è quello offerto dagli impianti e dalle loro reti, oltre che dai sistemi di informazione, trasporto e sicurezza: esso viene descritto sia mediante calcoli di prestazioni e consumi, che per mezzo di definizioni morfologiche di centrali e reti. Nello stato della modellazione fisica è particolarmente importante mantenere lo stesso livello di specificazione per le diverse categorie elencate: l'avanzamento del progetto deve avvenire in modo rigorosamente equilibrato.

I prodotti del sistema

Quando è stato illustrato si traduce in un sistema gestionale che consente, secondo i casi e con flessibilità, di:

- 1) correlare e, all'occorrenza, sostituire programmi diversi;
- 2) valutare l'adeguatezza del software, già acquisito o da acquisire, in relazione alle effettive esigenze di lavoro;
- 3) estendere o contrarre, avendo la possibilità di valutare la domanda di prestazioni di ogni singolo progetto e perciò di confrontare costi e risultati, l'uso di periferiche solo se realmente convenienti ed efficaci;
- 4) oppure collegarsi con elaboratore e periferiche remoti se il fabbisogno di progetto supera le capacità interne di elaborazione.

Sotto il profilo della gestione corrente il sistema:

- 1) mantiene e sviluppa le basi dati progressivamente incrementate;
 - 2) indirizza l'immagazzinamento di nuovi dati;
 - 3) li sostituisce ed estrae quando serve;
 - 4) registra le modifiche e le loro motivazioni conservando la cronaca dettagliata di scelte e decisioni.
- In breve è utilizzato per attuare quella funzione primaria di riconoscimento e/o generazione di linguaggi di cui si diceva.

L'informazione derivante dai principali gruppi di attività è archiviata in tre grandi sottoinsiemi corrispondenti ai tre stati descritti.

L'archivio concernente la strutturazione dei requisiti, attraverso la categorizzazione di bisogni e vincoli fornisce rapporti descrittivi, matrici input/output, parametri prestazionali e diagrammi di scomposizione funzionale dell'organizzazione data.

L'archivio concernente la modellazione astratta, mediante la comparazione di tipi, ambiti operativi e funzioni complementari, collega ciascuna risorsa alla corrispondente classe di prestazioni ambientali, produce delle descrizioni delle connessioni esistenti tra le risorse spaziali per mezzo di matrici di interazione i cui elementi sono codici specifici di risorsa e coefficienti di correlazione.

L'archivio concernente la modellazione fisica,

mediante la scomposizione del complesso edilizio in corpi di fabbrica e componenti spaziali, permette l'allocazione delle risorse nei componenti, definisce esattamente il tipo e le caratteristiche degli impianti.

In relazione all'analisi costi risultati condotta su di un dato progetto, e pertanto in base ad una valutazione di opportunità e convenienza, si possono ottenere elaborati grafici di varia natura e complessità.

Inoltre, questo ultimo archivio, gestendo la globalità dei dati fisici, consente di verificare il comportamento energetico e la corrispondenza dinamica delle varie ipotesi di progettazione ai requisiti individuati.

È chiaro che, in rapporto ai differenti problemi di progettazione e all'effettiva importanza dei temi, le basi dati possono essere usate in vari modi: si possono memorizzare solo porzioni dell'informazione effettivamente disponibile come pure utilizzare programmi applicativi specifici appositamente creati o acquisiti. Non tutti i progetti, infatti richiedono che siano svolte le stesse attività: ad esempio un problema di progettazione consistente nel cambiamento della destinazione d'uso di un edificio esistente, richiede maggior attenzione e lavoro nello stato della modellazione astratta, a fronte di una modellazione fisica anche molto limitata poiché lo spazio in questo caso è un dato a priori.

Rimane da fare un brevissimo accenno all'hardware necessario. Le operazioni descritte possono essere eseguite da uno studio di piccole-medie dimensioni, con una configurazione macchina di questo tipo: uno o due personal computer, di cui uno di almeno 512 Kbytes con disco fisso di 10 Mbytes (20 Mbytes nel caso si debbano gestire progettazioni esecutive con produzione di elaborati grafici complessi), muniti di periferiche variabili in relazione agli usi e/o eventuale collegamento con hardware remoto.

BIBLIOGRAFIA

- M. ASIMOW, *Introduction to design*, Traduzione italiana; Padova, Marsilio, 1968.
- P. CHECKLAND, *Systems thinking, systems practice*, Chichester, J. Wiley, 1981.
- L. MARCH, *The architecture of form*, Cambridge, Cambridge University Press, 1976.
- W.J. MITCHELL, *Computer-aided architectural design*, New York, Petrocelli Charter, 1977.
- B. OSTROFSKY, *Design, planning and development methodology*, Englewood Cliffs, Prentice Hall Inc., 1977.
- P. RANZANI, *Una esperienza di progettazione assistita dall'elaboratore*, in: «Modulo» n. 6, 1979.

Problemi relativi alla integrazione di funzioni di progetto e di controllo

Adriano SOZZA (*)

Le trasformazioni determinate dalla massiccia introduzione delle tecniche informatiche in tutti i settori produttivi, del tempo libero, dei servizi, incideranno in modo significativo non solo sui modi di produrre, ma soprattutto sui processi propri della formazione e diffusione della cultura.

Anche nel settore della progettazione edile gli effetti di tali trasformazioni non tarderanno a farsi sentire: alle nuove tecnologie di trattamento e trasmissione dell'informazione corrisponderanno tout-court trasformazioni di un certo rilievo, non tanto sul piano meramente produttivistico (che per il momento rimane l'unico elemento-guida delle strategie di mercato in questo settore), ma soprattutto sul piano teorico-culturale, sia per il livello qualitativamente diverso di rapportarsi al progetto, sia per le problematiche derivanti da modi di produrre sostanzialmente diversi da quelli tradizionali.

Si sta consolidando un processo per il quale l'informazione, intesa come capitalizzazione della conoscenza dei cicli produttivi e dei modi per trasformarli, diventerà al tempo stesso strumento di produzione e merce di scambio, nuova risorsa dotata di una grande flessibilità d'uso.

Tutto questo richiede, contrariamente alle banalizzazioni e ai luoghi comuni che si stanno diffondendo intorno all'uso di questa nuova «risorsa», troppo spesso ridotta a semplice strumento per produrre più carta disegnata in meno tempo, richiede un più elevato livello di progettualità, intesa soprattutto come capacità di controllo dell'intero processo progettuale, come capacità di coinvolgere e integrare in modo diretto competenze specialistiche operanti in settori diversi.

Progettazione come processo

Il grande interesse che in questi ultimi anni si è manifestato, nel nostro Paese, intorno alle tecniche di CAD, o, anche più semplicemente di drafting applicate alla progettazione edile, rischia di essere viziato da una ambiguità di fondo radicata negli stessi ambienti professionali che dovrebbe-

ro essere gli utilizzatori primi delle nuove tecnologie: la riduzione cioè delle possibilità applicative di sistemi di elaborazione dell'informazione grafica alla produzione di disegni.

Riteniamo invece sia necessario spostare l'attenzione verso le possibilità di integrazione tra funzioni di puro e semplice disegno, e funzioni dotate di contenuti progettuali di livello più alto, che allo stato attuale dell'arte sono considerate, ricorrendo ad un brutto termine, difficilmente «meccanizzabili».

Per affrontare il problema in questi termini occorre recuperare il concetto di progettazione come processo e di CAD come complesso di metodi e tecniche multidisciplinari in grado di supportare a vari livelli, con strumenti specifici, tale processo.

Tra i contenuti informativi propri del processo ritroviamo sicuramente degli aspetti rilevanti di disegno, ma questi non sono certamente gli unici e/o più importanti elementi da prendere in considerazione. Pur non essendo questa la sede per discutere intorno a temi di teoria della organizzazione, riteniamo comunque sia possibile compiere un salto di qualità nella analisi delle problematiche relative alla applicazione dell'informatica alla progettazione edile se riconosciamo le possibilità di integrazione verticale/orizzontale tra le funzioni di progettazione, produzione, controllo gestione che possono essere innescate da un qualsiasi processo di informazione.

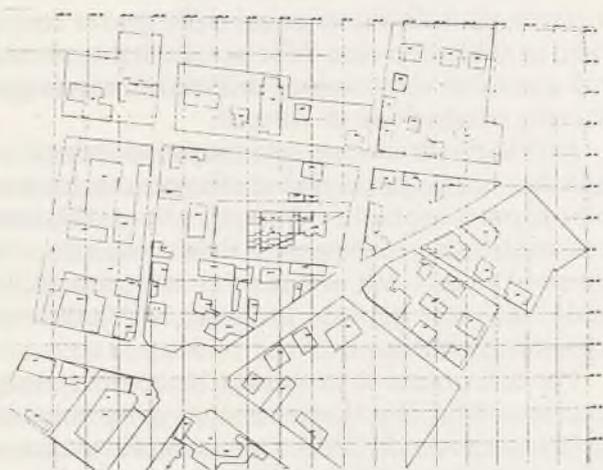
Questa analisi, sicuramente valida in situazioni connotate da un controllo molto rigido del processo (non a caso i sistemi CAD e CAD/CAM si sono diffusi con successo in ambiente industriale) è anche applicabile a situazioni per le quali il controllo è più labile, sia perché demandato a più organismi/enti/figure preposte all'attuazione, sia per peculiarità strutturali, come appunto in edilizia.

Progettazione assistita come integrazione di «ambienti di lavoro» a diversi livelli di specializzazione.

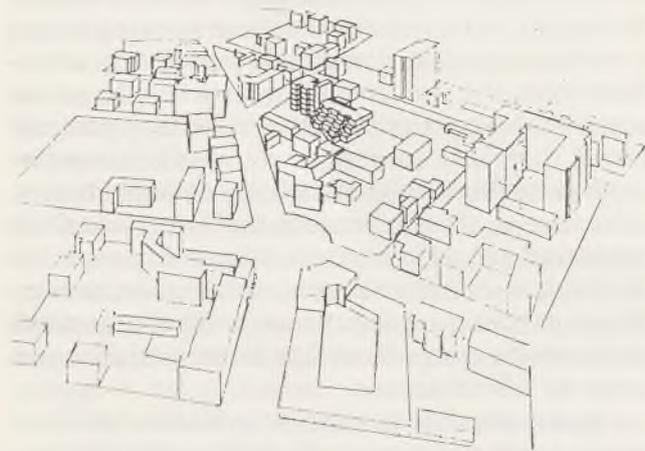
La progettazione di un organismo edilizio può essere schematizzata come una sequenza di fasi, ciascuna delle quali assume un insieme di infor-

(*) Architetto, Società cooperativa INARCO, Torino.

mazioni dalla fase precedente, le elabora, produce informazioni dotate di un più elevato livello di organizzazione. A ciascuna fase progettuale corrisponde una particolare immagine dell'edificio e durante il processo di progettazione si opera una sequenza di trasformazioni da un tipo di rappresentazione ad un altro. La più comune forma



INSERIMENTO AMBIENTALE DELL'EDIFICIO PROGETTATO. IL CONTESTO URBANO VIENE SCHEMATIZZATO, MEDIANTE UN VELOCE CARICAMENTO DA TAVOLETTA, IN UNA SERIE DI VOLUMI SEMPLICI.



Figg. 1-2

di descrizione è il disegno in pianta; altre descrizioni comunemente generate come risultati intermedi sono schemi funzionali, schizzi, prospettive, programmi di costruzione, computi metrici, ecc.

Utilizzando sistemi di elaborazione dati è quindi necessario costruire, facendo ricorso a metodologie appropriate, delle rappresentazioni numeriche o simboliche in grado di supportare la «de-

scrizione» dell'edificio ai vari livelli. Da questo punto di vista il processo di progettazione corrisponde alla esecuzione delle trasformazioni sequenziali tra le diverse rappresentazioni del progetto, ovvero tra i diversi modelli.

Le possibilità di intervento sul progetto possono essere ampliate nella misura in cui ad ogni passo sia possibile condurre verifiche e controlli dei risultati rispetto agli obiettivi fissati. In tal senso ci si renderà conto che questo iter sequenziale, a partire da un sufficiente livello di descrizione dell'organismo progettato, può trasformarsi in un iter strutturato in modo non sequenziale per i ripetuti effetti di ritorno resi possibili dal trattamento automatico dell'informazione. Le possibilità di controllo in itinere diventano praticabili solo se esiste un elevato livello di integrazione tra i vari ambienti di lavoro. In caso contrario viene vanificata la possibilità di ricorrere ad economie di scala nella fase di caricamento, e qualsiasi intervento correttivo diventa estremamente pesante da gestire. Senza entrare nel merito del dibattito in corso tra i fautori della assoluta necessità di predisporre strumenti a forte integrazione verticale tra le varie fasi del processo, e i sostenitori della impossibilità pratica di tale integrazione, ritengo sia utile fissare alcuni requisiti fondamentali di qualsiasi sistema di supporto alla progettazione edile, dotato di una certa qual credibilità.

Il sistema non deve essere esclusivamente orientato al disegno, ma avere una serie di valenze aperte verso ambienti diversi; schematizzando in modo estremo, tali ambienti sono i seguenti:

- a) le verifiche di carattere quantitativo, a livello edilizio (superfici di pavimento per destinazione d'uso, volumetrie degli ambienti, ecc.), a livello urbanistico (superfici coperte, volumi, superfici delle fronti, ecc.);
- b) le verifiche di inserimento in un contesto urbano o territoriale, che possono essere limitate alla simulazione fornita dalle viste dell'oggetto architettonico, a diversi livelli di schematizzazione geometrica, fino alla progettazione, ancora supportata da computer, degli spazi a servizio, con le verifiche quantitative richieste; è evidente, in questa fase, il collegamento con sistemi di acquisizione di dati cartografici e/o topografici;
- c) verifiche legate al controllo della qualità ambientale, tra queste, le più significative sono sicuramente quelle legate al comportamento energetico dell'edificio, letto non tanto nei termini riduttivi della applicazione della normativa per il contenimento dei consumi energetici, quanto nel senso delle possibilità di ottimizzazione offerte da strumenti di elaborazione automatica; esistono inoltre dei momenti specifici di analisi, troppo spesso trascurati nella pratica progettuale corrente, quali le verifiche il-

luminotecniche e di acustica ambientale, che potrebbero trovare una proficua collocazione all'interno di strumenti a supporto della progettazione;

- d) verifiche di comportamento strutturale — quindi la progettazione strutturale; non mi soffermo su questo punto in quanto tale aspetto è sufficientemente approfondito nei termini della applicazione di strumenti di elaborazione, mentre occorre ancora lavorare molto nel merito della integrazione con sistemi di progettazione edile in senso proprio; per limitarci ad alcuni problemi banali, risulta evidente la possibilità di ricavare dalla fase di progettazione edile informazioni quali il posizionamento degli elementi strutturali verticali, nonché la tipologia degli stessi, l'orditura degli orizzontamenti, la forometria, i carichi sugli orizzontamenti in relazione alle destinazioni d'uso degli ambienti e alle tipologie costruttive utilizzate, e così via...; presupposto indispensabile, ovviamente, è la compatibilità tra i modelli utilizzati nella descrizione dell'edificio ai fini della progettazione edile e i modelli adottati per il calcolo strutturale). La possibilità inoltre di far riferimento a cataloghi di materiali gestibili in fase di progettazione dovrebbe permettere, anche per l'aspetto di progettazione strutturale, la computazione degli elementi e la loro valorizzazione;
- e) la progettazione impiantistica: anche in questo caso valgono le considerazioni viste;
- f) le verifiche di fattibilità economica (o di costo); altro aspetto di fondamentale importanza che implica una serie di letture specifiche; la verifica dei costi non può ridursi ad un semplice «report» sul numero degli oggetti «caricati» sull'archivio disegno, ma deve corrispondere ad un modello di computazione calato nella realtà dell'edilizia, e quindi molto più complesso e articolato.

Il sistema deve sicuramente interfacciarsi con gli aspetti di analisi dei costi e la contabilità indu-

striale proprie dell'azienda, in modo da sfruttare risorse esistenti, che incorporano un rilevante patrimonio di conoscenze specifiche. Solo in tal modo è possibile gestire credibilmente le fasi di studio dell'offerta.

Altro aspetto da tenere in conto deve essere la possibilità di ottenere dal sistema una serie di parametrizzazioni delle quantità computate, in modo da supportare dei momenti di analisi sintetica dei costi. Indicatori quali incidenze quantitative e di valore di particolari lavorazioni (in particolare delle lavorazioni critiche dal punto di vista dei costi o dei tempi esecutivi), tornano molto utili nelle fasi di ottimizzazione del progetto.

La integrazione di tali ambienti di lavoro è un processo sicuramente lungo, costoso, in quanto presuppone il realizzarsi di una serie di fattori concomitanti: uno sviluppo «autonomo» di approfondimento, ricerca, lavoro sul software, costruzione di basi di dati, ecc. all'interno degli ambienti specifici. È evidente che un simile approccio richiede una situazione «al contorno» già fortemente orientata all'utilizzo di sistemi informativi.

È inoltre necessario un grosso lavoro di coordinamento dello sviluppo software in modo da porre le premesse di una integrazione stretta tra gli ambienti di lavoro. Qui si aprono una serie di problemi rilevanti legati alla standardizzazione degli strumenti, delle procedure, della struttura delle basi di dati.

È necessario ancora un grosso sforzo nella fase di definizione di quello che potremo definire, con una brutta terminologia il «modello» di quell'oggetto del nostro lavoro di progettazione che è l'edificio, modello da intendersi soprattutto come insieme di relazioni possibili tra i vari ambienti di lavoro.

Riteniamo che su questa strada si aprano delle prospettive di integrazione tra diverse competenze professionali difficilmente ipotizzabili fino ad oggi, in grado di produrre significative trasformazioni nella organizzazione tecnica del lavoro di progettazione.

Edilizia residenziale pubblica: una applicazione specifica per concorso-appalto

Cristiano AVALLE (*)

Parlando di progettazione assistita dal calcolatore e dei suoi possibili campi di applicazione credo che l'edilizia residenziale ed in particolare quella pubblica, sovvenzionata o agevolata che sia, rappresenti senz'altro uno dei settori dell'industria delle costruzioni che ha più bisogno di strumenti utili al conseguimento di una migliore qualità, intendendo questo attributo con un significato molto ampio che non si limita alla bontà delle soluzioni progettuali ma spazia dalle scelte localizzative alla dimensione e tipologia degli interventi, dalla tecnologia costruttiva ai requisiti ambientali degli alloggi, dalla gestione dei finanziamenti alla riduzione dei costi di ciascun intervento.

Non è questa la sede per sviluppare una analisi critica sui modi perpetuati e sui risultati ottenuti con gli interventi abitativi finanziati con denaro pubblico; tuttavia l'esigenza di conseguire risultati migliori che nel passato credo sia ormai sentita da tutti i soggetti a cominciare evidentemente dagli utenti ma anche da parte di amministratori, imprenditori e progettisti che si rendono ormai conto della inadeguatezza di certe scelte urbanistiche e progettuali e dei limiti rappresentati dalla impossibilità di controllare i processi che producono le scelte.

L'utilizzo di strumenti informatici costituisce, e credo che in tal senso gli interventi che mi hanno preceduto abbiano posto in evidenza alcune questioni fondamentali, un punto di passaggio obbligato per superare alcune distorsioni prodottesi nella realizzazione dei piani per l'edilizia economico-popolare, collocandosi a diversi livelli del processo decisionale come elemento di razionalizzazione, di controllo, di verifica, e di scelta.

