

Tecnica e Ricostruzione

ANNO DI FONDAZIONE 1945

01 / 2023

P/15

Solaris: produrre energia solare con pannelli fotovoltaici collocati nello spazio

P/ 26

Sostenibilità, etica, approccio prestazionale per la sicurezza e la salute nei luoghi di lavoro

P/ 58

Un modello di capacità semplice ma accurato per il progetto di nodi trave-pilastro in c.a.



Pensare da Ingegnere

“Gli ingegneri non sono solo quelli che fanno stare su le case; organizzano molta parte della nostra vita, dal sistema viario al riscaldamento, dall’organizzazione sanitaria all’industria spaziale” (M.Belpoliti).

A quest’ingegnere che lavora rimanendo quasi invisibile, si affida la risoluzione dei problemi che attanagliano la nostra quotidianità. La crisi climatica ci pone ogni giorno di fronte a soluzioni sempre più ardite e urgenti

“Pensare da ingegneri non significa pensare per sistemi, bensì costruire sistemi e vedere strutture là dove non ci sono ancora” (M.B.)



**ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI CATANIA**



Tecnica e Ricostruzione

ANNO DI FONDAZIONE 1945

ANNO LXXVI - MAGGIO 2023

Fondatore **Ing. Gaetano Motta**

ORGANO UFFICIALE

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Catania

Via V. Giuffrida, 202 - 95128 Catania
Reg. Trib. di Catania n. 15 del 19/6/1948

DIRETTORE RESPONSABILE

Mauro Antonino Scaccianoce

DIRETTORE EDITORIALE

Sebastiano Russo

CONSIGLIERE DELEGATO TECNICA E RICOSTRUZIONE

Alfredo Foti

COMITATO DI REDAZIONE

Cassaro Pascal Federico, Cavallaro Alfredo Maria, Di Stefano Antonio, Iuppa Claudio, Liotta Giovanni, Miano Salvatore, Musumeci Rosaria Ester, Nicolosi Martina, Pavone Mario Roberto, Pezzella Francesco, Rapisarda Andrea Nicolas, Regalbutto Giovanna, Russo Adriano, Sapienza Vincenzo, Venturi Vincenzo, Vitale Matteo.

EDITING E PROJECT DESIGN

I PRESS

Via Perugia, 1 Catania
www.i-press.it

STAMPA

Legatoria Rapisarda



Prevenzione sismica e grandi eventi

Il 2023 sarà l'anno della prevenzione sismica. Sono infatti trascorsi 330 anni dal terribile terremoto "del Val di Noto" e l'Ordine degli Ingegneri della provincia di Catania ha deciso di organizzare numerosi eventi per sensibilizzare le istituzioni e i cittadini su quella che è di fatto l'unica vera priorità territoriale da affrontare: la gestione del rischio. Sarà anche la stagione dei grandi eventi che vedranno protagonista la nostra categoria. A settembre, alle Ciminiere, organizzato dal nostro Consiglio in sinergia con il CNI, si svolgerà il Congresso nazionale degli Ordini degli Ingegneri. Inoltre tra giugno e settembre migliaia di "colleghi turisti" provenienti da tutta Italia faranno tappa in Sicilia per il Campionato nazionale di calcio a 11 e per gli eventi correlati: il torneo di calcio a 5, il torneo di padel, il trofeo podistico e la regata. Tutti eventi sportivi che coinvolgeranno colleghi di tutti gli Ordini della penisola.

MAURO ANTONINO SCACCIANOCE

Sommario

3 Il 2023 sarà l'anno di Catania

di M. Scaccianoce



9 Pensare da Ingegnere

di S. Russo

11 Enel Green Power 3Sun Gigafactory

di Franco Pezzella

15 Solaris

di S. Russo



19 CER

di A. Astuto

23 Project Management

di M. Vitale

26 Sostenibilità, etica e approccio prestazionale

di M. Vitale

35 La sicurezza delle apparecchiature elettromedicali

di C. A. Carraro



41 Restauro delle zone umide costiere

di E. De Maria e S. Antoci



46 Riqualificazione di edifici esistenti mediante tetti verdi

di S. Cascone

51 I controlli di accettazione del calcestruzzo

di V. D. Venturi

58 Nodi trave-pilastro

di F. Sciacca

62 Summer school 2022

di A. Lo Faro, G. Rodonò, A. Monteleone, V. Sapienza



Il 2023 sarà l'anno di Catania

Ricorre quest'anno un anniversario triste per il nostro Paese. Nel 1663 infatti il terremoto "del Val di Noto" devastava la nostra Terra e ridefiniva la geografia della Sicilia. A 330 anni di distanza da quel tragico evento, il nostro Ordine - in sinergia con altri Enti e associazioni del territorio - ha deciso di dedicare gli interi 12 mesi alla **prevenzione sismica**. Lo faremo, organizzando studi dedicati, convegni che pongano tutte le parti in causa intorno a veri e propri tavoli tecnici. Realizzeremo "attività" e potremo avanti "azioni" che possano accendere una luce sul tema.

In Sicilia sono 200 i Comuni sprovvisti di un piano della Protezione Civile per fronteggiare terremoti, alluvioni e disastri causati dal dissesto idrogeologico - molti altri, invece, hanno ancora una mappatura non aggiornata - **a Catania su 100 scuole solo 24 hanno una struttura a norma antisismica**. Sono questi i dati, drammatici, che fotografano una Sicilia dal costruito vetusto. Nei mesi scorsi ci siamo battuti affinché il Governo nazionale affrontasse seriamente il tema. Crediamo che la leva fiscale sia un tasto sul quale si dovrà continuare a battere, per incentivare - attraverso agevolazioni e piani d'intervento seri e a lungo termine - gli abitanti della nostra Penisola, con l'obiettivo di **rigenerare e mettere in sicurezza il nostro patrimonio immobiliare**, migliorandone la struttura contro il rischio sismico. È di qualche giorno l'ordinanza del Capo Dipartimento della Protezione Civile che disciplina l'utilizzo di ulteriori 100 milioni di euro del Fondo per la prevenzione del rischio sismico. Vuol dire che le nostre azioni sono arrivate finalmente a destinazione.

Queste risorse, in continuità con le azioni avviate con il Piano settennale 2010-2016 e proseguite nelle annualità 2019-2021 grazie al rifinanziamento del Fondo nel 2018 e nel 2021, sosterranno azioni di prevenzione sismica strutturale e non strutturale per le annualità 2022 e 2023. In particolare, **10,8 milioni di euro** sono destinati ad azioni di prevenzione non strutturale quali studi di microzonazione sismica e analisi della Condizione Limite per l'Emergenza, mentre **87,2 milioni di euro** sono dedicati ad azioni di prevenzione strutturale di riqualificazione sismica sul patrimonio pubblico di interesse strategico per le finalità di protezione civile. I restanti **2 milioni di euro** sono finalizzati a supportare le attività di coordinamento e monitoraggio del Fondo, anche mediante specifici accordi con i centri di competenza, la cui gestione è in capo al Dipartimento. Sarà, ora, un decreto del Capo del Dipartimento a ripartire le risorse tra le 17 Regioni destinatarie del Fondo, in quanto caratterizzate da maggiori livelli di pericolosità sismica, in misura proporzionale al rispettivo indice di rischio. **Sono, infatti, le Regioni a dover programmare gli interventi sui territori e a doverne, poi, seguire l'attuazione grazie alle risorse loro attribuite.**

Il 2023 sarà poi per il capoluogo etneo, l'anno del 67° Congresso nazionale degli Ordini degli Ingegneri. A settembre per una

Mauro Scaccianoce
Presidente Ordine
Ingegneri provincia
di Catania



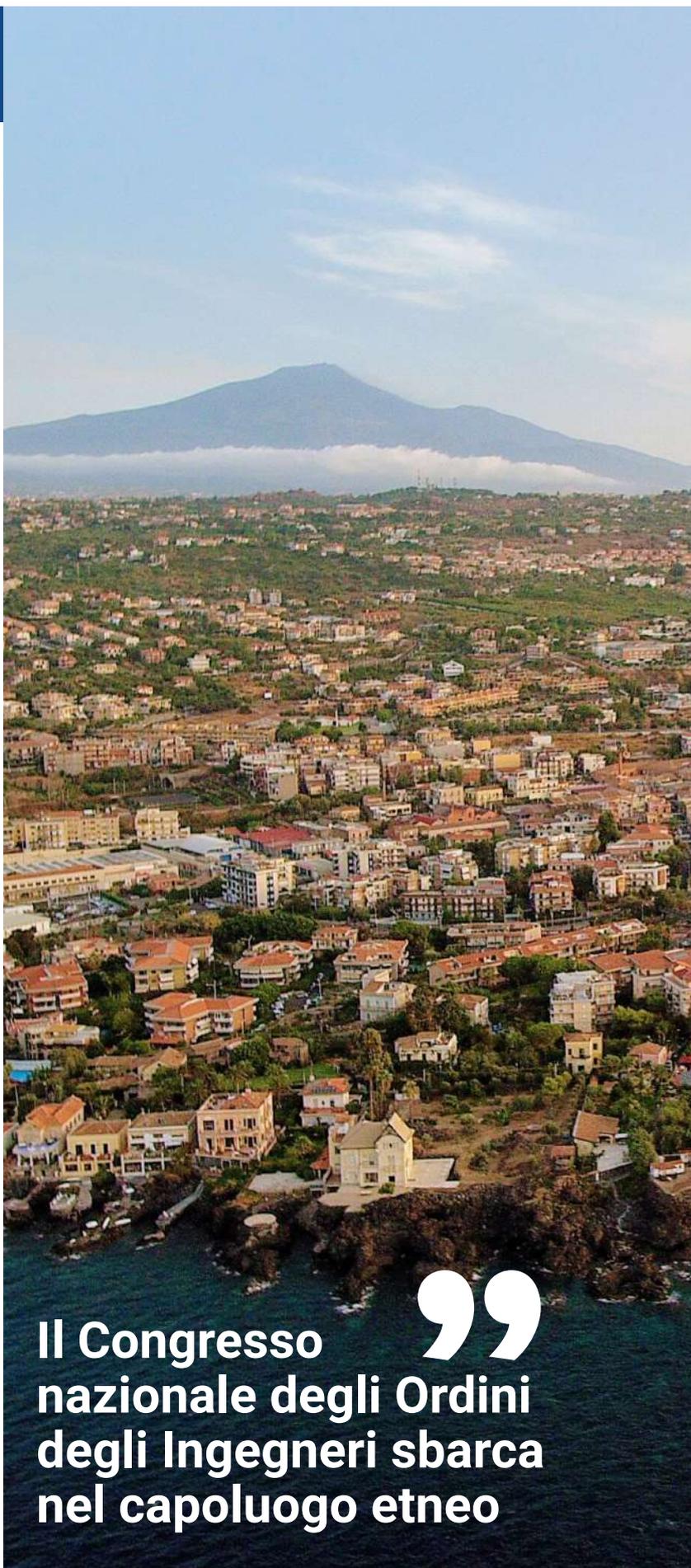
settimana la nostra città ospiterà centinaia di Ingegneri da tutta Italia. Siamo lieti di organizzare una manifestazione così importante per la nostra professione. Per l'occasione abbiamo riservato, ai tanti colleghi che raggiungeranno il capoluogo etneo, l'area congressuale e l'area espositiva del Complesso fieristico "Le Ciminiere". **Sarà un momento di confronto e di incontro.** L'occasione per elaborare delle riflessioni profonde sul nostro mestiere e per analizzare insieme il modo in cui si sta evolvendo, acquisendo punti di vista molteplici attraverso declinazioni sempre diverse.

La nostra città, inoltre, attrarrà su se stessa l'attenzione dei media regionali e nazionali per un altro grande evento che l'Ordine degli Ingegneri della provincia di Catania ha il piacere di organizzare.

Tra giugno e settembre infatti coinvolgeremo migliaia di colleghi provenienti da tutti gli Ordini d'Italia. **La provincia etnea diventerà "snodo" sportivo.** Punto di riferimento per i nostri colleghi che parteciperanno al **30° Campionato nazionale di calcio a 11.** Saranno predisposti inoltre, anche: un torneo di calcio a 5, uno di padel, un trofeo podistico e una regata. Sarà un anno di grande lavoro per il nostro Ordine, tra ricorrenze tragiche e eventi che sposteranno i riflettori sul nostro territorio. **Siamo pronti.** Il Consiglio etneo è a lavoro oramai da mesi per organizzare tutto nei minimi dettagli.

Mauro Scaccianoce

Presidente Ordine degli Ingegneri della provincia di Catania



Il Congresso nazionale degli Ordini degli Ingegneri sbarca nel capoluogo etneo

Consiglio dell'Ordine 2021-2025



dott. ing. Scaccianoce Mauro
PRESIDENTE



dott. ing. Torrisi Alfio
SEGRETARIO



dott. ing. Rapisarda Salvatore
CONSIGLIERE TESORIERE



dott. ing. Brunetto Antonio
CONSIGLIERE



dott. ing. Cascone Stefano
CONSIGLIERE



dott. ing. D'Antone Irene Chiara
CONSIGLIERE



dott. ing. Grasso Rosario
CONSIGLIERE



dott. ing. Indelicato Carmelo
CONSIGLIERE



dott. ing. Mondelli Gianmaria
CONSIGLIERE



dott. ing. Grasso Sonia
VICEPRESIDENTE



dott. ing. Maugeri Salvatore
VICEPRESIDENTE



dott. ing. Boero Carlo
CONSIGLIERE



dott. ing. Federici Fabio
CONSIGLIERE



dott. ing. Ferlazzo Giorgia
CONSIGLIERE



dott. ing. Foti Alfredo
CONSIGLIERE



ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CATANIA

Consiglio della Fondazione 2021-2025



dott. ing. Di Mauro Filippo
PRESIDENTE



dott. ing. Bazzano Salvatore
VICEPRESIDENTE



dott. ing. Marano Giuseppe
VICEPRESIDENTE



dott. ing. Brunetto Antonio
CONSIGLIERE



dott. ing. Campione Francesco
CONSIGLIERE



dott. ing. Di Pisa Giuseppe
CONSIGLIERE



dott. ing. Longo Gianluca
CONSIGLIERE



dott. ing. Scuderi Gianfranco
CONSIGLIERE



dott. ing. Sinatra Egidio
CONSIGLIERE



dott. ing. Filippino Fabio
TESORIERE



dott. ing. Salva Birbante Davide
SEGRETARIO



dott. ing. Arangio Corrado
CONSIGLIERE



dott. ing. Garifoli Giuseppe
CONSIGLIERE



dott. ing. Greco Francesco
CONSIGLIERE



dott. ing. Leonardi Mariagrazia
CONSIGLIERE



Fondazione Ordine Ingegneri
Provincia di Catania

Pensare da Ingegnere

Editoriale di Sebastiano Russo

Nel recensire il libro di Guruprasad Madhavan "Come pensano gli ingegneri. Intelligenze applicate" (Raffaello Cortina Editore - 2015) Marco Belpoliti su La Stampa del 18 aprile 2016 in un bellissimo articolo dal titolo **"Sono un ingegnere, risolvo problemi"** così scriveva: "Oggi questo mestiere non gode più del prestigio che aveva nell'800, o agli inizi del '900, e sebbene l'ingegneria sia ovunque, chi la pratica è diventato come invisibile. Gli ingegneri non sono solo quelli che fanno stare su le case; organizzano molta parte della nostra vita, dal sistema viario al riscaldamento, dall'organizzazione sanitaria all'industria spaziale". A quest'ingegnere che lavora rimanendo quasi invisibile, si affida la risoluzione dei problemi che attanagliano la nostra quotidianità. La crisi climatica ci pone ogni giorno di fronte a soluzioni sempre più ardite ed urgenti, in questo numero tratteremo le proposte studiate dall'ESA per produrre energia elettrica dallo spazio a prezzi concorrenziali grazie allo sviluppo dei voli spaziali a basso costo con il progetto SOLARIS. L'ENEL investe su Catania con la creazione della più grande azienda d'Europa per la produzione di pannelli fotovoltaici di ultima generazione, ne abbiamo parlato con il dott. Eliano Russo, Head of 3Sun Gigafactory, Enel Green Power.

Energia significa anche Comunità Energetiche, una strategia per contrastare la povertà energetica, con l'articolo "La rivoluzione dell'energia pulita, prodotta e

condivisa su scala locale" approfondiremo il punto di vista del mondo ambientalista. Non dimenticando che produrre significa anche far lavorare gli addetti in sicurezza. La X giornata nazionale della sicurezza organizzata del CNI e dal nostro Ordine è stata l'occasione per riflettere ancora una volta sul tema della sicurezza sui luoghi di lavoro, abbiamo chiesto ai maggiori rappresentanti nazionali della categoria di fare il punto sullo stato della ricerca.

La nostra attenzione è stata posta anche sulla ricerca e sul mondo dei giovani ingegneri con tre articoli provenienti dalla sinergia Ordine - Università - Facoltà di Ingegneria:

- Summer school 2022 riqualificazione sismo-energetica degli edifici storici il caso studio delle abitazioni eoliane.
- Restauro delle zone umide costiere per la mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici
- Analisi critica degli aspetti strutturali per la riqualificazione di edifici esistenti mediante tetti verdi.

La priorità per noi di "Tecnica e Ricostruzione" è cercare di dare quella visibilità perduta agli ingegneri fornendo elementi di riflessione su quanto accade nel mondo della tecnica e dell'ingegneria nella consapevolezza che, usando ancora le parole di

Marco Belpoliti "pensare da ingegneri non significa pensare per sistemi, bensì costruire sistemi e vedere strutture là dove non ci sono ancora".





Enel Green Power 3Sun Gigafactory

Intervista a Eliano Russo, Head of 3Sun Gigafactory,
Enel Green Power

1. La 3 Sun nasce a Catania nel 2010 in una terra ricca di sole, quello che oggi è un contesto industriale dinamico, noto come "Etna Valley". Che cosa cambierà con la trasformazione in Gigafactory?

Stiamo investendo da tempo in Sicilia, è un territorio che si è dimostrato attrattivo e stimolante per noi, e la creazione della Gigafactory – la più grande in Europa – nell'isola del sole, è la conferma della nostra volontà di crescere qui, dove abbiamo cominciato questa avventura.

Dal punto di vista industriale il primo obiettivo è, ovviamente, quello di aumentare la produzione: l'output passerà da 200 MW a 3 GW di moduli prodotti annualmente, il tutto mantenendo e migliorando standard rigorosi di sostenibilità e circolarità.

Ma la Gigafactory è molto più di questo: vogliamo continuare ad innovare, puntando a produrre moduli ad altissima efficienza e durabilità.

Il nostro modulo HJT già oggi raggiunge risultati certificati di eccellenza, con celle solari che superano il **24.6%** di efficienza: bene, non ci basta, stiamo già sviluppando una tecnologia 'tandem', per sfruttare ancor meglio l'energia solare, che ci porterà a produrre celle solari che **superano il 30%**: di fatto è stato appena ottenuto un nuovo record con cella tandem ad architettura PIN, raggiungendo un'efficienza di conversione del 25,8%, certificata da INES (Institute National Energé Solaire). È il segno che il nostro sforzo di innovazione continua va nella direzione giusta. Questo sforzo coinvolgerà il tessuto industriale ed economico territoriale: alle pendici dell'Etna, stiamo creando un'intera filiera solare, fatta di PMI, fornitori, installatori. Cioè anche occupazione, di qualità: sia diretta che indiretta. Stimiamo almeno 1000 nuovi posti di lavoro diretti, e altrettanti nell'indotto.

2. Si parla molto di 'reshoring', cioè di un processo che consiste nel rilocalizzare le aziende e le tecnologie strategiche, come la produzione di pannelli fotovoltaici: ce lo può spiegare meglio, dal punto di vista di Enel Green Power?



Ecco, nel nostro caso reshoring significa riportare la filiera industriale fotovoltaica nel perimetro europeo ed italiano, per ridurre la dipendenza dall'estero e controllare o eliminare questi rischi, e la Gigafactory 3Sun è anche questo.



sti. Come si collocherà 3Sun in questo trend?

La filosofia 3Sun è quella del miglioramento continuo: perciò il nostro settore ricerca e sviluppo lavora costantemente all'innovazione.

La crisi energetica è il frutto di vari fattori, una specie di 'tempesta perfetta': in particolare la penuria di gas, con la riduzione drastica delle importazioni dai canali 'storici', che ha drammaticamente evidenziato la dipendenza energetica del nostro continente e dell'Italia.

La strada per affrontare e risolvere il problema è chiara: le rinnovabili, cioè energia pulita, abbondante in Italia, a costi più che competitivi rispetto alle fonti tradizionali.

Ma le tecnologie necessarie, in particolare il fotovoltaico, sono soggette ad un oligopolio di produttori prevalentemente asiatici, non sempre allineati agli standard minimi di sostenibilità e rispetto dei diritti umani e del lavoro. Senza contare il rischio geopolitico, non trascurabile, e la lunghezza delle catene logistiche, che in anni passati e ancora oggi si sono dimostrate vulnerabili.

Ecco, nel nostro caso reshoring significa riportare la filiera industriale fotovoltaica nel perimetro europeo ed italiano, per ridurre la dipendenza dall'estero e controllare o eliminare questi rischi, e la Gigafactory 3Sun è anche questo.

3. Il settore del fotovoltaico ha fatto grandi progressi negli ultimi dieci anni: maggiore efficienza, aumento della vita dei componenti, riduzione dei co-

Ma, attenzione, innovazione di prodotto sì, ma anche di processo: la prima ci ha portato ad ottenere un prodotto di punta, come abbiamo già spiegato sopra.

Anche sui materiali innovativi stiamo lavorando molto: la cella tandem utilizzerà celle solari in cui si abbina il silicio con la perovskite, mentre per i rivestimenti pensiamo alla sostituzione del vetro con materiali polimerici speciali, abbattendo i consumi energetici e perfezionando il riciclo a fine vita, in ottica di circolarità.

L'innovazione di processo poi è il motore della nostra competitività: significa ridisegnare i processi produttivi, le linee di produzione, la fabbrica insomma, per ottimizzare i costi ed essere vincenti sul mercato. Il tutto con un occhio attento alla sostenibilità: dal riciclo degli scarti di lavorazione al controllo stringente sui consumi, dalla selezione dei fornitori alla loro totale tracciabilità.

4. Enel Green Power sta investendo molto, sotto tutti i profili, in questo progetto. Qual è il vantaggio specifico che 3Sun ha, rispetto ai suoi competitor?

Certamente stiamo investendo molto – oltretutto finanziariamente – in termini di risorse, innovazione, sostenibilità e relazione con tutti gli stakeholder, dai fornitori ai clienti passando naturalmente per il territorio in cui lavo-

riamo. Uno sforzo a 360 gradi, insomma.

Il vantaggio che abbiamo, e su cui vogliamo far leva, è molteplice: l'esperienza più che decennale come sviluppatori di progetti fotovoltaici nel mondo e in Italia; la consapevolezza della nostra mission, l'importanza che diamo alle nostre risorse, ai nostri colleghi; un brand consolidato e rispettato; e, last but not least, la possibilità di integrazione verticale tra produzione e sviluppo.

Enel Green Power ha dimostrato negli anni - e continua a dimostrarlo - di essere un'azienda sana e vivace, capace di dare un contributo continuo e importante al Paese e alla sua transizione energetica, con tanta voglia di crescere e far crescere chi lavora con noi e chi ci affida la sua fiducia

5. Parliamo di business plan, adesso: a quali mercati si rivolgerà la nuova 3Sun, e quali tipologie di pannelli saranno prodotti?

Abbiamo in mente due segmenti distinti: utility scale e rooftop. Nel primo caso parliamo di impianti di generazione di grande scala, nel secondo di generazione distribuita, commerciale o residenziale. Ovviamente proponiamo prodotti diversi, pensati per applicazioni differenti.

E naturalmente avremo due distinti canali di vendita: il primo sarà per vendita diretta agli sviluppatori, utilities C&I e simili. Aziende, PMI, famiglie e condomini, insomma tutta la clientela distribuita potrà utilizzare i prodotti 3Sun dedicati tramite i nostri distributori e installatori partner.

Ad esigenze (ed economie di scala) diverse, corrispondono poi prodotti diversificati.

I moduli per il settore utility sono moduli bifacciali – in grado di catturare la luce da entrambi i lati – e adottano tecnologia HJT



(Hetero Junction Technology, la cui elevata efficienza permette di ridurre notevolmente il costo di produzione dell'energia (LCOE), un vero boost per la redditività dei nostri clienti.

In questo segmento, i moduli sono disponibili in nove versioni, per potenze da 640 W a 680 W, con efficienza media maggiore del 23%. Le misure sono uguali per tutte le versioni: 2.172 mm × 1.303 mm × 35 mm, per un peso di 36 kg.

I moduli possono lavorare a temperature tra -40 C e 85 C, con un coefficiente di temperatura -0,24% per °C, e sono garantiti per 30 anni. Il degrado iniziale è nell'ordine dell'1,0%, con una potenza finale a 30 anni non inferiore al 93% della potenza nominale. I nostri clienti, investitori e sviluppatori sono impazienti: la produzione 2024 è già collocata, e stiamo accogliendo ordini per il 2025. La domanda di pannelli a etero-giunzione è enorme, e gli sviluppatori di progetti solari, in particolare in Europa, si rivolgono a noi perché cercano prodotti non solo ad alta efficienza e di elevata qualità, ma anche Made in EU.

L'altro cardine della nostra produzione sono i moduli per progetti commerciali e industriali. Qui proponiamo moduli monofacciali con una gamma di potenza da 440 a 480 W, con efficienza leggermente superiore. Cominceremo la produzione di questi moduli, anch'essi destinati al segmento premium, nella seconda metà del 2023.

A partire dal 2026, poi, svilupperemo e produrremo moduli solari con un'efficienza del 30%: è la tecnologia "tandem" di cui dicevo, basata sull'integrazione di celle silicio-perovskite. Ci aspettiamo grandi soddisfazioni anche da questi prodotti, le quote di mercato si prospettano molto interessanti.

6. Un'azienda che cresce, anche sotto il profilo occupazionale, quindi. Quali sono le opportunità per i giovani, e quali sono i profili di maggior interesse?

La Gigafactory sarà anche un volano di sviluppo per il tessuto economico e imprenditoriale del territorio, già oggi la zona si è ben guadagnata l'appellativo di Etna Valley: e noi vogliamo continuare ad essere anche leader partner della crescita dell'area.

Ingrandire lo stabilimento, aumentare la produzione – e stiamo parlando di un fattore 15! – consolidare le catene logistiche necessarie, continuare ad innovare: è un enorme sforzo industriale che non possiamo e non vogliamo sostenere da soli. Abbiamo bisogno di mobilitare le risorse del territorio: avremo bisogno di fornitori, logistica, installatori.

