

A colloquio con il Prof. Mario Gallati

Il punto della situazione sull'impiego della Modellistica Computazionale nell'Idraulica Ambientale

Recentemente il Prof. Mario Gallati è stato intervistato dal CILEA, allo scopo di fare il punto della situazione sull'impiego della Modellistica Computazionale nell'idraulica ambientale.

CILEA: *A cosa serve la simulazione numerica dei fenomeni in campo ambientale?*

Gallati: La modellazione numerica, nel campo della ingegneria ambientale, è da vedere come uno strumento moderno che permette di analizzare i problemi e le loro soluzioni in termini razionali e relativamente oggettivi.

Come tale essa consente di realizzare previsioni e di formulare giudizi su possibili interventi ingegneristici non basati sulla sola intuizione ed esperienza individuale dello specialista (che, se è un buon ingegnere gli permette comunque di giungere a soluzioni tecniche corrette) ma di valore più oggettivo in quanto conseguenza necessaria della rappresentazione fisico-matematica dei fenomeni.

Anche se gli 'errori' legati alle approssimazioni numeriche sono ineliminabili, essi possono comunque essere valutati e ridotti a livelli tali da non 'mascherare' il significato dei risultati.

Questo non significa che la simulazione numerica 'risolve' i problemi, ma solo che, volendoli risolvere, essa permette, ove applicata correttamente, di valutare in termini oggettivi vantaggi e svantaggi di diverse possibili soluzioni e quindi di

operare scelte con maggiore probabilità di successo.

CILEA: *Cosa distingue la simulazione numerica in campo ambientale rispetto a quella utilizzata in campo industriale?*

Gallati: Le caratteristiche dei problemi da studiare hanno condizionato lo sviluppo della ricerca sull'argomento.

Se si considerano altri campi della fluidodinamica in cui la simulazione numerica è impiegata in modo sistematico, si possono constatare subito alcune differenze.

Ad esempio, la simulazione dei flussi d'aria intorno ai corpi in movimento e le forze indotte è argomento fondamentale per la industria automobilistica.

Il problema fisico è ben conosciuto e i modelli numerici, sviluppati nei dettagli, sono capaci di produrre soluzioni affidabili e utili per la applicazione tecnica.

Essi sono stati elaborati, raffinati, provati, perfezionati nel corso del tempo con uno sforzo di ricerca ed un impegno di mezzi molto considerevole.

In una grande industria esistono centri specialistici che curano queste attività, disponendo di mezzi di calcolo e risorse umane altamente specializzate sul particolare pro-

blema (ingegneri, matematici, fisici, ecc.).

Questo sforzo di ricerca è giustificato dal fatto che i codici prodotti vengono impiegati in modo sistematico, su larga scala, per studiare nuovi modelli, modifiche, ecc.

Una situazione analoga si verifica, a maggior ragione, per la aeronautica e, naturalmente, per tutte le applicazioni che hanno qualche attinenza con gli obiettivi militari.

La previsione meteorologica è pure argomento per il quale sono stati sviluppati modelli di simulazione numerica estremamente specializzati e che impiega, come è noto, i mezzi di calcolo più potenti.

CILEA: *Cosa avviene invece per la idraulica ambientale?*

Gallati: Ogni problema è a sé stante oppure appartiene a una 'famiglia' di problemi simili in cui la similitudine si ferma al livello generale mentre i fattori che realmente interessano sono assolutamente specifici per il caso.

Ad esempio, il letto entro cui scorrono le acque accomuna tutti i corsi d'acqua, ma i problemi di un torrente sono intuitivamente molto diversi da quelli del Po e, per conseguenza, la modellazione delle relative correnti sarà un problema notevolmente diverso.

Le geometrie naturali, la variabilità climatica e idrologica, le dimensioni e i tempi caratteristici dei fenomeni sono così diversi che ogni caso è un prototipo a sé stante.

Oltre che per la topografia, il flusso liquido è rappresentabile con leggi estremamente complesse dal punto di vista matematico, atte a tradurre gli effetti di agenti fisici molto differenti e talora imprevedibili.

Il risultato è che lo sforzo richiesto dalla modellazione e per la ricerca su questi argomenti non può essere organizzato, finalizzato e perfezionato come nei precedenti casi industriali.

