

**BlumatiCAD**  
L'alternativa  
ad AutoCAD®  
a soli € 175



www.blumatica.it/DWGi

**INGENIO AL FEMMINILE****L'INNOVATIVO BINOMIO  
AI & COMUNITÀ ENERGETICHE**

Menzione d'onore di Ingenio al Femminile 2023  
a Laura Modica

PAG. 7

**INGEGNERIA ECONOMICA****SINERGIA E CONFRONTO PER  
VALORIZZARE LE OPERE INGEGNERISTICHE**

A colloquio con Ippolita Chiarolini, consigliere CNI  
delegata all'Ingegneria economica

PAG. 8

**BlumatiCAD**  
L'alternativa  
ad AutoCAD®  
a soli € 175



www.blumatica.it/DWGi



# Il Giornale dell'Ingegnere

PERIODICO D'INFORMAZIONE PER GLI ORDINI TERRITORIALI  
Fondato nel 1952

N.6/2024

**EDITORIALE |****Un'ingegneria in trasformazione**

DI ALBERTO ROMAGNOLI\*

L'ingegneria italiana gode di ottima salute e, al tempo stesso, affronta un'inarrestabile trasformazione, probabilmente la più profonda e radicale della sua storia. In estrema sintesi è questo lo scenario tracciato dal Centro Studi del Consiglio Nazionale degli Ingegneri che nelle scorse settimane ha reso pubblico un interessante studio sui laureati in Italia.

Nelle pagine che seguiranno sarà possibile approfondire i dettagli, ma è opportuno richiamare qui gli elementi principali del trend in corso. Gli studenti italiani decidono con sempre maggiore frequenza di laurearsi in ingegneria. Nel 2023, infatti, si è registrato un incremento del 4,3% di nuovi ingegneri laureati. Se poi allarghiamo lo sguardo all'ultimo decennio, l'incremento arriva a sfiorare il 50%. Sono numeri che decretano il successo indiscutibile del percorso universitario ingegneristico. I motivi possono essere diversi, dalla maggiore spendibilità sul mercato del lavoro delle competenze tecniche, al forte sostegno alla domanda di ingegneri determinata dal PNRR, fino al progressivo processo di ingegnerizzazione di molte attività un tempo lontane dal mondo dell'ingegneria. Condizioni favorevoli di mercato, con una domanda di figure tecniche decisamente maggiore rispetto

CONTINUA A PAG. 4

**BANDI | CENTRO STUDI CNI****Servizi di ingegneria e architettura: rotta ancora instabile**

Mentre il mercato dei Sia in Italia rimane instabile, cresce l'attenzione all'equo compenso e alla qualità delle prestazioni professionali. I dati del Centro Studi del CNI

PAG. 2

**RIGENERAZIONE URBANA |****Protocollo di intesa CNI-ANCI**

Dai due enti un impegno comune sulla rigenerazione urbana e il recupero edilizio

PAG. 28

**RIQUALIFICAZIONE |****Ex Ilva: l'acciaio oltre al carbone, quale futuro**

I limiti dell'attuale tecnologia e le reali prospettive di riconversione tecnologica dell'acciaiera più grande d'Europa

PAG. 10

**SISMICA |****L'analisi delle costruzioni murarie e dei quadri di dissesto**

Interviste al Prof. Ing. Antonio Borri, Ordinario di Scienza delle Costruzioni nell'Università degli Studi di Perugia, e a Giovanni Cangini, libero professionista ed esperto di murature

PAG. 12

**CICLOVIE |****Prevenire con la mobilità sostenibile**

Mobilità sostenibile e incidentalità ciclistica sono due fattori da considerare in fase di pianificazione e progettazione. Uno studio realizzato in Calabria

PAG. 24

**FOCUS INTELLIGENZA ARTIFICIALE |****Come l'IA sta ridisegnando il futuro dell'ingegneria**

A colloquio con Gennaro Annunziata e Vittorio Fra sui possibili impieghi dell'IA nel mondo dell'ingegneria. Come sta cambiando la professione? Quali sono le figure emergenti e le competenze richieste?

PAG. 18

**Straus7.it**  
CLOUD LICENCE

**INTERVISTA |**

**"Gli ingegneri pronti a dare il loro contributo per il rilancio economico e sociale di Taranto"**

PAG. 29

**NETWORK GIOVANI |**

**Megatrasformazioni, il ruolo dell'ingegnere**

PAG. 30



I PROGRAMMI DI CALCOLO  
PIÙ DIFFUSI E LA PROFESSIONALITÀ  
DI UN TEAM UNICO AL SERVIZIO  
DELL'INGEGNERIA STRUTTURALE

**SAP2000**  
civile

**ETABS**  
edifici

**SAFE**  
fondazioni e solai

**CSiBridge**  
ponti

**CSiPlant**  
impianti e strutture

**VIS**  
verifiche c. a.

**SCS**  
nodi acciaio

I programmi CSI, mettono a vostra disposizione il frutto di oltre quarant'anni di ricerca e di attività professionale illustre. Lavorerete con la certezza di disporre degli unici programmi accettati senza riserve da amministrazioni, enti di controllo e clienti internazionali.

CSI Italia Srl Galleria San Marco 4 - 33170 Pordenone - Tel. 0434.28465 - Fax 0434.28466 - info@csi-italia.eu - www.csi-italia.eu

STRUMENTO INTEGRATO DI MODELLAZIONE, ANALISI E VERIFICA  
DI STRUTTURE IN ACCORDO ALLE NTC2018 E ALLE PRINCIPALI  
NORMATIVE INTERNAZIONALI

**DIRETTORE RESPONSABILE**

Angelo Domenico Perrini, Presidente Consiglio Nazionale degli Ingegneri

**DIRETTORE EDITORIALE**

Alberto Romagnoli, Consigliere Consiglio Nazionale degli Ingegneri

**DIREZIONE SCIENTIFICA**

Eugenio Radice Fossati, Davide Luraschi, Massimiliano Pittau

**DIREZIONE CNI**

Remo Giulio Vaudano, Elio Masciovecchio, Giuseppe Maria Margiotta, Irene Sasseti; Edoardo Cosenza, Carla Cappiello, Alberto Romagnoli, Felice Antonio Monaco, Luca Scappini, Deborah Savio, Tiziana Petrillo, Sandro Catta, Domenico Condelli, Ippolita Chiarolini

**REDAZIONE**

**Publisher**

Giorgio Albonetti

**Coordinamento Editoriale**

Antonio Felici

Giuseppe Rufo - g.rufo@lswr.it

Silvia Martellosio - s.martellosio@lswr.it

**Segreteria CNI**

Giulia Proietti

Consiglio Nazionale degli Ingegneri

Via XX Settembre, 5 - 00187 Roma

tel. 06 69767036

giornaleingegnere@cni-online.it

**Comitato di Redazione**

M. Baldir, M. F. Casillo, M. De Rose, R. Di Sanzo, G. Giagni, V. Germano, V. Gugliotta, C. Iannicelli, G. Iovannitti, L. Izzo, P. Marulli, D. Milano, A. Pallotta, P. Ricci, G. Rufo, E. Scaglia, E. M. Venco, B. Zagarese, S. Zanchetta

**Collaboratori**

G. Benzoni, F. Casagrande, R. Di Sanzo, N. Fiore, G. Margiotta, D. Milano, C. Moroni, P. Ricci, R. Ruffolo

**PUBBLICITÀ**

**Direttore Commerciale**

Costantino Cialfi

c.cialfi@lswr.it - Tel. +39 3466705086

**Ufficio Traffico**

Elena Genitoni

e.genitoni@lswr.it - Tel. 02 89293962

**SERVIZIO ABBONAMENTI**

abbonamenti@quine.it - Tel. 02 864105

**PRODUZIONE**

**Procurement Specialist**

Antonio Iovene

a.iovene@lswr.it - Cell. 349 1811231

**Realizzazione grafica**

Fabio Castiglioni

**Progetto grafico**

Stefano Asili e Francesco Dondina

**Stampa**

GRAPHICSCALVE S.p.A.

**EDITORE**



QUINE Srl

Via Spadolini 7 - 20141 Milano

www.quine.it

info@quine.it - Tel. 02.864105

**Proprietà Editoriale**

Società di Servizi del Collegio degli Ingegneri e Architetti di Milano S.r.l., Via G.B. Pergolesi, 25 - 20124 Milano © Collegio degli Ingegneri e Architetti di Milano

Quine è iscritta al Registro Operatori della Comunicazione n° 12191 del 29/10/2005. Tutti i diritti di riproduzione degli articoli pubblicati sono riservati. Manoscritti, disegni e fotografie non si restituiscono. Ai sensi dell'art. 13 Regolamento Europeo per la Protezione dei Dati Personali 679/2016 di seguito GDPR, i dati di tutti i lettori saranno trattati sia manualmente, sia con strumenti informatici e saranno utilizzati per l'invio di questa e di altre pubblicazioni e di materiale informativo e promozionale. Le modalità di trattamento saranno conformi a quanto previsto dagli art. 5-6-7 del GDPR. I dati potranno essere comunicati a soggetti con i quali Quine Srl intrattiene rapporti contrattuali necessari per l'invio delle copie della rivista. Il titolare del trattamento dei dati è Quine Srl, Via G. Spadolini 7 - 20141 Milano, al quale il lettore si potrà rivolgere per chiedere l'aggiornamento, l'integrazione, la cancellazione e ogni altra operazione di cui agli articoli 15-21 del GDPR. Gli articoli e le note firmate esprimono l'opinione dell'autore, non necessariamente quella della Direzione del giornale, impegnata a garantire la pluralità dell'informazione, se rilevante. Essi non impegnano altresì la Redazione e l'Editore. L'invio, da parte dell'autore, di immagini e testi implica la sua responsabilità di originalità, veridicità, proprietà intellettuale e disponibilità verso terzi. Esso implica anche la sua autorizzazione alla loro pubblicazione a titolo gratuito e non dà luogo alla loro restituzione, anche in caso di mancata pubblicazione. La Redazione si riserva il diritto di ridimensionare gli articoli pervenuti, senza alterarne il contenuto e il significato.

TESTATA ASSOCIATA



# BANDI CENTRO STUDI CNI

## Servizi di ingegneria e architettura: rotta ancora instabile

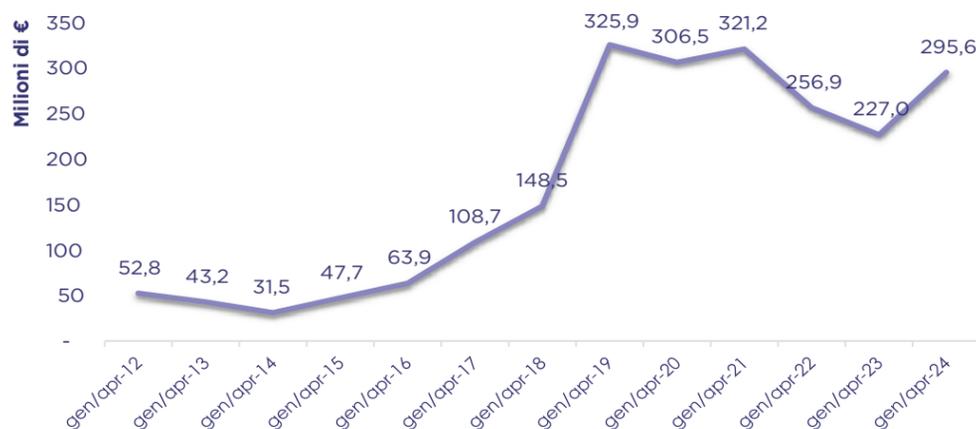
Mentre il mercato dei Sia in Italia rimane instabile, cresce l'attenzione all'equo compenso e alla qualità delle prestazioni professionali. I dati del Centro Studi del CNI

Il mercato dei servizi di ingegneria e architettura non ha ancora trovato una sua stabilità. Se consideriamo esclusivamente le gare di progettazione e altri servizi (escludendo quindi gli accordi-quadro, i concorsi, i servizi ICT e le gare con esecuzione), nel periodo gennaio-aprile 2024 le stazioni appaltanti hanno pubblicato gare per un importo a base d'asta complessivo pari a 295,6 milioni di euro, circa 70 milioni di euro in più rispetto al 1° quadrimestre del 2023, ma inferiore rispetto allo stesso quadrimestre degli anni 2019, 2020 e 2021. È il dato più significativo che emerge dal consueto rapporto elaborato dal Centro Studi del Consiglio Nazionale degli Ingegneri.

### EFFETTO EQUO COMPENSO

Analizzando i trend mensili, si scopre che dopo un inizio 2024 in linea con quello registrato nel 2023, a partire dalla fine di febbraio abbiamo assistito a un progressivo aumento degli importi complessivi, circostanza che possiamo spiegare anche con la particolare attenzione che si sta ponendo sulle prestazioni professionali e sulla tutela dei professionisti con la disciplina

IMPORTI A BASE D'ASTA DELLE GARE\* PER I SERVIZI DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA (SENZA ESECUZIONE). SERIE 1° QUADRIMESTRE 2012- 1° QUADRIMESTRE 2024 (VAL. IN MILIONI DI EURO)



\*Sono esclusi gli accordi quadro, i concorsi di idee e di progettazione e i bandi con esecuzione dei lavori

dell'equo compenso. Tuttavia, se si prendono in considerazione gli importi destinati ai servizi di ingegneria e architettura nel loro complesso, escludendo quindi soltanto i costi per l'esecuzione dei lavori (appalti integrati, concessioni, etc.), il quadro cambia: in tal caso, infatti, gli importi complessivi a base d'asta per i soli servizi di ingegneria si aggirano sui 604 milioni di euro, circa 200 in meno rispetto allo stesso periodo del 2023.

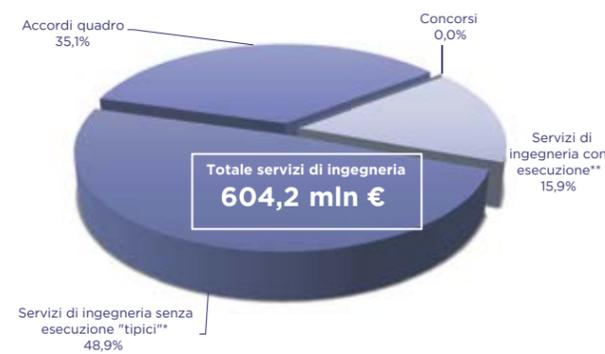
C'è da sottolineare che quest'anno la porzione di importi riservata ai servizi di ingegneria "tipici" rispetto al totale è però quasi il doppio rispetto a quella del 2023, a discapito degli importi riservati ai servizi di ingegneria con esecuzione che nel periodo gennaio-aprile dello scorso anno hanno raggiunto l'apice grazie soprattutto alla grossa parte di appalti integrati, finanziati principalmente con risorse PNRR. Le indicazioni, pertanto,

non sono univoche, segno che al momento non si può dire che il mercato vada in una direzione ben definita. "Il mercato dei servizi di progettazione di ingegneria e architettura non ha ancora ritrovato una rotta stabile - afferma Angelo Domenico Perrini, Presidente del CNI. Dopo una ripresa esponenziale avviata nel 2014 e durata ben cinque anni, dal 2020, in concomitanza con eventi (a cominciare dalla pandemia) che hanno

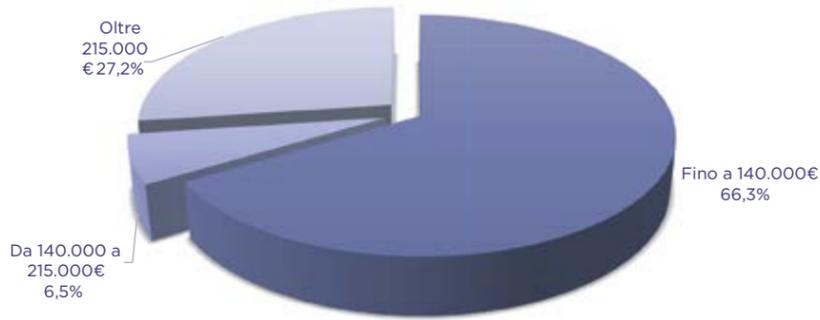
IMPORTO COMPLESSIVO DESTINATO ALLA PROGETTAZIONE E AGLI ALTRI SERVIZI DI INGEGNERIA PER MESE E VAR.%. CONFRONTO 2023-2024 (VAL. IN MILIONI DI EURO)



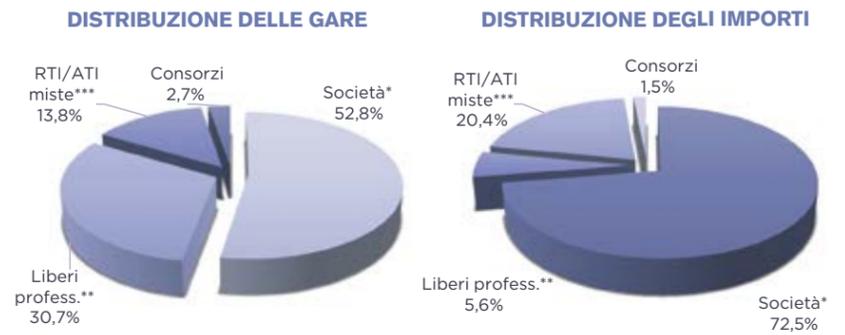
IMPORTO TOTALE A BASE D'ASTA DESTINATO AI SERVIZI DI INGEGNERIA GENNAIO - APRILE 2024



\*\*E' una stima degli importi destinati ai servizi di ingegneria escludendo gli importi per l'esecuzione dei lavori

**GARE PER SERVIZI DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA (SENZA ESECUZIONE) PER IMPORTO A BASE D'ASTA\* GENNAIO-APRILE 2024 (VAL. %)**


\* sono considerati solo i bandi per servizi di ingegneria senza esecuzione indicati nel DM.17/06/2016 e sono esclusi i bandi del settore ICT e quelli relativi a consulenze varie e gli accordi quadro

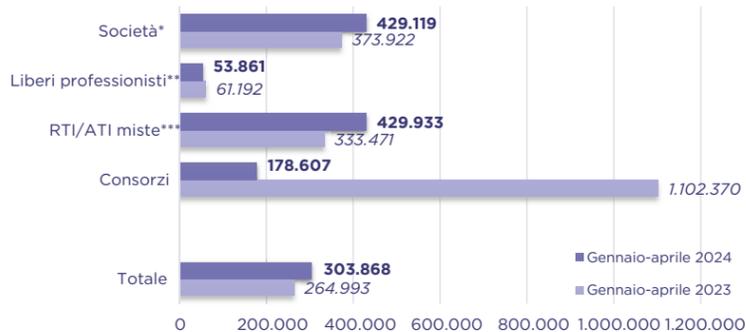
**RIPARTIZIONE DELLE GARE PER SERVIZI DI INGEGNERIA (SENZA ESECUZIONE) AGGIUDICATE GENNAIO-APRILE 2024 (VAL.%)**


(\*) SPA, SRL, RTI/ATI tra società

(\*\*) Liberi professionisti singoli, studi associati, società di professionisti, RTI/ATI di soli professionisti, società di professionisti

(\*\*\*) RTI/ATI composte da società e liberi professionisti

Sono esclusi i bandi del settore ICT e quelli relativi a consulenze varie

**IMPORTI MEDI DI AGGIUDICAZIONE DELLE GARE PER SERVIZI DI INGEGNERIA (SENZA ESECUZIONE) PER AGGIUDICATARIO**
**CFR I QUADRIMESTRE 2023- I QUADRIMESTRE 2024 (VALORI IN EURO)**


(\*) SPA, SRL, RTI/ATI tra società

(\*\*) Liberi professionisti singoli, studi associati, società di professionisti, RTI/ATI di soli professionisti, società di professionisti

(\*\*\*) RTI/ATI composte da società e liberi professionisti

N.B. Sono esclusi i bandi del settore ICT e quelli relativi a consulenze varie



scosso l'economia e la società, presenta un andamento altalenante, nonostante i consistenti investimenti degli ultimi anni operati nel settore delle costruzioni sulla spinta dei bonus edilizi e delle varie misure del PNRR. È ancora presto per capire in quale direzione questo mercato andrà nel prossimo futuro. Detto questo, va giudicato in chiave positiva il fatto che stia aumentando la sensibilità rispetto al tema dell'equo compenso e alla tutela del lavoro di chi fa progettazione e della qualità delle opere".

"Il mercato è fluttuante, il che non aiuta a definire una situazione chiara e facilmente leggibile – dice **Marco Ghionna, Presidente del Centro Studi CNI**. La speranza è che si arrivi a una stabilizzazione comportamentale del mercato per valutare un effettivo trend. I dati però macroscopicamente sembrano suggerire una ripresa dei servizi di ingegneria "tipici" a discapito degli importi riservati ai servizi di ingegneria ed esecuzione. Inoltre, dalla rilevazione 2023 ad oggi, si osserva un positivo miglioramento degli importi destinati alla progettazione. Un dato interessante da osservare andando avanti e presumibilmente direttamente correlato agli effetti dell'equo compenso".

**BANDI DI GARA "TIPICI"**

Se ci limitiamo a esaminare i bandi di gara per servizi di ingegneria e architettura "tipici", la quota maggiore delle gare pubblicate (oltre il 66%) presenta un importo a base d'asta inferiore a 140.000 euro, solo il 6,5% ha un importo compreso tra 140.000 e 215.000 euro, mentre le gare con importo a base d'asta maggiore

a 215.000 euro superano di poco il 27%.

Per quanto riguarda le aggiudicazioni, nel periodo in esame diminuisce l'importo medio di aggiudicazione delle gare assegnate ai liberi professionisti e ancor più quello assegnato ai consorzi, mentre si assiste ad un incremento degli importi medi di aggiudicazione per le società e le RTI/ATI miste (ossia quelle composte da società e liberi professionisti). I liberi professionisti, nonostante siano riusciti ad aggiudicarsi il 30,7% delle gare per servizi di ingegneria (senza esecuzione), dal punto di vista economico riescono a accaparrarsi appena il 5,6% degli importi totali (circa la metà rispetto allo stesso periodo del 2023). Come sempre le società hanno la meglio in entrambe le distribuzioni, aggiudicandosi addirittura il 72,5% degli importi. I liberi professionisti vedono aumentare notevolmente le possibilità di successo nelle gare con importo inferiore a 140.000 euro, tanto da essere riusciti ad aggiudicarsi il 66,3% delle gare e circa il 45% degli importi. Quote che tendono a ridursi con l'aumentare degli importi a base d'asta fino a raggiungere appena il 5,4% delle gare aggiudicate con importo a base d'asta maggiore di 215.000 euro e lo 0,9% degli importi. Per quanto riguarda, infine, i ribassi, confrontando quelli praticati nelle offerte rispetto al corrispondente periodo degli anni precedenti, si rileva una graduale lieve flessione per quanto riguarda i ribassi medi, mentre il ribasso massimo aumenta di 2 punti percentuali, tornando in linea con il 1° quadrimestre del 2022.

## 302 IDROREP SB ATS

L'Impregnante Idrorepellente ad Alta Penetrazione per Materiali Edili Minerali



IDROREP SB ATS è un impregnante incolore a base di solvente, progettato per offrire una protezione superiore ai materiali edili minerali. Grazie ai silossani idrorepellenti, questo prodotto penetra in profondità senza formare film superficiali, preservando l'aspetto naturale del materiale trattato.

- Permeabilità al vapore d'acqua
- Non forma pellicola
- Impermeabilizzazione microcavillature
- Riduzione assorbimento d'acqua
- Ottima penetrazione
- Resistenza agli alcali e al gelo
- Resistenza ai raggi UV
- Prevenzione della formazione di muffe e alghe
- Non modifica l'aspetto superficiale

**ATS**  
RESINE

[www.atsresine.it](http://www.atsresine.it)

**EDITORIALE |**

SEGUE DA PAG. 1

a far aumentare il numero di iscritti e di laureati. Inoltre, gioca in modo favorevole a questo contesto espansivo il fatto che i corsi di laurea in ingegneria spazino in ambiti specialistici molto ampi e differenziati, dai più consolidati settori delle costruzioni ed ambientale, alle telecomunicazioni, alle applicazioni industriali ed alle tecnologie dell'informazione. C'è però un altro elemento che il rapporto del Centro Studi ci restituisce. Se in passato al concetto di ingegneria venivano immediatamente associati settori tradizionali e ampiamente consolidati, quali ad esempio l'attività di progettazione e realizzazione di opere edilizie o di infrastrutture, oggi si fa sempre più forte la tendenza a riconoscere la presenza e il ruolo dell'ingegneria in molteplici ulteriori attività. Basti pensare alla rivoluzione che sta determinando l'Intelligenza artificiale e il ruolo fondamentale che in esso gioca l'ingegneria. Questa innegabile realtà è confermata dalla percezione che hanno i nostri studenti che negli ultimi anni stanno virando verso percorsi universitari un tempo marginali come, per esempio, quelli dell'ingegneria biomedica e gestionale. Una tendenza che sta rivoluzionando la base stessa della nostra categoria professionale, ponendo nuove sfide al nostro sistema ordinistico che è chiamato a dare ad essa un'efficace rappresentanza. I numeri parlano chiaro. Risulta in costante crescita il numero di chi si iscrive e si laurea in corsi di ingegneria afferenti sia al settore industriale che a quello dell'informazione, a fronte di rallentamento complessivo dei laureati nell'ambito civile-edile e di ingegneria per l'ambiente ed il territorio. Nel 2023 il corso magistrale con il maggior numero di laureati è stato quello di ingegneria gestionale, così come continuano a crescere i laureati in ingegneria biomedica, aumentati in un solo anno quasi del 22%. Senza sottovalutare il settore dell'ingegneria meccanica che ormai sforna stabilmente circa 3500 laureati ogni anno. Per contro, l'ingegneria legata al sistema delle costruzioni, sebbene continui a vantare numeri ragguardevoli, sta andando verso un costante ridimensionamento. Colpisce il fatto che i laureati in ingegneria civile e i laureati di architettura e ingegneria edile nel complesso facciano registrare un calo di quasi l'8%. Le tendenze fotografate da questi numeri ci restituiscono l'immagine di un settore, come detto, in salute e in profonda trasformazione. Se da un lato questo ci induce a festeggiare e a compiacerci per il consolidamento del ruolo dell'ingegnere nella nostra società, dall'altro pone al nostro sistema ordinistico un problema serio. In sostanza è arrivato il momento di chiederci se gli organi di rappresentanza della categoria riescono a parlare alle nuove generazioni che sono le protagoniste di questa rivoluzione. I dati relativi ai nuovi iscritti all'Albo suggeriscono che c'è ancora un enorme lavoro da fare. Dobbiamo capire quali sono le esigenze dei giovani colleghi e provare a dare loro una risposta concreta, in modo che risultino chiari e convincenti i motivi della loro iscrizione all'Albo. Si tratta di una sfida complessa con cui sono chiamati a confrontarsi tutti gli organi di rappresentanza, nazionali e locali. Nessuno escluso.

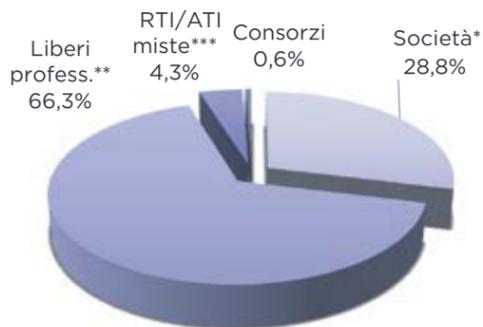
**\*CONSIGLIERE CNI, DELEGATO ALLA COMUNICAZIONE**

**BANDI CENTRO STUDI CNI**

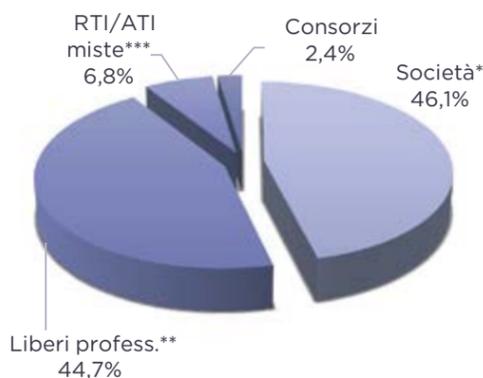
**RIPARTIZIONE DELLE GARE PER SERVIZI DI INGEGNERIA (SENZA ESECUZIONE) AGGIUDICATE PER FASCIA DI IMPORTO A BASE D'ASTA GENNAIO-APRILE 2024 (VAL.%)**

**BANDI CON IMPORTO A BASE D'ASTA FINO A 140MILA EURO**

**DISTRIBUZIONE DELLE GARE**

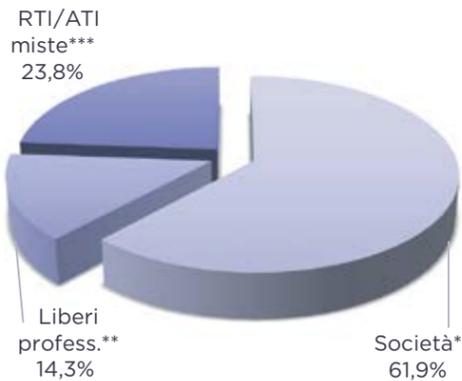


**DISTRIBUZIONE DEGLI IMPORTI**

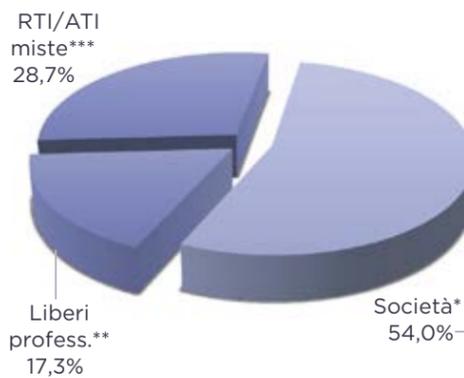


**BANDI CON IMPORTO A BASE D'ASTA COMPRESO TRA I 140MILA E I 215MILA EURO**

**DISTRIBUZIONE DELLE GARE**

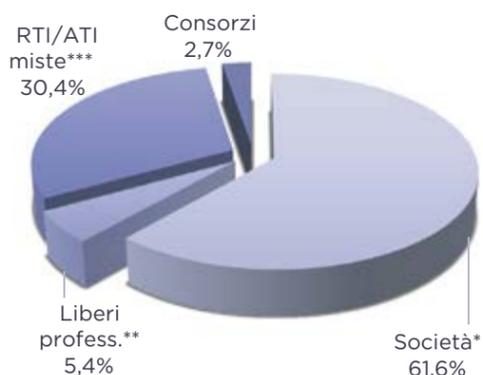


**DISTRIBUZIONE DEGLI IMPORTI**

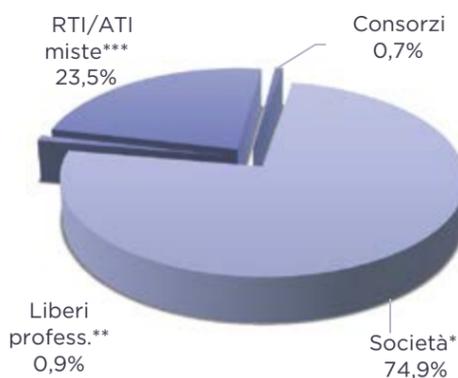


**BANDI CON IMPORTO A BASE D'ASTA SUPERIORE AI 215MILA EURO**

**DISTRIBUZIONE DELLE GARE**



**DISTRIBUZIONE DEGLI IMPORTI**



(\*) SPA, SRL, RTI/ATI tra società

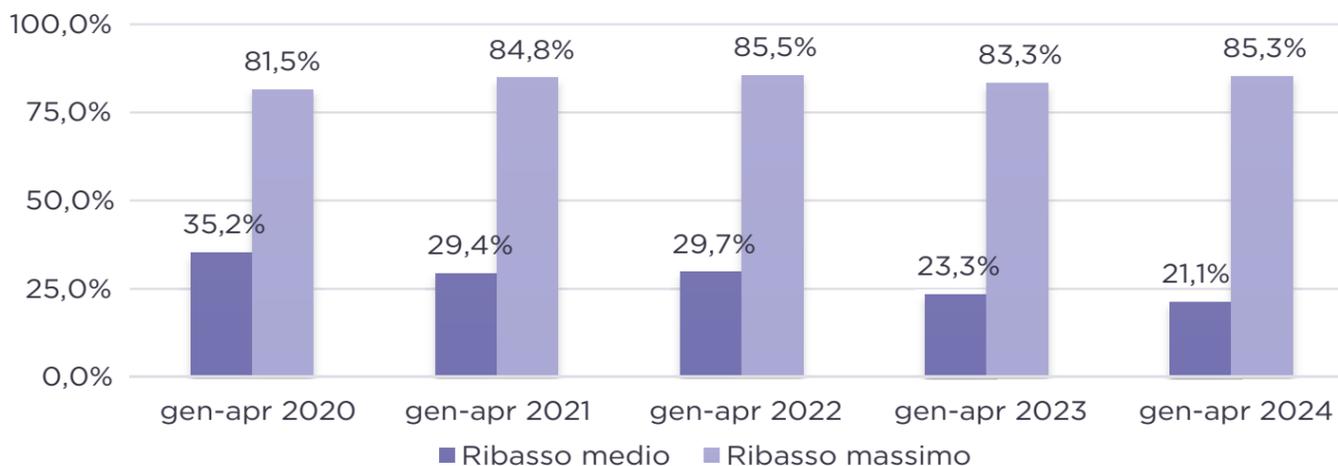
(\*\*) Liberi professionisti singoli, studi associati, società di professionisti, RTI/ATI di soli professionisti, società di professionisti

(\*\*\*) RTI/ATI composte da società e liberi professionisti

Sono esclusi i bandi del settore ICT e quelli relativi a consulenze varie

N.B: Gli importi relativi alle gare aggiudicate dai consorzi non sono disponibili

**RIBASSO MEDIO E RIBASSO MASSIMO RILEVATO NELLE GARE PER SERVIZI DI INGEGNERIA AGGIUDICATE PER TIPOLOGIA DI APPALTO**



“Proprio quest’ultimo dato – osserva **Giuseppe Maria Margiotta, referente del CNI per il Centro Studi** – è la riprova che la legge sull’equo compenso non ha aggravato sostanzialmente i costi per le casse pubbliche, che secondo le stime di alcuni portatori di interessi avrebbe determinato maggiori oneri per lo Stato dell’ordine di almeno il 30% in più. Con l’entrata a totale regime della nuova legge e della stringente interpretazione che ha dato il CNI (ribasso sulle sole spese), in effetti ci attendiamo una riduzione dei ribassi medi ancora di qualche punto percentuale ma soprattutto una riduzione sostanziale dei ribassi massimi, inaccettabili sotto tutti i punti di vista”.

