UNA VITA TRA CANTIERI, SICUREZZA E INNOVAZIONE

Dall’ingegneria tradizionale alla nuova frontiera della

Cyber–Physical Structural Safety (CPSS)

Ing. Diego Dell’Erba



La presente relazione ripercorre il percorso professionale e culturale dell’Ing. Diego Dell’Erba,
ingegnere nucleare formatosi presso l’Università “La Sapienza” di Roma,
che da oltre cinquant’anni opera nel settore delle grandi opere,
delle infrastrutture, strutture, dei Sistemi Informatici complessi e della sicurezza strutturale
delle Opere di Ingegneria in Italia e all’estero.

Anno 2026

UNA VITA TRA CANTIERI, SICUREZZA E INNOVAZIONE

Dall’ingegneria tradizionale alla nuova frontiera della
Cyber–Physical Structural Safety (CPSS)

ABSTRACT (Italiano)

La presente relazione ripercorre il percorso professionale e culturale dell’Ing. Diego Dell’Erba, ingegnere nucleare formatosi presso l’Università “La Sapienza” di Roma, che da oltre cinquant’anni opera nel settore delle grandi opere, delle infrastrutture, della geotecnica e della sicurezza strutturale in Italia e all’estero.

Attraverso esperienze maturate nei cantieri di opere idrauliche, gallerie, infrastrutture portuali e interventi in aree sismiche, l’Ing. Dell’Erba ha sviluppato una nuova concezione della sicurezza delle opere di ingegneria, fondata sull’evoluzione continua del comportamento strutturale nel tempo.

Da questa visione nasce il paradigma innovativo denominato **Cyber–Physical Structural Safety (CPSS)**, che integra monitoraggio continuo, sensori intelligenti, Digital Twin, Intelligenza Artificiale, controllo digitale del cantiere e manutenzione predittiva.

Il sistema CPSS propone il superamento della tradizionale sicurezza statica a favore di una sicurezza dinamica e predittiva, capace di ascoltare le strutture, interpretarne i segnali e anticipare le criticità prima che si trasformino in danno o collasso.

Le sperimentazioni sviluppate nei cantieri post-sisma dell’Aquila e del terremoto Centro Italia 2016 rappresentano oggi uno dei primi esempi concreti di applicazione integrata di questa nuova ingegneria orientata alla prevenzione, alla memoria strutturale e alla sicurezza intelligente delle opere.

ABSTRACT (English)

This report outlines the professional and cultural journey of Engineer Diego Dell’Erba, a nuclear engineer educated at the University of Rome “La Sapienza”, who has worked for over fifty years in the fields of major infrastructures, geotechnics, structural engineering, and safety systems in Italy and abroad.

Through decades of experience in hydraulic works, tunnels, ports, seismic areas, and complex construction sites, Engineer Dell'Erba developed a new vision of structural safety based on the continuous evolution of structures over time.

From this experience emerged the innovative paradigm called **Cyber–Physical Structural Safety (CPSS)**, integrating continuous monitoring, intelligent sensors, Digital Twin technologies, Artificial Intelligence, digital construction-site control, and predictive maintenance.

The CPSS approach aims to overcome traditional static safety concepts and move toward a dynamic and predictive structural safety model capable of listening to structures, interpreting weak signals, and anticipating critical conditions before damage or collapse occurs.

The experimental applications carried out in post-earthquake reconstruction sites in L'Aquila and Central Italy after the 2016 seismic events represent some of the earliest concrete implementations of this new engineering vision focused on prevention, structural memory, and intelligent infrastructure safety.

UNA VITA TRA CANTIERI, SICUREZZA E INNOVAZIONE

Per oltre mezzo secolo l'Ing. Diego Dell'Erba ha attraversato cantieri, territori fragili, grandi opere e zone terremotate con una convinzione profonda:

la sicurezza delle opere non è un fatto burocratico,
ma una responsabilità verso la vita umana.

La sua storia professionale nasce nella grande scuola dell'ingegneria italiana, quella fatta di:

- presenza sul campo;
- controllo diretto delle opere;
- conoscenza reale dei materiali;
- osservazione continua del territorio;
- capacità di assumersi responsabilità operative.