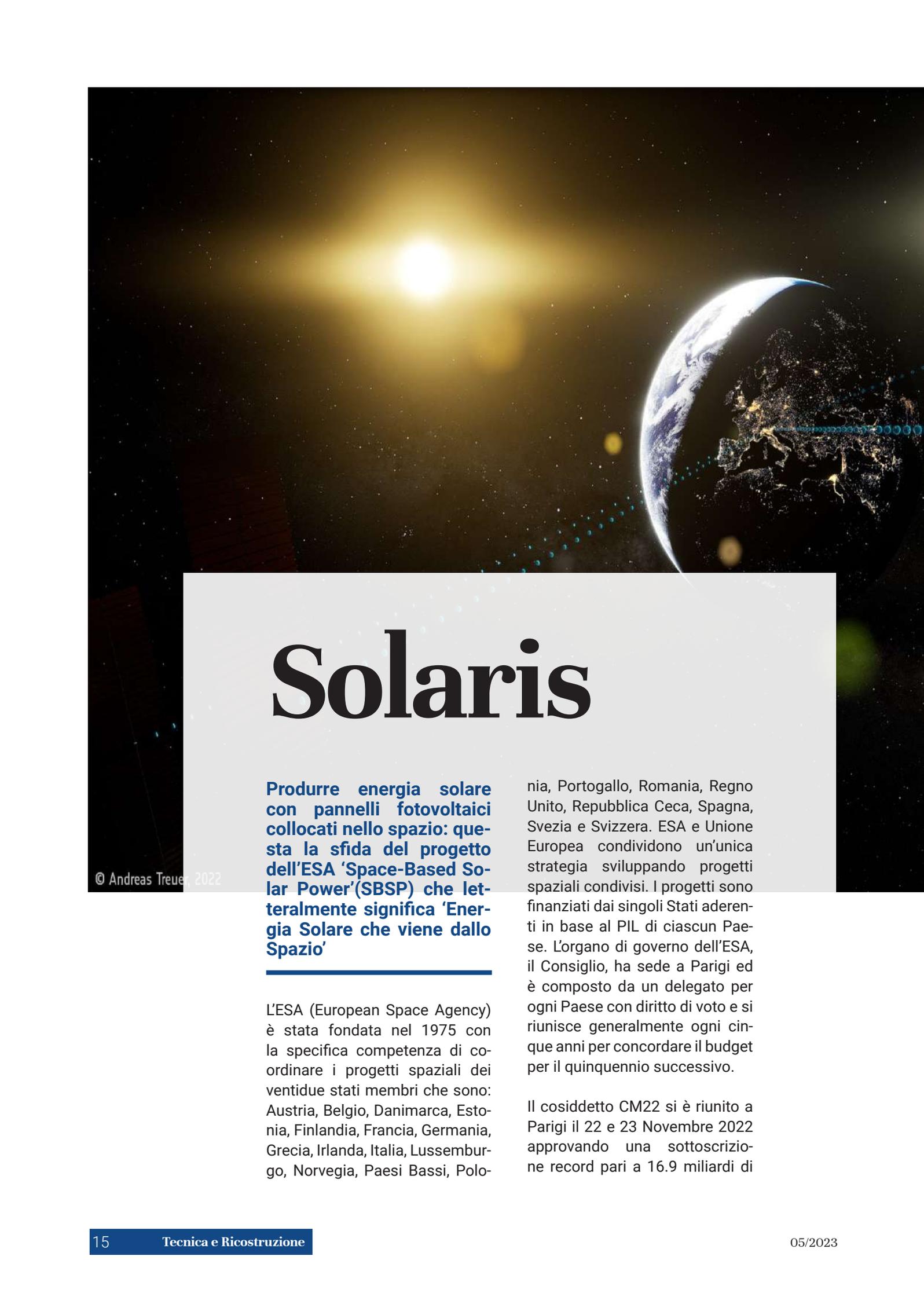
E prima ancora, di tecnici, operai specializzati, manager, ricercatori per la nostra Gigafactory. Come ho detto, stimiamo circa 1000 addetti diretti e altrettanti nell'indotto. Nuovi posti di lavoro, insomma, ma di qualità, in tutta la filiera.

Andando nel dettaglio, cerchiamo Process Engineer, ricercatori per Product Development, per Perovskite/silicon cell integration, per Development of Assembly Technology e per R&D and Technology Transfer, mentre prevediamo a breve l'assunzione di un primo staff di circa 500 operai specializzati per la produzione.

Per candidarsi potete utilizzare il canale LinkedIn di 3Sun o accedere alla pagine Carriere dal sito di Enel Green Power: www.enelgreenpower.com/it/carriere

Franco Pezzella





Solaris

Produrre energia solare con pannelli fotovoltaici collocati nello spazio: questa la sfida del progetto dell'ESA 'Space-Based Solar Power' (SBSP) che letteralmente significa 'Energia Solare che viene dallo Spazio'

L'ESA (European Space Agency) è stata fondata nel 1975 con la specifica competenza di coordinare i progetti spaziali dei ventidue stati membri che sono: Austria, Belgio, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Italia, Lussemburgo, Norvegia, Paesi Bassi, Polo-

nia, Portogallo, Romania, Regno Unito, Repubblica Ceca, Spagna, Svezia e Svizzera. ESA e Unione Europea condividono un'unica strategia sviluppando progetti spaziali condivisi. I progetti sono finanziati dai singoli Stati aderenti in base al PIL di ciascun Paese. L'organo di governo dell'ESA, il Consiglio, ha sede a Parigi ed è composto da un delegato per ogni Paese con diritto di voto e si riunisce generalmente ogni cinque anni per concordare il budget per il quinquennio successivo.

Il cosiddetto CM22 si è riunito a Parigi il 22 e 23 Novembre 2022 approvando una sottoscrizione record pari a 16.9 miliardi di

© Andreas Treuer, 2022



euro con un incremento del 17% rispetto all'ultima riunione del 2019 a conferma di quanto questo settore stia assumendo una crescente importanza strategica. Di questi 16.9 miliardi, 244 milioni di euro sono stati accantonati per il programma GSTP (General Support Technology Program) dell'ESA, sotto il quale rientra il programma Solaris - tecnologie e tecniche chiave per i sistemi di energia solare basati sullo spa-

zio per fornire energia pulita dallo spazio alla Terra.

Ma cos'è il programma Solaris e perché interessa noi ingegneri?

Dopo qualche decennio di pausa, negli ultimi anni stiamo assistendo ad un rinnovato interesse verso lo spazio non solo da parte della Nasa, ma adesso anche la Cina, l'India, il Giappone per non parlare dei privati come Elon Musk e la sua SpaceX o del colosso Mitsubishi stanno investendo sulla ricerca nello spazio. La corsa alla conquista dello spazio è già iniziata ed ognuno dei grandi competitors planetari vuole arrivare per primo.

Il progetto solaris si ripromette di catturare energia solare tramite satelliti collocati nello spazio per poi rinviarla sulla terra attraverso un sistema a microonde. Un sistema teoricamente semplice ma tecnicamente complesso che promette soluzioni economicamente competitive nell'arco di qualche anno.

L'idea di base fu elaborata per la prima volta dal russo Kostantin Tsiolkovsky nel 1923 proponendo di collocare nello spazio un sistema di specchi che concentrasse raggi di sole sulla terra. Ad Isaac Asimov si deve l'intuizione romanzesca di un satellite che trasformava i raggi solari in microonde da trasmettere sulla terra o su altri pianeti. L'ing. Peter Glaser trasformò le intuizioni precedenti in un vero e proprio progetto in grado di trasmettere energia elettrica dallo spazio tramite microonde trasformando le microonde ricevute sulla terra in corrente elettrica tramite la cosiddetta "rectenna". Gli studi furono approfonditi sia dalla NASA che dell'ESA negli anni settanta ma si arenarono di fronte agli alti costi di lancio per collocare sullo spa-

zio i satelliti. L'esperienza acquisita con la Stazione Spaziale Internazionale, la riduzione dei costi di lancio, la crisi climatica conseguente alle emissioni di CO², i forti ritardi nella ricerca di centrali a fusione nucleare stanno riportando in auge questo progetto che fino a qualche anno fa sembrava relegato alla fantascienza e che invece potrebbe essere una valida soluzione alla crisi energetica che stiamo vivendo.

La ricerca di nuove fonti di energia rinnovabile va di pari passo con l'aumento della domanda di energia nel pianeta. La IEA (Agenzia Internazionale per l'energia) stima che per il 2050 l'attuale fabbisogno di energia sarà triplicato fino a raggiungere quota 70.000 Twh. Oggi solare ed eolico coprono solo il 10% della domanda di energia.

C'è bisogno di nuovi orizzonti per ricercare energia e Solaris, puntando sulla tecnologia '**Space-Based Solar Power**' (SBSP) che letteralmente significa 'Energia Solare che viene dallo Spazio', sta esplorando queste nuove frontiere.

Il vantaggio di un sistema fotovoltaico sullo spazio è dovuto al fatto che lì il flusso solare è costante e continuo non essendoci variazioni giorno-notte, inverno-estate, variabilità meteorologica e maggiore intensità del flusso in assenza di effetti atmosferici. Ogni satellite avrebbe una superficie di 15 km quadrati collocati su un'orbita geostazionaria a quota 36 mila chilometri dalla terra

Per verificare la fattibilità del progetto Solaris, l'ESA ha commissionato all'inizio del 2022 alla Frazer-Nash Consultancy nel Regno Unito e alla Roland Berger in Germania due studi indipendenti sul rapporto costi - benefici del progetto Solaris.

SPACE-BASED SOLAR POWER



Advanced Concepts Team

1 INCIDENT SOLAR RADIATION

In orbit, the intensity of sunlight is much higher than the intensity at Earth's surface.

2 SUNLIGHT CAPTURE AND ENERGY REGULATION

Sunlight is converted into a current, then prepared for radio frequency beaming to Earth, the Moon or another planetary surface.

3 POWER BEAMING

Energy is sent down to Earth using phased arrays, laser emitters or other wireless technologies. The energy beam must be accurate, reliable and should retain as much of its power as possible as it travels through Earth's atmosphere.

4 BEAM CAPTURE AND ENERGY CONVERSION

The energy beam is captured with photovoltaic cells or with an antenna that converts electromagnetic energy into electricity. Satellites can beam energy down to a single ground site, or to several locations around a planetary object.

5 POWER TRANSMISSION

Systems that collect the space-based solar power on Earth must be safely and sustainably integrated into existing power grids. Power distribution is also vital in science, exploration and colonisation missions.

6 ENERGY UTILISATION

As well as having the potential to aid Europe's goal of becoming carbon neutral by 2050, space-based solar power technologies could provide the flexibility and reliability required for science and exploration missions where other power sources are limited, for example rover missions during the lunar night.

copyright by European Space Agency – ESA

Lo studio commissionato dall'agenzia Spaziale Europea e prodotto da Frazer-Nash Consultancy in collaborazione con London Economics è arrivato alla conclusione che **l'energia solare prodotta nello spazio entro il 2040 o anche prima potrebbe soddisfare il fabbisogno minimo per condurre l'Europa allo zero netto emissivo con un potenziale di 800 TWh** entro il 2050 garantendo la completa autonomia e la sicurezza energetica. Il progetto è coerente con gli obiettivi della Commissione Europea che si è posta l'obiettivo di raggiungere lo zero netto entro il 2050 limitando il riscaldamento globale a 1,5 gradi senza intaccare la superficie terrestre con chilometri di infrastrutture.

A regime sarebbero necessari 54 satelliti per soddisfare la domanda energetica di tutta l'Europa nel 2050. In termini economici, a fronte di un investimento stimato di 418 miliardi di euro, la Frazer-Nash Consultancy prevede benefici per 601 miliardi di euro entro il 2070. Nel dettaglio si stima che il primo impianto di SBSP, con i prezzi del 2022, costerà 9,8 miliardi di euro mentre i costi di funzionamento per i 30 anni di esercizio sono pari a 3,5 miliardi di euro. Tuttavia, secondo le previsioni, al decimo impianto i costi scenderanno fino a 7,6 miliardi per l'impianto e 1,3 miliardi per i costi di esercizio.

I costi di produzione della corrente elettrica scenderanno dai 206 euro/MWh del primo impianto ai 156 euro/MWh dal decimo impianto. Si tratta di un costo competitivo rispetto a tutte le principali fonti di produzione energetica a basse emissioni di carbonio.

Sempre secondo la Frazer-Nash Consultancy, ipotizzando un tasso minimo di rendimento del 10% il costo livellato dell'elettrici-

tà (LCOE) del primo impianto sarebbe di 109 euro/MWh rispetto ai 108 euro/MWh di una nuova centrale nucleare.

Altro vantaggio della SBST è il consumo di suolo per la produzione di energia elettrica. La Frazer-Nash Consultancy ipotizza che per le rectenne della SBST in Italia si prevedono 4,2 mq/MWh con una disponibilità di 1600 siti idonei a fronte dei 13-22 mq/MWh del fotovoltaico e dei 99 mq/MWh dell'eolico onshore.

Secondo lo studio della Roland Berger condotto fra febbraio e luglio 2022 la SBSP ha **"le potenzialità per contribuire alla transizione energetica verde e all'indipendenza energetica dell'Europa, fornendo energia rinnovabile e affidabile ad alta densità laddove può avere il massimo impatto sulla decarbonizzazione e una maggiore autonomia"** essendo la sua capacità di carico di base simile a quella di una centrale nucleare.

Per poter realizzare questo progetto rivestirà un'importanza strategica il segmento di lancio per portare in orbita tutte le infrastrutture necessarie, la riduzione dei costi di lancio nonché l'abbattimento dei costi dell'hardware necessario. A giudizio della Roland Berger questi fattori contribuiranno alla fattibilità tecnica ed economica della SBSP.

Finora l'uomo nello spazio è riuscito a realizzare la stazione spaziale internazionale (ISS) che occupa una superficie di 0,008 kmq, un satellite SBSP occuperà una superficie pari a circa 15 kmq, una grande sfida tecnologica che dovrà fare affidamento a sistemi robotici in grado di operare nello spazio controllati dalla terra con l'ausilio di intelligenza artificiale.

Altro problema da risolvere è la trasmissione di energia wireless (WPT), sperimentata positivamente su piccole distanze ma non sulle lunghe distanze. Gli esperti del settore spaziale prevedono che entro il 2040 saranno disponibili vettori riutilizzabili che svolgeranno un servizio spaziale simile a quelli di un aereo tutto ciò renderà fattibile la realizzazione della SBSP fino ad arrivare a 500-1000 euro al kg.

Sebastiano Russo

Bibliografia e sitografia

www.esa.int/Enabling_Support/Space_Engineering_Technology/SOLARIS/SOLARIS2

www.esa.int/Enabling_Support/Preparing_for_the_Future/Discovery_and_Preparation/ESA_reignites_space-based_solar_power_research

www.esa.int/Enabling_Support/Space_Engineering_Technology/SOLARIS/Cost_vs._benefits_studies

www.fnc.co.uk/media/fi4pvbgv/space-based-solar-power-final-report.pdf



La rivoluzione dell'energia pulita, prodotta e condivisa su scala locale.



La crisi energetica già innescata dal post-pandemia e aggravata dalla guerra in Ucraina, l'emergenza ambientale sempre più evidente ai nostri occhi, gli allarmi da parte della comunità scientifica mondiale (l'ultimo fra questi è il 6° Rapporto dell'IPCC pubblicato il 20 marzo scorso), e non ultimo il caro bollette per famiglie e imprese, hanno messo in evidenza la fragilità di un sistema energetico, in Europa - Italia compresa - strettamente dipendente dalle fonti fossili, oggi più che mai dal gas.

Se è vero che l'obiettivo di zero emissioni nette entro il 2050 appare sempre più ambizioso in un mondo che pare non riuscire ad immaginare un'economia senza più fossili, il mondo della ricerca e dell'innovazione sperimenta e mette a disposizione le più svariate tecnologie per la decarbonizzazione delle attività umane, a partire dalla produzione di energia da fonti rinnovabili: il settore energetico è infatti

tra i maggiori responsabili delle emissioni climateranti ma ha le maggiori potenzialità di rinnovamento, soprattutto se supportato dall'evoluzione normativa. Anche in termini di rivoluzione del modello energetico verso una generazione distribuita dell'energia. È in questo contesto che si inserisce lo strumento delle **Comunità Energetiche Rinnovabili**, come rivoluzione del modello energetico verso una generazione distribuita dell'energia. **Si tratta della possibilità per cittadini, PMI, enti locali e territoriali** (tra cui amministrazioni comunali, enti del terzo settore e religiosi) **riuniti in un unico soggetto giuridico autonomo, di condividere energia pulita**: un modo per i membri della CER di produrre, consumare e vendere collettivamente l'energia rinnovabile (fotovoltaico, eolico, geotermico etc.) con lo scopo principale di fornire benefici ambientali, economici o sociali a livello di comunità. Dunque ciascun membro della comunità può decidere di aderire

alla CER come semplice "consumatore finale", oppure come "produttore" o ancora come "prosumer", vale a dire come produttore e consumatore insieme. La rivoluzione consiste nel fatto che l'energia elettrica che beneficia della tariffa incentivante è quella "condivisa" dalla comunità. Uno strumento formidabile dunque ma che nonostante gli entusiasmi e il gran parlare che ha fatto di sé, al momento ha visto pochi risultati proprio per il percorso normativo poco fluido e ancora non definitivamente concluso e per la farraginosità della disciplina transitoria ancora vigente (la deliberazione 318/2020/R/eel) in base alla quale i potenziali membri di una comunità devono fare specifica richiesta dell'indicazione puntuale della cabina secondaria a cui afferisce ciascun POD (codice alfanumerico assegnato ad ogni utenza elettrica come punto di fornitura).

Le Comunità energetiche rinnovabili e i gruppi di autocon-

sumo collettivo (quest'ultimo una forma semplificata dove il perimetro entro cui condividere l'energia è il medesimo edificio) hanno fatto il loro ingresso nella normativa italiana, prima con l'art. 42 - bis del D.L. 162/2019 cd Milleproroghe, convertito con Legge del 28 febbraio 2020, n. 8, che recepiva in via sperimentale e transitoria la direttiva europea sulle fonti rinnovabili, cosiddetta REDII, poi compiutamente con il Decreto Legislativo n.199 del 15 dicembre 21 di recepimento della due direttive RED II (2018/2001) e IEM (2019/944).

Le condizioni sperimentali indicate nel quadro transitorio tuttavia, vale a dire impianti fino a 200 KW e afferenti alla stessa cabina secondaria, risultano superate dal D. Lgs. 199/21 che ha allargato il perimetro della comunità ai punti connessione afferenti la stessa cabina primaria e ammesso impianti con taglia massima di 1 MW.

Tuttavia l'iter non è ancora definitivamente compiuto poiché, dopo l'approvazione da parte di ARERA (Autorità di Regolazione Energia Reti Ambiente) con la delibera 727/2022/R/eel del 27 dicembre 2022, del Testo Integrato Autoconsumo Diffuso (TIAD) che disciplina le modalità per la valorizzazione dell'autoconsumo diffuso per le configurazioni previste dai decreti legislativi 199/21 e 210/21 (non solo comunità energetiche) si è ancora in attesa dell'entrata in vigore del decreto del Ministro dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica previsto dall'articolo 8 del decreto legislativo 199/21 (cui ora manca solo il via libera della Commissione UE) recante le disposizioni in merito agli incentivi per la condivisione dell'energia elettrica e che renderà operativo il TIAD.

Dalle anticipazioni del MASE, che prevede una potenza incentivabile per 5 GW con un limite temporale fissato a fine 2027, sappiamo che ci sarà un contributo a fondo perduto del 40% per le Comunità energetiche che nasceranno nei Comuni con meno di 5mila abitanti, grazie al finanziamento di 2,2 mld di euro del PNRR, contributo cumulabile con l'incentivo in tariffa a 20 anni sull'energia condivisa. Tale tariffa incentivante sarà modulata su tre scaglioni ed è previsto anche un extra a seconda della localizzazione geografica: gli impianti al Nord e al Centro Italia riceveranno rispettivamente ulteriori 10 €/MWh e 4 €/MWh rispetto alla tariffa base.

Intanto un altro passo in avanti è stata la pubblicazione da parte delle imprese distributrici nei propri siti, entro la data prevista, della prima versione delle aree sottese alle singole cabine primarie (su cui è possibile fare osservazioni entro il 31 maggio 2023, a seguito delle quali potranno essere apportate modifiche funzionali entro il 30 luglio 2023). Tali mappe saranno valide fino al 30 settembre 2023, data oltre la quale dovrebbe entrare in funzione un portale gestito direttamente dal Gse con la zonizzazione del territorio nazionale. Dunque oggi per i potenziali membri di una CER sapere se ricadono sotto la stessa cabina primaria è a portata di un "click". Insomma al di là delle difficoltà che una trasformazione di tale portata comporta, parliamo di una rivoluzione del modello energetico che, dalla produzione centralizzata da grandi impianti e remota rispetto all'utenza finale, passa alla generazione distribuita e diffusa dell'energia su scala locale.

Se è pur vero che **i grandi impianti da fonte rinnovabile serviranno**

no comunque - sia perché dovremo raggiungere entro il 2030 una potenza installata da fonte rinnovabile di 85 GW per raggiungere gli obiettivi climatici, sia perché per decarbonizzare settori industriali energivori cosiddetti "hard to abate" come le acciaierie o la produzione ceramica dovremo produrre idrogeno verde - è anche vero che con l'autoconsumo diffuso siamo di fronte ad una concreta opportunità per i territori, dalle amministrazioni locali alle piccole e medie imprese, dagli enti del terzo settore al comune cittadino, di svolgere un ruolo attivo e consapevole nella produzione, vendita e scambio di energia, con risvolti in termini di benefici sociali importanti. Per questo appare davvero sottostimato il limite individuato dal Ministero di 5GW di potenza incentivabile per le CER con termine ultimo 2027, quando diversi studi individuavano un potenziale di sviluppo per le comunità energetiche molto più alto, fino a 17 GW al 2030¹.

Non è un caso che Legambiente in Campania abbia voluto sperimentare sul nascere lo strumento delle Comunità energetiche, già dalla fase di sperimentazione, promuovendone una insieme a Fondazione Famiglia di Maria nel quartiere di S. Giovanni a Teduccio nella periferia di Napoli EST, con l'installazione di un impianto fotovoltaico di 53 kW e un accumulo di 13 kWh.

1 "Il contributo delle Comunità Energetiche alla decarbonizzazione" lo studio condotto da Elemens Energy Boutique Consulting per Legambiente Onlus, indica un potenziale per il decennio 2021-2030 di 17 GW di nuove installazioni da fonti rinnovabili all'interno di comunità energetiche
<https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2020/12/studio-elemens-2020.pdf>

- "Electricity Market Report" (edizione 2020) dell'Energy & Strategy Group del Politecnico di Milano, che stima un potenziale di sviluppo per le comunità energetiche nel quinquennio 2021-2025 di 5,1 GW di nuovi impianti da rinnovabili.
www.energystrategy.it/es-download/

Un'iniziativa dalla forte connotazione sociale perché circa l'82% dell'energia prodotta dall'impianto sulla terrazza dell'edificio della Fondazione e non autoconsumata, viene condivisa con 40 famiglie in povertà energetica che hanno contestualmente ricevuto informazioni per una maggiore consapevolezza nell'uso razionale della risorsa energetica. Da qui l'idea di aggiungere la "S" di "Solidale" all'acronimo CER e da cui è nata l'idea di lanciare la Rete delle Comunità Energetiche Rinnovabili e Solidali, un network costituito da tanti soggetti diversi, uniti dall'obiettivo comune di portare questo straordinario strumento in tutti i luoghi in cui vi è più necessità, sostenendo la nascita di quante più comunità energetiche solidali possibili.

Degna di nota appare dunque l'iniziativa della Regione Siciliana del giugno 2022 che con il Programma di sostegno agli investimenti dei Comuni della Sicilia, promuoveva la costituzione di Comunità di Energie Rinnovabili e Solidali, in cui i soggetti beneficiari erano i Comuni Siciliani che si fossero fatti «promotori» di una CERS, in cui almeno il 10% dei membri fosse in condizioni di povertà energetica. **Un investimento di 5 mln di euro destinato ai Comuni per coprire le spese amministrative e legali per la costituzione del Soggetto Giuridico e per finanziare il progetto di fattibilità tecnico – economica.** Ci auguriamo possa portare presto buoni frutti.

Anita Astuto

Responsabile Energia e Clima di Legambiente Sicilia





“Project Management” una disciplina per la corretta gestione di un progetto



A luglio scorso si è concluso l'ultimo corso di formazione di “Project Management”, la disciplina finalizzata alla corretta gestione di un progetto attraverso un adeguato governo strutturato di tutti i suoi aspetti fondanti: l'ambito, i tempi, i costi, le risorse, gli approvvigionamenti, la qualità, i rischi, la comunicazione e gli stakeholder.

Il nostro Ordine è stato tra i primi in Italia a riconoscere l'utilità dell'approccio scientifico del Project Management ed in questi anni, ha promosso seminari ed ha messo a catalogo un programma di corsi. Consolidata e apprezzata dal 2017, tale offerta formativa, inizialmente proposta ai soli ingegneri di Catania, è stata ampliata a tutti gli interessati e, anche grazie al patrocinio del PMI-SIC, ha dato una forte spinta alla diffusione della cultura della gestione dei progetti in Sicilia. Basti pensare che in questi anni sono stati erogati 10 corsi a circa 200 iscritti in totale, tra “corso base” e “corso di preparazione alla certificazione PMP®”.

Abbiamo incontrato il nucleo storico dei formatori di questi corsi, a loro si deve la costruzione di un gruppo affiatato di Ingegneri Catanesi esperti in gestione di progetti e divulgatori volontari di tale disciplina. Questi professionisti provengono in larga parte dai corsi organizzati dal nostro Ordine e costituiscono l'ossatura del “Branch Sicilia”, l'organizzazione regionale del “Southern Italian Chapter”, emanazione del “PMI” – Project Management Institute, di certo l'ente mondiale più qualificato e diffuso in ambito di gestione di progetti.

Natalia Trapani è Ingegnere Meccanico e Professore Associato del settore disciplinare “Impianti Industriali Meccanici”, docente nei corsi di laurea in Ingegneria industriale e di laurea magistrale in Ingegneria Gestionale e Project Manager Professionale oltre che socia e volontaria del “PMI-SIC”. È suo il merito di aver avviato il percorso educativo con l'Ordine promuovendo il primo corso “Base” tenuto dall'ing. Caccamese, tra i più qualificati formatori nazionali in ambito di gestione dei progetti.

Natalia, ci racconti perché ritieni che formare i futuri professionisti a questa disciplina contribuisca al

loro successo ed alla loro crescita individuale?

Ti ringrazio per la domanda, che mi dà l'occasione di sottolineare come la prima intuizione di una esigenza formativa professionale sul Project Management sia venuta dall'attuale Presidente dell'Ordine di Catania. Di fatto ciascuno di noi nella sua vita personale opera per progetti e in moltissimi ambiti, non solo quello ingegneristico, si opera per progetti, mirando al raggiungimento di obiettivi caratterizzati da unicità, temporaneità in un contesto di risorse limitate. Per un ingegnere, di qualsiasi settore, questo approccio è ovviamente fondante nella professione e, quindi, sviluppare le competenze tecniche non solo sulla progettazione ma anche sulla gestione dei progetti è essenziale per far sì che progetti tecnicamente impeccabili soffrano di mancanza di un adeguato supporto manageriale che consenta il raggiungimento degli obiettivi. Rendersi conto che il progetto non è "del progettista" ma è uno sforzo collettivo di una organizzazione in cui una sponsorship adeguata, il confronto con gli stakeholder, la definizione di obiettivi misurabili e raggiungibili, la pianificazione dei tempi, dei costi e della qualità, come pure dei rischi e della comunicazione sono tutti elementi essenziali per il successo di un progetto. Il mercato del lavoro, sia in ambito privato che pubblico comincia ad apprezzare e a ricercare figure con conoscenze e competenze nella gestione dei progetti. Trasmettere tali competenze agli studenti li renderà professionisti più consapevoli e pronti alle sfide di un mondo del lavoro sempre più dinamico.