**100% Comoli Ferrari.**

100% Solution è il traguardo che si concretizzerà in nuovi livelli di experience a it's ELETTRICA 2024, in programma al MiCo dal 10 al 12 ottobre, allargando sempre più la visione dalla filiera al network, aprendo a nuove professionalità, a soluzioni di well living che al centro hanno sempre l'individuo: nel quotidiano, nello studio, al lavoro, nella cura di sé e degli altri. Il nostro obiettivo, con voi, è concertare le migliori soluzioni e costruire nuove opportunità con entusiasmo e determinazione.



un impegno totale  
per creare valore  
per tutti i nostri partner

# valore che vale.

10 &gt; 12 OTTOBRE

Allianz  MiCo


**SOLUTION**

it's **ELETTRICA**



EFFEMERIDI

# ETICA MITOLOGICA

Dedalo, ovvero: “Dalla microetica alla macroetica passando per i fumetti”

DI GIUSEPPE MARGIOTTA

**Tutti, o quasi tutti**, i corsi, i seminari, le lezioni di etica e deontologia ricorrono ai grandi filosofi greci per introdurre il tema dell'ETICA, un tema tanto importante quanto sfuggente. È vero che *“Per mandare al diavolo la filosofia bisogna fare filosofia”*, come diceva Emanuele Severino, eminente filosofo italiano contemporaneo, ma noi proveremo a farne a meno perché, di fronte ai *millennials* o alla cosiddetta *“Generazione Z”* – ma persino ai figli del '68 ormai decrepiti par mio, faremmo la figura dei dinosauri o poco meno. Fallendo il nostro scopo. Senza abbandonare la cultura classica, che è sempre prudente tenere i piedi ben fermi nelle nostre radici, faremo ricorso alla mitologia, che non è meno antica di Platone o Aristotele ma si presta bene a mille contaminazioni.

## DEDALO

Partiamo perciò dal personaggio forse più contaminato dalla cultura occidentale e dalla mitologia stessa: Dedalo. Il signor Dedalo pare fosse un ateniese, finito a Cnosso non si sa bene perché; nato scultore finirà per diventare ingegnere per volontà indiretta degli dèi, come tanti di noi. Perché abbiamo scelto Dedalo? Perché la sua vita e la sua esperienza professionale traducono perfettamente quella serie di concatenazioni, spesso involontarie, che non tenute nel debito conto provocano effetti a catena difficilmente controllabili: dalla microetica, scelte e comportamenti semplici, ordinari, quotidiani, apparentemente gestibili, alla macroetica, che comporta... ma che ve lo dico a fare se debbo scrivere ancora tutto l'articolo? La vicenda di Dedalo, con alcune significative varianti, si dipana su tre parole: vacca, giardino, ali.

## MINOSSE

Dedalo inizia la sua carriera di ingegnere con la meccanica, una meccanica primordiale se volete, ma che si innesta in una tragedia con radici religiose e di comportamenti non consoni, con risvolti non proprio da educande. Il re di Creta, Minosse, si macchia di empietà contro Poseidone. Appena insediato sul trono, il sovrano aveva chiesto in regalo al dio del mare un toro come segno di approvazione dell'Olimpo al suo regno, promettendo di sacrificare, a sua volta, l'animale alla divinità. Ma il toro era talmente bello che il re

non volle più immolarlo e al suo posto ne sacrificò un altro. La decisione di Minosse provocò l'ira degli dei che, per vendetta, fecero innamorare sua moglie Pasifae del toro bianco. Anche per noi che viviamo tempi ritenuti lussuosi e perversi la storia si fa trista, ma cosa c'entra il nostro scultore greco con la tracotanza del re, la virtù della regina e l'ira (sempre funesta) degli dei? Fino a questo momento nulla. E invece... primo colpo di scena! La regina commissiona all'artista straniero un marchingegno (parola di recente rispolverata dal Colle) per soddisfare la sua lussuria. E lo sventurato rispose.

## LA VACCA DI LEGNO

Pur senza obbligo di mezzi e di risultato, il nostro ingegnere meccanico progetta e costruisce una vacca di legno per consentire l'insano accoppiamento. Ed essendo risultato un valente professionista la macchina funziona perfettamente. È lecito costruire animali di legno? Certamente, lo fanno da sempre i giocattolai di tutto il mondo. È pur vero che il *“Giocattolaio” (Toyman)* è un personaggio dei fumetti pubblicati da DC Comics ed è un supercriminale nemico di Superman, ma questo non c'entra nulla con Creta, Pasifae e tutto il resto. È lecito costruire animali di legno in cui far entrare persone? Certamente, lo ha fatto con una certa gloria un certo Odisseo per entrare furtiva-

mente a Troia. Certo per i troiani non è stata una bella cosa, ma ognuno ha le sue opinioni! Ma è ugualmente lecito costruire animali di legno per stravolgere il corretto andamento della natura? L'atto creativo e tecnico in sé è inattaccabile, ma la scelta etica?

## IL MINOTAURO

Ma andiamo avanti. A questo punto *“il nemico si fa d'ombra e s'ingarbuglia la matassa”* (Guccini, Don Chisciotte). Perché l'accoppiamento insano produce i suoi effetti inattesi. Una imprevedibile, e impossibile nel mondo post mitologico, *“ibridazione interspecifica”*, il processo per cui due animali di specie diverse si riproducono dando vita a una progenie con caratteristiche morfologiche intermedie (così evitate di andare a cercare altrove e perdere il filo del discorso) produce il mostro volgarmente chiamato Minotauro, *“toro di Minosse”* per estrema ingiuria. Lo scandalo è grande, il mostro è un mostro (oltre all'aspetto gradisce cibarsi di carne umana e non si capisce perché, visto che è un incrocio tra un onnivoro e un erbivoro), perciò occorre porre rimedio: un posto dove nascondere e al contempo rinchiuderlo.

## IL LABIRINTO

Il concorso di idee (si tratta comunque di un giardino dalle forme innovative) vede concorrere e vincere il nostro ingegnere ambientale, lo stesso Dedalo,

visto che non c'erano sezioni e settori (ma anche l'albo per la verità). La scelta cade su una costruzione *green*, che anni dopo un bibliotecario cieco definirà il giardino dei sentieri che si biforcano. La bravura del progettista è tale da dargli fama eterna. Ancora oggi nella lingua italiana viene utilizzato il sostantivo *“dedalo”* per indicare un intrico (solitamente di strette vie) simile a un labirinto, derivando per metonimia il termine dal costruttore stesso. Il labirinto è così ben congegnato che uscirne non è possibile (ancora una volta il nostro Dedalo è stato bravo da un punto di vista tecnico). L'unico che ne conosce il segreto è proprio il progettista che, come avveniva o avverrà con altre brillanti costruzioni, vi viene rinchiuso dentro per non svelarne il segreto. Con suo figlio Icaro, e questo non lo aveva previsto.

## ICARO E IL VOLO UMANO

Che Dedalo sia stato un genio non c'è dubbio. Millenni prima di Leonardo e dei fratelli Wright, il nostro diventa ingegnere aeronautico (o aerospaziale come vedremo) e concepisce e costruisce delle ali per fuggire con il figlio dal carcere a cielo aperto, da lui stesso inventato. Le ali funzionano, Icaro si libra in aria, vola! Ma le raccomandazioni del padre di volare a mezz'altezza in modo che l'umidità non appesantisca le ali e che il sole non faccia sciogliere la cera non servono a nulla. Durante il volo Icaro si avvicina troppo al sole (sicuramente un volo orbitale o suborbitale) e il calore fonde la cera, facendolo cadere. Si chiamino o no effetti collaterali vi rendete conto come da cosa nasce cosa. Come da progetti ben concepiti e realizzati, senza valutare appieno le conseguenze delle proprie azioni, si possono innescare processi inarrestabili.

## ASTERIONE

A voler guardare le cose da una prospettiva diversa. Borges, il bibliotecario di prima, ci racconta il labirinto dal punto di vista di Asterione, il nome proprio del Minotauro, e tutto ci appare in una visione diversa, il labirinto, il mostro, le vittime. *“So che mi accusano di superbia, e forse di misantropia, o di pazzia. Tali accuse (che punirò al momento giusto) sono ridicole. È vero che non esco di casa, ma è anche vero che le porte (il cui numero è infinito) restano aperte giorno e notte agli uomini e agli animali. Entri chi vuole”*. Una casa con mille porte

e mille stanze e mille corridoi è come se non ne avesse nessuno, e se è possibile a tutti entrarvi non è concesso a chi vive al suo interno di uscirne. Una splendida metafora della mancanza di inclusività delle nostre architetture.

## FUMETTI

Il personaggio di Dedalo è presente anche nei fumetti Marvel Comics e corrisponde a *“Ikaris”*, uno degli *“Eterni”*. Questo Eterno (con il dono del volo) al tempo dell'Antica Grecia non si chiamava ancora Ikaris e aveva un figlio di nome Icaro. Per fare volare Icaro al suo fianco, l'Eterno gli costruì un paio d'ali meccaniche; tuttavia, il figlio volò troppo in alto, perse i sensi, cadde e morì. Il padre decise allora di cambiare il proprio nome in *Ikaris*, in ricordo del figlio perduto. Appena qualche giorno fa abbiamo esplorato l'immaginario dei fumetti con uno dei maggiori sceneggiatori del mondo *comics* e dell'animazione in Italia, **Francesco Artibani**, intervistato da Alberto Romagnoli nel corso dell'evento: *“Gulp! L'invenzione di un linguaggio pop”*, all'Open Space, Communication Hub del Consiglio Nazionale degli Ingegneri. In quello splendido pomeriggio di cultura e intrattenimento i temi dell'etica sono stati solo sfiorati, ma chi ha letto Topolino sa di cosa parliamo.

## IL FILO DI ARIANNA

Il mito racconta di un'altra conseguenza truculenta delle azioni di Dedalo. Gli ateniesi avevano, infatti, ucciso Androgeo, uno dei figli di Minosse. Per punirli, ogni anno sette fanciulle e sette giovani ateniesi dovevano essere sacrificati al Minotauro. Le vicende di Teseo e Arianna e del gomitolo di lana da srotolare una volta entrato nel labirinto, per poi riavvolgerlo e ritrovare così la via d'uscita, comportano l'uccisione di Asterione, che nel racconto di Borges attende invece un liberatore.

## SUGGERIMENTI

Nel parco *“Fiumara d'Arte”*, realizzato da Antonio Presti in Sicilia, un vero e proprio museo a cielo aperto che si estende in diversi comuni della provincia di Messina, c'è un'opera di *Land Art* tra le più belle e suggestive del parco, il Labirinto di Arianna. A differenza di quello di Cnosso e di quasi tutti gli altri labirinti, medioevale o moderni, esistenti o irrimediabilmente perduti, il capolavoro dell'artista Italo Lanfredini non è un giardino ma una scultura monumentale che, benché caratterizzato da un percorso tortuoso e serpeggiante come tutti i labirinti, non ha bivi, incroci o vicoli ciechi; l'unica possibilità di uscirne è tornare indietro sui propri passi. E tante altre belle cose che non sto qui a dirvi, *“addirvi”* una parola sola.



# L'innovativo binomio AI & Comunità Energetiche

Menzione d'onore di Ingenio al Femminile 2023 a Laura Modica

DI DANIELE MILANO

Si intitola *Development of AI-based models for the management of energy communities* (autrice Laura Modica) la terza tesi di laurea premiata con la menzione d'onore a *Ingenio al Femminile 2023*. Classe 1999, ragusana, Laura si è laureata in Ingegneria Energetica e Nucleare, indirizzo Progettazione e gestione di impianti energetici, presso il Politecnico di Torino. "Aver ricevuto questo riconoscimento è stata un'esperienza incredibilmente gratificante. Mi sono sentita apprezzata e soddisfatta del mio lavoro, frutto di impegno e di non poche difficoltà. È stato un momento di grande orgoglio personale e di ispirazione a continuare a migliorare e a contribuire nel proprio campo", afferma.



te sono utili a prevedere la migliore combinazione di sistemi di energia da adottare su scala distrettuale per raggiungere molteplici obiettivi, tra cui quelli ambientali, energetici ed economici, tenendo conto della variazione di *key performance indicators*. Il lavoro di tesi di Laura Modica ha voluto rendere un ambiente di simulazione virtuale, applicato su scala distrettuale, più flessibile e adatto a simulare contesti del mondo reale. Nel dettaglio, lo studio ha riguardato l'addestramento e la validazione di reti neurali artificiali, con l'obiettivo di simulare la dinamica termica di più edifici appartenenti a diverse Comunità Energetiche. I risultati ottenuti da questi modelli di apprendimento supervisionato, basati sui dati, sono stati successivamente confrontati con quelli ottenuti da modelli *grey-box* sviluppati da altri ricercatori a partire dai dati provenienti dalla stessa campagna di misura. Dati i driver di sviluppo normativo improntati sui miglioramenti economici e sulle conseguenti riduzioni dei costi di acquisto dell'energia elettrica dalla rete, il *virtual simulation environment* è stato arricchito con modelli in grado di descrivere il funzionamento di un sistema di micro-cogenerazione e di ricostruire la domanda di energia per la ricarica dei veicoli elettrici. Sono stati dunque esaminati tre diversi scenari, con l'obiettivo di soddisfare il fabbisogno energetico della Comunità e gestire in modo ottimale i flussi energetici rispetto alla rete elettrica. I risultati che emergono dalle analisi svolte mostrano vantaggi quando la produzione di energia avviene in loco attraverso un impianto centralizzato di micro-cogenerazione, dimensionato per soddisfare l'intero fabbisogno comunitario. In virtù degli obiettivi di decarbonizzazione sempre più ambiziosi, i veicoli elettrici offrono una serie di importanti vantaggi in termini di mobilità sostenibile. Tuttavia, le emissioni legate alla produzione di energia per ricaricare queste unità non dovrebbero essere trascurate. Soddisfare la loro domanda di energia attraverso un sistema micro-cogenerazione si traduce in costi inferiori rispetto a fare affidamento alla sola rete elettrica, soprattutto in periodi ad alto costo. Inoltre, tale strategia potrebbe tra-

dursi in una riduzione della dipendenza dalla rete e delle emissioni di gas a effetto serra laddove i biocarburanti non sono disponibili a costi accessibili.

## VERSO UN REALE EQUILIBRIO TRA INNOVAZIONE TECNOLOGICA E SOSTENIBILITÀ

Laura è attualmente coinvolta in diversi progetti che spaziano tra ambiti professionali e personali. "Mi sto preparando per ulteriori studi: continuare a formarmi è fondamentale per rimanere aggiornata e competitiva nel mio settore. Sul fronte lavorativo, sto cercando opportunità che mi permettano di crescere professionalmente e di applicare le mie competenze in nuovi contesti. Sto esplorando ruoli che combinano la mia formazione accademica con le mie passioni. Vorrei cominciare a dedicare del tempo al volontariato, specialmente in progetti che supportano l'educazione e lo sviluppo delle

competenze tra i giovani". Sull'AI Act, proposto dalla Commissione Europea, e sull'impatto che può avere sull'applicazione dell'intelligenza artificiale a progetti di sostenibilità, il pensiero di Laura è chiaro: "L'AI Act rappresenta un passo significativo verso la regolamentazione dell'intelligenza artificiale. Il suo obiettivo principale è creare un quadro giuridico chiaro e sicuro che garantisca lo sviluppo etico e responsabile dell'IA, proteggendo i diritti fondamentali dei cittadini e promuovendo l'innovazione. L'impatto dell'applicazione dell'IA in progetti di sostenibilità è duplice: l'AI Act può incentivare lo sviluppo di soluzioni di IA che supportano obiettivi di sostenibilità, promuovendo la ricerca e l'implementazione di tecnologie *green* (basti pensare ad ambiti riferiti alla riduzione delle emissioni di carbonio e alla gestione dei rifiuti). Per le applicazioni di IA ad alto rischio nei progetti di sostenibilità, come quelle che gestiscono reti energetiche o sistemi idrici, l'AI Act è uno strumento che potrebbe garantire *standard* di sicurezza elevati. Ciò ridurrà il rischio di malfunzionamenti o abusi che potrebbero avere impatti negativi sull'ambiente e sulla società. Regolamentare l'IA ridurrà i rischi associati a un uso improprio della tecnologia, come la raccolta non

etica di dati ambientali o l'adozione di soluzioni non sostenibili. Questo assicurerà che i progetti di sostenibilità siano davvero orientati al bene comune e non generino effetti dannosi". E su un reale equilibrio tra innovazione tecnologica e sostenibilità: "La tecnologia può essere un potente strumento per promuovere la sostenibilità, se utilizzata correttamente. Progettare tecnologie con l'obiettivo di minimizzare l'impatto ambientale fin dalle prime fasi con l'uso di materiali riciclabili e con la riduzione dei rifiuti è un metodo. Un'altra soluzione è quella di utilizzare fonti di energia rinnovabile per alimentare le innovazioni tecnologiche. L'energia solare, eolica e altre forme di energia rinnovabile possono ridurre la *carbon footprint* delle nuove tecnologie. L'IA può migliorare la gestione delle risorse idriche, l'agricoltura di precisione e la gestione energetica di intere città. Un esempio pratico riguarda quello degli *smart building*, progettati per essere energeticamente efficienti, utilizzando tecnologie come l'isolamento avanzato e sistemi di gestione energetica automatizzati". Quindi, un equilibrio tra innovazione tecnologica e sostenibilità non solo è possibile, ma è anche essenziale per affrontare le sfide ambientali globali.

3therm®

Riewega®

RoofRox®

SOFTWARE  
KEYPRO  
SUITE

Lo strumento tecnico versatile per il progettista moderno

Disponibile il plugin di calcolo per Revit

Innovazione ed evoluzione sono le parole chiave che descrivono KEYPRO SUITE, un software di calcolo senza precedenti capace di rivoluzionare la progettazione delle strutture in legno, garantendo notevoli vantaggi.

Per saperne di più e ricevere il software: [ufficiotecnico@roofrox.com](mailto:ufficiotecnico@roofrox.com)

EVENTI | INGEGNERIA ECONOMICA

DI ROBERTO DI SANZO

# Sinergia e confronto per un approccio che valorizzi le opere ingegneristiche

La Prima Giornata Nazionale dell'Ingegneria Economica, organizzata dal CNI e ANCE, ha visto la partecipazione, tra gli altri, del viceministro della Giustizia, Francesco Paolo Sisto, e del Capo Dipartimento per le opere pubbliche e politiche abitative del Mit, Calogero Mauceri



Francesco Paolo Sisto, viceministro della Giustizia

sostenibilità degli interventi, casi di partenariato pubblico e privato nel *social housing*. Per **Massimo Angelo Dossi**, vicepresidente ANCE, la Prima Giornata Nazionale dell'Ingegneria Economica è fondamentale perché traghetta verso un rapporto sempre più stretto tra ingegneria ed economia: "Oggi ci viene richiesto di realizzare progetti sempre più complessi e che siano sostenibili dal punto di vista non solo ambientale, ma anche economico. Ma per gestire questa complessità serve una cassetta degli attrezzi con tutti gli strumenti che integrino i due aspetti.

Nella realizzazione di un'opera la collaborazione tra imprese e progettisti si traduce nella fattibilità nei tempi e nel rispetto del *budget* dei costi". Concetti ribaditi anche dal viceministro della Giustizia, **Francesco Paolo Sisto**: "Siamo interessati a sviluppare assieme ai professionisti tutte quelle idee che possano portare un beneficio alla collettività. Il ruolo dei professionisti è fondamentale perché contribuiscono alla riduzione del *gap* tra pubblico e privato.

In questo senso il tema di questa giornata, l'ingegneria economica, riveste una particolare complessità. Il Nuovo Codice dei Contratti contiene dei principi che devono farci riflettere: risultato e fiducia. Noi stiamo procedendo verso l'abolizione del reato di abuso di ufficio perché la paura da parte dei tecnici della P.A. di apporre una firma rappresenta un forte freno e alimenta una sorta di burocrazia difensiva. Il che si traduce in un danno per i cittadini. Dobbiamo costruire un clima di fiducia tra cittadini, funzionari pubblici e operatori". "Un'opera pubblica che arriva fuori tempo massimo può risultare inutile. Per evitare questo serve una stretta cooperazione tra imprese, professionisti e amministrazioni pubbliche". Così si è espresso **Calogero Mauceri**, Capo Dipartimento per le opere pubbliche e politiche abitative del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. L'evento del CNI e ANCE ha goduto del patrocinio di Ministero della Giustizia, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, ANCI, Fiaso, Federcostruzioni, Federmanager, Siais e AICE.

**C**onfronto e discussione. Si parte da questi presupposti per poi proporre soluzioni e strategie comuni che riguardano tematiche fondamentali, inerenti all'innovazione del paese e a questioni aperte per la professione ingegneristica. La **Prima Giornata Nazionale dell'Ingegneria Economica**, organizzata dal Consiglio Nazionale degli Ingegneri (CNI) in collaborazione con l'Associazione Nazionale Costruttori Edili (ANCE), ha offerto alla platea un approccio dinamico e multidisciplinare in merito a diversi scenari, a partire dalla sostenibilità socio-economica nella realizzazione e nella gestione delle opere di ingegneria. L'obiettivo è chiaro: sinergia e collaborazione tra discipline e settori solo apparentemente distanti per una

crescita graduale e armonica di tutto il "sistema Italia". A spiegarlo bene ci ha pensato il presidente del CNI, **Angelo Domenico Perrini**: "Sui grandi temi che riguardano lo sviluppo del Paese – in particolare la transizione energetica, la transizione digitale, la sostenibilità edilizia e la rigenerazione urbana – è fondamentale la discussione e il confronto, avendo come obiettivo l'innovazione". Per garantire risultati qualitativamente elevati, è necessario che si realizzino alcune condizioni. A cominciare dalla "corretta remunerazione del lavoro e delle prestazioni professionali, senza la quale è impossibile garantire efficienza e qualità delle opere realizzate" ha ricordato Perrini. "In Italia le remunerazioni sono molto lontane da quelle praticate in Europa, dove i costi

dei servizi di ingegneria pesano per circa il 30% del costo delle opere. Dobbiamo riportare le remunerazioni a livelli che siano in linea con gli obiettivi di qualità e sostenibilità previste anche nel Codice dei Contratti. Su questo punto, in particolare la difesa dell'equo compenso, ci aspettiamo sostegno da parte dei nostri *partner*, nell'interesse di tutti". Un approccio ragionato e misure concrete per adeguarsi nel migliore dei modi al programma d'azione dell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile. Ricordiamo che in Italia è stata istituita la Cabina di regia "Benessere Italia", l'organo della Presidenza del Consiglio cui spetta il compito di "coordinare, monitorare, misurare e migliorare le politiche di tutti i Ministeri nel segno del benessere dei

cittadini". Un passo avanti per dotare l'Italia di una *governance* per l'Agenda 2030, uno strumento che permetterà al Governo di promuovere un benessere equo e sostenibile attraverso la definizione di nuovi approcci e nuove politiche. Rigenerazione equo sostenibile dei territori, mobilità e coesione territoriale, transizione energetica, qualità della vita, economia circolare sono le cinque macroaree in cui si sviluppano le sue linee programmatiche. Tematiche che vedono gli ingegneri protagonisti di una vera e propria "rivoluzione culturale", che parte da alcuni assunti imprescindibili, punti cardine che hanno caratterizzato la giornata di lavoro: esercizio della professione e attività di impresa, principio della fiducia nel nuovo codice, valutazioni immobiliari,

## INTERVISTA | INGEGNERIA ECONOMICA



# “Ingegneria ed economia, sinergia fondamentale per promuovere uno sviluppo sostenibile e innovativo”

A colloquio con Ippolita Chiarolini, consigliere CNI delegata all'Ingegneria economica

**T**ra i protagonisti della Prima Giornata Nazionale dell'Ingegneria Economica, **Ippolita Chiarolini**, consigliere del CNI delegata al settore, ha tracciato un quadro esaustivo della disciplina, evidenziandone gli aspetti benefici e anche le possibili criticità. Tante le opportunità, all'insegna di una sinergia fondamentale per il bene della collettività, fine ultimo dell'operato dei professionisti.

## Come nasce l'idea di “unire” ingegneria ed economia? È un'integrazione davvero possibile?

L'ingegneria economica, nata negli anni '70, è l'applicazione di principi e tecniche multidisciplinari per valutare la fattibilità e valorizzare progetti di ingegneria civile, ambientale, industriale e dell'informazione. Questa disciplina si occupa di stime di valore e controllo dei costi, applicando principi di profittabilità, pianificazione e gestione degli investimenti. Inoltre, integra il *management* con la sostenibilità sociale e ambientale, favorendo l'integrazione, la *partnership* e il perseguimento degli obiettivi dell'Agenda 2030. Nel contesto contemporaneo, l'integrazione tra ingegneria ed economia non è solo possibile, ma indispensabile. Questa sinergia è cruciale per affrontare le sfide globali e promuovere uno sviluppo sostenibile e innovativo. L'ingegneria fornisce le competenze tecniche necessarie per progettare e costruire infrastrutture e tecnologie avanzate, mentre l'economia offre gli strumenti per valutare la fattibilità finanziaria, l'efficienza e l'impatto economico di questi progetti. L'ingegneria economica porta a soluzioni complete e lungimiranti.

## Un “matrimonio” naturale, dunque?

I vantaggi dell'integrazione tra ingegneria ed economia sono l'ottimizzazione delle risorse, una spinta all'innovazione e alla competitività, un'adeguata gestione dei rischi, una sfida per il bilanciamento degli obiettivi, integrando con l'analisi di costi e benefici per garantire che le strutture non solo siano durevoli e sicure, ma anche sostenibili a livello socio-economico. L'ingegneria economica è una necessità per affrontare le sfide del XXI secolo per sviluppare progetti che sono tecnicamente validi, economicamente sostenibili e socialmente responsabili; è necessario un cambiamento culturale e un impegno verso l'interdisciplinarietà, ma i benefici derivanti da una collaborazione efficace sono immensi. Attraverso un approccio integrato, possiamo costruire un futuro più prospero, innovativo e sostenibile per la collettività.

**Un approccio sicuramente vantaggioso per le opere di ingegneria.** L'ingegneria economica mira a completare opere di ingegneria e a renderle funzionali e durature. Attraverso prestazioni tecniche di eccellenza, è possibile realizzare opere di alta qualità che rispondono a bisogni reali. Questo approccio parte da scelte strategiche e persegue la sostenibilità economica, finanziaria e sociale, attraverso un'organizzazione e una gestione efficiente dei progetti. Competenze manageriali sono essenziali e sempre più richieste per chi desidera crescere nei contesti attuali, misurando le prestazioni con una visione a lungo termine e gestendo l'opera in modo efficace. Le opere di ingegneria rappresentano un bene comune che soddisfa i bisogni della collettività. Pertanto, il tradizionale approccio basato su efficienza, efficacia ed economicità deve essere modernizzato per migliorare l'organizzazione, soddisfare gli utenti, favorire l'integrazione e massimizzare l'impatto positivo delle politiche pubbliche.

## Un approccio sicuramente vantaggioso per le opere di ingegneria.

Il Partenariato Pubblico-Privato (PPP), tra cui anche il *Project Financing*, offre un'alternativa al tradizionale appalto pubblico. Questa collaborazione tra pubblico e privato consente una pianificazione, programmazione e fattibilità più rigorose, trasformando

l'appalto in un'operazione di successo per la pubblica utilità. Il PPP permette di unire le risorse e le competenze del settore pubblico e privato, creando sinergie che migliorano l'efficienza e l'efficacia nella realizzazione e gestione delle opere.

## Anche il confronto con la Pubblica Amministrazione diventa strategico, giusto?

Per crescere e creare valore, il confronto è indispensabile. Nei dibattiti e nei processi decisionali delle Pubbliche Amministrazioni, il dato predominante è ancora quello economico-finanziario. Tuttavia, è fondamentale ampliare il *focus* sulle necessità formative e sulle competenze dei ruoli manageriali. Un paese competitivo richiede riforme che introducano regole chiare ed efficaci, capaci di codificare gli equilibri della vita sociale, coordinando gli interessi delle persone verso un vantaggio collettivo.

## Creare valore e personale qualificato: solo così si potrà avere una PA davvero al servizio dei tecnici e – quindi – della collettività?

L'ingegneria economica può supportare le amministrazioni pubbliche nella definizione di procedure più snelle e nella valutazione economica dei progetti, assicurando che le scelte siano basate su analisi approfondite e dati concreti. Questo approccio non solo migliora la qualità delle opere realizzate, ma contribuisce anche a una gestione più responsabile e oculata delle risorse pubbliche, evitando sprechi e promuovendo il benessere collettivo; l'ingegneria economica, quindi, non è solo un'opportunità per migliorare l'efficienza e l'efficacia della spesa pubblica, ma anche un obbligo morale verso i cittadini, che meritano un utilizzo delle risorse che sia trasparente, efficiente e orientato al bene comune.

## A proposito di ingegneria, quali sono gli step necessari per porre di nuovo il progetto al centro dell'opera?

Abbiamo una legge sull'equo compenso che rappresenta una garanzia per la qualità minima che deve avere un'opera di ingegneria. Al Consiglio Nazionale spetta l'onore e l'onere di far crescere la professione affinché i progetti realizzati dagli ingegneri siano di qualità, quella prevista per legge e non soltanto quella attesa dal mercato. L'organizzazione della professione in Ordini è stata la massima espressione di rispetto della vita delle persone negli ultimi cent'anni, che possono riconoscere negli iscritti all'albo una professionalità certa. Numerosi gli aspetti necessari per sublimare la qualità dei progetti realizzati. Innanzitutto, la formazione continua: bisogna investire nella formazione e nell'aggiornamento costante degli ingegneri per assicurare che le competenze siano sempre all'avanguardia. Senza dimenticare il valore di promuovere una cultura dell'etica tra gli ingegneri, affinché ogni progetto tenga conto dell'impatto sociale e ambientale. Come non parlare, poi, di innovazione e sostenibilità? Dobbiamo incoraggiare l'adozione di soluzioni sostenibili che rispondano alle sfide contemporanee e future.

## Abbiamo parlato di collaborazione tra pubblico e privato: già, ma quali i settori da prendere in considerazione?

Strumenti di collaborazione tra il settore pubblico e il settore privato sono stati previsti dalla Repubblica italiana, con l'istituzione della settimana STEM anche attraverso la costituzione e lo sviluppo di *start-up* innovative e con la promozione di collaborazioni per le iniziative di formazione collegate a imprese del settore tecnologico nell'ambito delle discipline STEM, sintomo che la si ritiene strumento efficace. A titolo di esempio, possiamo citare alcuni ambiti di interesse. A cominciare dalle infrastrutture e dai trasporti, con progetti di costruzione e manutenzione, penso alla costruzione e alla manutenzione di strade, ponti, ferrovie e

aeroporti. E ancora, sistemi di trasporto intelligenti, con lo sviluppo di tecnologie per migliorare l'efficienza e la sicurezza del trasporto pubblico e privato. Altro campo di applicazione è quello dell'energia e della sostenibilità. Per le rinnovabili ecco progetti congiunti per la costruzione di impianti solari, eolici, idroelettrici e biomassa. Per l'efficienza energetica, iniziative per migliorarla negli edifici pubblici e privati”.