Formatosi come ingegnere nucleare presso Sapienza Università di Roma, Diego Dell'Erba ha lavorato in Italia e all'estero affrontando problematiche strutturali, geotecniche e infrastrutturali di elevatissima complessità.

Dalle opere idrauliche e gallerie in Sicilia ai porti nazionali, ecc. …fino ai grandi cantieri internazionali in Saudi Arabia, Venezuela e Philippines, il suo percorso professionale si è sviluppato sempre attorno ad una domanda fondamentale:

come proteggere realmente le persone attraverso l'ingegneria?

UNA VITA DI CANTIERE

L'ingegneria concreta prima delle parole

L'Ing. Diego Dell'Erba appartiene a quella generazione di tecnici che ha vissuto il cantiere come luogo di conoscenza reale.

Non una professione da tavolo.
Ma una professione fatta di:

- polvere;
- rilievi;
- calcoli;
- verifiche;
- decisioni difficili;
- responsabilità operative.

Nel corso dei decenni ha diretto lavori, progettato opere, affrontato emergenze e sperimentato soluzioni innovative in territori complessi e spesso fragili.

Ha operato:

- in aree sismiche;
- su versanti instabili;
- in centri storici lesionati;
- su infrastrutture delicate;
- in cantieri internazionali ad alta complessità tecnica.

Comprendendo una verità fondamentale:

le strutture cambiano nel tempo.

E il tempo modifica continuamente la sicurezza.

IL LIMITE DELL'INGEGNERIA TRADIZIONALE

Per decenni il controllo delle opere si è basato principalmente su:

- verifiche statiche;
- controlli visivi;
- collaudi periodici;
- sopralluoghi occasionali.

Un modello importante, ma non più sufficiente.

Perché una struttura non si deteriora improvvisamente.
Prima di arrivare al danno:

- si deforma;
- vibra;
- si muove;
- accumula tensioni;
- sviluppa microfratture;
- modifica il proprio comportamento meccanico.

La struttura invia segnali.
Ma spesso nessuno li ascolta.

Ed è proprio da questa riflessione che nasce la nuova visione sviluppata dall'Ing. Diego Dell'Erba.

NASCE LA NUOVA INGEGNERIA

CYBER–PHYSICAL STRUCTURAL SAFETY (CPSS)

Negli ultimi anni Diego Dell'Erba ha elaborato e divulgato un nuovo paradigma della sicurezza:

Cyber–Physical Structural Safety

Un sistema innovativo che integra:

- ingegneria strutturale;
- monitoraggio continuo;
- sensori intelligenti;
- Digital Twin;
- Intelligenza Artificiale;
- manutenzione predittiva;
- controllo digitale del cantiere.

Il concetto è rivoluzionario:

passare dalla sicurezza statica

alla sicurezza dinamica delle opere.

Non controllare l’opera soltanto una volta.
Ma seguirla continuamente durante la sua vita.

LE OPERE NON SONO PIÙ MUTE

Una delle frasi simbolo dell’Ing. Diego Dell’Erba è:

“LE OPERE PARLANO”

Oggi una struttura può essere ascoltata.

Attraverso sistemi di monitoraggio avanzati è possibile leggere il comportamento reale di:

- edifici;
- ponti;
- chiese;
- viadotti;
- infrastrutture strategiche.

Le opere diventano sistemi intelligenti capaci di trasmettere informazioni sul proprio stato di salute.

SENSORI, FIBRA OTTICA E MONITORAGGIO STRUTTURALE

Alla base della nuova ingegneria vi sono tecnologie innovative di misura:

- sensori in fibra ottica;
- sensori FBG (Fiber Bragg Gratings);
- accelerometri;
- sensori vibrazionali;
- sensori di deformazione;
- monitoraggi geotecnici;
- sistemi intelligenti di controllo territoriale.

Questi strumenti consentono di rilevare:

- microspostamenti;
- oscillazioni;
- variazioni di carico;
- deformazioni strutturali;
- evoluzione delle lesioni;
- fenomeni di degrado.

La struttura diventa così una sorgente continua di dati tecnici.

IL DIGITAL TWIN

Il gemello digitale dell’opera

Uno degli aspetti più innovativi del sistema CPSS è il:

DIGITAL TWIN

Il Digital Twin è il gemello digitale della struttura reale.

