

*Stefano Giovanni Loffi*

*Piccola*  
***Storia dell'Idraulica***

*libera traduzione, ridotta ma integrata, di*

*"History of Hydraulics"* di Hunter Rose e Simon Ince  
dell'Istituto di Ricerca Idraulica dell'Università Statale dell' IOWA – U.S.A.,  
édita, nel 1954, come supplemento, su *"LA HOUILLE BLANCHE"* .

**Capitolo 22 – Una valutazione della Scienza  
della metà século XX.**

**Cremona 23 settembre 2007**

## Capitolo 22 – Una valutazione della Scienza della metà secolo XX.

Spesso si dice che non si possa scrivere la Storia di eventi troppo recenti, quasi che la memoria collettiva debba vivere del solo passato remoto. “*Bisogna lasciare che i fatti sedimentino*”, come se l'accaduto, di per sé, vivesse di vita propria e potesse essere analizzato e, poi, raccontato soltanto quando il tempo ne avesse ‘stabilizzato’ motivi, mériti e responsabilità.

Crediamo, invece, che la Storia sia anche quella ancora prossima all'oggi; anzi, della quale si dovrebbe scrivere senza indugio, al più presto, non appena i fatti avvengono, anche se, in tal modo, si corre il rischio, o si ha la certezza, di essere sgraditi, parlando di chi ancora esiste, e, in alcuni casi, ancora gestisce un potere!

La Storia contemporanea forse è più difficile da scrivere, poiché si sottopone, senza sconto, all'esame degli stessi protagonisti che l'hanno costruita, con il pensiero e con le azioni.

“*La Storia del presente non è Storia è Cronaca*”; sarà vero, ma altrettanto vero è il perverso meccanismo per il quale la Cronaca, cioè la Storia del presente, spesso smentisce i suoi stessi protagonisti, diventando poi e comunque, quando il presente sarà passato remoto, . . . Storia!

Ecco allora che avvicinandoci ai giorni nostri, nel continuare il racconto, ci esponiamo alle critiche dei diretti interessati, ma anche al pericolo di costruire una Storia diversa, forse meno vera; le critiche, potenzialmente numerose e, almeno in parte, pertinenti, non possono però sottrarci all'analisi delle realtà contemporanee.

Pertanto concludiamo con questo ‘quasi-ultimo’ Capitolo, nel quale effettuiamo un tentativo di raccontare cosa è avvenuto nella seconda metà del XX secolo, che è ancor oggi il Presente, accennando ai principi fondamentali ed all'evoluzione dei métodos.

Lasciamo, così, una traccia, tra tante altre, utile, speriamo, quando questa realtà diverrà ‘passato remoto’ e sarà così possibile attribuire ad ogni aspetto un valore più prossimo all'irraggiungibile verità assoluta.

L'universalità dell'interesse ai problemi del moto dei fluidi e dell'efficacia di procedere accomunando sforzi e conoscenze fu massima, come per molti altri aspetti, durante la Seconda Guerra Mondiale.

Tutte le professionalità che si erano dedicate, o potevano dedicarsi, al fenomeno del flusso vennero coinvolte per risolvere i problemi che, in tempo di guerra, avevano riflessi di carattere militare; per quanto ci riguarda: problemi intorno all'acqua, all'aria, al comportamento degli oli e dei grassi; si aprirono nuovi argomenti, riferiti ad innumerevoli altri fluidi e secondo prospettive ed approcci in tutto differenti da quelli indagati, sino ad allora, dalla ricerca puramente scientifica; quindi, in alcuni casi, in assenza di esperienze già consolidate.

Il tempo di guerra, che non ha mai aspetti positivi che valgano una tale e purtroppo ricorrente tragedia, si attenua l'interesse per la definizione dei principi e si esalta, per contro, l'interesse, la necessità di giungere al più presto alle pratiche applicazioni.

Alla fine dello spaventoso conflitto mondiale, campi di ricerca in Idraulica, in origine inseparabili, si trovarono lontani dalla ‘scienza madre’, avendo imboccato strade in tutto separate; la balistica, la propulsione a getto, il controllo dei moti turbolenti, vennero infatti portati all'interno di prospettive nuove, mentre le leggi dell'Idraulica entrarono in nuove discipline come, ad esempio, la Meteorologia, l'Aeronautica, l'Oceanografia ed altre ancora.