Se dunque l'informatica nel settore edilizio rappresenta uno strumento, il problema diventa quello di «scegliere» se e come utilizzarlo; in questo senso credo che si possano individuare almeno due punti di vista:

- soggetti ed operatori privati tra i quali si possono annoverare imprese e professionisti che si rivolgono al computer nella misura in cui sono certi di ottenere non solo vantaggi qualita-

tivi ma essenzialmente economici (tempi di progettazione abbreviati, maggiore controllo sulla gestione dei cantieri, ecc.)

- amministratori ed enti pubblici che operano nel settore, sensibili all'esigenza di dover fornire una diversa risposta ai problemi della casa e del territorio e politicamente convinti di puntare sulla programmazione basata su dati di conoscenza scientifica.

Alcuni tra gli obiettivi conseguibili attraverso applicazioni del computer che possono soddisfare ad entrambe queste esigenze sono a mio avviso riconducibili in estrema sintesi, almeno ai seguenti:

a) Impostare scelte urbanistiche calibrate non solo in funzione di politiche di sviluppo territoriale ma anche su di una verifica preventiva dei modi, dei tempi e dei costi attraverso operazioni di simulazione che consentono di sfruttare al meglio le economie di scala affidando a queste, piuttosto che alla compressione degli standards abitativi, il compito di ridurre i costi di intervento;

b) Ottimizzare l'inserimento ambientale degli interventi attraverso la visualizzazione degli effetti prodotti dall'impatto volumetrico delle nuove realizzazioni sul contesto esistente;

c) Ottimizzare i requisiti abitativi di ciascun organismo edilizio di nuova realizzazione attraverso una progettazione architettonica costantemente controllata sotto il profilo del benessere ambientale con particolare attenzione alle caratteristiche termo-igrometriche, di esposizione ed illuminazione degli ambienti, alle superfici fruibili per funzioni, ecc.;

d) Ottimizzare il rapporto qualità-costi attraverso la comparazione delle scelte progettuali rispetto alle tecnologie possibili ed i relativi costi.

Le esperienze che abbiamo condotto in questi anni ci consentono di affermare che almeno gli ultimi tre dei quattro obiettivi citati sono già raggiungibili, anche se con ampi margini di ottimizzazione, con gli strumenti attualmente disponibili.

Per documentare questa affermazione ed entrare con ciò nello specifico dell'argomento ritenendo interessante fare riferimento ad un caso concreto di applicazione di programmi CAD alla pra-

(*) Architetto, Società cooperativa INARCO, Torino.

tica professionale: ripercorrerò quindi l'iter seguito per la progettazione di un intervento di edilizia sovvenzionata per appalto-concorso cercando di evidenziare non tanto gli aspetti di contenuto più propriamente informatico e applicativo, quanto i risultati conseguiti ed il potenziale rappresentato da queste esperienze nella logica che citavo in premessa.

Nel caso in questione ci si trovava di fronte all'esigenza di realizzare il maggior numero possibile di alloggi al minor costo partendo da limiti di volumetria e di finanziamento imposti: dovevano essere rispettate le percentuali di alloggi per taglio dimensionale fissate dal bando; non erano imposte planivolumetrie di riferimento essendo considerate le planimetrie del P.E.E.P. solamente indicative.

Inoltre se al Comune che bandiva il concorso si doveva fornire una soluzione convincente sotto il profilo progettuale oltre che economico, l'Impresa aveva più precise esigenze di adattamento del progetto alle tecnologie abituali con apertura alla verifica di alternative tecnologiche e con l'esigenza di ottimizzare l'organizzazione del cantiere e ridurre costi di ciascun elemento costruttivo all'interno dei margini qualitativi dati.

L'impostazione progettuale veniva condotta inizialmente con strumenti tradizionali sino a giungere alla formulazione di alcune ipotesi volumetriche coerenti con la forma del lotto assegnato e con le scelte di fondo operate dai progettisti. Successivamente, sviluppato per ciascuna ipotesi lo studio delle aggregazioni tipologiche, si passava immediatamente alla fasi computerizzate al fine di ottenere dati di confronto completi tra le varie ipotesi.

Partendo dalla pianta base per ciascuna ipotesi si effettuava il caricamento mediante digitizer delle caratteristiche geometriche e descrittive di ciascun locale, di ciascun alloggio, di ogni piano e dell'intero edificio nonché degli elementi costituenti (murature, tramezzi, infissi, solai, ecc.) con riferimento ad archivi già disponibili integrati per l'occasione in funzione delle tecnologie specifiche individuate dall'Impresa.

Effettuata la fase di imputazione dei dati, si procedeva alle elaborazioni ottenendo, già in sede di progetto di massima, elementi di verifica che con procedure di tipo tradizionale si ottengono solo a progetto esecutivo ultimato cioè quando il progetto è ormai definito e non può più essere variato. A partire dalle elaborazioni automatiche dei dati di progetto le verifiche possibili risultavano le seguenti:

- verifica delle scelte architettoniche attraverso la possibilità di disegno a diversi livelli di ap-

profondimento (solo volumi, dettaglio più o meno spinto, eliminazione o meno delle linee nascoste) di viste prospettiche ed assonometriche dell'edificio e dell'intervento all'interno del contesto circostante; di qui la possibilità di calibrare nei suoi elementi formali ed architettonici ciascuna ipotesi di progetto o più semplicemente individuare quella più idonea;

- verifica delle quantità di progetto attraverso il calcolo automatico delle superfici dei singoli locali, di ciascun alloggio, delle parti comuni e dell'intero edificio oltre al calcolo dei volumi, delle superfici coperte, ecc.;
- verifica del comportamento energetico dell'edificio con calcolo immediato delle dispersioni ed individuazione dei correttivi da apportare;
- verifica dei costi di intervento; i dati forniti al computer per il disegno degli elaboratori consentono infatti di effettuare anche il calcolo automatico delle quantità di ciascun elemento costruttivo che è definito in dettaglio negli archivi ai quali il progettista attinge quando definisce gli elementi costitutivi del progetto. Ciascun elemento costruttivo è catalogato con una serie di indicazioni riguardanti le sue caratteristiche fisiche (peso, spessore), termo-geometriche (conduttanza, permeabilità, ecc.) ed il relativo costo in opera; i suddetti costi unitari che naturalmente possono essere calibrati e modificati in ogni momento vengono utilizzati da una serie di programmi interrelati che li attribuiscono alle quantità di progetto effettuando automaticamente il computo metrico estimativo.

Attraverso la lettura e l'analisi degli elementi forniti dai programmi è stato quindi possibile selezionare le ipotesi di progetto in base alle priorità individuate giungendo alla scelta ponderata della proposta definitiva, la quale è poi affinata attraverso correzioni delle tipologie, ottimizzazioni delle superfici, dei volumi e degli altri elementi, giungendo, per successive approssimazioni sempre pilotate dalle indicazioni del calcolatore, al progetto definitivo.

Gli elaborati definitivi in scala 1:100 e 1:50 sono stati anch'essi prodotti in modo automatico e quindi in tempi brevissimi consentendo di dedicare molto tempo alla fase preliminare di impostazione progettuale. I programmi CAD ai quali si fa riferimento erano, al momento dell'esperienza citata, ad un livello di elaborazione non ancora completo e sono ancora oggi in corso di miglioramento; tuttavia la filosofia che li contraddistingue, che è quella di sopportare tutte le fasi del processo di funzioni che definiamo come «progettazione», ha consentito, già in quella occasione, di

ottenere risultati notevoli considerando che in meno di un mese sono state analizzate sei proposte di progetto e sono stati prodotti gli elaborati esecutivi di quella scelta.

Credo risulti evidente il potenziale rappresentato da strumenti simili per enti quali Province, Regioni, Comuni, IACP o grosse imprese soprattutto se si pensa di poter costituire, attraverso un'azione coordinata, un sistema informativo comu-

ne elaborato in sedi preposte quali il Politecnico o il CSI, tale da garantire una qualificata selezione delle metodologie e delle informazioni da assumere.

In tal senso, anche a partire dall'aspetto specifico dell'applicazione di strumenti informatici, è possibile individuare degli sbocchi operativi, di ricerca, sperimentazione, all'interno del settore dell'edilizia residenziale.

IL CORSO

Progetti e applicazioni, 2^a parte

Problemi di ricerca applicativa in chimica
e in fisica e altre applicazioni.

Pirella G. Editore

L'attuazione delle applicazioni del C.V.D. nel campo delle
progettazioni culturali

2^a GIORNATA venerdì 7 giugno 1985

Lezioni e seminari

Lezioni e seminari di chimica applicata, di fisica applicata, di ingegneria chimica e di ingegneria fisica, di ingegneria elettronica e di ingegneria informatica.

Lezioni e seminari di ingegneria chimica applicata, di ingegneria fisica applicata, di ingegneria elettronica applicata e di ingegneria informatica applicata.

Lezioni e seminari di ingegneria chimica applicata, di ingegneria fisica applicata, di ingegneria elettronica applicata e di ingegneria informatica applicata.

Lezioni e seminari di ingegneria chimica applicata, di ingegneria fisica applicata, di ingegneria elettronica applicata e di ingegneria informatica applicata.

Lezioni e seminari di ingegneria chimica applicata, di ingegneria fisica applicata, di ingegneria elettronica applicata e di ingegneria informatica applicata.

Lezioni e seminari di ingegneria chimica applicata, di ingegneria fisica applicata, di ingegneria elettronica applicata e di ingegneria informatica applicata.

Lezioni e seminari di ingegneria chimica applicata, di ingegneria fisica applicata, di ingegneria elettronica applicata e di ingegneria informatica applicata.

Lezioni e seminari

Lezioni e seminari di chimica applicata, di fisica applicata, di ingegneria chimica e di ingegneria fisica, di ingegneria elettronica e di ingegneria informatica.

Lezioni e seminari di ingegneria chimica applicata, di ingegneria fisica applicata, di ingegneria elettronica applicata e di ingegneria informatica applicata.

Lezioni e seminari di ingegneria chimica applicata, di ingegneria fisica applicata, di ingegneria elettronica applicata e di ingegneria informatica applicata.

Lezioni e seminari di ingegneria chimica applicata, di ingegneria fisica applicata, di ingegneria elettronica applicata e di ingegneria informatica applicata.

Lezioni e seminari di ingegneria chimica applicata, di ingegneria fisica applicata, di ingegneria elettronica applicata e di ingegneria informatica applicata.

Lezioni e seminari di ingegneria chimica applicata, di ingegneria fisica applicata, di ingegneria elettronica applicata e di ingegneria informatica applicata.

Lezioni e seminari di ingegneria chimica applicata, di ingegneria fisica applicata, di ingegneria elettronica applicata e di ingegneria informatica applicata.

II SESSIONE

Progetti e applicazioni, 2^a parte

Progettazione strutturale, progettazione impiantistica,
gestione del progetto e della costruzione.

Presiede: G. Fulcheri

Panorama delle applicazioni del C.A.D. nel campo della progettazione strutturale

Innocente PORRONE (*)

La progettazione strutturale è un processo iterativo costituito da due fasi: ideazione e verifica. A parte alcuni casi particolari, la prima fase è basata sull'esperienza e sulla immaginazione del progettista, mentre la seconda può trarre enorme vantaggio dall'uso di metodologie C.A.D.

La continua riduzione del rapporto prezzo/prestazione, ha consentito di portare la capacità di calcolo direttamente nell'ufficio del progettista e di metterla a sua esclusiva disposizione. Se si pensa che, con un milione di punti luminosi (pixel) si può definire una immagine di ottima qualità grafica (risoluzione), e che questa immagine può essere trasmessa dall'elaboratore al video in un decimo di secondo, ci si accorge come sia possibile stabilire un colloquio uomo-macchina che non sia solo di tipo alfanumerico, ma anche di tipo grafico. È noto come una immagine dica di più di mille parole.

Se si pensa inoltre che lo stesso elaboratore può risolvere un sistema di mille equazioni lineari in meno di mezz'ora, ci si rende conto di come si siano migliorati entrambi gli elementi che determinano la produttività di un colloquio uomo-macchina: il livello del linguaggio usato è la rapidità della risposta.

I codici del calcolo

Passando ora ad analizzare i programmi di calcolo, è utile ricordare la lucida definizione data da Nicklaus Wirth ⁽¹⁾: «*essi sono formulazioni concrete di algoritmi astratti, basate su particolari strutture di dati*» ⁽²⁾. Nel caso in esame, le «strutture di dati» sono la rappresentazione, nella memoria dell'elaboratore, di uno schema statico che il progettista decide di sottoporre ad analisi.

Gli algoritmi possono essere semplici come nel caso della verifica di un plinto di fondazione, oppure complessi, come nel caso della ricerca, per via numerica, della soluzione di un problema di meccanica del continuo con il Metodo degli Elementi Finiti.

Il Metodo degli Elementi Finiti

Presso la I.C.I.S., il Metodo degli Elementi Finiti viene utilizzato mediante i programmi

⁽¹⁾ N. WIRTH, *Algorithms + Data Structures = Programs*, Prentice-Hall Series in Automatic Computation, Englewood Cliffs, New Jersey, 1976.

⁽²⁾ In questo caso il termine «struttura» non ha niente a che vedere con la Scienza delle Costruzioni, ma significa «insieme non disordinato».

(*) Ingegnere, Responsabile del settore «Servizi di Informatica» della I.C.I.S. s.r.l.

SAP IV ⁽³⁾ e NON SAP ⁽⁴⁾, installati su un elaboratore Hewlett Packard modello 9020, con 1,5 Mbytes di memoria reale, sotto sistema operativo HP-UX. Si tratta di programmi molto generali, per l'analisi statica e dinamica in campo lineare (SAP IV) ed in campo non lineare (NON SAP) di schemi statici discretizzabili con i seguenti tipi di elemento:

| | SAP IV | NON SAP |
|---------------------------|--------|---------|
| Reticolare 2 D e 3 D | X | X |
| Telaio 2 D e 3 D | X | — |
| Continuo 2 D | X | X |
| Continuo assialsimmetrico | X | X |
| Piastre | X | — |
| Gusci | X | — |
| Continuo 3 D | X | X |
| Tubazioni | X | — |

Questi programmi, sebbene siano molto efficienti ed affidabili dal punto di vista degli algoritmi, sono basati su «strutture di dati» concepite agli inizi degli anni settanta, pensando a grossi sistemi di elaborazione di tipo time-sharing, senza possibilità di interazione grafica. Per superare questo limite, la I.C.I.S., ha sviluppato un programma di generazione automatica dei reticoli (MESHGEN) ⁽⁵⁾ ed uno di rappresentazione grafica dei risultati (MESH OUT). Entrambi sono stati codificati sullo stesso elaboratore mediante un compilatore incrementale BASIC EXTENDED, per avere il massimo di interattività durante l'uso.

Il Personal Computer

La soluzione dei problemi che ricorrono più frequentemente nella progettazione strutturale è basata su algoritmi e «strutture di dati» più semplici rispetto a quelle utilizzate operando con il Metodo degli Elementi Finiti. Per questo la I.C.I.S. ha sviluppato dei programmi specifici che operano sui personal computers Hewlett Packard della serie 200.

⁽³⁾ K.J. BATHE, E.L. WILSON, F.E. PETERSON, *SAP IV, A Structural Analysis Program for static and dynamic response of linear systems*, Structural Engineering Laboratory, University of California at Berkeley, Aprile 1974.

⁽⁴⁾ K.J. BATHE, E.L. WILSON, R.H. IDING, *NON-SAP, A Structural Analysis Program for static and dynamic response of nonlinear systems*, Structural Engineering Laboratory, University of California at Berkeley, Febbraio 1974.

⁽⁵⁾ S. VALENTE, *Space Structures Design with Graphic Work station*, Third international conference on space structures, Guildford, England, Settembre 1984.

Si tratta di programmi che possono essere guidati, nelle successive fasi di calcolo, rispondendo alle domande che compaiono sul video. I risultati, ove possibile, vengono presentati, oltre che nella tradizionale forma numerica, anche in forma grafica. Le principali caratteristiche dei suddetti codici di calcolo, possono essere così riassunte:

SPACE 2:

Analisi statica di strutture:

- Reticolari piani;
- Reticolari spaziali;
- Telai piani;
- Grigliati;
- Telai spaziali;
- Telai spaziali con orizzontamenti (edifici in zona sismica).

Ulteriori caratteristiche:

- Metodo delle Deformazioni;
- Da 0 a 6 gradi di libertà per nodo (Dx, Dy, Dz, Rotx, Roty, Rotz);
- Da 0 a 6 caratteristiche di sollecitazione (N, Ty, Tz, Mtorc, My, Mz);
- Aste comunque orientate (tetti scale, controventi, pilastri in falso);
- Possibilità di cerniere alle estremità delle aste;
- Carichi concentrati Px, Py, Pz, Mx, My, Mz in qualsiasi punto;
- Carichi ripartiti uniformi o trapezi nel riferimento locale o globale;
- Qualsiasi tipo di vincolo, rigido o elastico;
- Possibilità di analizzare l'effetto di cedimenti vincolari;
- Possibilità di discretizzare archi o elementi a inerzia variabile;
- Soluzione di travi su appoggio elastico mediante discretizzazione;
- Generazione automatica di combinazioni di carico ed involuppi;
- Disegno assonometrico della struttura su video grafico o plotter;
- Memorizzazione della matrice di rigidezza in forma compatta (solo gli elementi diversi da zero).

Nell'analisi degli edifici, è possibile considerare i solai come infinitamente rigidi nel loro piano. Si riduce così il numero di gradi di libertà per nodo da 6 a 3, senza compromettere la validità del metodo di calcolo.

FRAN 7

Analisi statica di telai piani:

- Metodo delle Deformazioni;
- Tre gradi di libertà per nodo (Dx, Dy, Rot);
- Tre caratteristiche di sollecitazione (N, M, T);

- Aste comunque orientate (tetti, controventi, pilastri in falso);
- Possibilità di cerniere alle estremità delle aste;
- Carichi concentrati (P_x , P_y , M) in qualsiasi punto;
- Carichi ripartiti uniformi;
- Qualsiasi tipo di vincolo, rigido o elastico;
- Possibilità di analizzare l'effetto di cedimenti vincolari;
- Possibilità di discretizzare archi o elementi a inerzia variabile;
- Soluzione di travi su appoggio elastico mediante discretizzazione;
- Disegno su video grafico e copia su stampante di:
 - 1) Struttura indeformata per controllare la geometria;
 - 2) Struttura deformata e diagrammi di M , N , T ;
- Nessuna limitazione software al numero di condizioni di carico;
- Memorizzazione della matrice di rigidità in forma compatta (solo gli elementi diversi da zero).

RIPSIS:

Ripartizione delle forze sismiche tra i vari telai di un edificio:

- Possibilità di tener conto di orizzontamenti di forma qualsiasi, con carichi uniformi variabili da zona a zona;
- Ripartizione in base alle rigidità dei soli pilastri; nell'ipotesi di solai infinitamente rigidi nel loro piano.

TRCAS 2:

Si tratta di due programmi, comunicanti attraverso un archivio comune: il primo esegue il calcolo, il secondo il disegno, di travi continue in cemento armato per edilizia.