Non un semplice modello tridimensionale.
Ma una replica intelligente che evolve continuamente grazie ai dati provenienti dal monitoraggio.

La struttura fisica e quella digitale dialogano tra loro in tempo reale.

I dati raccolti vengono elaborati e confrontati con il modello teorico permettendo di:

- individuare anomalie;
- prevedere criticità;
- simulare scenari futuri;
- valutare l’evoluzione dei danni;
- programmare manutenzioni mirate;
- aggiornare continuamente il livello di sicurezza dell’opera.

Il Digital Twin rappresenta uno dei più grandi cambiamenti culturali dell’ingegneria contemporanea.

L’INTELLIGENZA ARTIFICIALE NEL CANTIERE

La nuova ingegneria utilizza anche l’Intelligenza Artificiale.

Non per sostituire il tecnico.
Ma per aumentare enormemente la capacità di controllo, analisi e prevenzione.

L’IA può:

- analizzare immagini di cantiere;
- confrontare dati nel tempo;
- riconoscere anomalie invisibili all’occhio umano;
- supportare il Direttore dei Lavori;
- costruire archivi dinamici;
- generare verbali digitali;
- aiutare nelle decisioni tecniche;
- individuare variazioni comportamentali delle strutture.

L’ingegneria entra così in una nuova fase:

l’ingegneria predittiva.

IL DIRETTORE DEI LAVORI DIGITALE

Nei cantieri sperimentali seguiti dall’Ing. Diego Dell’Erba è stato introdotto un nuovo modello operativo:

il Direttore dei Lavori Digitale.

Le fotografie inviate dal cantiere vengono:

- analizzate;
- archiviate;
- storicizzate;
- confrontate nel tempo attraverso sistemi intelligenti.

Ogni fase dei lavori viene documentata in modo continuo e verificabile.

Nasce così una vera:

MEMORIA STRUTTURALE DELL’OPERA

Non più soltanto controllo occasionale.
Ma:

- controllo continuo;
- documentazione totale;
- verifica oggettiva;
- tracciabilità completa;
- archivio tecnico evolutivo;
- supporto permanente alla manutenzione futura.

DA L’AQUILA A COLLEPOSTA

La sperimentazione sul campo

Questa nuova visione dell’ingegneria non nasce nei laboratori teorici.
Nasce nei cantieri reali.

Dopo il terremoto de L'Aquila, gli interventi di monitoraggio strutturale su edifici storici come Palazzo Mannetti rappresentano uno dei primi passaggi verso questa nuova cultura della sicurezza.

Successivamente, nelle aree del sisma 2016 tra Lazio, Abruzzo e Marche, la sperimentazione si sviluppa ulteriormente.

A Colleposta, piccolo borgo ferito dal terremoto, nascono veri e propri laboratori di innovazione.

Qui vengono applicati:

- monitoraggio strutturale;
- sensori intelligenti;
- controllo digitale del cantiere;
- IA applicata alle costruzioni;
- manutenzione predittiva;
- Digital Twin;
- gestione dinamica della sicurezza.

Nei cantieri sperimentali “IONNI” e “MARINA” la nuova ingegneria prende forma concreta.

DALL’EMERGENZA ALLA PREVENZIONE

Per decenni l’Italia ha affrontato il problema della sicurezza solo dopo i disastri:

- terremoti;
- frane;
- cedimenti;
- crolli;
- emergenze infrastrutturali.

Ma il futuro dell’ingegneria, secondo Diego Dell’Erba, deve cambiare completamente approccio.

Non intervenire dopo il danno.

Ma prevedere prima del danno.

La manutenzione predittiva consente infatti di:

- anticipare criticità;
- programmare interventi mirati;

- ridurre i costi di emergenza;
- aumentare la sicurezza delle persone;
- allungare la vita utile delle opere;
- costruire una nuova cultura della prevenzione.

UNA NUOVA CULTURA DELLA SICUREZZA

La Cyber–Physical Structural Safety non rappresenta soltanto una innovazione tecnologica.

Rappresenta un cambiamento culturale profondo.