Paolo Fidelbo è Ingegnere Civile, oggi libero professionista e formatore, in precedenza dipen-

dente pubblico e RUP. Anche lui è un Project Manager Professional e ricopre il ruolo di Direttore Sviluppo Territoriale nel "PMI-SIC". Paolo sei stato per lungo tempo il responsabile del "Branch Sicilia" ed hai ispirato il gruppo dei volontari a diffondere e contaminare con le idee del Project Management. A tuo giudizio che significa essere PM in Sicilia e divulgarne strumenti e tecniche?

Uno degli esempi che faccio spesso a chi si avvicina alla disciplina del Project Management è il "Messaggio di un'aquila che si crede un pollo" di Anthony De Mello. Si può riassumere in "la vita è quella cosa che ci accade mentre siamo impegnati a fare altri progetti". Attraverso un paradosso, un'aquila nata e vissuta in mezzo ai polli che guarda in cielo ma non riesce a volare, De Mello lancia un invito fortissimo a riconoscere chi siamo, le nostre capacità e il nostro potenziale.

Un Ingegnere siciliano è spesso già un Project Manager ma non ne assume il ruolo, magari perché non è un ruolo previsto dal contratto o dal procedimento amministrativo in cui si è coinvolti. Orientare i propri sforzi a solo ciò che è corretto fare e previsto dal proprio incarico, non è tuttavia sufficiente per la buona riuscita di un progetto complesso. La regola "se ogni ingranaggio funziona a dovere la macchina funziona" non vale per ogni iniziativa. Un orologio che funziona correttamente, se non viene regolato non indica l'ora giusta; se non si "pesassero" correttamente i rischi, ma ci si limitasse a metterli in fila, nessuna iniziativa partirebbe; se tutti gli attori di un progetto considerassero adeguate "contingency" temporali e di costo e le mettessero in sequenza, si fornirebbero dati assolutamente inesatti al committente, che magari non lo avvierebbe.

In un progetto complesso vanno considerati eventi che non avvengono quasi mai contemporaneamente, vanno gestite le figure professionali perché lavorino in sinergia, allineate agli obiettivi prefissati; si deve facilitare la comprensione dell'intervento a committente e stakeholders perché l'opera segua il cammino prefissato, etc.

Il Project Manager è la figura che ha la "mission" di assolvere questi compiti. Molti dei nostri colleghi si riconosceranno in questa figura. È però necessaria un po' di consapevolezza in più, qualche orientamento e tanta fiducia per diventare project manager efficaci. In questo senso si sono fatti passi avanti in Sicilia. Sono molto fiero di apprendere di qualche collega, che ha seguito i corsi di PM dell'Ordine ed è orgoglioso di aver ottenuto fondi dal PNRR perché le sue conoscenze hanno dato valore aggiunto al suo progetto. Altri hanno portato un prezioso "scompiglio" nelle loro aziende, promuovendo i "Project Management Office", reparti aziendali che si occupano di stabilire, mantenere e garantire degli standard per quanto riguarda la gestione dei progetti. C'è però tanta strada che si può percorrere e tanti si possono unire al cammino.

Giorgio Platania è Ingegnere Edile, Project Manager Professional e responsabile del "Branch Sicilia" del PMI-SIC. Dipendente e Project Manager di Crédit Agricole, da oltre vent'anni dirige progetti, in prevalenza immobiliari.

Giorgio, tu lavori per un'azienda che sposa la cultura per progetti ed adotta un approccio integrato nella gestione delle attività. Si presuppone una figura di riferimento ad integrazione tra le varie parti dell'opera, che guidi il

gruppo e garantisce il successo del lavoro. Oltre che in ambito privato ritieni che il Project Manager sia essenziale anche in ambito pubblico?

In ambito privato procedure, cultura e pratiche di Project Management sono attivamente applicate da organizzazioni "mature" sia per progetti trasformativi di processi produttivi che nei progetti aziendali legati a nuovi prodotti o servizi. Recentemente la finanza agevolata e l'accesso ai finanziamenti pubblici, principalmente nel settore edilizio, ha

scarsa di strumenti e tecniche rivolti al soddisfacimento dei requisiti ed a percorsi formativi rivolti ai RUP e finalizzati all'acquisizione di competenze in materia di project management. Il PNRR ha dato una ulteriore spinta a tale cultura, imponendo agli attori che operano sui progetti un approccio rigoroso e la necessità per i proponenti gli investimenti di operare sin dalle fasi di programmazione e progettazione. Strumenti e competenze di Project Management per obiettivi sostenibili e piani accurati.

Giorgio ci dai qualche informa-

zione in più sul "PMI-SIC" e sul "PMI" in generale?

zione in più sul "PMI-SIC" e sul "PMI" in generale? Il PMI opera nei diversi paesi attraverso i Chapter, sezioni locali autonome che si occupano di promuoverne la mission nel territorio di riferimento, il PMI-SIC lo fa per il Sud Italia. Ha lo scopo di approfondire temi di Project Management o argomenti correlati come Seminari e Workshop (hanno l'obiettivo di accrescere le competenze dei Project Manager) ed Incontri Happy Hour (eventi social per favorire networking e scambio di idee).



stimolato nei professionisti la necessità di non limitare il proprio ruolo all'ideazione ed all'esecuzione di un'opera. Diventare registi dell'iniziativa significa oggi governarla e renderla possibile, raccogliendo la soddisfazione del cliente.

La tendenza ad una qualificata gestione per progetti è ormai riconosciuta con il D. Lgs n. 50/2016 e le linee guida n. 3 di ANAC anche in ambito pubblico. Si enfatizza il ruolo di Project Manager che il RUP riveste, riconoscendo altresì la necessità di specifica esperienza professionale e un'adeguata formazione. Si individua altresì la necessità di un'ampia e riconosciuta cono-

zione in più sul "PMI-SIC" e sul "PMI" in generale?

Il Project Management Institute è la più importante associazione di Project Management a livello mondiale. È stata fondata nel 1969 a Philadelphia e conta attualmente oltre 700.000 soci. È presente in oltre 200 paesi/territori con più di 300 Chapter.

Ha rilasciato più di 1.600.000 certificazioni, tra queste la certificazione Project Management Professional è la più importante a livello globale per i Project Manager. Ha pubblicato il libro sul Project Management più diffuso al mondo, con oltre 6.000.000 di copie in circolazione "A Guide to

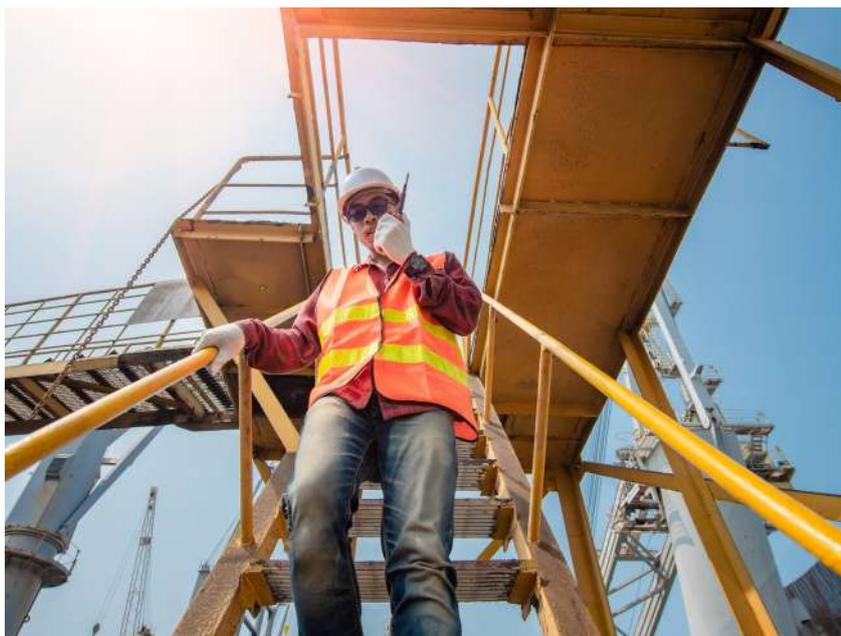
Alcune tra le iniziative del PMI SIC sono:

- SIC Academy, un network di università ed enti di formazione del sud Italia. Uno degli obiettivi che persegue è aumentare la diffusione del Project Management nei programmi accademici, anche tramite testimonianze e seminari nelle università
- Project Management Skills for Life è l'iniziativa in collaborazione con l'Ufficio Scolastico Regionale della Campania e della Sicilia che comprende l'erogazione di seminari sul Project Management nelle scuole secondarie di secondo grado.
- Project Management Olympic Games prevede sessioni formative sul Project Management nelle scuole secondarie di secondo grado
- SMILE PM è un'iniziativa che persegue l'obiettivo di aiutare le piccole e medie imprese a migliorare le pratiche di gestione dei progetti

Matteo Vitale

Sostenibilità, etica, approccio prestazionale per la sicurezza e la salute nei luoghi di lavoro

Interviste ai relatori a margine del convegno organizzato in occasione della 10° Giornata nazionale dell'Ingegneria della Sicurezza.



La X Giornata dell'ingegneria della Sicurezza è un appuntamento annuale organizzato dal Consiglio Nazionale degli Ingegneri, che affronta le tematiche della prevenzione nei luoghi di lavoro. Quest'anno è stata focalizzata l'attenzione sull'impatto e sulla sostenibilità di nuovi approcci metodologici adottabili nei luoghi di lavoro. La transizione verso gli approcci prestazionali dagli ormai anacronistici approcci prescrittivi indirizza verso un'auspicata semplificazione normativa in materia di sicurezza e salute nei luoghi di lavoro.

Avere un quadro normativo di riferimento chiaro e pragmatico è indispensabile per Professionisti, Committenti ed Imprese che operano nei settori dei Cantieri, dei Luoghi di Lavoro e della Pre-

venzione Incendi, per interpretare correttamente il concetto di "conformità normativa" e di "rischio residuo".

Al presidente del Consiglio Nazionale degli Ingegneri, Ing. Armando Zambrano, sono state chieste le cause per cui vengono tutt'oggi registrate troppe morti sui luoghi di lavoro. Cosa non funziona e cosa potrebbe essere migliorato?

«Bisogna innanzitutto indagare le cause, poiché molti di questi incidenti riguardano l'edilizia che, soprattutto in quest'ultimo anno, ha avuto uno sviluppo notevole a seguito del superbonus. È evidente che l'obiettivo è arrivare a incidenti zero, per quanto sia difficile e complicato. E allora su questo bisogna semplificare ancora di più le norme per renderle più

adatte alle situazioni concrete. Bisogna continuare nella formazione di tutti gli operatori coinvolti nel settore e soprattutto consentire alle strutture dello Stato che sono interessate nei controlli di poter operare con una migliore capacità di incidere sul territorio. In tal senso è fondamentale la massima collaborazione tra le organizzazioni professionali. Per migliorare la situazione attuale dobbiamo portare avanti un meccanismo di sinergia e di collaborazione per portare avanti le proposte rispondenti alle necessità sia dei professionisti, sia delle imprese che dei lavoratori.»

Le normative adesso vigenti sono sufficienti? È un problema di applicazione della normativa o è solo un problema di ispettori limitati rispetto alle esigenze del mondo del lavoro?

«Io sono convinto che in questo tema della sicurezza, la norma prescrittiva non sia sempre utile e rispondente a tutte le problematiche. Le soluzioni possono essere a volte incrementate o migliorate con proposte che, seppur diverse da quelle che la normativa prevede, sono più utili a risolvere il problema. Dirigersi verso una normativa prestazionale in questo campo può essere una soluzione, lasciando alla normazione consensuale tutti gli aspetti di dettaglio che possono essere aggiornati con maggiore rapidità.»

Intervista al Presidente dell'Ordine degli Ingegneri della provincia di Catania, Ing. Mauro Scaccianocce

Quali sono le aspettative di questa importante giornata sulla Sicurezza e sulla Prevenzione Incendi?

«Questo seminario è una straordinaria occasione di crescita per i nostri iscritti che si sono potuti confrontare con i massimi esperti del settore in un momento storico in cui vi è un incremento di cantieri spinti da un lato dal super bonus e da un lato dal PNRR. I Professionisti e le Imprese spesso sono stati costretti a dover rispettare le scadenze dettate dai bonus in situazioni di emergenza al fine di non perdere i benefici economici. Questo non deve prescindere dal garantire l'incolumità degli operai e la sicurezza nei luoghi di lavoro. In questa occasione, come in altre circostanze, abbiamo potuto dimostrare quanto Catania possa essere accogliente e sede di una formazione ad alto livello, sostanziale piuttosto che formale, con i maggiori esperti d'Italia nel settore della Sicurezza.»

Purtroppo, nonostante la formazione ancora i numeri di incidenti sul lavoro sono sempre troppo alti. In un momento di emergenza come quello che stiamo vivendo, come bisogna agire?

«Se da un lato siamo stati costretti ad agire in emergenza, valutando la situazione realisticamente, ci confrontiamo con cantieri che talvolta non sono in ordine dal punto di vista documentale e formale. Lo sforzo che bisogna fare da parte degli Ingegneri è di intensificare ed ottimizzare i progetti della sicurezza, ponendo peraltro grande attenzione ai sopralluoghi in cantiere. Un sopralluogo in più in cantiere può salvare una vita umana.»

Un altro fattore importante sono

le malattie sul lavoro, in che modo la categoria degli ingegneri può essere d'aiuto per questa ulteriore prevenzione?

«L'Ordine degli Ingegneri è di aiuto svolgendo un ruolo di sensibilizzazione e formazione rispetto una responsabilità specifica dei professionisti e dei datori di lavoro in materia di sicurezza. Fare progetti integrati di sicurezza significa tener conto di tutti i possibili rischi del cantiere e far sì che le misure preventive attese possono essere concretamente attuate. Questi progetti, oltre a diminuire i rischi e gli incidenti, riducono notevolmente anche le malattie dovute al lavoro. È importante la formazione dal punto di vista specialistico ma è altrettanto importante che la sicurezza diventi cultura generale diffusa in tutti i cittadini e non solo nel mondo professionale. Il Consiglio Nazionale degli Ingegneri, attraverso dei percorsi formativi e divulgativi anche all'interno delle scuole diffonde la cultura della

traduce in un effetto positivo in termini di sicurezza, di salute e di ospedalizzazioni.»

Intervista al Consigliere CNI responsabile area Sicurezza, Ing. Gaetano Fedè

Qual è il bilancio del Consiglio Nazionale degli Ingegneri rispetto la tematica della Sicurezza?

«Il Consiglio Nazionale degli Ingegneri affronta molte tematiche, tra cui quello della sicurezza, declinata nei vari ambiti come la Protezione Civile e la Prevenzione Incendi. Il rapporto con il Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco è molto importante, costruttivo e di grande confronto. Negli ultimi anni i temi della prevenzione incendi sono stati in crescita, soprattutto quelli legati al nuovo codice. Il passaggio epocale da un approccio di tipo prescrittivo ad uno prestazionale non era facile ed è stato possibile grazie a un rapporto sinergico tra tutti i soggetti coinvolti. Altra difficol-



sicurezza alla base, in maniera tale che tutti crescendo possano conoscere il reale significato della prevenzione in termini di sicurezza. Una spesa apparentemente maggiore nella prevenzione si

tà è stata quella di far digerire il passaggio ai professionisti che operano nel settore antincendio. Questo è stato possibile facendo comprendere che l'approccio alla professione non consta più

in una verifica normativa, ma in un approccio ingegneristico che può apportare un contributo importante alle soluzioni proposte. Per raggiungere tale risultato è stato avviato un rapporto di collaborazione con i Vigili del Fuoco già dal 2013, con la stipula di un protocollo d'intesa che l'anno prossimo compirà 10 anni.

Proprio nel 2013, durante il Congresso di Brescia, quando è stato sottoscritto questo protocollo, la Fondazione del CNI aveva sviluppato tra i colleghi un sondaggio per valutare i rapporti con le pubbliche amministrazioni. Da questo ha avuto un esito strepitoso il sondaggio relativo ai rapporti con il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, a testimonianza che non ci sono mai stati rapporti conflittuali ma collaborativi e di confronto. Questo è anche favorito dal fatto che la maggioranza dei dirigenti del corpo dei Vigili del Fuoco sono Ingegneri. L'esperienza molto positiva e costruttiva ha dato, negli anni, grossi risultati e chi continuerà ad occuparsi di prevenzione incendi al CNI, sicuramente continuerà in questo rapporto proficuo con il capo Guido Parisi.»

Nell'ambito nazionale l'Ordine degli Ingegneri di Catania come affronta il tema della formazione alla Prevenzione Incendi?

«L'Ordine degli Ingegneri di Catania si pone come esempio nel tema della formazione alla Prevenzione Incendi. Quando, dopo il famoso incendio al cinema Statuto nel 1983, la prevenzione incendi cambiò completamente ed i professionisti furono chiamati a sostituire lo Stato rilasciando un nullaosta provvisorio. Per tale motivo si avviò un'intensa attività formativa ed il primo corso di formazione in Italia si tenne proprio a Catania nell'86.

In proporzione al numero di iscritti, l'Ordine degli Ingegneri di Cata-

nia è uno tra i primi ordini in Italia con il maggior numero di esperti di professionisti antincendio. Un contributo importante viene sicuramente dato dell'Università degli Studi di Catania con un alto livello di formazione e con un corpo docenti molto sensibile alle tematiche della sicurezza.»

Quali sono i programmi futuri del CNI?

«L'attività che il Consiglio Nazionale degli Ingegneri ha messo in campo in questo periodo è molto intensa e costante. Vi è l'impegno verso il PNRR per la realizzazione di un quadro normativo a supporto del mondo professionale. Molte energie sono state concentrate sulla stesura di una legge sull'equo compenso, che purtroppo nell'ultima legislatura non è stata votata e che sarà sicuramente ripresa con il nuovo governo. Certamente è auspicabile un approccio molto più concreto e puntuale sugli incentivi. La vicenda del 110% ha caratterizzato in positivo e negativo la ripresa del mercato; quello che noi abbiamo già preparato e consegneremo al nuovo governo che si insedierà fra poco, è un progetto di incentivi non più con gli investimenti a pioggia con i numeri del 110%, ma con aiuti mirati nei vari settori, magari con contributi che vanno dall'80% al 90%, in maniera tale che l'investitore contribuisca anche economicamente. Per l'attuazione di tali progetti è importante mettere tali incentivi a regime, con leggi che non cambino ogni sei mesi, ma con periodi di tempo di cinque o dieci anni.»

Intervista al componente GdL Sicurezza del CNI, Ing. Elisabetta Scaglia

Quali sono i dati che avete analizzato con il Gruppo di Lavoro Sicurezza del CNI e quali sono le vostre considerazioni?

«I dati che abbiamo analizzato derivano da un questionario somministrato ai colleghi principalmente dedicati alla prevenzione incendi. Il modulo ha esaminato l'approccio, la conoscenza, l'utilizzo e l'apprezzamento del codice di prevenzione incendi e come negli anni i colleghi si siano adattati o abbiano iniziato ad apprezzare questo nuovo approccio. Quelli che, come me, sono cresciuti con delle regole non prestazionali, ma prescrittive, hanno dovuto fare un percorso di modifica mentale per poter apprezzare la nuova norma. Alcuni si sono adattati con maggiore resistenza, alcuni dobbiamo ammettere che hanno abbandonato questo ambito professionale, altri invece stanno evolvendo, diventando sempre più specialisti nella materia. La valutazione riguarda tutta l'Italia, per comprendere se ci sono delle differenze anche in ambito regionale. Abbiamo analizzato anche il comportamento e l'apprezzamento che i committenti hanno nei confronti di questo nuovo approccio della progettazione che si ripercuote in maniera concreta sulle attività. I principali apprezzamenti riguardano nella maggior parte dei casi i risparmi economici derivanti dall'alata professionalità del tecnico che si mette in gioco progettando realmente le soluzioni conformi.»

Lavoriamo in un ambito europeo; questo nuovo approccio è esportabile anche sul territorio europeo o siamo noi che lo stiamo importando?

«Il nuovo codice nasce nell'ottica di poter utilizzare anche delle norme che non siano espressamente del territorio nazionale. La filosofia del codice è quella di poter applicare diverse strategie, con diversi livelli di approfondimento e gradi di libertà. Quando si vuole lavorare con delle

soluzioni conformi ci si ferma a quello che l'impianto normativo nazionale prescrive, ma una delle caratteristiche del codice è proprio la sua apertura verso tutte le evoluzioni normative o, se necessario, l'utilizzo di normative differenti.»

È possibile fare un confronto in termini di sicurezza con l'utilizzo del nuovo approccio?

«I risultati sono tangibili, soprattutto quando il committente se ne rende conto. Molte volte, nel parlare della vecchia norma, viene fatto un esempio paragonandola ad un abito taglia unica che per alcuni era troppo largo e per altri troppo stretto e solo ad alcuni calza correttamente. Con il nuovo approccio stiamo andando verso l'alta moda, conseguentemente quello che viene fatto è veramente tagliato su misura. Questo significa procedere in prima battuta con un'analisi del rischio veramente molto approfondita; sulla base di questo si vanno a fare tutti gli approfondimenti che definiscono una progettazione specifica proprio sul livello e sulla pericolosità dell'attività.»

Quali sono state le difficoltà che hanno dovuto affrontare i professionisti in questa transizione?

«Il numero di professionisti antincendio che sono cresciuti con la norma chiamiamola vecchia era piuttosto ampio perché avevano una rassicurazione nell'abitudine progettuale. Oggi l'approccio sostanzialmente non è cambiato, poiché si ha uno strumento molto flessibile che consente di raggiungere il livello di prestazione con soluzioni "preconfezionate" oppure con un livello di complessità maggiore che necessita di analisi e simulazioni dedicate ad ogni singolo progetto. Possiamo affermare che c'è una barriera al di sotto della quale quelli un po'



più maturi hanno più difficoltà ad inserirsi nella metodologia nuova poiché il retaggio e l'appesantimento normativo precedente li frena nel fare questo passaggio.

Il raggiungimento di un maggiore livello di specializzazione sta differenziando questa disciplina, rendendola poco sovrapponibile ad altre e aumentando la qualità ed il risultato complessivo finale. Anche per tale ragione il numero di professionisti antincendio negli ultimi anni è diminuito sensibilmente.»

Intervista al Direttore Regionale dei vigili del fuoco Sicilia, Ing Ennio Aquilino

Qual è la situazione della sicurezza nell'ambito antincendio nella nostra regione?

«I dati della prevenzione in Sicilia sono abbastanza in linea con quelli nazionali e non molti diversi da quelli delle altre regioni. Vediamo nel nuovo codice una grande opportunità per la prevenzione incendi poiché viene sancito il passaggio da quella che chiamiamo prevenzione ragionieristica a quelle che sono le esigenze della società attuale. L'attività degli Ordini Profes-

sionali sulla materia specifica è fondamentale e noi garantiamo la massima collaborazione in tal senso. In Sicilia, la situazione è a macchia di leopardo, con Ordini Professionali che si danno molto da fare e altri meno; questo lo ritroviamo automaticamente nella gestione della prevenzione. L'informazione e la formazione che si fa fare è molto importante ed influiscono parecchio sulla professionalità dei tecnici, in particolare sulle giovani generazioni. Le nuove metodiche, che peraltro rappresentano anche un'importante opportunità lavorativa, aprono un mondo di responsabilità professionali, al pari delle responsabilità strutturali dei collaudi o della progettazione.

L'Ordine degli Ingegneri di Catania è sicuramente un ottimo esempio di collaborazione, rendendo i tecnici catanesi all'avanguardia rispetto ad altre situazioni regionali.»

La committenza è pronta e preparata per questo cambiamento?

«La committenza deve comprendere che l'applicazione del codice consente un'ampia discrezionalità del tecnico e che da questa derivino dei risparmi notevoli

sulla gestione. Gli investimenti in sicurezza interessano la committenza poiché corrispondono a risparmi fino al 70%. Ad esempio, una valutazione univoca della resistenza al fuoco delle strutture incide moltissimo sui costi di prevenzione incendi. Una valutazione per compartimenti si traduce in una riduzione delle spese specifiche in maniera estremamente importante. L'approccio prestazionale consente di entrare nel merito della reale struttura con una prevenzione incendi su misura per quella specifica attività. Il nostro compito è fare questa informazione e formazione per accelerare la comprensione di questo notevole cambiamento.»

Quindi bisogna far capire l'imprenditore che non è un costo ma un investimento quello del progettista.

«Non solo è un investimento ma oggi, nel rispetto delle norme, vuol dire poter spendere molto di meno mantenendo gli stessi obiettivi di sicurezza. Questo si traduce nel poter andare a spendere nella propria azienda cifre minori a fronte di una progettazione accurata.

È un mondo in grande evoluzione, ma sul quale è assolutamente necessaria una riflessione. Ben vengano questi incontri, nei quali secondo me oltre ai tecnici dovrebbero proprio essere invitati gli imprenditori per capire quali sono i vantaggi della minore di burocrazia e della maggiore discrezionalità.»

Dal suo osservatorio specialistico, dopo questa prima fase di collaudo la norma così com'è va bene o necessita di aggiustamenti?

«Secondo me la norma va ulteriormente affinata in termini di ulteriori semplificazioni. È chiaro che i cambiamenti così epocali necessitano sempre di aggiustamenti. Come avviene in altri paesi

europei, dobbiamo fare in modo che l'imprenditore che voglia arrivare a perseguire un obiettivo, debba poterlo fare con i costi più bassi possibili e con una semplicità maggiore possibile. Io appartengo a quella generazione convinta che la prevenzione incendi debba diventare una materia appannaggio dei tecnici e non delle pubbliche amministrazioni.

L'amministrazione avrà il diritto e dovere di intervenire con il controllo posteriore delle cose che sono state fatte correttamente e quindi a tutela soprattutto come tecnici.

Un'altra questione molto interessante ed ancora inesplorata è quella delle compagnie assicurative, perché ad una maggiore

sicurezza deve corrispondere anche un minor costo della compagnia assicuratrice; basti pensare ai costi assicurativi di un albergatore o di un'industriale. Se noi percepiamo un incremento di sicurezza, bisogna che questa aumenti il livello dell'azienda con un ritorno economico. I tempi ci impongano di iniziare cercare e trovare tutte quelle linee di risparmio per lavorare in termini di economia efficaci.»

Intervista componente GdL Sicurezza del CNI, Ing. Rocco Luigi Sassone

Dal suo punto di vista, cosa non funziona nel mondo della sicurezza?

«Sarebbero tanti fattori che influiscono nel novero di quelle che sono le modalità per evitare



che questo trend che purtroppo affligge il nostro paese non sia e non vada in quella direzione, o addirittura cambi verso.

Di sicuro la consapevolezza di saper fare il proprio mestiere, la capacità di gestire la formazione, informazione, addestramento, per garantire che le relazioni lavorative possono poi essere effettivamente espletate in sicurezza, consentirebbe senz'altro di ridurre questo gap che ad oggi rappresenta davvero il tallone d'Achille del paese.