## Insomma, davvero tanti gli ambiti di applicazione.

In ambito sanitario, si può pensare alla collaborazione per lo sviluppo di dispositivi medici e terapie innovative. Anche alla realizzazione di infrastrutture, come la costruzione e gestione di ospedali e cliniche. Altro capitolo, tecnologia e innovazione, con le *smart cities* e progetti per sviluppare città intelligenti che utilizzano tecnologie avanzate per migliorare la qualità della vita. In ambito *cyber security*, ecco soluzioni per proteggere le infrastrutture critiche e i dati sensibili. Importante anche l'educazione e la formazione. I programmi STEM possono prevedere iniziative nelle scuole e nelle università, spesso con il supporto di aziende tecnologiche. Per quanto concerne la formazione continua, ecco collaborazioni per offrire corsi di aggiornamento e formazione specialistica per i professionisti del settore. Senza dimenticare l'ambiente e le risorse naturali. A cominciare dai progetti di conservazione per salvaguardare la biodiversità e gli ecosistemi naturali. Uno sguardo anche alla gestione delle risorse idriche, con sinergie fondamentali per la loro valorizzazione.

## Transizione energetica e green: quale può essere l'apporto dell'ingegneria economica?

La sostenibilità è socio-economica e non può prescindere da quella ambientale; gli intoppi possono essere rappresentati proprio dalla trascuratezza delle questioni e dei rilievi di ingegneria economica.

RIQUALIFICAZIONE

# Ex Ilva: l'acciaio oltre al carbone, quale futuro

I limiti dell'attuale tecnologia e le reali prospettive di riconversione dell'acciaieria più grande d'Europa

DI ING. GIANFRANCO BENZONI\*

In questi anni sull'ex ILVA, i cui impianti sono attualmente gestiti da Acciaierie d'Italia, ora commissariata, sono stati spesi fiumi di parole. Ognuno sembrava avere la soluzione in tasca: chi avrebbe voluto chiudere la fabbrica e recuperare il territorio, chi l'avrebbe venduta e chi nazionalizzata. Oggi l'azienda sta vivendo un nuovo momento di crisi, dopo il rifiuto da parte del socio privato Arcelor Mittal di rispettare gli impegni presi con il Governo italiano. Di sicuro i problemi dell'ex Ilva, tra cui figurano gli oltre tre miliardi di debiti, non sono stati mai risolti anche per i continui cambi di strategia compiuti nell'ultimo decennio. **Come si è arrivati a questo punto? Quali sono le reali soluzioni?** Su questo tema la Commissione Ambiente dell'Ordine Ingegneri di Bergamo ha recentemente organizzato un seminario *online* cui hanno partecipato tre relatori. Il prof. **Carlo Mapelli**, docente di Metallurgia al Politecnico di Milano, che ha fatto un intervento sul quadro tecnologico attuale, l'ing. **Giulia Novati** che ha illustrato le ragioni e i limiti della proposta di modifica tecnologica DRI e il dott. **Paolo Morandi** di Siderweb che ha chiarito quale sia e a quali condizioni può essere il ruolo della ex Ilva nel mercato globale dell'acciaio. La parte che segue vuole essere un breve sunto di quanto discusso.

**UN PO' DI STORIA**

Si chiamava Ilva, dal nome latino dell'isola D'Elba terra ricca di minerale di ferro; ora lo stabilimento è in affitto ed è gestito dalla società per azioni Acciaierie d'Italia, ripartita per il 62% Arcelor Mittal Italia e per il 38% Invitalia. Arcelor Mittal è un colosso industriale nato dalla fusione di Mittal Steel Company, multinazionale indiana, e di Arcelor, produttore di acciaio in Europa; la società è di proprietà indiana e ha sede in Lussemburgo, produce 110 mm di ton/anno di acciaio e ha fatturato, nel 2023, 69 miliardi di dollari. Invitalia è una Agenzia Nazionale per lo sviluppo di proprietà del Ministero dell'Economia, nata per dare impulso alla crescita economica; gestisce tutti gli incentivi nazionali per la nascita di nuove imprese e *start up*. Tra le tante è proprietaria al 100% di DRI D'Italia spa, società nata per volontà del governo Draghi per verificare la fattibilità di pensare a impianti di produzione secondo la tecnologia DRI (*Direct Reduced Iron*) e di procedere alla loro realizzazione. Il contratto di affitto non è mai stato convertito in acquisto e oggi la società è in amministrazione straordinaria con una



nuova squadra di gestione nominata dal Governo italiano. La società era nata per produrre 10 milioni di tonnellate di acciaio; oggi ne produce 3 milioni con 3000 dipendenti attivi, mentre i rimanenti, 5000 circa, sono in cassa integrazione.

**RICONVERSIONE TECNOLOGICA?**

La crisi Ilva è un mix tra problemi ambientali non risolti e problemi di mercato. L'incontro ha cercato di chiarire

se e come è possibile salvare lo stabilimento e l'occupazione, salvaguardando l'ambiente, ma cercando di non sprecare, ulteriormente, i soldi dei contribuenti. I possibili obiettivi di una ristrutturazione devono perseguire due obiettivi:

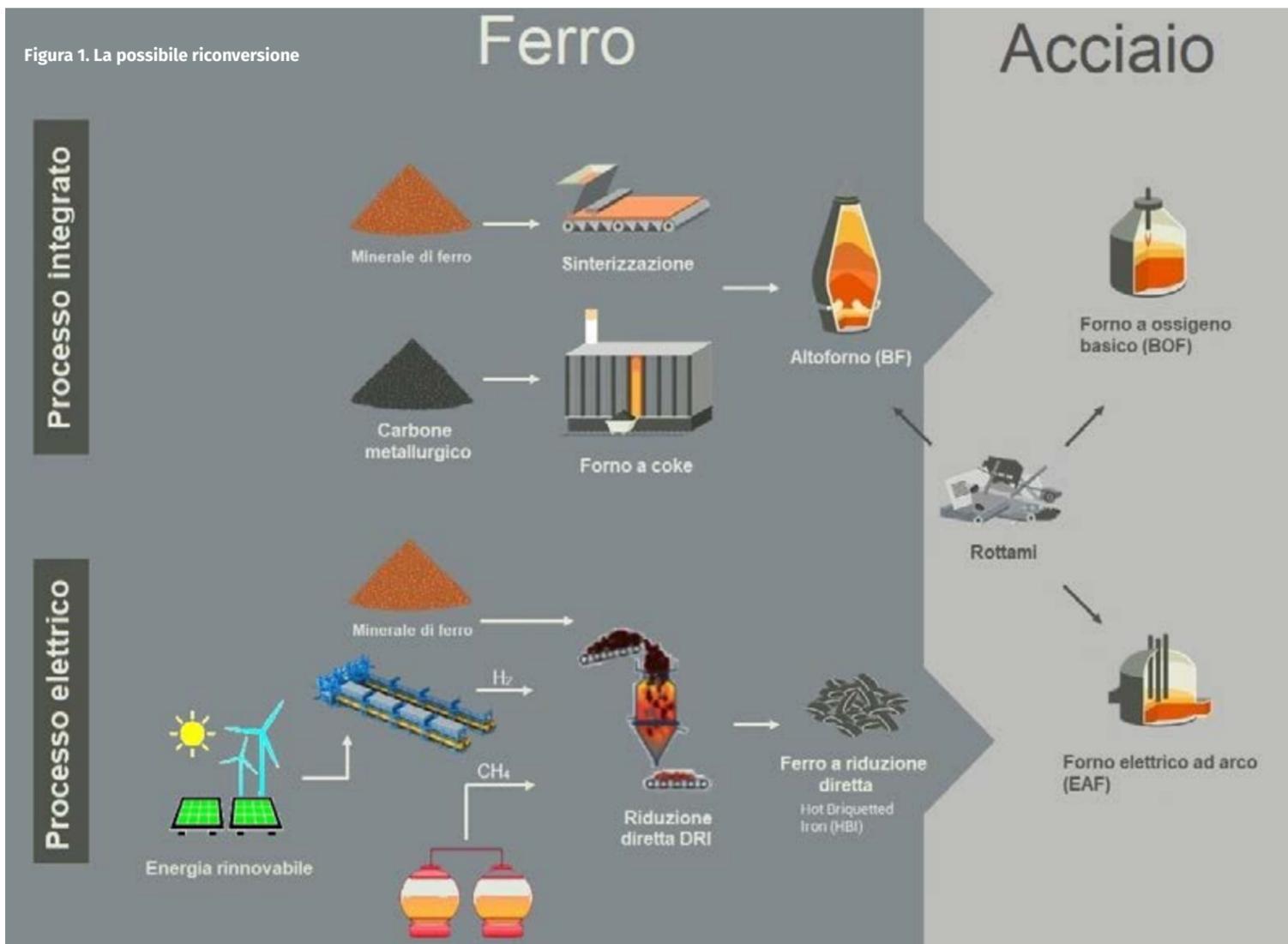
- ridurre l'inquinamento legato alle polveri; vedi il problema stoccaggio delle materie prime, le emissioni di composti organici benzenici e di diossine (cokeria) e riducendo nel

contempo le emissioni di CO<sub>2</sub>;

- renderlo economicamente sostenibile all'interno del mercato europeo e mondiale.

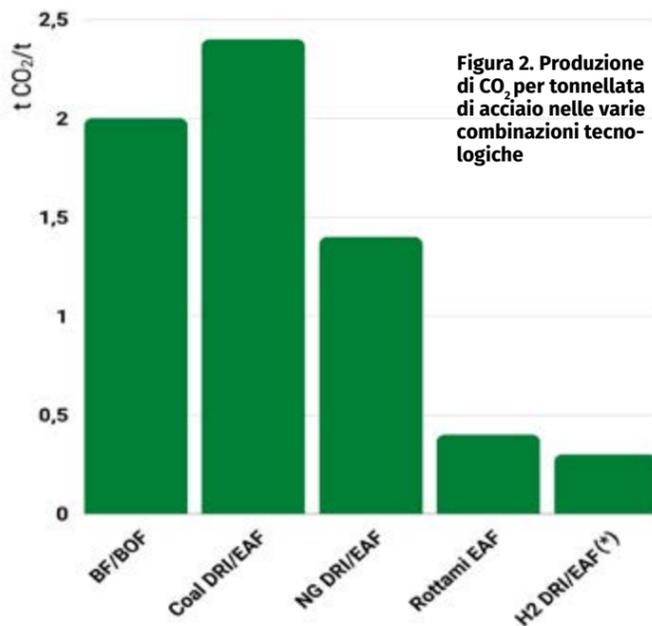
Ilva è un impianto di produzione di acciaio a ciclo integrale, ovvero la produzione parte dal minerale di ferro (ossido) e da carbone fossile importati su grandi navi e stoccati in parchi oggi parzialmente coperti, ma le cui polveri ricadono trascinate di venti sulla vicina città.

La prima fase consiste nel trattare ad alta temperatura il carbone fossile, fragile, in carbone *coke* più resistente; la *cokeria* è una delle fasi più inquinanti perché nel processo si formano molti sottoprodotti gassosi, liquidi e solidi, contenenti sostanze tossiche e cancerogene che finiscono in parte nell'aria e sull'area di Taranto. Il carbone *coke* viene miscelato con il minerale di ferro e con calcare in un impianto di agglomerazione che prepara la miscela da caricare nei successivi impianti, gli altiforni. Durante l'agglomerazione si formano altre sostanze inquinanti, fra cui le tristemente note "diossine". Negli altiforni un flusso di aria calda attraversa l'agglomerato; il carbone porta via l'ossigeno dal minerale e lo trasforma in ghisa, una lega di ferro contenente circa il 5% di carbonio; anche qui si formano fumi e polveri inquinanti e una scoria solida. La ghisa fusa che esce dall'altoforno è portata nei convertitori dove un flusso di ossigeno puro la trasforma in acciaio, ossidando una parte del carbonio, con residuo di una scoria solida. Nel complesso l'inquinamento dell'aria, delle acque, del suolo nella zona di Taranto è insostenibile, come pure molto alta è la emissione di gas serra, ogni tonnellata di acciaio produce circa 2 ton di CO<sub>2</sub>. Tanto per dare un'idea



dell'impatto sulle emissioni di CO<sub>2</sub>, la siderurgia in Europa emette il 5% di tutte le emissioni di questo gas serra. È stata presentata la possibilità di una riconversione produttiva utilizzando la tecnologia DRI che, utilizzando metano, sfrutta il potere riduttivo del gas di *cracking* che si ottiene trattando il metano ad alta temperatura in ambiente povero di ossigeno con produzione di CO e H<sub>2</sub>.

La principale differenza tra i due processi è l'agente riducente utilizzato per rimuovere l'ossigeno dai minerali di ferro. L'altoforno (BF) utilizza carbonio sotto forma di carbone metallurgico, mentre gli impianti DRI possono essere alimentati sia a metano che a idrogeno, per la massima flessibilità operativa. Sebbene oggi la maggior parte della produzione DRI utilizzi gas naturale per eliminare l'ossigeno dal minerale di ferro (essenzialmente suddividendo il gas naturale in idrogeno e monossido di carbonio), la tecnologia consente anche l'utilizzo dell'idrogeno, sia come fonte di energia che agente riducente. L'uso di idrogeno è evidentemente un vantaggio quando potrà essere prodotto da energia verde. Infatti, solo un idrogeno prodotto per elettrolisi con elettricità generata da fonti rinnovabili può rendere "verde" l'industria siderurgica. La **Figura 2** indica la produzione di CO<sub>2</sub> per tonnellata di acciaio nelle varie combinazioni tecnologiche. L'acronimo EAF indica il forno elettrico, mentre BF l'altoforno. Anche senza l'impiego di



rottami (che comunque sono diventati merce sempre più rara), la produzione DRI/EAF consente di ridurre l'impatto emissivo anche partendo dalla materia prima. Non va tuttavia sottovalutato il rischio geologico: non c'è abbastanza minerale di ferro di alta qualità adatto per una produzione DRI/EAF efficiente per soddisfare la domanda globale di acciaio. Con impurità come silice, allumina e fosforo, che incidono fortemente sull'efficienza e sulla competitività del processo EAF, la produzione DRI deve utilizzare un minerale di ferro di altissima qualità, con un contenuto medio di ferro di almeno il 67%. E tali depositi sono scarsi. Per quanto il ferro non sia una merce rara (quarto elemento più ab-

bondante nella crosta terrestre) le miniere che possono produrre minerali di alta qualità sono limitate ed una significativa espansione del settore DRI porterà probabilmente a una carenza di materie prime entro il prossimo decennio. L'offerta potrebbe rimanere insufficiente anche se i produttori di acciaio utilizzassero completamente le miniere esistenti e ne aprissero di nuove. Senza uno sviluppo tecnologico nel processo DRI/EAF che ne consenta il funzionamento in modo efficiente anche con minerali di qualità inferiore, il fabbisogno di materie prime la cui disponibilità è limitata ne ridimensionerà la competitività. Un'altra criticità è poi legata alle difficoltà economiche di fornire le gran-

di quantità di idrogeno "verde" per supportare l'industria siderurgica, comprese le infrastrutture di distribuzione e stoccaggio. La domanda di elettricità senza CO<sub>2</sub> dell'industria siderurgica della UE nel 2050 è stimata in 400 TWh all'anno, corrispondenti a circa la metà dell'odierna produzione totale di elettricità da fonti rinnovabili. A questo vanno aggiunti i costi per l'implementazione di sistemi di stoccaggio dell'energia elettrica su larga scala a causa dell'intermittenza delle fonti rinnovabili. Le variabili in gioco sono molte e la transizione verso un acciaio ad emissioni zero sembra un percorso ad ostacoli dove il rischio di uno sviluppo infruttuoso può essere dovuto non solo al mancato raggiungimento degli obiettivi tecnici ma anche dalla sostenibilità.

#### UN FUTURO POSSIBILE

Per chiudere diamo conto delle condizioni sul possibile futuro della ex Ilva come riportate dal dott. Morandi. In considerazione dell'importante ruolo che può ancora svolgere l'ex Ilva (ora Acciaierie d'Italia) all'interno del sistema industriale del Paese, bisogna innanzitutto ridefinire gli obiettivi a medio-lungo termine della società, rafforzarne la *governance* e coinvolgere tutti i portatori di interesse in un piano strategico di lungo termine. Per far fronte alla carenza di liquidità e pagare i debiti nei confronti delle imprese dell'indotto, bisogna immettere subito le risorse finanziarie necessarie a garantire

la continuità produttiva nel breve periodo. I debiti commerciali ammontano a oltre 1 miliardo di euro, di cui la metà già scaduti. In un'ottica di continuità produttiva di medio e lungo periodo è urgente programmare un aumento di capitale per far fronte a investimenti (4-5 miliardi di euro) riguardanti la decarbonizzazione del processo di produzione dell'acciaio secondo i tempi stabiliti dalla Commissione europea (abbattimento delle emissioni di CO<sub>2</sub> del 62% entro il 2030 rispetto al 2005 e il restante 38% entro il 2050) mediante la sostituzione degli altiforni con forni elettrici e impianti per la produzione di DRI/HBI necessari per garantire all'acciaio prodotto con forno elettrico la stessa qualità del ciclo integrale. Quindi è necessario un ammodernamento di impianti e macchinari per adeguare l'offerta di prodotti a quella dei principali concorrenti. Oltre agli investimenti nella compatibilità ambientale della produzione e nell'aggiornamento tecnologico degli impianti, urgenti sono anche gli interventi necessari a ridurre la fragilità dell'ex Ilva per quanto riguarda il profilo organizzativo (contenimento dei costi) e commerciale (fidelizzazione dei clienti), nonché la capacità di motivare, far crescere e mantenere il personale al proprio interno.

\*PRESIDENTE COMMISSIONE AMBIENTE ORDINE INGEGNERI DI BERGAMO

ENTRIAMO NEL MERITO.

Finalmente si parla di merito: le competenze non sono tutte uguali. Per noi il merito non è solo un principio, è un lavoro. Lo riconosciamo, e lo certifichiamo. Certing è la certificazione garantita dal Consiglio Nazionale degli Ingegneri, che permette ai professionisti di essere trovati e scelti dalle imprese e dalla Pubblica Amministrazione per i loro progetti. Fatti certificare. Perché credere nel merito conviene a tutti: alle imprese, e a te.

certing.it



SISMICA

A CURA DI PATRIZIA RICCI

Intervista al Prof. Ing. Antonio Borri, già Ordinario di Scienza delle Costruzioni nell'Università degli Studi di Perugia, Presidente Onorario del Centro Studi Mastrodicasa, Fondatore e Coordinatore del Master in "Restauro e consolidamento del costruito storico e monumentale"



# La conoscenza e l'analisi delle costruzioni murarie

La conoscenza della costruzione storica in muratura costituisce il presupposto fondamentale sia ai fini di una attendibile valutazione della sicurezza sismica sia per la scelta di un efficace intervento di miglioramento. Individuare e comprendere le problematiche di una costruzione muraria necessita di un percorso metodologico fondato su un approccio fisico-materico che dev'essere tenuto in debita considerazione, perché se è vero che oggi disponiamo di strumenti di calcolo molto potenti, non deve mai venire meno una adeguata conoscenza della costruzione muraria. Ad essa vanno sempre coniugati gli approcci numerici, altrimenti dal modello numerico (e dal programma software) si rischia di avere delle risposte e dei risultati poco o per nulla coerenti con la realtà. Insieme al **Professore Ingegnere Antonio Borri**, affrontiamo un viaggio nel percorso metodologico necessario per acquisire una buona conoscenza delle murature, per il quale occorre avere, di base, una cultura ingegneristica su di esse.

**Prof. Borri, lei ha messo a punto, insieme agli Ingg. Alessandro De Maria e Giulio Castori, uno specifico protocollo da seguire per avere una buona conoscenza delle costruzioni murarie, nel quale evidenzia la gerarchia delle analisi, dei meccanismi e degli interventi per le costruzioni esistenti in muratura. Ce ne può parlare? Quali**

**sono i passi da seguire?**

Questo, che (forse un po' pretenziosamente) abbiamo chiamato "protocollo culturale per le murature esistenti in zona sismica", nasce dalla constatazione del fatto che oggi, in questo mondo ormai dominato dalla *cybercultura*, lo studio di un edificio in muratura viene spesso affrontato con un approccio fortemente orientato (anzi, sbilanciato) verso la modellazione numerica. Ora, se è vero che, grazie allo sviluppo degli strumenti di calcolo e dei metodi numerici, sono disponibili vari software di analisi strutturale, sofisticati e capaci di elaborazioni molto complesse, è vero altresì che, se non si mettono le cose nella giusta sequenza e nel giusto ordine di importanza, tali analisi possono diventare un mero ed esasperato tecnicismo numerico, del tutto sconnesso dalla realtà muraria. Nel protocollo, che, di solito, illustriamo in occasione di seminari e nei corsi di studio, non c'è nulla di nuovo rispetto alle norme vigenti (NTC 2018 e DPCM 9.2.2011) o a quello che già si conosce; **vengono solo evidenziate e messe in fila le priorità nelle analisi delle costruzioni murarie esistenti, organizzando le varie fasi in maniera logica e sistematica.** L'obiettivo è quello di indicare, in particolare ai giovani ingegneri, o comunque a chi si non si è occupato in modo approfondito di edifici in muratura, quale sia la sequenza che è opportuno seguire, qualsiasi sia

il tipo di incarico cui siamo chiamati: una valutazione di sicurezza, un'analisi di vulnerabilità sismica, un progetto di intervento, etc. Il primo fondamentale passo è costituito dalla conoscenza della realtà fisica e materica della costruzione, che si può conseguire solo attraverso sopralluoghi attenti e approfonditi, che consentano di ottenere un buon rilievo geometrico, un accurato rilievo materico, il riconoscimento delle tipologie murarie presenti, il rilievo e la lettura del quadro fessurativo. Occorrono i saggi e le indagini che possano individuare le carenze della fabbrica muraria (vuoti, cavità, discontinuità, carenze nei collegamenti, etc.) e le vulnerabilità (elementi in falso, spinte non contrastate, elementi degradati o insufficienti, etc.). Servono, spesso, prove sui materiali e indagini sperimentali, in particolare quando sussistano dubbi sulle effettive caratteristiche meccaniche. In sintesi: **occorre acquisire, guardando l'edificio, tutto quello che serve per avere un corretto "quadro clinico" della costruzione.** Leonardo Sciascia, con la sua frase *Tutti i nodi vengono al pettine... Quando c'è il pettine!* ci ricordava che, se non si va a "scavare" nel modo opportuno, le "magagne" non escono fuori. Qui è esattamente così, e il "pettine", quello capace di far emergere le reali problematiche di una co-

struzione, è l'osservazione fisica, accurata e approfondita, della fabbrica muraria. Quando questa conoscenza manca, le problematiche e le reali carenze dell'edificio rimangono nell'ombra. Nel caso poi del patrimonio culturale tutelato, il percorso della conoscenza risulta ancora più importante e determinante. Conoscere le caratteristiche originarie della costruzione, le modifiche intercorse nel tempo per le trasformazioni antropiche, per il degrado dei materiali, per gli eventi calamitosi, etc., assume un'importanza cruciale per poter condurre le analisi più appropriate e individuare gli interventi più opportuni. Il secondo passo del protocollo, sempre in tema di conoscenza, riguarda un aspetto specifico della fabbrica muraria, ed è l'analisi della qualità muraria, ovvero della capacità di comportarsi, di fronte ad azioni come quelle sismiche, come un materiale strutturalmente efficace o meno. Questa valutazione deve precedere qualsiasi tipo di modellazione. Infatti, quando la muratura in esame risulta priva di "dignità strutturale", ovvero non ha una sufficiente qualità meccanica, perdono senso tutti i modelli numerici, venendo a mancare il requisito base per un comportamento di tipo meccanico di quel materiale. Se ci troviamo in questi casi bisogna fermarsi e porsi, come prioritario e ineludibile, il problema di migliorare la qualità muraria. L'importanza della qualità mu-

riaria, intesa come l'insieme di quelle caratteristiche tipologiche-costruttive – materiali impiegati, tessitura, organizzazione della sezione, etc. – che ne influenzano in modo determinante il comportamento strutturale, è stata confermata ancora una volta dai sismi che hanno colpito l'Italia centrale nel 2016. Nelle zone vicino agli epicentri, è stato constatato, infatti, come la maggior parte delle costruzioni costituite da murature di scarsa qualità, caotiche e irregolari, abbiano subito crolli totali o parziali per disgregazione, mentre, al contrario, quelle realizzate con murature che rispettavano, almeno in parte, le cosiddette "regole dell'arte", in generale, abbiano risposto positivamente alle ripetute sollecitazioni indotte da quella sequenza sismica. In particolare, considerando come esempio le costruzioni di Norcia, queste hanno fornito risposte diverse proprio in funzione delle differenze in termini di qualità muraria: le costruzioni ordinarie del centro storico di Norcia, consolidate negli anni '80 e successivi, o ricostruite con muratura in blocchi laterizi, hanno subito solo danni limitati, mentre nel resto di quel territorio, le costruzioni in pietrame irregolare non consolidate hanno avuto numerosi crolli. Se poi guardiamo al comportamento degli edifici di culto sparsi su tutto il territorio dell'Italia centrale, non solo in relazione al sisma del 2016, ma in tutti

gli eventi passati, sono centinaia quelli crollati o gravemente danneggiati, sui quali, in genere, mai si era intervenuto in modo significativo dal punto di vista strutturale, a causa dei vincoli di "tutela". In ogni caso, se la qualità meccanica è estremamente scadente, dal punto di vista tecnico-ingegneristico non c'è possibilità di procedere con l'analisi. Qualunque modello numerico si possa pensare di utilizzare, si baserebbe sul nulla, perché l'insufficiente qualità meccanica della muratura non consente di avere una risposta di tipo strutturale. La risposta più probabile alle azioni sismiche sarà quella della disgregazione muraria e non quella dei meccanismi locali, né, tanto meno, quella di un comportamento globale.

**Il fenomeno della disgregazione non può essere affrontato con gli usuali metodi dell'analisi strutturale. Il metodo per la determinazione dell'Indice di Qualità Muraria IQM, da lei messo a punto insieme all'Ing. De Maria, propone un criterio per valutare la maggiore o minore predisposizione a disgregarsi di una muratura in caso di sisma. Come possiamo capire quando il comportamento delle costruzioni può essere "di tipo disgregativo" e quindi siamo in presenza di una qualità muraria scarsa o scarsissima?**

Il fenomeno della disgregazione è di estrema gravità per le costruzioni in muratura; le norme tecniche attuali lo prendono in considerazione, ma, forse, questo aspetto meriterebbe un maggiore rilievo. Nella Circolare esplicativa 2019, infatti, salvo due brevi frasi in cui si accenna al problema, in genere si dà per scontato che un edificio esistente possieda sempre la capacità di fornire una qualche risposta di tipo meccanico alle azioni sismiche, cosa che, nella realtà del nostro patrimonio edilizio, non è affatto vera. Basta ricordarsi quanti edifici (e con quali conseguenze) siano crollati "a candela", per disgregazione, nei sismi passati.

Il metodo IQM consiste nell'attribuire un giudizio di rispetto (completo o parziale, o mancato rispetto) per alcuni parametri tipici della regola dell'arte muraria. Sulla base dei giudizi espressi si perviene a un indice numerico, variabile tra zero e dieci, correlato con la qualità muraria e correlabile con i parametri meccanici più significativi per le murature.

Secondo le nostre esperienze, **quando la valutazione della qualità meccanica della muratura restituisce un valore dell'indice  $IQM_{FP} < 4$ , la muratura, in caso di sismi rilevanti, ha una significativa probabilità di disgregarsi**, a prescindere dai collegamenti, comunque inefficaci, data la cattiva qualità muraria. In questi casi, le verifiche per cinematismi di collasso risultano irrealistiche e improponibili, cadendo l'ipotesi di monoliticità delle porzioni murarie costituenti i cinematismi. Questo è quanto è emerso da una serie di analisi, ormai più che ventennali, che abbiamo effettuato sulle costruzioni colpite dai ter-

remoti, analisi tramite le quali abbiamo potuto constatare che, per murature con un indice  $IQM_{FP}$  così basso, frequentemente si è verificato il fenomeno della disgregazione. Quando, invece, la qualità muraria risulta "sufficiente", si può passare al passo successivo del protocollo.

**Dopo questi due primi passi, quali sono i successivi?**

Il terzo passo è quello dell'**analisi per carichi verticali**, certo non meno importante degli step precedenti. Se infatti è vero che, statisticamente, i terremoti gravi si ripetono con una certa periodicità (mediamente, ogni quattro anni e mezzo), con frequenza maggiore, invece, si verificano crolli per carichi verticali. L'analisi dev'essere fatta tenendo conto di come effettivamente sono fatte le strutture sulle quali insistono i carichi verticali, solai o volte che siano. Anche in questo caso è quindi fondamentale acquisire le conoscenze necessarie. Qui possono sorgere, per le verifiche numeriche delle murature, problemi legati al tipo di modellazione, come nel caso di modelli a telaio, che possono risultare inadeguati, e all'uso di coefficienti (per le azioni, per il materiale e per la conoscenza) che possono diventare, complessivamente, molto elevati (e questo vale, allo stato attuale della normativa, anche per le costruzioni tutelate...).

Dopo questi primi tre passi, e solo dopo di essi, si può procedere con l'**analisi dei cinematismi di collasso** (quarto passo del protocollo). Le NTC 2018 ci ricordano che, prima di tutti, si devono considerare i cinematismi di collasso, e solo dopo che, in qualche modo, tali cinematismi siano stati impediti, si può passare a esaminare il meccanismo globale (ove ha senso).

Questa indicazione, di fondamentale importanza, viene riportata in nota a piè di pagina della Circolare 2019, nella quale si legge "la valutazione della sicurezza deve essere effettuata nei confronti dei meccanismi di collasso, sia locali, sia globali, ove questi ultimi siano significativi; [...] la verifica dei meccanismi globali avviene, in genere, significativa solo dopo che gli eventuali interventi abbiano eliminato i meccanismi di collasso locale".

Quindi, la giusta sequenza nel protocollo di analisi richiede di considerare prima i meccanismi locali (quarto passo) e poi, se questi vengono impediti, di procedere con la verifica dell'eventuale meccanismo globale (quinto passo).

Da ricordare che l'analisi del comportamento globale ha senso solo se non c'è il rischio di disgregazione muraria; se i paramenti sono sufficientemente collegati in senso trasversali; se sono stati eliminati cinematismi e criticità locali; etc.

A questo punto, si può procedere con l'analisi modale con spettro di risposta, oppure con l'analisi a elementi finiti, o con l'analisi statica non lineare della risposta d'insieme, per allineamento (tipica analisi per le chiese) e glo-

bale 3D (tipica analisi per gli edifici), senza però dimenticare le limitazioni e le ipotesi insite nell'uso di quei modelli.

Per esempio, l'analisi modale è un'analisi di tipo lineare che quindi, per le costruzioni storiche (con malta povera, che non ha mai avuto alcuna pretesa di "tenere insieme" gli elementi), può fornire solo indicazioni su come la costruzione "vorrebbe" comportarsi (ma in realtà non le è possibile, a causa di quelle sue particolarità - la non resistenza a trazione, la monolateralità dei vincoli, ecc. - che, invece, ci sono).

**Come si chiude il protocollo?**

L'ultimo passo, di grande rilevanza pratica, riguarda quelli che chiamiamo gli "interventi minimi". Questo nome deriva da quanto venne stabilito, per la ricostruzione post sisma Umbria-Marche del 97-98, da una Delibera della Giunta regionale Umbria (n. 5180/1998), come anche, per il sisma del 2016, dall'Ordinanza n. 44/2017, laddove queste norme prevedevano l'obbligo di fare quegli "interventi minimi" necessari per la riduzione o l'eliminazione delle carenze strutturali che ne influenzano sfavorevolmente il comportamento sismico.

In sintesi, erano previsti, e resi obbligatori (ai fini del contributo), una serie di interventi finalizzati alla eliminazione delle vulnerabilità locali per possibili cinematismi di collasso, per le spinte di archi, volte e coperture, introducendo vincoli capaci di impedirli e/o ostacolarli, quali catene, collegamenti, speroni, contrafforti, ecc. **Ogni intervento è una "risposta" ben precisa a una criticità.**

Qui, nel protocollo, si intende esattamente la stessa cosa: in presenza di tali problematiche occorre fare questi "interventi minimi", proprio perché sono necessari per un comportamento strutturale adeguato.

**A conclusione del protocollo, una volta acquisita la conoscenza profonda del manufatto, come è opportuno intervenire?**

Come detto fin qui, intervenire per il recupero degli edifici storici comporta a priori la necessità

di un'analisi volta a individuare carenze, vulnerabilità e "punti deboli" della costruzione.