A) calcolo

- Utilizzabile sia per le travi principali, sia per i travetti;
- Disposizione automatica dei carichi accidentali in diverse configurazioni, per ottenere le massime sollecitazioni;
- Presa in conto delle eventuali sollecitazioni di origine sismica precedentemente calcolate mediante il programma FRAN 7 o SPACE 2;
- Involuppo automatico delle sollecitazioni dovute ai carichi verticali ed alle eventuali forze sismiche orizzontali;
- Scelta automatica delle armature resistenti necessarie per coprire l'involuppo delle massime sollecitazioni;
- Verifiche a flessione, taglio e aderenza secondo Normativa Italiana.

B) disegno

- Schema esecutivo delle armature longitudinali diritte e piegate, inferiori e superiori, comprese raggi-staffe e staffe;
- Schema in scala, su plotter, completo di tutte le quote necessarie al piego ed al posizionamento;
- Computo metrico delle armature utilizzate;
- Possibilità di utilizzare solo armature rettilinee.

PREFLD:

Pressoflessione o tensoflessione, retta o deviata, di una sezione in cemento armato di forma qualsiasi, comunque armata:

- Rappresentazione grafica della sezione, delle armature e dell'eventuale asse neutro;
- Opera secondo il metodo delle tensioni ammissibili.

CAP:

Verifica di travi precomprese a cavi scorrevoli oppure a fili aderenti.

POR2:

Verifica sismica di una costruzione in muratura con il metodo POR.

PRFSTL:

Verifica di sezione simmetrica in cemento armato, con il metodo degli stati limite.

RETWAL:

Verifica di muri controterra in cemento armato.

PLINTI:

Verifica di plinti di fondazione in cemento armato.

PREV:

Analisi costi e preventivazione.

RVPRZ:

Calcolo del compenso revisionale contrattuale.

GALTON:

Regolarizzazione dei dati pluviometrici.

FOG:

Verifica di rete fognaria col metodo del volume di invero.

PREACQ:

Rilievo, mediante digitalizzatore, di una rete di acquedotto.

ACQ:

Bilanciamento di una rete di acquedotto col metodo di Newton Raphson.

POSTACQ:

Disegno della planimetria e del profilo verticale di un acquedotto. Composizione grafico-interattiva dei pezzi speciali (incroci, saracinesche, riduzioni ecc.).

Conclusione

La progettazione assistita da calcolatore è una metodologia in continua evoluzione, che risente immediatamente dei progressi compiuti dalle tecnologie elettroniche (hardware) e dalle tecnologie informatiche (software). Mi auguro di aver dato un'idea, delle applicazioni, attualmente operative, in uno studio di progettazione civile, con prevalente indirizzo strutturale.

Progetto di strutture: realtà e prospettive

Francesco BIASIOLI (*)

La progettazione strutturale è coinvolta, come molte altre attività intellettuali, in un processo di trasformazione legato alla diffusione degli elaboratori elettronici e alla loro introduzione negli studi tecnici. L'avvento dei mini e microcalcolatori, di costo contenuto ed elevate prestazioni, la diffusione di apparecchiature per il disegno automatico, la disponibilità di biblioteche di programmi applicativi sta ulteriormente arricchendo e modificando il panorama delle scelte possibili per il progettista. Nel seguito verranno successivamente esaminate le possibili logiche di lavoro della progettazione assistita da calcolatore e le linee di sviluppo della evoluzione in atto.

La progettazione strutturale come processo

La progettazione edilizia può essere logicamente assimilata ad un processo di trasformazione di informazioni che muove dalla conoscenza dei dati generali di un'opera — ubicazione, vincoli, requisiti prestazionali — per fornire una serie di strumenti — disegni, relazioni, tabelle — atti a descrivere compiutamente forme, materiali, tempi e metodi di realizzazione dell'opera stessa. La progettazione strutturale, nell'ambito più generale del processo edilizio, muove da un «oggetto» formalmente definito, ne isola il modello strutturale per esaminarne il comportamento sotto azioni di va-

ria natura, e procede al dimensionamento degli elementi resistenti e alla descrizione di questi generalmente mediante disegni. La successione delle fasi di predimensionamento, analisi, dimensionamento e verifica non è mai univocamente definita. Il processo in generale presenta elevati gradi di interazione fra fasi successive, in cui intuito, preparazione ed esperienza del progettista rivestono un ruolo essenziale. Gli strumenti a disposizione del tecnico sono tradizionalmente manuali, abachi e tabelle e permettono di definire rapidamente soluzioni progettuali sufficientemente razionali.

Calcolo automatico e progettazione: gli anni '69-'70

L'introduzione degli strumenti automatici di calcolo ha modificato profondamente il quadro sopra definito. Come in altri settori, l'avvento dei «mainframe», grossi calcolatori dei primi anni '60, dotati di notevoli, per l'epoca, capacità di calcolo e di linguaggi evoluti — in ambiente scientifico tipicamente Fortran — promosse lo sviluppo di tecniche numeriche per la soluzione dei problemi di ingegneria. Primi ad essere affrontati e risolti furono gli aspetti relativi all'analisi delle sollecitazioni di strutture composte da elementi lineari a molte iperstatiche (programma STRESS della IBM) evolvendo verso modelli più sofisticati, fino alla sistematizzazione di quelle tecniche di analisi oggi identificate con il nome di «elementi finiti» (codici SAP, NASTRAN, ADINA, HERCULE, ecc.). Nei primi anni '70 vennero sviluppati

(*) Ingegnere, Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Politecnico di Torino.

anche grossi codici di progetto: tra gli altri, i programmi della serie ICES, quelli della serie GENE-SYS, indirizzati alla progettazione di grosse opere di ingegneria, in particolare ponti e strade, TEQUILA per la progettazione di opere in carpenteria metallica, ed altri.

La filosofia di concezione e d'uso di tali prodotti rispecchiava puntualmente il livello di evoluzione degli elaboratori allora disponibili: l'ingresso dei dati generalmente mediante schede perforate, negando qualsiasi possibilità di interazione con lo svolgimento dei programmi costringeva talvolta ad un approccio eccessivamente semplificato, per contenere i costi delle elaborazioni; laddove le risorse di calcolo erano viceversa a disposizione in quantità, lo studio di soluzioni di progetto alternative rappresentava comunque una operazione abbastanza complessa e di durata non trascurabile.

Uno sviluppo nelle possibilità di accesso a grosse risorse di calcolo anche da parte di medi studi di progettazione si ebbe con la diffusione delle possibilità di collegamento di videoterminali e consolle remote (CACT, Parigi). Tali codici di calcolo, tranne che nel caso di qualche ente «istituzionale», non sono oggi pressoché più in uso, a differenza di quanto è avvenuto per i più noti codici di analisi strutturale.

Dalla calcolatrice al personal computer

Al di fuori delle grosse organizzazioni o della possibilità di collegamenti con centri di calcolo, il primo approccio della maggioranza dei progettisti alle problematiche del calcolo automatico può essere legato alla comparsa sul mercato delle calcolatrici da tavolo elettroniche, nei primi anni '70. In grado di fare dapprima solo operazioni algebriche, dotate successivamente di funzioni più sofisticate e di memoria, ben presto furono in grado di eseguire semplici programmi introdotti da tastiera o letti da schede magnetiche. Problemi tipici quali la verifica di sezioni inflesse in c.a., calcolo di grandezze geometriche — baricentri, aree, momenti di inerzia —, risoluzione di semplici strutture vennero immediatamente risolti, su base quasi sempre «individuale» dai progettisti. Problemi più sofisticati rimasero comunque appannaggio dei grossi elaboratori, fino alla comparsa dei primi calcolatori da tavolo programmabili.

Nati per applicazioni squisitamente scientifiche, causa la iniziale limitata disponibilità di memoria — tipicamente qualche Kbyte, meno di quanto presente oggi sul più semplice home-computer — vennero dotati di linguaggi di programmazione criptici; larga diffusione ebbero viceversa, verso la fine degli anni '70, i più moderni sistemi integrati — video, stampante, unità di

registrazione dati — che risultano tuttora in uso presso molti studi professionali.

All'inizio degli anni '80 la nascita e lo sviluppo del personal computer con buone capacità di memoria, linguaggio evoluto tipo Basic, monitor con possibilità grafiche segnano infine l'inizio della diffusione su larga scala degli strumenti di elaborazione dati. Tali calcolatori, destinati ad applicazioni non necessariamente tecnico/scientifiche, hanno favorito la nascita di biblioteche di programmi in vari settori; per la progettazione strutturale sono oggi disponibili programmi per il calcolo delle sollecitazioni in telai, per il dimensionamento e la verifica di sezioni in acciaio, c.a. e c.a.p., con possibilità di effettuare disegni su stampante grafica e/o plotter.

La quasi totalità dei programmi disponibili, con alcune lodevoli eccezioni, ripresenta «in piccolo» gli stessi difetti dei grossi programmi da decennio precedente: la sequenza introduzione dati-calcolo-risultati risulta spesso strutturata come se l'utente debba sempre e solo verificare delle strutture già correttamente dimensionate, e non lascia spazio all'operare con la macchina alla ricerca di soluzioni intelligenti ed alternative. Tale approccio conduce in definitiva allo spreco di tempo e di risorse, senza essere gratificante per l'utente.

Analisi comparativa delle applicazioni esistenti

Prima di procedere a definire le ipotesi di un più moderno ed attivo approccio alla progettazione assistita, è opportuno stabilire, facendo riferimento alla realtà nazionale ed alle tendenze in atto in sede internazionale, alcuni dei requisiti comunemente accettati e presenti nella migliore produzione corrente di procedure di calcolo strutturale sviluppate per microelaboratore. Seguendo la medesima suddivisione adottata per descrivere schematicamente il processo logico della progettazione strutturale, risulta:

- 1) *Analisi strutturale.* I modelli usualmente adottati si basano sulla schematizzazione di una struttura complessa con sistemi piani di elementi (telai, reticolari, setti, ecc.) eventualmente collegati, nel caso di analisi per forze orizzontali (vento, sisma) da diaframmi rigidi. Tale modello «pseudo-spaziale» raggiunge l'opportuno compromesso tra semplicità, contenuta richiesta di risorse di calcolo ed accuratezza dei risultati. Per strutture non riconducibili al modello descritto, risultano disponibili anche su microelaboratori programmi ad elementi finiti ricavati da codici sviluppati su minielaboratori e mainframe. In entrambi i casi citati, l'analisi delle sollecitazioni è usualmente condotta in campo elastico lineare. Estensioni al campo non lineare, pur se possibili, sono scarsamen-

te diffuse, come del pari poco considerata è l'interazione struttura-terreno. Il modello geometrico della struttura può in genere essere rappresentato a video, consentendo di evitare grossolani errori nella definizione della geometria strutturale. Analoga rappresentazione è possibile per i diagrammi delle caratteristiche di sollecitazione, e per le configurazioni deformate della struttura.

- 2) *Dimensionamenti*. Le verifiche sono effettuate in campo elastico, secondo il metodo delle tensioni ammissibili; il metodo degli stati limite non è quasi mai preso in considerazione.
- 3) *Disegni*. Sono disponibili disegni esecutivi su stampante e/o plotter degli elementi strutturali semplici — travi, pilastri, plinti — ottenuti in genere «in cascata» dalle elaborazioni precedenti. Poco diffusi i programmi di disegno delle carpenterie — piante, sezioni, particolari.

In generale il livello qualitativo delle applicazioni disponibili può essere considerato solo sufficiente, con eccezioni sia verso soluzioni più evolute ma più spesso verso soluzioni inaccettabili (es. telai a sole maglie rettangolari, pilastri verificati per solo sforzo normale, ecc.).

Una proposta di lavoro: la progettazione interattiva

Da quanto precedentemente descritto la situazione, al di là delle affermazioni pubblicitarie, risulta non del tutto soddisfacente: il livello del software di progettazione non è particolarmente elevato, fatte salve alcune eccezioni, e gli algoritmi utilizzati, che riproducono schemi di calcolo relativamente tradizionali, contrastano con il superiore livello di complessità di analisi e di calcolo consentito dalle attuali Normative (es. calcolo non lineare o plastico, progetto secondo il metodo degli stati limite, moderni metodi di verifica della sicurezza, ecc.). Occorre pertanto definire alcune ipotesi di lavoro che, utilizzando le attuali stazioni di lavoro già sufficientemente evolute, consentano un salto di qualità nel tipo di approccio al problema e nei risultati.

In linea generale l'elaboratore non deve continuare ad essere inteso come strumento di calcolo macina-neri, ma deve coadiuvare il tecnico nella impostazione del progetto, suggerire ipotesi formalmente corrette, evitare, se e ove possibile, grossolani errori di modello e di dimensionamento. Si faccia ad esempio riferimento al calcolo di un edificio in zona sismica, da condursi, secondo la normativa vigente, secondo i criteri dell'analisi statica equivalente o della analisi modale, nella ipotesi di comportamento strutturale elastico lineare. La successione delle fasi di lavoro può essere svolta affiancando ad ogni momento descrittivo

D un momento di controllo C effettuato dall'elaboratore. Per la fase di analisi strutturale risulta il seguente percorso:

- D - Descrizione ed immediata visualizzazione della geometria strutturale: possibilità di utilizzo di strutture elementari quali telai, reticolari, setti, nuclei, muri comunque orientati in pianta.
- C - Verifiche di stabilità dell'insieme strutturale, analisi della ellisse delle rigidità, verifiche di regolarità strutturale.
- D - Descrizione dei carichi e delle condizioni di carico.
- C - Verifiche «globali» di dimensionamento di travi e pilastri mediante aree di influenza; generazione di combinazioni di carico secondo formati di normativa.
- D - Analisi strutturale.
- C - Controllo convergenza numerica della soluzione, controllo delle lability strutturali.
- D - Risultati numerici e diagrammi delle caratteristiche delle sollecitazioni.
- C - Controllo di valori minimi e massimi di sollecitazioni, spostamenti locali e globali.

Nella successiva fase di dimensionamento degli elementi resistenti le conoscenze teoriche del progettista sono applicate alla realtà del problema in esame. Coerentemente con tale assunto è necessario separare quelle che si possono considerare le «abitudini di lavoro» del tecnico dai dati specifici del problema. La successione delle fasi risulta pertanto:

- *Scelta approccio di calcolo*: Dimensionamenti a filo e/o in asse pilastri, redistribuzione sollecitazioni, utilizzo di staffe e/o ferri piegati per l'assorbimento del taglio, sollecitazioni minime di calcolo, metodo di verifica prescelto, ecc.
- *Descrizione dati del problema*: Caratteristiche dei materiali, copriferro, interferro, diametri preferenziali, armature preesistenti ecc. In entrambe tali fasi occorre controllare la corrispondenza delle scelte effettuate con le possibilità di normativa, e segnalare le differenze.
- *Verifica predimensionamenti*: Controllo delle dimensioni definite nella fase di analisi delle sollecitazioni con le effettive sollecitazioni risultanti. Tale verifica, che deve essere condotta per tutte le condizioni di carico significative, richiede l'utilizzo degli equivalenti di abachi, tabelle e diagrammi utilizzati tradizionalmente dal progettista.
- *Disposizione armature*: Calcolo armature effettive e controllo dei vincoli di normativa (percentuali di armatura, lunghezze di ancoraggio, disposizioni costruttive, ecc.); calcolo delle quantità dei materiali e dei numeri indice.
- *Disegni esecutivi*: Nessun modello strutturale, per quanto sofisticato, può rappresentare adeguatamente tutti gli aspetti della realtà esecu-

tiva. Qualunque schema di armatura, se fornito in modo automatico da un programma di calcolo, deve poter essere modificato in ogni sua parte — quote, dimensioni, diametri, sezioni, scritte — operando con sistemi e tecniche che rappresentano l'equivalente di quanto è già oggi possibile ad esempio nel trattamento dei testi. Funzioni di copia, annullamento, modifica degli schemi strutturali proposti devono essere accessibili in maniera semplice e rapida.

Conclusioni

L'utilizzo dell'elaboratore nella progettazione apre possibilità nuove e potenti per i tecnici solo se le procedure utilizzate sono orientate alla progettazione «assistita» e non alla progettazione «automatica». L'intervento ha identificato alcuni momenti-chiave dello sviluppo di un progetto e suggerito un possibile approccio al problema che rientra nello schema citato.

Dolmen: Sistema di progettazione strutturale integrato per microcalcolatore

Massimo MARCHETTI (*)

La crescente diffusione dei computer e la seguente accettazione degli stessi, soprattutto nell'ambiente tecnico scientifico, ha portato nel corso degli ultimi anni alla creazione di un gran numero di procedure di calcolo per la soluzione dei più svariati problemi.

Nell'ambito di un singolo argomento spesso il mercato offre numerose soluzioni, diverse tra loro per quanto riguarda il modo di introdurre i dati, il tipo di solutore utilizzato, la qualità e la intelligibilità dei risultati, caratteristiche spesso funzione del tipo di elaboratore adottato.

In particolare il continuo sviluppo dell'hardware ha messo a disposizione a costi contenuti sistemi dotati di capacità di elaborazione, grafica, memorizzazione dati tali da modificare radicalmente le caratteristiche delle procedure che vogliono sfruttare in pieno questi mezzi, sia in termini di interattività tra utente e computer, sia di metodi di soluzione, sia di elaborati finali.

Tra le numerose procedure che hanno oggetto la progettazione di strutture civili e industriali in questa sede si esamina il pacchetto denominato DOLMEN realizzato dalla società CDM di Torino ed alla cui stesura ha, tra gli altri, partecipato lo scrivente. DOLMEN è una procedura integrata che si propone di seguire il progettista lungo tutta la fase della progettazione, dall'impostazione

del modello di calcolo, alla realizzazione degli elaborati esecutivi finali.

La procedura in oggetto è stata messa a punto nel corso degli ultimi due anni ed è ancora oggetto di sviluppo, in modo da renderla sempre più completa, adeguata agli aggiornamenti di normativa e capace di sfruttare le nuove risorse hardware resesi man mano disponibili: sistemi operativi più efficienti, memorie di massa più veloci e capaci, nuovi strumenti di interfaccia tra uomo e computer quali il knob ed il mouse. La procedura è stata sviluppata su un elaboratore dotato del processore Motorola 68000, uno dei più potenti oggi disponibili su microelaboratori, le cui caratteristiche principali sono la velocità di esecuzione e l'ampia indirizzabilità di memoria RAM.

Lo sviluppo della procedura, completamente nuovo e non mutato da applicazioni già esistenti, è pertanto avvenuto tenendo ben presenti queste caratteristiche che hanno portato ad esempio ad un continuo uso della grafica, ritenuto strumento indispensabile sia per la verifica continua dei dati, sia come controllo delle uscite numeriche, spesso faticoso per la gran mole dei dati, sia come strumento per la produzione di elaborati esecutivi ed inoltre a realizzare tra uomo e computer un rapporto di lavoro il più interattivo possibile, in cui il computer verifica e propone soluzioni alternative e l'uomo si fa carico della scelta finale. In particolare l'iter progettuale è stato diviso in quattro fasi distinte:

(*) Ingegnere, Consulente CDM, Torino.

- 1 - ingresso dati del modello strutturale e dei carichi agenti;
- 2 - analisi delle sollecitazioni;
- 3 - dimensionamento degli elementi resistenti;
- 4 - realizzazione degli elaborati esecutivi.

Ingresso dati

Nell'ambito della procedura DOLMEN, l'ingresso dati è stato concepito con tre diverse possibilità, funzione della complessità del problema da risolvere e del modello di calcolo adottato. I tre modelli strutturali possibili sono quelli di trave continua, anche su suolo elastico, di telaio piano e di telaio spaziale, dove ciascun utilizzatore può scegliere il modello più efficace sia dal punto di vista della facilità dell'ingresso dati, sia della complessità dei risultati.