Ma in realtà il problema dal nostro punto di vista e di ben altra natura, e le giornate nazionali della sicurezza impongono di andare in questa direzione, cioè sensibilizzare non soltanto gli ingegneri, che naturalmente giocano in casa in queste giornate. Conoscono molto bene quali sono le problematiche, quali sono le normative di riferimento e quali sono le strategie di azioni, ma l'obiettivo è quello di sensibilizzare gli stakeholders del settore della sicurezza, cioè le istituzioni e tutte le altre strutture del mondo lavorativo e altre posizioni di garanzia a convergere verso nuovi approcci. Questi nuovi approcci garantiscono un innalzamento della cultura della sicurezza da un lato innalzando la competenza dei professionisti ma dall'altro lato creando una semplificazione normativa.»

Quindi una maggiore responsabilità data agli ingegneri che si occupano di sicurezza?

«Maggiore responsabilità di fatto non ci rappresenta perché le responsabilità gli ingegneri le hanno sempre prese e non le hanno mai naturalmente rimandate al mittente. Noi dobbiamo parlare di una nuova una cultura, una cultura che coniuga le due dimensioni della sicurezza che sono lavoro e benessere organizzativo. Il vero problema è quello di mettere in condizione da una parte

i datori di lavoro per il tramite di una semplificazione normativa e dall'altra parte i professionisti di svolgere appieno e bene i loro compiti di cui dispongono. Nel momento in cui non lo fanno, se non lo fanno, introducendo delle norme che ad esempio permettono a coloro che si occupano di sicurezza, proprio perché svolgono delle posizioni di garanzia e strategiche, di avere una particolare formazione in termini di background professionale.

Nell'ambito dei Cantieri abbiamo delle figure professionali come il coordinatore della sicurezza in fase di progettazione o il coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, che sono nominati dal committente in virtù del fatto che sono dei professionisti iscritti ad Ordini o ad Albi professionali; non sono soltanto Ingegneri, ma ci sono Geometri, Periti e Architetti. Se cambiamo campo da gioco e parliamo delle aziende, quindi dei luoghi di lavoro abbiamo un altro professionista che si chiama Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione dei rischi (RSPP) che può essere svolto da chiunque, anche da chi ha un diploma di terza media. Allora è questo quello che non funziona. Bisogna innalzare la qualificazione delle competenze e quindi il legislatore deve prendersi in carico questo tema per mettere davvero in condizione i datori di lavoro di scegliersi consulenti che abbiano nel loro background professionale quelle qualità in grado di corroborare, analizzare e anche definire delle persone che sono altamente complesse. Ecco perché è necessario parlare di semplificazione e di sburocratizzazione con una linea di approccio ben definita.»

Ad oggi il datore di lavoro può delegare la sua responsabilità ad un responsabile della sicurezza. Una proposta di legge

prevede che in ogni caso il datore di lavoro sia responsabile della sicurezza. Lei cosa ne pensa?

«Non penso che cambi molto rispetto lo scenario attuale poiché il datore di lavoro è il principale titolare delle posizioni di garanzia. Qualunque sia l'accadimento all'interno dell'azienda o la gravità dell'accadimento il datore di lavoro ne risponde anche oggi, quindi non c'è bisogno di cambiare quel tipo di norme. Bisogna cambiare l'approccio di chi supporta il datore di lavoro, che deve possedere quelle capacità che permettono al datore di lavoro di comprendere le cose che sono particolarmente complesse. Oggi non possiamo pensare che ci sia un ambito come quello dei cantieri all'interno del quale ci sono dei ruoli regolamentati come il CSP e CSE che devono essere svolti per forza da qualcuno che ha un background professionale e dall'altra parte, invece, che il discorso non sia tale. Ci sono delle norme chiare che permettono al datore di lavoro dell'impresa di seguire delle indicazioni chiave; chi non le segue ne risponde. Quello che bisogna fare è mettere in condizione le imprese di lavorare in maniera adeguata a quelli che sono gli approcci.»

I dati statistici parlano di due grandi famiglie: le grandi imprese, dove il numero di incidenti sono bassissimi e le piccole imprese, dove il numero degli incidenti invece è più alto. Qual è la differenza tra questi due mondi?

«Anche se ahimè tragica, non stupisce questa analisi di cui preferiremmo non fare delle considerazioni. Le grandi organizzazioni hanno di solito degli strumenti di tipo economico, oltre che organizzativo, che permettono di raggiungere degli obiettivi di qualità in maniera integrata e di sicuro in maniera anche accettabile. Dall'altra parte, le piccole organizzazioni, non

Questi nuovi
approcci
garantiscono un
innalzamento della
cultura della sicurezza



hanno la possibilità di pianificare. La pianificazione è qualcosa che permette di organizzare, di progettare ed è quello che in termini concreti è accaduto nel settore della sicurezza quando il legislatore ha voluto davvero cambiare la marcia. Cosa fece ai tempi del decreto legislativo 494 spostando il momento in cui il committente doveva occuparsi della sicurezza dalla fase dell'esecuzione, cioè quando i lavori sono già appalti, alla fase della progettazione, quando cioè i lavori venivano pensati. Quindi chi pensa al lavoro, pensa alle scelte tecniche organizzative e pensa alle modalità con cui quelle scelte tecniche organizzative devono essere inserite all'interno di quel cantiere. I documenti che poi vanno in appalto permettono a chi farà quei lavori, di conoscere i rischi associati a quelle lavorazioni affinché lui possa, sulla base di quelle informazioni, fare un'offerta congrua.»

Intervista al già capo dei Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, Ing. Fabio Dattilo

Come sta cambiando la professione nel campo della Prevenzione Incendi?

«Oramai da 10 anni si sta affermando sempre più una prevenzione incendi nella quale, attraverso la realizzazione di un codice appannaggio di tutti, sono presenti soluzioni di natura sia prescrittiva sia ingegneristica, attraverso l'applicazione della fire safety engineering.

Il mondo sta cambiando poiché ci sono tanti rischi "nuovi", come ad esempio l'utilizzo delle batterie al litio che si sta diffondendo sempre di più e che non ha analisi storica. Per questo bisogna effettuare una ricerca dei rischi ed una analisi con le tecniche migliori. Oggi è una giornata molto importante per la Sicilia perché si è fatto



il punto di come in questa regione si sta evolvendo la materia, ma si è fatto il punto anche grazie all'Ordine degli Ingegneri di Catania, che ha organizzato questa utile giornata, in questi luoghi per altro meravigliosi. Una giornata come tappa fondamentale dopo dieci anni di istituzione di un gruppo di lavoro del Consiglio Nazionale degli Ingegneri che ha lavorato con il corpo Nazionale in maniera assolutamente formidabile.»

In questi anni si è tanto investito sulla formazione, ma quanto bisogno c'è ancora di fare informazione sull'opinione pubblica

in termini di sicurezza?

«La formazione dei professionisti è sempre stata fondamentale perché, tanto più bravi sono gli addetti alla professione antincendio, tanto meglio l'attività produttiva ci si affida per risolvere un problema. Dall'altra parte però, sulle nuove tecnologie effettivamente va fatto un passo avanti per far sentire la popolazione parte di un processo che possa garantire al meglio la propria sicurezza. Questo va fatto attraverso step di informazione ed aiuterebbe molto l'ingegneria antincendio.»

Si sta andando verso la specializzazione alla prevenzione incendi?

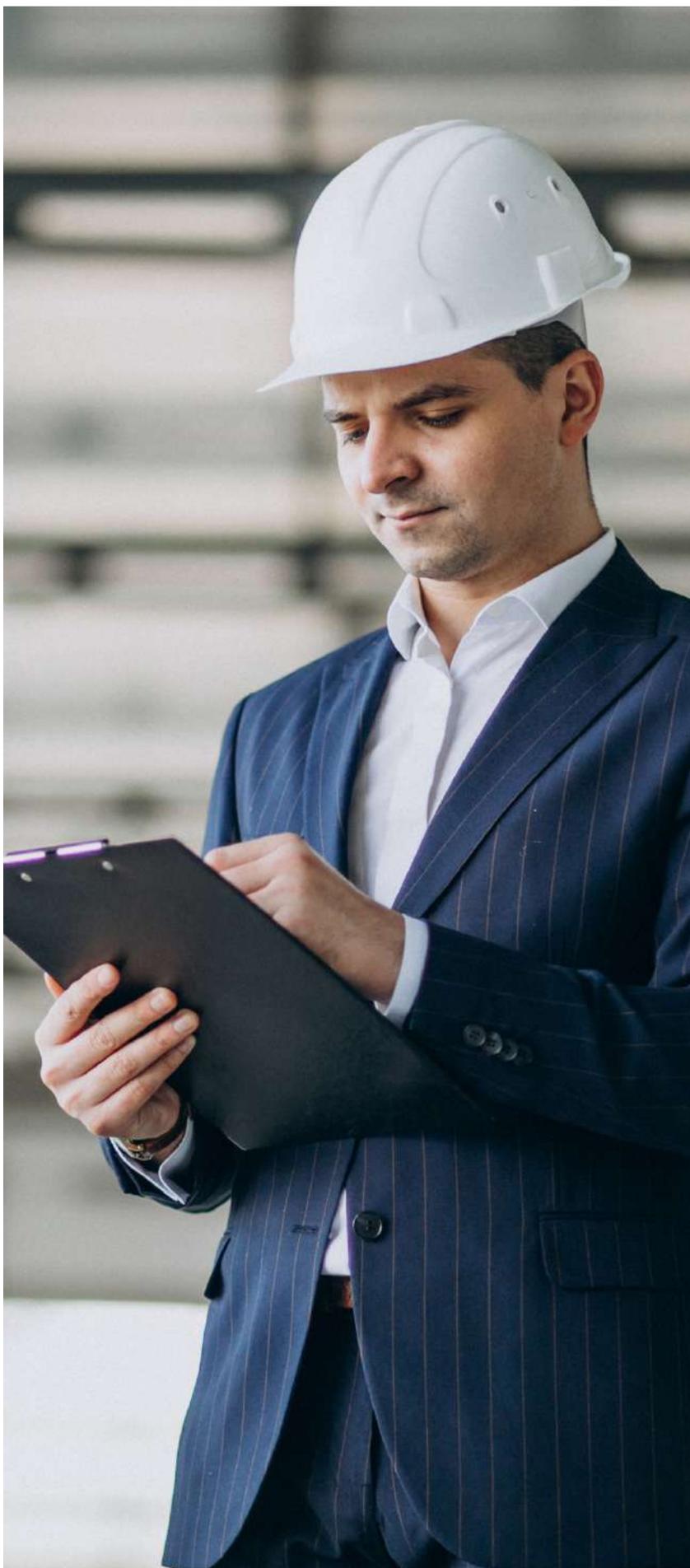
«Diciamo che ad un certo punto della nostra vita professionale, come tutte le leggi che hanno una transitorietà, ha ammesso tutti gli ingegneri che avessero più di dieci anni di iscrizione all'albo, in un albo speciale che consentiva la redazione di certificazioni nell'ambito dell'antincendio. Oggi molte di queste persone sono andate in pensione, altre hanno compreso che questa materia non era di interesse nella propria specializzazione.

Da una cifra di circa 90 mila professionisti iscritti nell'apposito albo in tutta Italia, oggi siamo arrivati ad averne circa 50 mila. Quasi un dimezzamento che di fatto era già negli atti perché molti degli iscritti non ha mai esercitato questa professione.»

Cosa bisogna fare per rendere ancora più incisiva l'attività degli ingegneri specializzati in antincendio e sicurezza?

«Io credo che sia già stato fatto molto ed i risultati si vedono. Bisogna insistere senza dare troppe novità per fare metabolizzare bene ciò che è già stato fatto e metterlo in pratica.»

Matteo Vitale



La sicurezza delle apparecchiature elettromedicali nel settore sanitario



Il comparto sanitario è certamente uno dei più complessi e articolati luoghi di lavoro nel quale molteplicità di professioni e attività sinergiche collaborano affinché una struttura sanitaria possa essere in grado di funzionare regolarmente e nel contempo garantire la sicurezza e l'affidabilità delle cure.

Diverse poi sono le dimensioni delle strutture stesse: si va infatti dagli ambulatori odontoiatrici ai centri medici specialistici e polispecialistici, dalle cliniche private a quelle del SSN, dai centri estetici agli ambulatori veterinari e ai centri di ricerca, come definito chiaramente dalla **Norma CEI 64-8/710**.

Non ultimi certamente i luoghi di cura domestici, definiti dalla **Norma CEI EN 60601-1-11**, norma collaterale della **Norma CEI EN 60601-1**, ove trovano utilizzo una cospicua varietà di apparecchi ed ausili non solo per cure ordinarie ma anche per quelle intensive (ventilazione polmonare ad esempio).

Nei locali medici sopra indicati non v'è quindi dubbio che le apparecchiature in essi utilizzate rappresentino vere e proprie attrezzature di lavoro, come definite dal **D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.** ricordando che, anche in assenza di lavoratori che "impieghino" le suddette sui pazienti (nel caso ad esempio di operatore laico non professionale a domicilio del paziente), vi sono sempre lavoratori addetti alla loro messa in e fuori servizio e alla loro manutenzione, questi ultimi certamente lavoratori impiegati in servizi di ingegneria clinica pubblici o privati, fabbricanti e/o distributori.

Una delle carenze certamente identificabili nel D.Lgs. 81/2008 è quella di non aver dato sufficiente risalto e spazio esplicito a queste attrezzature di lavoro assai diverse da quelle impiegate nel campo edile: spesso non sono quindi così evidenti quelle responsabilità che incombono sui datori di lavoro, dirigenti e preposti che operano nel campo sanitario, non considerando che alcune di queste attrezzature presentano pericoli e livelli di rischio uguali se non superiori a quelle utilizzate appunto nel campo dell'edilizia o dell'industria.



La **Direttiva 2009/104/CE**, a onor del vero misconosciuta, colma parzialmente tale carenza, indicando chiaramente che tutte le attrezzature di lavoro usate dai lavoratori nell'ambito delle loro mansioni sono da sottoporre a regolare verifica e che il loro uso, ben definito dalla direttiva stessa all'art. 2 lettera b), fa del lavoratore un operatore (art. 2 lettera e) e talvolta un lavoratore esposto (art. 2 lettera d) .

La sicurezza delle attrezzature utilizzate in ambito sanitario parte certamente dalla presunzione di conformità delle stesse alle disposizioni regolamentari di prodotto applicabili, evidenziata dal fabbricante con l'apposizione della marcatura CE, ad oggi apposta ai sensi del **Regolamento Europeo 2017/745**, ma tale condizione, per quanto rappresenti un punto di arrivo per il fabbricante, va considerata invece come un punto di partenza per l'utilizzatore.

Come abbiamo più volte sottolineato nel documento unitario siglato unitamente ad AIIC, AN-TAB e AIIGM "**Le verifiche di sicurezza delle apparecchiature biomediche – Processo di Gestione**" (2017), la sicurezza delle attrezzature non può prescindere anche da una loro corretta installazione, uso, regolare manutenzione e verifica.

La competenza comprovata del personale.

Le operazioni di installazione, uso, regolare manutenzione e verifica testé citate devono essere svolte da personale in possesso dei requisiti tecnico professionali e delle abilità pratiche previsti dai rispettivi fabbricanti (chiaramente esplicitati nei manuali d'uso

delle apparecchiature stesse) e dalle vigenti normative cogenti e tecniche di riferimento nel settore (si ricordi in particolare quanto espresso dalla **Raccomandazione n. 9 del Ministero del Lavoro, della Salute e delle Politiche Sociali** nel 2009: "Il malfunzionamento degli apparecchi elettromedicali derivante da una mancata o inadeguata manutenzione può determinare eventi avversi gravi").

Se quindi per quanto riguarda installazione, manutenzione (riparazione inclusa) ed impiego delle attrezzature il fabbricante dei singoli apparecchi e sistemi elettromedicali indica quali requisiti devono avere i rispettivi operatori, per quanto riguarda l'attività di verifica occorre invece fare riferimento alle suddette norme cogenti e tecniche.

Dal punto di vista della normativa cogente non c'è dubbio che la direttiva 2009/104/CE sia più che esaustiva nell'indicare che il personale addetto alle attività di verifica debba essere "competente a norma delle legislazioni o prassi nazionali" (art. 5, commi 1 e 2). Tale requisito deve essere ben compreso al fine di eliminare qualsiasi ambiguità.

Per quanto riguarda la "competenza" (aldilà del significato etimologico della parola riscontrabile su qualsiasi dizionario ancorché enciclopedico) deve valere ciò che la norma tecnica di processo specifica di settore CEI EN 62353 chiaramente descrive, indicando come elementi essenziali della stessa l'addestramento specifico, le informazioni, l'esperienza e la conoscenza delle principali tecnologie, delle Norme e dei regolamenti locali (a tal proposito la Raccomandazione n. 9 citata torna a ricordare che: "Le

verifiche di sicurezza elettrica e i controlli di funzionalità devono essere effettuati da personale tecnico altamente qualificato e specializzato nel settore.").

Quali dunque ora le "legislazioni o prassi nazionali" da considerare?

Certamente, ad oggi, la **Legge 4/2013**, essendo la professione di Tecnico Verificatore una professione non riservata né regolamentata.

È quindi necessario che l'attività di verifica, vera e propria azione di prevenzione in materia di sicurezza, venga svolta da soggetti in possesso delle caratteristiche sopra indicate, pena una probabile se non certa invalidità delle attività svolte per mancanza dei requisiti oggettivi e soggettivi.

Per garantire quindi un buon livello di sicurezza delle attrezzature biomedicali occorre partire da questa consapevolezza ed affidare tale compito esclusivamente a soggetti di provata competenza, garantita da terzi, come contemplato dalla Legge 4 stessa (artt. 7 e 9).

Nel documento interassociativo precedentemente citato, di fondamentale importanza sono inoltre tutte le attività di progettazione e coordinamento necessarie alla buona programmazione delle verifiche stesse, che devono essere affidate ad organizzazioni in grado di dimostrare la propria capacità gestionale e logistica, oltre ovviamente all'indispensabile competenza.

Per i motivi precedentemente esposti ANTEV ha già da diversi anni attivato un **Percorso Formativo Scolastico** in alcuni istituti Tecnici Statali mediante il quale gli studenti del quarto e quinto anno affrontano le tematiche relative alla sicurezza delle ap-

parecchiature elettromedicali e vengono selezionati al fine di inserirli con consapevolezza etica e professionale nel settore.

Tre ad oggi gli istituti in Sicilia, tra i quali il primo è l'Istituto Cucuzza Euclide di Caltagirone ove ha sede anche il Coordinatore Generale dei Tutor Scolastici di ANTEV, Prof. Francesco Lo Faro, quattro in Campania e uno in Trentino Alto Adige. Il progetto è in continua espansione e annovera sempre più Istituti nel corso degli anni.

I fattori di rischio

Si rende ora necessario ampliare il punto di vista uscendo dalla sfera intrinseca delle attrezzature ed entrando in quella estrinseca della loro convivenza con altre apparecchiature, impianti, ambienti e fenomeni nell'ambito di utilizzo.

Per quanto l'applicazione delle norme tecniche di prodotto delle varie tecnologie porti al raggiungimento di un livello importante di sicurezza che costituisce lo "stato dell'arte", occorre riflettere sul fatto che la sicurezza di una singola apparecchiatura può dipendere anche da fattori esterni ad essa.

Sicurezza degli impianti elettrici, delle eventuali altre apparecchiature collegate al singolo apparecchio, condizioni climatiche ambientali e presenza di livelli non trascurabili di perturbazioni elettromagnetiche sono solo alcuni degli elementi che è necessario considerare nella valutazione del rischio di una attrezzatura sanitaria.

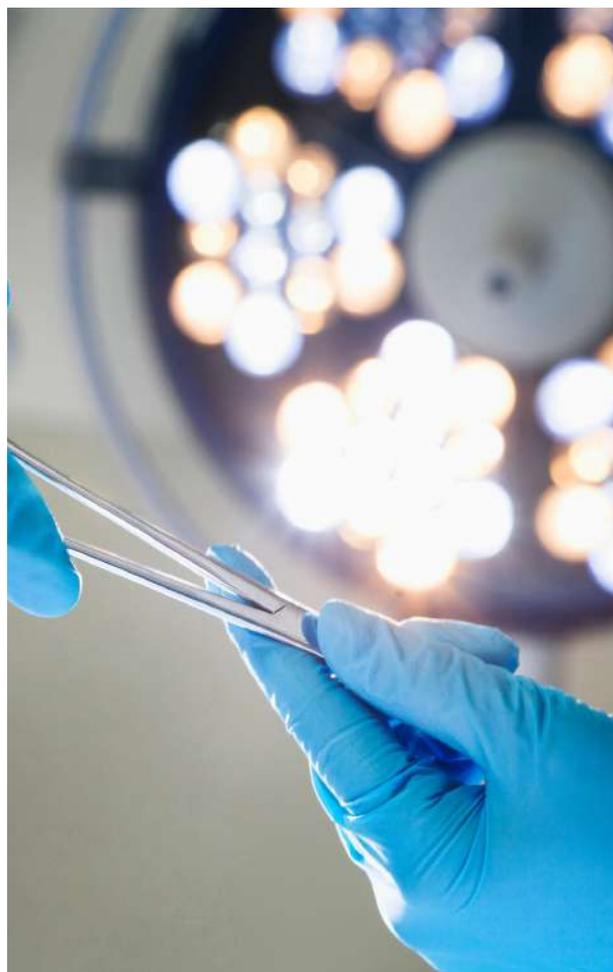
Altro pericolo di scottante attualità è quello biologico, presente in tutte le apparecchiature elettromedicali, con vari e differenti livelli di rischio.

A tal proposito è di particolare importanza il riferimento rappresentato dalla norma **UNI CEI EN ISO 14971**, recentemente aggiornata, che elenca tutti i potenziali pericoli legati all'uso dei dispositivi medici in genere e consente una disamina più particolareggiata dei singoli livelli di rischio.

Erroneamente, infatti, molte valutazioni si limitano all'analisi dei soli pericoli elettrici, pensando di esaurire la questione con l'esecuzione delle sole verifiche elettriche (VSE).

Le apparecchiature elettromedicali, invece, presentano pericoli e rischi differenti per livello e per tipologia non facilmente standardizzabili e generalmente

non riconducibili al solo pericolo elettrico.



Un esempio su tutti può essere rappresentato dagli apparecchi di illuminazione per uso chirurgico e per la diagnosi, ove la verifica elettrica rappresenta una piccola percentuale di una valutazione esaustiva ben più ampia, che non può non includere la valutazione funzionale e prestazionale nonché l'analisi approfondita dei valori strumentali riscontrati, non solo in base a quanto previsto dalla norma particolare di prodotto **CEI EN 60601-2-41** ma anche da quanto previsto in materia di **ROA** (Radiazioni Ottiche Artificiali, in questo caso non coerenti) dal D.Lgs. 81/2008 (art. 180) e dalla **Direttiva 2013/35/UE** (recepita in Italia con il D.Lgs. 159 del 1 agosto 2016) ai fini della valutazione dell'esposizione professionale dei singoli operatori: quanto prescritto dalla norma di prodotto potrebbe infatti non garantire l'esclusione degli stessi dalla categoria dei lavoratori esposti.

L'aspetto elettromagnetico (EMC)

Uno degli aspetti della sicurezza senz'altro da non sottovalutare è poi quello relativo alla compatibilità elettromagnetica.

La questione, ben trattata nella norma collaterale **CEI EN 60601-1-2**, interessa qualsiasi tipo di apparecchio e sistema elettromedicale e deve essere affrontata partendo dalle indicazioni fornite dai

fabbricanti degli apparecchi nei rispettivi manuali d'uso.

Per quanto il fabbricante sia tenuto a garantire un buon livello di compatibilità delle proprie apparecchiature (talvolta particolarmente elevato in relazione alla funzione dell'apparecchio stesso) e a conformarsi ai livelli previsti dalle normative del settore EMC, i margini che lo stesso può prevedere non garantiscono necessariamente il buon funzionamento e la sicurezza dell'apparecchio o del sistema quando, nell'ambiente elettromagnetico di utilizzo da lui previsto, vengano superati detti livelli e limiti normativi.

Per questo motivo i fabbricanti virtuosi dedicano svariate pagine dei loro manuali d'uso all'argomento, inserendo avvertenze, spesso disattese, che indichino all'installatore e all'utilizzatore finale i corretti comportamenti da adottare per ridurre al minimo i rischi dovuti al pericolo elettromagnetico.

Mentre per l'aspetto della sicurezza elettrica la citata norma CEI EN 62353 prescrive prove e misure atte a valutare lo stato di sicurezza di un apparecchio o di un sistema (non la sua conformità alle norme di prodotto, sia ben inteso), per quanto riguarda la problematica EMC non v'è alcuna indicazione normativa su come "sorvegliare" le apparecchiature una volta installate.

Come quindi verificare la presenza di perturbazioni elettromagnetiche in prossimità di apparecchi per valutarne i livelli, la compatibilità con le apparecchiature e gli eventuali effetti sul loro regolare funzionamento?

Ad oggi non esiste uno standard normativo ad hoc: occorre ancora una volta fare riferimento alla normativa cogente (D.Lgs. 81/2008 e D.Lgs. 159/2016), a quella tecnica

(CEI EN 60601-1-2 e relative norme del comitato CEI 211), nonché alle indicazioni presenti nei manuali d'uso delle apparecchiature.

Sulla base di tali riferimenti è possibile quindi stabilire opportuni protocolli di verifica periodica, almeno su alcuni aspetti, che contribuiscano a migliorare il livello di sicurezza generale degli apparecchi.

La questione impiantistica

Non ultima da affrontare è la questione **impiantistica**: la quasi totalità delle apparecchiature elettromedicali è alimentata dagli impianti elettrici della struttura nella quale è installata.