Per la prima volta:

- le strutture vengono ascoltate continuamente;
- il tempo entra stabilmente nelle verifiche di sicurezza;
- la memoria tecnica diventa parte integrante dell'opera;
- l'ingegneria si trasforma da disciplina reattiva a disciplina predittiva.

Non più opere statiche.
Ma sistemi intelligenti in continua evoluzione.

CONCLUSIONI

L'esperienza professionale dell'Ing. Diego Dell'Erba dimostra come l'ingegneria del futuro non possa più limitarsi al semplice calcolo statico o al controllo episodico delle opere.

Il mondo sta entrando nell'era delle infrastrutture intelligenti.
Ponti, edifici, chiese, viadotti e territori dovranno essere continuamente monitorati, interpretati e protetti attraverso sistemi integrati cyber–fisici.

La Cyber–Physical Structural Safety rappresenta una delle più avanzate evoluzioni dell'ingegneria contemporanea:
un sistema nel quale sensori, Digital Twin, Intelligenza Artificiale e manutenzione predittiva collaborano per trasformare la sicurezza da evento occasionale a processo continuo.

L’innovazione introdotta da Diego Dell’Erba non nasce nei convegni teorici, ma nei cantieri reali, nei terremoti, nelle emergenze, nelle opere lesionate, nei territori fragili dell’Italia.

Nasce dalla consapevolezza che:

ogni struttura lascia segnali prima del collasso.

E che il compito della nuova ingegneria è imparare ad ascoltarli.

Il futuro non sarà più fatto di cantieri “alla cieca”.
Ma di opere capaci di dialogare con chi le gestisce.

Non più manutenzione dopo il danno.
Ma prevenzione intelligente.

Non più opere mute.

Ma strutture vive, monitorate, interpretate e protette nel tempo.

È questa la nuova frontiera dell’ingegneria.

È questa la rivoluzione della sicurezza dinamica.

È questa

la Cyber–Physical Structural Safety.

CURRICULUM PROFESSIONALE

ING. DIEGO DELL'ERBA

Ingegnere Nucleare – Sicurezza Strutturale – Innovazione Tecnologica

L'Ing. Diego Dell'Erba opera da oltre cinquant'anni nel settore dell'ingegneria civile, strutturale, geotecnica e infrastrutturale in Italia e all'estero.

Laureato in Ingegneria Nucleare presso Sapienza Università di Roma, ha maturato una lunga esperienza nella:

- progettazione;
- direzione lavori;
- sicurezza delle opere;
- gestione di cantieri complessi;
- interventi in aree sismiche e territori fragili.

Ha operato in Italia e all'estero, tra cui:

- Saudi Arabia;
- Venezuela;
- Philippines.

Nel corso della propria attività professionale ha sviluppato una nuova visione dell'ingegneria orientata alla:

CYBER–PHYSICAL STRUCTURAL SAFETY (CPSS)

un paradigma innovativo che integra:

- monitoraggio strutturale continuo;
- sensori intelligenti;
- Digital Twin;
- Intelligenza Artificiale;
- manutenzione predittiva;
- controllo digitale del cantiere.

Ha introdotto il concetto di:

"Direttore dei Lavori Digitale"

attraverso sistemi di verifica avanzata basati su:

- analisi intelligente delle immagini;
- verbali digitali;
- archivi dinamici di cantiere;
- memoria strutturale delle opere.

Ha sviluppato attività innovative nei cantieri post-sisma de L'Aquila e del Centro Italia 2016, con sperimentazioni avanzate nei cantieri nel Comune di Accumoli (RI) e in particolare nella frazione di Colleposta.

Collabora con enti di ricerca, università e professionisti nei settori: tra cui Enea, La Sapienza, Roma3, Università della Calabria …ecc. Correlatore in Tesi Magistrali in Ingegneria strutturale

- sicurezza strutturale;
- monitoraggio intelligente;
- Digital Twin;
- IA applicata all’ingegneria.

Visione professionale

“Le opere parlano.
La nuova ingegneria deve ascoltarle, interpretarle e prevenire il danno prima che avvenga.”

Specializzazioni principali

- Sicurezza strutturale
- Monitoraggio avanzato
- Digital Twin
- IA per l’ingegneria
- Manutenzione predittiva
- Direzione Lavori digitale
- Dissesto idrogeologico
- Ingegneria innovativa post-sisma