Le risorse disponibili sono sempre limitate.

Il gruppo di studio che elabora un modello di tipo ambientale è sempre meno nutrito e specializzato di quelli che si occupano della simulazione industriale e, spesso, richiede il contributo di culture specialistiche talmente diversificate che pongono perfino difficoltà al dialogo.

I dati disponibili sono ordinariamente scarsi e il modello numerico deve essere ordinariamente fatto su misura per il problema. Al modellista si richiede forzatamente una cultura di spettro più vasto: un pò matematico, un pò informatico, un pò topografo, un pò idraulico, un pò fisico, ecc.

Anche lo sviluppo di codici commerciali generali è abbastanza penalizzato da queste circostanze; essi si rivelano spesso deludenti perchè non possono normalmente essere utilizzati a scatola chiusa come l'utente si aspetta.

CILEA: *Quale importanza rivestono i grossi centri di supporto alla ricerca?*

Gallati: Nell'ottica precedentemente delineata i centri di supporto alla ricerca potrebbero svolgere un ruolo abbastanza importante nel rendere disponibili i mezzi di calcolo necessari per lo sviluppo dei modelli. Tuttavia, una volta elaborato il modello, questo, anche se in versione il più possibile semplificata, dovrebbe comunque essere installato presso l'utenza per l'impiego operativo.

CILEA: *Facciamo il punto su una esperienza: quale è la collaborazione del suo Dipartimento con il CILEA?*

Gallati: Il CILEA e il Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale della Università di Pavia hanno iniziato a collaborare su problemi di fluidodinamica nel 1990.

Il Dipartimento aveva allora interesse all'utilizzo di codici per la simulazione di problemi tridimensio-

nali nel campo della termo fluidodinamica e, presso il CILEA, esisteva un interesse parallelo ad approfondire questo tipo di cultura.

In questi anni si è mantenuto un contatto sistematico, in particolare, con l'ing. P.L. Miglioli, che si è incaricato di organizzare e mantenere i rapporti ed ha messo a disposizione la sua competenza tecnica per curare gli aspetti informatici dei vari progetti.

Abbiamo sperimentato i codici PHOENICS, FIDAP, FLOW3D su numerosi problemi quasi sempre in condizioni "limite" per quanto riguarda il campo di validità teorica dei modelli.

Si sono anche sviluppate versioni parallele di codici elaborati presso il Dipartimento per la ricerca, che hanno consentito di ottenere interessanti risultati.

Si sono studiati flussi turbolenti sia in regime stazionario e isotermico che non, situazioni di flusso a stabilità multipla, l'impatto di correnti su sagome semplici e accoppiate per valutarne le interferenze.

Attualmente gli sforzi sono concentrati su un progetto di emodinamica: la simulazione dei reflussi di sangue che si verificano nel cuore a causa di difetti valvolari, allo scopo di definire procedimenti semplificati per la diagnosi della severità del difetto.

CILEA: *Recentemente lei ha documentato in un volume dal titolo "Sulla simulazione numerica di fenomeni idraulici nei problemi di ingegneria ambientale" l'esperienza, sua e del suo gruppo di ricerca, sull'impiego della simulazione numerica nello studio di alcuni problemi tipici dell'idraulica ambientale. Qual'è lo scopo del volume e a chi è rivolto?*

Gallati: Le considerazioni svolte in questo volumetto sono di carattere generale e assolutamente divulgativo: lo scopo è quello di fornire alcune informazioni di base, corroborandole con qualche esempio, su questo

moderno mezzo di analisi dei fenomeni idraulici e del suo impiego in ingegneria a un lettore interessato ma tecnicamente digiuno rispetto a queste problematiche.

L'esposizione non si serve quindi, nei limiti del possibile, del linguaggio specialistico, è basata su esemplificazioni e illustrazioni grafiche e prescinde da ogni sviluppo matematico, rimandando alla bibliografia essenziale per qualsiasi approfondimento tecnico. Le equazioni e le formule introdotte nel testo hanno funzione essenzialmente 'psicologica' e possono servire come riferimento per eventuali approfondimenti a chi fosse interessato.