Fatto questo, il progetto dell'intervento ne consegue in modo diretto. Occorre affrontare e, ove possibile, eliminare le debolezze emerse; una volta individuati i cinematismi e meccanismi di collasso che, in fase sismica, seguono le vie di minor resistenza amplificando le debolezze dell'edificio fino a produrre lesioni e crolli, gli interventi devono impedire la loro formazione o la loro evoluzione, svolgendo qui una funzione di presidio che non modifichi il comportamento in fase statica della struttura. Occorre, inoltre, **perseguire una ricostruzione mirata a risolvere le problematiche individuate nel rispetto del lessico architettonico e strutturale originale.**

A questo proposito vorrei citare, come casi esemplari, due interventi di Antonino Giuffrè eseguiti dopo il terremoto dell'Irpinia del 1980.

Mi piace ricordarli perché il Prof. Giuffrè era persona estremamente sensibile alle problematiche strutturali e, allo stesso tempo, e in egual misura, alle esigenze della conservazione. In questi due interventi, nella chiesa del SS Rosario a Gesualdo, un paese in provincia di Avellino, e nella cattedrale di Sant'Angelo dei Lombardi, sempre in provincia di Avellino, Giuffrè è intervenuto in modo chirurgico, con la logica del minimo intervento, inteso qui nel modo più corretto dell'espressione (cioè fare quello che è necessario).

Queste due chiese avevano subito danni gravi e, nel caso della cattedrale di Sant'Angelo dei Lombardi, il crollo di una porzione della parete laterale. Gli interventi hanno comportato l'inserimento di catene, laddove c'erano delle volte spingenti sulle pareti laterali, con l'aggiunta di speroni all'esterno, rispettando il linguaggio originario della chiesa. Anche nell'intervento effettuato sulla Cattedrale di S. Angelo dei Lombardi (progettisti il Prof. Antonino Giuffrè e il Prof. Paolo Marconi) oltre a una parete nuova, realizzata in muratura di laterizio (distinguendola così da quella residua originaria) sono

stati inseriti quegli elementi (catene e contrafforti) necessari per contrastare le spinte laterali e garantire la sicurezza e la stabilità della costruzione.

In generale, per quanto riguarda costruzioni storiche come le chiese, gli interventi da privilegiare sono proprio quelli costituiti da catene, speroni e contrafforti, che peraltro erano ampiamente utilizzati nel passato.

Da qualche anno sta avendo una certa attenzione una tecnica da me proposta nel 2005, insieme all'Ing. Andrea Giannantoni e alla Prof.ssa Emanuela Speranzini, ovvero la tecnica del *reticolatus*, che consente di migliorare le caratteristiche meccaniche di una muratura preservando la finitura faccia-vista dei paramenti murari. Essa prevede la realizzazione di una ristolatura armata dei giunti attraverso trefoli e connettori, tipicamente in acciaio inox, organizzati in modo sistematico a formare una maglia irregolare continua, capaci quindi di adattarsi alle murature con paramenti faccia-vista.

Sono da ricordare poi, come particolarmente utili, gli interventi con i materiali compositi riconducibili a cerchiature degli edifici, come presidio, in caso di sisma, per i ribaltamenti di pareti mal collegate a quelle ortogonali, come anche quelli su singoli elementi, quali pilastri murari, per l'incremento della loro capacità portante. Tra i materiali compositi particolare attenzione va ai **pultrusi** che, grazie alle loro caratteristiche (leggerezza, durabilità, facile lavorabilità) **hanno grandissime e importanti possibilità di utilizzo nel settore del recupero del costruito storico.** Con questi elementi, per esempio, si può rinforzare l'estradosso di travi lignee di un solaio, oppure realizzare cordoli sommitali, leggeri ed efficaci. Si possono anche costruire strutture vere e proprie, come le capriate, laddove sia necessario fare interventi con elementi leggeri. Si tratta, a mio parere, di una innovazione tecnologica particolarmente interessante e utile per il settore del restauro e del consolidamento.



SISMICA

A CURA DI PATRIZIA RICCI

Intervista a Giovanni Cangi, libero professionista. Esperto di murature storiche e docente del Master di secondo livello "Restauro architettonico e culture del patrimonio" dell'Università degli Studi Roma Tre



# L'importanza dell'analisi dei quadri di dissesto

## Il caso degli interventi di recupero degli aggregati edilizi in muratura

Il panorama dei centri storici in Italia è costituito in gran parte di aggregati strutturali in muratura. In base al capitolo C8.7.1.3.2 della Circolare 7 del 21 gennaio 2019 esplicativa delle NTC2018, questi possono definirsi come "il risultato di una genesi articolata e sovente non unitaria, dovuta a molteplici fattori (sequenza costruttiva, uso di materiali diversi, mutate esigenze, etc.)". In effetti, i borghi che costellano il territorio italiano si sono sviluppati nei secoli con processi di edificazione spontanea, prevalentemente in muratura, e per successive stratificazioni, a volte articolate e non congruenti.

In tal senso, riprendendo la definizione delle "Linee Guida per il rilievo, l'analisi e il progetto di interventi di riparazione e consolidamento sismico di edifici in muratura in aggregato" del Dipartimento Protezione Civile e RELUIS (ottobre 2010), "per aggregato strutturale può intendersi un insieme non omogeneo di edifici (unità edilizio strutturali), interconnessi tra loro con un collegamento più o meno strutturalmente efficace determinato dalla loro storia evolutiva, che possono interagire sotto un'azione sismica o dinamica in genere". Tali insiemi di edifici si sono mostrati particolarmente vulnerabili alle azioni sismiche dei terremoti che nel corso degli anni hanno interessato la nostra penisola. Gran parte di quelli presenti nell'Italia centrale, ad esempio, sono crollati o hanno riportato seri danni. In questi casi, la valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi di miglioramento sismico devono essere applicati ad interi aggregati edilizi.

Ai fini dell'analisi della sicurezza sismica, tuttavia, "quando la costruzione non manifesta un chiaro comportamento d'insieme, ma piuttosto

tende a reagire al sisma come un insieme di sottoinsiemi (meccanismi locali), la verifica su un modello globale non ha rispondenza rispetto al suo effettivo comportamento sismico. In tali casi, la verifica globale può essere effettuata attraverso un insieme esaustivo di verifiche locali" (C8.7.1 Circolare NTC2018). Rientrano in questa situazione non solo le grandi chiese o gli edifici estesi di geometria complessa, privi di efficaci e diffusi sistemi di collegamento tra le diverse porzioni, ma anche quelli più semplici come gli edifici a schiera tipici dell'edilizia storica dei nostri borghi. Si tratta di unità che insieme costituiscono un organismo edilizio molto più complesso. Quindi, sono edifici in cui la scomposizione è necessaria anche perché spesso il tecnico è chiamato ad operare su una singola unità. Tuttavia, in questi casi, non è realistico modellare l'unità edilizia come isolata, al contrario dovrà essere valutata anche l'interazione delle unità strutturali adiacenti ad essa, tenendo in considerazione quindi il comportamento globale dell'aggregato edilizio.

Per comprendere meglio il comportamento degli aggregati edilizi in muratura e la loro risposta sismica ai fini della progettazione degli interventi, abbiamo chiesto all'ingegnere Giovanni Cangi, esperto di murature storiche e docente del Master di secondo livello "Restauro architettonico e culture del patrimonio" dell'Università degli Studi Roma Tre, di spiegare la meccanica delle murature e delle strutture spingenti e come dall'analisi dei quadri di dissesto sia possibile la definizione degli interventi per la messa in sicurezza degli aggregati.

**Ing. Cangi, qual è la risposta sismica dei fabbricati seriali?**



Giovanni Cangi

Questa tipologia di fabbricati, particolarmente diffusa nei centri storici del nostro territorio, segue un criterio costruttivo tradizionale che si affida al collegamento di più unità strutturali per formare un organismo unitario, preposto a resistere al sisma in condizioni migliori rispetto all'edificio isolato. Quindi, mentre nelle costruzioni moderne prevale la logica del giunto tecnico per realizzare edifici affiancati, ma strutturalmente indipendenti, la regola costruttiva dell'edilizia storica è esattamente opposta e punta alla ricerca e al potenziamento dei collegamenti.

Questo implica che le strutture possano interagire tra loro in modo utile per trovare stabilità, soprattutto in senso longitudinale, ma il problema si pone anche in direzione trasversale agli aggregati edilizi. Appoggiandosi l'uno all'altro, a soffrire maggiormente sono gli elementi di estremità, che devono sfruttare

altri elementi di contrasto, come ad esempio, gli speroni e gli archi di sbatacchio, che permettono di collegare aggregati prospicienti per formare un organismo esteso. Più aggregati uniti formano, quindi, un complesso esteso, nel quale trovano condizioni ottimali per una maggiore stabilità. Tutto ciò è possibile alla base dei fabbricati. Man mano che si sale in quota entrano in funzione i tiranti di trattenuta e, infine, i cordoli di coronamento. In realtà, in passato, i cordoli non erano diffusi, inoltre, i tiranti di coronamento, solitamente venivano sostituiti da orditure lignee dotate di uncini metallici applicati all'estremità per realizzare strutture simili al copertorio di una scatola, da cui derivava un collegamento sommitale molto efficace. Nel tempo questi elementi sono stati sostituiti dai cordoli di coronamento realizzati con diverse tecniche; quelli in c.a., per esempio, hanno causato diversi problemi dovuti alla loro eccessiva rigidità e alla scarsa compatibilità del materiale con le murature d'imposta. A maggior ragione, quando si è agito con la sostituzione di intere coperture con solai in latero-cemento. Il tema delle coperture, pesanti o leggere, richiede analisi molto attente perché la soluzione del problema non è il tetto leggero, sarebbe troppo semplice, tanto meno quello pesante, bensì una copertura in grado di stabilizzare la struttura,

per la cui realizzazione esistono varie soluzioni. Quelle più efficaci sono costituite da coperture leggere zavorrate. Se, infatti, si riuscisse a stabilizzare le coperture leggere con elementi in grado di sfruttare il peso stesso degli orizzontamenti intermedi trasferito ai cordoli di coronamento, si avrebbero tutti i vantaggi che derivano da un tetto pesante, ma senza incremento delle masse sismiche sommitali.

**Abbiamo visto che negli edifici a schiera, l'interazione si manifesta a diversi livelli. Su quelli superiori spesso si interviene con tiranti e cordoli. Tuttavia questi ultimi, quando realizzati in cemento armato, in molti casi hanno determinato dei problemi. Ci può descrivere i comportamenti che possono determinare se troppo rigidi?**

Il tipo di danno rilevato di frequente nelle strutture con cordoli troppo rigidi è quello che si è manifestato nell'edilizia consolidata a seguito del terremoto del 1979 in Umbria, colpita nuovamente dal terremoto del 1997. In quell'occasione, si è registrato un comportamento anomalo delle strutture che ha evidenziato come diverse caratteristiche di rigidità delle strutture, in particolare tra cordoli e murature, possano creare seri problemi.

Questo si è verificato nelle strutture con cordoli in cemento armato, anche laddove siano stati mantenuti i tetti in legno, oppure, nei casi ancora più preoccupanti, dove l'intera copertura è stata sostituita da solai in latero-cemento; un altro esempio da considerare è quello delle sopraelevazioni delle strutture: piani aggiunti e impostati su cordoli in c.a. realizzati con murature nuove, molto più rigide di quelle tradizionali, che, di fatto, sono andati a costituire dei pesantissimi



Modello equivalente di aggregato edilizio

mi cappelli strutturali, in grado di sconnettere le murature sottostanti. In questi casi, si distinguono tre tipi di lettura: in chiave statica, con il cosiddetto effetto trave, che dà luogo ad una distribuzione anomala dei carichi sulla muratura d'imposta. In pratica, anziché caricare la muratura in modo uniforme, questa viene caricata su punti concentrati alle due estremità oppure al centro (caso per il quale si realizza un effetto mensola, che poco cambia). Quando questo effetto avviene in presenza di un tetto rigido, per il quale bastano tre punti di appoggio, il tetto resta in piedi ma la struttura sottostante, in gran parte scarica, tende a ribaltare. In conseguenza di questo fenomeno si sono formate delle strutture a fungo, con il tetto integro e la muratura inferiore distrutta.

Un'altra chiave di lettura è quella cinematica. Quando, per effetto del sisma, il tetto inizia a muoversi come un corpo rigido sopra la muratura, trova singoli punti di appoggio mentre lascia libere le murature esposte al colpo di frusta e quindi al rischio di ribaltamento.

Il terzo livello di analisi è dinamico: si realizza quando il tetto, che per inerzia mantiene la sua posizione, viene trascinato dalla struttura sottostante e, muovendosi sopra la base con un effetto dinamico, determina la progressiva disgregazione delle murature sottostanti. In alcuni casi si è raggiunto il collasso dell'edificio, in altri sono venute meno solo le pareti laterali, i cantonali, comunque porzioni importanti della fabbrica.

Oggi, al posto dei cordoli in cemento armato, vengono preferiti i cordoli in muratura armata o, più in generale, i cordoli che attengono alla categoria degli elementi elastici, flessibili, che tendono ad assicurare un carico uniformemente distribuito sulle murature e ad adeguarsi alle diverse conformazioni della parete, abbracciando la muratura per seguirla nel movimento.

Sia i tetti in legno che i cordoli flessibili hanno questa caratteristica e quindi dovrebbero essere l'obiettivo di tutti gli interventi strutturali. Va riconosciuto che le NTC2008 hanno recepito questa indicazione e le NTC2008 l'hanno sostanzialmente confermata.

#### **Possiamo quindi affermare che questo è frutto dell'esperienza acquisita con i terremoti che si sono succeduti negli anni?**

Chi sostituiva i solai e i tetti in legno con queste strutture in cemento armato rispettava semplicemente la normativa. Essersi resi conto, sulla base dell'esperienza, che alcuni interventi, non tutti certamente, siano risultati inappropriati, ha favorito un'evoluzione dell'impianto normativo, da intendere come un notevole passo avanti nell'analisi strutturale delle murature storiche. Conoscenze tramandate per secoli e frutto di una tradizione antica svanita nel secolo scorso, che è comunque ancora possibile riscoprire e recuperare.

#### **Nei meccanismi resistenti alla scala urbana, quanto incide la forma degli aggregati edilizi nella risposta sismica?**

I meccanismi che mettono in gioco le murature sono quelli che sfruttano al meglio la resistenza a compressione dei materiali impiegati, affidati sostanzialmente alla formazione di archi spontanei o di volte. Da diversi anni, quindi, sto cercando di sviluppare una chiave di lettura per interpretare in modo intuitivo la risposta di pareti investite da azioni sismiche complanari o ortogonali, estendendo lo studio delle strutture spingenti, in via generale, alla meccanica delle murature. La meccanica di archi e volte permette di spiegare come i flussi tensionali, sia in condizioni statiche sia sotto l'effetto del sisma, si possono sviluppare nel piano e fuori del piano, cioè per azioni complanari e ortogonali alle pareti. Nel primo caso, si generano archi, nel secondo, delle volte che si articolano spontaneamente in funzione dei vincoli. Questa chiave di lettura permette di applicare la conoscenza della meccanica di elementi strutturali, quali archi e volte, ai solidi murari dove archi e volte si generano spontaneamente al loro interno.

Questo può avvenire in una parete come in un edificio, oppure in un organismo complesso, come sono gli aggregati edilizi che, soprattutto nei borghi collinari, possono seguire le curve di livello, mostrando una concavità o convessità verso valle.

La forma dell'aggregato, lineare o curva, cambia la risposta d'insieme di tutte le celle che lo compongono che, unite come i conci di un arco, vanno alternativamente in compressione o in trazione. Questo invita a individuare le criticità che emergono alla scala urbana. Vi sono fronti curvi che si possono definire "autoprotetti", cioè predisposti per formare degli archi di scarico, come un effetto diga, altri dove la convessità li espone addirittura a maggiori rischi. Nell'uno e nell'altro caso ci sono interventi ideali da eseguire, anche quando non si opera su un intero aggregato ma su una singola unità. Occorre considerare, infatti, che estendere l'intervento a tutte le unità, con una visione globale, consentirebbe di risolvere il problema alla scala globale.

Questa è una regola che vale sempre, anche tenendo conto che la normativa consente di eseguire interventi globali attraverso una serie sistematica di interventi locali. Quindi, anche un intervento locale, quale la disposizione di un singolo tirante, andrebbe fatto con una visione più estesa.

#### **Come si interviene alla scala urbana?**

Il primo passo, che in realtà spetterebbe all'amministrazione locale, sarebbe quello di effettuare studi specifici sulla sismicità dell'area. Le Norme Tecniche individuano per ogni edificio uno spettro sismico, in funzione della posizione, della destinazione d'uso e della configurazione topografica e stratigrafica. Sappiamo, tuttavia, che ogni luogo ha una sua storia sismica e che il terremoto è destinato a ripetersi con intensità simili e secondo determinati periodi di ritorno. Perciò, studiare il danno prodotto dai terremoti storici consentirebbe di individuare, tra tutti i possibili terremoti di progetto, quelli da ritenere più

gravosi localmente.

Uno studio simile non può essere demandato al singolo professionista, ma spetta agli enti pubblici per fornire un indirizzo di massima. Il professionista potrebbe quindi intervenire su una unità sulla base di queste informazioni, disponendo, ad esempio, dei sistemi di tiranti radiali rispetto agli aggregati curvi, soprattutto quelli che presentano la convessità verso valle, nei quali in passato si realizzavano gli speroni. I tiranti, l'inserimento di cordoli, lo sfruttamento delle orditure lignee dei solai come elementi di trattenuta, lo stesso irrigidimento dei solai con interventi tradizionali, cioè con solette alleggerite o con i doppi tavolati, sono tutte tecniche che, replicate a più livelli e estese a più unità, servirebbero a modificare la risposta sismica dell'aggregato. Nel caso della convessità verso valle, si può valutare anche l'inserimento di tiranti paralleli al fronte di valle, sul lato interno, che incatenati l'uno con l'altro, possano creare una cintura di trattenuta nel lato sottoposto a trazione, per funzionare quindi come archi tesi. Tutte queste soluzioni possono migliorare in modo significativo la risposta sismica d'insieme di un aggregato.

#### **Passando ai singoli edifici, in relazione ai meccanismi di danno più frequenti, quali tecniche è possibile utilizzare? È importante considerare anche la qualità dell'apparecchio murario?**

Il primo livello da analizzare è quello basato sulla geometria strutturale e quindi sulla configurazione delle maglie murarie. La risposta cambia sostanzialmente nel caso di edifici di grandi aule oppure realizzati con muri di spina interni. Nei primi, il danno atteso è quello del ribaltamento dei fronti con la formazione dei classici profili di rottura parabolici, sia nelle facciate che nelle pareti laterali. Dopo ogni terremoto si presentano casi evidenti di collassi avvenuti in questo modo. Sono, in genere, casi di edifici specialistici che presentano caratteristiche costruttive diverse, soprattutto nell'interasse e nello spessore dei muri, sui quali influisce anche la qualità muraria, che contribuisce ad una diversa evoluzione del cinematisimo. Un muro di qualità, ad esempio, può ribaltare conservando la sua forma senza disgregarsi, mentre un muro di ciottoli, pur sottoposto allo stesso cinematisimo, rischia di disgregarsi completamente al primo accenno di rotazione. Da queste qualità deriva il diverso livello di sicurezza. Nelle case a schiera, i muri di spina frenano il meccanismo di ribaltamento dei fronti fungendo da

contrappesi. In questi casi, il ribaltamento dei fronti, quando avviene, implica il distacco di cunei trascinati nel cinematisimo, la cui configurazione influisce sul livello di sicurezza.

#### **Come interpretare le lesioni che si presentano in un edificio in muratura colpito dal terremoto? Ci può parlare del quadro fessurativo, e cioè il complesso delle fratture che il sisma disegna sulle pareti degli edifici colpiti ma ancora in piedi?**

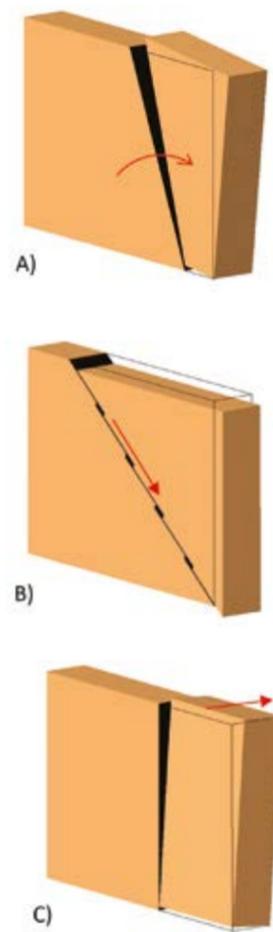
Una diagnosi corretta è fondamentale per trovare la "cura" migliore per l'edificio e fare in modo che l'intervento minimo utile sia anche quello più economico e più efficace. Molto spesso, i quadri fessurativi vengono rappresentati semplicemente per produrre un elaborato burocratico, nel quale le lesioni vengono riportate in pianta, prospetto e sezioni canoniche. In realtà, è fondamentale restituire correttamente il quadro fessurativo e rappresentare le lesioni secondo il loro reale andamento e profilo; ad esempio, per le lesioni di strappo o di scorrimento la rappresentazione deve essere diversa. Entrambe sono indizi necessari per effettuare una lettura critica e mettere in correlazione il rilievo del quadro fessurativo con il cinematisimo dinamico, da cui deriva la valutazione della sicurezza. Le norme fanno riferimento al danno in funzione delle lesioni passanti o non passanti, considerando più gravi le prime. Ma non è sempre così, ci sono cinematisimi molto pericolosi che innescano lesioni non passanti. Inoltre, viene considerata l'ampiezza come parametro indicativo, ma anche per questo aspetto è necessario un approfondimento, dato che vi sono lesioni ampie che non preoccupano particolarmente e microlesioni che invece dovrebbero allarmare. Una lesione che passa in modo netto, da un paramento all'altro di un muro, è indicativa di una qualità muraria elevata, mentre se passa in modo "disordinato" o con una configurazione diversa dall'altra parte vuol dire che fra i due paramenti c'è un nucleo inconsistente o materia che non è in grado di trasferire questa informazione. Bisogna imparare a sfruttare questi piccoli segni per valutare la qualità della muratura da cui derivano fattori di conoscenza e di confidenza.

#### **Quanto è importante la conoscenza della struttura per una corretta modellazione numerica?**

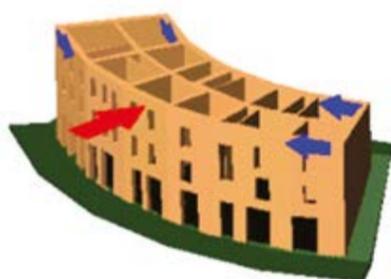
In genere i programmi di calcolo sono in grado di "digerire" qualsiasi modello, anche se non rispondente al reale comportamento della struttura; i risultati delle elaborazioni

vengono restituiti pure in modo accattivante per cui si tende a dare comunque credito alle verifiche effettuate, anche quando potrebbero essere fuorvianti. Ciò premesso, si ritiene sbagliato effettuare scelte progettuali basandosi sulla sola valutazione di un software. Oggi, tuttavia, si dispone di strumenti matematici che in passato non esistevano e che vanno sfruttati utilmente, ma nel percorso progettuale è opportuno recuperare quell'approccio pratico e intuitivo, fondato molto sull'esperienza, che ha guidato il mondo delle costruzioni in muratura fin dall'antichità.

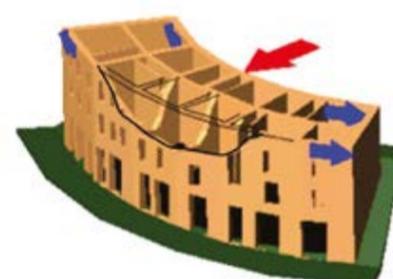
Per seguire questo criterio è necessario conoscere la struttura, attraverso un rilievo accurato, la ricostruzione delle vicende costruttive, l'analisi dei danni subiti a seguito di eventi calamitosi, il rilievo e l'interpretazione dei quadri fessurativi e deformativi per comprendere al meglio il comportamento d'insieme e per parti della struttura. La costruzione di modelli appropriati e rispondenti ai singoli casi di studio presuppone queste operazioni, che peraltro sono quelle indicate esattamente dalle Norme Tecniche vigenti. Di sicuro sono di scarsa utilità i modelli di calcolo troppo raffinati riconducibili a puri esercizi accademici che, oltre a complicare



**Tipologica di lesioni:**  
A) lesione di strappo; B) lesioni di scorrimento nel piano; C) lesioni di scorrimento fuori del piano



**Aggregato edilizio sollecitato da azioni ortogonali verso monte con innesco di sforzi di compressione**



**Aggregato edilizio sollecitato da azioni ortogonali verso valle con innesco di sforzi di trazione**

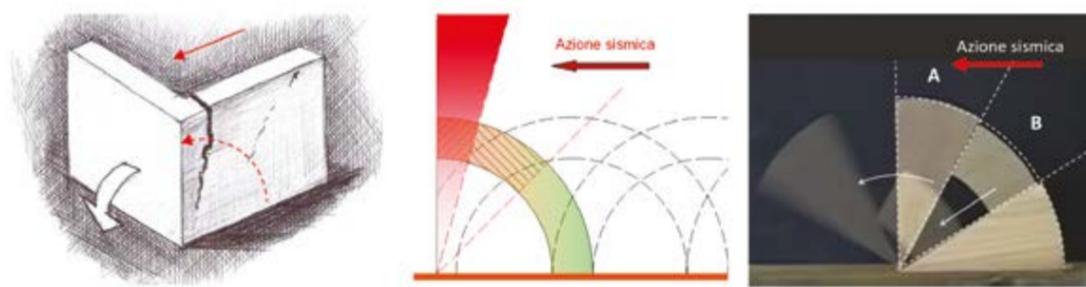
SISMICA

le analisi, non aggiungono nulla in termini di affidabilità e sicurezza. In ogni caso, le verifiche numeriche andrebbero effettuate solo a conclusione di un percorso di analisi e di progettazione per confermare e affinare le scelte.

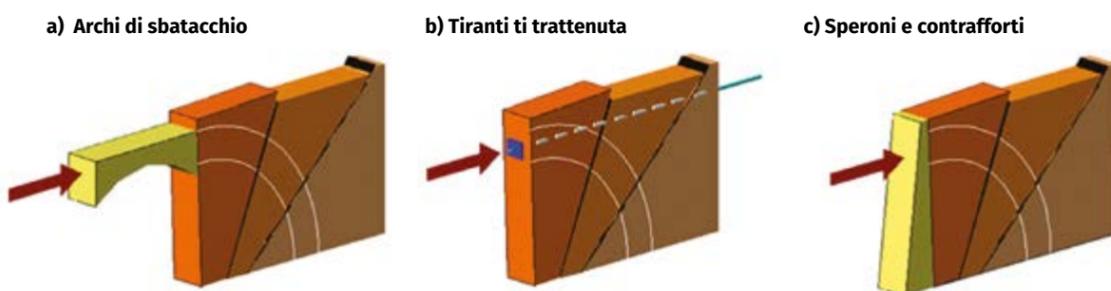
Ci può parlare dell'analisi delle strutture murarie secondo il modello ad archi virtuali?

Oltre venti anni fa, dopo aver studiato a lungo i quadri fessurativi di edifici isolati e di aggregati di diversa conformazione, soprattutto a livello tipologico, con la suddivisione delle lesioni per tipologie, dovute allo strappo, allo scorrimento nel piano o fuori del piano, ho proposto un modello interpretativo, che ho definito ad "archi virtuali", che permette di ricondurre le catene cinematiche alla meccanica degli archi e delle strutture spingenti. Pensare alle pareti murarie come elementi costituiti da un intreccio ideale di archi, che non hanno alcun riferimento all'apparecchio murario, ma che costituiscono dei meccanismi potenziali che si innescano sotto l'effetto di azioni esterne, permette di ricondurre il complesso problema della meccanica delle murature a degli schemi elementari, utili ad interpretarne il comportamento. Il modello richiama anche la meccanica delle terre, per la comune caratteristica delle murature di non resistere a trazione, per cui la formazione di archi spontanei è il modo in cui le strutture tendono a reagire a qualsiasi azione esterna. Il modello ad archi virtuali permette di individuare, nel caso più semplice, un semiarco di estremità nel quale è possibile distinguere tre settori radiali, con il primo che tende a distaccarsi e a ruotare, il secondo a scorrere lungo un piano inclinato e il terzo, assimilabile ad un "piano di natural declivio" della muratura, in analogia con il comportamento di un terreno. Questo perché nelle murature assume rilevanza il fattore di coesione delle malte, grazie al quale è possibile costruire pareti verticali. Ecco perché nei semiarchi di estremità, il primo settore può essere strappato facilmente da un'azione sismica orizzontale, il secondo può scorrere mentre il terzo resta sempre in equilibrio. I tiranti di parete non fanno altro che sostituirsi al semiarco mancante, attraverso un'azione di trattenuta in chiave ricondotta a monte su un semiarco di contrasto: quindi, due semiarchi di testata, sbilanciati, uniti strutturalmente da tiranti applicati in chiave adatti a ricostituire uno stabile meccanismo resistente. Questa analogia ci dà l'idea del comportamento di ogni parete e degli aggregati edilizi nel loro complesso. È un modello semplice, qualitativo, che aiuta a leggere i quadri fessurativi, ricostruire i modelli cinematici e quindi a effettuare delle verifiche quantitative.

Inoltre, aiutano a comprendere come migliora il comportamento delle strutture dove sono inseriti presidi strutturali antisismici come tiranti o elementi di contrasto, quali



Tipico ribaltamento di facciata con strappo del cantonale: schema interpretativo con parete costituita da un sistema ideale di archi intrecciati e fasi di collasso per rotazione e scorrimento dei cunei di testata (modello ad archi virtuali)



Presidi strutturali antisismici premoderni diffusi nell'edilizia storica

archi e speroni, che modificano sostanzialmente l'equilibrio delle forze in gioco.

Cosa succede nei campanili e nelle torri, laddove viene a mancare il limite di funzionamento per il tirante e si determina un intreccio tra l'arco di carico e di scarico?

Lo schema di funzionamento dei tiranti di parete secondo il modello degli archi virtuali, funziona fin quando lo sviluppo della parete impedisce la sovrapposizione fra il semiarco di carico e quello di scarico, ovvero, fintanto che c'è spazio per fare in modo che le forze di trattenuta ricondotte a monte possano scaricarsi a terra attraverso la parete stessa. Quando questo spazio non è garantito, si crea un cortocircuito per cui l'azione di trattenuta si traduce in un carico a monte che inibisce il meccanismo resistente. Il caso evidente è quello delle torri e campanili, dove i semiarchi di carico e scarico si intrecciano e il meccanismo non funziona più, quindi il tirante non è in grado di esercitare quella funzione di trattenuta. In questi casi, tuttavia, la disposizione dei tiranti è utile per creare delle cerchiature atte a formare un corpo rigido, più difficile da scardinare, e per impedire gli allentamenti che si manifestano in genere lungo le linee mediante di strutture snelle o per distacco dei cantonali. In questi casi, l'introduzione di contrafforti o speroni serve

a migliorare sostanzialmente la configurazione di vincolo e il ribaltamento per contrasto.

Abbiamo parlato di tecniche tradizionali. Pensa che le soluzioni innovative potranno sostituire le tecniche di intervento tradizionali?

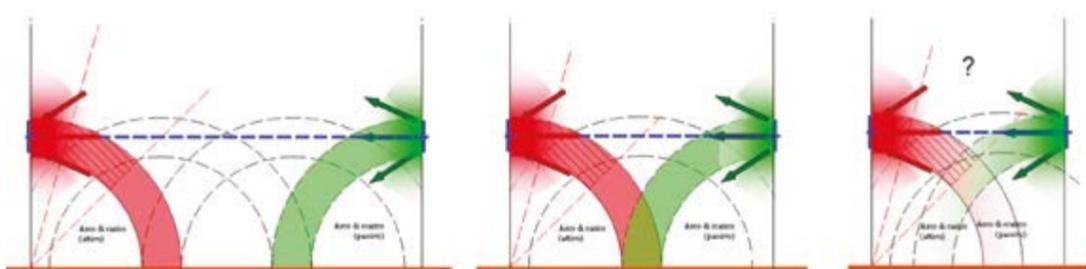
Più che sostituire è opportuno parlare di integrazione, per seguire quella regola tradizionale che punta a recuperare l'esistente e a rinnovarlo sotto vari aspetti. In passato, quasi mai, dopo un terremoto gli edifici venivano demoliti e ricostruiti, piuttosto si potevano ridurre in altezza, trovando il modo di riadattarli, anche in modo sostanziale, ma nell'ottica della conservazione. Questa regola vale anche per le moderne tecnologie, che si possono integrare utilmente e in modo efficace con gli elementi esistenti. Oggi si dispone di materiali straordinari che, tuttavia, non costituiscono mai la soluzione unica e risolutiva dei problemi. Il cemento armato ce l'ha insegnato. Con riferimento ai materiali compositi, per esempio, ritengo che possano essere utilizzati dove servono effettivamente, con l'obiettivo di potenziare strutture esistenti da recuperare e rimettere in funzione in piena sicurezza. Un uso inappropriato di questi materiali può risultare pure dannoso, come si osserva in alcuni casi nel consolidamento di cupole interamente rivestite con tessuti di fibre che introducono rigidità ecces-

sive, oppure, nel rinforzo di archi trasformati in elementi monolitici che perdono quella naturale duttilità che garantisce sicurezza. Il tutto con costi pure esorbitanti.

