

## IV CICLO 2013 CONFERENZE FIDAF

### CRITERI DI SICUREZZA PER I CONSOLIDAMENTI E LA DIFESA DEL SUOLO

Ing. Pierfranco Ventura

#### 1 – PREMESSA

La conferenza prende le mosse dalla presentazione del testo “*Fondazioni*”, edito dalla storica Casa Editrice Hoepli, nel quale ho cercato di sviluppare le tematiche interdisciplinari riguardanti soprattutto un’equilibrata formazione fra gli studi teorici accademici e il lavoro di progettazione.

In unico volume per traghettare il progetto dal Geologo all’Architetto sono raccolti gli argomenti essenziali di Ingegneria Civile articolati nella laurea quinquennale in Meccanica Razionale, Scienza delle Costruzioni, Tecnica delle Costruzioni, Geotecnica, Sismica e Consolidamento.

Si esamina anche l’evoluzione del linguaggio Matematico da grafico ad algebrico, differenziale e matriciale illustrando la storia del calcolo con applicazioni svolte con la semplice calcolatrice in modo da valutare il ruolo dei dati ed i riferimenti ai modelli in campo statico e sismico.

Sono evidenziati i contributi ed i limiti dei modelli di ciascuna delle predette discipline, con particolare sistematico riguardo ai criteri di progetto agli *stati limite statici e sismici*, che confluiscono sinergicamente nel dimensionamento, integrate dagli apporti tecnologici e delle normative.

Il testo è proteso verso la *formazione integrata delle 6 predette discipline* per la crescita dell’occupazione e serve per i tirocini fra Università ed Impresa, di cui c’è urgente necessità di sviluppo in Italia, fondandoli sulle storiche radici culturali.

In proposito si sono esposti vari progetti riguardanti interventi sull’esistente, ovvero casi di consolidamento delle strutture e di difesa del suolo e del paesaggio, come contributo ad una tematica di primaria importanza nel nostro territorio.

Per i progetti si rinvia al testo che è corredato di una bibliografia sia di base che specialistica e di un sistematico esteso *Indice Analitico e degli Autori*.

#### 2 – CRITERI DI SICUREZZA

La valutazione della sicurezza “cerniera” fra teoria e pratica nel progetto delle opere ha subito una notevole evoluzione scientifico-razionale, purtroppo sempre più distaccata dal profondo significato filosofico-etico originale, pur se protesa verso i vantaggi del pragmatismo, specie anglosassone.

Come noto, dalla Logica greca e dalla Meccanica di Aristotele bisogna arrivare agli studi di Galilei per formulare il *criterio di sicurezza deterministico verificazionista* in cui la Meccanica celeste è estesa alla Meccanica dei materiali, fondandole sulla sperimentazione per validarne induttivamente le leggi generali del comportamento fisico.

Per cercare poi di coprire le dispersione dei dati reali, specie riguardanti gli effetti delle azioni sui materiali, si è passati alla ricerca di migliorare i criteri sicurezza tramite la Statistica a iniziare dall’inferenza di Bayes, per poi integrarsi con i *criteri probabilistici* a cominciare da Poisson e Rayleigh, come temperato nelle moderne normative, fino al *confutazionismo autocorrettivo* di Popper (contributi e limiti dei vari criteri di sicurezza sono analizzati nel capitolo 7 del testo).

Interessante in proposito è il confronto di figura 1 svolto dal Prof. Nordio, Professore di Pediatria, davanti al tema della sicurezza riguardante la vita di un neonato: mentre lo Scienziato può ricercare la certezza senza limiti rifiutando i dati che non resistono a qualsiasi confutazione, coloro invece che agiscono nella realtà, come i Medici o gli Ingegneri, sono costretti ad accettare un margine d’incertezza, che possono prevenire solo con il controllo e la manutenzione periodica.

Emblematico è il vertiginoso aumento dei costi della spesa pubblica e delle assicurazioni, quanto più si vuole raggiungere la massima sicurezza, fino agli errori basati solo sul modello rigido e sull'equilibrio delle sole forze esterne, senza minimamente considerare le forze "d'animo" interne. Il piano inclinato di voler prevedere tutti i casi estremi nelle norme, fino a voler controllare con i programmi di calcolo l'opinabile e l'impossibile, rischia di portare al *dogmatismo* (ipse dixit) o viceversa al *relativismo* più totale giuridico ed economico: persino Voltaire dopo il terremoto di Lisbona evidenziò i limiti della Scienza illuminista, senza peraltro nulla togliere alla moderna progettazione antisismica. Altro emblematico eccesso dei criteri statistico-probabilistici o *stocastici*, per voler contemperare i casi più estremi, è quello di irrigidire le normative, fino ad analisi del rischio illusorie per le strutture correnti con costi equilibrati; realistico è invece il criterio di sicurezza *semiprobabilistico*.