Nella tradizionale Meccanica dei Fluidi troviamo nuovi problemi, pei quali le attività di laboratorio erano comunque necessarie: la dispersione delle nebbie, la resistenza al moto dei vascelli, galleggianti o sommersi, la stabilità o la stratificazione dei flussi, . . .

A metà del secolo ventesimo i limiti dell'Idraulica erano ormai piuttosto confusi ed incerti, aumentando l'arbitrarietà delle scelte nel proseguire a tracciarne la Storia.

Un'altra difficoltà: la separazione degli argomenti si rispecchia anche nel proliferare delle professioni che, sino all'Ottocento appartenevano ad un unico 'ceppo': Ingegneri, Matematici, Fisici, Geologi, Biologi, Chimici, Statistici, Analisti . . . non sempre neppure accomunati da 'connotazioni idrauliche'.

Forse il più profondo solco che si è formato nell'Ottocento e progressivamente diventato un fossato quasi invalicabile, a separazione delle discipline riconducibili all'Idraulica è stato il perseverare dell'impostazione originale di considerare non rotazionale il moto del fluido. Questa ipotesi era infatti sufficiente per risolvere, a livello ingegneristico, tutti i problemi idraulici, che affrontavano moti con velocità ridotte se non ridottissime, ma non fu accettabile per le scienze che, invece, trattano soprattutto velocità elevate se non elevatissime.

Così avvenne che l'Idraulica fu più lenta dell'Aerodinamica ad adottare strumenti matematici di grande potenziale, semplicemente perché le strutture idrauliche e le esigenze delle nuove costruzioni idrauliche non avevano l'esasperato bisogno di precisione e completezza dei calcoli rispetto ad una scienza Aerodinamica, che muoveva passi da gigante, affrontando problemi di flusso con velocità pari a numerosi multipli della velocità del suono.

Soltanto il problema della Cavitazione, forse unico fenomeno idraulico dominato da elevate velocità, era causa di uno sviluppo più approfondito ed assai sofisticato nella scienza dei fluidi.

Anche la caratterizzazione delle reti di flusso, quali, ad esempio, il funzionamento di un complesso acquedotto urbano, ha causato un notevole lavoro di ricerca, per rappresentare sempre più correttamente il campo delle velocità, comunque schematizzato in sole due dimensioni, quindi lavorando sempre con valori medi delle velocità, oppure, al massimo, secondo piani di movimento radiali, come spesso avviene nel caso dei moti di filtrazione provocati, nel sottosuolo, dall'emungimento tramite un pozzo.

Il problema del moto delle onde fu a lungo un aspetto dell'Idraulica considerato quasi esclusivamente argomento da trattare con la sola Analisi Matematica. Progressivamente, alcuni aspetti di questo particolare fenomeno, soprattutto inerenti a fasi non stabili come la rottura dell'onda, furono esaminati sia analiticamente che in via sperimentale, con promettenti successi. Il problema, più ampio e complesso, del moto dell'onda comprendente sia le resistenze del bordo che quelle interne, fu stato affrontato secondo applicazioni ed analisi in tutto differenti: da un lato si studiò la progressiva perdita dell'energia dell'onda a causa della viscosità che ne produceva la dissipazione; dall'altro, l'attenzione si rivolse al fenomeno della propagazione delle onde di piena lungo i sistemi fluviali, anche nel caso di improvvisi crolli di sbarramenti e dighe.

L'applicazione dei principi dell'onda acustica nello studio delle propagazioni dell'onda nei canali *a pelo libero* in *Corrente Veloce* ha avuto come 'controaltare alle *Gallerie del Vento*', le vasche trainate ed i modelli di corsi d'acqua ad alta velocità.

La parte terminale del secondo millennio dell'Era Cristiana resterà caratterizzato dall'incredibile e vertiginoso sviluppo e l'universale diffusione dei processi grafici e, successivamente, dell'utilizzo degli elaboratori elettronici.