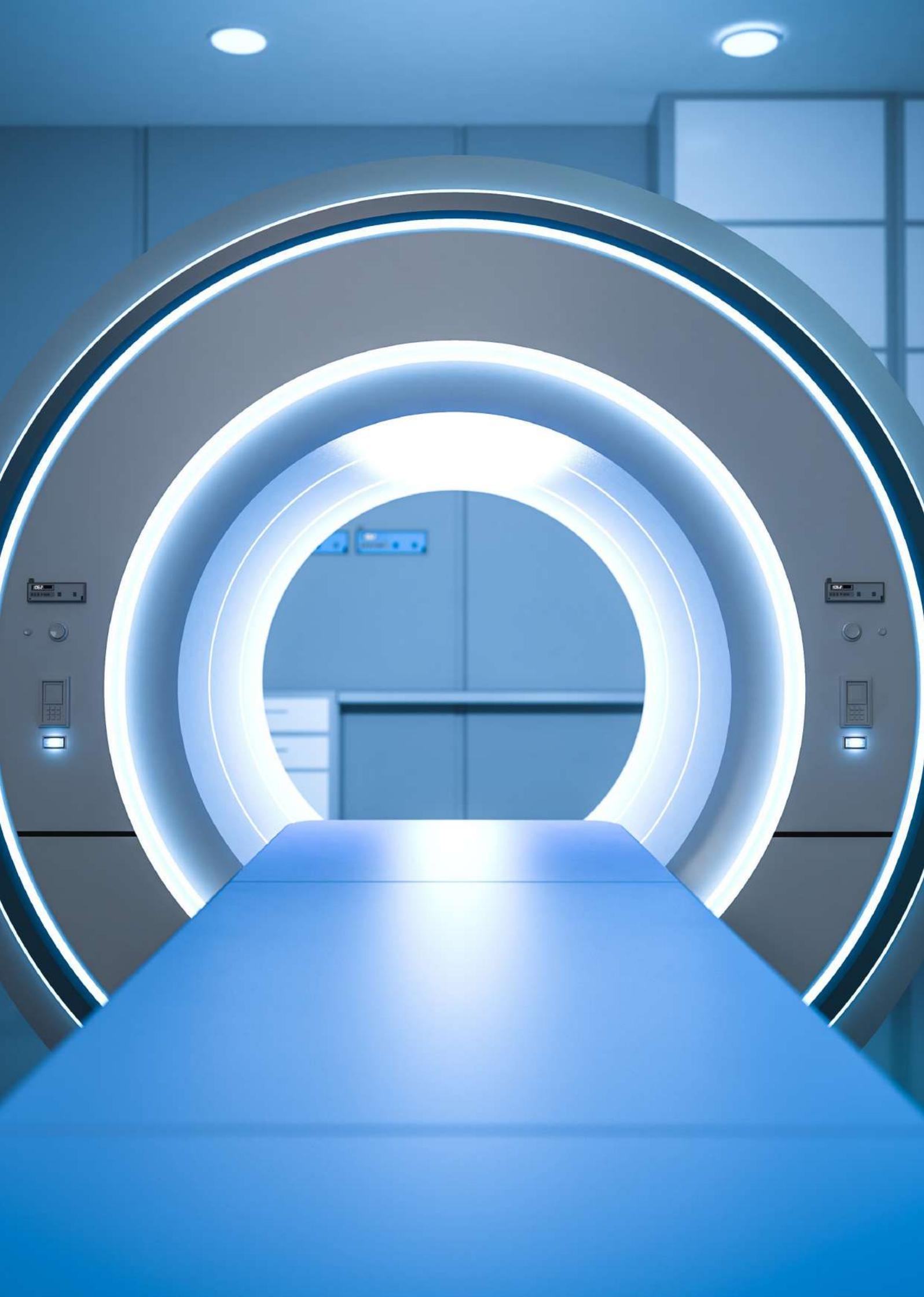
Ciò significa che la sicurezza dell'apparecchiatura non può essere slegata da quella degli impianti stessi, in particolare quando l'apparecchio affida buona parte della sua sicurezza elettrica ed elettromagnetica al circuito di terra di protezione (apparecchi di **classe I**).

Si ricordi però che è parte integrante della sicurezza anche la funzionalità dell'apparecchio stesso e qualora vi fossero malfunzionamenti o discontinuità di esercizio degli impianti, indipendentemente dalla classe dell'apparecchio, potrebbero verificarsi incidenti più o meno gravi in particolare a carico dei pazienti.

La Norma CEI 64-8/710 indica quali livelli di sicurezza devono essere garantiti dagli impianti presenti nei locali medici, proprio in considerazione del fatto che in tali locali sono presenti ed operano, a vario titolo, le diverse tecnologie biomediche.

Al termine di questa breve disamina sulla sicurezza delle apparecchiature elettromedicali nel comparto sanitario possiamo senz'altro concludere che tale sicurezza va progettata, programmata, gestita, organizzata e supervisionata regolarmente mediante atti e azioni specifiche, con l'ausilio di personale di elevato livello e competenza professionale riconosciuta e certamente non lasciata all'improvvisazione di quanti, nell'inosservanza dei documenti legislativi e normativi citati, ancora oggi si propongono e, ahimè, nonostante tutto operano per gestire una così importante, complessa ed articolata problematica nell'interesse della collettività. Ancora una volta ANTEV sottopone alle istituzioni la problematica della competenza dei tecnici che la Legge 4/2013, solo in parte, ha tentato di esaurire senza riuscirci.

Costantino Antonio Carraro



Restauro delle zone umide costiere per la mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici

Il potenziamento della rete elettrica nazionale rappresenta una grande “leva” per lo sviluppo territoriale, come nel caso del possibile ruolo centrale della Sicilia come hub elettrico del Mediterraneo

I risultati forniti dal sesto rapporto di valutazione (AR6) dell'Intergovernmental Panel on Climate Change evidenziano che gli eventi meteorologici estremi, resi più probabili e più gravi a causa dei mutamenti del clima, stanno causando danni senza precedenti, che assumono ancor più rilievo negli ecosistemi di per sé più vulnerabili, quali le zone umide costiere (IPCC, 2021).

L'innalzamento del livello medio del mare, l'aumento dell'intensità e della frequenza di eventi estremi e l'aggravio dei fenomeni di erosione costiera sono tra i primi segnali del cambiamento del clima marino. Gli impatti del cambiamento climatico espongono le aree costiere a rischi di varia natura che interessano, oltre che i litorali, anche le aree urbane e gli ecosistemi terrestri e acquatici siti in prossimità della costa.

Alla categoria degli ecosistemi acquatici appartengono le zone umide costiere. Recenti studi condotti su alcune zone umide appartenenti al bacino del Mediterraneo mostrano come il ripristino degli ambienti lagunari può

costituire una soluzione naturale per la mitigazione degli effetti del cambiamento climatico sulle coste (Narayan et al., 2017). Gli ambienti lagunari costieri costituiscono delle aree di transizione tra la terra e il mare; essi oltre ad avere un altissimo pregio naturalistico, in quanto forniscono importanti servizi ecosistemici quali la regolazione dei flussi idrologici, la depurazione delle acque, la protezione dai fenomeni di erosione, la tutela della biodiversità e un'importante funzione di sequestro di carbonio, difendono naturalmente la costa dai fenomeni di erosione e dal rischio di allagamento, aggravati dai mutamenti del clima.

Lo studio che qui si presenta si prefigge di valutare gli impatti del cambiamento climatico per alcune zone umide presenti nel territorio siciliano, con particolare riferimento ai Pantani Cuba e Longarini ubicati nell'area Sud-Orientale della regione Sicilia. L'obiettivo è dimostrare come il ripristino di queste zone umide costiere costituisca una soluzione sostenibile per la mitigazione degli impatti dei cambiamenti climatici sulle coste

e in particolare per ridurre il rischio di inondazione. A tal fine, si è posta l'attenzione sugli effetti della variazione delle caratteristiche del moto ondoso estremo, dell'incremento del livello medio del mare e della presenza di vegetazione autoctona sui processi di allagamento nelle aree adiacenti alla costa.

Si mira dunque a valutare come l'intervento di ripristino della flora locale possa contribuire a difendere la costa dall'azione del moto ondoso ed a mitigare i fenomeni di allagamento costiero.

CASO STUDIO

L'area oggetto di questo studio, come già accennato, è la zona umida costiera dei Pantani Cuba e Longarini, appartenenti ai Pantani della Sicilia Sud-Orientale, situati tra comuni di Ispica, Pachino e Noto, alle spalle della frazione di Granelli, in provincia di Siracusa (Figura 1). La storia di questi pantani ha origine antica in quanto in passato al loro posto vi era un porto interno, anche noto come Porto Ulisse, collegato al mare mediante un canale che consentiva alle imbarcazioni mercantili di approdare in uno specchio d'acqua protetto. Negli anni, le attività di bonifica condotte al fine di risanare gli ambienti palustri e lo sfruttamento delle risorse offerte dal luogo, hanno significativamente alterato il territorio e gli habitat naturali di numerose specie terrestri e acquatiche. Oggi una fascia dunale, fortemente urbanizzata, chiude il collegamento del mare con i pantani.

Le loro acque salmastre sono alimentate in parte dal regime fluviale confluyente nel bacino endoreico (depressione Ispica-Capopassero) e in parte dall'apporto marino che confluisce alle zone umide per infiltrazione nella fascia dunale.

I Pantani Cuba e Longarini sono siti di elevato interesse naturalistico e, oltre ad appartenere alla convenzione RAMSAR, fanno parte di un'area inserita all'interno della Rete Natura 2000 elevata a Zona di Protezione Speciale (ZPS) istituita ai sensi della Direttiva Uccelli 2009/147/CE e di Sito di Interesse Comunitario (SIC) ai sensi della Direttiva Habitat 92/43/CEE.

METODOLOGIA, DATI ED ELABORAZIONI EFFETTUATE

Al fine di raggiungere gli obiettivi prefissati, è stata sviluppata una catena modellistica articolata in



Fig 1 (a) Inquadramento territoriale dei Pantani della Sicilia Sud-Orientale: le zone protette fornite dal SISR sono indicate in giallo; (b) dettaglio sui Pantani Longarini e Cuba siti nei pressi della frazione di Granelli indicata in rosso; (c) e (d) immagini illustrative dei Pantani, rispettivamente Longarini e Cuba.

due fasi di seguito discusse. La prima fase ha riguardato la raccolta di dati e materiali necessari per condurre le analisi successive. In particolare, sono state utilizzate:

- serie storiche ondamiche e di proiezione costituite da dati di altezza d'onda significativa, periodo di picco e direzione media di propagazione delle onde per il periodo presente e per diversi scenari futuri;
- serie di proiezione sull'innalzamento del livello medio del mare per gli scenari futuri considerati;
- dati sulla gestione eco-idraulica delle zone umide;
- informazioni sulle quote altimetriche e batimetriche dell'area di studio.

La fase successiva è stata finalizzata alla creazione di un modello idrodinamico di allagamento costiero, basato sulla combinazione dei modelli SWAN (Booij et al., 1996) e Xbeach (McCall et al., 2010), per il sito in esame. Con tale modello **si intende propagare il moto ondoso dal largo alla riva e simulare gli allagamenti dovuti sia agli eventi estremi di moto ondoso sia all'innalzamento del livello medio del mare**. In particolare, il modello SWAN, note in input le caratteristiche del moto ondoso estremo (H_s , T_p e θ), consente di simulare la propagazione del moto ondoso dal largo alla costa, includendo i processi di shoaling e rifrazione dovuti all'eventuale variazione della pendenza del fondale, e di riflessione e diffrazione dovuti all'interazione delle onde con ostacoli, restituendo in output gli spettri di moto ondoso sottocosta. Quest'ultimi, insieme al DTM del sito, ai dati batimetrici ed alle informazioni sulla vegetazione autoctona costituiscono gli input forniti al modello Xbeach, il quale

ha permesso di valutare qualitativamente e quantitativamente i processi di allagamento provocati dall'azione del moto ondoso e dalla variazione del livello del mare che interessano l'area di studio, restituendo in output le superfici ed i volumi allagati.

I dati utilizzati per caratterizzare il moto ondoso del sito di Graneli comprendono serie storiche di altezza d'onda significativa, periodo di picco e direzione media di propagazione delle onde provenienti da modelli diversi. Dal modello di rianalisi utilizzato dal Servizio di monitoraggio dell'ambiente marino di Copernicus, sono state reperite le serie ondamiche per il periodo presente (1993-2021), nel seguito citate come "dati CMEMS"; da modelli di proiezione del clima ondoso (Deltares Global Tide and Surge Model), sono state considerate delle serie ondamiche sia per il periodo presente (1993-2005) sia per gli scenari futuri RCP4.5 e RCP8.5 (2041-2100), nel seguito citati come "scenari HIST".

I dati ondametrici sono stati elaborati con un'analisi direzionale degli eventi estremi sulle serie di

altezza d'onda significativa fornite dal modello di proiezione al fine di ottenere le caratteristiche del moto ondoso estremo a largo di Graneli. Queste serie sono state suddivise in funzione della loro direzione di provenienza, in 8 settori mostrati in Figura 2. Per ciascun settore, è stata quindi scelta la funzione di distribuzione di probabilità che meglio si adattava al campione al fine di ottenere l'altezza d'onda significativa e il corrispondente periodo di picco, di fissato tempo di ritorno ($T_r = 100$ anni). Si è scelto di attenzionare i settori 1 e 8 in quanto ad essi corrispondono le direzioni di maggiore incidenza del moto ondoso.

I risultati dell'analisi del moto ondoso estremo, riassunti in Tabella 1, costituiscono i parametri da dare in input al modello idrodinamico realizzato per il paragio in esame, i quali, insieme ai dati sull'innalzamento del livello medio del mare (reperiti dagli stessi modelli citati per le serie ondamiche), al Digital Terrain Model (DTM) del sito (reperito dal Sistema Informativo Territoriale Regionale, con risoluzione 2x2m) e alle batimetrie del fondale anti-

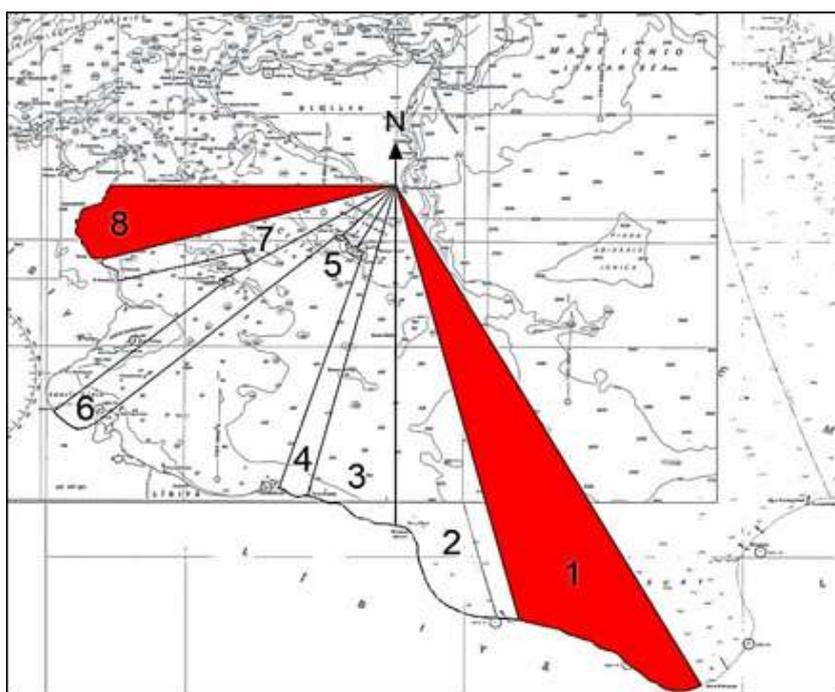


Fig. 2 Suddivisione della traversia geografica in 8 direzioni di propagazione del moto ondoso

stante l'area in esame (ricostruite mediante rilievi condotti con ecoscandagli), ha permesso di simulare la propagazione del moto ondoso dal largo alla riva e di ottenere gli spettri del moto ondoso sottocosta, per un totale di 10 diversi scenari. Noti gli spettri, il modello di allagamento dell'area di studio ha permesso di ottenere le mappe degli allagamenti relative a ciascuno scenario di simulazione per tre casi: vegetazione assente, vegetazione per lo stato di fatto e vegetazione per una prima ipotesi di intervento di ripristino. La modellazione della vegetazione è stata suddivisa in tre fasi: posizionamento, scelta e caratterizzazione delle specie vegetali. Sulla base della "Carta EUNIS" sono stati definiti gli habitat presenti nel sito ottenendo così il posizionamento e la tipologia delle comunità vegetali. Per ciascuna comunità è stata scelta una specie rappresentativa ed è stata ipotizzata una distribuzione

omogenea della vegetazione. La caratterizzazione della vegetazione è stata basata sullo studio di Van Rooijen et al. (2015) che prevede la schematizzazione della vegetazione suddividendola in sezioni verticali e per ciascuna di esse vengono definiti: altezza della sezione (ah), coefficiente di drag (Cd), diametro della sezione (bv) e densità della vegetazione (N). La definizione di questi parametri consente di caratterizzare la vegetazione ed implementarla nel modello di allagamento. **Tramite un approfondito lavoro di ricerca sulla letteratura in merito sono state determinate le caratteristiche necessarie al fine della modellazione di ogni specie.**

RISULTATI E CONCLUSIONI

Dai risultati ottenuti dall'analisi degli eventi estremi è emerso che la Pareto è la funzione di distribuzione che ben si adatta al campione, per cui si è deciso di utilizzare

quest'ultima per il calcolo delle altezze d'onda significativa estreme. Da un primo confronto tra gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 si trova che per il futuro si avranno delle altezze d'onda significativa estreme maggiori che allo scenario HIST. I dati sulle caratteristiche del moto ondoso estremo sono stati poi elaborati e organizzati in modo da creare degli scenari per il presente e per il futuro con cui effettuare le simulazioni degli allagamenti.

Inoltre i risultati ottenuti dal modello hanno in primo luogo evidenziato delle superfici di allagamento maggiori per tutte le simulazioni effettuate con direzione del moto ondoso da Sud-Est, che in generale presenta un maggiore contributo energetico rispetto alla direzione Ovest, sia per il presente che per il futuro. In seguito, è stato effettuato un confronto tra le simulazioni di allagamento degli scenari presenti e futuri, valutando come la variazione dell'altezza d'onda significativa estrema e del livello del mare dovuti agli effetti dei cambiamenti climatici influenzano il fenomeno dell'allagamento costiero. **Il confronto, avvenuto tra le simulazioni ha messo in luce che, nel sito di interesse, nel prossimo futuro si manifesteranno superfici di allagamento maggiori rispetto a quelle attuali.** Nello specifico, con riferimento allo scenario più gravoso mostrato in Figura 3, si è dimostrato che nonostante l'aumento della frequenza e dell'intensità delle mareggiate e l'innalzamento del livello medio del mare, l'intervento di ripristino della flora locale sia una valida soluzione per la mitigazione del rischio di allagamento. Infatti, dal confronto degli allagamenti nelle aree cittadine tra i casi analizzati (vegetazione assente, vegetazione stato di fatto e vegetazione intervento), è stata verificata una riduzione del-

(a)

Simulazione	Scenario	Finestra	Direzione	Hs (m)	Tp (s)	SLR (m)
1	Presente	1993-2021	Settore 1	3,42	9,12	0
2	Presente	1993-2022	Settore 8	6,01	10,55	0
3	RCP4.5	2056-2084	Settore 1	7,32	11,28	0,41
4	RCP4.5	2072-2100	Settore 1	6,78	11,03	0,51
5	RCP4.5	2056-2084	Settore 8	7,66	11,42	0,41
6	RCP4.5	2072-2100	Settore 8	10,19	12,41	0,51
7	RCP8.5	2056-2084	Settore 1	5,85	9,50	0,51
8	RCP8.5	2072-2100	Settore 1	5,16	9,23	0,63
9	RCP8.5	2056-2084	Settore 8	8,02	10,06	0,51
10	RCP8.5	2072-2100	Settore 8	7,74	9,98	0,63

(b)

Specie	nsec	ah (m)	Cd	bv (m)	N (stem/m2)
Phragmites Australis	2	0,25	0,86	0,006	110
		2	0,86	0,026	110
Ammophila Arenaria	1	1	0,7	0,0025	260
Spartina Alterniflora	1	0,62	1	0,003	400

Tabella 1 Scenari di simulazione per il modello accoppiato SWAN-Xbeach: (a) caratteristiche del moto ondoso estremo al largo e dati di proiezione sull'innalzamento del livello medio del mare per ciascuno scenario di simulazione; (b) caratteristiche della vegetazione adottate.

le superfici inondate, dovuta al ripristino della vegetazione, del:

- 34% per l'allagamento generato dalle forzanti moto ondoso e innalzamento del livello del mare;
- 42% per l'allagamento generato solo dall'azione del moto ondoso.

Elena De Maria e Stefano Antoci

BIBLIOGRAFIA

Booij, N., Holthuijsen, L. H., & Ris, R. C. (1996). The "SWAN" wave model for shallow water. *Coastal Engineering Proceedings*, (25);

IPCC, 2021: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp.

McCall R.T., Van Thiel de Vries J.S.M., Plant N.G., Van Dongeren A.R., Roelvink J.A., Thompson D.M., Reniers A.J.H.M. (2010). Two-dimensional time dependent hurricane overwash and erosion modeling at Santa Rosa Island. *Coastal Engineering*, 57 (7), pp. 668 – 683.

Narayan, S., Beck, M. W., Wilson, P., Thomas, C. J., Guerrero, A., Shepard, C. C., ... & Trespalacios, D. (2017). The value of coastal wetlands for flood damage reduction in the northeastern USA. *Scientific reports*, 7(1), 1-12.

Van Rooijen, A. A., Van Thiel de Vries, J. S. M., McCall, R. T., Van Dongeren, A. R., Roelvink, J. A., & Reniers, A. J. H. M. (2015). Modeling of wave attenuation by vegetation with XBeach. In *E-proceedings of the 36th IAHR World Congress*, The Hague, the Netherlands, 28 June-3 July 2015. IAHR.

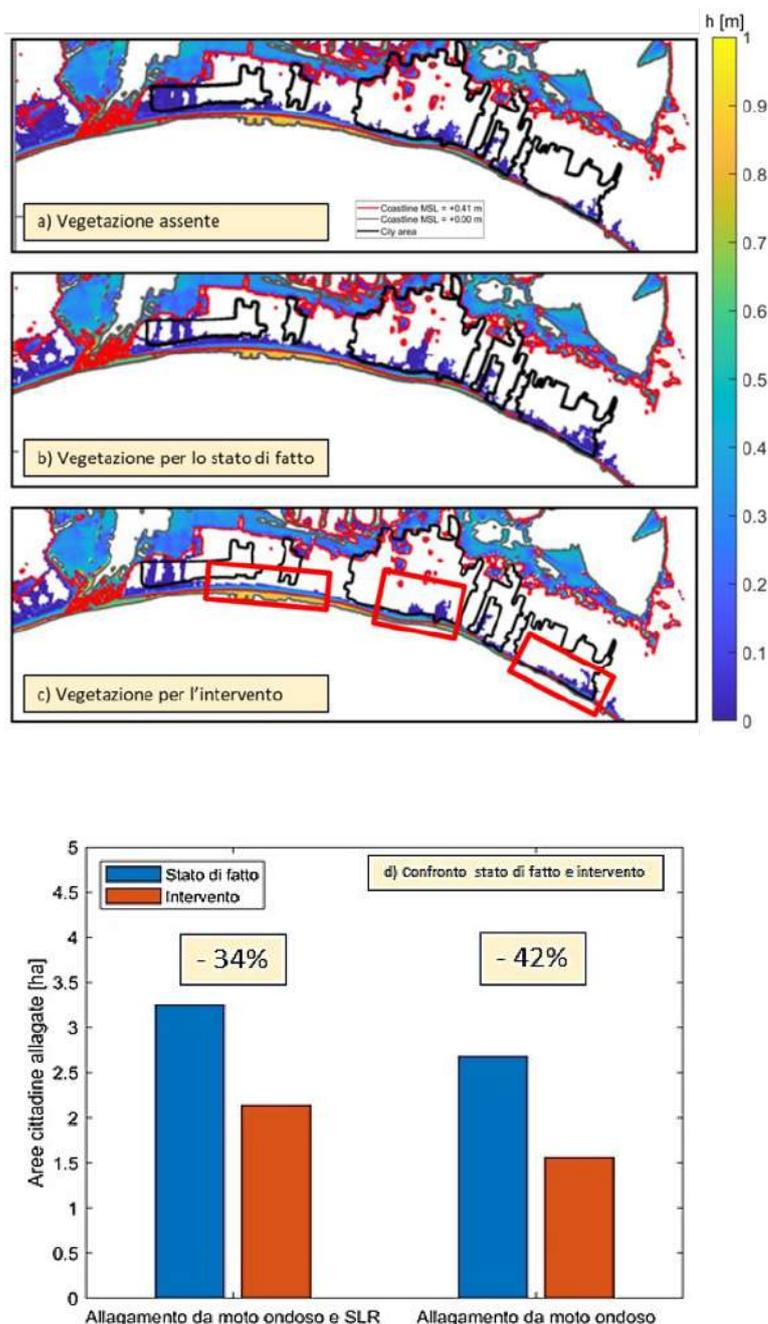


Fig. 3 Confronto delle aree allagate nei centri abitati per la simulazione 4 (RCP 4.5, HS = 6.78 m, direzione = 157.5 °N, +0.51 MSL): a) vegetazione assente; b) stato di fatto; c) intervento; d) si illustra il confronto tra le aree cittadine allagate allo stato vegetativo attuale ed a seguito dell'intervento di ripristino ipotizzato.

Riqualificazione di edifici esistenti mediante tetti verdi

Analisi critica degli aspetti strutturali

Una delle principali sfide per le città del futuro è la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici [1]. Di conseguenza, negli ultimi anni, ricercatori e progettisti hanno proposto soluzioni tecnologiche innovative che impiegano materiali ecocompatibili e che hanno l'obiettivo di ridurre sia il consumo energetico degli edifici che l'emissione dei gas serra in atmosfera legata al settore delle costruzioni [2-4]. Per raggiungere i suddetti obiettivi, è necessario intervenire sugli edifici esistenti realizzati nelle aree maggiormente urbanizzate, in quanto queste ultime sono caratterizzate ampie superfici impermeabili all'acqua e, pertanto, sono soggette al fenomeno dell'isola di calore (temperature dell'aria più elevate nei centri urbani rispetto a quelle misurate nelle zone agricole periferiche) [5]. Wang et al. [6] hanno valutato diverse strategie che è possibile adottare per mitigare gli effetti dell'isola di calore nel contesto urbano di Toronto. Nella suddetta ricerca, gli autori hanno riscontrato che un aumento del 10% della vegetazione urbana può ridurre la temperatura dell'aria e quella media radiante fino a 0,8 °C.

I tetti verdi rappresentano una valida soluzione per la mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici nelle città, in quanto aumentano la ritenzione dell'acqua piovana [7,8] migliorando al contempo le prestazioni energetiche degli edifici esistenti [9,10]. Nonostante l'aumento del numero di ricerche e delle installazioni dei tetti verdi, legato

soprattutto ad un crescente interesse da parte della comunità scientifica internazionale e ad una maggiore consapevolezza dei molteplici benefici dei tetti verdi, solamente pochi studi hanno analizzato le prestazioni dei tetti verdi quando installati su edifici esistenti. I risultati ottenuti da studi preliminari dimostrano che i benefici dei tetti verdi sono ridotti quando la copertura ha un elevato spessore di isolamento termico, come nel caso di edifici di nuova costruzione [11]. Al contrario, l'utilizzo dei tetti verdi per la riqualificazione di edifici esistenti, ovvero costruiti prima dell'entrata in vigore delle norme per il contenimento di consumi energetici degli edifici (anni '80), caratterizzati da un ridotto livello di isolamento termico, consente di ridurre il consumo di energia degli edifici e di massimizzare i benefici economici.

La maggior parte degli edifici esistenti, infatti, è stata realizzata prima dell'entrata in vigore delle leggi che regolano i consumi energetici degli edifici. Inoltre, in molte città, le aree disponibili per la costruzione di nuovi edifici sono limitate [12]. Nel 2010, Castleton et al. [13] hanno valutato la possibilità di installare i tetti verdi su edifici esistenti. Dopo aver analizzato la letteratura scientifica, gli autori hanno determinato i costi economici e le implicazioni strutturali dei tetti verdi quando utilizzati per la riqualificazione di edifici esistenti, dimostrando che il peso di un tetto verde saturo piantato con Sedum varia tra 0,49 e 0,96 kN/

m². Berardi [14] ha analizzato i benefici sul consumo di energia e sul microclima legati all'impiego dei tetti verdi nei casi di riqualificazione di caso di studio in un campus universitario di Toronto. I risultati dell'analisi microclimatica hanno dimostrato che **la riqualificazione dell'edificio mediante il tetto verde ha avuto un notevole impatto sul microclima in prossimità del tetto, con riduzione della temperatura dell'aria compresa tra 1,1 °C e 2,0 °C**, ottenendo un lieve effetto di raffreddamento anche a livello pedonale, con riduzione della temperatura dell'aria compresa tra 0,4 °C e 0,7 °C. Inoltre, è stato trovato che l'impiego dei tetti verdi ha ridotto il consumo energetico annuo di 10 kWh×m⁻²×y⁻¹. Silva et al. [15] hanno rilevato che il 79% della superficie di Lisbona è adatto per l'installazione dei tetti verdi.