### Confronto fra due teorie di valutazione della verità in campo scientifico

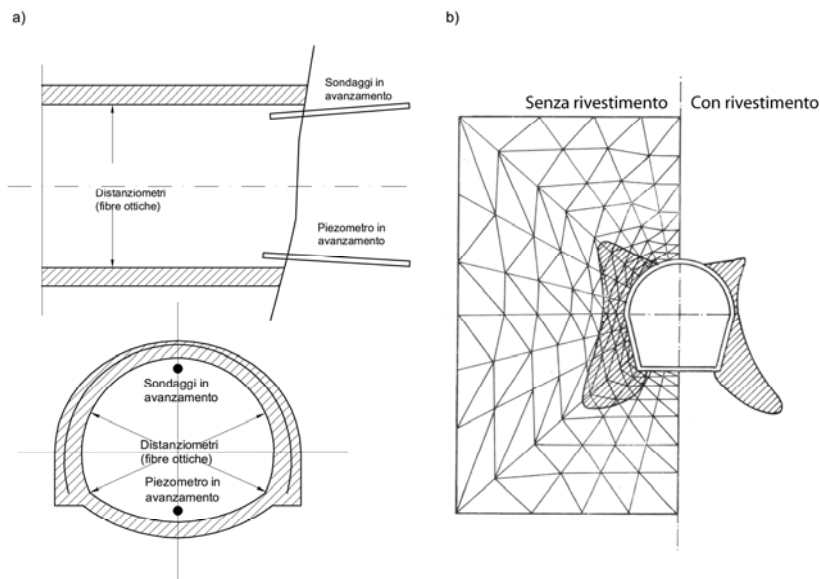
GALILEI	POPPER
Verificazionismo	Refutazionismo
La certezza è possibile.	La certezza è impossibile.
La scienza è basata sulla prova.	La scienza è basata sulla confutazione.
L'osservazione rivela la verità.	L'osservazione implica l'interpretazione.
Il rilevamento dei fatti precede la formulazione delle teorie	La formulazione delle teorie precede il rilevamento dei fatti
Una buona teoria predice molte cose.	Una buona teoria esclude molte cose.
Una predizione è tanto più informativa quanto più è conforme all'esperienza.	Una predizione è tanto più informativa quanto è più rischiosa o deviante dalle attese.
L'induzione è la fondazione logica della scienza.	La deduzione è la fondazione logica della scienza.
L'inferenza induttiva è logica.	L'induzione è illogica.
Una teoria può essere validata indipendentemente e assolutamente.	Una teoria può essere corroborata solo relativamente ad altre teorie.
Fra teorie in competizione è preferibile quella che è stata più spesso verificata.	Fra teorie in competizione di uguale confutabilità è preferibile quella che ha resistito a più test di tipo diverso.
Le teorie diventano tanto più scientifiche quanto più sono state provate vere con osservazioni obiettive.	Le teorie diventano tanto più scientifiche quanto più sono rese confutabili, sia attraverso riformulazioni, sia con il miglioramento metodologico.

Figura 1 Quanto sia possibile conoscere e quanto di fatto si conosce (Bateson, Nordio)

La sicurezza da modelli, specie per carenze dei dati di input rispetto all'enorme potenza di output dei programmi di calcolo è altrettanto illusoria, come già evidenziava Pascal : si rischia il passaggio "da escludere la ragione a non ammettere che la ragione" anziché accettare quello che Timoshenko

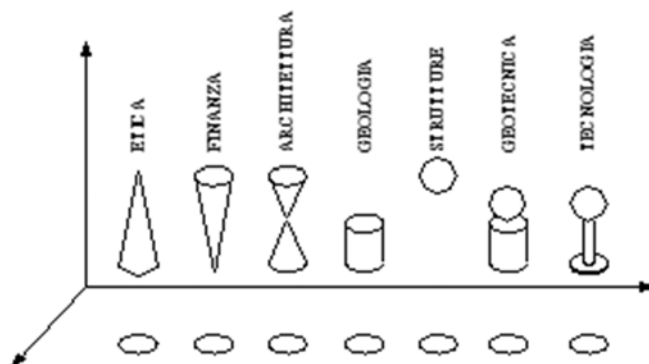
o Cestelli Guidi chiamavano il fattore d'ignoranza anziché di sicurezza o la tolleranza per gli errori (dopo un errore ogni asino è dottore), naturalmente non per “imprudenza, imperizia o negligenza”. È evidente poi che per le normative riguardanti il progetto per passare dai dati geologici a quelli architettonici non possono essere considerate simili a quelle ingegneristiche per le strutture: nei casi complessi è poi necessario fare ricorso alla “sicurezza sperimentale” ovvero al monitoraggio in vera grandezza ed al metodo osservazionale.

La figura 2 schematizza in proposito il ricorso al metodo degli elementi finiti per il progetto del rivestimento di una galleria, realistico solo se basato su dati sperimentali durante l'avanzamento e del tutto scenografico senza sondaggi inaccessibili dall'esterno e svolto solo “a tavolino”, come già denunciava Coulomb.



**Figura 2** Metodo degli elementi finiti basato sul monitoraggio in corso d'opera

È fondamentale ridare alla valutazione della sicurezza anzitutto il significato del lavoro umano in chiave personalistica, anziché individualista solo utilitarista, ovvero è necessaria la collaborazione interdisciplinare alla luce della *sicurezza etica* come illustrato in figura 3, basata sulla ragione e la fiducia reciproca nel lavoro per il prossimo.



**Figura 3** Sicurezza etica evitando appiattimenti da eccessi di prevalenza disciplinare

Tali considerazioni sulla sicurezza sono molto importanti specie per progettare gli interventi e programmare la preziosa manutenzione nei campi del consolidamento e della difesa del suolo, di cui si descrivono alcuni esempi fra quelli riportati nel testo per illustrare sistematicamente le teorie delle modellazioni statica e sismica struttura-terreno



**Ringrazio gli Agronomi, i Geologi e gli Architetti presenti che hanno contemperato dal vivo le istanze dell'interdisciplinarietà ed ascoltato con pazienza le problematiche progettuali di un Ingegnere proteso verso la sicurezza a costi equilibrati.**