Invece, è opportuno utilizzare le fibre dove aiutano la struttura a lavorare meglio, per esempio, per fasciare elementi snelli, oppure, come spesso mi capita di fare, nella realizzazione di sottarchi di rinforzo, interposte fra nuovo ed esistente secondo una tecnica tradizionale resa molto più efficace.

Quali sono le tendenze nell'impiego dei nuovi materiali?

Bisogna essere consapevoli che nell'edilizia storica i problemi strutturali si risolvono soprattutto migliorando la configurazione dei vincoli. È banale, ma una parete isolata, per esempio, anche se rinforzata con iniezioni di malta o altri criteri, resta una struttura vulnerabile, per cui potrà collassare in modo diverso, ma il miglioramento che si ottiene si può stimare in un ordine percentuale modesto. La stessa parete, non rinforzata ma vincolata in testa, vede migliorate le sue condizioni in modo sostanziale. Questo per dimostrare che la sicurezza non dipende solo dalla qualità e dalle prestazioni meccaniche dei materiali, quanto dalla configurazione d'insieme della struttura e dalla qualità delle connessioni orizzontali e verticali. Questo era sicuramente chiaro ai mastri muratori



Percorso di scarico della forza di trattenuta in funzione dello sviluppo della parete con limiti di funzionamento del meccanismo



Esempio applicativo di rinforzo mediante creazione di sottarco laterizio armato con funzione di cerchiatura

del passato, chiamati ad operare con materiali ordinari, ma con l'ingegno che ha permesso di affinare le tecniche costruttive per conseguire i migliori risultati in termini di funzionalità e sicurezza. Ce lo insegnano le tecniche utilizzate nell'edilizia storica delle zone colpite dal sisma in Abruzzo, con la tecnica dei radicamenti lignei, utilizzati per realizzare una muratura armata *ante-litteram*, conosciuta anche come "muratura animata", perché realizzata disponendo delle travi morte nell'anima di muro. Se, oggi, è possibile recuperare buona parte del tessuto edilizio storico dell'Aquila e di altri centri terremotati, lo si deve anche a questi saperi tecnico-costruttivi antichi, senza i quali sarebbero stati completamente rasi al suolo. Perciò, più che i materiali di cui disponiamo, è importante il modo con cui questi vengono utilizzati. La tradizione va sempre rispettata e valorizzata.

Nel caso delle capriate lignee del patrimonio storico, dette anche 'incavallature', destinate a sostenere le coperture a falde delle aule di grande dimensione (navate di basiliche e chiese, mercati, ospedali, sale di assemblea, etc.), quali sono i provvedimenti tecnici per il rinforzo?

La logica è la stessa. Se si utilizzano le catene delle capriate come elementi di collegamento, le capriate non vanno più a caricare le pareti, amplificando gli effetti del sisma, ma diventano vincoli sommitali molto efficaci; ancora di più, se appese a cordoli di coronamento che possono essere realizzati in muratura armata o in acciaio/legno. Così facendo, ritorniamo al tema del tetto leggero appeso. I carichi appesi dal basso sono sempre un vantaggio dal punto di vista sismico, rispetto ai carichi portati dall'alto, in quanto possono caricare le pareti senza spostare masse alle quote sommitali. Per le capriate, la soluzione è semplice trovandosi già in quota; ma si potrebbe ricorrere alla stessa soluzione con le travi dei solai intermedi, da appendere ai cordoli di copertura per stabilizzare i corpi sommitali. Anche per le capriate è utile seguire la logica dell'integrazione: piuttosto che sostituirle perché inadeguate, è possibile in molti casi recuperare mediante l'inserimento di protesi che ne migliorino la configurazione statica, come ad esempio le saette. L'integrazione con saette può essere un intervento risolutivo, laddove queste non sono presenti. Tornando ai materiali innovativi, anche i pultrusi in composito, leggerissimi ma con resistenze elevate, possono essere utilizzati come elementi integrativi di elementi strutturali. Mentre gli interventi di rinforzo delle capriate andrebbero fatti con sistema legno-legno e l'aggiunta di protesi metalliche necessarie, i pultrusi, così come l'acciaio, possono essere utilizzati come elementi integrativi che fungano da rompitratta in un solaio o in una copertura fortemente deformata. Si tratta di interventi locali che vanno comunque studiati caso per caso.



Arquata del Tronto



Castelluccio di Norcia

# Arquata e Castelluccio: due esempi della ricostruzione post-sisma 2016

Due progetti all'avanguardia per mettere in sicurezza il territorio dal rischio di nuovi terremoti. Ne parliamo con Massimo Conti, Presidente regionale di Feding Marche

I progetti per la ricostruzione post-sisma 2016 di **Castelluccio di Norcia** e **Arquata del Tronto** sono fortemente innovativi e avveniristici, pensati per migliorare le condizioni pre-esistenti, dare una prospettiva forte al territorio e per far sì che sia possibile vivere e investire in questi luoghi, in piena sicurezza. Pur nella loro diversità, entrambi rappresentano un'innovazione radicale nella sostanza, che preserverà però la forma storica dei due paesi. Due esempi importanti che potranno essere replicati anche in altri luoghi, in Italia e nel mondo.

## UN PROGETTO UNICO AL MONDO PER IL "PICCOLO TIBET" DELL'UMBRIA

"Arquata e Castelluccio di Norcia rappresentano due esempi unici della ricostruzione. Sono due comuni molto diversi tra loro. Pur essendo orograficamente situati entrambi su una collina, le strategie di ricostruzione sono molto diverse. Castelluccio, completamente distrutto con il sisma del 2016, nasce con un tessuto urbanistico molto povero. Data l'unicità della frazione nurcina si è puntato ad una ricostruzione rispettosa dell'ambiente e dell'identità dei luoghi ma nello stesso tempo sicura e duratura, in grado di preservare per le future generazioni una frazione che per le sue caratteristiche peculiari è considerata il cuore del Parco Nazionale dei Monti Sibillini", afferma **Massimo Conti, Presidente regionale di Feding Marche**.

La piccola frazione di Norcia – che sorge a 1.452 metri ed è conosciuta anche come "Piccolo Tibet" per il suggestivo piano su cui si affaccia – è nota per uno scenario naturale unico a livello europeo, caratterizzato dalla fioritura estiva della lenticchia che attira ogni anno migliaia di visitatori.

Per la sua ricostruzione, fin dalla metà del 2021, è stata avviata una collaborazione fra l'Università di Perugia - Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale, la Regione Umbria - Ufficio Speciale per la Ricostruzione e il Comune di Norcia -



**Massimo Conti, Presidente regionale di Feding Marche**

nalizzata a definire un intervento di isolamento sismico su piattaforma di grande estensione.

"L'intervento prospettato per Castelluccio di Norcia è innovativo per molteplici aspetti. Per la prima volta, infatti, si realizza una ricostruzione su piattaforma sismicamente isolata su una collina per gli aggregati di origine storica e si procederà unitariamente ad opera dello Stato, in collaborazione con i privati proprietari degli edifici", spiega Conti. Castelluccio di Norcia è un gioiello nel cuore dell'Appennino centrale e, purtroppo, uno dei luoghi più colpiti dal sisma del 2016, per la sua vicinanza alla faglia del Monte Vettore. Per questo, mediante l'Ordinanza speciale dedicata al borgo umbro, è stato concepito un progetto all'avanguardia per la sua piena messa in sicurezza che coniuga una forte dose di innovazione procedurale ad un laboratorio sperimentale unitario, grazie all'adesione dei proprietari di Castelluccio di procedere alla ricostruzione pubblica anche delle mura private.

L'idea di ricostruire il centro storico di Castelluccio su piattaforma isolata sismicamente – aggiunge Conti – è interessante non solamente per il fatto che le abitazioni verranno messe in sicurezza anche rispetto a probabili eventi futuri, quanto perché al di sopra della piastra potranno essere ricostruiti gli edifici utilizzando tecniche tradizionali di muratura e riutilizzando, ove possibile, le antiche pietre recuperate dopo il crollo. L'obiettivo è abbattere costi e tempi attraverso un unico e complessivo progetto che permet-

ta alle migliaia di visitatori dei Piani di Castelluccio di tornare a godere di questo luogo unico. Si tratta di un progetto pilota che, sotto il profilo della sicurezza sismica, della tutela ambientale e del profilo normativo, potrà essere replicato anche altrove confermando così l'Umbria una regione all'avanguardia nelle ricostruzioni post-sisma".

## LE OPERE PREVISTE NEL PROGETTO DI CASTELLUCCIO DI NORCIA

"Il progetto comprende i sottoservizi, le opere di sostegno, le piastre antisismiche, gli isolatori e la progettazione strutturale delle 170 unità abitative previste sopra. Quindi è tutto intervento pubblico. Viene lasciato ai privati il solo completamento delle opere architettoniche. Personalmente, sono molto favorevole agli interventi di ricostruzione integrata (pubblico e privato insieme) perché aumentano le competenze e la tecnologia, evitano diatribe e discussioni tra vicini e consentono di risparmiare sui costi perché la soluzione di isolamento sismico rende trascurabili le conseguenze economiche in caso di ripetersi di eventi simili o di magnitudo maggiore. Grazie agli isolatori sismici, l'accelerazione che il suolo trasmetterà agli edifici sovrastanti sarà praticamente ridotta di circa 10 volte rispetto a quella che ai medesimi verrebbe trasmessa senza l'impiego di questa tecnologia", dichiara Conti. Il progetto è suddiviso in una serie di lotti funzionali. "Il primo lotto riguarda la progettazione di tutte le opere di sostegno del cassero, che costituisce la porzione più alta, e di tutte le infrastrutture stradali e impiantistiche collocate sotto il piano viario. Il progetto prevede, infatti, dei cavedi percorribili a piedi situati al di sotto dell'impianto stradale che percorre il paese fino alla sua sommità, all'interno dei quali passeranno appunto tutti gli impianti e i sottoservizi (sistemi di smaltimento delle acque superficiali, cablaggi di sistemi *hi-tech* di *smart city*, etc.). All'interno del centro storico di Castelluccio è stata individuata un'a-

rea di circa 6000 m<sup>2</sup> da ricostruire su una piastra isolata e gradonata, per ricostituire l'andamento originario delle quote, che funge da fondazione delle costruzioni. Al di sotto della piastra si realizza la fondazione, una platea in cemento armato spessa poco meno di un metro e dotata sulla sommità di sostegni dove sono installati gli isolatori. Lo spazio libero tra fondazione e piastra isolata, 1 metro circa, sarà utilizzato per le operazioni di ispezione e manutenzione e per il posizionamento degli impianti sotterranei. Questo sistema di ambienti e percorsi renderà accessibile e visitabile l'infrastruttura sia agli addetti ai lavori, per una corretta manutenzione del sistema, sia a tutta la comunità scientifica e agli studenti di tutto il mondo interessati a studiare processi e metodi avanzati per la ricostruzione post-sismica", spiega Conti.

Un'altra particolarità del progetto, data la particolare posizione della frazione, è legata alla realizzazione di un impianto di betonaggio mobile per il confezionamento di un calcestruzzo a ridotto rapporto acqua/cemento che eviterà circa 6.000 transiti di autobetoniere da Norcia a Castelluccio che avrebbero impattato negativamente sulla viabilità locale, sull'ambiente e interferito con il turismo locale. "Per quanto riguarda la progettazione antisismica – continua Massimo Conti – questo è il primo esempio al mondo di piastra gradonata e organizzata su un numero limitato di quote sfalsate. I dati satellitari hanno rilevato che, durante il sisma del 2016, a Castelluccio la componente verticale del sisma ha raggiunto e mantenuto un'intensità sismica pari al doppio di quella orizzontale. A seguito dell'evento sisma, Castelluccio ha subito un cedimento che oscilla tra i 35-40 cm; questo cedimento ha causato una diminuzione dello stato di compressione nei muri degli edifici, che, in concomitanza dell'azione tagliante maggiore dovuta allo scuotimento, ha portato al crollo di tutti gli edifici. La componente

verticale ha comportato uno studio più significativo del sistema di isolamento, per cui avremo degli isolatori con funzionamento non solo nel piano XY ma anche in verticale, lungo l'asse Z".

## ARQUATA DEL TRONTO: L'INTERA COLLINA RINFORZATA SISMICAMENTE

"Ad Arquata del Tronto, si è proceduto diversamente, decidendo di rinforzare sismicamente tutta la collina del borgo e, una volta messa in sicurezza, di ricostruire l'abitato. Questa soluzione innovativa per il centro storico di uno dei Comuni più gravemente colpiti dal terremoto del 2016 è emersa grazie allo studio condotto dalla Fondazione Eucentre per l'Ufficio Speciale per la Ricostruzione (USR) delle Marche. Sulla base della ricerca di Eucentre e degli studi di approfondimento dell'Università di Pavia e dell'Università degli Studi G. D'Annunzio di Chieti-Pescara, l'USR ha realizzato il progetto di fattibilità tecnica ed economica, che indica tutte le azioni necessarie per la realizzazione delle opere a sostegno della nuova Arquata del Tronto.

Il primo passaggio consisterà nella messa in sicurezza della strada provinciale e della strada di accesso al paese, consolidandone le strutture anche attraverso micropali verticali e inclinati. Saranno poi realizzati terrazzamenti, con muri a sostegno di ampie platee orizzontali. Su questo complesso sistema saranno ricostruite in sicurezza le case.

Per renderlo efficace e duraturo, il sistema dei tiranti, che attraverseranno da un lato all'altro la collina a quote diverse, si articolerà attorno a due pozzi in cemento armato di otto metri di diametro, ai due lati opposti del colle su cui sorge Arquata capoluogo.

In maniera analoga a quanto previsto per Castelluccio, le infrastrutture sotterranee, comprese le reti idriche ed elettriche, saranno visibili nella parte centrale del paese, mentre potranno essere ispezionate a vista nel resto del borgo", conclude Massimo Conti.

# FOCUS IA



## Come l'IA sta ridisegnando il futuro dell'ingegneria. Il ruolo centrale degli ingegneri

A colloquio con l'ingegnere Gennaro Annunziata, Presidente dell'Ordine degli Ingegneri di Napoli e Coordinatore del Consiglio Operativo del C3i, per scoprire quali sono i possibili impieghi dell'Intelligenza Artificiale nel mondo dell'ingegneria, come questa tecnologia rivoluzionaria sta cambiando la professione dell'ingegnere e quali sono le figure emergenti e le competenze richieste

L'Intelligenza Artificiale (IA) è ormai considerata una delle più grandi sfide tecnologiche del nostro tempo che sta avendo un impatto significativo sul mondo del lavoro e sulle nostre vite, destinato a crescere nei prossimi anni. Alcuni studi recenti permettono, già allo stato attuale, di tracciare un preliminare bilancio sull'utilizzo delle nuove tecnologie e dell'IA nel mondo del lavoro del nostro Paese.

Le analisi effettuate dal Politecnico di Milano, presentate nel Report 2024 "AI al centro: novità, applicazioni e regole" dell'Osservatorio Artificial Intelligence, evidenziano una crescita impetuosa del mercato dell'IA in Italia, che nel 2023 registra +52% rispetto all'anno precedente, per un valore di 760 milioni di euro. Secondo lo studio, sei grandi imprese italiane su dieci hanno già avviato qualche progetto di Intelligenza Artificiale, almeno a livello di sperimentazione, ma ben due su tre hanno già discusso internamente delle applicazioni di Generative AI e, tra queste, una su quattro ha avviato una sperimentazione (il 17% del totale).

L'impatto dell'Intelligenza Artificiale sui contesti produttivi è significativo ed è bene delineare, fin da ora, i potenziali effetti futuri in termini occupazionali.

Lo stesso report dell'Osservatorio stima già oggi, in Italia, per l'Intelligenza Artificiale "un potenziale di automazione del 50% di "posti di lavoro equivalenti" (l'equivalente in posti di lavoro della somma del tempo impiegato in singole attività che possono essere affidati alle macchine), ad oggi realizzato in minima parte, considerando anche che il ruolo dell'AI è più di supporto che di vera e propria sostituzione".

Ciò significa che da qui a 10 anni, le nuove capacità delle macchine potrebbero svolgere il lavoro di 3,8 milioni di persone in Italia.

Un dato allarmante, che potrebbe suscitare qualche timore: in effetti, il report evidenzia che il 77% degli italiani (+4 punti percentuali rispetto al 2022) guarda con timore all'Intelligenza Artificiale, soprattutto in relazione ai possibili impatti sul mondo del lavoro, ma solo il 17% è fermamente contrario all'ingresso dell'AI nelle attività professionali. L'ipotesi più probabile, tuttavia, è che l'adozione di questa tecnologia non causerà distruzione di posti di lavoro, ma una profonda modificazione nel modo di lavorare, in riferimento, in particolar modo, alla qualità dello stesso e nell'autonomia del lavoratore.

Inoltre, nel valutare il reale impatto sul lavoro dell'IA, bisogna tener conto delle previsioni demografiche che, a causa dell'invecchiamento della popolazione, prospettano un gap di 5,6 milioni di posti di lavoro equivalenti entro il 2033. A ben vedere, quindi, il dato sulla possibile automazione dei posti di lavoro appare più una necessità che un rischio, se considerato in prospettiva. Questo purché si presti attenzione alle nuove esigenze dei lavoratori, alla formazione e a un'equa redistribuzione dei benefici, mettendo in atto le giuste misure di sicurezza e di gestione. Solo così la società riuscirà a trarre valore dallo sviluppo dell'IA.

Come è sempre stato per ogni rivoluzione e ogni cambiamento a cui abbiamo assistito nel corso della storia, molte professioni subiranno cambiamenti a causa dell'automazione e altre saranno destinate a sparire, ma ne emergeranno anche di nuove legate allo sviluppo, alla gestione e all'applicazione dell'AI. Se, infatti, è vero che l'intelligenza artificiale può facilmente sostituire l'essere umano su attività meramente meccaniche, è altresì certo che la richiesta di professionisti esperti del settore con competenze tecniche e di gestione di questi stru-

menti crescerà di pari passo. Infatti, tra i primi effetti derivanti dalla crescente centralità delle nuove tecnologie, può certamente menzionarsi la fisiologica ricerca di profili dotati di competenze specifiche nelle materie più innovative sotto il profilo tecnologico. Il rapporto sul futuro del lavoro redatto dal World Economic Forum (WEF) nel 2023 riporta come le competenze con il più alto tasso di richiesta da parte del mercato riguardino le conoscenze tecnologiche, e in particolare IA e Big Data.

### A COLLOQUIO CON L'ING. ANNUZIATA

Per rimanere competitivi in questo panorama in evoluzione, è importante che i professionisti sviluppino competenze in tal senso, rendendosi capaci di gestire e padroneggiare questi strumenti. Gli ingegneri sono già protagonisti di questa rivoluzione e dovranno farsi trovare pronti e preparati per cogliere le opportunità e governare i cambiamenti epocali che l'intelligenza artificiale porterà. Parliamo del ruolo che l'IA può avere per il futuro dell'intera categoria, così come dei possibili rischi e delle implicazioni etiche, con



Gennaro Annunziata, Presidente dell'Ordine degli Ingegneri di Napoli e Coordinatore del Consiglio Operativo del C3i

**L'Ingegnere Gennaro Annunziata, Presidente dell'Ordine degli Ingegneri di Napoli e Coordinatore del Consiglio Operativo del C3i.**

**L'intelligenza artificiale sta trasformando radicalmente il mondo dell'ingegneria. La capacità dell'IA di analizzare grandi quantità di dati, ottimizzare processi complessi e prevedere comportamenti futuri offre agli ingegneri un vantaggio significativo nel loro lavoro, diventando uno strumento essenziale per gli ingegneri di ogni settore. In questo contesto, qual è il ruolo che l'IA può avere per il futuro dell'intera categoria?**

L'intelligenza artificiale ha sicuramente il potenziale per ridefinire il mondo dell'ingegneria e, in effetti, in parte lo sta già facendo, trasformando gradualmente il modo in cui lavoriamo. Personalmente, ritengo che non sostituirà mai gli ingegneri, piuttosto ne amplierà le capacità, consentendo di affrontare sfide sempre più complesse. Automatizzando compiti ripetitivi, l'IA darà la possibilità di concentrarsi su attività più strategiche e creative. Migliorando la precisione di previsioni e simulazioni, potrà rendere i progetti più sicuri.

Il sempre maggiore interesse per le numerose applicazioni IA è confermato anche dai dati, in crescita non solo in Italia. Recenti stime di Statista, prevedono che la dimensione del mercato mondiale dell'intelligenza artificiale raggiungerà i 184 miliardi di dollari nel 2024 e crescerà fino a toccare gli 826,7 miliardi di dollari entro il 2030, con un tasso di crescita medio annuo (CAGR) nel periodo 2024-2030 del 28,46%. Gli ambiti applicativi sono davvero innumerevoli e spaziano in molti settori, con impatti importanti, in termini di opportunità e sfide, sulle attività di imprese e pubbliche amministrazioni oltre che sulla vita delle persone.

**Qual è il ruolo che gli ingegneri potranno avere nell'ambito dello sviluppo dell'IA?**

Gli ingegneri hanno già oggi un ruolo fondamentale nello sviluppo dell'IA, apportando competenze essenziali in diverse aree chiave. Implementano algoritmi efficienti e progettano architetture hardware ottimizzate per l'IA. Migliorano la robustezza e l'affidabilità delle soluzioni di Intelligenza Artificiale occupandosi di aspetti come la sicurezza, la scalabilità e la resilienza dei sistemi. Traducono i progressi teorici dell'IA in applicazioni pratiche a vantaggio della collettività. Inoltre, sviluppano strumenti per assicurare che l'IA operi in modo etico e responsabile, implementando framework per l'audit e la governance, in grado di garantire trasparenza e accountability nelle applicazioni di Intelligenza Artificiale.

Alla crescita degli investimenti si associa un incremento significativo della propensione a ricercare profili professionali altamente qualificati. Secondo il World Economic Forum saranno 97 milioni i nuovi posti di lavoro creati nel 2025. A tal riguardo, il rapporto del WEF annovera tra i 10 profili professionali che nei prossimi 5 anni vedranno la maggiore crescita: specialisti in IA e Machine Learning, analisti per la sicurezza informatica, specialisti in trasformazione digitale e ingegneri robotici. Alcuni di questi profili sono già una realtà.

**Una delle figure emergenti è quella dell'AI Engineer: chi è e cosa fa l'ingegnere dell'intelligenza artificiale?**

L'AI Engineer, ovvero l'ingegnere dell'intelligenza artificiale, è una figura professionale emergente. Il suo compito è progettare e sviluppare sistemi basati sull'IA integrandoli in processi aziendali esistenti. Si occupa dell'ottimizzazione e della manutenzione

continua di tali sistemi, oltre che della valutazione etica e della conformità alle normative vigenti. Per fare tutto questo l'AI Engineer deve possedere solide basi in informatica, matematica e statistica, oltre a una conoscenza del settore in cui l'IA viene applicata. Trovandosi al centro del processo di trasformazione digitale delle aziende deve avere la capacità di collaborare con team multidisciplinari, comunicando concetti tecnici complessi in modo chiaro e semplice. Data la rapida evoluzione nel campo dell'IA, ha bisogno di un continuo aggiornamento delle sue competenze.

#### **Quali sono i possibili impieghi dell'Intelligenza Artificiale nell'ingegneria civile e nell'ambito AEC (Architecture, Engineering and Construction)?**

Nell'ingegneria civile e, in particolare, nel settore AEC, l'intelligenza artificiale può aprire nuovi orizzonti. Molto promettente nella progettazione di edifici e infrastrutture è il *generative design*, un'applicazione in grado di generare molteplici *layout*, fissando parametri specifici come costi, efficienza energetica e solidità strutturale. Durante la fase di realizzazione di un'opera l'IA può prevedere ritardi o problemi e suggerire azioni correttive in tempo reale. Inoltre, può migliorare la gestione delle risorse e la logistica, ottimizzando l'uso dei materiali e riducendo gli sprechi in un'ottica di sostenibilità. Attraverso l'analisi di immagini e dati, l'IA può elevare il livello di sicurezza nei cantieri identificando in tempo reale potenziali rischi, rilevando comportamenti pericolosi e identificando anomalie che potrebbero provocare incidenti. Infine, nel monitoraggio della salute strutturale delle opere, sistemi basati su AI possono analizzare i dati dei sensori per rilevare precocemente segni di deterioramento o danni, identificando problemi prima che diventino critici e pianificando opportune manutenzioni preventive.

#### **Quali, invece, le potenzialità dell'IA nel settore industriale?**

Anche nel settore industriale, l'intelligenza artificiale può offrire importanti vantaggi. In primo luogo, può migliorare l'efficienza complessiva dell'automazione dei processi produttivi. Gli strumenti di IA permettono inoltre di analizzare grandi quantità di dati per ottenere *insights* preziosi, guidando decisioni strategiche e migliorando l'efficienza operativa complessiva. Sensori intelligenti e algoritmi di *machine learning* possono monitorare lo stato delle macchine, prevedendo possibili guasti e suggerendo interventi preventivi così da ridurre i tempi di inattività e migliorare l'affidabilità delle linee di produzione. L'IA può migliorare significativamente anche il controllo qualità, attraverso sistemi di visione artificiale per ispezioni rapide e precise dei prodotti, garantendo standard più elevati.

#### **Ingegneria informatica e IA co-**

#### **stituiscono un binomio perfetto: in questo ambito di applicazione, quali sono le potenzialità dell'IA?**

Le potenzialità del binomio ingegneria informatica/intelligenza artificiale sono praticamente infinite e possono impattare ogni aspetto della gestione delle informazioni, migliorando l'efficienza, la sicurezza e l'esperienza utente in molteplici settori. Nel campo della programmazione, l'IA assiste gli sviluppatori con strumenti di automazione della scrittura del codice e *debugging* intelligente, che riducono gli errori e velocizzano il processo di sviluppo *software*. Per quanto riguarda l'automazione, l'IA sta inaugurando una nuova era dei processi adattivi, capaci cioè di ottimizzarsi in base ai cambiamenti dell'ambiente operativo. Questo in svariati settori, dall'industria manifatturiera alla gestione delle infrastrutture IT. Nel campo della *cybersecurity*, l'IA contribuisce a migliorare significativamente la sicurezza dei sistemi grazie al suo enorme potenziale nel rilevamento precoce delle minacce, nell'analisi del comportamento degli utenti per identificare attività sospette e nella risposta automatizzata agli attacchi.

*L'Intelligenza artificiale, più di altre tecnologie, pur offrendo molti vantaggi per i cittadini, l'economia e la società, modifica sensibilmente il contesto e la vita delle persone e dipende quindi dalle motivazioni per le quali viene realizzata, dalle modalità della sua implementazione e, non ultimo, dagli effetti che produce. L'IA non è certamente una tecnologia "neutrale", in quanto comporta una serie di rischi potenziali, compresi meccanismi decisionali opachi, discriminazioni basate sul genere o di altro tipo, intrusioni nelle nostre vite private o utilizzi per scopi criminali. Chi progetta, produce e distribuisce sistemi di Intelligenza Artificiale può, quindi, potenzialmente danneggiare o beneficiare le persone, le organizzazioni e la società. Questo fa sì che il professionista debba necessariamente porsi una autentica "questione morale" e che il governo dell'intelligenza artificiale richieda la definizione di un framework etico di riferimento.*

#### **A questo proposito, è necessario che i professionisti della Intelligenza Artificiale, e in particolare modo gli ingegneri, abbiano una specifica "competenza etica" quale nuova soft skill richiesta ai professionisti per partecipare e governare lo sviluppo delle applicazioni dell'IA in una prospettiva etica?**

Assolutamente sì, in contesti tecnologici complessi come quelli dell'intelligenza artificiale, ritengo che la "competenza etica" sia una *soft skill* indispensabile per i professionisti del settore. Gli ingegneri coinvolti nello sviluppo dell'IA si troveranno spesso a prendere decisioni che possono avere profonde implicazioni etiche e sociali. Devono, per questo, essere in grado di valutare le potenziali conseguenze delle tecnologie che sviluppano, non solo dal punto di vista tecnico, ma anche considerando l'impatto sulla collettività in termini di diritti individuali e benessere collettivo. Un approccio etico e responsabile nello sviluppo delle tecnologie IA potrebbe essere garantito, come avviene negli altri settori dell'ingegneria, proprio dal sistema ordinistico. Questo potrebbe incentivare l'iscrizione all'Albo degli ingegneri del terzo settore, da anni in crescita in termini di laureati, ma non di abilitati e iscritti all'Ordine.

*Qualche mese fa, il Consiglio dell'Unione Europea ha approvato un regolamento innovativo volto ad armonizzare le regole sull'intelligenza artificiale, il cosiddetto Artificial Intelligence (AI) Act, che mira a promuovere lo sviluppo e l'adozione, da parte di attori sia pubblici che privati, di sistemi di IA sicuri e affidabili in tutto il mercato unico dell'UE. Al tempo stesso, l'AI Act punta a garantire il rispetto dei diritti fondamentali dei cittadini dell'UE e a stimolare gli investimenti e l'innovazione nell'Intelligenza Artificiale in Europa. Con il regolamento sull'IA, l'Europa pone l'accento sull'importanza della fiducia, della trasparenza e della responsabilità nell'utilizzo delle nuove tecnologie, insieme alla garanzia che questa tecnologia in rapida evoluzione possa prosperare e stimolare l'innovazione Europea. Nell'ambito della*

*regolamentazione dell'AI, l'Unione europea si pone quindi come un ente all'avanguardia e attivo. Tuttavia, l'aggiornamento di questi regolamenti, coerentemente allo stato dell'arte e allo sviluppo della tecnologia, sarà fondamentale per mantenere il vantaggio acquisito dall'UE. Una legislazione aggiornata ed efficace, basata su un approccio comune tra Stati, consentirà anche di giungere a un corretto equilibrio tra regolamentazione e un'economia florida.*

#### **Quanto è importante armonizzare approcci differenti tra i vari contesti normativi internazionali, attualmente molto diversi? L'approccio EU è basato sul rischio: ce ne può parlare?**

A mio avviso, l'armonizzazione dei vari approcci normativi ridurrebbe le barriere commerciali, permettendo alle aziende di operare in più paesi con maggiore certezza legale. Inoltre, potrebbe facilitare l'adozione di standard etici condivisi, contribuendo a un progresso tecnologico rispettoso dei diritti umani. L'approccio normativo dell'Unione Europea, basato sul rischio, classifica le applicazioni dell'IA in base al loro potenziale impatto sulla società, disponendo che quelle che presentano rischi più elevati siano soggette a regolamentazioni più rigorose. Sono previsti quattro livelli di rischio: inaccettabile, alto, limitato e minimo. Le applicazioni con rischio inaccettabile, come i sistemi di sorveglianza di massa, sono vietate; quelle con rischio alto, come le IA utilizzate in ambito sanitario, sono sottoposte a requisiti stringenti di conformità e supervisione. L'approccio basato sul rischio è molto interessante e potrebbe essere un buon punto di partenza per una convergenza globale, proprio perché mira a bilanciare l'innovazione con la protezione dei diritti fondamentali. Fornisce un quadro flessibile ma robusto per lo sviluppo dell'IA, promuovendo la fiducia del pubblico mediante l'adozione sicura della tecnologia.