Ad oggi, le ricerche si sono concentrate principalmente sulla valutazione dei benefici energetici associati all'installazione dei tetti verdi sugli edifici esistenti. Tuttavia, non sono stati trovati studi che hanno verificato se le soluzioni commerciali e sperimentali di tetti verdi, costituite da diversi materiali per il substrato e lo strato di drenaggio, possano essere impiegate per la riqualificazione degli edifici esistenti sulla base di un'analisi preliminare di fattibilità strutturale.

Nel presente capitolo è stata svolta un'analisi di fattibilità strutturale preliminare sull'utilizzo dei tetti verdi per la riqualificazione di edifici esistenti. A tal

fine, sono stati considerati una vasta gamma di soluzioni di tetti verdi che impiegano diversi materiali per il substrato e lo strato di drenaggio. Il sovraccarico derivante dall'impiego di ciascuna soluzione è stato valutato nella condizione più sfavorevole, ovvero quando il substrato è saturo d'acqua, e confrontato con il limite di carico che è possibile applicare sulla copertura esistente.

Modalità di determinazione del carico aggiuntivo sulla struttura della copertura

La prima fase del progetto di riqualificazione di un edificio esistente con un tetto verde consiste nel determinare la capacità portante della struttura di copertura. Considerato che il tetto verde aumenta il carico agente sulla copertura, è necessario determinare il sovraccarico in relazione alle di-

verse configurazioni del tetto verde e confrontarlo con la capacità portante residua della struttura dell'edificio. Al fine di evitare un dispendioso adeguamento strutturale che scaturirebbe dall'installazione di un tetto verde che supera la capacità portante della copertura esistente, è necessario mantenere il peso del tetto verde al di sotto del suddetto limite di carico. **Tuttavia, quando i progettisti valutano il sovraccarico sulle strutture esistenti, di solito viene considerato il peso specifico dei materiali e lo spessore degli strati utilizzati nel sistema di tetto verde in condizioni asciutte, non considerando quindi il sostanziale aumento del peso del tetto verde dovuto alla quantità di acqua assorbita dal substrato.** Infatti, lo strato di terreno riceve l'acqua sia dall'impianto di irrigazione sia dalle precipitazioni atmosferiche,

a sua volta cedendo l'acqua in eccesso tramite il sistema di drenaggio e per evapotraspirazione. A seguito di abbondanti piogge, il substrato diventa saturo e il tetto verde raggiunge il suo peso massimo in condizioni d'esercizio. In base alla normativa europea, il carico che può essere applicato sui tetti piani degli edifici residenziali esistenti è di 200 kg/m² (circa 1,96 kN/m²). Il suddetto valore corrisponde a tetti piani che sono stati considerati come calpestabili in fase di progettazione della struttura dell'edificio. Tuttavia, non tutto il sovraccarico di 200 kg/m² può essere utilizzato per l'installazione del tetto verde. Infatti, un carico residuo di 0,5 kN/m² deve essere considerato per l'esecuzione delle operazioni di manutenzione. Pertanto, il massimo carico aggiuntivo disponibile per l'installazione di un tetto

Campione	Torba di cocco %	Compost %	Rifiuti frantumati %	Sabbia %	Pozzolana %	Silice porosa %	Ardesia espansa %	Argilla espansa %
Sub 1	0	40	0	20	40	0	0	0
Sub 2	25	25	40	10	0	0	0	0
Sub 3	N/A	6	N/A	N/A	N/A	0	0	0
Sub 4	25	40	5	5	0	0	0	0
Sub 5	60	15	5	5	0	0	0	0
Sub 6	0	10	40	40	0	50	0	0
Sub 7	0	0	50	50	0	50	0	0
Sub 8	0	0	25	25	0	75	0	0
Sub 9	0	10	15	15	0	75	0	0
Sub 10	0	10	40	40	0	0	50	0
Sub 11	0	0	50	50	0	0	50	0
Sub 12	0	0	25	25	0	0	75	0
Sub 13	0	10	15	15	0	0	75	0
Sub 14	0	10	40	40	0	0	0	50
Sub 15	0	0	50	50	0	0	0	50
Sub 16	0	0	25	25	0	0	0	75
Sub 17	0	10	15	15	0	0	0	75

Tabella 1. Composizione dei differenti substrati analizzati

verde su un edificio esistente è di 1,46 kN/m².

In questo studio, sono stati confrontati i pesi di diciassette substrati commerciali e di tre materiali granulari impiegati per lo strato di drenaggio. Il peso dei suddetti materiali dipende dal loro stato di compattazione, che a sua volta è funzione dell'indice dei vuoti, e dalla porosità dei materiali utilizzati. Tuttavia, per le normali procedure di posa del tetto verde, la compattazione è quasi costante nel tempo (dopo la fase di assestamento iniziale in seguito all'installazione). La Tabella 1 mostra la composizione dei vari substrati analizzati, caratterizzati da un'ampia varietà di materiali impiegati.

Le caratteristiche termiche e fisiche dei suddetti substrati commerciali sono state determinate in precedenti studi sperimentali [16,17]. Le proprietà analizzate, tuttavia, non includono il peso del substrato in condizioni di saturazione. Pertanto, quest'ultimo è stato calcolato (secondo le indicazioni fornite in [18]) usando la seguente equazione che correla la densità secca γ_d con la densità satura γ_s del substrato:

$$\gamma_s = \gamma_d + n \gamma_w$$

dove γ_w è la densità dell'acqua (1.000 kg/m³) ed n è la porosità del substrato espressa come percentuale del volume dei vuoti. La Tabella 2 mostra i diversi tipi di materiali drenanti analizzati. La perlite e l'argilla espansa sono soluzioni commerciali di drenaggio, mentre i granuli di gomma sono una soluzione innovativa rispetto a quelle attualmente in commercio per i tetti verdi, derivanti dal riciclo degli pneumatici usati e dismessi. Le prestazioni termiche e le caratteristiche fisiche dei materiali drenanti commerciali sono state valutate utilizzando le schede tecniche dei prodotti in commercio, mentre le

Drainage material	Density [kg/m ³]	Thermal Conductivity [W/mK]
Perlite	100	0,066
Expand clay	300	0,10
Rubber crumb	480	0,15

Tabella 2. Proprietà fisiche e termiche dei materiali granulari usati per il drenaggio

prestazioni dei granuli di gomma sono state valutate in precedenti studi di ricerca [19].

Considerato che il peso dei granuli di gomma dipende dalla dimensione delle particelle del materiale, è stato selezionato il materiale a densità inferiore, al fine di aumentare il meno possibile il sovraccarico sul tetto esistente. Tuttavia, come si evince dalla Tabella 2, tra i materiali di drenaggio studiati, i granuli di gomma hanno la densità e la conducibilità termica più elevate. Pertanto, il vantaggio principale legato all'impiego dei granuli di gomma deriva dalla loro natura di essere un materiale riciclato con ridotti impatti ambientali. I substrati e i drenaggi sopra de-

scritti sono stati combinati al fine di confrontare i carichi aggiuntivi determinati dalle diverse soluzioni di tetto verde. Ciò ha reso possibile individuare le combinazioni idonee per la riqualificazione di edifici esistenti.

Risultati dell'analisi dei carichi

Dall'analisi dei risultati è emerso che **vi sono significative differenze** tra la densità secca e la densità calcolata in condizioni di saturazione dovute principalmente alla differente composizione dei substrati riportata in Tabella 1. Infatti, i substrati più leggeri, come Sub4 e Sub5, sono costituiti principalmente da torba di cocco e compost, che sono materiali con ridotti valori di densità a secco (rispettivamente 0,07 g/cm³

Sample identifier	Densità secca [kg/m ³]	Densità satura [kg/m ³]
Sub1	788	1490
Sub2	923	1560
Sub3	1360	2010
Sub4	546	1320
Sub5	375	1220
Sub6	1050	1750
Sub7	1020	1720
Sub8	730	1430
Sub9	680	1380
Sub10	1430	2130
Sub11	1490	2190
Sub12	1240	1940
Sub13	1250	1950
Sub14	1290	1990
Sub15	1410	2110
Sub16	1280	1980
Sub17	1150	1850

Tabella 3. Densità secca e satura dei substrati

e 0,24 g/cm³), mentre substrati più pesanti, come Sub1 e Sub2, hanno un'elevata percentuale di rifiuti frantumati provenienti dalle demolizioni eseguite nei cantieri edili (densità a secco di 0,494 g/cm³), sabbia (densità a secco di 0,457 g/cm³), e pozzolana. Inoltre, substrati leggeri come Sub8 e Sub9 sono composti da elevate percentuali di silice porosa.

Sulla base degli spessori dello strato di drenaggio e del substrato, 6 cm e 10 cm rispettivamente, è stato calcolato il carico aggiuntivo delle diverse configurazioni di tetto verde (Tabella 4). I risultati mostrano che, considerando la capacità portante residua del tetto esistente calcolata nel precedente paragrafo (1,46 kN/m²),

soltanto poche soluzioni di tetto verde sono idonee ad essere impiegate per la riqualificazione di edifici esistenti. In particolare, come evidenziato nella Tabella 4, sono idonei quattro substrati con la perlite, due substrati con l'argilla espansa e un solo substrato con i granuli di gomma. Tuttavia, l'argilla espansa e la perlite, a differenza dei granuli di gomma, sono materiali igroscopici e, pertanto, incrementano il loro peso in funzione della quantità di acqua assorbita. Inoltre, se lo spessore del substrato viene aumentato da 10 cm a 15 cm, nessuna delle soluzioni di tetto verde considerata può essere installata su edifici esistenti senza prevedere interventi di miglioramento delle strutture portanti dell'edificio.

Implicazioni progettuali

In generale, i risultati sopra riportati hanno dimostrato che **solo poche soluzioni di tetto verde sono attualmente idonee per la riqualificazione degli edifici esistenti**. In questo paragrafo sono riportati i principali suggerimenti che i progettisti dovranno prendere in considerazione per rendere possibile l'installazione dei tetti verdi su edifici esistenti. Oltre all'utilizzo di substrati e materiali drenanti più leggeri, si possono adottare diverse strategie per ridurre il peso sul tetto esistente e, quindi, aumentare il numero di soluzioni di tetto verde che è possibile installare. Le suddette strategie includono la rimozione della pavimentazione esistente dalla copertura, spesso realizzata con materiale pesante, come le piastrelle in graniglia di marmo, e del massetto in calcestruzzo. Ad esempio, un tetto costruito con materiali tradizionali pesa circa 25 kg/m², a cui si aggiunge il peso della membrana monostrato di impermeabilizzazione di circa 2,0 kg/m². Tale riduzione di peso contribuirebbe ad incrementare la capacità portante delle strutture esistenti.

Inoltre, al fine di aumentare il numero di soluzioni di tetto verde idonee per la riqualificazione di edifici esistenti, è possibile ridurre la densità saturi dei substrati utilizzati, che, come visto, dipende principalmente dalla densità a secco del materiale. Tale risultato può essere raggiunto utilizzando materiali più leggeri o riducendo l'indice dei vuoti del materiale stesso. Infatti, maggiore è la quantità di vuoti tra una particella e l'altra del materiale, maggiore è la quantità di acqua che può essere immagazzinata nel substrato quando è saturo. Di conseguenza, riducendo l'indice di vuoti diminuisce il peso del substrato saturo. Per ridurre

Sample identifier	Substrate load	Total load (Substrate+Drainage)		
	[kN/m ²]	Perlite [kN/m ²]	Expanded clay [kN/m ²]	Rubber Crumb [kN/m ²]
Sub1	1,46	1,52	1,64	1,74
Sub2	1,53	1,58	1,70	1,80
Sub3	1,97	2,03	2,14	2,25
Sub4	1,29	1,35	1,47	1,57
Sub5	1,20	1,25	1,37	1,47
Sub6	1,72	1,78	1,89	2,00
Sub7	1,69	1,75	1,86	1,97
Sub8	1,40	1,46	1,58	1,68
Sub9	1,35	1,41	1,53	1,63
Sub10	2,09	2,15	2,27	2,37
Sub11	2,15	2,21	2,32	2,43
Sub12	1,90	1,96	2,08	2,18
Sub13	1,91	1,97	2,09	2,19
Sub14	1,95	2,01	2,13	2,23
Sub15	2,07	2,13	2,25	2,35
Sub16	1,94	2,00	2,12	2,22
Sub17	1,81	1,87	1,99	2,09

Tabella 4. Sovraccarico aggiuntivo delle differenti configurazioni di tetto verde

il numero di vuoti, durante l'installazione è necessario utilizzare macchine adatte ad incrementare la compattazione del materiale. Tuttavia, compattando il substrato per ridurre l'indice dei vuoti, a parità di spessore, aumentano sia la quantità di materiale utilizzato che il peso a secco del sistema.

Pertanto, è necessario utilizzare una percentuale maggiore di materiali leggeri nella composizione del substrato, al fine di ridurre l'indice di vuoti senza aumentare il peso del sistema di tetto verde. Inoltre, nelle normali applicazioni del tetto verde, sia il substrato che lo strato drenante vengono installati "a mano" senza l'utilizzo di appositi macchinari compattatori, che avrebbero peraltro lo svantaggio di aumentare sia i costi di produzione che la complessità della lavorazione di installazione del tetto verde. Alla luce delle considerazioni sopra effettuate, è necessario sviluppare nuovi materiali che possano essere impiegati nel substrato e nello strato di drenaggio dei tetti verdi. I suddetti materiali, oltre a provenire da un processo di riciclaggio, devono impiegare materiali leggeri, come la torba di cocco e la silice porosa, in grado di essere utilizzati per la riqualificazione degli edifici esistenti. **È fondamentale, inoltre, che i progettisti tengano conto della densità satura dei materiali durante la fase di progettazione del tetto verde.**

Conclusioni

La ricerca svolta ha evidenziato gli attuali limiti strutturali per l'adozione di tetti verdi per la riqualificazione di edifici esistenti e l'inadeguatezza dei materiali presenti in commercio, fornendo specifiche informazioni sulle diverse configurazioni di tetto verde analizzate.

Infine, i risultati ottenuti hanno sottolineato la necessità di effettuare una scelta appropriata dei materiali e degli spessori relativi ai vari strati del tetto verde. Ciò dovrebbe essere fatto in relazione al carico massimo applicabile sul tetto di un edificio esistente e fornendo informazioni utili ai progettisti in merito ai vincoli presenti.

Stefano Cascone

Bibliografia

1. U. Berardi, A cross-country comparison of the building energy consumptions and their trends, *Resour. Conserv. Recycl.* 123 (2017) 230–241
2. S.B. Sadineni, S. Madala, R.F. Boehm, Passive building energy savings: a review of building envelope components, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 15 (2011) 3617–3631
3. C. Ionescu, T. Baracu, G.E. Vlad, H. Necula, A. Badea, The historical evolution of the energy efficient buildings, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 49 (2015) 243–253
4. S. Cascone, F. Catania, A. Gagliano, G. Sciuto, Energy performance and environmental and economic assessment of the platform frame system with compressed straw, *Energy Build.* 166 (2018) 83–92
5. Z. Ma, P. Cooper, D. Daly, L. Ledo, Existing building retrofits: methodology and state-of-the-art, *Energy Build.* 55 (2012) 889–902
6. Y. Wang, U. Berardi, H. Akbari, Comparing the effects of urban heat island mitigation strategies for Toronto, Canada, *Energy Build.* 114 (2016) 2–19
7. T. Carter, C.R. Jackson, Vegetated roofs for stormwater management at multiple spatial scales, *Landsc. Urban Plann.* 80 (2007) 84–94
8. K.L. Getter, D.B. Rowe, J.A. Andresen, Quantifying the effect of slope on extensive green roof stormwater retention, *Ecol. Eng.* 31 (2007) 225–231
9. G. Virk, A. Jansz, A. Mavrogiani, A. Mylona, J. Stocker, M. Davies, The effectiveness of retrofitted green and cool roofs at reducing overheating in a naturally ventilated office in London: direct and indirect effects in current and future climates, *Indoor Built Environ.* 23 (2014) 504–520
10. A. Gagliano, M. Detommaso, F. Nocera, U. Berardi, The adoption of green roofs for the retrofitting of existing buildings in the Mediterranean climate, *Int. J. Sustain. Build. Technol. Urban Dev.* 7 (2016) 116–129

11. M.M. Liu, Probabilistic prediction of green roof energy performance under parameter uncertainty, *Energy* 77 (2014) 667–674
12. G. Verbeeck, H. Hens, Energy savings in retrofitted dwellings: economically viable? *Energy Build.* 37 (2005) 747–754
13. H.F. Castleton, V. Stovin, S.B.M. Beck, J.B. Davison, Green roofs; Building energy savings and the potential for retrofit, *Energy Build.* 42 (2010) 1582–1591
14. U. Berardi, The outdoor microclimate benefits and energy saving resulting from green roofs retrofits, *Energy Build.* 121 (2016) 217–229
15. C.M. Silva, I. Flores-Colen, M. Antunes, Step-by-step approach to ranking green roof retrofit potential in urban areas: a case study of Lisbon, Portugal, *Urban For. Urban Green.* 25 (2017) 120–129
16. J. Coma, A. de Gracia, M. Chàfer, G. Pérez, L.F. Cabeza, Thermal characterization of different substrates under dried conditions for extensive green roofs, *Energy Build.* 144 (2017) 175–180
17. D.J. Sailor, M. Hagos, An updated and expanded set of thermal property data for green roof growing media, *Energy Build.* 43 (2011) 2298–2303
18. C. Farrell, X.Q. Ang, J.P. Rayner, Water-retention additives increase plant available water in green roof substrates, *Ecol. Eng.* 52 (2013) 112–118
19. G. Pérez, A. Vila, L. Rincón, C. Solé, L.F. Cabeza, Use of rubber crumbs as drainage layer in green roofs as potential energy improvement material, *Build. Environ.* 97 (2012) 347–354

I controlli di accettazione del calcestruzzo previsti dalle NTC 2018 e le criticità da risolvere

Sembra assolutamente necessario che un gruppo di lavoro qualificato, coordinato e composto da esperti rappresentanti di tutte le parti in causa, debba urgentemente occuparsi della revisione del par. 11.2 delle NTC del 2018.

Al problema dei controlli mi sono accostato quando erano ancora vigenti le Norme Tecniche del DM 27 luglio 1985, ho iniziato con un grande Maestro, il prof. Vito ALUNNO ROSSETTI, e dopo ho continuato ad occuparmi di qualità del calcestruzzo e di controlli in genere per tutta la mia carriera professionale, di direttore di laboratorio e di libero professionista. Ritengo però che l'argomento non sia solo legato alla mia esperienza personale ma che sia ancora attuale e di grande interesse per tutti gli addetti ai lavori, come testimoniano i quesiti che non solo io ma tutti gli addetti alla filiera delle costruzioni, in c.a. e c.a.p., riceviamo al riguardo quasi giornalmente. Scorrendo l'evoluzione dei controlli di accettazione: (<https://www.ingenio-web.it/28745-calcestruzzo-evoluzione-ragionata-dei-controlli-di-accettazione-nelle-ntc-dal-1972-ad-oggi>) è evidente come fin da subito questi siano stati caratterizzati da diverse incongruenze e criticità.

Obiettivo di queste riflessioni, sui contenuti del par. 11.2 CALCESTRUZZO delle NTC 2018, è quello di far emergere le criticità e di far cogliere l'urgenza della revisione del par. 11.2 CALCESTRUZZO. Revisione che deve avvenire con la consapevolezza che le prescrizioni relative alla qualità dei materiali non possono essere intese alla stregua di "standard" urbanistici, e quindi potenzialmente sensibili a sollecitazioni "politiche", e per questo spesso interpretate in maniera "soggettiva", ma devono soddisfare il solo fine di garantire la sicurezza d'uso delle "strutture", obiettivo egregiamente sintetizzato dal Regolamento (UE) n. 305 del 9 marzo 2011 che nell'allegato 1 - REQUISITI DI BASE DELLE OPERE DI COSTRUZIONE prevede per il requisito 1:

1. Resistenza meccanica e stabilità

Le opere di costruzione devono essere concepite e realizzate in modo che i carichi cui possono essere sottoposti durante la realizzazione e l'uso non provochino:

- a. il crollo, totale o parziale, della costruzione;
- b. gravi ed inammissibili deformazioni;
- c. danni ad altre parti delle opere di costruzione, o a impianti principali o accessori, in

seguito a una grave deformazione degli elementi portanti;

- d. danni accidentali sproporzionati alla causa che li ha provocati.

Il primo aspetto che, ad una lettura superficiale, può fuorviare ed indurre ad interpretazioni non corrette, riguarda la contraddizione, della quale nel seguito si dà evidenza, in merito alle dimensioni dei provini, infatti se per un verso le NTC 2018 al par. 11.2.1 affermano:

"La classe di resistenza contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica R_{ck} e cilindrica f_{ck} a compressione uniassiale, misurate rispettivamente su cubi di spigolo 150 mm e su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm."

ed è altrettanto vero che la successiva circolare n° 7 del 21-01-2019 par. C11.2.1 conferma:

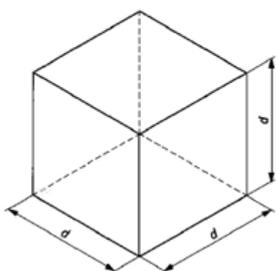
"Per quanto attiene la classe di resistenza, la stessa è individuata esclusivamente dai valori caratteristici delle resistenze cilindrica f_{ck} e cubica R_{ck} a compressione uniassiale, misurate su provini normalizzati e cioè rispettivamente su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm e su cubi di spigolo 150 mm."

il par. 11.2.4 delle stesse NTC 18 testualmente recita:

“Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2012 e UNI EN 12390-2:2009.”

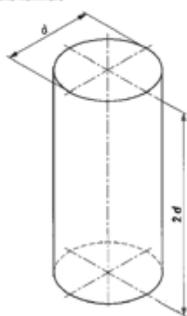
e sostanzialmente smentisce quanto esposto in precedenza, rimandando correttamente, ma in evidente contraddizione con le precedenti affermazioni, alla UNI EN 12390-1:2012 che prevede che il lato del provino cubico, o del diametro del cilindro, sia pari ad almeno 3.5 volte il Dmax dell'aggregato esplicitando la serie di geometrie convenzionali per i provini che sono richiamate nel seguito.

Dimensioni nominali
Cubo - dimensioni nominali



d, mm	100	150	200	250	300
-------	-----	-----	-----	-----	-----

Cilindro - dimensione nominale



d, mm	100	113 ⁴⁾	150	200	250	300
-------	-----	-------------------	-----	-----	-----	-----

(4) Questo cilindro ha una superficie di carico pari a 10 000 mm².

In questo caso l'equivoco, e l'incongruenza, da sanare è rappresentato dalla possibile interpretazione "burocratico-giuridica" che vuole che sullo "standard" prevalga sempre la "norma cogente" che nel caso specifico è rappre-

sentata dal riferimento numerico, imposto apoditticamente alla geometria dei provini, unico ed invariabile nei confronti dell'aggregato, di l =150 mm e h 300 mm, anche se ciò comporta la perdita di ripetibilità della prova e quindi di validità del controllo.

Della correlazione fra la geometria del provino e la dimensione dell'aggregato tramite il suo diametro massimo (Dmax) vi è conferma in una pressoché infinita bibliografia tecnica che si concretizza nel fatto che non variando le dimensioni del provino in funzione del Dmax, non viene garantita la ripetibilità dei risultati e viene quindi vanificata la possibilità di accertare la conformità alle specifiche di progetto dei materiali strutturali, quale è il calcestruzzo. In tal modo viene violato, nella sostanza, il requisito 1 del Regolamento n. 305, testé citato, che richiede per il suo soddisfacimento, fra le altre cose, la verifica di conformità del calcestruzzo mediante l'esecuzione della prova di compressione su cubi, o cilindri, prova che non può essere tecnicamente e sperimentalmente ritenuta "ripetibile" se si trascurano gli effetti della dimensione degli aggregati sulla geometria dei provini.

La proposta di revisione è che queste particolari prescrizioni vengano individuate esclusivamente con riferimento agli "standard", ovvero alle norme UNI, UNI EN per intenderci, rimuovendo dalle NTC ogni altro riferimento numerico.

Il secondo punto che si propone riguarda invece proprio l'applicazione dei controlli di accettazione, che le nostre NTC 2018 prevedono articolati in:

- **controllo tipo A (forfettario)**
Nelle costruzioni con meno di 100 m³ di getto di miscela omo-

genea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.”

1 - Rc,min ≥ Rck - 3,5

2 - Rc,m28 ≥ Rck + 3,5

(N° prelievi: 3)

- **controllo tipo B (statistico)**

1 - Rc,min ≥ Rck - 3,5

3 - Rc,m28 ≥ Rck + 1,48 · s

(N° prelievi ≥ 15)

In una mia precedente nota (www.ingenio-web.it/28254-ntc-2018-e-qualita-del-calcestruzzo-note-sul-sapere-dei-professionisti-e-criticita-dei-controlli-di-accettazione) avevo fatto rilevare come i due controlli non fossero fra loro convergenti come conferma l'esempio che segue:

si consideri la fornitura di un calcestruzzo di classe C32/40, caratterizzata da una serie di 15 prelievi (esempio 1).

Si prevede di applicare il controllo in due tempi, rispettivamente prima il controllo "tipo A" alle serie consecutive (5) di tre prelievi e quindi il controllo "tipo B" alla serie completa di (15) prelievi.

Siano:

Rc,i è la resistenza di prelievo, media di due provini, con i variabile da 1 a 15;

Rc,min,j è la resistenza minima di ciascun gruppo di tre prelievi, con j variabile da 1 a 5;

Rc,m,j è la resistenza media di ciascun gruppo di tre prelievi, con j variabile da 1 a 5;

Rc,min = 40 - 3.5 = 36.5 MPa è il valore di conformità che deve essere soddisfatto nella disegualianza 1, è uguale nei due controlli;

Rc,m = 40 + 3.5 = 43.5 MPa è il

valore di conformità che deve essere soddisfatto nella disequaglianza 2, del controllo "tipo A";
 $s = 9 \text{ MPa}$ è il valore dello scarto quadratico medio della serie completa di 15 prelievi;
 $R_{c,m} = 40 + 1,48 \cdot s = 53,3 \text{ MPa}$ è il valore di conformità che deve essere soddisfatto nella disequaglianza 3, del controllo "tipo B";

esempio 1

Rc,1	Rc,2	Rc,3	Rc,4	Rc,5	Rc,6	Rc,7	Rc,8	Rc,9	Rc,10	Rc,11	Rc,12	Rc,13	Rc,14	Rc,15
44,5	44,1	42,5	45,5	41,5	43,6	43,2	44,5	45,3	65,1	65,9	63,9	53,1	57,7	55,7

Controllo tipo A (forfettario);

$$R_{c,m,1} = 43,7 > 43,5$$

$$R_{c,min,1} = 42,5 > 36,5$$

le due disuguaglianze sono verificate, fornitura conforme.

$$R_{c,m,2} = 43,5 > 43,5$$

$$R_{c,min,2} = 41,5 > 36,5$$

le due disuguaglianze sono verificate, fornitura conforme.

$$R_{c,m,3} = 44,3 > 43,5$$

$$R_{c,min,3} = 43,2 > 36,5$$

le due disuguaglianze sono verificate, fornitura conforme.

$$R_{c,m,4} = 65,0 > 43,5$$

$$R_{c,min,4} = 63,9 > 36,5$$

le due disuguaglianze sono verificate, fornitura conforme.

$$R_{c,m,5} = 55,5 > 43,5$$

$$R_{c,min,5} = 53,1 > 36,5$$

le due disuguaglianze sono verificate, fornitura conforme.