L'aver predisposto questi tre approcci comporta essenzialmente due tipi di vantaggi di cui il primo è che ogni utente può adottare il modello più vicino al proprio modo di lavorare per passare successivamente a modelli più sofisticati, mentre il secondo è la possibilità di avere strumenti adeguati al tipo di problema da affrontare e non dovere perciò utilizzare ad esempio una complessa procedura di telai spaziali per la soluzione di una trave continua di poche campate.

Nel seguito si descrive l'introduzione dei dati relativi ad un edificio completo.

Nella procedura DOLMEN i dati sono sostanzialmente divisi in tre gruppi diversi e cioè dati generali, geometria e carichi. Per i dati generali è possibile realizzare delle tabelle in cui vengono elencati i diversi tipi di materiali utilizzati, con l'indicazione delle caratteristiche meccaniche (modulo elastico, coefficiente di Poisson, dilatazione termica, densità) e delle caratteristiche geometriche degli elementi (area, inerzie, aree di deformabilità a taglio). Per quanto riguarda la geometria della struttura si è ottimizzato l'ingresso dati utilizzando ad esempio nel caso di edifici civili il seguente metodo.

Definiti i livelli della struttura, siano essi corrispondenti ad effettivi solai, sia a coperture, sia eventualmente a piani fittizi, vengono proiettati su un piano ideale i nodi fondamentali della struttura e cioè gli assi dei pilastri, gli estremi di sbalzi, fili fissi ed altri punti di utilità. L'elaboratore riporta automaticamente la pianta su tutti i livelli definiti costruendo un reticolo nello spazio. L'utente può modificare le coordinate dei nodi ai vari livelli in modo da tenere conto di coperture inclinate, pilastri impostati a diverse quote di fondazione ad altre particolarità strutturali.

La generazione degli elementi strutturali avviene attraverso l'uso di macroistruzioni che consentono di generare contemporaneamente ai vari li-

velli elementi di caratteristiche geometriche e meccaniche simili. Sono possibili cerniere interne e vincoli esterni a qualunque nodo e di qualunque tipo, comprese molle di rigidità data. La definizione dei carichi agenti è ottenuta definendo successivamente carichi elementari, condizioni di carico e combinazioni di carico. I carichi elementari comprendono i tipi più ricorrenti nella analisi strutturale, come uniformi, triangolari, forze concentrate, distorsioni termiche, cedimenti dei vincoli.

È previsto il calcolo automatico delle forze di piano secondo la vigente normativa sismica a partire dai pesi di piano. Per le forze di tipo globale quali sisma e vento è necessario ripartirne gli effetti sui singoli telai e reticolari costituenti la struttura.

I carichi elementari descritti sono successivamente raggruppati in condizioni di carico (permanenti, accidentali, sisma). È prevista per i carichi accidentali la gestione automatica della posizione degli stessi in modo da ottenere le massime sollecitazioni.

Le singole condizioni di carico sono a loro volta unite in modo da produrre combinazioni di carico, cui conseguono involuppi e non più diagrammi di sollecitazione.

I dati relativi a ciascuna fase dell'ingresso dati sono memorizzati separatamente, con ampie possibilità nel seguito di modifiche, annullamenti ed inserimenti di nuovi dati. Fondamentale è la presenza di un continuo riscontro grafico, di modo che è possibile assistere al disegno della struttura o al posizionamento dei carichi, man mano che vengono introdotti i dati relativi ed evidenziare immediatamente errori grossolani che, se scoperti successivamente alla fase di calcolo, comporterebbero gravi sprechi di risorse.

Analisi delle sollecitazioni.

La procedura DOLMEN esegue l'analisi di strutture composte di telai, reticolari, nuclei, setti. Per tutte le analisi è adottato il metodo delle deformazioni ed il metodo di calcolo utilizzato per la ripartizione delle forze di piano utilizza sistemi piani di elementi e prevede il calcolo delle tre incognite di spostamento (due traslazioni ed una rotazione) per ogni piano, previo assemblaggio della matrice di rigidità dell'intera struttura nell'ipotesi di orizzontamenti rigidi.

La tecnica adottata permette di risolvere correttamente alcune tipologie strutturali anomale quali quelle a solai sfalsati con piani di fondazione e livelle diversi, con telai di diverso numero piani, con solai non continui o comunque definiti su una sola zona della struttura, telai comunque orientati, ecc.

Nel caso di setti in serie con telai è di particolare importanza la possibilità di definire aste con estremi rigidi, caratteristica che permette di ampliare le tipologie trattabili fino ad includere edifici a pannelli o a tunnel.

Tutti i parametri di sollecitazione e deformazione (diagrammi M, N, T, deformate) sono disponibili sotto forma numerica e grafica sia per le singole condizioni di carico che per le varie combinazioni di queste.

Dimensionamento degli elementi resistenti.

Al momento attuale la procedura DOLMEN dimensiona gli elementi precedentemente calcolati (travi, solai, pilastri) considerandoli in calcestruzzo armato.

La possibilità di controllo delle geometrie ipotizzate nella precedente fase di calcolo dà il via ad un processo di affinamento delle stesse in cui vengono eventualmente modificate le originarie tabelle di sezioni, eseguito un nuovo calcolo ed un nuovo controllo di modo che il lavoro progettuale non si riduca a mera verifica, ma porti, per quanto reso possibile dai vincoli architettonici, ad una ottimizzazione degli elementi resistenti e, ove questo non sia sufficiente, ad una modifica della tipologia strutturale.

Nella presente fase vengono distinti i dati relativi ai criteri di progetto dai dati specifici del problema in esame. Per criteri di progetto si intendono quelle opzioni che, a partire dall'involuppo delle sollecitazioni, portano alla determinazione delle aree teoriche:

- redistribuzione dei momenti;
- armatura in asse o a filo appoggio;
- contributo delle staffe e dei ferri piegati per il taglio;
- aumento forfettario delle armature calcolate;
- ancoraggio delle armature.

I dati specifici del problema, invece, agiscono trasformando le aree teoriche in aree effettive:

- tensioni ammissibili nei materiali;
- diametri dei ferri longitudinali e loro impiego preferenziale;
- vincoli di armatura minima per disposizioni costruttive e di normativa;
- diametri delle staffe e numero braccia;
- imposizioni di armature comunque presenti (reggistaffe, reti).

Sia per quanto riguarda travi e solai che pilastri, sono state predisposte diverse opzioni in modo da avvicinarsi il più possibile al modo di operare dell'utente:

- Controllo delle dimensioni di progetto e proposta di sezioni ottimali: in funzione delle sollecitazioni calcolate la procedura propone i valori geometrici ottimali e consente eventual-

mente in modo interattivo di cambiare parametri di geometria ed armatura per ottimizzare la sezione;

- Armature teoriche: è l'opzione scelta dall'utente che vuole ricavare da solo le armature effettive. Le stampe comprendono, per travi e solai in un numero qualunque di sezioni, i valori degli involuppi di momento e taglio, le aree teoriche tenuto conto dei minimi di normativa e le tensioni nel calcestruzzo. Nel caso dei pilastri gli involuppi riguardano lo sforzo normale ed i momenti nelle due direzioni principali della sezione;
- Armatura effettiva e disposizione: l'opzione consente di controllare con molta precisione e sezione per sezione il processo che conduce dalle armature teoriche a quelle effettive;
- Verifiche di tensione: è la classica stampa da allegare alla relazione di calcolo con la verifica delle sezioni con le armature effettive nei punti più sollecitati;
- Fessurazione e deformazione: per travi e solai sono state implementate le verifiche in esercizio secondo il metodo degli stati limite. In ambedue i casi si tiene conto dello stato di tensione in ciascuna sezione e delle armature (tension stiffening);
- Schemi di armatura: negli schemi di armatura sono riportati in forma grafica tutti i dati relativi alle travate calcolate, sia in termini di carpenteria, sia di armatura longitudinale, sia di armatura a taglio.

Realizzazione degli elaborati esecutivi.

Questa fase della procedura è rivolta alla produzione degli elaborati definitivi da utilizzare in cantiere per la realizzazione della struttura precedentemente calcolata e dimensionata. La procedura DOLMEN consente al momento attuale di preparare disegni degli schemi di armatura di travi e solai.

Il concetto posto alla base della realizzazione di questa fase è stato, anche in questo caso, l'interattività e la possibilità per l'utente di apportare tutte le modifiche opportune in modo da ottenere disegni definitivi.

Questa scelta si antepone a quella riscontrabile nella maggior parte delle procedure reperibili, nelle quali la fase di disegno avviene in modo completamente automatico, con l'utente che deve accettare gli elaborati come proposti dall'elaboratore, con l'inevitabile necessità, in gran parte di casi, di dover provvedere manualmente a correzioni grafiche con notevole spreco di tempo e risorse.

Le modifiche che vengono solitamente apportate sono dovute sia a situazioni che non possono

essere spiegate all'elaboratore, quali presenza di fori, riduzioni di sezioni delle travi, zone di concentrazione di tensione ed altri, sia alla impossibilità di una procedura, per quanto perfezionata ed indirizzabile, di produrre automaticamente elaborati simili a quelli che avrebbe disegnato il progettista.

La procedura DOLMEN opera presentando all'utente lo schema di ciascuna travata o solaio e consentendogli di modificare con un immediato riscontro a video tutti i dati presenti. Le modifiche manuali sono integrate da una funzione che, in base alle scelte operate in un menù dall'utente, compie la maggior parte delle operazioni in modo automatico. Le travate, una volta controllate, modificate e completate, vengono memorizzate singolarmente.

L'ultima fase del lavoro è rappresentata dalla composizione delle tavole finali, con la possibilità di gestire più formati di disegno ed eventualmente realizzare anche con plotter di piccolo formato disegni di dimensioni maggiori, previo assemblaggio delle tavole elementari componenti. Su questo foglio logico l'utente dispone liberamente

le travi precedentemente memorizzate che possono anche essere integrate da disegni, tabelle e prescrizioni preparate con un programma di grafica elementare.

Conclusioni.

L'esperienza realizzata in questi ultimi due anni, sia nello sviluppo della procedura, sia nell'utilizzo della stessa da parte di numerosi utilizzatori operanti su tutto il territorio nazionale, ha portato una conferma sulla validità delle scelte operate e sulla efficacia della procedura.

Sono in programma nuove estensioni tra cui il dimensionamento dell'acciaio, la realizzazione di ulteriori elaborati grafici riguardanti pilastri e particolari costruttivi, l'inserimento di nuovi schemi strutturali per muri e pareti, l'analisi dinamica modale con spettro di normativa, il dimensionamento del cemento armato col metodo degli stati limite ed ulteriori modifiche che si renderanno necessarie per adeguare la procedura alla normativa in continua evoluzione.

La progettazione termotecnica di sistemi edificio-impianto

Michele CALÌ (*)

Come in moltissimi altri settori, anche in quello della termotecnica civile, ancorché con qualche ritardo, si estende progressivamente l'utilizzazione di strumenti automatici di calcolo. È probabilmente prematuro cercare di codificare ed analizzare nei più minuti dettagli una problematica tecnico-scientifica destinata a svilupparsi ancora moltissimo, ma si possono dare indicazioni su quelle che sono le principali linee di tendenza degli sviluppi attuali.

Il significato che si dà in questa nota al termine «automazione» è riferito esclusivamente al processo progettuale, cioè a quella fase in cui sono collegate la capacità di chi concepisce l'opera con la sua cultura specialistica con un insieme di regole codificate in procedure ed algoritmi. È ovvio che una completa automazione di questo processo, in grado di tener conto di tutte le possibili

varianti e di operare di conseguenza scelte adeguate in ogni situazione, è praticamente impossibile. Lo sviluppo di tecniche sempre più complesse e sofisticate consentirà di estendere il confine della zona coperta da una completa automazione delle procedure semplificando l'intero processo progettuale e contribuendo a renderlo più accessibile e meno costoso.

In qualsiasi settore dell'Ingegneria e dell'Architettura, la gestione automatica del progetto, perché questo possa essere eseguito da una macchina, impone come conseguenza necessaria una analisi rigorosa dei criteri e dei metodi che normalmente sono stati utilizzati per il calcolo fatto con strumenti tradizionali. In sintesi si può dire che da tale modo di procedere consegue che:

- si consente una volgarizzazione del processo progettuale che può essere gestito anche da persone meno qualificate di quanto non si avesse nella situazione di progetto tradizionale;
- si rende necessaria una analisi rigorosa delle procedure, razionalizzando il procedimento

(*) Ingegnere, professore Dipartimento di Energetica, Politecnico di Torino.

- con il pericolo di renderlo però meno flessibile, ingabbiandolo con regole troppo rigide;
- si permette una revisione critica dei criteri tradizionali aprendo e facilitando la sperimentazione di nuove vie.

In conclusione, senza dimenticare che nel processo progettuale esistono anche delle componenti creative la cui analisi sicuramente esula dai limiti di queste righe, si può dire che la componente «razionalizzabile» è costituita da un insieme di procedure ed indicazioni operative collegati tra di loro da vincoli formali, in genere equazioni e formule, scritti per permettere il conseguimento di un obiettivo che quasi sempre può essere anche esso espresso con relazioni matematiche.

Limitando il ragionamento al settore oggetto di queste note, la progettazione termotecnica nell'edilizia, si può esemplificare facilmente. Nello studio di un edificio dal punto di vista energetico, dal concepimento dell'idea all'opera realizzata e funzionante, è opportuno distinguere tra i «fattori» che occorre tenere sotto controllo e le «modalità» di calcolo con le quali se ne studiano le interazioni e gli effetti. Da questa analisi si possono individuare procedure logiche, metodi operativi di calcolo e quindi programmi e codici da inserire in un quadro di sistemi CAD.

I fattori da controllare sono:

- f1. Confortevolezza ambientale nelle zone abitate degli edifici;
- f2. Costo delle opere e degli impianti;
- f3. Fabbisogno (consumo) e velocità massima consentita di assorbimento (potenza installata) dell'energia necessaria a far funzionare il sistema esaminato;
- f4. Impatto ambientale.

Le modalità operative con cui si prendono in considerazione i suddetti fattori sono:

- m1. Calcolo di progetto;
- m2. Calcolo di simulazione e di verifica.

L'automazione della procedura m1. richiede di definire in termini analitici una «funzione obiettivo» F.O. dipendente, nel caso più generale, da tutti i fattori f1... f4. Se ai simboli f... si associano formalmente delle corrispondenti grandezze fisiche, il problema matematico è quello classico della programmazione lineare o non-lineare della ricerca della condizione di minimo della funzione:

$$F.O. = f(1/f_1, f_2, f_3, f_4)$$

dove con $1/f_1$ si è indicata la condizione di discomfort. Un calcolo di questo tipo in generale è molto complesso, sia perché le equazioni da scrivere sono numerose e difficili da trattare e richiedono quindi sofisticate tecniche di elaborazione, sia soprattutto perché con questo processo si cerca di ingabbiare in una struttura razionale un procedimento che necessita in molte sue fasi di scelte creative e di intuizioni che difficilmente possono esse-

re tradotte in formule o in sequenza di opzioni; quand'anche ci si riuscisse i risultati devono essere sottoposti ad un controllo severo e ad aggiustature successive che richiedono una grande interattività uomo-macchina, vanificando in parte alcuni vantaggi di una automazione spinta. Con ciò non si esclude di poter ottenere risultati validi ma soltanto in situazioni molto semplificate e ristrette a particolari componenti o sottosistemi degli edifici.

Più facili da usare e di uso più immediato e quindi di utilità maggiore, sono le procedure di tipo m2. di simulazione e verifica. Con questi termini si intendono quei calcoli nei quali sono completamente definiti tutti gli elementi che descrivono fisicamente un sistema, dimensioni, connessioni, caratteristiche e proprietà fisiche, ecc. Il calcolo da eseguire consiste nello scrivere le equazioni fondamentali dei fenomeni in gioco, in generale quelle di conservazione dell'energia e dello scambio termico, e di risolverle ricavando le grandezze incognite in funzione di quelle note (ad esempio il flusso di calore che attraversa una parete in funzione delle temperature all'interno ed all'esterno); se si desidera la descrizione del funzionamento nel tempo al variare delle condizioni di vincolo si ha il calcolo di *simulazione*; se invece si ipotizzano condizioni costanti nel tempo di tutte le grandezze, si ottengono le procedure cosiddette di *verifica*, tra le più diffuse ed utilizzate.

Il complesso delle applicazioni si può classificare in due grandi aree di attività:

- a) studi in microscala riferiti ad un intero edificio o a sue parti;
- b) studi in macroscala riferiti a sistemi che vanno da un complesso di edifici ad intere aree metropolitane.

Per ognuno dei due settori a. e b. si passeranno in rassegna alcune delle principali applicazioni con esempi.

Analisi di microscala: gli edifici ed i componenti

Per quanto riguarda il punto di vista termotecnico o più propriamente energetico, l'edificio deve essere pensato come una macchina che occupa un ben preciso volume nello spazio, all'interno della quale fluisce per cause naturali e artificiali energia in varie forme. Questo flusso deve essere qualificato, quantificato e controllato per garantire che negli spazi interni vengano mantenute condizioni di temperatura (e in alcuni casi di umidità relativa) comprese entro limiti di confortevolezza per chi tali spazi occupa. Poiché normalmente queste condizioni non possono essere mantenute, tranne in alcuni posti felici, semplicemente installando un sistema impiantistico che converte l'energia dei combustibili in forme più idonee, la tra-

sporta nello spazio interno e la distribuisce attraverso opportuni apparecchi terminali; l'energia quindi fluisce dagli spazi interni verso l'esterno in forme non più utilizzabili. Seguire il percorso dell'energia permette di individuare le zone che devono essere oggetto di studio ingegneristico e per le quali quindi si richiede un progetto eventualmente automatizzabile. Esse sono:

- a) Trasformazione dell'energia: centrali termiche e di condizionamento;
- b) Distribuzione ed utilizzazione dell'energia: reti di acqua calda e/o canalizzazioni dell'aria, con i rispettivi «terminali» (radiatori a termosifone, bocchette, ecc.).
- c) Flusso dell'energia verso l'ambiente esterno; studio dell'involucro edilizio e della sua interazione con il microclima esterno ed interno.

Ad ognuno di questi tre blocchi corrispondono sistemi fisici ben precisi: per ognuno di essi e talvolta per suoi sottosistemi si possono identificare procedure di progetto (m1) e di calcolo di simulazione (m2a) o di verifica (m2b) di cui alcune sono citate nella tabella.

Come si può vedere la maggior parte delle procedure fanno riferimento all'involucro esterno ed allo studio delle interazioni di questo con l'ambiente. Questa parte degli edifici si presta male a calcoli di progetto per la estrema complessità morfologica e di materiali delle strutture; per determinare in modo automatico caratteristiche geometriche e fisiche occorrerebbe una complessità di programmi che non trova giustificazioni economiche fondate. Più semplice ed utile è invece fare ricorso ad una progettazione interattiva: si risolvono più volte calcoli di verifica confrontando i risultati e modificando se lo si ritiene opportuno i parametri di calcolo. In questo modo si realizza

in pratica un modo di progettare di tipo «parametrico», che pur sfruttando le risorse del calcolatore, permette di evitare algoritmi complicati e di esercizio costoso.