Le idee qui esposte illustrano il punto di vista degli scriventi sul ruolo e il significato della simulazione numerica impiegata per l'applicazione ingegneristica: questo modo di vedere sta alla base di un corso sull'argomento, organizzato annualmente dal CILEA e giunto ormai alla quinta edizione, rivolto essenzialmente ai tecnici e ai funzionari di strutture e organizzazioni preposte al governo del territorio.

Gli esempi illustrati sono tratti dalle esperienze dirette degli scriventi sull'argomento, accumulate nel corso di vari anni di attività di ricerca e di applicazione svolta presso il Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale dell'Università di Pavia.

Essa è limitata ad alcune problematiche tipiche, non ha pretese di completezza o generalità ma è frutto di esperienze dirette e meditate. Coerentemente la bibliografia allegata documenta essenzialmente questa esperienza. Essa è tuttavia integrata con alcuni titoli fondamentali in cui sono illustrate chiaramente e in modo completo le questioni trattate e riportano i riferimenti bibliografici specialistici.

Ho chiesto agli amici Giovanni Braschi e Carlo Ciaponi, colleghi del Dipartimento con cui ho il pia-

cere di lavorare da molti anni, di aiutarmi nella compilazione di questo libretto col contributo della loro esperienza particolare.
Li ringrazio qui di vivo cuore per l'aiuto determinante.

Coloro che fossero interessati **all'acquisto** del volume sopracitato, possono farne richiesta scritta, anche tramite fax (02-2135520) al *CILEA - Segreteria Tecnica*.
Il costo del volume è di **L. 40.000.=**
Il **pagamento** deve essere effettuato con versamento sul c/c postale n. 12090205 intestato al CILEA.

Prof. Mario GALLATI
Università degli Studi di Pavia, Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale

È ordinario di Idraulica presso l'Università degli studi di Pavia, si è occupato di fluidodinamica sia nell'ambito della ricerca che delle applicazioni industriali ed ambientali.

È direttore del Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale dell'Università di Pavia e responsabile della ricerca nel settore di Idraulica Ambientale del Centro di Modellistica Computazionale in Termofluidodinamica.

A titolo informativo, si rende noto ***l'indice*** del volume *"Sulla simulazione numerica di fenomeni idraulici nei problemi di ingegneria ambientale"*

Parte I

I fenomeni e i modelli

- A. Terminologia
- B. Dal modello *'fisico-descrittivo'* di un fenomeno di flusso al suo modello *'ingegneristico'*
- C. Le tecniche della modellazione ingegneristica in idraulica: modelli fisici in scala ridotta e simulazione numerica

Parte II

I problemi

- A. I problemi idraulici di ingegneria civile-ambientale
 - A.1 Problemi relativi all'uso delle risorse idriche
 - A.2 Problemi relativi alla difesa dalle acque e al governo del territorio
 - A.3 Problemi di qualità delle acque
 - A.4 Problemi di inquinamento atmosferico
- B. Considerazioni su questioni operative inerenti alla pratica della simulazione

Parte III

Esempi applicativi

- A. Il bilancio idrologico di un acquifero
 - A.1 Risorse idriche superficiali e sotterranee e il loro sfruttamento
 - A.2 Caratteristiche delle falde acquifere: definizione e misura
 - A.3 Modello di una falda, taratura e impiego
 - A.4 Struttura matematica e numerica del modello
 - A.5 Esempi
- B. La simulazione numerica in idraulica fluviale
 - B.1 Problemi stazionari e non stazionari
 - B.2 Descrizione matematica
 - B.3 Propagazione delle piene
 - B.4 Sommersione degli alvei fluviali per eventi catastrofici

- C. Allagamenti di aree rurali e urbane
 - C.1 Generalità
 - C.2 La simulazione dell'allagamento delle aree rurali
 - C.3 La simulazione dell'allagamento dei centri urbani
- D. I modelli matematici nello studio dei problemi di drenaggio urbano
 - D.1 Introduzione
 - D.2 Problemi di progetto dei sistemi di drenaggio urbano
 - D.3 Gestione in tempo reale dei sistemi di drenaggio urbano
 - D.4 I modelli di trasformazione afflussi-deflussi per lo studio dei problemi di drenaggio urbano
 - D.5 Alcune considerazioni finali

Bibliografia