*Data la centralità che l'IA sta assumendo nella nostra vita quotidiana e in molti settori dell'industria e dell'economia, le competenze nell'Intelligenza Artificiale sono sempre più importanti e richieste nel mondo del lavoro. Acqui-*

*rtle è quindi fondamentale per sviluppare, gestire e utilizzare prodotti e servizi che saranno abilitati dall'Intelligenza Artificiale in futuro. Tuttavia, secondo l'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE), il divario tra la domanda di competenze AI e l'offerta sta aumentando a livello globale e molti paesi non stanno investendo abbastanza nella formazione in tali ambiti. La formazione, invece, è un tassello fondamentale nel percorso per colmare il Digital Mismatch attualmente presente sul mercato del lavoro. Sempre secondo l'OCSE, è cruciale offrire una "alfabetizzazione AI", vale a dire "un insieme di competenze che consenta agli individui di valutare criticamente le tecnologie di Intelligenza Artificiale, comunicare e collaborare in modo efficace con l'intelligenza artificiale e utilizzare l'intelligenza artificiale come strumento online, a casa e sul posto di lavoro". Dunque, non si tratta soltanto di competenze necessarie per sviluppare modelli IA, ma anche a comprendere, utilizzare, monitorare e riflettere criticamente sulle sue applicazioni. Le aziende necessitano di queste competenze ma sono ancora impreparate, in tutto il mondo non solo in Italia; tuttavia, la rivoluzione dell'AI non concede molto tempo. Procede veloce, per cui è importante accelerare e garantire un'AI etica ed efficiente.*

#### **In questo contesto, che da un punto di vista tecnologico avanza così velocemente, quanto è importante per un professionista essere sempre aggiornato e formato sulle evoluzioni tecnologiche in atto? Qual è il ruolo del Consiglio Nazionale Ingegneri?**

In un'era di rapido progresso tecnologico come quella attuale, la formazione continua non è solo un obbligo di legge, ma una necessità imprescindibile per ogni professionista, specialmente nel campo dell'ingegneria. La velocità con cui si affermano nuove tecnologie e metodologie richiede che ci sia un impegno costante nell'apprendimento e nell'adattamento. Essere aggiornati permette infatti di rimanere competitivi e di adottare sempre le migliori pratiche disponibili. Per quanto riguarda l'intelligenza artificiale, è probabile che il CNI dovrà presto definire linee guida specifiche per il suo utilizzo nella professione ingegneristica, che garantiscano il rispetto dei principi etici e della deontologia professionale. Il CNI sarà chiamato a svolgere un ruolo attivo anche nel processo di definizione delle normative sull'IA, dialogando con il legislatore e portando l'esperienza e le aspettative degli ingegneri. A tal proposito, va segnalato che Professioni-taliane, l'associazione costituita dal Comitato Unitario delle Professioni (CUP) e dalla Rete delle Professioni Tecniche (RPT), che rappresenta 23 Consigli Nazionali degli Ordini e oltre 2,3 milioni di professionisti, ha già presentato un primo documento su questo tema alla Presidenza del Consiglio dei Ministri.



**FOCUS  
IA**

# L'Intelligenza Artificiale migliorerà l'efficienza degli ingegneri?

Nonostante i numerosi vantaggi, l'adozione dell'IA comporta una serie di sfide che devono essere affrontate con attenzione

DI NICOLA FIORE\*

Questo articolo non è stato generato grazie all'uso dell'Intelligenza Artificiale... o forse sì? Questo è un quesito che molti lettori si porranno nel leggere un giornale, nel guardare una foto o un video nei prossimi anni.

L'Intelligenza Artificiale (IA) rappresenta una rivoluzione tecnologica che sta trasformando al giorno d'oggi diversi settori e da questa rivoluzione il mondo dell'Ingegneria non è esente. Nonostante i numerosi vantaggi, l'adozione dell'IA comporta una serie di sfide che devono essere affrontate con attenzione. Ma andiamo per gradi.

Oggi l'Intelligenza Artificiale può essere suddivisa in tre categorie principali:

## 1. Intelligenza Artificiale Ristretta

(o "debole") (ANI): questa è l'IA che vediamo nella maggior parte delle applicazioni odierne. È progettata per eseguire compiti specifici, come il riconoscimento vocale, la traduzione automatica o la guida autonoma. Esempi includono gli assistenti virtuali come Siri e Alexa.

## 2. Intelligenza Artificiale Generale

(o "forte") (AGI): questa è una forma ipotetica di IA che ha capacità cognitive simili a quelle umane. Può comprendere, apprendere e applicare conoscenze in diversi domini, proprio come farebbe un essere umano. Al momento, l'AGI è ancora un concetto teorico e non esiste nella pratica.

## 3. Superintelligenza Artificiale

(ASI): questa è una forma ancora più avanzata di IA che supera le capacità cognitive umane in tutti i settori. L'ASI sarebbe in grado di innovare, risolvere problemi complessi e prendere decisioni con una precisione e velocità incomparabili. Anche questa forma di IA è puramente teorica e non esiste oggi.

Questi tipi di IA rappresentano diversi livelli di complessità e capacità, ciascuno con le proprie sfide e potenziali applicazioni.

## LIBERI PROFESSIONISTI, QUALI VANTAGGI?

Se si pensa all'Intelligenza Artificiale Ristretta (ANI), per esempio, per grafici e designer sono presenti sul mercato strumenti come **Adobe Sensei** che utilizzano l'IA per migliorare e automatizzare il fototocco, suggerire layout di design e personalizzare le esperienze utente; i commercialisti hanno a disposizione software come **QuickBooks** che utilizza l'IA per automatizzare la contabilità, categorizzare le spese e prevedere il flusso di cassa. Gli scrittori e giornalisti posso-



no contare su piattaforme come **Grammarly** che usano l'IA per correggere errori grammaticali, suggerire miglioramenti stilistici e persino analizzare il tono di un testo.

In tema di Intelligenza Artificiale Generale (AGI), invece, le potenzialità crescono: un consulente aziendale potrebbe utilizzare un ipotetico assistente AGI per farsi aiutare con le analisi di mercato, la gestione strategica e la previsione delle tendenze, combinando competenze in vari campi per offrire consulenze avanzate e personalizzate. Se poi si pensa alla Superintelligenza Artificiale (ASI) applicata al mondo della ricerca questa potrebbe mettere gli scienziati in condizione di analizzare enormi volumi di dati, generando nuove ipotesi e persino scoprendo soluzioni innovative a problemi complessi come le malattie incurabili o la crisi climatica. Una vera rivoluzione scientifica.

Nel mondo dell'avvocatura, un ASI potrebbe esaminare leggi e casi precedenti a una velocità senza precedenti, offrendo consulenze legali con un livello di dettaglio e accuratezza superiore a quello umano. Anche se l'AGI e l'ASI

sono ancora teoriche, l'ANI offre già strumenti potenti che migliorano l'efficienza e la produttività dei liberi professionisti in diversi settori.

## MONDO DELL'INGEGNERIA, QUALE LA RIVOLUZIONE IN ATTO?

Nel campo dell'ingegneria civile, l'IA offre strumenti avanzati per la progettazione e la gestione degli edifici. Per esempio, i modelli di **Machine Learning** possono analizzare grandi quantità di dati storici e attuali per prevedere la durata dei materiali e la resistenza delle strutture. Questa capacità predittiva aiuta gli ingegneri a progettare edifici più sicuri e duraturi. Inoltre, l'IA può ottimizzare l'uso delle risorse. Gli algoritmi possono suggerire il miglior layout per la distribuzione degli spazi, massimizzando l'efficienza energetica e riducendo i costi. Un esempio concreto è l'uso di reti neurali per modellare il comportamento strutturale sotto vari carichi, migliorando così la progettazione sismica. Una delle principali sfide però in questo settore è la qualità dei dati. Gli algoritmi di IA richiedono dati accurati

e rappresentativi per funzionare correttamente. Tuttavia, nel settore delle costruzioni, i dati possono essere scarsi o non strutturati. Un altro problema è l'integrazione dell'IA con i software esistenti utilizzati dagli ingegneri civili. Questo richiede significativi investimenti in tempo e risorse. Anche per gli ingegneri del secondo settore i vantaggi dall'Intelligenza Artificiale possono essere numerosi:

## 1. Progettazione e Simulazione:

l'IA può migliorare la progettazione di componenti e sistemi meccanici. Strumenti di ottimizzazione basati su IA possono esplorare migliaia di design possibili per trovare la soluzione migliore, riducendo il tempo e i costi di sviluppo. Inoltre, l'IA, anche qui, può essere utilizzata nelle simulazioni per prevedere il comportamento dei materiali sotto diverse condizioni, migliorando l'accuratezza delle previsioni e riducendo la necessità di prototipi fisici.

## 2. Manutenzione Predittiva:

gli algoritmi di apprendimento automatico possono analizzare i dati dei sensori per prevedere guasti e necessità di manutenzione. Questo consente di intervenire prima che si verifichino problemi, riducendo i tempi di inattività e i costi di riparazione. Per esempio, nei settori automobilistico e aerospaziale, l'IA può monitorare le condizioni dei motori e delle macchine, suggerendo interventi di manutenzione solo quando realmente necessari.

## 3. Automazione dei Processi:

l'IA può automatizzare vari processi di produzione, migliorando l'efficienza e riducendo gli errori. I robot intelligenti possono eseguire compiti complessi in modo autonomo, adattandosi alle variazioni nel processo di produzione. Questo è particolarmente utile

in settori come l'automazione industriale, dove la precisione e la ripetibilità sono cruciali.

**4. Controllo di Qualità:** l'IA può essere utilizzata per il controllo di qualità automatizzato, analizzando immagini e dati per rilevare difetti nei prodotti. Questo consente di identificare e correggere i problemi più rapidamente rispetto ai metodi tradizionali, migliorando la qualità complessiva dei prodotti.

## 5. Ottimizzazione della Catena di Fornitura:

gli algoritmi di IA possono analizzare i dati della catena di fornitura per ottimizzare la gestione degli inventari, la logistica e la produzione. Questo può ridurre i costi, migliorare i tempi di consegna e aumentare la flessibilità della produzione.

## 6. Progettazione Generativa:

utilizzando l'IA, gli ingegneri possono creare design innovativi che sarebbero difficili da concepire manualmente. La progettazione generativa esplora un ampio spazio di soluzioni possibili, suggerendo design ottimizzati in base a parametri specifici come peso, resistenza e costo.

## Per gli ingegneri dell'Informazione,

l'IA può essere un potente alleato nella progettazione di sistemi informativi. Per esempio, gli algoritmi di apprendimento automatico possono analizzare il comportamento degli utenti per migliorare l'esperienza utente (UX) e ottimizzare le prestazioni del sistema. Inoltre, l'IA può automatizzare il rilevamento delle anomalie e la risposta agli incidenti, aumentando la sicurezza dei sistemi. Un'importante sfida sicuramente è garantire la trasparenza e l'interpretabilità degli algoritmi di IA. Gli ingegneri devono essere in grado di spiegare come e perché un algoritmo ha preso una determinata decisione, soprattutto in ambiti critici come la sicurezza informatica. Un altro problema è la scalabilità: gli ingegneri devono progettare sistemi che possano gestire un crescente volume di dati e richieste senza compromettere le prestazioni.

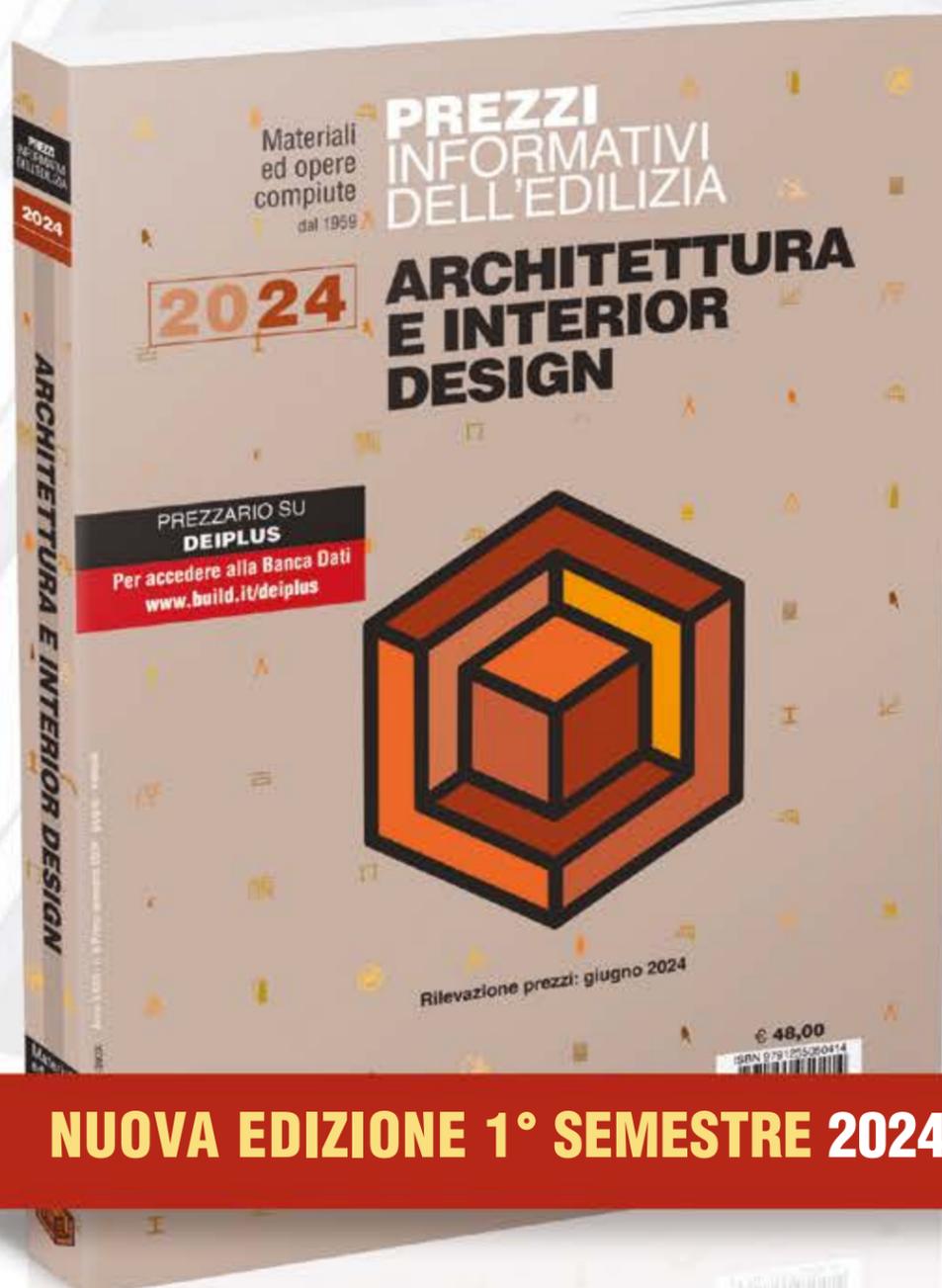
## CONCLUSIONI

In conclusione, l'IA offre enormi potenzialità per tutti i campi dell'ingegneria, migliorando la progettazione, l'efficienza e la sicurezza. Tuttavia, affrontare le sfide legate alla qualità dei dati, alla trasparenza, all'integrazione e alla scalabilità è cruciale per sfruttare appieno questi benefici. Con un approccio attento e innovativo, gli ingegneri possono superare questi ostacoli e guidare la prossima ondata di innovazione tecnologica.

\*VICEPRESIDENTE DELL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DI LECCE E CONSIGLIERE SEGRETARIO DEL CONSIGLIO OPERATIVO DEL C3I



**PREZZARI per  
AGEVOLAZIONI  
FISCALI**



**NUOVA EDIZIONE 1° SEMESTRE 2024**

**Rilevazione prezzi GIUGNO 2024**

Il Prezzario di Architettura e Interior Design contiene oltre 8000 voci e relativi prezzi per l'architettura e l'arredo di interni civili e commerciali, suddivisi tra manodopera, materiali e opere compiute.

Nell'edizione 2024, oltre la verifica generale dei prezzi e delle descrizioni, sono state riportate le nuove tabelle di manodopera edile e impiantistica, suddivise per ciascuna provincia italiana, e sono state registrate le novità relative ai seguenti ambiti: nelle "Opere da muratore" sono state ampliate le voci degli intonaci premiscelati e inserite le voci delle malte e dell'acciaio per cemento armato; nelle "Opere da pittore" sono state incrementate le voci di sottofondi e finiture; nelle "Pareti divisorie" sono state riviste tutte le voci delle pareti mobili ed attrezzate; nell'"Arredo Bagno" sono state riviste le voci relative ai mobili da bagno, ai lavabi e agli specchi; nel "Wellness" sono state riviste e ulteriormente dettagliate le voci concernenti le saune.

  
TIPOGRAFIA DEL GENIO CIVILE

[www.build.it](http://www.build.it)

**FOCUS  
IA**

# L'evoluzione dell'Intelligenza Artificiale, dai primi passi fino al **neuromorphic computing**

Insieme all'ingegnere Vittorio Fra, Ph.D., ricercatore presso il Politecnico di Torino nel campo dell'Intelligenza Artificiale, ripercorriamo brevemente lo sviluppo nel tempo di una delle più grandi rivoluzioni tecnologiche che l'uomo abbia mai sperimentato, oggi, centrale nelle scelte di imprese e governi e nella vita quotidiana di tutti noi, valutando le opportunità e le sfide di un settore in costante crescita



**A**l giorno d'oggi, l'Intelligenza Artificiale (IA) sta entrando sempre più nella nostra quotidianità, abilitando sia operazioni relativamente semplici sia, in prospettiva, sempre più pervasive, capaci di influenzare tutti gli aspetti della nostra vita, tanto nella sfera personale quanto in quella professionale.

L'Intelligenza Artificiale è ritenuta, a tutti gli effetti, tra le principali tecnologie alla base del progresso tecnologico di questi ultimi anni. Declinata nelle sue varie forme, infatti, l'IA viene già ampiamente utilizzata in diversi settori con un potenziale ancora in gran parte inespresso, sia in termini di evoluzione tecnologica sia di impatto economico. Negli ultimi anni, le classi di applicazioni basate su modelli di IA hanno registrato una crescita impetuosa, con soluzioni distinte in base alle finalità d'utilizzo.

Potendo fare affidamento su algoritmi di ultima generazione, modelli, dati e strumenti tecnologici avanzati, negli anni, l'IA ha continuato a evolversi e a mutare continuamente.

Una delle applicazioni emergenti dell'IA è la *Generative AI* (GenAI), Intelligenza Artificiale generativa, nota ai più per ChatGPT, tra le soluzioni di più popolari di GenAI, che in pochi mesi ha reso obsolete molte precedenti tecnologie e molto più accessibile l'esplorazione e la valorizzazione del dato non strutturato interno all'azienda, con impatti significativi, e senza soluzione di continuità, sul *business*, sulla società e sulle nostre vite personali.

La rapida evoluzione e la diffusa

adozione di sistemi avanzati di *Generative AI* stanno provocando un profondo sconvolgimento in paradigmi sociali considerati ormai consolidati da decenni, generando cambiamenti con implicazioni tanto profonde quanto complesse che hanno rimesso al centro del processo di innovazione la gestione della conoscenza e reso più immediate e concrete le preoccupazioni legate all'impatto sociale e legale dell'intelligenza artificiale.

Con l'aiuto dell'ingegnere **Vittorio Fra, Ph.D., ricercatore presso il Politecnico di Torino nel campo dell'Intelligenza Artificiale e componente della Commissione Innovation & Project Management dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino**, ripercorriamo l'evoluzione delle varie generazioni di IA, partendo dagli albori del concetto di IA e passando per gli sviluppi che hanno portato alla *Generative AI* e a ChatGPT, fino ad arrivare al *neuromorphic computing*, un modo diverso, ispirato alla biologia, di creare modelli e algoritmi che rappresenta una delle sfide chiave per le IA del futuro.

**Ing. Fra, partiamo da una definizione: che cosa si intende per Intelligenza Artificiale?**

Domanda difficile, perché si presta a diverse risposte a seconda del punto di vista che si decide di adottare. Anche perché forse è l'idea stessa di intelligenza a non essere così semplice da definire. L'IA è essenzialmente lo strumento che ci permette di far sì che le macchine, da intendersi come sistemi informatici, imparino basandosi sui dati che forniamo loro come *input*.

È fondata su classi di modelli ed algoritmi specifici, e specializzati, per applicazioni che spaziano dalla comprensione del testo al riconoscimento delle immagini o di altri segnali temporali raccolti nel contesto dell'*Internet of Things*. Il punto di forza è la capacità di apprendere in modo automatizzato le "regole" necessarie per elaborare i dati, identificando le caratteristiche ricorrenti e le proprietà di questi ultimi ed estraendo le informazioni che contengono.

**Come si sono sviluppate negli anni le varie generazioni di IA?**

Inizierei da due, anzi tre, nomi ed un luogo: Alan Turing, Warren McCulloch, Walter Pitts e il Dartmouth College. Anche se con tempi e modi diversi, questo è l'inizio dell'IA che conosciamo oggi. Partendo dal luogo, il Dartmouth College è stato la sede del *Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*, organizzato nel 1956 da John McCar-

thy insieme a Marvin Minsky, Nathaniel Rochester e Claude Shannon. Qui, per la prima volta, è stata usata ufficialmente la definizione "Intelligenza Artificiale". L'idea di macchine pensanti era però già stata formalizzata poco tempo prima, perché nel 1950 Alan Turing aveva pubblicato un articolo dal titolo "*Computing Machinery and Intelligence*" dall'incipit inequivocabile: "*Le macchine possono pensare?*". Risalendo la linea temporale ancora di qualche anno, troviamo poi il primo modello di neurone come unità fondamentale di calcolo, proposto da Warren McCulloch e Walter Pitts nel 1943. Nello stesso periodo, anche lavori come il modello di apprendimento proposto da Donald Hebb nel 1949 ed il perceptrone di Frank Rosenblatt del 1957 hanno contribuito a definire le premesse per arrivare dove siamo oggi. E in realtà, alcuni grandi risultati arrivarono abbastanza rapidamente già allora, come ELIZA, il primo *chatbot* della storia creato da Joseph Weizenbaum nel 1966, ed il suo coetaneo Shakey, il primo *robot* in grado di elaborare autonomamente le informazioni raccolte dall'ambiente circostante. Negli anni a seguire sono poi arrivati gli algoritmi *nearest neighbor* e di *backpropagation*, le reti neurali profonde (o *deep neural networks*, DNNs), continui affinamenti e potenziamenti di algoritmi come gli alberi decisionali, la prima macchina (*DeepBlue* di IBM) capace di vincere a scacchi contro il Campione del Mondo Garry Kasparov e le reti convoluzionali ispirate alla corteccia visiva animale. E ora, nell'era del *deep learning*, in cui i modelli di IA possono imparare attraverso complesse rappresentazioni multidimensionali delle informazioni che ricevono, è il momento dell'IA generativa, che nasce dalle reti denominate *generative-adversarial networks* (GANs) e dai *Transformer*.

**Dopo anni di ricerca, perché oggi l'IA può rappresentare un punto di svolta?**

Non è solo merito dell'IA di per sé. Se possiamo allenare modelli di Intelligenza Artificiale in grado di sostenere prodotti del calibro del celeberrimo ChatGPT, di Llama, di Gemini e di diversi altri analoghi, e se possiamo farlo su una quantità di informazioni difficile da descrivere e immaginare, è perché la ricerca ha prodotto grandi risultati in vari campi collegati non solo all'informatica, ma anche all'elettronica, alla fisica e alle telecomunicazioni. È l'unio-

ne dei progressi fatti in tutti questi campi che permette, per esempio, di usare gli strumenti di *Amazon Web Services* (AWS). In più, la sovrabbondanza di dati, ininterrottamente alimentata dalla loro continua produzione, rende quest'epoca particolarmente adatta all'IA.

**L'IA generativa è oggi l'area dell'Intelligenza Artificiale che più di tutte sta raccogliendo interesse di esperti del settore e gente comune, grazie a tool come ChatGPT. Quali sono i passi che ci hanno portato a ChatGPT e quali i concetti chiave per poter comprendere la Generative AI e le sue opportunità?**

Per quanto riguarda l'Intelligenza Artificiale generativa, uno dei momenti chiave è stato la pubblicazione dell'articolo intitolato "*Attention is all you need*". Gli autori di questo lavoro, nella maggior parte dipendenti di Google, hanno mostrato come le architetture denominate *Transformer* possano adottare efficacemente una strategia basata sulla cosiddetta *multi-head attention*. Era il 2017, e sappiamo bene quante cose sono cambiate nel frattempo, con un rapido susseguirsi di modelli sempre più complessi ed imponenti, nonché sempre più costosi. Fin dall'inizio, hanno preso parte alla corsa all'oro dell'IA generativa sia grandi Università sia grandi aziende, con il risultato che questi modelli sono cresciuti e migliorati rapidamente. E tale crescita ha determinato, in un certo senso, anche il modo in cui adesso vengono genericamente identificati: si parla, infatti, di *Large Language Models* (LLMs). Il funzionamento di questi modelli di linguaggio, in estrema sintesi, si basa sui cosiddetti *token*, che possono essere pensati come porzioni di parole. Questi elementi di testo, attraverso due passaggi detti *embedding* e *positional encoding*, sono convertiti in sequenze di numeri che contengono le informazioni sulle parole e sulla loro posizione all'interno delle frasi. La rappresentazione numerica del testo che si ottiene viene poi elaborata in modo diverso a seconda dello specifico meccanismo di attenzione usato, portando infine il modello di linguaggio a produrre l'*output* richiesto (per esempio, la parola successiva in una frase).

Per quanto riguarda le opportunità che l'IA generativa può offrire, non solo nel campo dell'elaborazione del testo, gli esempi già disponibili nella ricerca e in vari settori industriali sono tanti ed entusiasmanti,



**Vittorio Fra, Ph.D., ricercatore presso il Politecnico di Torino nel campo dell'Intelligenza Artificiale**

e credo che l'attenzione debba essere posta sempre di più sui limiti che si vogliono porre per prevenire il più possibile l'utilizzo inconsapevole di questi strumenti straordinariamente potenti. Come per tutto ciò che la tecnologia può produrre e ha prodotto finora, è necessario definire delle norme comuni e condivise di utilizzo. Maneggiare in modo improprio i dati che tutti noi, consapevolmente o no, produciamo e lasciamo produrre può essere fonte di rischi: anche un martello può trasformarsi da oggetto utile a strumento pericoloso se viene utilizzato in modo sbagliato.

#### La prossima sfida chiave per le IA del futuro sono le IA neuromorfiche?

Si tratta sicuramente di una sfida impegnativa, perché, come tutte le novità accreditate di notevoli potenzialità, dovrà dimostrare di essere all'altezza delle aspettative e delle previsioni. Sicuramente ci si può aspettare dall'IA neuromorfica un impatto su aspetti come il risparmio energetico, perché l'obiettivo fondamentale del *neuromorphic computing* è la capacità di emulare in modo sempre più fedele le funzionalità del cervello, che è uno straordinario esempio di efficienza.

#### Come funziona il neuromorphic computing?

Partirei da cosa si intende con l'aggettivo *'neuromorphic'*: è un termine introdotto verso la fine degli Anni Ottanta da Carver Mead, ingegnere e Professore Emerito del Caltech (*California Institute of Technology*), per indicare sistemi artificiali la cui progettazione ed il cui funzionamento sono ispirati a sistemi nervosi biologici. Il *neuromorphic computing* è quindi un modo diverso, ispirato alla biologia, di creare modelli ed algoritmi. Si basa, con l'obiettivo di emulare il principio di funzionamento del cervello, sui neuroni e sui modelli semplificati che negli anni sono stati prodotti dalle neuroscienze. L'idea fondamentale, che caratterizza e distingue il *neuromorphic computing* rispetto al modo in cui tradizionalmente funzionano i sistemi digitali di calcolo, è che l'attività non è continua ma regolata da eventi come nei sistemi biologici. I neuroni producono potenziali d'azione in funzione degli stimoli elettrochimici che ricevono da altri elementi del sistema nervoso o da altri neuroni. Questi *output*, che nel *neuromorphic computing* sono detti *spike*, sono discreti e localizzati, cioè completamente caratterizzati dall'istante e dalla posizione in cui vengono prodotti. Se l'*input*, cioè lo stimolo ricevuto dai neuroni, non è sufficiente a produrre degli *spike*, non c'è attività all'interno del sistema. Importantissimo effetto di questo meccanismo ad eventi è l'enorme risparmio energetico che si può ottenere: solo in presenza di *spike* c'è comunicazione tra i neuroni e conseguente consumo di energia per l'elaborazione delle informazioni trasmesse.

#### A che punto è la ricerca?

Partendo da un numero, penso sia interessante dire che in *Scopus*, un database di riviste scientifiche che svolgono *peer-review*, sono presenti quasi novemila articoli, riguardanti

aspetti del *neuromorphic computing*, pubblicati dal 1990 ad oggi; e dal 2022 sono più di mille all'anno, senza considerare tutti quelli condivisi su *arXiv* ed i contributi presentati in vari eventi e convegni che magari non sono pubblicati.

Insomma, la ricerca procede sempre più velocemente, con una comunità piccola ma molto attiva e collaborativa, che sta cercando di strutturarsi sempre di più e sempre meglio, prendendo ovviamente spunto da quello che altri hanno fatto prima. Per esempio, un problema attuale del *neuromorphic computing*, ed in generale dell'ingegneria ispirata all'approccio neuromorfico, è rappresentato dalla frammentazione, perché, rispetto ad altri campi dell'Intelligenza Artificiale, mancano degli *standard* di riferimento con cui confrontarsi. E in questo momento è senz'altro un tema caldo della ricerca, perché c'è bisogno di definire un orizzonte comune che permetta di indirizzare nel modo migliore tutti gli sforzi che si compiono ed i progetti che si realizzano.

Anche grandi aziende come Intel e Sony sono attive in questo campo, in cui operano in modo significativo anche società come Accenture, grandi costruttori di auto come Mercedes o BMW e altre aziende emergenti come, tra le altre, SynSense e Prophesee. Siamo in una fase di fermento, in cui la cooperazione tra settori diversi è tra gli elementi più importanti per continuare a crescere e raggiungere grandi risultati.

#### I computer neuromorfici tentano di imitare la configurazione funzionale del cervello umano non solo a livello software, ma anche a livello hardware. È anche su questo aspetto del problema che la ricerca si concentrerà nel prossimo futuro?

Certamente. E non solo nel prossimo futuro, già adesso. Tra le varie realtà che ho menzionato, alcune sono direttamente coinvolte nella ricerca a livello *hardware* con l'obiettivo di realizzare supporti fisici, a cui in genere ci si riferisce come *"chip"*, in grado di riprodurre alcuni meccanismi e comportamenti osservati nei sistemi nervosi.

Quello del rapporto tra *hardware* e *software* è un altro aspetto fondamentale da considerare in riferimento alla cooperazione necessaria in questo momento. È cruciale limitare la distanza in termini di grado

e ritmo di sviluppo tra i due settori, perché per una crescita che sia davvero di successo sono entrambi indispensabili, oltre ad essere inevitabilmente mutuamente dipendenti. In questa direzione si muovono due progetti a cui sto partecipando che si fondano sulla collaborazione tra università e aziende per produrre uno sviluppo coordinato: *Neuro-Bench* e *NIR*. Il primo, il cui nome è, di fatto, la contrazione di *"neuromorphic"* e *"benchmark"*, si concentra sulla definizione e l'utilizzo di standard comuni; il secondo, acronimo di *Neuromorphic Intermediate Representation*, propone invece un metodo per aumentare l'interoperabilità tra diverse piattaforme *software* e *hardware*.

#### Uno dei vantaggi più convincenti del calcolo neuromorfico è la sua promessa di ridurre significativamente i costi energetici. Lo spostamento verso l'informatica neuromorfica potrebbe ridefinire il panorama dell'hardware per l'IA, rendendolo più sostenibile ed efficiente?

Una maggiore sostenibilità ed efficienza è quello che ci aspettiamo e a cui ambiamo, però bisogna anche sottolineare che l'obiettivo non è la sostituzione di una vecchia tecnologia con una nuova: l'IA neuromorfica non è alternativa all'attuale Intelligenza Artificiale in tutto e per tutto, può al contrario essere un modo per farla progredire sotto alcuni aspetti. La riduzione dei costi energetici è sicuramente uno di questi, però è difficile prevedere se questo potrà avvenire in tutti i campi in cui l'IA sta crescendo e trovando applicazione. Per esempio, in tutti i contesti in cui possono scarseggiare le fonti di ricarica, e che quindi richiedono grande autonomia ai sistemi che vengono impegnati, dispositivi neuromorfici che assicurino buone prestazioni e un consumo energetico enormemente ridotto possono essere determinanti. Oppure, pensando a casi di assistenza personalizzata all'individuo, i dispositivi indossabili possono trarre grande beneficio da una maggiore autonomia. In altri contesti, invece, magari grandi sistemi aziendali di assistenza al cliente, l'aspetto dell'autonomia può essere meno rilevante o, quantomeno, meno urgente, e l'adozione di strategie neuromorfiche può essere meno vantaggiosa.

#### Quali sono ad oggi le applicazioni pratiche del neuromorphic computing? L'IA neuromorfica potrebbe rappresentare anche un diverso modo di approcciare le tecniche di Natural Language Processing (NLP) e di Computer Vision (CV)?

Esistono applicazioni di vario tipo in diversi ambiti, inclusi NLP e CV. Dalla classificazione di segnali temporali raccolti con dispositivi indossabili alla classificazione di immagini per sistemi di assistenza alla guida, passando per implementazioni di LLM basate sul meccanismo ad eventi. Questo perché, per qualunque applicazione specifica che si voglia trattare, il *neuromorphic computing* può essere interpretato come la strategia con cui si affronta la definizione del modello di IA più adatto. Analogamente al discorso sull'*hardware*, anche in questo senso più generale rimane valido il presupposto per cui l'approccio neuromorfico è una delle possibili soluzioni a disposizione dell'IA, non è un suo rivale. Per fare un parallelismo, due delle architetture più famose tra le reti neurali più comuni nell'IA, cioè la *Convolutional Neural Network* (CNN) e la *Long Short-Term Memory* (LSTM), si prestano meglio l'una ad applicazioni con immagini e l'altra a segnali temporali; non sono in competizione tra loro, sono due alternative da valutare sulla base delle specifiche necessità del modello di IA che si vuole allenare. Il *neuromorphic computing* può dare dei vantaggi in alcuni casi ed essere meno adatto in altri, la sua particolarità sta nell'essere definito come un ulteriore passo nella direzione dell'emulazione dei fenomeni osservati nelle reti neurali biologiche.