Più agevole è il calcolo di progetto degli impianti di conversione e distribuzione dell'energia, per i quali sono più chiaramente definite le caratteristiche morfologiche, fisiche e funzionali.

Analisi di macroscala: i sistemi urbani

Dal punto di vista energetico il comportamento degli agglomerati di edifici non differisce in nulla da quello visto in dettaglio al paragrafo precedente: l'unica differenza è la pratica impossibilità di descrivere tutto il sistema con il minuzioso dettaglio richiesto per i singoli edifici, per l'enorme mole di dati necessaria e, nella quasi totalità dei casi per la effettiva indisponibilità di tali dati per un intero parco urbano; il costo della acquisizione di tali informazioni trascende sicuramente i vantaggi che se ne avrebbero. È questo un caso tipico in cui i calcolatori sono capaci di prestazioni adeguate, ma i dati necessari non sono disponibili. Ai fini del comportamento energetico gli edifici vengono descritti nelle loro strutture essenziali, trascurando il dettaglio degli interni, gli impianti sono classificati per tipologie e tipi di combustibile. La prestazione più interessante offerta dai sistemi informatici per questa applicazione è indubbiamente la possibilità di creare grandi archivi per programmi di gestione di Banche Dati nei quali inserire anche le caratteristiche termotecniche di involucri ed impianti: a questi è possibile agganciare procedure di previsione dei consumi di combustibili, modelli per la pianificazione degli interventi di risa-

Tabella: Procedure e programmi per il calcolo termico di edifici e componenti.

| Procedura applicativa | Sistema | Tipo di calcolo |
|--|---------|-----------------|
| — Calcolo del fabbisogno termico per riscaldamento | c. | m2b |
| — Calcolo del fabbisogno termico per condizionamento | c. | m2b |
| — Dimensionamento delle reti distribuzione acqua calda | b. | m1 |
| — Dimensionamento dei canali distribuzione aria per ventilazione e condizionamento | b. | m1 |
| — Verifica dell'isolamento di edifici secondo la legge 373 n. 30.4.1976 | c. | m2b |
| — Verifica dall'effetto dei ponti termici nelle strutture edilizie | c. | m2b |
| — Calcolo della trasmissione del vapore acqueo attraverso pareti | c. | m2b |
| — Calcolo di simulazione del comportamento termico di un edificio | c. | m2b |

namento energetico degli involucri edilizi, modelli per la valutazione dell'impatto ambientale sul territorio, ecc. Studi in questa direzione sono attualmente in corso nell'area metropolitana di Torino, in collaborazione tra il Dipartimento di Energetica del Politecnico e gli Enti di Governo Locali (cfr. [3]).

Una interessante applicazione della impiantistica termotecnica ai grandi sistemi è lo studio delle reti di riscaldamento urbano centralizzato o tele-riscaldamento. Sono stati messi a punto codici di calcolo che permettono di tracciare il percorso ottimale di tali reti in un sistema viario urbano, di calcolare le caratteristiche dimensionali (diametri dei condotti, lunghezza, isolamento, ecc.) date le esigenze di un bacino di utenza, e di simularne il comportamento fluidodinamico per diverse condizioni di carico. Dettagli su queste applicazioni si possono trovare in [4].

4. Conclusioni

Il rapido esame fatto dall'arte nel settore della Termotecnica per l'industria delle costruzioni civili consente di dire che questa disciplina utilizza solo in minima parte le potenzialità offerte da sistemi di progettazione assistita da calcolatore;

la causa va probabilmente ricercata nella importanza economica di un settore tra i più tradizionali della ingegneria e della architettura e nel basso valore aggiunto che molte operazioni comportano, lasciando poco spazio alla introduzione di tecniche costose. La riduzione del costo dei sistemi unita alla esigenza di attribuire sempre maggior valore al lavoro umano lasciano intravedere nel breve termine una diffusione sempre più grande di queste metodologie.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] M. CALÌ, G. V. FRACASTERO, C. GRECO, V. MARCHIS, *Modelling and Identification of Thermal Behaviour of Buildings*, in: Proc. IASTED Int. Symp. on Simulation, Modelling and Development, Cairo, Settembre 1981.
- [2] M. CALÌ, *I ponti termici e la loro correzione*, *Programma di Istruzione Permanente del Politecnico di Milano*, 22-26 Ottobre 1980.
- [3] M. CALÌ, G. PAVONI, G. RUSCICA, *Analisi di pre-fattibilità di interventi di conservazione energetica sul parco edilizio residenziale della città di Torino*, PT IFT GIS, giugno 1982.
- [4] M. CAIRA, M. CALÌ, M. CUMO, A. NAVIGLIO, *Calcolo e controllo di reti complesse di riscaldamento urbano*, Congresso A.I.R.U. su: Cultura e Tecnologia del Riscaldamento Urbano, Milano 24-25 maggio 1984.

Il CAD in Fiat Engineering: Applicazioni nella progettazione civile e impiantistica

Bruno BONI-CASTAGNETTI (*)

Fiat Engineering è una società di ingegneria che opera nel settore della progettazione delle opere di ingegneria. I settori applicativi sono: edile-architettonico, strutturale, infrastrutturale, ospedaliero, impiantistico (elettrico, fluidico, ecologico,...) A queste linee di progettazione si è di recente aggiunta l'Informatica Territoriale che ha come obiettivo lo sviluppo di Banche Dati grafico-numeriche per la gestione del territorio e delle infrastrutture. La necessità di aumentare la produttività, mantenendo elevati standard di qualità, ha indotto la società a dotarsi, circa tre anni fa, di un sistema di progettazione/disegnazione automatica mediante video grafici e computers (CAD: Computer Aided Design).

Attualmente Fiat Engineering dispone per il calcolo tecnico di quattro elaboratori DIGITAL della Serie VAX interconnessi in rete. Alla rete sono collegate sette stazioni grafiche Autotrol per il CAD. Con queste installazioni si sta completando la fase sperimentale di inserimento del CAD in azienda. I risultati soddisfacenti sinora ottenuti consentono di procedere per il futuro all'aumento del numero di stazioni di lavoro e all'ampliamento qualitativo delle applicazioni, passando dalla gestione separata delle fasi di disegno, calcolo e computo ad un'integrazione delle stesse (da Computer Aided Drafting a Computer Aided Design). Vengono qui di seguito brevemente illustrate alcune delle applicazioni dal CAD in Fiat Engineering.

Il CAD, nella progettazione civile

ESEMPIO DI APPLICAZIONE ALLA PROGETTAZIONE CIVILE (EDILIZIA RESIDENZIALE)

In questo intervento viene presentato un package di disegno e computo finalizzato alla progettazione, anche esecutiva, di edilizia residenziale tra-

(*) Ingegnere, Responsabile Informatica-Fiat Engineering S.p.A., Torino.

Si ringraziano i Sigg. G. Mastrocola, A. Tortia, C. Moisello, G. Fassinotti della Fiat Engineering e i Sigg. M. Sburati e R. Bevegni della società Autotrol per la collaborazione prestata.

dizionale. Esso sarà successivamente integrato con elementi di prefabbricazione e di carpenteria metallica in modo da coprire un ampio fronte applicativo rappresentato da:

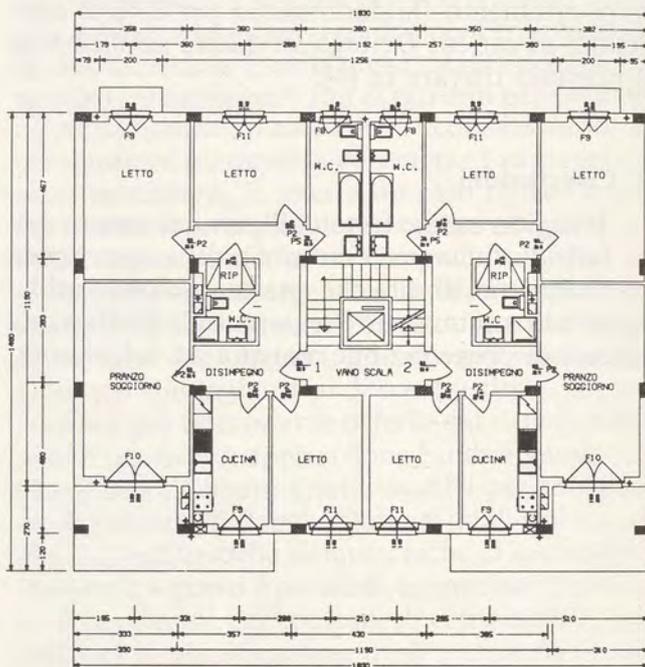


Fig. 1 - Pianta tipo dell'edificio.

- edilizia residenziale tradizionale;
- edilizia residenziale in prefabbricato;
- edilizia ad uso uffici;
- strutture industriali in carpenteria metallica e prefabbricato.

Si è deciso di affrontare il problema in 2D (Due Dimensioni) senza tentare, almeno per ora, approcci in 3D o in Solid Modelling; il motivo di questa scelta discende dalla necessità di gestire, con tempi di risposta accettabili, una notevole mole di particolari e di integrazioni grafico-numeriche.

L'interazione progettista-stazione di lavoro avviene mediante l'impiego di un «menù applicativo», sviluppato interamente alla Società, che, per questa applicazione, è costituito da due sezioni operative: una per il disegno, l'altra per il com-

puto ambedue finalizzati al progetto automatico di piante, sezioni e prospetti.

Nello sviluppare questa applicazione si è posta particolare attenzione al concetto di disegno su livelli logici diversi, in modo da poter:

1) garantire un processo di disegno ordinato e coerente con la necessità di predisporre in cascata i computi estimativi;

| SEZIONE | | FOGLIO 2 | | |
|---------|--|----------|-----------|---------|
| ART | DESCRIZIONE | QUANT. | PREZZO UN | IMPORTO |
| 22000 | PARETI INTERNE DIVISORI | | | |
| 22013 | Parete a cassa vuota, formata da due paramenti, eseguita con malta di calce idraulica, separati da camera d'aria e collegati con sabbette ad intervalli non superiori di m. 1.00 | 31.16 | 11 | 311 |
| 22015 | Parete a cassa vuota, formata da due paramenti, eseguita con malta di calce idraulica, separati da camera d'aria e collegati con sabbette ad intervalli non superiori di m. 1.00 | 10.13 | 11 | 101 |
| 22015 | Parete a cassa vuota, formata da due paramenti, eseguita con malta di calce idraulica, separati da camera d'aria e collegati con sabbette ad intervalli non superiori di m. 1.00 | 11.57 | 11 | 111 |
| 22015 | Parete a cassa vuota, formata da due paramenti, eseguita con malta di calce idraulica, separati da camera d'aria e collegati con sabbette ad intervalli non superiori di m. 1.00 | 10.13 | 11 | 101 |
| 22025 | Muricci in mattoni forati 6 fori press. ca 12 con malta di calce idraulica | 98.28 | 11 | 981 |

Fig. 2 - Computo della categoria d'opera PARETI INTERNE DIVISORI

2) realizzare l'integrazione orizzontale tra settori applicativi (edilizia, impiantistica termica, impiantistica elettrica) rendendo disponibili ad ognuno di essi solo le informazioni grafiche di base necessarie.

A titolo di esempio è riportata in fig. 1 la pianta tipo di un edificio di edilizia residenziale; la superficie totale di tale pianta, conteggiata al filo delle murature esterne, è di circa 260 mq.; gli alloggi per piano sono due. Le principali caratteristiche tecniche del fabbricato sono:

- struttura portante in c.a. con pilastri e plinti isolati;
- solai in laterocemento gettati in opera, con travi in spessore di solaio;

- murature a cassa vuota con paramento esterno in mattoni semipieni da 12 cm e paramento interno da 8 cm con interposto isolante;
- murature interne in semipieni da 10 e 12 cm;
- scala con rampante in c.a.;
- finiture come da specifiche del progettista.

Il report automatico contenente i computi è costituito da 14 tabelle di computi parziali di categorie d'opera e una tabella riassuntiva per l'intera opera.

Per ragioni di spazio e a puro titolo di esempio è riportata, nella figura 2, la tabella (Report) per la categoria d'opera *Pareti interne divisorie*.

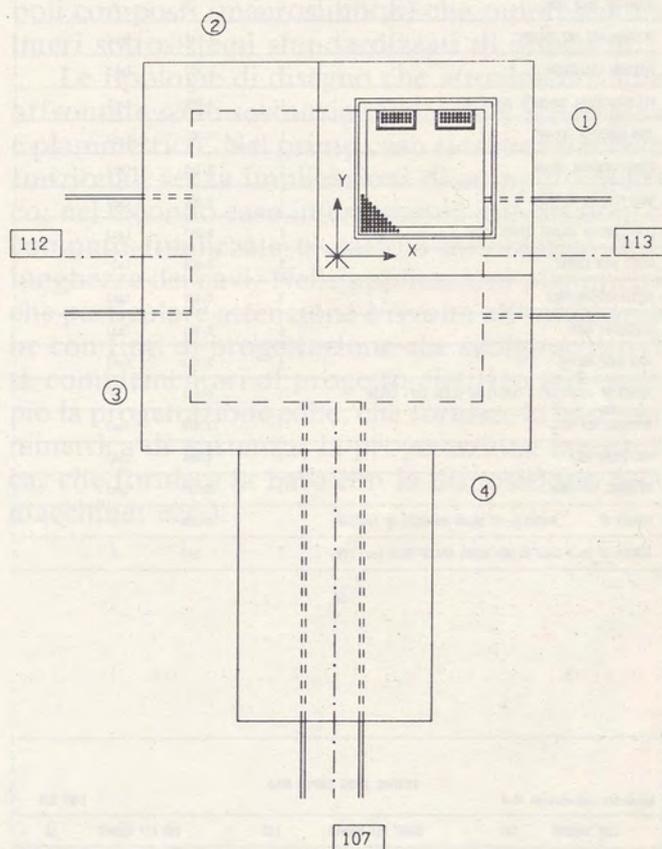


Fig. 3 - Esempio di uscita grafica automatica di un pozzetto per reti fognarie.

ESEMPIO DI APPLICAZIONE ALLA PROGETTAZIONE DI INFRASTRUTTURE FOGNARIE

Il package, sviluppato per il progetto di un'acciaieria all'estero, consente le seguenti operazioni:

- disegno della planimetria della rete con calcolo delle caratteristiche (angoli, quote, ecc.) dei collegamenti delle tubazioni;

- designazione in pianta di tutti i pozzetti della rete con disposizione dei tubi e posizionamento au-

tomatico dei coperchi, delle grate e delle pedate (step iron) in funzione della disposizione dei tubi;

- plottaggio automatico della lista dei ferri;
- computi completi della rete: volumi di scavo, volumi di calcestruzzo impiegati, lunghezze di tubazioni divise per diametro e loro scarti, superfici di pittura e di reinterro.

I disegni (fig. 3) contengono due tipi di informazioni: numeriche e grafiche. Le prime sono sostanzialmente delle legende da allegare ai disegni per facilitarne l'interpretazione. Si suddividono in tre gruppi:

| CENTRAL STORE CAMPUS AREA | | | | |
|--|----|----------|-------|--|
| Automatic computation V1.4 | | PAGE 63 | | |
| PIT NUMBER | 63 | PIT TYPE | AD-3' | |
| EXCAVATION VOLUME | | 19.218 | [ac] | |
| BAILING OUT VOLUME | | 10.293 | [ac] | |
| PIT BURY VOLUME | | 1.776 | [ac] | |
| BACK DROP BURY VOLUME | | 1.868 | [ac] | |
| TOTAL PIT BURY VOLUME | | 3.644 | [ac] | |
| TOTAL EXCAVATION BACK DROP VOLUME | | 5.152 | [ac] | |
| TOTAL EXCAVATION BACK DROP BAILING OUT VOLUME | | 2.759 | [ac] | |
| TOTAL LATERAL BACK DROP AREA | | 7.266 | [ae] | |
| NUMBER OF STEP IRON | | 7 | N | |
| INTERNAL PIT NET VOLUME | | 4.660 | [ac] | |
| INTERNAL PIT VOLUME | | 5.787 | [ac] | |
| PIT STRUCTURAL CONCRETE VOLUME | | 6.805 | [ac] | |
| LEAN CONCRETE VOLUME | | 0.803 | [ac] | |
| CEMENT MORTAR VOLUME | | 0.369 | [ac] | |
| BACK FILLING VOLUME | | 0.000 | [ac] | |
| LEAN CONCRET VOLUME (UNDER PIT) | | 0.297 | [ac] | |
| WATER STOP LENGHT | | 7.000 | [a] | |
| WATERPROOFING AREA | | 0.000 | [ae] | |
| BRICKWORK AREA | | 0.000 | [ae] | |
| BACK DROP VOLUME | | 2.422 | [ac] | |
| NUMBER OF RIGHT ANGLE JUNCTION, CLOSE CUP, CHAIN | | 04040 | N | |
| INTERNAL NET AREA | | 17.478 | [ae] | |
| POLYTHENE AREA | | 4.000 | [ae] | |
| EXTERNAL NET AREA | | 28.720 | [ae] | |
| NUMBER OF MANHOLE, OF 60x60 MANHOLE, OF GRATING | | 04140 | N | |
| NUMBER OF 30.0 [ca] 90 DEG BENDS AND OF 30.0 [ca] TEES | | 141 | N | |

a

| CENTRAL STORE CAMPUS AREA | | | | |
|--|----------------|------------------|----------------------------|------------------------|
| Automatic computation V1.4 | | PAGE 232 | | |
| TOTAL RESULT OF LINKS EVALUATION PIPE SITUATION | | | | |
| PIPE DIAMETER [ca] | NUMBER OF PIPE | TOTAL LENGHT [a] | TOTAL PIPE USED LENGHT [a] | TOTAL SCARP LENGHT [a] |
| 10.0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12.5 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 15.0 | 124 | 496.00 | 464.89 | 31.11 |
| 20.0 | 1 | 4.00 | 3.50 | 0.50 |
| 25.0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 30.0 | 317 | 1268.00 | 1163.94 | 104.06 |
| 35.0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 40.0 | 125 | 625.00 | 577.60 | 47.40 |
| 45.0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 50.0 | 44 | 220.00 | 192.55 | 27.45 |
| 60.0 | 53 | 265.00 | 239.50 | 25.50 |
| 70.0 | 13 | 65.00 | 59.50 | 5.50 |
| 80.0 | 17 | 85.00 | 78.53 | 6.47 |

c

| CENTRAL STORE CAMPUS AREA | | | | |
|---|-----|------------------|------|----------------|
| Automatic computation V1.4 | | PAGE 223 | | |
| LINK NUMBER | 107 | START PIT NUMBER | 113 | END PIT NUMBER |
| PITS DISTANCE | | 25.125 | [a] | |
| PIPE DIAMETER | | 30.0 | [ca] | |
| NUMBER OF COMMERCIAL PIPE | | 7 | N | |
| SCARP LENGHT | | 2.875 | [a] | |
| EXCAVING VOLUME | | 44.534 | [ac] | |
| BURY VOLUME: GRANULARE BEDDING | | 6.315 | [ac] | |
| BURY VOLUME: COMPACTED SOIL FILLING | | 2.603 | [ac] | |
| BURY VOLUME: LIGHTLY TAMPED SOIL FILLING | | 7.198 | [ac] | |
| BURY VOLUME: COMPACTED BACK FILLING | | 26.243 | [ac] | |
| LEAN CONCRETE VOLUME | | 0.000 | [ac] | |
| BEDDING & SURROUNDING OF REINFORCED CONCRETE VOLUME | | 0.000 | [ac] | |
| SIDE PLANE AREA OF PROTECTIVE ENCASING | | 0.000 | [ae] | |
| BAILING OUT VOLUME | | 5.033 | [ac] | |

b

| CENTRAL STORE CAMPUS AREA | | |
|---|--|---------------|
| Automatic computation V1.4 | | PAGE 234 |
| TOTAL RESULT OF LINKS EVALUATION EXCAVATION, BURY AND MATERIAL SITUATION | | |
| TOTAL EXCAVATION LINKS VOLUME | | 6708.882 [ac] |
| TOTAL GRANULARE BEDDING LINKS VOLUME | | 972.242 [ac] |
| TOTAL COMPACTED SOIL FILLING LINKS VOLUME | | 428.208 [ac] |
| TOTAL LIGHTLY TAMPED SOIL FILLING LINKS VOLUME | | 917.565 [ac] |
| TOTAL COMPACTED SOIL FILLING LINKS VOLUME | | 3978.606 [ac] |
| TOTAL LEAN CONCRETE LINKS VOLUME | | 1.115 [ac] |
| TOTAL BEDDING & SURROUNDING OF UNREINFORCED CONCRETE | | 8.772 [ac] |
| TOTAL BAILING OUT VOLUME | | 1577.209 [ac] |

d

Fig. 4 - Esempio di tabelle di computo per reti fognarie.