Paradossalmente la fase dell'Idraulica che attiene la resistenza delle superfici al moto del fluido, che maggiormente interpreta un fenomeno onnipresente, è l'argomento che desta oggi gli interessi minori. Poiché la distribuzione della velocità e della resistenza del flusso in una tubazione sono strettamente correlate con il problema dello *Strato Limite* (o *Strato di Bordo*), è probabilmente attraverso tali correlazioni che continueranno i soli veri progressi nella valutazione degli effetti della scabrezza, che resta un problema duplice, sia nel prevedere gli effetti dinamici sul flusso,

ipotizzando differenti conformazioni geometriche della rugosità, sia caratterizzando la naturale rugosità delle superfici dei prodotti commerciali.

Il solo aspetto del moto del fluido, che sembra a tutt'oggi accomunare le molte professionalità che ai fluidi si rivolgono, è la necessità della perfetta padronanza del fenomeno della turbolenza, anche se l'Idraulica è solo in parte coinvolta nei problemi della diffusione della turbolenza e della conseguente variazione della resistenza, poiché la scala nella quale opera è sempre dimensionata in termini di 'flusso medio' ed anche per la configurazione irregolare delle pareti, ancora regola in Idraulica piuttosto che eccezione.

Comunque non è trascurabile il contributo allo studio della turbolenza dovuto all'Idraulica, attraverso la sperimentazione diretta piuttosto che con studi teorici; per la parte teorica, significative sono le 'incursioni' di altre scienze: la Matematica, la Fisica, l'Aerodinamica, la Chimica, la Termodinamica, che hanno consentito di completare soluzioni certo ancora approssimate ma soddisfacenti per tanti problemi, come la diffusione e l'espansione del flusso e delle scie.

Una categoria di problemi di flusso che interessano ancora e quasi esclusivamente l'Idraulica, soprattutto relativamente ai fenomeni naturali, è costituita dagli aspetti del trasporto solido, sia come trasporto di materiale in sospensione che come trascinarsi di fondo.

A dispetto dell'ovvia somiglianza al movimento del trasporto di sabbia e polvere da parte del vento ed anche nei flussi di miscele e composti nell'industria chimica, le analisi del trasporto di sedimenti nei fiumi e nei canali aveva proseguito quasi interamente sotto gli auspici della sola Idraulica, senza alcun contributo da altre discipline.

L'analisi dei moti prossimi al fondo dell'alveo, dove avviene il trasporto per trascinarsi, sino a XX secolo era rimasta essenzialmente empirica, secondo un approccio di tipo dimensionale, rivolto alla pura organizzazione e classificazione dei fenomeni osservati e dei dati misurati.

La teoria del trasporto dei solidi sedimentabili, quindi mantenuti in sospensione unicamente in funzione della velocità del flusso (a parità di densità), d'altra parte fu sviluppata prima che le misure fossero disponibili; l'accuratezza che ne è risultata era limitata soltanto dalle relazioni della distribuzione e della miscelazione delle velocità, sostenuta dai cardini delle formule sulla distribuzione della velocità stessa. Tuttavia la sua utilità ancora oggi dipende dalla formulazione, caso per caso, delle condizioni al contorno, limitatamente alle zone di sospensione ed alle condizioni del letto stesso, mantenendo, in tale eventualità, un elevato grado di affidabilità.

Lo sviluppo delle macchine idrauliche era iniziato come nuovo tipo di approccio parallelo, se non interferente, con l'Ingegneria Meccanica, sebbene comunque sempre parte della scienza Idraulica. I sistemi per la concentrazione, il controllo, la trasmissione e la gestione della potenza idraulica rappresentano la più approfondita applicazione industriale dei principi elementari del flusso, portando alla produzione di una vastissima varietà di macchine, dalla straordinaria tecnologia: pompe e turbine d'ogni tipo e dimensioni, accoppiamenti idraulici, congegni di distribuzione, bracci idraulici, ecc. . . . ottenendo elevatissime prestazioni senza neppure giungere alla più rigorosa formalizzazione teorica delle analisi condotte.

La ricerca idraulica continuerà, così, senza mai fermarsi, principalmente nei laboratori delle Università e degli Istituti Politecnici di tutto il mondo, né più si può parlare di una qualche primazia nazionale, in questo mondo, non solo culturalmente globalizzato.

Non dobbiamo comunque ignorare l'attività dei laboratori industriali, in origine organizzati meramente per aumentare le prestazioni dei cicli produttivi e/o dei prodotti finiti, ma in molti casi ormai applicati anche in quelle ricerche teoriche sul cui cammino si possano intravedere, anche quali risultati collaterali, opportunità pratiche.