#### Se con il neuromorphic computing si tenta di emulare più accuratamente il funzionamento del cervello umano e la sua capacità di apprendere, secondo Lei, la capacità di autoco-scienza umana può essere in qualche modo riprodotta o resta comunque irraggiungibile?

Questa domanda è ancora più complessa di quanto già non fosse la prima. L'aspetto, secondo me, unico del *neuromorphic computing* è la quantità di conoscenze derivanti da discipline diverse che cerca di unire. Lo studio di fenomeni elettrochimici nell'analisi di sistemi nervosi, la descrizione di esperimenti biologici attraverso modelli matematici e la simulazione informatica di questi modelli si fondono in qualcosa di estremamente affascinante. L'autoco-scienza è ancora oltre, e, come nel caso della prima domanda, anche adesso la risposta può dipendere dal punto di vista che si sceglie di adottare. Quello che penso sia più attuale ed urgente è immaginare cosa faremmo se, prima o poi, questa autoco-scienza dovesse davvero essere a disposizione dell'IA. Siamo in grado di prevenire, o di gestire, questa situazione? Possiamo definire delle condizioni, o dei sintomi, che ci permettano di intervenire per tempo? La nostra autoco-scienza è sufficiente a prevenire i danni che noi stessi potremmo causare? Credo sia una questione molto più ampia della sola IA.

#### L'evoluzione dell'IA: in che direzione stiamo andando? Quali le previsioni nel suo campo di ricerca?

Stiamo sicuramente migliorando la nostra capacità di realizzare sistemi in grado di interagire con l'ambiente circostante grazie all'IA, e questo penso sia il percorso che continueremo a seguire per qualche tempo. Ci sono casi in cui sistemi autonomi ricevono stimoli dall'esterno e reagiscono di conseguenza, altri in cui l'utente umano è la sorgente di tali stimoli, altri ancora in cui l'IA è solo un assistente per svolgere piccole funzioni ben definite. Nei prossimi anni sarà importante aumentare la nostra consapevolezza nei confronti dell'Intelligenza Artificiale, che non deve essere temuta né idolatrata, solo usata opportunamente. E deve crescere anche il livello di conoscenza di questi temi, è importante conoscere quali sono i potenziali rischi e imparare a prevenirli, nella vita di tutti i giorni così come nella ricerca e nell'industria.

Per quanto riguarda il mio campo, il *neuromorphic computing* è senz'altro in un momento di crescita, e sono sicuro che continuerà ad attirare nuovo interesse. L'auspicio è che i risultati raggiunti finora si confermino come una solida base per continuare a costruire con successo e dare forma sempre più concreta ad un nuovo modo di fare Intelligenza Artificiale. Non a caso, esiste anche un termine ad-hoc: *Neuro-AI*.

#### Quali le opportunità e le sfide di un settore in costante crescita come quello dell'IA?

Penso che la sfida principale sia sfruttare al meglio le opportunità ed evitare di sprecarle. L'intelligenza artificiale, come dicevo, deve essere usata in modo opportuno, non dobbiamo farci tentare da previsioni di scenari idilliaci così come dobbiamo ragionevolmente contestualizzare e contestare presagi negativi. Ogni momento della storia in cui si sono affacciate grandi innovazioni, fin dalla stampa a caratteri mobili e probabilmente anche prima, ha avuto espressioni di questi due estremi, e sarebbe forse ora di trarre qualche insegnamento da chi ci è passato prima di noi. Tutto ciò che è nuovo va studiato e capito, non temuto e combattuto a priori o accolto ed accettato con passivo entusiasmo. L'IA è straordinariamente pervasiva, perché può influenzare tutti gli aspetti della nostra vita, sia nella sfera personale sia in quella professionale; e questo significa che il suo potenziale deve essere gestito in modo attento. Immaginare o addirittura proporre o attuare oggi una sostituzione delle persone da parte delle macchine "pensanti" è completamente fuorviante. Ciascuno di noi deve imparare ad usare gli strumenti che ha a disposizione nel modo migliore possibile, sia che si tratti di ChatGPT per scrivere un documento di testo sia che si tratti di uno strumento diagnostico. È ancora l'individuo a controllare la macchina, e sono sicuro che debba continuare ad essere così anche quando la tentazione di affidarsi del tutto a qualcosa di inanimato ed apparentemente infallibile sembra irresistibile.



# CICLOVIE



## Prevenire con la mobilità sostenibile

Mobilità sostenibile e incidentalità ciclistica sono due fattori da considerare in fase di pianificazione e progettazione. Uno studio realizzato in Calabria

DI R. RUFFOLO\* E C. MORONI\*\*

La mobilità sostenibile è una delle priorità mondiali e in Italia le ciclovie hanno subito un'importante crescita. Con il presente studio si è analizzata l'**incidentalità ciclistica in Calabria**, tralasciando indicazioni da impiegare per la fase di pianificazione e progettazione, in zone con caratteristiche analoghe. Si è analizzata l'incidentalità stradale dei velocipedisti della Regione Calabria nel triennio 2020-2022, allo scopo di individuare i fattori di incidentalità correlati. I risultati dell'analisi permettono di individuare strategie di messa in sicurezza da attuare in fase di progettazione, manutenzione e gestione delle piste ciclabili. Se da un lato le modalità di viaggio attivo contribuiscono a creare un ambiente più vivibile e a migliorare l'accessibilità per tutti gli utenti della strada, dall'altro si rileva che, ogni anno, sulle strade del mondo muoiono circa 41.000 ciclisti. Ciò discende da un sistema stradale progettato principalmente per le esigenze del traffico veicolare.

### INCIDENTALITÀ IN ITALIA E NELLA REGIONE CALABRIA

Gli incidenti sono stati analizzati attraverso i micro-dati dell'Istat, che gestisce la banca dati italiana sugli incidenti stradali, con riferimento al periodo 2020-2022, in cui sono ricompresi tutti gli incidenti stradali verificatisi in Italia, nei quali risultano coinvolti veicoli fermi o in movimento e che hanno come conseguenza lesioni a

persone. Pertanto, sono esclusi dalla rilevazione gli incidenti con soli danni materiali, quelli non avvenuti in aree aperte alla pubblica circolazione o in cui non sono coinvolti veicoli. Nel periodo di analisi, sul territorio italiano sono stati rilevati n. 48.315 incidenti con le bici, di cui n. 271 incidenti in Calabria. Con riferimento al biennio in questione, si deve anche tenere conto che questo è caratterizzato da una riduzione dei volumi di traffico in ragione delle misure adottate per arginare la pandemia COVID-19 (**Tabella 1**), tornate poi nel 2022 in linea con il periodo antecedente. La gravità degli incidenti è stata valutata calcolandone l'indice di gravità, dato dal rapporto degli incidenti mortali sul numero di incidenti totali.

Ovviamente l'incidentalità della Calabria va commisurata con la dotazione infrastrutturale cicloviaria presente e alla densità abitativa. In termini di dotazione ciclabile, rapportata alla superficie del territorio, la Calabria si classifica terz'ultima con 12,8 metri di pista ciclabile ogni km<sup>2</sup> di territorio, a fronte delle regioni del Nord che, come rilevabile dalla **Figura 1**, posseggono tutt'altra dotazione, fatta eccezione per la Valle d'Aosta. Analizzando il dato in termini di incidentalità, come atteso, questa è più alta dove l'estensione delle piste ciclabili è maggiore, così come maggiore è il numero di abitanti (**Figura 2**). In tale classifica, la regione Calabria è al diciannovesimo e sedicesimo posto rispettivamente per incidenti con bici per abitanti e per superficie. Per con-

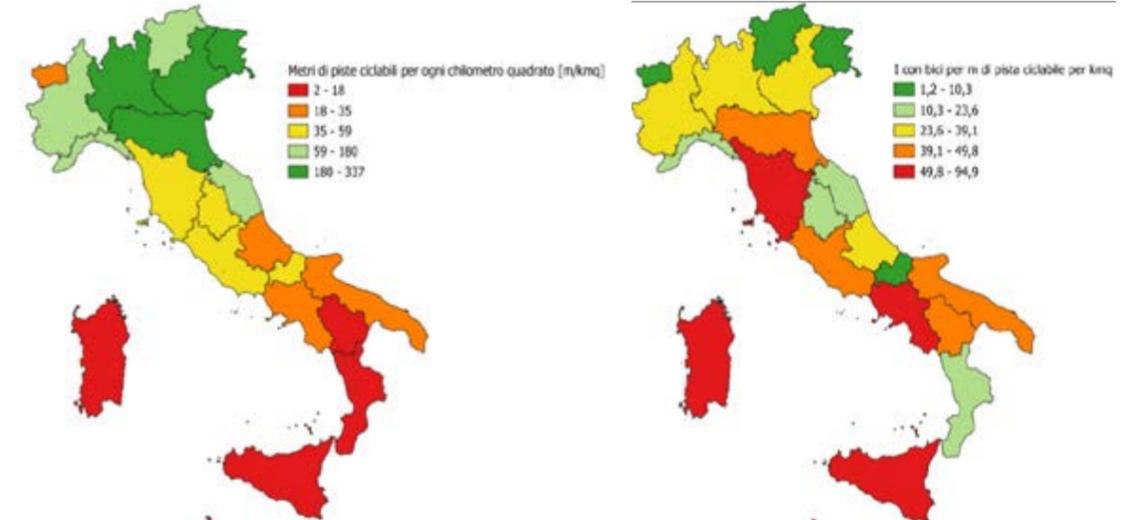


FIGURA 1. Dotazione ciclabile, rapportata alla superficie del territorio

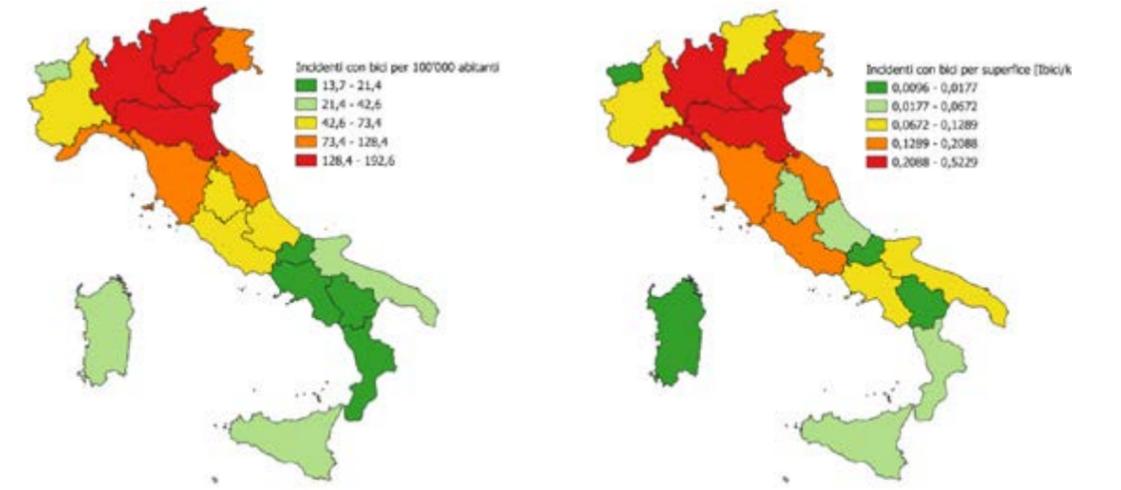


FIGURA 2. Incidenti con bici ogni 105 di abitanti (a sinistra) e per kmq (a destra) per regione elaborati con Qgis (ISTAT 2020 -2022)

TEBELLA 1. Confronto dei dati nazionali e calabresi di incidentalità ciclistica (ISTAT 2020 -2022)

Anno	Incidenti con feriti		Incidenti con morti		Totale	
	N	%	N	%	N	%
Calabria						
2020	73	27.76	3	37.50	76	28.04
2021	89	33.84	3	37.50	92	33.95
2022	101	38.40	2	25.00	103	38.01
Totale	263	100.00	8	100.00	271	100.00
Italia						
2020	13434	28.16	179	29.25	13613	28.18
2021	16857	35.34	228	37.25	17085	35.36
2022	17412	36.50	205	33.50	17617	36.46
Totale	47703	100.00	612	100.00	48315	100.00

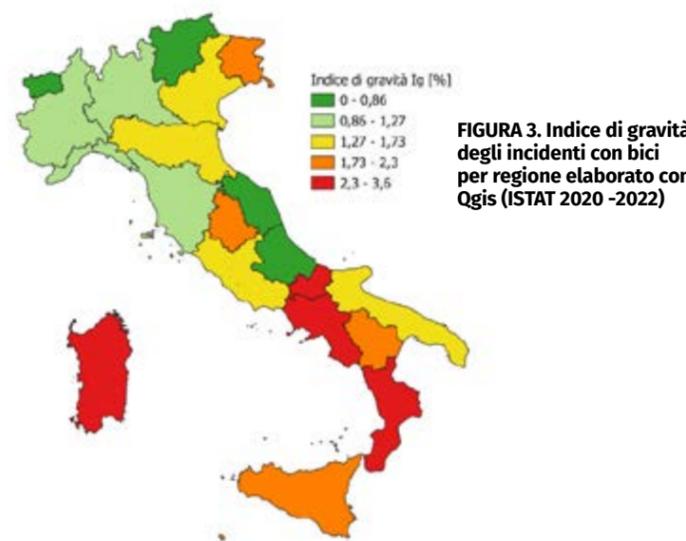


FIGURA 3. Indice di gravità degli incidenti con bici per regione elaborato con Qgis (ISTAT 2020 -2022)

TABELLA 2 – Severità degli incidenti: urbano vs extraurbano (ISTAT 2020 -2022)

Area	Incidenti con feriti		Incidenti con morti		Totale	
	N	%	N	%	N	%
<b>Calabria</b>						
Extraurbana	61	23.19	4	50.00	65	23.99
Urbana	202	76.81	4	50.00	206	76.01
<b>Totale</b>	<b>263</b>	<b>100.00</b>	<b>8</b>	<b>100.00</b>	<b>271</b>	<b>100.00</b>
<b>Italia</b>						
Extraurbana	5625	11.79	247	40.36	5872	12.15
Urbana	42078	88.21	365	59.64	42443	87.85
<b>Totale</b>	<b>47703</b>	<b>100.00</b>	<b>612</b>	<b>100.00</b>	<b>48315</b>	<b>100.00</b>

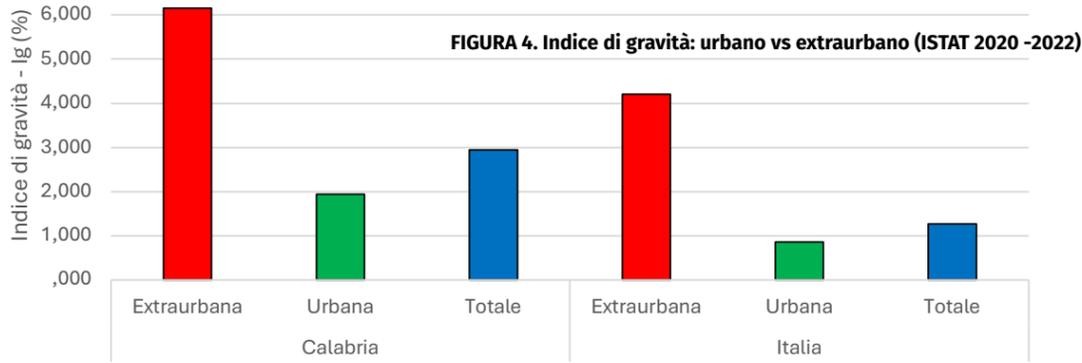


TABELLA 3. Severità degli incidenti per tipologia (ISTAT 2020 -2022)

Tipologia di incidente	Incidenti con feriti		Incidenti con morti		Totale	
	N	%	N	%	N	%
<b>Calabria</b>						
Fuoriuscita, sbandamento	6	2.28	0	0.00	6	2.21
Infortunio per caduta da veicolo	19	7.22	2	25.00	21	7.75
Investimento di pedoni	9	3.42	1	12.50	10	3.69
Scontro frontale	21	7.98	3	37.50	24	8.86
Scontro frontale-laterale	101	38.40	0	0.00	101	37.27
Scontro laterale	44	16.73	1	12.50	45	16.61
Tamponamento	37	14.07	1	12.50	38	14.02
Altro	26	9.89	0	0.00	26	9.59
Fuoriuscita, sbandamento	6	2.28	0	0.00	6	2.21
Infortunio per caduta da veicolo	19	7.22	2	25.00	21	7.75
<b>Totale</b>	<b>263</b>	<b>100.00</b>	<b>8</b>	<b>100.00</b>	<b>271</b>	<b>100.00</b>
<b>Italia</b>						
Fuoriuscita, sbandamento	2387	5.00	37	6.05	2424	5.02
Infortunio per caduta da veicolo	3235	6.78	60	9.80	3295	6.82
Investimento di pedoni	1356	2.84	11	1.80	1367	2.83
Scontro frontale	2804	5.88	53	8.66	2857	5.91
Scontro frontale-laterale	22011	46.14	200	32.68	22211	45.97
Scontro laterale	8851	18.55	76	12.42	8927	18.48
Tamponamento	3258	6.83	148	24.18	3406	7.05
Altro	3801	7.97	27	4.41	3828	7.92
<b>Totale</b>	<b>47703</b>	<b>100.00</b>	<b>612</b>	<b>100.00</b>	<b>48315</b>	<b>100.00</b>

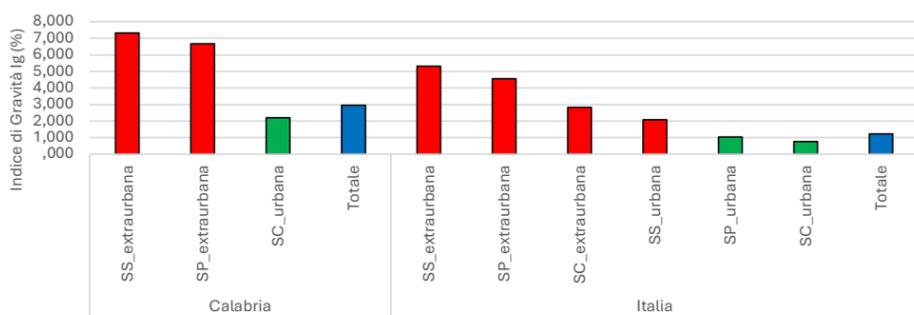


FIGURA 5. Indice di gravità in funzione del tipo di strada (ISTAT 2020 -2022)

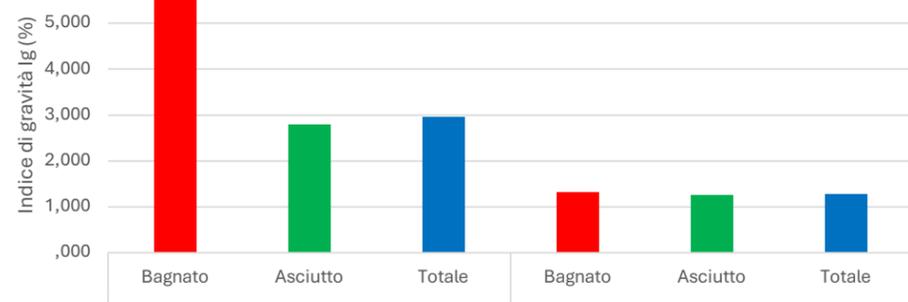


FIGURA 7. Indice di gravità per condizione della pavimentazione (ISTAT 2020 -2022)

tro, sebbene il numero di incidenti con bici in Calabria sia relativamente basso, se confrontato con le altre regioni, l'indice di gravità è tra i più elevati (Figura 3, secondo posto dopo la Sardegna). Gli incidenti, quindi, sono relativamente pochi ma caratterizzati da un'elevata mortalità (2.95%). Tale risultato è potenzialmente da imputare a due tipologie di fattori, l'uno correlato agli utenti della strada (scarsa cultura della bici, limitato uso dei dispositivi di sicurezza, comportamenti pericolosi, etc.) e l'altro all'infrastruttura.

**LOCALIZZAZIONE DEGLI INCIDENTI**

In Calabria, il 76,01% degli incidenti si sono verificati in ambito urbano (Tabella 2) con un indice di gravità pari a 1,94%, dato che risulta di gran lunga inferiore al 6,15% che si registra in ambito extraurbano, presumibilmente in ragione delle minori velocità operative (Figura 4) che caratterizzano l'ambito urbano. Simili risultanze si osservano anche a base nazionale. Disaggregando le differenti tipologie di strade, come atteso, in ambito autostradale non è stato rilevato alcun incidente con bici, essendo a queste precluso l'accesso. Ovviamente, tra le strade urbane, su cui avviene la maggior parte degli incidenti, questi sono occorsi prevalentemente sulle strade **comunali urbane** (67,16%), rispetto alle provinciali urbane e alle statali urbane, la cui estensione in Calabria è decisamente contenuta. Quanto all'indice di gravità, al contrario, esso è in generale maggiore per le strade extraurbane rispetto alle urbane. In particolare, in Calabria, per le strade statali extraurbane è pari al 7,31%, scende al 6,66% per le provinciali extraurbane e al 2,19% per le comunali urbane (Figura 5). Sulla scorta di tale dato, si può presumere che la realizzazione di un'adeguata transizione tra l'ambito extraurbano e quello urbano potrebbe consentire una riduzione significativa dell'indice di gravità. La tipologia di incidente più frequente in Calabria è lo scontro fronto-laterale con 138 incidenti pari al 38,33% degli incidenti, seguito dallo scontro laterale con 59 incidenti pari al 16,39% e dal tamponamento con 51 incidenti pari al 16,35% (Tabella 3). Andamenti simili in percentuale si osservano anche a livello nazionale. Tali percentuali evidenziano che gli

incidenti per multi-veicolo sono i più frequenti, in Italia e in Calabria, evidenziando una problematica nell'interazione delle bici con gli altri veicoli.

Analizzando in modo più dettagliato il dato dell'indice di gravità (Ig) degli incidenti (Figura 6) emerge che gli incidenti con il più alto Ig, in Calabria, sono quelli per scontro frontale con il 12,50% mentre in Italia ciò accade per quelli per tamponamento con il 4,34%. L'analisi evidenzia che, sia per il dato Nazionale che per quello Regionale, vi è una forte criticità nell'interazione tra veicoli. Un'altra differenza rispetto al dato Nazionale riguarda le condizioni della pavimentazione. Se da un lato è confermato che la maggior parte degli incidenti si verificano in condizione di pavimentazione asciutta, pari al 92,50% in Calabria e al 92,08% in Italia, in Calabria l'indice di gravità sul bagnato è pari al 5,55%, contro il 2,79% sull'asciutto, mentre a livello nazionale, le differenze tra bagnato e asciutto sono praticamente nulle (1,32% vs 1,26%). Una differenza tra il dato nazionale e quello regionale riguarda anche la differenza tra il giorno e la notte. In Calabria gli incidenti che avvengono di giorno sono quasi il triplo di quelli notturni, mentre l'esito degli incidenti di notte è più gravoso di quelli di giorno, osservando in Calabria il 3,12% di notte, contro del giorno 2,90%, mentre il dato in Italia è del 1,92% contro il 1,13% (Figura 8).

**POSSIBILI CAUSE E RELATIVE MISURE DI MITIGAZIONE**

Come detto, nel triennio 2020-2022, gli incidenti con bici rilevati nella regione Calabria presentano una maggiore gravità rispetto al dato nazionale, con una maggiore rilevanza di incidenti multi-veicolo per scontro frontale, su bagnato e di notte. Tali criticità si possono ricondurre, in termini generali, alle seguenti problematiche:

- difetti di progettazione dei segmenti, come pendenze longitudinali troppo elevate che causano sforzi eccessivi in salita e velocità troppo elevate in discesa con conseguente perdita della stabilità per i velocipedisti, e raggi di curvatura non adeguati alla velocità dei ciclisti, che causano perdite di traiettorie e successivamente invasione delle corsie destinate ai veicoli;

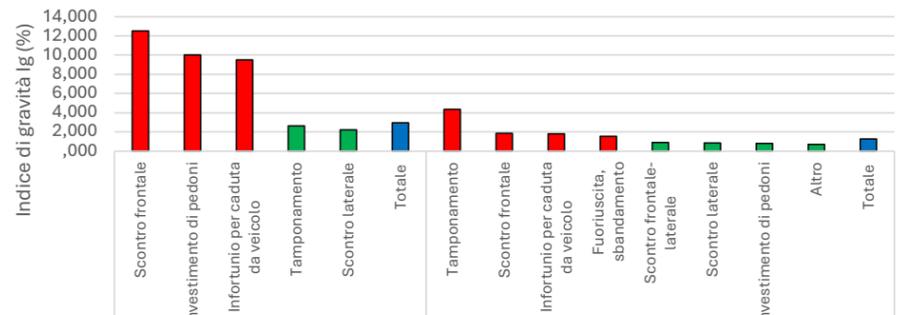


FIGURA 6. Indice di gravità per tipologia di incidente (ISTAT 2020 -2022)

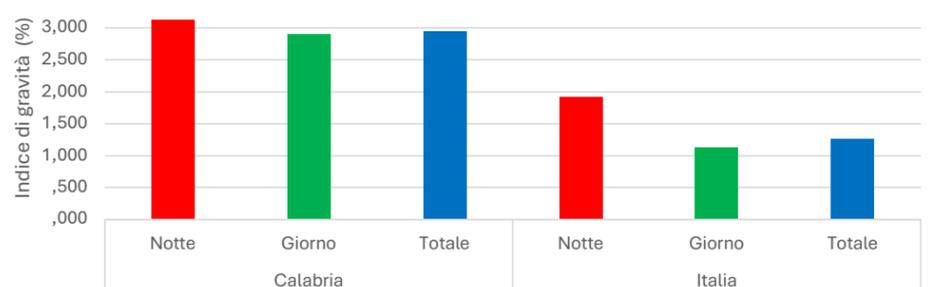


FIGURA 8. Indice di gravità per condizioni di illuminazione (ISTAT 2020 -2022)

## CICLOVIE

TABELLA 6. Severità degli incidenti per condizione di illuminazione (ISTAT 2020 -2022)

Condizioni di illuminazione	Incidenti con feriti		Incidenti con morti		Totale	
	N	%	N	%	N	%
Calabria						
Giorno	201	76.43	6	75.00	207	76.38
Notte	62	23.57	2	25.00	64	23.62
Totale	263	100.00	8	100.00	271	100.00
Italia						
Giorno	39489	82.78	451	73.69	39940	82.67
Notte	8214	17.22	161	26.31	8375	17.33
Totale	47703	100.00	612	100.00	48315	100.00

- difetti di progettazione nelle intersezioni come errata localizzazione, scarsa visibilità e leggibilità degli attraversamenti, fasi semaforiche progettate in maniera errata;
- presenza di ostacoli verticali o orizzontali, presenti sui margini, i quali costituiscono elementi di elevata pericolosità in caso di impatto;
- irregolarità della pavimentazione stradale a causa di buche, fessure o dissesti causati dall'affioramento delle radici;
- condizioni ambientali sfavorevoli, quali pioggia e guida notturna;
- degrado della segnaletica verticale e orizzontale;
- interferenze tra ciclisti-pedoni, ciclisti-veicoli a motore.

Per mitigare le criticità elencate, gli interventi di messa in sicurezza si possono effettuare su:

- A. geometria dei segmenti e delle intersezioni;
- B. margini stradali;
- C. sovrastruttura stradale;
- D. interferenze;

a cui devono aggiungersi gli interventi volti a tenere conto delle condizioni ambientali sfavorevoli. Per la prima tipologia di interventi un ruolo importante è rivestito dallo **sviluppo piano altimetrico** del tracciato che, al variare delle caratteristiche, può produrre aumenti di velocità, riduzioni di visibilità, o condizioni critiche che possono compromettere la stabilità del mezzo. Da non sottovalutare, poi, le prestazioni fisiche richieste all'utente, che produce lo spostamento del velocipedista in funzione della forza impressa dal ciclista sul mezzo, fortemente condizionate dalla preparazione fisica dell'utente. In fase progettuale è necessario porre particolare attenzione alle pendenze e alla scelta dei raggi di curvatura adottati in funzione di queste. È quindi importante:

- limitare la pendenza longitudinale (per garantire la fruizione dell'infrastruttura a tutti gli utenti) al limite massimo del 2%, oltre che quella trasversale al 3-4%, sino a un massimo del 6% per le rampe degli attraversamenti a livelli sfalsati (v. D.M. 30 Novembre 1999);
- realizzare curve orizzontali con raggi opportunamente commisurati alla velocità di progetto e, in genere, superiori a 5,00 m. Eccezionalmente possono ridursi a 3,00 m, purché sia rispettata la distanza di visuale libera e la curva venga opportunamente segnalata;

- ampliare la banchina laterale, spazio di margine nel quale i ciclisti possono transitare con maggior sicurezza, in caso di necessità (PIARC, 2019).

La seconda tipologia afferisce alle intersezioni che costituiscono una delle maggiori criticità in quanto lì si concentrano, e interferiscono tra loro, veicoli di tutte le categorie, ognuno con la necessità di eseguire manovre differenti. Le intersezioni risultano punti critici per gli automobilisti e, ancora di più, per i ciclisti in quanto utenti vulnerabili. Nella maggior parte dei casi, peraltro, la progettazione stradale pone maggior attenzione alle necessità dei veicoli a motore trascurando, e spesso sottovalutando, i maggiori rischi degli utenti in bicicletta. Per una maggiore sicurezza delle intersezioni le possibili azioni sono:

- distanziamento dell'attraversamento ciclabile, di almeno 5 m, da quello stradale per garantire ai mezzi a motore un'adeguata visibilità e lo spazio minimo per arrestarsi;
- replicazione delle rotatorie ciclabili, se interessate da elevati flussi ciclabili, ponendole parallelamente e distanziate dal bordo delle rotatorie dei mezzi a motore;
- realizzazione, negli incroci, di un attestamento avanzato per i ciclisti ossia uno spazio di attesa davanti alla corsia degli autoveicoli nel quale far attestare le bici nella fase di rosso, in attesa del verde, per poter partire davanti agli autoveicoli e sfruttare una maggior visibilità e sicurezza nell'effettuare l'attraversamento;
- differenziare le fasi semaforiche tra i vari mezzi, anticipando il verde per i velocipedisti e prevenire i conflitti con gli altri utenti motorizzati della strada;
- cambiare il colore del fondo della ciclabile in corrispondenza dell'attraversamento, così da inserire una separazione ottica aggiuntiva e segnalare agli utenti la presenza dell'attraversamento (Manuale mobilità ciclisti Regione Puglia, 2020).

Per ciò che attiene ai margini stradali, invece, molta attenzione deve essere posta sugli elementi verticali e/o orizzontali, disposti lungo i margini stradali senza tener conto delle esigenze dei ciclisti, costituendo un ostacolo alla traiettoria seguita, aumentando la possibilità di urti con-

tro gli ostacoli non adeguatamente protetti. È possibile rendere i margini più sicuri attraverso due azioni:

- arretrando o rimuovendo, se possibile, gli ostacoli rispetto al margine della carreggiata;
- installando di dispositivi di assorbimento dell'urto a protezione degli ostacoli esistenti (PIARC, 2019).

Per quanto attiene alla sovrastruttura stradale, invece, le irregolarità del fondo stradale possono essere di vario genere, quali buche, fessure trasversali, fessure longitudinali e rappezi non eseguiti a regola d'arte, nonché indipendenti dalle ordinarie condizioni di ammaloramento della pavimentazione, come per esempio la presenza di dossi localizzati causati da radici affioranti. I possibili interventi consistono in:

- controllo e manutenzione della pavimentazione;
- utilizzo di sistemi innovativi, tipo "CUPOLEX RADICI", in fase di realizzazione o rifacimento del manto stradale, per prevenire i danni provocati dall'apparato radicale degli alberi (PIARC, 2019).

Per quanto attiene alle interferenze tra ciclisti e pedoni, queste esistono per varie ragioni quali un'errata progettazione, i comportamenti scorretti di entrambi le parti e la mancanza di divisioni tra i due. Tali problematiche si hanno principalmente nei centri urbani, dove le vie sono più affollate e gli spazi disponibili sono limitati. Le possibili soluzioni sono:

- differenziazione del colore del fondo della corsia ciclabile, soprattutto nei percorsi ciclo pedonali, per renderla immediatamente visibile;
- realizzazione di una corsia riservata all'interno della carreggiata, nel caso di elevati flussi di velocipedisti;
- inserimento di elementi di separazione fisica tra le due vie (PIARC, 2019).