- 1) titoli e informazioni varie sul tipo e sul numero di pozzetti, sulla planoalimetria e sulle caratteristiche generali della rete (intestazione in alto sul disegno);
- 2) informazioni sulla disposizione delle tubazioni in relazione alle facce dei pozzetti (tabella in alto a destra nel disegno);
- 3) informazioni sulle tubazioni del back drop, sulle dimensioni delle grate e sul numero delle pedate (tabelle in basso a destra).

I disegni sono di due tipi:

- 1) disegno del pozzetto dal punto di vista angolare con la disposizione dei tubi che interessano il pozzetto;
- 2) disegno delle pedate e grate del pozzetto in esame.

A titolo di esempio nella figura 3 è riportato un pozzetto in cui l'apertura può essere disposta in corrispondenza dei quattro angoli del rettangolo tratteggiato spesso. In base alla disposizione dei tubi, il programma ha scelto per le grate e gli «step iron» la disposizione disegnata.

Nella fig. 4 sono riportati stralci dalle tabelle di computo relative a:

- computi dei pozzetti (fig. 4a);
- computi dei rami (fig. 4b);
- tabella riassuntiva delle lunghezze delle tubazioni (fig. 4c);
- tabella riassuntiva dei volumi di scavo (fig. 4d).

Il programma consente inoltre il calcolo e il disegno automatico delle tipologie dei ferri impiegate nelle armature dei pozzetti. Con questo pac-

kage è possibile progettare (disegnare e computare) cinque tipologie diverse di pozzetti ognuna delle quali è parametrica nelle dimensioni principali.

Il CAD nella progettazione impiantistica

ESEMPIO DI APPLICAZIONE ALL'IMPIANTISTICA ELETTRICA

Da più di un anno la progettazione e il disegno degli Impianti Elettrici in Fiat Engineering vengono quasi completamente effettuati in modo automatico impiegando le tecniche CAD. La disegno automatico si basa su una banca dati contenente circa 400 simboli elementari i quali a loro volta sono impiegati per creare librerie di simboli composti (macrosimboli) che rappresentano interi sottosistemi standardizzati di impianto.

Le tipologie di disegno che attualmente sono affrontate sono sostanzialmente due: schematico e planimetrico. Nel primo caso si trattano schemi funzionali senza implicazioni di computo metrico; nel secondo caso intervengono applicazioni di computo finalizzate al calcolo automatico delle lunghezze dei cavi. Nelle applicazioni planimetriche particolare attenzione è rivolta all'integrazione con Enti di progettazione che svolgono attività complementari al progetto elettrico (ad esempio la progettazione edile, che fornisce la base planimetrica di partenza; la progettazione meccanica, che fornisce la base con la disposizione delle macchine; ecc.).

CAEMIS: Un sistema integrato per il progetto e l'analisi di tubazioni

Roberto ROBERTI (*), Corrado BORAZZO (**), Nicola TRISTANO (***)

I recenti progressi della grafica computerizzata e della tecnologia ingegneristica rendono possibile automatizzare parti considerevoli del processo di progetto ed analisi di linee di tubazioni. Il CAD e le sue estensioni alla produzione ed alla gestione della produzione «computer aided» sono oggi tra gli strumenti fondamentali della produzione industriale.

Motivi di carattere generale hanno giustificato e giustificano l'affermazione dei sistemi CAD nel progetto industriale ed in particolare:

- *Miglioramento del prodotto:* l'uso delle tecniche CAD consente di migliorare sia la qualità che l'affidabilità dei prodotti, permettendo verifiche più complete con ripetuti ritorni sul modello simulato; la simulazione su computer, spesso, offre una alternativa poco costosa alle analisi di tipo sperimentale, permettendo analisi (di tipo numerico) di un numero elevato di casi con conseguente ottimizzazione del prodotto;
- *Riduzione dei tempi di sviluppo:* se esiste un obiettivo comune ad ogni tipo di industria per le applicazioni più diversificate, questo è proprio la minimizzazione dei tempi di produzione che si traduce automaticamente nella minimizzazione dei costi di produzione; la riduzione dei tempi e dei costi è tanto maggiore quanto più alto è il numero di operazioni ripetitive che un progetto presenta;
- *Aiuto alla soluzione di problemi complessi:* non si deve intendere che ogni problema, per quanto complesso esso sia, possa essere risolto con il solo CAD, però, in pratica, molte attività presentano degli aspetti per la cui soluzione il CAD rappresenta, oggi, l'unico strumento realmente valido; si pensi infatti ai problemi grafici legati alla progettazione dei circuiti integrati, alla complessità degli impianti nucleari, alla sistemazione di cavi e componenti nelle costruzioni aeronautiche, all'urbanistica; vi è un comune denominatore: in uno spazio definito

devono trovare posto un elevato numero di «circuiti» senza che interferiscano tra loro;

- *Miglioramento della documentazione:* la tendenza attuale di ogni settore dell'industria moderna è di automatizzare ogni fase della propria attività; questo comporta lo sviluppo e lo scambio di una grossa mole di dati ed informazioni; disporre di un «data base» accessibile e compatibile con diverse esigenze, costituisce, ormai da tempo, un obiettivo ambito dalla maggior parte delle aziende; anche se questo è ancora oggi un problema aperto, si può dire che il sistema CAD offre una soluzione allettante, tanto più se si pensa al fatto che ormai l'attenzione di tutti (industria, software house) è rivolto in questa direzione.

Focalizzando l'attenzione sulla problematica tipica della progettazione di un impianto, si possono individuare aspetti importanti che indirizzano tale progettazione verso un'automatizzazione sempre più spinta. I campi di applicabilità del CAD a un progetto superano l'aspetto puramente tecnico-progettuale e spaziano nei settori di organizzazione, coordinamento, controllo di interfaccia. Un'applicazione intensiva di queste metodologie porta ad una maggiore efficienza per due motivi concomitanti: centralizzazione gestionale e risparmio di tempo consentito dall'impiego del calcolatore.

Dal punto di vista tecnico si può arrivare all'automazione delle attività di calcolo e di disegno con l'impiego di programmi interattivi dedicati alle esecuzioni dei singoli aspetti. In questo senso un primo ambito è rappresentato dalla pura automazione di attività tradizionalmente svolte in modo manuale, quale la stesura di disegni e la preparazione dei file di input per i programmi di analisi strutturale.

La vera novità di questi nuovi strumenti, che evidenziano tutta la potenzialità sino ad ora inespressa dell'informatica applicata alle scienze ingegneristiche, è rappresentata dalla possibilità di ottimizzazione del progetto attraverso una fase di iterazioni di studio. L'analista, ad esempio nell'ingegneria strutturale, prende in esame per arrivare alla configurazione finale, a partire dallo schema di principio definito in partenza, varie soluzioni che portano ad un successivo miglioramento dello stato di sollecitazione della struttura, e nel contempo alla rimozione di conservativismi inutili che

(*) Dottore, Progest S.p.A., Torino.

(**) Ingegnere, Progest S.p.A., Torino.

(***) Ingegnere, Progest S.p.A., Torino.

graverebbero sui costi di produzione ed installazione. Per eseguire le iterazioni intermedie con il procedimento tradizionale «modifica del file di input-esecuzione della nuova analisi-ottenimento dei risultati», viene richiesto un tempo materialmente assai elevato e un costo non trascurabile in termini di ore/uomo e di tempo macchina. Utilizzando la tecnica CAD si perviene alle risposte quasi in tempo reale grazie a programmi strutturali che eseguono analisi semplificate e forniscono informazioni sulle differenze di risultati legate al singolo aspetto che si studia in modo parametrico.

Il progetto di un sistema di tubazioni e dei relativi supporti coinvolge un'organizzazione complessa, richiede l'impiego di personale tecnico di strutture diverse e il maneggio di una documentazione valutabile in diverse migliaia di disegni e specifiche. I settori coinvolti sono:

- il project per le attività di organizzazione e coordinamento;
- gli uffici tecnici per i problemi di progettazione, calcolo e verifica risultati;

- l'archivio per la gestione dei documenti di ingresso e di quelli prodotti: registrazione, distribuzione, aggiornamento delle revisioni;
- la garanzia della qualità per il controllo del rispetto delle procedure, del corretto flusso dei dati di ingresso applicabili e del trasferimento dei risultati intermedi di interfaccia.

Per gestire nel modo più efficiente e rapido tutte le informazioni applicabili ad un progetto e per ridurre i margini di errore, insiti nel trasferimento al personale tecnico delle informazioni nella revisione applicabile e nel loro successivo utilizzo, si deve provvedere all'automazione spinta del trattamento di tali dati. Il sistema CAD fornisce il necessario ausilio attraverso la creazione e la gestione di un data base contenente tutte le informazioni necessarie per lo sviluppo di un progetto:

- archiviazione automatizzata della documentazione e sua gestione «dinamica» (aggiornamento, distribuzione);
- produzione dei «P&ID» funzionali per i sistemi di linee di tubazione;
- informazioni sui tipi di sezioni di tubi e travi

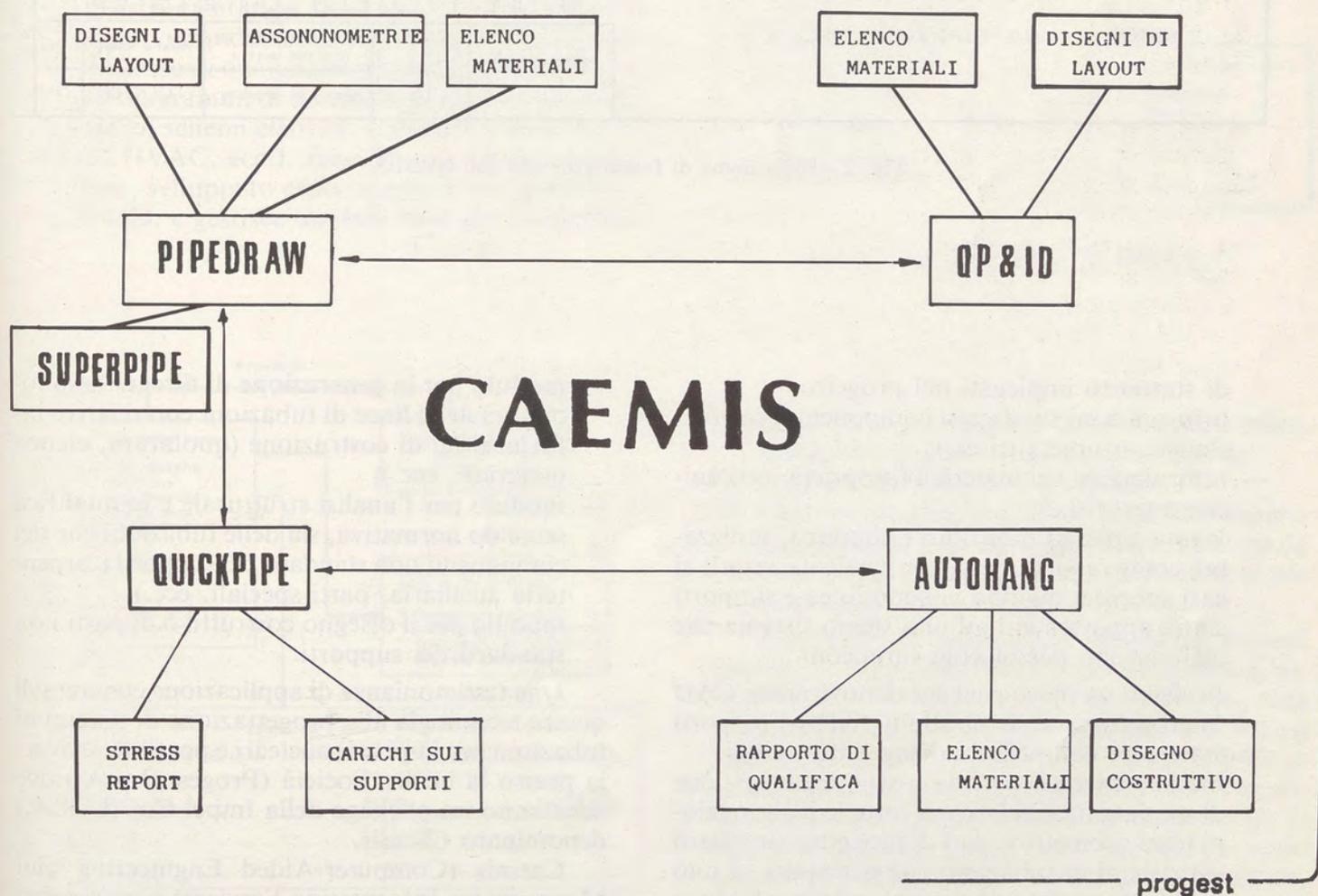


Fig. 1 - Il package Caemis.

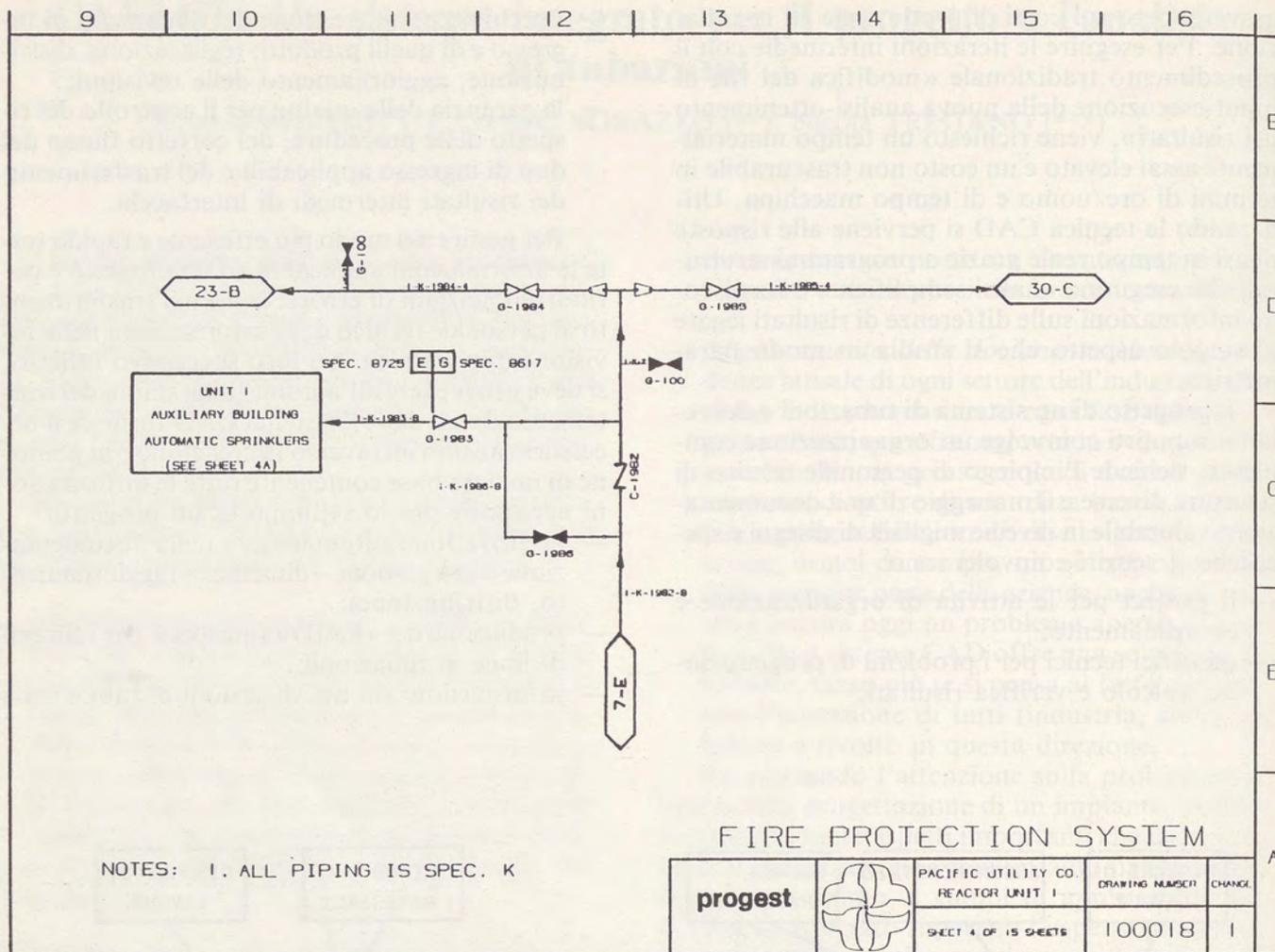


Fig. 2 - Diagramma di flusso generato con QP&ID.

- di supporto impiegati nel progetto;
- informazioni sui diversi componenti (valvole, flange, strumentazione);
- informazioni sui materiali (proprietà meccaniche e termiche);
- layout tipici di tubazioni e supporti, utilizzabili come modelli base, per particolarizzarli ai casi specifici quando vi sono linee e supporti simili appartenenti ad uno stesso sistema che differiscono per piccole variazioni.

In sintesi un tipico package di programmi CAD per la progettazione di tubazioni e relativi supporti risulta essere composto dai seguenti moduli:

- modulo interattivo per la creazione e la gestione di un data base relativo a tutte le informazioni (dati geometrici, dati di progetto, standard) sui sistemi di tubazioni, sia orientato ad uno specifico progetto sia generalizzato e valido per più progetti;

- modulo per la generazione di disegni assometrici delle linee di tubazioni con relative informazioni di costruzione (quotatura, elenco materiali, ecc.);
- modulo per l'analisi strutturale e la qualifica secondo normativa, sia delle tubazioni che dei componenti non standard dei supporti (carpenteria ausiliaria, parti speciali, ecc.);
- modulo per il disegno costruttivo di parti non standard dei supporti.

Una testimonianza di applicazione concreta di questa tecnologia alla progettazione di sistemi di tubazioni per impianti nucleari è possibile trovarla presso la nostra Società (Progest S.p.A.) ove adottiamo un package della Impel Co. (U.S.A.) denominato Caemis.