Anche nella strumentazione gli sviluppi del XX secolo sono stati sbalorditivi: l'Elettronica, la Microelettronica, le Micromeccanica e le telecomunicazioni digitali hanno portato a disporre di strumenti, nello studio dei fluidi e del loro moto, in grado di indagare, con precisione, spazi ridottissimi in condizioni di grande difficoltà. Oggi è possibile 'vedere', ad esempio, il punto di distacco di ogni singolo vortice da una superficie lambita dal fluido e misurarne i parametri idrodinamici.

Anche nell'ambito dei modelli sperimentali in scala si è ormai giunti ad un'ottima approssimazione nella simulazione dei fenomeni, al punto da sostenere, con sufficiente sicurezza, le ipotesi progettuali.

Progressi sostanziali si sono così realizzati nell'Idraulica Fluviale, sia nel caso di corsi d'acqua a letto fisso sia mobile, ma anche nella simulazione dei fenomeni di moto di flussi stratificati di differente densità. Lo studio della formazione e della dinamica di flussi stratificati, non solo per differente densità ma anche per differente temperatura (un caso particolare del primo) è importante non soltanto nell'analisi del comportamento delle acque negli estuari e nei serbatoi, ma anche nel comportamento delle masse oceaniche, nei moti atmosferici, sino ai processi industriali che hanno, nei propri processi produttivi, fluidi in movimento, in miscelazione, in diffusione, ecc. . .

Il numero degli scritti tecnici e scientifici ha ormai raggiunto un valore impressionante; condurre una cernita che possa portare ad una classificazione per importanza è impresa ormai impossibile, certo al di fuori della portata di questa Storia. Tale travolgente incremento testimonia della grandissima attenzione che viene data alle ricerche in campo scientifico ed anche della diffusione della conoscenza in ogni parte del nostro pianeta.

Quanto è lontana la seicentesca *Repubblica delle lettere* di Marin Mersenne!

Nel mondo ormai globalizzato, molto già si fatica per tenere il passo della sola catalogazione dei lavori pubblicati, seguendo servizi di ricognizione e recensione curati dalle diverse Accademie, Università, Istituti, Fondazioni, Enciclopedie.

Anche molte riviste, alcune di ottima qualità, seguono gli sviluppi della ricerca e non manca il contributo delle reti televisive, alcune specificatamente dedicate alla scienza se non proposti anche in reti di impostazione più generale.

Internet, ultima arrivata, distende tutta la potenza dell'informatica del terzo millennio, rendendo comune all'intero mondo ogni documento, non appena esso sia pubblicato.

Tanto non avrebbero neppure sognato i ricercatori di un tempo; nessuno di loro, per quanto eccelso, avrebbe mai immaginato un tempo nel quale si potesse annunciare all'Umanità tutta ogni informazione nell'immediatezza di un semplice 'clic'.

A fronte di questa globale comunanza di dati, informazioni, esperimenti, osservazioni non troviamo una corrispondente e diffusa crescita della cultura dell'umanità; sembra quasi che la massima diffusione preluda al distacco, al consumo dell'informazione senza approfondimento alcuno, senza cioè alcuna assimilazione nella cultura di ciascuno.

L'abbondanza dell'informazione, come di ogni bene del quale l'Umanità dovrebbe alimentarsi, sembra cioè produrre assuefazione, noia, disinteresse.

Questo lavoro, così come è stato riproposto, navigherà sulle vie telematiche, con il proposito di suscitare, innanzitutto, l'interesse delle persone ad un tema che ancor oggi si muove con 'i ritmi dell'acqua' e ne conserva pure tutto il fascino.

Il futuro dell'Idraulica è oggi assai difficile da prevedere, né sappiamo se essa possa avere un futuro per quanto riguarda nuove scoperte o nuovi sviluppi.

Come abbiamo affermato all'inizio, oggi sembra di conoscere tutto dell'acqua, che è stata la materia prima della nascita dell'Idraulica, come, ovviamente, di tutte le forme di vita.

Tra le nuove scoperte che verranno, l'Umanità troverà il modo di utilizzare l'acqua senza . . . distruggerla?

Nessuno può rispondere . . . ma ogni essere umano è e sarà responsabile.

\* \* \*