All'interno della rete viaria di un centro abitato non tutte le strade disponibili sono adatte a essere percorse anche da velocipedisti, anche quando il codice della strada lo permette. Nei tratti ad elevato traffico veicolare, o con ridotto spazio disponibile, o con assenza di visibilità, del reticolo stradale urbano si rende opportuno:

- realizzare "zone 30" interconnesse, per transitare con maggior sicurezza;
- utilizzare misure di *Traffic-Calming* per moderare la velocità dei

veicoli, come dossi artificiali, bande rumorose, rotatorie, intersezioni rialzate, rilevatori della velocità, etc. (PIARC, 2019).

In ultimo, per ciò che attiene alle condizioni ambientali che possono modificare in modo significativo le prestazioni e la sicurezza del veicolo risulta importante valutare non solo la visibilità del conducente ma anche quella del ciclista da parte degli altri utenti della strada. Le misure da attuare riguardano:

- l'illuminazione distribuita sulla strada, per la corretta visione reciproca dei vari mezzi;
- i semafori *hi-tech* che, mediante appositi sensori, in caso di pioggia facciano scattare il verde al passaggio di un ciclista (PIARC, 2019).

### CONCLUSIONI

La diffusione della bicicletta passa sicuramente attraverso lo sviluppo della rete di mobilità ciclistica. I finanziamenti attualmente disponibili (Fondi nazionali e Fondi PNRR per le ciclovie turistiche e per la ciclabilità

urbana) per la realizzazione/adequamento delle ciclovie urbane ed extraurbane rappresentano una grande opportunità per promuovere questa modalità di trasporto e garantire un'alternativa di mobilità che non sia solo sostenibile ma anche sicura, accessibile e inclusiva. Tuttavia, a una maggiore diffusione delle bici consegue un potenziale incremento degli incidenti stradali correlati e, pertanto, lo sviluppo dell'infrastruttura dovrebbe andare di pari passo con la consapevolezza dei fattori di incremento dell'incidentalità correlati alle bici e alla conoscenza di misure di sicurezza adeguate e specifiche al contesto. A valle di un'analisi di incidentalità nel triennio 2020-2022, effettuata sugli incidenti con bici occorsi in Italia e nella regione Calabria, con il presente articolo sono stati individuate e proposte varie soluzioni atte a migliorare la sicurezza dei ciclisti. Le misure di mitigazione del rischio, divise per area di intervento (geometria dei segmenti e delle intersezioni, margini, sovrastruttura, condizioni ambientali sfavorevoli e interferenze), risultano altresì indispensabili ad assicurare una vera, laddove non anche oggi dovuta, mobilità sostenibile, scongiurando che quest'ultima si traduca in un mero inseguimento di slogan che, paradossalmente, potrebbe condurre a un incremento dell'incidentalità, se non anche della mortalità, proprio per l'assenza dei presupposti necessari a garantire una reale transizione green.

\*ING. ROBERTO RUFFOLO, FUNZIONARIO DEL DIPARTIMENTO INFRASTRUTTURE E LL.PP. DELLA REGIONE CALABRIA

\*\*ING. CLAUDIO MORONI, DIRIGENTE GENERALE DEL DIPARTIMENTO INFRASTRUTTURE DELLA REGIONE CALABRIA \*\*ING. CLAUDIO MORONI, DIRETTORE GENERALE DEL DIPARTIMENTO INFRASTRUTTURE E LL.PP. DELLA REGIONE CALABRIA

### Bibliografia

- Beck, B., Perkins, M., Olivier, J., Chong, D., Johnson, M., 2022. Subjective experiences of bicyclists being passed by motor vehicles: The relationship to motor vehicle passing distance. *Accid. Anal. Prev.* 155. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106102>.
- Celis-Morales, C.A., Lyall, D.M., Welsh, P., Anderson, J., Steell, L., Guo, Y., Sattar, N., 2017. Association between active commuting and incident cardiovascular disease, cancer, and mortality: prospective cohort study. *Research.* <https://doi.org/10.1136/bmj1456>.
- Commissione europea, 2021. EU Road Safety Policy Framework 2021-2030 - Recommendations on next steps towards "Vision Zero".
- DfT - Department for Transport, 2022. Reported road casualties in Great Britain: pedal cycle factsheet, 2021.
- Fyhri, A., Sundfør, H.B., Bjørnsmkau, T., Laureshy, A., 2017. Safety in numbers for cyclists—conclusions from a multidisciplinary study of seasonal change in interplay and conflicts. *Accid. Anal. Prev.* 105, 124-133. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.04.039>.
- Guo, Y., Li, Z., Wu, Y., Xu, C., 2018. Exploring unobserved heterogeneity in bicyclists' red-light running behaviors at different crossing facilities. *Accid. Anal. Prev.* 115, 118-127. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.03.006>.
- Jacobsen, P.L., 2003. Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling. *Inj. Prev.* 9, 205-209. <https://doi.org/10.1136/ip.9.3.205>.
- United Nations, 2015. Transforming our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Available at <https://sdgs.un.org/>.
- United Nations, 2020. Resolution 74/299 Improving global road safety.
- Nilsson, P., Stigson, H., Ohlin, M., Strandroth, J., 2017. Modelling the effect on injuries and fatalities when changing mode of transport from car to bicycle. *Accid. Anal. Prev.* 100, 30-36. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.12.020>.
- PIARC, 2019. Road Safety Manual.
- Scarano, A., Aria, M., Mauriello, F., Riccardi, M. R., Montella, A., 2023. Systematic literature review of 10 years of cyclist safety research. *Accid. Anal. Prev.*, 184, <https://doi.org/10.1016/j.aap.2023.106996>.
- Sipos, T., 2014. Coherence between Horizontal and Vertical Curves and the Number of the Accidents. *Period. Polytech. Transp. Eng.* 42 (2), 167-172. <https://doi.org/10.3311/PPtr.7224>
- World Health Organization (WHO), 2018. WHO Global Status Report - Global Road Safety Performance.
- World Health Organization (WHO), 2020. Cyclist safety, an information resource for decision-makers and practitioners.



Corso online

# Manutenzione dei pozzi per acqua: analisi, pianificazione e interventi



**Date:**  
**26 e 27 settembre**



**4 crediti**  
**APC-Geologi**



**Docente:**  
**Maurizio Gorla**

Il corso per imparare a riconoscere le cause del calo delle potenzialità idrauliche di un pozzo per acqua e per conoscere, e padroneggiare, le tecniche più idonee per ripristinarne la produttività.



Grazie alla collaborazione con la Fondazione Centro Studi del Consiglio Nazionale dei Geologi il corso è in attesa di erogazione di **4 APC crediti formativi geologi**.

ISCRIVITI ADESSO



IN REGALO UN  
BUONO ACQUISTI

 **Dario Flaccovio Editore**

[www.darioflaccovio.it](http://www.darioflaccovio.it)

CNI - ANCI ACCORDI |

# Rigenerazione urbana, protocollo di intesa CNI-ANCI

Dai due enti un impegno comune sulla rigenerazione urbana e il recupero edilizio



## ANCHE ANCI TOSCANA FIRMA IL PROTOCOLLO D'INTESA

Si rafforza l'impegno di ANCI Toscana per la rigenerazione urbana grazie alla firma del protocollo d'intesa con il Consiglio degli Ingegneri che replica, a livello locale, quello siglato a livello nazionale circa un mese prima. La firma è avvenuta durante l'evento "Traiettorie Urbane e Territoriali. Esperienze di rigenerazione urbana", organizzato proprio dal Consiglio degli Ingegneri, primo incontro nazionale sul tema. L'accordo, siglato dal presidente di ANCI Toscana, **Matteo Biffoni**, e dal presidente del CNI, **Angelo Domenico Perrini**, è finalizzato a stabilire un sistema di rapporti tra le parti; in particolare nell'ambito della materia della rigenerazione urbana e del recupero edilizio, per promuovere la divulgazione delle informazioni e la sensibilizzazione delle amministrazioni rispetto a questi temi. Questo attraverso lo studio di fenomeni, lo studio della statistica, la puntuale analisi normativa, l'analisi e la promozione delle evoluzioni tecniche e delle buone pratiche; oltre alla promozione di convegni, seminari e borse di studio. A questo fine le parti, ciascuna nel rispetto della propria competenza, convengono di collaborare anche riguardo a possibili nuove normative. Saranno inoltre coinvolti il Centro Nazionale di Studi Urbanistici e quello della Federazione degli Ordini degli ingegneri della Toscana, in qualità di ente di raccordo dei dieci Ordini territoriali toscani.

### A CURA DELLA REDAZIONE

È stato sottoscritto a Bari tra il **Consiglio Nazionale degli Ingegneri (CNI)** e l'**Associazione Nazionale dei Comuni Italiani (ANCI)** un importante protocollo d'intesa che ha per tema la rigenerazione urbana. Nel mettere in pratica i propri obiettivi, CNI e ANCI si avvarranno anche del supporto del Centro Nazionale di Studi Urbanistici (CeNSU) ed eventualmente anche della collaborazione di enti pubblici di ricerca. Il protocollo, inoltre, potrà essere adottato come modello e punto di riferimento per analoghe attività e iniziative locali che possono coinvolgere, su base volontaria e tramite decisione libera e auto-

noma, gli Ordini territoriali degli Ingegneri e le associazioni territoriali dell'ANCI.

### COSA PREVEDE L'ACCORDO?

Nello specifico, l'accordo – **valido per un anno** – prevede le seguenti attività: sviluppo di percorsi di aggiornamento professionale; elaborazione di emendamenti e documenti sulle tematiche della rigenerazione urbana e del recupero edilizio; valutazione di eventuali proposte di legge atte a migliorare la vita dei Comuni e degli amministratori locali; promozione di tavoli di lavoro finalizzati allo studio delle normative, all'elaborazione di comuni progetti e di iniziative, volte a favorire la divulgazione e la uniforme applicazione della normativa tecnica

sul territorio; attività di ricerca e divulgazione nel settore della rigenerazione urbana e del recupero edilizio; organizzazione di convegni, seminari e giornate di studio atte alla diffusione della cultura della rigenerazione urbana e del recupero edilizio e ogni altra forma di valorizzazione del patrimonio informativo; istituzione di borse di studio.

L'idea di attuare questo Protocollo d'intesa nasce nell'ambito dei Gruppi di Lavoro istituiti dal CNI sui temi indicati e attivi nell'ultimo anno e mezzo. Lo stesso CNI ha indicato nel Protocollo, come propri rappresentanti, il Presidente **Angelo Domenico Perrini** e la Consigliera Tesoriera **Irene Sassetti**, delegata ai temi



dell'Urbanistica, della Rigenerazione urbana e della disciplina dell'edilizia.

"CNI e ANCI – afferma **Angelo Domenico Perrini, Presidente del CNI** – sono due enti istituzionali accomunati dal perseguire l'obiettivo dello sviluppo della cultura della rigenerazione urbana e del recupero edilizio nel nostro Paese. Ciò può essere realizzato attraverso svariate attività quali ricerca, studio, comunicazione e promozione di questi temi. In questo senso, il Protocollo che abbiamo firmato oggi punta a stabilire una stretta collaborazione tra CNI ed ANCI per divulgare nella maniera più appropriata le informazioni e sensibilizzare le amministrazioni rispetto a questi temi, attraverso lo studio dei fenomeni e della statistica, la puntuale analisi normativa, l'analisi e la promozione delle evoluzioni tecniche e delle buone pratiche. Il tutto anche attraverso la promozione di convegni, seminari e borse di studio. Colgo l'occasione per ringraziare, a nome di tutto il Consiglio Nazionale, il Presidente **Decaro** e l'ANCI tutta per la disponibilità e per questa importante opportunità di collaborazione".

"Sono molto contento che CNI e ANCI abbiano assunto l'iniziativa di questo Protocollo d'intesa – commenta **il presidente dell'ANCI, Antonio Decaro** – e lo dico sia nella mia veste di rappresentante dei sindaci italiani sia in quella, per me se possibile ancor più sentita, di ingegnere che nella sua professione si è sempre occupato di opere pubbliche. La mia doppia esperienza personale mi ha insegnato quanto siano essenziali, per il governo del territorio, l'intesa e la collaborazione tra amministratori, tecnici e professionisti dotati delle più alte competenze. La rigenerazione urbana e il recupero del patrimonio edilizio sono processi tanto importanti per la crescita delle nostre comunità quanto complessi e articolati. Per questo è necessario che le politiche pubbliche si appoggino sulle migliori conoscenze relative alle nuove tecnologie disponibili e alle problematiche di opere che, nell'interesse dei cittadini, devono avere caratteristiche di alta qualità, sostenibilità e sicurezza. A questo fine sono sicuro che la collaborazione tra CNI e ANCI si rivelerà utile alle amministrazioni e ai loro territori".



TARANTO

INTERVISTA |

# “Gli ingegneri pronti a dare il loro contributo per il rilancio economico e sociale di Taranto”

Il messaggio del presidente dell'Ordine, Luigi De Filippis: “Nostre competenze fondamentali per lo sviluppo. Noi ci siamo”

DI ROBERTO DI SANZO

Taranto, la città delle occasioni mancate. Una terra ricca di opportunità per un deciso rilancio economico e sociale, che invece sta scontando una pianificazione inesistente degli investimenti. Risorse che pure stanno arrivando copiose, dal PNRR ai Giochi del Mediterraneo. Sino ai denari della Comunità europea legati al *Just Transition Fund* (Fondo per la Transizione Giusta), strumento finanziario nel quadro della politica di coesione, che mira a fornire sostegno ai territori che devono far fronte a gravi sfide socio-economiche derivanti dalla transizione verso la neutralità climatica. Tutte tematiche che dovrebbero vedere il pieno coinvolgimento degli Ordini professionali del territorio, in primis gli Ingegneri. Come spiega il presidente dell'Ordine tarantino, **Luigi De Filippis**: “Sulle principali questioni che riguardano lo sviluppo economico, infrastrutturale e sociale della nostra provincia, abbiamo sempre dato la massima disponibilità, offrendo competenze e conoscenze. Ebbene, non siamo mai stati coinvolti”.

Un vero peccato, perché l'approccio dei professionisti del territorio potrebbe essere sfruttato per valorizzare le eccellenze locali. Un esempio lampante? Il progetto della “Ex Yard Belleli”, che prevedeva la bonifica ambientale e un nuovo investimento privato. “Tutto arenato per i consueti intoppi burocratici. Una delle tante opportunità perse da Taranto”, chiosa De Filippis. Senza dimenticare, poi, il parco eolico, il primo parco off shore italiano e il più grande del Mediterraneo, progettato proprio da un ingegnere tarantino. “Anche in questo caso, nonostante il parco sia stato inaugurato nel 2022, le competenze locali non sono state per nulla valorizzate e il nostro collega – aggiunge De Filippis – non è stato minimamente coinvolto nei futuri progetti che Regione Puglia prevede per la realizzazione di altri siti simili. Un classico esempio di come si possano sprecare risorse intellettuali preziose”.

Tra le altre progettualità che avrebbero dovuto vedere professionisti ed ingegneri protagonisti, possiamo citare i Giochi del Mediterraneo, il Contratto Istituzionale di Sviluppo di Taranto. E ancora, il progetto ZES, le Zone Economiche Speciali istituite per favorire la nascita e l'implementazione di

nuove iniziative imprenditoriali di micro, piccole, medie e grandi imprese, nazionali ed estere, nonché il ricollocamento delle



Luigi De Filippis, Presidente dell'Ordine di Taranto

imprese che in passato hanno delocalizzato all'estero proprie attività produttive. “Gli ingegneri hanno le capacità critiche e professionali per fornire pareri, dar vita a progetti e pianificare interventi. Supervisionando i lavori e collaborando in maniera sinergica con le amministrazioni locali”, aggiunge il presidente tarantino. Che di fronte al disinteresse delle autorità locali, ha reagito con la nascita della Rete delle Professioni Tecniche della Provincia ionica: “Uno strumento che ci permette di fare squadra e diventare un unico, valido e autorevole interlocutore verso l'esterno. L'approccio è stato positivo, alla presentazione della Rete abbiamo

avuto la massima partecipazione di rappresentanti del mondo economico e politico locale, oltre alle amministrazioni pubbliche. Speriamo che si tratti di un primo passo verso una collaborazione continuativa e fattiva che si protragga nel tempo”. Tante le questioni aperte. Con criticità ormai comprovate, come quella del siderurgico, una volta spina dorsale occupazionale del territorio ed oggi invece in completa dismissione. “Un colosso internazionale che per anni ha creato occupazione e prosperità – spiega De Filippis – e che invece oggi si trascina una crisi evidente che coinvolge soprattutto i giovani. Se prima le nuove leve andavano a studiare lontano dalla città per poi

in tanti tornarci e costruire qui la propria vita e carriera professionale, oggi assistiamo ad un esodo senza ritorno. Manca, insomma, quel ricambio generazionale che investe tutte le professioni, quindi anche l'ingegneria”. Come uscirne? Per l'ingegner De Filippis è necessario rimodulare l'offerta formativa della città, a cominciare proprio dai corsi di ingegneria. “Dobbiamo essere in grado di offrire ai nostri giovani delle proposte accademiche appetibili, diventando un polo d'eccellenza in un settore specifico, senza copiare altre università in altre realtà del Paese. Così facendo, i ragazzi sceglierebbero Taranto per studiare e vivere; e magari, verranno a prepararsi qui anche studenti di altre parti d'Italia. Taranto offre tanto, pensiamo a tutto il settore dell'eolico, un ambito nel quale siamo all'avanguardia a livello internazionale. Ebbene, andrebbe sfruttato con maggior decisione. Dovremmo realizzare qui a Taranto un sito, quantomeno, per la pre-fabbricazione che si affianchi alla formazione e alla ricerca nel settore. Il messaggio che voglio lanciare è semplice: gli ingegneri ci sono, siamo pronti alle sfide del futuro”.

## Cellule bagno prefabbricate per edilizia off-site

Prefabricated bathroom pods modular off-site construction



unimetal-pods

Torre San Giorgio (CN) - Via Circonvallazione Giolitti, 92  
[www.bathroompods.eu](http://www.bathroompods.eu) - [unimetal@unimetal.net](mailto:unimetal@unimetal.net) - Numero Verde 800577385

# Megatrasformazioni, il ruolo dell'ingegnere

Per favorire la costruzione di un futuro auspicabile è necessaria una collaborazione stretta tra le professioni il cui lavoro impatta sulle politiche ambientali, urbanistiche, economiche e sociali

DI ING. FEDERICO CASAGRANDE

Da diversi anni l'UE monitora l'evoluzione dei 14 megatrend rilevanti per il futuro dell'Europa. I megatrend sono grandi trasformazioni in atto a livello globale che avranno forti impatti sui nostri territori e il nostro modo di vivere in società. Attraverso il *Competence Centre on Foresight* e il suo *JRC – Joint Research Centre*, la Commissione Europea pubblica importanti dati, report e studi scientifici a servizio dei cittadini e degli amministratori con lo scopo di favorire processi decisionali consapevoli all'interno dell'Unione.

Come ampiamente detto su tutti i canali di informazione negli ultimi anni, oggi ci troviamo ad affrontare a livello locale gli effetti tangibili di processi in atto a livello globale; questo ci impone di ripensare il nostro modo di vivere, pensare e progettare il territorio in cui viviamo. In particolare, i megatrend come il cambiamento climatico, la crescente urbanizzazione, la scarsità di risorse, la maggior rilevanza di migrazioni locali e internazionali modificano gli equilibri a cui siamo abituati, interferiscono nell'evoluzione delle comunità e ci impongono di ripensare i processi con cui guardiamo – e progettiamo – i luoghi in cui viviamo. È necessario prendere atto del cambiamento, capire ed essere consapevoli del nostro ruolo di protagonisti del processo: fin dalla comparsa dei primi esseri umani sul pianeta, abbiamo adattato i territori abitati alle necessità della nostra società. Tuttavia, nell'ultimo secolo la forza e la velocità di questi processi sono esponenzialmente aumentate e, di pari passo, sono cresciuti gli effetti che ne derivano.

I trend globali sono chiari:

- le emissioni antropogeniche di gas serra aumenteranno notevolmente il riscaldamento globale e i cambiamenti climatici;
- il numero di persone che vivono in città è più che raddoppiato negli ultimi 40 anni e si prevede che possa raggiungere i 5 miliardi entro il 2050;
- le limitate risorse del Pianeta non sono più sufficienti a soddisfare le quantità richieste dalle società umane;
- il numero di migranti internazionali è in aumento, in gran parte in linea con la crescita della popolazione.

Come professionisti, cittadini e, in particolare, come ingegneri abbiamo il compito di dare un indirizzo consapevole alle nostre politiche territoriali, così che possano favorire la costruzione di un futuro auspicabile – rigenerante, biodiverso, inclusivo. In



Evento Wild City. Megatrasformazioni in città di From Above. La prof.ssa Maria Beatrice Andreucci dialoga con i professionisti, il MUSE ed i cittadini sui temi di rigenerazione urbana, infrastrutture blu e verdi ed energia. Big Void MUSE, 25 ottobre 2023, Trento

— “I megatrend sono ‘forze trainanti globali a lungo termine’ che si prevede continueranno ad avere un’influenza significativa sulle nostre vite per decenni. La Commissione Europea monitora una serie di megatrend, fondamentali per guidare il cambiamento in tutti i settori politici e in tutti gli aspetti della vita” —

## The Megatrends Hub

questo processo sarà fondamentale **favorire la collaborazione stretta tra le professioni il cui lavoro impatta sulle politiche ambientali, urbanistiche, economiche e sociali.**

Le sfide in atto sono complesse e le risposte da dare devono essere collegiali. Il futuro delle professioni è quindi interconnesso, collaborativo e condiviso; sarà sempre più necessario per i professionisti trovare nuove forme di dialogo, interconnessione, collaborazione che coinvolgano discipline tra loro complementari e che permettano di innescare processi progettuali innovativi. Non solo, i professionisti e le loro reti potranno innescare processi di partecipazione in cui convergano cittadini, istituzioni, imprese e asso-

ciamenti che possano mettere a disposizione le loro competenze per collaborare a costruire una visione di futuro comune.

### GIOVANI E PROFESSIONI

A livello italiano esiste una realtà che, dal 2006, promuove la creazione di reti tra professionisti e i progetti sul territorio: il **GiPro – Tavolo dei Giovani Professionisti Under 39 della Provincia Autonoma di Trento** è un tavolo che rappresenta oltre cinquemila giovani professionisti diffusi sul territorio provinciale. Ogni anno, attraverso lo strumento del Piano Operativo Giovani (POG), l'associazione finanzia e realizza progetti formativi di carattere interdisciplinare.

L'esperienza di GiPro è testimone del bisogno di creare un luogo di

incontro che vada oltre la collaborazione professionale; l'associazione è infatti uno spazio di riflessione e di condivisione che esprime le grandi sfide e le grandi opportunità esistenti per generazioni di giovani professionisti attivi sul territorio.

Nell'ambito del bando **POG 2024 di GiPro “Verso il ben-essere. Professionisti connessi tra innovazione e volontariato nel territorio”** sono stati selezionati due progetti che rappresentano lo spirito dell'associazione:

- *From Above. Viaggi nell'Italia che ricostruisce, si attiva, rigenera;*
- *Disegniamo circuiti di ben-essere. Comunità Energetiche Rinnovabili*

Entrambi i percorsi, infatti, partendo dalla costruzione di un

gruppo multidisciplinare di giovani professionisti, associazioni e cittadini, innescano processi di condivisione di una visione comune nei relativi ambiti di progetto: *From Above* relativamente alle trasformazioni del territorio e delle comunità; *Disegniamo Circuiti di ben-Essere*, alle Comunità Energetiche Rinnovabili. Le sfide che abbiamo di fronte sono di grande scala, tanto da sembrare così distanti e irraggiungibili. Tuttavia sta a noi – cittadini, professionisti, ingegneri – attivarci per far sì che da un problema complesso, non se ne crei uno irrisolvibile.

CONTENUTO CONDIVISO CON L'OFFICINA COMUNICAZIONE NGI

### Per approfondire

- GiPro ([gipro.tn.it](http://gipro.tn.it)).
- *From Above. Viaggi nell'Italia che ricostruisce, si attiva, rigenera* ([fromabovetrento.org](http://fromabovetrento.org)).
- The Megatrends Hub ([knowledge4policy.ec.europa.eu/foresight/tool/megatrends-hub\\_en](http://knowledge4policy.ec.europa.eu/foresight/tool/megatrends-hub_en)).

TEKNA CHEM



## Disgrazie e formazione

*L'esperienza del corso "Tecnologo del Calcestruzzo" come modello di integrazione tra istruzione e lavoro*

DI SILVIO COCCO

**A**ncora un incidente mortale, le cause...? Da stabilire. È tutto in mano alla magistratura, si ipotizza un cedimento strutturale, errore di progettazione, materiali depotenziati, mancanza di controlli, errori nel montaggio, manodopera non formata e proveniente, per economizzare, da altro settore dove la formazione non è obbligatoria. Tutte cause ben note sembra... se si ha la capacità e quindi la conoscenza di enumerarle tutte con dovizia di particolari. Ormai queste situazioni si ripetono e le cause sono sempre le stesse. Ho letto addirittura che fra le imprese coinvolte ve n'è una che ha avuto una disgrazia simile non molto tempo fa. Il Sindacato scenderà in piazza, proclamerà giornate di sciopero cavalcando il clamore dell'accaduto e tempo due mesi tutto sarà sopito, lo spartito cambia ma la musica è sempre la stessa... non una nota diversa. È come ho già avuto modo di dire... l'appuntamento alla prossima disgrazia...

Ancora più, ora, sento la necessità di proclamare il bisogno di formazione tecnica per il mondo delle costruzioni che ne è evidentemente povero di nozioni e privo di ogni concreta consapevolezza.

### IL CORSO "TECNOLOGO DEL CALCESTRUZZO"

Grazie alle disponibilità dei docenti della **Fondazione Istituto Italiano per il Calcestruzzo** si è potuto sviluppare un programma di formazione professionale all'interno della scuola stessa, integrato nel percorso scolastico regolare. Questo approccio non solo favorisce lo

sviluppo delle competenze professionali degli studenti, ma contribuisce anche a ridurre il divario tra istruzione e lavoro, preparandoli in modo più efficace all'ingresso nel mercato del lavoro. In un'epoca in cui le competenze pratiche e l'esperienza diretta sono sempre più richieste dai datori di lavoro, l'integrazione della formazione professionale nel percorso scolastico si rivela un investimento prezioso per il futuro dei giovani. Si è cercato in tutti i modi di far respirare ai ragazzi il "profumo del lavoro", quello che li avvicina concretamente alla realtà professionale che li attende oltre i confini dell'aula scolastica. Questo interesse non è solo una moda passeggera, ma riflette una consapevolezza sempre più diffusa circa l'importanza di preparare gli studenti non solo con conoscenze teoriche, ma anche con competenze pratiche ed esperienze dirette. Il programma del corso da **"Tecnologo del Calcestruzzo"**, spalmato nell'arco di tre anni (terzo, quarto e quinto anno), è stato concepito con cura per offrire una panoramica completa delle varie sfaccettature del mondo del lavoro. Le lezioni non si sono limitate alle aule scolastiche, ma si sono estese anche in contesti lavorativi reali quali cave, cementerie e centrali di betonaggio. Questo approccio ha permesso agli studenti di vivere un'esperienza diretta e tangibile del settore industriale, aprendo loro le porte verso un apprendimento più significativo e appassionante. Riteniamo che il coinvolgimento diretto delle aziende e delle imprese locali (quali ad esempio **Cave Pesenti**,

oggetto di una recente visita molto apprezzata dai partecipanti) sia fondamentale per arricchire l'esperienza formativa degli studenti. I risultati ottenuti sono stati davvero eccezionali, con i ragazzi che hanno dimostrato un entusiasmo palpabile nei confronti di questo approccio formativo. Nel periodo precedente alla pandemia, la partecipazione al corso è stata massiccia, con fino a 350 ragazzi che hanno frequentato regolarmente le lezioni. Questo dimostra quanto sia stata efficace e apprezzata l'iniziativa nel fornire agli studenti una formazione pratica e mirata.

Per supportare al meglio questo percorso, l'Istituto si è dotato di strutture all'avanguardia, tra cui un laboratorio per prove e materiali, e tre aule appositamente attrezzate con simulatori di centrali di betonaggio. Questi simulatori hanno permesso a ogni ragazzo di immergersi completamente nel processo di progettazione e produzione del calcestruzzo, offrendo loro un'esperienza simulata quanto più vicina possibile alla realtà aziendale. Questo investimento infrastrutturale ha giocato un ruolo fondamentale nel garantire un apprendimento pratico e interattivo, preparando gli studenti in modo efficace per le sfide del mondo del lavoro.



### I CORSI AVANZATI

L'offerta formativa si è evoluta notevolmente nel corso del tempo, ampliando la gamma di specializzazioni disponibili per gli studenti. Oltre al consolidato corso di "Tecnologo del calcestruzzo", sono state introdotte altre figure professionali che fino a poco tempo fa erano assenti nel nostro panorama lavorativo e figure completamente mancanti al mercato e della cui presenza non si può fare a meno.

Tra queste nuove specializzazioni troviamo il "Responsabile della qualità nell'impresa", una figura cruciale per garantire standard elevati di produzione e servizio all'interno delle aziende. Il "Responsabile della sicurezza in cantiere" è un'altra figura di rilievo, impegnata nella tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori sul luogo di lavoro. Inoltre, sono state create figure specializzate nell'ambito della certificazione degli impianti di betonaggio, delle cementerie e delle cave di aggregati, sottolineando l'importanza di norme e standard qualitativi nel settore. Questi tecnici addetti alla certificazione svolgono un ruolo fondamentale nell'assicurare la conformità e l'affidabilità dei processi produttivi. Un'altra figura emergente è il "Tecnico commerciale specializzato nella promozione del calcestruzzo di qualità", che si occupa di valorizzare e promuovere i prodotti di alta qualità nel mercato. Questa figura svolge un ruolo strategico nel posizionamento competitivo delle aziende nel settore del calcestruzzo. Altre specializzazioni sono in fase di progettazione (tra cui "Il monitoraggio delle strutture ammalorate"), testimoniando l'evoluzione dinamica del settore e la crescente domanda di competenze specializzate.

### L'IMPORTANZA DEL SAPER FARE

La mancanza di queste figure sul mercato del lavoro rappresenta un vuoto significativo che ha un impatto pesante sulla qualità dei lavori e, di conseguenza, sull'economia del Paese. È evidente che la presenza di professionisti qualificati in settori cruciali come la gestione della qualità dei materiali, della sicurezza e della certificazione è fondamentale per garantire standard elevati e competitività sul mercato globale. È essenziale che i giovani comprendano che, al ter-

mine del percorso scolastico, non è sufficiente possedere solo nozioni teoriche.

È necessario essere in grado di applicare tali conoscenze nel contesto lavorativo e dimostrare competenze pratiche acquisite attraverso esperienze dirette. Questo è un aspetto cruciale per preservare la dignità e il futuro professionale dei giovani. In un'epoca in cui la vita si muove a ritmi frenetici, è imperativo che i giovani non si trovino impreparati al momento di entrare nel mondo del lavoro. Non possono permettersi di essere sfruttati da individui senza scrupoli semplicemente perché mancano di esperienza pratica. È necessario che essi possano affacciarsi al mondo del lavoro con fiducia, autostima e consapevolezza, potendo affermare con convinzione: "Io sono capace di fare". Pertanto, crediamo che sia più che mai necessario promuovere una sana collaborazione tra il mondo della scuola e il mondo del lavoro.

Questo non solo è un dovere nei confronti dei giovani, ma anche un interesse delle aziende e, soprattutto, del nostro Paese nel suo complesso. Attraverso un progetto di collaborazione ben strutturato, possiamo garantire ai giovani le competenze e le opportunità necessarie per un futuro professionale di successo, contribuendo al contempo alla crescita e allo sviluppo economico della nazione e, nell'ottica dell'eco-responsabilità, dotandolo di costruzioni veramente Durevoli. Come ho ribadito più volte, l'Istituto Italiano per il Calcestruzzo svolge questa attività da ormai 20 anni ed ancora una volta rivolge un forte invito alle Scuole affinché aprano le porte e permettano al Mondo del "Lavoro Pulito" di potersi avvicinare. Noi chiediamo alla Scuola che ci formi l'Uomo e noi ci limiteremo a formare il Lavoratore. Solo in questo modo, insieme, potremmo dare dignità all'uomo e con essa capacità lavorativa.



# AETERNUM HTE: CLASSE 14D INCRUDENTE

# DA 20 ANNI L'UNICO PER LA DURABILITÀ DELLE OPERE IN CALCESTRUZZO

L'impermeabilizzante strutturale, l'iperfluidificante,  
il compensante di ritiri, l'incrementatore di resistenza.



Studio Costa Progettazione Roma



**TEKNA CHEM SpA**

Via Sirtori, 18 - 20838 Renate (MB)

info@teknachemgroup.com - www.teknachemgroup.com



Coperto da polizza  
assicurativa Generali