Caemis (Computer-Aided Engineering and Management Information Services) è un sistema integrato di computer (hardware e software) che

include i programmi di applicazione QP&ID (diagrammi di flusso), Pipedraw (progetto di tubazioni ed analisi), Quickpipe (analisi di tubazioni) e Autohang (progetto ed analisi per supporti di tubazioni).

Nei procedimenti di progettazione/analisi, l'utente inserisce i dati nel data base del Caemis attraverso il Pipedraw. Il data base del Pipedraw contiene le informazioni necessarie sulle tubazioni ed i componenti richieste durante la creazione di assonometrie di tubazioni e per l'analisi. Usando il modello matematico creato con il Pipedraw, il Quickpipe esegue le analisi statiche e/o dinamiche e la verifica secondo la normativa applicabile.

Il Quickpipe può anche essere usato per ottimizzare il posizionamento dei supporti. I risultati delle analisi delle tubazioni vengono forniti all'Autohang per completare il ciclo del progetto. L'Autohang dispone di software grafico per il disegno di strutture di carpenteria e supporti standard. Eseguisce inoltre la verifica delle strutture stesse, secondo normativa.

Modulo QP&ID

QP&ID è l'abbreviazione di «Quick Process and Instrumentation Diagrams». Con il QP&ID si possono rapidamente creare schemi e diagrammi di flusso di qualunque processo industriale così come diagrammi di sistemi di strumentazione (ad esempio; schemi elettrici, schemi di flusso per sistemi HVAC, ecc.). Esso è un programma interattivo, sviluppato espressamente per applicazioni P&ID, e gestisce un data base che comprende

dati tecnici, librerie di simboli grafici personalizzabili, con i quali si possono creare schemi completamente annotati e quotati. È un modulo Caemis, compatibile con gli altri moduli esistenti, di cui utilizza gli stessi principi di funzionamento e lo stesso modulo grafico: Caemis Graphics.

Un esempio di diagramma sviluppato con QP&ID è riportato in figura 2.

Modulo PIPEDRAW

I metodi tradizionali (manuali) per modellazione e layout di piping seguono le seguenti fasi:

- 1) Generazione di assonometrie di linee attraverso normale disegno;

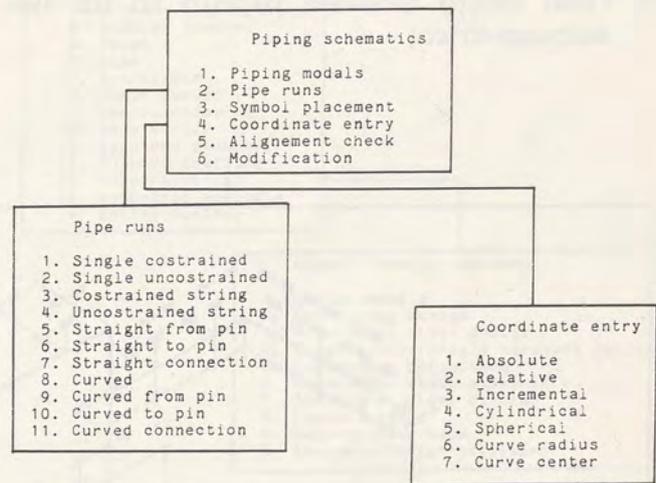


Fig. 4 - Esempio di menu del Pipedraw.

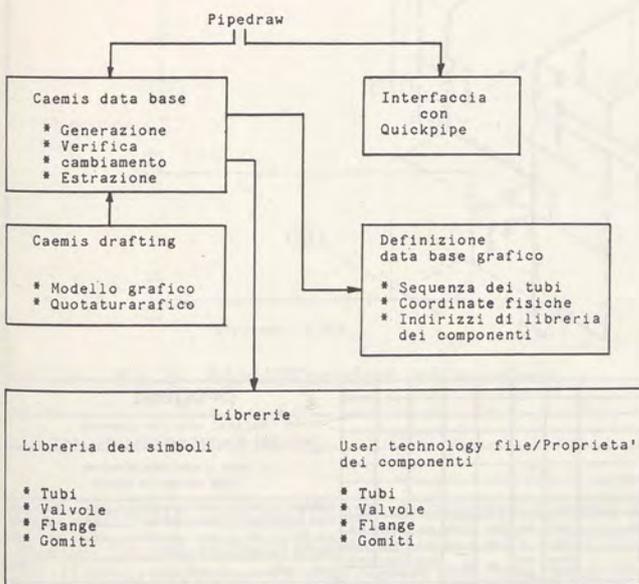


Fig. 3 - Interfaccia Pipedraw/Caemis.

- 2) Produzione dal disegno di un modello matematico attraverso un analista di piping;
- 3) Produzione di input per analisi;
- 4) Aggiornamenti manuali del modello computerizzato e disegno del modello matematico da parte dell'analista per adeguare i cambi di posizionamento dei supporti.

Il Pipedraw automatizza ed integra questi passi manuali, includendo l'interfaccia all'analisi. L'interazione del Pipedraw con il Caemis ed il suo data base è indicata in figura 3. Il modello di piping risiede nel data base grafico. Due librerie generate dall'utente definiscono i simboli (valvole, gomiti, ecc.) e le proprietà dei componenti delle linee richieste per le analisi. La tubazione è rappresentata graficamente da un wireframe. Questa tecnica richiede solo la modellazione della linea d'asse del tubo.

che i tubi curvi abbiano una transizione graduale ai tubi dritti (condizione di iso-tangenza). Come controllo ulteriore, può essere prodotto l'elenco dei materiali per ottenere un conteggio dei componenti raggruppati secondo lo schedule ed il materiale.

Un esempio di modello finito è riportato in figura 5.

A questo punto l'utente può selezionare il menù appropriato per produrre un file di interfaccia per il Quickpipe o un file neutro (un file formattato che può servire come file intermedio per qualsiasi programma di piping).

Modulo QUICKPIPE

Il Quickpipe abilita l'utente a qualificare il sistema di piping come prodotto dal Pipedraw ed a ridurre il numero totale dei supporti. Il programma Quickpipe è diviso in tre segmenti di base: un

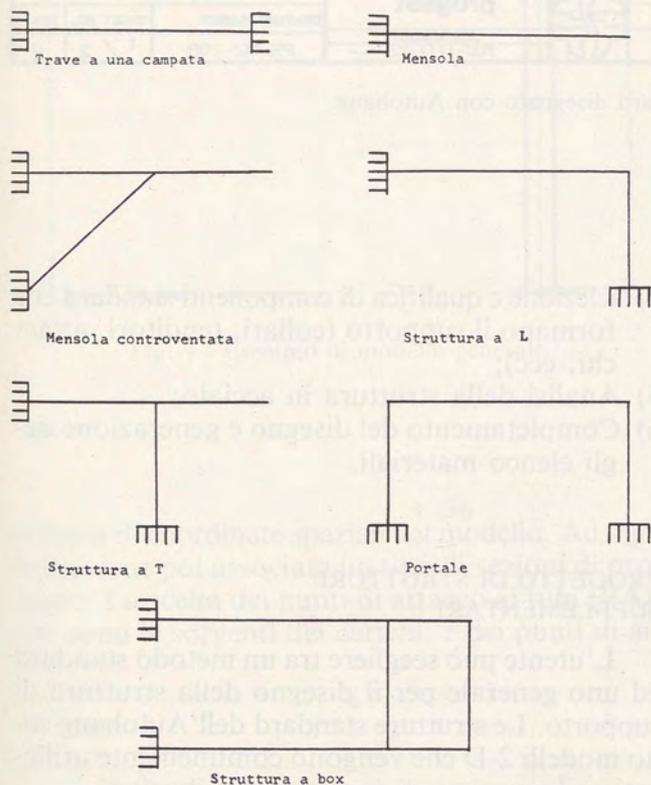


Fig. 6 - Modelli standard dell'Autohang.

pre-processor, un segmento di ottimizzazione ed analisi ed un post-processor.

Il pre-processor fa uso esteso del data base dell'impianto che contiene i dati per l'analisi. L'analisi e l'ottimizzazione sono eseguite da un seg-

mento la cui struttura è parallela a quelle del programma Superpipe. Il post-processor provvede alla generazione di tutti i sommari e le informazioni pertinenti alla soluzione di configurazione dei supporti.

Il data base dell'impianto del Quickpipe, che è specificato per ogni impianto, è costituito da due parti:

- 1) Dati relativi agli spettri per le analisi e spettro di risposta corrispondenti all'inerzia dinamica;

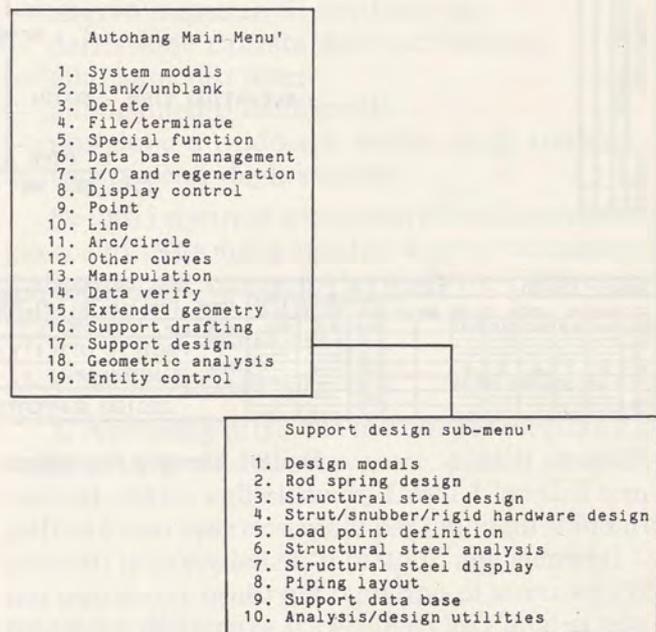


Fig. 7 - Esempi di menu dell'Autohang.

- 2) Specifiche per le equazioni di codice per ASME Classe 2/3, ANSI B31.1, B31.3, B31.4, B31.8 o codici giapponesi, tutti comprensivi delle richieste di combinazioni e per i casi di carico e le specifiche per le analisi a spettro di risposta.

OPERAZIONE DEL PROGRAMMA

Il Quickpipe guida l'utente, attraverso una serie di richieste, nella fase di input dei dati per l'analisi.

All'utente è richiesto di selezionare una delle tre funzioni base del Quickpipe per eseguire:

- Controllo: analisi statica preliminare per identificare le zone della linea che possono essere sovra-supportate per l'espansione termica o sotto-supportate per i carichi dinamici;
- Analisi: come stabilito dai dati di input, potenzialmente consistente di casi di carico statici e di analisi a spettro di risposta;

delli generali possono essere strutture 2-D o 3-D con qualsiasi numerazione e numero di supporto. La costruzione è fatta posizionando punti e linee, che poi diventeranno gli assi dei profilati, in un

tacco alla struttura (SA), punti in cui i carichi vengono trasferiti alla struttura, completa al definizione del modello.

SELEZIONE DEI COMPONENTI STANDARD

Gli utenti possono ottenere automaticamente la selezione e la qualifica dei componenti oppure possono definirli singolarmente. Attualmente il programma offre la possibilità di scegliere tra U-bolt, sospensioni rigide o a molla, tirante puntone, snobber. Ognuno di questi componenti passa attraverso controlli obbligati in modo da verificare l'accettabilità del progetto.

Sono inclusi controlli per:

- angolo massimo di oscillazione;
- deflessione causata dall'oscillazione;
- allungamento aste;
- allungamento delle molle;
- posizione a caldo e a freddo degli snobber;
- spostamenti degli snobber.

Se tutti i controlli sono superati dall'assemblaggio scelto, Autohang produrrà automaticamente il disegno del supporto tra il PA e l'SA corrispondenti.

ANALISI STRUTTURALE

L'Autohang offre due metodi per eseguire l'analisi strutturale delle travi: analisi semplificata ed analisi agli elementi finiti. L'analisi semplificata può essere eseguita per i modelli standard descritti in precedenza. Il metodo agli elementi finiti può essere usato per ogni tipo di struttura. La maggiore differenza tra i due è che l'analisi semplificata è eseguita localmente mediante routines e dati contenuti nel programma stesso. Quando è richiesta un'analisi rigorosa, i dati geometrici e le condizioni di carico sono scritti su un file neutro che può essere utilizzato dal programma di analisi.

L'Autohang dispone attualmente dell'interfaccia con i programmi Intersupport e GT-Strudl per i quali genera il file di input. La sessione di lavoro è completata con l'attività di drafting e la generazione dell'elenco materiali.

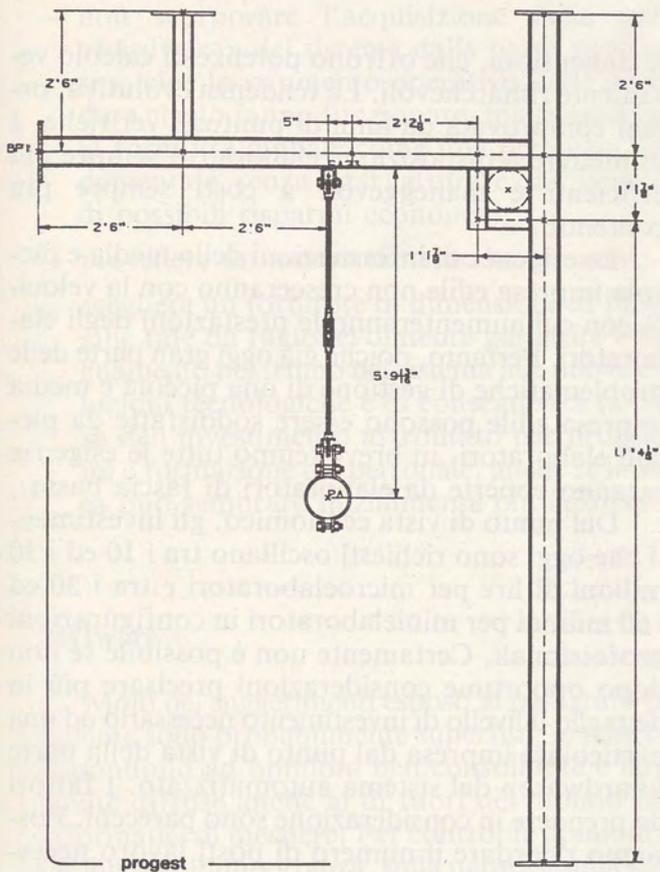


Fig. 9 - Esempio di modello generale.

sistema di coordinate spaziali del modello. Ad ogni linea viene poi associata un tipo di sezioni di profilato. La scelta dei punti di attacco ai tubi (PA), che sono le sorgenti dei carichi, e dei punti di at-

Prospettive per l'introduzione di un sistema informativo automatizzato nella gestione dell'impresa edile

Daniele MUNARI (*)

Lo sviluppo della tecnologia degli elaboratori elettronici e delle metodologie per il trattamento dell'informazione hanno aperto prospettive molto interessanti in termini di miglioramento dell'organizzazione e dell'efficienza gestionale in tutti i settori industriali e quindi anche in quello edile.

Poiché, però, l'introduzione di un sistema informativo nel contesto aziendale ha per molto tempo richiesto la disponibilità di notevoli risorse economiche, sia per gli investimenti necessari all'acquisizione degli strumenti operativi, sia soprattutto per gli investimenti indispensabili ai fini della formazione del personale, i benefici più sostanziosi provenienti dall'informatica sono stati a lungo appannaggio solo delle imprese edili di grosse dimensioni.

Tuttavia, alcuni eventi significativi nel processo evolutivo del settore elettronico ed informatico hanno favorito in questi ultimi anni l'introduzione degli elaboratori elettronici nella media e piccola impresa edile. Tale processo è soltanto agli inizi e i risultati parziali ad oggi raggiunti sono stati in alcuni casi abbastanza brillanti, ma più spesso gravemente deludenti. Si può ragionevolmente dire che il grosso del lavoro deve ancora essere svolto e che gli imprenditori edili devono ancora formarsi una cultura specifica sul problema dell'informatica. In tale ottica ci pare dunque opportuno mettere in evidenza i momenti più significativi del cammino da percorrere, segnalando per ciascuno di essi gli aspetti più delicati e suggerendo comportamenti adeguati.

Nei paragrafi che seguono esamineremo in successione le problematiche connesse alla scelta delle componenti fisiche («hardware»), logiche («software») e umane (personale) e concluderemo con indicazioni di strategia generale.

Hardware

Per il problema in esame l'elemento fondamentale che deve essere tenuto presente è la disponibilità sul mercato di elaboratori di medie e picco-

le dimensioni, che offrono potenze di calcolo veramente rimarchevoli. La tendenza evolutiva, ormai comprovata da anni di puntuali verifiche, è di mettere a disposizione elaboratori sempre più efficienti e maneggevoli a costi sempre più contenuti.

Le esigenze di informazioni della media e piccola impresa edile non cresceranno con la velocità con cui aumenteranno le prestazioni degli elaboratori. Pertanto, poiché già oggi gran parte delle problematiche di gestione di una piccola e media impresa edile possono essere soddisfatte da piccoli elaboratori, in breve tempo tutte le esigenze saranno coperte da elaboratori di fascia bassa.

Dal punto di vista economico, gli investimenti che oggi sono richiesti oscillano tra i 10 ed i 30 milioni di lire per microelaboratori e tra i 30 ed i 60 milioni per minielaboratori in configurazioni professionali. Certamente non è possibile se non dopo opportune considerazioni precisare più in dettaglio il livello di investimento necessario ad una particolare impresa dal punto di vista della parte «hardware» del sistema automatizzato. I fattori da prendere in considerazione sono parecchi. Possiamo ricordare il numero di posti lavoro necessari, i piani di sviluppo a medio termine (2-3 anni), la quantità di dati da gestire, la velocità di risposta auspicata, la conformità del sistema con l'organizzazione interna dell'azienda in quanto ad aree funzionali, e così via. Non si può a prima vista nemmeno dire che una piccola impresa edile ha bisogno di un microelaboratore ed una media impresa edile di un minielaboratore, perché evidentemente il sistema informativo è legato più al livello di automatizzazione che si vuole raggiungere che non al fatturato dell'azienda.

Alcune indicazioni generali molto importanti possono essere fornite:

- evitare accuratamente l'acquisizione di un sistema che richieda la costituzione di un «centro di calcolo» all'interno dell'azienda, con locali e personale dedicato, perché le moderne tecnologie non richiedono più particolari condizionamenti ambientali e consentono al personale già presente di utilizzare gli elaboratori dopo modesti corsi di addestramento;
- farsi consigliare da un esperto nella scelta del sistema, perché in questa fase di rapidissima

(*) Ingegnere, Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Politecnico di Torino.

evoluzione dei prodotti e di pesante azione commerciale da parte dei fornitori è molto facile farsi ingannare, se non si ha una approfondita conoscenza specifica del mercato (la figura del consulente del sistema informativo deve diventare abituale, come quella del progettista di strutture, del commercialista e del medico curante);

- non scorporare l'acquisizione della parte «hardware» del sistema dalla parte «software», cioè lo strumento operativo dalle procedure che lo fanno funzionare, ma considerare la fornitura globale come una premessa fondamentale, senza farsi catturare dall'illusione di possibili risparmi economici;
- prevedere un ammortamento su tre anni;
- scegliere un fornitore di dimensioni ed immagine tale da ragionevolmente garantire l'adeguamento nel tempo del sistema alle nuove evoluzioni tecnologiche e di conseguenza la difesa dell'investimento affrontato per programmi e formazione del personale, anche se la scelta può sembrare inizialmente più costosa.