Controllo tipo B (statistico);

$$s = 9,0 \text{ MPa}$$

$$R_{c,m} \geq 40 + 1,48 \cdot 9 = 53,3 \text{ MPa}$$

$R_{c,min,15} = 53,1 > 36,5$ la disuguaglianza è verificata.

$R_{c,m,15} = 50,4 > 53,3$ la disuguaglianza **non è verificata**.

Una delle due disuguaglianze non è verificata, **fornitura non conforme**.

Il controllo "tipo A" è evidentemente meno cautelativo del controllo "tipo B", infatti l'approccio analogo, ovvero quello proposto dalla UNI EN 13791, prevede oltre al controllo statistico anche quello forfettario, però correttamente disciplinato da un valore della costante, moltiplicativa della dispersione,

Margine k associato a piccole quantità di risultati di prova

n	k
Da 10 a 14	5
Da 7 a 9	6
Da 3 a 6	7

decescente da 7 (e non 3,5) a 5 al crescere, da 3 a 14, della numerosità del campione di provini, fino a 14 valore oltre il quale è previsto il controllo statistico.

A conferma di ciò se per la disuguaglianza:

$$R_{c,m} \geq 40 + 1,48 \cdot s$$

consideriamo un valore di s pari a rispettivamente a 4, 5 ed a 7, caratteristici di tre diverse qualità di produzione, otteniamo che il valore da adottare per il progetto della miscela C32/40 è nei tre casi rispettivamente:

$$R_{c,m} \geq 40 + 1,48 \cdot 4 = 45,9 \text{ MPa, per } s = 4;$$

$$R_{c,m} \geq 40 + 1,48 \cdot 5 = 47,4 \text{ MPa, per } s = 5;$$

$$R_{c,m} \geq 40 + 1,48 \cdot 7 = 50,4 \text{ MPa, per } s = 7;$$

A fronte del valore medio richiesto dal controllo "tipo A" di appena:

$$R_{c,m} \geq 40 + 3,5 = 43,5 \text{ MPa}$$

Una conferma di quanto esposto, quasi speculare, può essere ottenuta estrapolando dal valore della costante 3,5, della seconda disuguaglianza del controllo "tipo A", il corrispondente ed ipotetico scarto quadratico medio pari a un valore di s pari a 2,4, di gran lunga minore dei tre valori ipotizzati ed assolutamente improponibile come realtà di produzione dei nostri impianti.

La proposta di revisione è di sostituire, nel controllo "tipo A", il valore forfettario di 3,5 con un valore maggiore tale da garantire alle forniture di calcestruzzo strutturale lo stesso livello di qualità, e di sicurezza.

Il terzo aspetto sul quale vorrei fare una riflessione riguarda in sequenza:

- la gestione delle frazioni di fornitura comprese fra 300 m³ e 600 m³ e fra 1500 m³ e 3000 m³ rispettivamente per il controllo "tipo A" e per il controllo "tipo B";
- l'introduzione di un nuovo parametro, il coefficiente di

variazione (s/R_m), che consente di controllare la qualità della produzione;

- la applicazione dei frattili 1% e 5%, rispettivamente per la verifica del valore minimo e del valore caratteristico di una serie di valori.

Per maggiore semplicità richiamo per esteso il par.11.2.5.2 delle NTC 2018:

11.2.5.2 CONTROLLO DI TIPO B

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).

Il controllo è riferito ad una miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di calcestruzzo. Ogni controllo di accettazione di tipo B è costituito da almeno 15 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su 100 m³ di getto di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Ogni controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³ ed è costituito da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione dei risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo la legge di distribuzione più corretta e il suo valor medio, unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio). Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3. Per calcestruzzi con co-

efficiente di variazione (s/R_m) superiore a 0,15 occorrono controlli più accurati, integrati con prove complementari di cui al §11.2.7. Infine, la resistenza caratteristica R_{ck} di progetto dovrà essere minore del valore sperimentale corrispondente al frattile inferiore 5% delle resistenze di prelievo e la resistenza minima di prelievo $R_{c,min}$ dovrà essere maggiore del valore corrispondente al frattile inferiore 1%.

Mentre la prima parte,

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).

Il controllo è riferito ad una miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di calcestruzzo. Ogni controllo di accettazione di tipo B è costituito da almeno 15 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su 100 m³ di getto di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

definisce in maniera chiara sia l'obbligatorietà del controllo statistico "tipo B" per forniture di calcestruzzo omogeneo che richiedano "l'impiego di più di 1500 m³", sia che la frequenza nei controlli debba essere con "frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di calcestruzzo" e quindi l'interpretazione non può che essere che per forniture intermedie (p.e. di 2400 m³) si debba eseguire un solo controllo.

Al riguardo vorrei ribadire come la revisione delle NTC 2018 debba interessare anche la procedura suggerita ai punti 3) e 4) dell'esempio contenuto nella circolare n° 7/2019-§C11.2.5.2, che si ri-

chiama in estratto:

"Qualora la quantità di miscela omogenea da impiegare nell'opera sia maggiore di 1500 m³, ai fini del controllo si consiglia la seguente procedura:

1. in prima fase, si esegue il controllo sul primo gruppo di 15 prelievi (30 provini);
2. successivamente, si esegue il controllo sul secondo gruppo di 15 prelievi;
3. contestualmente si esegue anche il controllo su tutti i prelievi disponibili (in questo caso 30);
4. si prosegue con la medesima procedura per i successivi gruppi di 15 prelievi, ovvero prima sull'ultimo gruppo di 15, poi sulla somma di tutti i precedenti;
5. qualora l'ultimo gruppo disponibile sia inferiore a 15 prelievi, questi si aggiungono al precedente gruppo."

L'incongruenza è rappresentata dal fatto che potrebbe accadere che, nel corso dei lavori, lotti accettati e potenzialmente liquidati nei diversi stati di avanzamento, successivamente accorpati in una diversa serie, caratterizzata da diverse grandezze statistiche (R_{cm28} e s), possano risultare invece non accettati e non conformi, generando incomprensioni e contenziosi fra le parti.

Per questa regione la procedura proposta, fino alla revisione, è assolutamente da evitare.

Per quanto riguarda invece la gestione dei lotti intermedi, disciplinata dal controllo "tipo A", la procedura non è altrettanto chiara infatti:

Ogni controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³ ed è costituito da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un

massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

È evidente che i due controlli non condividono la stessa filosofia per le forniture comprese fra due quantitativi minimi, previsti ed inderogabili, soggetti al controllo, e cioè per le forniture di calcestruzzo intermedie, comprese rispettivamente fra 300 m³ e 600 m³ e fra 1500 m³ e 3000 m³.

Mentre il controllo "tipo B" consente di accorpate i prelievi fino al formarsi di un ulteriore lotto di 1500 m³, il controllo "tipo A" che prescrive "un controllo di accettazione ogni 300 m³ massimo di getto" e per il quale il "quantitativo di miscela omogenea oggetto del controllo di accettazione non deve essere "maggiore di 300 m³" autorizza nei fatti, per le forniture intermedie ≥ 300 m³ e < 600 m³, ad applicare due distinti controlli di accettazione il primo per la prima fornitura di 300 m³ ed il secondo per la ulteriore fornitura, frazione di 300 m³.

Oltre ciò è necessario ribadire che in entrambi i casi non è mai previsto il ricorso alla media mobile che deve essere sempre evitata in quanto, lo scorrere della media mobile comporta, per lo stesso prelievo/lotto, di essere sottoposto, in tempi diversi, al controllo di accettazione ed al, conseguente, giudizio di conformità e quindi lo stesso prelievo/lotto può risultare di volta in volta conforme ed accettato o non conforme e non accettato.

L'interpretazione del par. 11.2.5.2 diviene poco comprensibile nella ultima parte, richiamata nel seguito:

11.2.5.2 CONTROLLO DI TIPO B

Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione dei risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo la legge di distribuzione più corretta e il suo valor medio, unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio). Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3. Per calcestruzzi con coefficiente di variazione (s/R_m) superiore a 0,15 occorrono controlli più accurati, integrati con prove complementari di cui al §11.2.7.

Dove a fronte di non meglio definiti "controlli statistici accurati", e di una altrettanto vaga "....con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo la legge di distribuzione più corretta e il suo valor medio,..." vengono fornite due prescrizioni riferite al coefficiente di variazione (s/R_m) che consentono di controllare, correttamente, la qualità ovvero la dispersione della produzione. Perché questa prescrizione sia efficace l'adozione di questo nuovo parametro, il coefficiente di variazione (s/R_m) mediante il quale controllare la qualità della produzione, dovrebbe essere esplicitata nelle NTC come una ulteriore condizione, la terza, del controllo "tipo B".

Contestualmente alla introduzione del coefficiente di variazione, nel controllo "tipo B". è però necessario rivedere l'applicazione delle coerenti azioni correttive, rispetto ai due limiti attualmente previsti:

- il coefficiente di variazione (s/R_m) è maggiore di 0.15 e minore di 0.30 la soluzione della Non Conformità prevista dalle attuali NTC 2018 è chiara, infatti prevede il ricorso a "controlli più accurati, integrati con prove comple-

mentari di cui al §11.2.7.", per cui è sufficiente esplicitare che i "controlli più accurati" debbano essere le procedure di cui al par. 11.2.6 CONTROLLO DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN OPERA;

- il coefficiente di variazione (s/R_m) è maggiore di 0.30 la soluzione della Non Conformità prevista, attualmente, dalle NTC 2018 è che: Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3,

che nella sua essenzialità non sembra lasciare spazio alle interpretazioni e quindi sembrerebbe non esserci altra soluzione che la demolizione. Il che mi pare francamente eccessivo.

La proposta di revisione è di sostituire, nel limite di accettazione del coefficiente di variazione che questo debba essere minore di 0.2 e di prevedere, nel caso in cui sia maggiore di 0.2, il ricorso a "controlli più accurati di cui al par. 11.2.6, integrati con prove complementari di cui al §11.2.7".

Ancora più oscuro è l'interpretazione dell'ultimo capoverso:

11.2.5.2 CONTROLLO DI TIPO B

Infine, la resistenza caratteristica R_{ck} di progetto dovrà essere minore del valore sperimentale corrispondente al frattile inferiore 5% delle resistenze di prelievo e la resistenza minima di prelievo $R_{c,min}$ dovrà essere maggiore del valore corrispondente al frattile inferiore 1%.

Non si comprende a chi e in quali condizioni e soprattutto perché si debbano applicare condizioni così restrittive.

È necessario premettere che il

controllo "tipo B" in vigore da quasi 40 anni, nei quali vi è stata solo qualche variazione limitatamente al coefficiente moltiplicativo k (1.64, 1,4, 1.48,..) dello scarto quadratico medio, si riferisce, di fatto, in maniera convenzionale al "frattile 5%" come si ricava dalle successive tabb. 11.3.IV e V delle stesse NTC 2018:

Tab. 11.3.IV - $f_j - f_j$ - Coefficiente k in funzione del numero n di campioni (per una probabilità di insuccesso attesa del 5% [p = 0,95] con una probabilità del 90%)

n	k	n	K
5	3,40	30	2,08
6	3,09	40	2,01
7	2,89	50	1,97
8	2,75	60	1,93
9	2,65	70	1,90
10	2,57	80	1,89
11	2,50	90	1,87
12	2,45	100	1,86
13	2,40	150	1,82
14	2,36	200	1,79
15	2,33	250	1,78
16	2,30	300	1,77
17	2,27	400	1,75
18	2,25	500	1,74
19	2,23	1000	1,71
20	2,21	--	1,64

Tab. 11.3.V - $A_{95} - f_j/f_j - f_j/f_{jmin}$ - Coefficiente k in funzione del numero n di campioni (per una probabilità di insuccesso attesa del 10% [p = 0,90] con una probabilità del 90%)

n	k	n	K
5	2,74	30	1,66
6	2,49	40	1,60
7	2,33	50	1,56
8	2,22	60	1,53
9	2,13	70	1,51
10	2,07	80	1,49
11	2,01	90	1,48
12	1,97	100	1,47
13	1,93	150	1,43
14	1,90	200	1,41
15	1,87	250	1,40
16	1,84	300	1,39
17	1,82	400	1,37
18	1,80	500	1,36
19	1,78	1000	1,34
20	1,77	--	1,282

che correlano, per la serie in esame, la numerosità del campione e del coefficiente k alla possibilità di insuccesso atteso nei due casi, rispettivamente, del 5% e del 10%.

(Al riguardo segnalo un refuso nella tab. 11.3.IV:

errata: [p =95%] con una probabilità del 90 %;

corrige: [p =95%] con una probabilità del 95 %.)

Per ricavare il frattile del 5% il corretto coefficiente k, coerente con i 24 prelievi dell'esempio 2 che è richiamato più avanti, sarebbe stato pari a circa 2.15 maggiore dell'1.48 delle NTC 2018.

Esempio 2:

PRELIEVO	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	R21	R22	R23	R24
RM,P	65,2	71,1	71,5	65,5	71,5	74,6	65,1	65,9	63,9	62,3	65	59	63,1	57,7	55,7	61,2	48,9	55,4	54,2	52,4	51,8	46,1	52,2	55,6
RM,A	69,3		70,5			65,0			62,1			58,8			55,2			52,8			51,3			

Adottare il coefficiente k corretto, però effettivamente corrispondente con il frattile 5 %, non è indolore ed è economicamente oneroso a meno che non venga compresa appieno, con il coerente riconoscimento economico-commerciale, la ricaduta in termini di qualità di calcestruzzi conformi a questa prescrizione.

Per quanto riguarda invece la prescrizione: "la resistenza minima di prelievo $R_{c,min}$ dovrà essere maggiore del valore corrispondente al frattile inferiore 1%."

Questa affermazione è nella sua formulazione sicuramente errata infatti sia il valore $R_{c,min}$ che il frattile inferiore 1% sono riferiti alla reale distribuzione dei valori e non sono indicati come limiti di conformità riferiti al valore di progetto (R_{ck}) e quindi al conseguente "taglio" che viene operato rispetto al valore caratteristico ($R_{ck} - 3.5$). Una ragione di quest'errore è intuitivamente riconducibile alla analogia che, l'estensore della norma, ha voluto mutuare, sbagliando, dal controllo "tipo B" nel criterio di accettazione dei valori più bassi ($R_{c,min}$), che nel controllo "tipo B" viene operato mediante il cutting della "coda" della "Gaussiana"

($R_{c,min} > R_{ck} - 3.5$) rispetto al valore di progetto (R_{ck}).

Come si evince dal grafico della gaussiana ricavato dalla serie dell'esempio 2 la serie di valori ottenuti è ampiamente cautelativa non solo nei confronti dei valori di progetto:

($R_{ck} = 40$ MPa, $R_{c,min} = R_{ck} - 3.5 = 36.5$ MPa);

ma anche nei confronti del reale frattile 5%:

($60.6 - 2.15 \cdot 7.7 = 60.6 - 16.6 = 44.0$ MPa).

Per questa ragione si può affermare che la fornitura è sicuramente caratterizzata:

- da una certa dispersione, $s = 7.7$ MPa;
- da un valore medio $R_{c,m} = 60.6$ MPa, ampiamente cautelativo rispetto al valore caratteristico di pro-

getto ($R_{ck} = 40.0 \text{ MPa}$);

- che nessun valore è inferiore sia al valore caratteristico di progetto ($R_{ck} = 40.0 \text{ MPa}$) che, a maggior ragione, rispetto al valore $R_{c,min} = R_{ck} - 3.5 = 40 - 3.5 = 36.5 \text{ MPa}$;

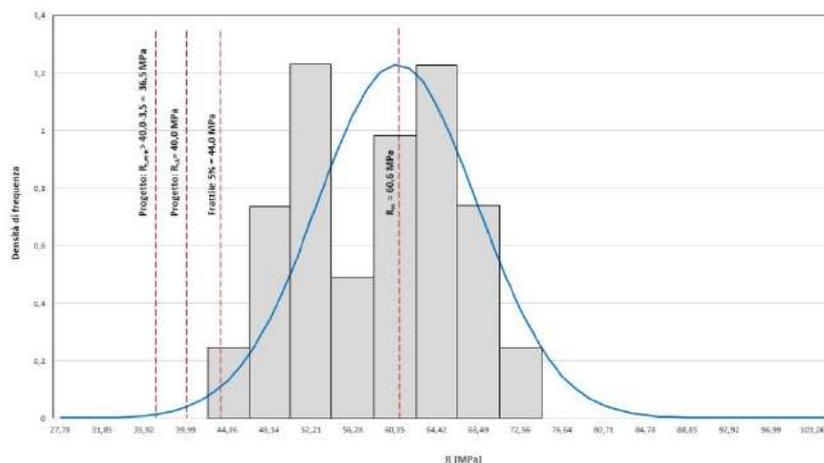
- che la probabilità di insuccesso del 5% (frattile 5%) calcolata, non con il metodo convenzionale proposto dal controllo "tipo B" ma assumendo il valore di k pari a 2.15, ottenuto per interpolazione dalla tab.11.3.IV, è garantita da un valore caratteristico di $R_{ck} = 60 - 6 - 2.15 \cdot 7.7 = 60 - 16.6 = 44.0 \text{ MPa}$, ancora cautelativo nei confronti del valore di progetto $R_{ck} = 40 \text{ MPa}$ e quindi della sicurezza strutturale.

Si può quindi concludere che la fornitura di calcestruzzo, caratterizzato dalla serie proposta nell'esempio 2, è accettabile nei confronti della sicurezza ma è commercialmente molto oneroso per il produttore.

Quanto alla variabilità dei valori di compressione, rilevata nell'ambito della stessa serie, l'ipotesi, frequente, che sia riconducibile a due diverse condizioni climatiche non è accettabile in quanto i provini per come previsto dalla norma (UNI EN 12390-2) devono essere confezionati in maniera convenzionale, con:

- prelievo a "bocca di betoniera",
 - compattazione a rifiuto,
 - stagionatura in condizioni termometriche controllate ($T = 20 \pm 2^\circ\text{C}$; $UR > 95\%$),
- per cui l'eccessiva variabilità dei risultati, in questo caso, è semplicemente riconducibile ad un cattivo controllo di gestione da parte del fornitore e la soluzione non può essere rappresentata da frammentazioni del controllo.

Questa ultima considerazione mi fornisce lo spunto per sottolineare un aspetto importante,



consolidato il fatto che le NTC si propongono di accertare la qualità del calcestruzzo nei confronti della sicurezza e non della prestazione commerciale, sarebbe opportuno che i provini fossero stagionati nelle stesse condizioni della struttura e per questa ragione sarebbe ora che, una volta per tutte, il Progettista nella "Relazione sui materiali" prevista dalle NTC 2018 par. 10.1, prevedesse, come prescrizione di progetto, il "curing" delle strutture da verificare con provini posti a "piè d'opera", lasciando ai cubi "convenzionali" la finalità della verifica della fornitura commerciale a "bocca di betoniera".

Conclusioni

Alla luce di quanto esposto mi pare evidente come l'unica conclusione possibile, in questa sede, sia quella di confermare l'urgenza di una revisione del par. 11.2 della quale si occupi un gruppo di lavoro qualificato, coordinato, come già in passato, dal CSLPP-STC e che veda partecipare gli esperti del settore e le università e le associazioni di categoria dei produttori, delle imprese, dei professionisti.

dott. ing. Vincenzo D. VENTURI - libero professionista e Direttore di Laboratorio Autorizzato

Nodi trave-pilastro

Un modello di capacità semplice ma accurato per il progetto di nodi trave-pilastro in c.a.

Il lavoro presentato si pone l'obiettivo di fornire una semplificazione operativa al nuovo modello adottato in ambito europeo al fine di garantirne un'applicazione immediata, in termini di verifica e progetto, a nodi di strutture intelaiate in calcestruzzo armato. Quanto segue è estratto dal lavoro di tesi di laurea "UN MODELLO DI CAPACITÀ SEMPLICE MA ACCURATO PER IL PROGETTO DI NODI TRAVE-PILASTRO IN C.A.", discusso nel marzo 2022 nell'ambito del Corso di Laurea in Ingegneria Edile-Architettura, sotto la supervisione dei relatori prof. Ing. E. Marino, prof. Ing. B. Melina, prof. Ing. A. Ghersi a cui va un ringraziamento particolare.

I nodi sono un elemento spesso critico negli edifici con scheletro in calcestruzzo armato perché soggetti a sforzi di taglio molto elevati, per cui essi devono essere adeguatamente progettati. Il comportamento dei nodi dipende dalle azioni trasmesse su di essi da travi e pilastri: in particolare si considera il taglio nel nodo, con riferimenti al taglio orizzontale, indotto da tensioni

trasmesse dalle travi (trazione a un estremo e compressione all'altro) e al taglio che deriva dal pilastro superiore. Tali considerazioni portano alla formulazione di un'espressione citata in normativa che permette la valutazione del taglio agente. In maniera del

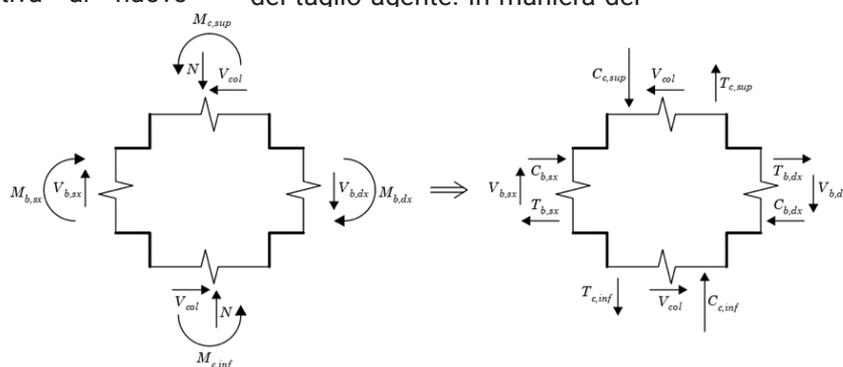


Figura 1 - Sollecitazioni di un nodo interno in presenza di sisma

tutto analoga, si può considerare la presenza di un taglio verticale trasmesso dalle forze di trazione e compressione del pilastro e dal taglio nelle travi.

L'attuale normativa europea, e di conseguenza anche quella italiana, analizza lo stato tensionale indotto dal taglio in termini di tensioni tangenziali (τ) e tensioni normali (σ), effettuando una verifica sulle tensioni principali di trazione e compressione ricavate tramite il cerchio di Mohr.

Una criticità di questo modello è legata alla dipendenza rilevante che intercorre con l'entità dello sforzo normale: nonostante nel caso in cui sul nodo agisce uno sforzo normale forte si può superare la resistenza a compressione del calcestruzzo, la condizione più critica si manifesta quando lo sforzo normale

tende a zero (come può accadere all'ultimo piano); la resistenza a trazione risulta insufficiente e bisogna aggiungere un'armatura tale da renderla estremamente vincolante per il posizionamento delle staffe.

I modelli adoperati da altre nazioni, come Stati Uniti e Nuova Zelanda, non subiscono questa influenza; infatti fanno riferimento a un meccanismo resistente composto da un puntone inclinato compresso a inclinazione fissa su cui si esegue una verifica a compressione del calcestruzzo. Al contributo del puntone si uniscono due zone triangolari di calcestruzzo soggette a taglio puro poiché attraversate dalle barre di armatura che trasferiscono per aderenza delle tensioni tangenziali.

Oggi, in Europa, come si evince dalla bozza dell'eurocodice 8, si fa riferimento a un modello più vicino a quello degli altri paesi. Nato dagli studi del prof. M. Fardis, concettualmente ricorda il modello utilizzato per le travi, infatti prevede un meccanismo resistente composto da un puntone compresso che, a differenza dei modelli sopra citati, ha un'inclinazione θ variabile.

Il puntone può essere pilastro-pilastro o trave-trave a seconda che la sua inclinazione sia minore o maggiore dell'angolo β che sottende la diagonale del nodo rispetto la verticale.

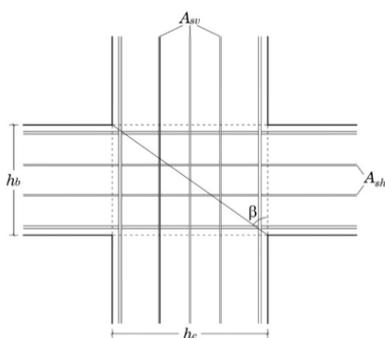


Figura 2 – parametri geometrici del nodo

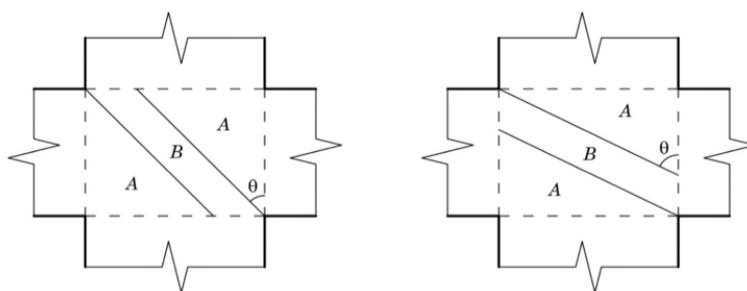


Figura 3 - puntone pilastro-pilastro (sinistra), puntone trave-trave (destra)

Per ogni valore di θ occorre considerare la resistenza a taglio del nodo, valutata sviluppando sia l'equilibrio alla traslazione orizzontale che l'equilibrio alla traslazione verticale, selezionando il meccanismo più debole. Il confronto tra le due quantità viene fatto in termini di taglio orizzontale, per cui dall'equilibrio verticale bisogna passare a un taglio orizzontale equivalente tramite considerazioni d'equilibrio alla rotazione.

I termini da considerare all'interno delle espressioni che si sviluppano dagli equilibri precedenti variano a seconda dell'inclinazione del puntone: in generale, oltre a un termine fisso che considera la resistenza del nodo in assenza di armature, si valuta il contributo in entrambe le direzioni della zona triangolare A, fortemente influenzato dalla quantità di armatura di confinamento, ai quali si somma, all'uno o all'altro a seconda dei casi, il contributo del puntone inclinato B, legato alla resistenza a compressione del calcestruzzo.