Software

Molti dei suggerimenti esposti al paragrafo precedente sono probabilmente superflui, perché corrispondono ad opinioni ben consolidate e largamente diffuse anche al di fuori del mondo degli informatici di mestiere. Per contro, le opinioni del pubblico sull'importanza, sulla natura e sulla scelta del «software» sono assai più confuse. Mentre nessun imprenditore edile penserebbe di progettare un elaboratore per il proprio sistema informativo, perché coglie immediatamente l'importanza di un'organizzazione industriale specifica ai fini di costi contenuti e qualità elevata di produzione, sono molti gli imprenditori che hanno scelto e scelgono di sviluppare autonomamente le procedure applicative commissionandole in economia a consulenti occasionali o affidandole alla propria struttura interna.

È essenziale pertanto ricordare che lo sviluppo di procedure applicative ha ormai tutti i connotati, e quindi i rischi ed il fascino, di una qualsiasi attività industriale. Si richiedono investimenti di notevoli dimensioni per produrre buoni programmi ed i costi di sviluppo devono essere distribuiti su un mercato vasto per essere economicamente accettabili; la struttura di produzione comporta notevole esperienza di gestione, conoscenza dei prodotti offerti dal mercato mondiale, capacità di delicate scelte strategiche proiettate su anni a seguire, organizzazione interna, volontà di crescita e di reinvestimenti.

Si tratta di fattori ben noti a tutti gli imprenditori, perché quotidianamente applicati nella gestione della propria azienda. Purtroppo, non è ancora ben chiaro al grosso pubblico che tutti questi principi si applicano alla produzione del «software» e che chi lo dimentica è destinato necessariamente a subire un danno a breve o medio termine.

L'origine della falsa prospettiva è da ricercarsi soprattutto nella massiccia azione promozionale dei rivenditori di piccoli elaboratori i quali, per accrescere le vendite, inducono a credere che lo sviluppo ed il mantenimento di programmi applicativi sia un problema di facile soluzione. Ciò è falso. Un'analisi approfondita per organizzare un sistema informativo è un compito altrettanto arduo e professionale della realizzazione di un progetto architettonico o strutturale. Lo sviluppo di programmi richiede esperienza, molta organizzazione, continuo adeguamento tecnologico; il mantenimento di programmi comporta l'esistenza di una struttura solida e duratura; l'affinamento di procedure specializzate diventa possibile soltanto se si conquista un mercato specifico di dimensioni sufficienti a consentire reinvestimenti finalizzati all'applicazione stessa.

Non è possibile per una piccola o media impresa edile affrontare i costi di una struttura interna di sviluppo di procedure ed è sbagliato tentare di ottenere soluzioni cosiddette «personalizzate», che nascono dal presupposto di essere in una situazione assolutamente anomala, «diversa», «unica». I risparmi apparenti di certe soluzioni «in economia» si dissolvono nei lunghi tempi morti necessari allo sviluppo, mentre le macchine già acquisite restano inutilizzate, nei costi spropositati dei successivi aggiornamenti, che vengono pagati come una produzione originale, nella disorganizzazione di un sistema informativo debolmente integrato, in cui persone diverse in tempi diversi hanno portato contributi autonomi.

Il mercato mondiale conferma queste osservazioni. Ovunque, ma soprattutto nel mercato americano del «software», che è a giudizio unanime il più moderno ed avanzato, si assiste alla nascita di strutture industriali di produzione e distribuzione di prodotti altamente qualificati, di facile uso, di basso costo, che con un po' di esperienza e di creatività consentono ad un utente medio di risolvere molti problemi.

Il miglior suggerimento che si possa dare è di pretendere da se stessi, dai propri collaboratori e dai propri fornitori un quadro ben preciso dei costi e delle caratteristiche operative del sistema informativo che si decide di installare, avvalendosi opportunamente della consulenza di un esperto e accettando l'affermazione che la pirateria del «software» e il rifiuto della consulenza professionale sono scelte economicamente improduttive.

Componente umana

Se i costi ed i metodi dello sviluppo di «software» sono poco noti e spesso troppo trascurati, la situazione diventa ancora più problematica e imbarazzante quando si affronta l'argomento «formazione del personale» e «acculturamento aziendale in vista di un sistema informativo.

Probabilmente, fra i grossi settori industriali quello dell'edilizia conserva in modo preminente le sue origini artigianali. Soprattutto nella piccola e media impresa edile è praticamente sconosciuta l'abitudine ad investire sulla formazione del personale destinato all'amministrazione e alla gestione, funzioni che molto spesso restano accentrate nei titolari, insieme ai compiti istituzionali di acquisizione lavori e di strategia generale.

Metodi amministrativi, tecniche di organizzazione interna, sistemi di raccolta ed elaborazione di dati, che sono da molto tempo ben noti e diffusamente adottati in altri settori industriali, sembrano poco conosciuti nel settore edile. Mancano organigrammi, schemi di suddivisione funzionale, metodi efficienti per la trasmissione dell'informazione; la gestione del magazzino è spesso sconosciuta; non si fanno budget preventivi, programmi lavoro, modelli finanziari. La crescita dell'azienda è affidata alla tradizione orale da padre in figlio; importanti informazioni sono confinate nella testa di vecchi e fidati collaboratori. Poiché d'abitudine si considera una spesa inutile qualunque studio di organizzazione aziendale, non si è disposti ad investire per migliorare il modello di funzionamento dell'impresa: in pratica non si vuole cambiare.

Su queste premesse nasce un pericoloso malinteso. Di fronte all'inserimento di un sistema automatizzato, non si discute sul costo dello «hardware», che viene accettato come per una qualsiasi altra macchina da cantiere; si cerca di risparmiare sul costo del «software», che ha la sfortuna di non poter essere «toccato», ma solo visto; si respinge aprioristicamente l'idea di dover spendere in formazione del personale o studio di un modello funzionale, che non può nemmeno più essere visto, ma solo concepito. Per questo motivo, si va spesso incontro a forti delusioni o a costi successivi non previsti in anticipo.

Conclusioni

Per quanto riguarda la componente «hardware» si è visto che le tendenze evolutive sono estremamente rosee per la piccola e media impresa edile. Il miglioramento dei prodotti e l'abbattimento industriale dei costi sono processi in atto di cui l'imprenditore edile prende coscienza senza dover intervenire.

La componente «software» presenta qualche maggiore incognita, ma il mercato evolve da solo verso metodi industriali ed il meccanismo della concorrenza è il miglior garante del continuo affinamento dei prodotti. L'imprenditore edile deve muoversi con più cautela, ma può ancora restare al di fuori del processo produttivo.

Invece, per quanto riguarda il processo di acculturamento nella gestione dell'impresa, l'imprenditore è costretto a diventare parte attiva. Su due fronti. Da un lato, all'interno della propria azienda, in ambito individuale, per poter favorire il processo di crescita del personale e partecipare all'evoluzione delle metodologie informative. Dall'altro, sul piano associativo e politico per pretendere un'azione sociale volta ad incentivare il processo di diffusione nel settore edile di una più profonda cultura di gestione aziendale.

Infatti se il sistema economico, tramite le regole di mercato e l'incentivo di proventi, provvede da solo agli investimenti necessari allo sviluppo dello «hardware» e del «software», solo un intervento associativo o politico, non un interesse privatistico, può procurare i finanziamenti necessari per una spiccata azione di diffusione di cultura.

Questa azione deve anche diventare operativa in tempi brevi, perché la tecnologia è ormai pronta a recepire personale qualificato e l'introduzione di sistemi automatizzati nelle imprese edili richiede la disponibilità sul mercato di un numero elevato di operatori preparati, sia a livello di tecnici intermedi, sia a livello di laureati. Al momento attuale, né la scuola secondaria, né l'università hanno avviato azioni specifiche per colmare tale grave lacuna, e la piccola e media impresa edile si trova davanti al dilemma di rimandare decisioni strategiche vitali oppure affrontare nella formazione e ricerca del personale i noti disagi che si verificano quando la domanda è molto superiore all'offerta.

Studio di offerte e controllo di gestione delle commesse in corso

Alberto SCUERO (*)

L'azienda che rappresento è una impresa generale di costruzioni civili industriali stradali e più in generale, di infrastrutture operante in Italia ed all'Estero. I nostri committenti sono principalmente Enti Pubblici i quali affidano i contratti per l'esecuzione dei lavori a seguito di gara di appalto, e pertanto lo studio e la qualificazione delle opere oggetto delle gare riveste per noi una grandissima importanza; anche perché una non accurata valutazione può voler dire sostanzialmente due cose: o la mancata aggiudicazione dei lavori oppure la aggiudicazione a prezzi che non coprono i costi reali che presumibilmente si incontreranno.

L'aver introdotto in azienda un sistema di elaborazione dati ha costituito un decisivo miglioramento sulla qualità dello studio delle offerte sui tempi in cui questo studio viene effettuato e relativi costi, sulla possibilità di seguire l'andamento della commessa agganciando i risultati ottenuti in cantiere con le assunzioni fatte in fase di offerta.

Parlerò innanzitutto dello studio delle offerte, riferendomi per praticità al caso concreto della costruzione di una strada e relative opere d'arte, da eseguire in un paese africano.

La prima fase dello studio consiste nella determinazione di tutti i costi che contribuiscono a formare il costo orario della mano d'opera, suddivisa per categoria. Tali costi sono: quota di salario pagata in valuta, quota di salario pagata in moneta locale, ferie, tredicesima, indennità di fine rapporto di lavoro, incidenza di oneri sociali, contributi, accantonamenti e tasse varie, ecc. Ad ognuna di queste voci viene attribuito un codice di identificazione alfanumerico. Il passo successivo consiste nel caricamento di questi dati nell'elaboratore.

Per la determinazione del costo del materiale reso in cantiere si procederà in maniera analoga: costo unitario (espresso in kg, litri, metri cubi, ecc.) del materiale in acquisto, costo dell'imballo, resa FOB, nolo mare, assicurazione mare, oneri portuali, dogane, trasporto al cantiere, ecc. Detti costi saranno espressi nelle diverse valute in cui saranno effettuati i pagamenti.

Come al solito si attribuirà un codice alfanumerico ad ognuna delle succitate voci.

Si procede quindi a determinare il costo orario d'esercizio dei macchinari: anche in questo caso si caricheranno in elaboratore i codici alfanumerici, con relative quantità unitarie, riferiti a: ammortamenti, riparazioni, carburanti, lubrificanti, materiali di consumo (per es. lame di grader oppure pneumatici di autocarro) ed infine l'incidenza oraria dell'operatore per ora d'esercizio effettiva della macchina.

È evidente che avremo dei livelli di composizione via via più complessi. Basti pensare che il costo orario d'esercizio comprende tra l'altro, come abbiamo visto, l'ora di lavoro dell'operatore, la quale si compone di salario, indennità varie, contributi, ecc. i quali, a loro volta, saranno espressi in funzione della valuta in cui sono pagati.

Al termine di questa fase preliminare ma importantissima, saremo in possesso di un archivio voci, il quale opportunamente elaborato, ci permetterà in seguito di ricavare le quantità totali previste relative ad ogni singola componente di costo che è stata codificata. Avremo così per esempio le quantità complessive di ammortamenti, consumi, ore di manodopera, materiali, ecc.

Inizia ora la fase di studio vero e proprio, cioè quella fase durante la quale si analizzano le singole lavorazioni, ipotizzando le incidenze di manodopera, attrezzature, materiali, ecc. necessarie all'esecuzione della lavorazione. A ciascuna di queste analisi corrisponderà come al solito un codice alfanumerico: all'interno dell'analisi compariranno invece i codici rappresentativi delle voci che concorrono a formare l'analisi stessa, nonché, ovviamente, le relative incidenze quantitative. L'elaboratore eseguirà le dovute operazioni aritmetiche in modo tale da fornire il costo unitario dell'analisi in funzione del costo delle sue componenti.

Inizia ora la fase relativa al computo metrico. Invece di lunghe noiose letture di quote sui disegni, trascrizione su fogli di carta, interminabili calcolazioni con macchinette, si procede ad inserire direttamente in elaboratore le letture fatte, lasciando alla macchina il compito di ricavare le quantità di scavo, riporto, fondazione, base, ecc. Non resta ora che dare le opportune e facili istruzioni all'elaboratore in modo

(*) Ingegnere, Direttore Tecnico Borini & Prono Costruzioni S.p.A.

tale che alle analisi di lavorazione preparate precedentemente corrispondano le quantità corrispondenti di lavoro, impostate con letture manuali ma calcolate automaticamente.

La parte principale del lavoro risulta così completata: la macchina elabora i dati e inizia a fornire una lunga serie di tabulati. Il principale è ovviamente il computo metrico estimativo, nel quale si leggono per ogni lavorazione il costo unitario, le quantità previste e l'importo corrispondente, i sub-totali di gruppi omogenei di lavorazione e l'importo complessivo.

Altro tabulato del massimo interesse è il merceologico: vi compaiono per ogni singola voce le quantità necessarie per l'esecuzione di tutto il lavoro, con relativo importo corrispondente ed incidenza percentuale sull'importo totale del lavoro. Attraverso il merceologico siamo in grado di sapere quante ore di manodopera saranno necessarie per eseguire il lavoro, oppure quante ore sono previste per la rifilatura delle scarpate, oppure quale è l'importo stimato dei versamenti contributivi per il capocantiere. Volendo continuare negli esempi, il merceologico informa sulle quantità previste di cemento, ferro o bitume. Nel caso si fosse agganciato il computo metrico ad un diagramma di Gantt, le informazioni circa il consumo stimato dei materiali o delle risorse in genere sarebbero disponibili su base mensile, quindicinale o addirittura giornaliera, facilitando enormemente la corretta pianificazione degli acquisti e la gestione delle scorte. Il merceologico fornisce inoltre informazioni utilissime sul numero di macchinari da impiegare e quindi facilita l'imprenditore allorché deve valutare gli immobilizzi da effettuare ed i costi e i rischi conseguenti.

Per la preparazione di offerte in paesi esteri, laddove è richiesto di evidenziare la percentuale di pagamento in valuta che si vuole ottenere, l'incidenza stimata dei diversi oneri doganali e tasse nonché, in alcuni casi, addirittura la composizione merceologica dell'offerta, il contributo fornito dall'elaboratore è diventato determinante.

Una serie di tabulati di grande utilità è quella che ripropone in forma chiara ed ordinata i dettagli di tutte le analisi fatte, permettendo così un agevole controllo dell'operato e la scoperta di eventuali sviste di battitura allorché si sono inseriti i dati.

Tutte le informazioni disponibili vengono quindi utilizzate per la determinazione dei costi indiretti mancanti: mancata revisione prezzi, progettazione, assicurazioni, tasse, utili, ecc. Con un'ultima istruzione all'elaboratore si passa

poi dal computo a costi, all'estimativo a prezzi di vendita: non resta altro che consegnare quest'ultimo tabulato al cliente!

L'elaboratore permette non solo di ottenere un maggior dettaglio di informazioni e quindi la possibilità di approfondire i problemi, ma anche di ridurre massicciamente i tempi e i costi di studio. Antecedentemente all'introduzione del calcolatore, lo studio di un lavoro stradale richiedeva l'impegno di tre persone per circa tre settimane, ottenendo un merceologico che aveva un numero di informazioni molto ridotto rispetto agli attuali.

Si aggiunga che, avendo in archivio circa 4.000 analisi, attualmente un analogo studio può essere effettuato in tre giorni da un'unica persona e che, decidendo di cambiare all'ultimo momento qualche costo o qualche incidenza, non resta che inserire la variazione e far ripetere all'elaboratore, in cascata, tutte le procedure.

Una volta che la commessa è stata acquisita, se ne può controllare l'andamento utilizzando l'elaboratore.

Steso il programma lavori definitivo, lo si aggancia al computo metrico e si ottengono i fabbisogni presunti di materiali, mettendo così in grado l'ufficio acquisti di pianificare e negoziare gli approvvigionamenti. Il conoscere in anticipo le necessità di manodopera, consente di effettuare con i dovuti tempi la ricerca di personale. Analoghe possibilità nascono per la ricerca di eventuali subappaltatori.

Con l'avanzare del lavoro si possono poi ottenere due generi di informazione: uno sull'evoluzione del rapporto costi/benefici della commessa nel tempo, l'altro sulla corrispondenza della realtà della commessa rapportata all'ipotesi dello studio.

Il rapporto costi-benefici si ottiene registrando con la massima tempestività i costi sostenuti e che sono costituiti dalle bolle di consegna dei materiali in cantiere opportunamente prezzate, dal costo dei noleggi interni od esterni dei macchinari, dalle spese sostenute per personale, assicurazioni, parcelle, tasse, ecc. L'importo stimato dei benefici si ottiene invece applicando alle quantità eseguite rilevate dai rapporti di cantiere, i prezzi di vendita del contratto: in pratica si tratta di eseguire un computo metrico estimativo in cui le quantità non sono più quelle complessive ma quelle parziali.

Questo metodo ovviamente non sostituisce i risultati della contabilità generale, ma è sicuramente più tempestivo e attendibile indicatore dell'andamento della commessa.

Il confronto tra l'andamento a costi reali del

cantiere e quelli in fase di offerta si ottiene in primo luogo applicando alle quantità di lavoro rilevate dai rapportini di cantiere le analisi calcolate in fase di offerta. Successivamente si ripete il calcolo avendo cura di *sostituire i prezzi elementari di offerta con quelli correnti al momento del confronto*. La comparazione delle due serie di risultati ottenuti, eventualmente con l'integrazione dei costi correnti di cantiere, permette di individuare se gli scostamenti tra fase di

studio e fase attuativa sono causati da differenti costi di acquisto dei materiali, oppure diversi costi orari di manodopera, oppure diverse incidenze nelle analisi, ecc.

Un ultimo cenno all'elaboratore in uso presso la nostra impresa: si tratta di un mini elaboratore HP250 con una memoria di 384 kRAM, 28 Mb di memoria di massa su disco Winchester, 1 floppy da 8" da 1.2 Mb ed una unità a cartuccia con cartuccia da 64 Mb.

La Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino accoglie nella « Rassegna Tecnica », in relazione ai suoi fini culturali istituzionali, articoli di Soci ed anche non Soci, invitati. La pubblicazione, implica e sollecita l'apertura di una discussione, per iscritto o in apposite riunioni di Società. Le opinioni ed i giudizi impegnano esclusivamente gli Autori e non la Società.

Direttore responsabile: **GIAN FEDERICO MICHELETTI**

Autorizzazione Tribunale di Torino, n. 41 del 19 Giugno 1948

Spedizione in abbonamento postale GR III/70 - Mensile

STAMPERIA ARTISTICA NAZIONALE - CORSO SIRACUSA, 37 - TORINO



IMPRESA COSTRUZIONI CARPEGNA & SABBADINI S.p.A.

COSTRUZIONI INDUSTRIALI - CIVILI E IDRAULICHE
OPERE D'ARTE - RISTRUTTURAZIONI

CORSO SVIZZERA 185 - 10149 TORINO TELEFONO 752424

le case, gli uffici pronti per il futuro con il «punto telefono»



Nel costruire o riadattare gli edifici è necessario predisporre i PUNTI TELEFONO secondo le specifiche fornite dalla SIP per non perdere le possibili utilizzazioni del servizio telefonico offerte dal rapido avanzamento tecnologico delle telecomunicazioni e dai sempre più sofisticati servizi di telematica.

 SIP

il futuro è in linea



Per informazioni telefonare SIP 187