Nelle formule così ricavate compaiono, ed è sostanziale, le tensioni σ_{sv} e σ_{sh} a cui lavorano le armature di confinamento: queste possono assumere valori minori o uguali alla tensione di snervamento f_{yd} . Il fatto che le tensioni debbano essere calcolate non consente una risoluzione analitica del problema e comporta la necessità di operare per tentativi. Questo aspetto influenza particolarmente la capacità del

modello in fase di progetto in quanto la presenza di un'ulteriore incognita, quale la quantità di armatura da disporre, incrementa esponenzialmente il numero di iterazioni da eseguire per giungere al risultato.

Applicando tale modello e rappresentandone i risultati su un piano cartesiano θ -V si possono studiare gli andamenti delle due curve che rappresentano l'equilibrio orizzontale (azzurro) e l'equilibrio verticale (rosso) al variare dell'inclinazione del puntone; evidenzia in verde l'intervallo in cui le tensioni delle armature sono minori di quella di snervamento e individua il punto corrispondente al taglio resistente seguendo quanto detto in precedenza.

Dall'evidenza grafica scaturisce che, considerando le armature sempre snervate, le curve cambiano andamento, eliminando la depressione corrispondente alla riduzione di tensione delle armature, senza alterare significativamente il valore del taglio resistente.

Partendo da questo assunto, è possibile analizzare quanto influenza lo snervamento delle arma-



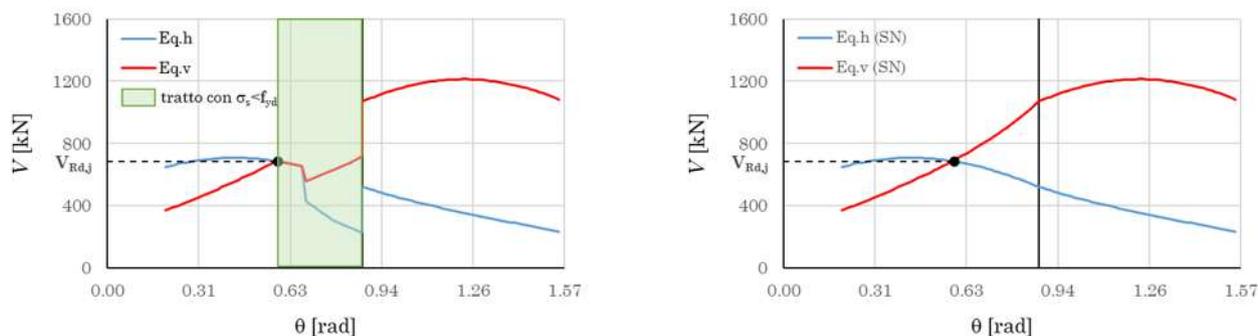


Figura 4 - applicazione del modello di Fardis (sinistra), applicazione del modello semplificato (destra)

ture di confinamento sul risultato complessivo. Considerando una serie di esempi nei quali si fanno variare i parametri geometrici, lo sforzo normale agente e le armature di confinamento disposte, si arriva al seguente grafico in cui si riportano i risultati ottenuti con la procedura riportata nella bozza dell'eurocodice e quelli ottenuti con il procedimento semplificato: i valori sono sostanzialmente coincidenti, con uno scarto medio del 2%, pienamente accettabile da un punto di vista ingegneristico.

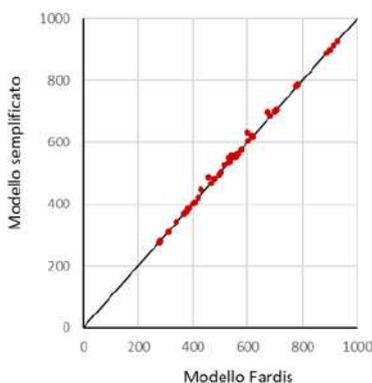


Figura 5 - confronto dei risultati

Assumendo le tensioni nelle barre d'armatura sempre pari a quella di snervamento, è possibile risolvere in forma chiusa sia il problema diretto della verifica del nodo che il problema inverso del progetto delle armature. In merito al procedimento di verifica, è necessario condurre un'analisi di funzione delle equazioni che descrivono il taglio resistente orizzontale e verticale, le quali ormai sono solo espressione dell'inclinazione θ del puntone.

Innanzitutto, vanno determinati i punti di massimo delle curve, per cui occorre sviluppare le derivate: nel caso dell'equilibrio orizzontale si ottiene un unico valore ben preciso di $\cot(\theta)$, funzione del solo angolo β della diagonale, quindi soltanto delle dimensioni geometriche del nodo; simmetricamente si ottiene un risultato simile per l'equilibrio verticale. Si evidenzia che i due punti di massimo delle curve si raggiungono sempre in due tratti distinti: la prima sempre nel tratto $\theta < \beta$ e la seconda sempre per $\theta > \beta$.

Segue l'individuazione del punto di intersezione delle curve: ancora una volta è possibile rispondere al problema in forma chiusa risolvendo analiticamente un'equazione di terzo grado.

In funzione della posizione reciproca di questi tre punti, si determina il valore del taglio resistente $V_{Rd,j}$ del nodo:

1. se l'ascissa del punto di intersezione θ_x è compresa tra le ascisse dei due punti di massimo, questa corrisponderà al valore che massimizza il taglio resistente;
2. se θ_x è minore del valore $\theta_{h,max}$ per cui la curva dell'equilibrio orizzontale raggiunge il suo valore massimo, quest'ultimo sarà il valore che massimizza il taglio resistente;
3. se θ_x è maggiore del valore $\theta_{v,max}$ per cui la curva dell'e-

quilibrio verticale raggiunge il massimo, quest'ultimo sarà il valore che massimizza il taglio resistente.

Per progettare l'armatura, si procede in maniera inversa. L'obiettivo è quello di determinare la quantità di armatura di confina-

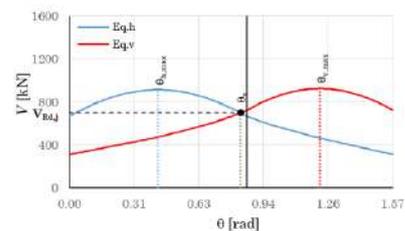


Figura 6 - verifica di un nodo in c.a.

mento orizzontale. Assumendo che un nodo, inizialmente privo di armatura, non riesca a resistere, si assegna l'armatura verticale (proveniente dallo studio del pilastro). Considerando la presenza di questa, viene incrementata la curva rossa, ma poiché il calcolo del taglio resistente è influenzato dal meccanismo più debole non si registrerà una forte variazione del suo valore. Sarà possibile determinare la quantità di armatura orizzontale che occorre disporre per garantire al nodo un'adeguata resistenza:

- imponendo l'uguaglianza tra il taglio sollecitante e l'equazione che descrive il meccanismo resistente verticale, ovvero imponendo l'intersezione della curva rossa con la retta orizzontale $V_{E,dj}$ da cui ricavo il valore di $\cot(\theta)$ corrispondente;

- imponendo all'equazione della curva azzurra, espressa nell'unica incognita A_{sh} , di raggiungere il valore del taglio sollecitante in corrispondenza del $\cot\theta$ calcolato al punto precedente, ricavo la quantità di armatura di confinamento orizzontale necessaria.

Ripetendo il calcolo per diversi valori di armatura verticale, è possibile tracciare una curva per la quale, assegnato un valore di taglio e

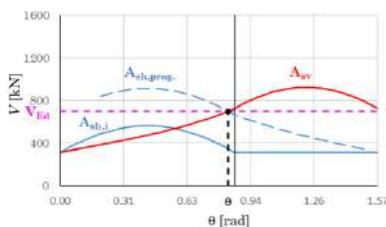


Figura 7 - progetto dell'armatura orizzontale

sforzo normale, si può scegliere la quantità di armatura orizzontale da disporre. Altresì, facendo variare lo sforzo normale, si possono rappresentare una serie di curve corrispondenti alle coppie di armatura orizzontale e verticale che soddisfino la verifica.

Da quanto sin qui discusso, si può concludere che, a differenza dell'attuale modello di normativa, in quello adottato dalla bozza dell'eurocodice lo sforzo norma-

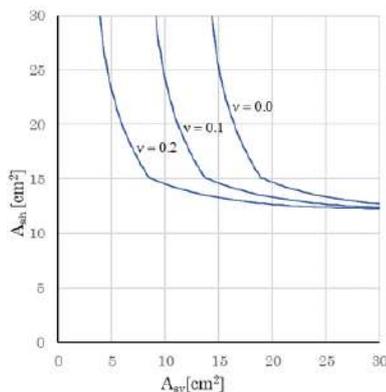


Figura 8 - involuppo di coppie di armature che soddisfano la verifica dato il taglio sollecitante

le influisce in quantità minore sull'armatura da disporre: difatti, nei casi di sforzo normale basso c'è una forte riduzione di armatu-

ra. Nei casi di sforzo normale più alto viene richiesta un'armatura superiore, ma comunque mai eccessivamente condizionante.

Francesco Sciacca

BIBLIOGRAFIA

1. Fardis M.N., 2021, A level of approximation approach to seismic design or assessment of beam-column joints in shear. *Structural Concrete*, 22, 1259-1284. <https://doi.org/10.1002/suco.202000336>
2. Fardis M.N., 2021, Shear strength model RC joints, consistent with the shear design rules for prismatic members in the second-generation Eurocodes. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 19, 889-917. <https://doi.org/10.1007/s10518-020-01000-0>
3. CEN European Standard EN1998-1:2005 Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance. Comité Européen de Normalisation, Brussels, 2005
4. Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 17 gennaio 2018., G.U. 20/2/2018.
5. Circolare LL.PP. 7/2019, 21 gennaio 2019, n.7 Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018.

Summer school 2022

Riqualificazione sismo-energetica degli edifici storici il caso studio delle abitazioni eoliane.



L'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Catania, in collaborazione con l'Università degli Studi di Catania e con il supporto della Fondazione dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Catania ha organizzato la seconda edizione della Summer School. Con questo evento, si avvia a diventare consuetudine lo svolgimento di un corso di formazione immersivo per laureandi e professionisti su tematiche legate all'innovazione del settore. Per favorire la partecipazione, il corso viene collocato nel periodo estivo e pertanto denominato Summer School. Nella edizione del 2019, il titolo dell'iniziativa è stato FACE ed è stata indirizzata alla progettazione di sistemi di facciata innovativi.

A causa dell'emergenza covid, solo quest'anno è stato possibile programmare una nuova edizione, con titolo Summer School 2022 **"RIQUALIFICAZIONE SISMO-ENERGETICA DEGLI EDIFICI STORICI - IL CASO STUDIO DELLE ABITAZIONI EOLIANE"**.

Gli obiettivi della nuova edizione della Summer School, sono quindi consistiti nell'approfondimento delle caratteristiche progettuali degli interventi di recupero degli edifici in muratura con riqualificazione sismica ed energetica, nell'ottica del progetto integrato. Tali tematiche sono state focalizzate sulle abitazioni eoliane, che costituiscono un caso studio di grande rilievo in quanto edifici sostenibili ante-litteram per i caratteri stessi dell'architettura eoliana. L'isola di Filicudi, che essendo più isolata rispetto alle altre ha preser-

vato pressoché intatti i caratteri tipici della tradizione costruttiva locale, è stata scelta come sede del workshop applicativo. Considerate le caratteristiche locali, il progetto è stato indirizzato verso destinazione d'uso per forme di ospitalità turistica avanzata.

All'iniziativa hanno aderito professionisti iscritti all'Ordine e studenti del Corso di Studio in Ingegneria Edile-Architettura. La School ha ricevuto il patrocinio del Comune di Lipari e dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Messina ed è stata sponsorizzata da due aziende del territorio: la Tradimalt e la Solisector.

Nel complesso, il modulo didattico è stato organizzato in due momenti, alcuni incontri di formazione teorica e il workshop immersivo. I partecipanti hanno completato il lavoro assegnato con ulteriori attività lavorative individuali per un totale di 75 ore complessive. La School è stata avviata con un evento di presentazione, svoltosi il 27 maggio 2022 ed è stata inaugurata lunedì 12 settembre a Catania, con una sessione di formazione teorica. Giovedì 15 settembre è stato



dato avviato il workshop presso l'isola di Filicudi con il rilievo delle unità edilizie, individuate come caso studio e con l'avvio delle attività progettuali. Il workshop si è concluso domenica 18 settembre, con la presentazione del lavoro svolto dai vari gruppi, in cui si sono raccolti i partecipanti. Sabato 1 ottobre ha avuto luogo la conclusione della Summer School 2022, con la presentazione finale dei lavori e l'inaugurazione di una mostra degli elaborati fina-

ne, e specificatamente di Filicudi, possiedono in nuce numerosi elementi quali l'inerzia termica delle murature, la presenza di aperture contrapposte, i colori chiari dell'involucro e la stessa esposizione generalmente a Sud, che le rendono edifici quasi passivi e quindi caratterizzati da elevate condizioni di comfort.

Le case rurali eoliane possiedono anche altre permanenze costruttive e formali quali:



li e di quelli individuali (fotografie, schizzi e brevi video).

Filicudi è una delle isole dell'arcipelago delle Eolie. Amministrativamente fa parte del comune di Lipari. Dopo Alicudi, l'isola di Filicudi è la più ad occidente tra le isole dell'arcipelago. Si trova a 24 miglia da Lipari ed è la quinta in ordine di grandezza. Si tratta dell'isola geologicamente più antica dell'arcipelago. Sull'isola non sono presenti solo residenze sparse, che si addensano in corrispondenza di alcune delle contrade in cui è suddiviso il territorio, ed in particolare Porto, Valdichiesa, Pecorini, Pecorini a mare, Canale e Rocca di Ciavoli. La viabilità è assicurata da una rete di trazzere e mulattiere. Negli anni '70 è stata aperta una carrabile asfaltata che le aree più popolate.

Le architetture tradizionali eolia-

- il terrazzo panoramico (detto bagghiu), caratterizzato da colonne in muratura (pule-re) che reggono il pergolato e costituiscono il segno più caratteristico e originale;
- la copertura del terrazzo con stuoie di incantucciato, che poggiano sulla struttura di travi lignee inclinate, che a loro volta poggiano sulle pulere;
- i bisuoli, sedili in muratura generalmente rivestiti con mattonelle in cotto;
- il lastrico solare di copertura, utile alla raccolta dell'acqua piovana.

L'attenta lettura di questi invarianti, pur nelle condizioni di rudere in cui versavano molti case study, ha guidato i partecipanti del workshop, che sono stati suddivisi in 6 gruppi di lavoro. La prassi costrut-

tiva eoliana ed i caratteri distributivi delle architetture tradizionali hanno rappresentato il punto di partenza di molte delle soluzioni presentate dai gruppi di lavoro. La riproposizione del tradizionale bagghiu con relativo pergolato e degli orizzontamenti in legno sono infatti soluzioni ricorrenti in tutte le idee progettuali.

Tutti i gruppi hanno cercato di conciliare, con esiti vari e non senza qualche difficoltà, il rispetto delle istanze della conservazione, il miglioramento della risposta sismica degli edifici, gli attuali standard di comfort e l'esigenza di ridurre il consumo energetico ed idrico, all'interno del rigido quadro normativo di riferimento dell'area interessata. Ciò ha sollecitato i giovani progettisti nel proporre soluzioni innovative ed al tempo stesso creative.

Il miglioramento della resistenza meccanica delle murature esistenti è stato ottenuto suggerendo interventi di ricostruzione locale dei solidi murari, iniezioni di miscele ed uso diffuso di malte a base calce fibrorinforzate con aggiunta di reti GFRP. Laddove era necessario ricostruire le tamponature interne si è sempre privilegiato l'uso di blocchi di calcestruzzo vibrato. Talvolta si è preferito creare dei nuovi volumi in aderenza alla scatola muraria originale oppure proporre dei volumi aggiuntivi adiacenti alla fabbrica tradizionale. In questi casi si è privilegiato l'uso della tecnologia X-Lam, per sfruttare la sua proprietà di facile montaggio a secco e le ottime prestazioni termofisiche e meccaniche, per quanto di difficile trasporto nei sentieri accidentati di Filicudi. La tensione verso l'autosufficienza energetica ha orientato tutti i gruppi nello scegliere di combinare i pannelli fotovoltaici con il solare termico, per la produzione



di acqua calda sanitaria. I pannelli ibridi sono stati collocati sulle superfici orizzontali, insieme ad altre proposte particolarmente innovative ed orientate alla ricerca di soluzioni sostenibili quali:

- collettori solari tubolari nascosti nel pergolato;
- tende fotovoltaiche a copertura del lastrico solare;
- uso di soffitti radianti, con raffrescamento ottenuto sfruttando l'acqua contenuta in una cisterna in uso all'edificio;
- vele captanti l'umidità dell'aria, secondo il principio del Fog Harvesting;
- miglioramento della ventilazione naturale, mediante la realizzazione di nuove aperture contrapposte.

L'insieme delle soluzioni fin qui proposte dimostra che la via del progetto integrato in cui si coniugano le diverse, e spesso contrapposte, esigenze della tutela, con la sicurezza sismica e l'efficienza energetica, è l'unica via percorribile per una gestione sostenibile dello straordinario patrimonio paesaggistico che l'isola di Filicudi rappresenta. Le Amministrazioni locali, ben consapevoli di questo processo, oggi ancora più cogente a causa dei possibili finanziamenti inseriti dal PNRR, hanno ben visto il lavoro svolto dai

partecipanti alla Summer School ed intendono valutare alcune soluzioni qui suggerite, stimolando gli organizzatori a continuare in questa direzione anche con altre iniziative similari.

CASO STUDIO N. 1 AFFITTACAMERE OLTREMARE ROOMS

L'immobile oggetto di studio è sito a nord di Pecorini. Attualmente risulta essere in cattivo stato di conservazione, poiché privo di solai e di alcune murature portanti; si può tuttavia evincere la struttura originaria dell'edificio.

I vani utilizzabili sono 7, suddivisi su due elevazioni, un piano seminterrato di 150 m² ed un piano rialzato di circa 100 m², adiacente la mulattiera. La struttura è realizzata in muratura portante, utilizzando la pietra locale posata a mano e rifinita con intonaco tradizionale e finitura in cocciopesto.

Progetto architettonico

Dal punto di vista architettonico il progetto mira alla realizzazione di una struttura per affittacamere denominata OLTREMARE ROOMS. Essa prevede un ripristino degli spazi originariamente esistenti, un conseguente ampliamento del bagliu e 3 camere al piano seminterrato, una matrimoniale, una tripla ed una qua-

drupla, tutte indipendenti, con spazio esterno e angolo cottura.

Al piano rialzato è presente un appartamento per la famiglia del conduttore, con due bagni e terrazzo privato.

Riqualificazione strutturale ed energetica

Gli interventi volti ad un miglioramento della risposta sismica dell'involucro edilizio prevedono un sistema di ammorsatura tra le murature d'ambito esistenti. Per quanto concerne la realizzazione ex-novo, le tamponature sono realizzate in blocchi di calcestruzzo aerato con solidarizzazione con rete in fibra di vetro (GFRP), mentre per i solai si prevede la tecnologia derivata da quella costruttiva tradizionale con travi portanti in legno lamellare, in continuità con la tipologia strutturale originaria ipotizzata.

Il pergolato viene interamente sorretto da una struttura a telaio lignea (pilastri e travi in legno lamellare), adeguatamente connessa alla nuova muratura in gabbeton, dallo spessore di 45cm.

La sfida di progettazione integrata contempla l'aspetto di efficientamento energetico del manufatto edilizio in analisi: per questo motivo si è pensato di rispettare i caratteri costruttivi tipici dell'ar-

chitettura eoliana, rivisitando il pergolato per l'ombreggiamento.

Il nuovo pergolato prevede una sovrastruttura, opportunamente dissimulata dall'incannucciato del bagghiu, che accoglierà i moduli fotovoltaici e i collettori solari tubolari "sottovuoto", per la produzione di acqua calda sanitaria. La superficie occupata dai moduli fotovoltaici sarà pari a 95 m², per una produzione di energia elettrica stimata pari a 10kW, sufficiente a soddisfare i fabbisogni preventivati.

Il progetto di riqualificazione energetica si conclude con l'inserimento di una tenda fotovoltaica in corrispondenza della terrazza più alta dell'edificio; la tenda risulta essere poco invasiva alla vista in quanto è possibile ritrarla nelle giornate poco soleggiate e piovose, favorendo così il corretto smaltimento delle acque meteoriche. La tenda ha anche la funzione di schermare la superficie del tetto dalle radiazioni solari dirette nelle ore più calde delle giornate estive.

CASO STUDIO N. 2 RISTORANTE A CASA AEOLIAN TASTE HOME (COOKING)

Il caso studio preso in esame si trova sull'isola di Filicudi, nella contrada Liscio. È dislocato su un pendio e ha un ingresso dalla mulattiera a confine. Si tratta di un fabbricato di tipo tradizionale rientrante nella zona A3 del P.R.G., denominata "tessuti urbani di particolare interesse ambientale" che "comprende i centri storici delle antiche frazioni i cui impianti morfologici, tipologici e di tessuto urbano, e la stessa qualità formale dei manufatti edilizi vanno preservati".

Il fabbricato verte in condizioni di abbandono, anche se non ha problemi strutturali evidenti. Alcuni

STATO DI FATTO



L'immobile è situato a nord di Pecorini, in cattivo stato di conservazione, suddiviso su due piani. La struttura è realizzata in muratura portante.

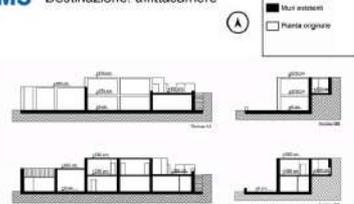


STATO DI PROGETTO



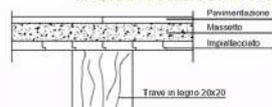
OLTREMARE ROOMS

Destinazione: affittacamere



Legenda
■ Mur esistente
□ Pianta originale

RIQUALIFICAZIONE SISMICA



Dettaglio solaio intermedio



Dettaglio pergolato e parete in gasbetton

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA



RENDER



Tenda fotovoltaica ha un duplice scopo:
essere uno schermo dai raggi solari nel soffitto che è la superficie più esposta
Serve all'accumulo di energia elettrica tramite le celle fotovoltaiche

Dimensioni: 3,5 x 5,3 m
Produzione stimata: 1 kW



SUMMER SCHOOL 2022
RIQUALIFICAZIONE SISMO-ENERGETICA
DEGLI EDIFICI STORICI
Fase studio delle abitazioni urbane



NOI DEL PROGETTO
Gianluca Neri
Gianluca Neri
Gianluca Neri
Gianluca Neri



campi di solaio sono assenti così come gli infissi. Si notano infine diverse lacune nell'intonaco esterno.

Il progetto di recupero, dal titolo "Aeolian Taste Home (Cooking)", prevede un intervento di riqualificazione architettonica, strutturale ed energetica, seguendo una strategia progettuale di tipo integrato, realizzando tutti gli interventi utili al miglioramento dell'edificio anche in funzione della nuova destinazione d'uso prevista.

Progetto architettonico

Gli ambienti sono stati rimodulati per accogliere l'attività specializzata in "tourist eating", cioè i

turisti hanno la possibilità di cucinare e assaporare i piatti tipici locali, seguendo le ricette tradizionali cucinati dalla famiglia che gestisce la struttura. I due piani dell'edificio sono stati destinati ad usi differenti: al piano terra, abbiamo la parte residenziale; il piano seminterrato è destinato all'home restaurant.

Al piano terra viene ripristinata la cucina preesistente con forno a legna e le due stanze presenti vengono adibite una a soggiorno con divano letto, mentre nella seconda si ricava un bagno con un piccolo disimpegno e la restante superficie è destinata a camera da letto. Nella terrazza esterna

vengono ripristinati i bisuoli, le tipiche sedute del bagghiu, e la pulera inesistente viene sostituita da pilastri in legno che sostengono la tipica copertura con l'orditura in travi e listelli di legno, sormontata da strati di cannucciato.

Riqualificazione strutturale ed energetica

Al progetto strutturale è integrato un progetto dell'impianto termico che prevede l'impiego di un soffitto radiante a tubi capillari per il raffrescamento e il riscaldamento degli ambienti interni. In regime estivo il soffitto radiante verrà raffrescato grazie all'acqua proveniente dal serbatoio posto al piano interrato, raffreddata mediante scambio geotermico. In regime invernale, invece, il sistema a tubi capillari viene alimentato da un circuito riscaldato da solare termico integrato nel sistema PVT. Questo sistema riesce a combinare la produzione di energia termica con la produzione di energia elettrica. Ogni singolo intervento è volto a migliorare puntualmente e globalmente il manufatto, guardando e rispettando gli elementi.

Il grande punto a favore di tutti gli interventi previsti è la progettazione integrata, grazie alla quale è possibile realizzare simultaneamente interventi di matrice architettonica, strutturale ed energetica, riuscendo a limitare il numero e il costo delle lavorazioni sul manufatto, come nel caso del solaio descritto.

Nelle Isole Eolie questo genere di approccio ha anche il vantaggio di limitare le difficoltà del trasporto, non solo in termini di costi, ma anche in termini energetici (si parla sempre più di materiali a impatto zero).

CASO STUDIO N. 3 SECONDA CASA

(c) ATH - Aeolian Taste Home

(cooking)



STATO DI FATTO



Il caso studio preso in esame si trova sull'isola di Filicudi nella contrada Liscio. È dislocato su un pendio con ingresso dalla mulattiera a confine. Il fabbricato verte in condizioni di abbandono, non ha evidenti problemi strutturali, ma sono visibili la mancanza totale o di porzioni dei solai di copertura, la mancanza di tutti gli infissi e diverse lacune nell'intonaco esterno.



STATO DI PROGETTO



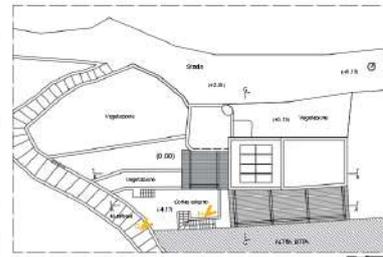
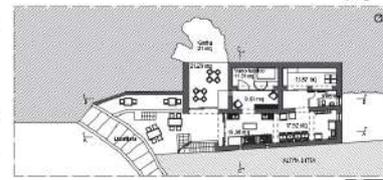
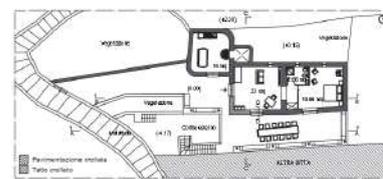
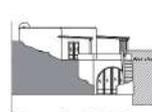
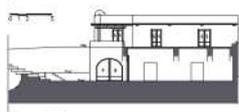
Il progetto dal titolo "ATH" prevede un intervento di **riqualificazione strutturale, energetica ed architettonica**, seguendo una strategia progettuale di tipo integrato, realizzando tutti gli interventi utili al miglioramento dell'edificio anche in funzione della nuova destinazione d'uso prevista, l'**home restaurant**. Dal punto di vista architettonico, i piani sono stati destinati ognuno ad un uso differente: al piano terra abbiamo la civile abitazione; al piano seminterrato l'home restaurant.

SISTEMA PVT

- Regime invernale
- Regime estivo
- Acqua fredda
- Acqua calda

SISTEMA EHP

- Alimentazione elettrica
- Regime estivo/invernale



Il rudere preso in analisi si trova in Contrada Canale, è esposto a nord-ovest ed è affiancato ad un edificio recentemente ristrutturato, in precedenza comunicante con esso.

Dalla preesistenza si leggono due livelli, il cui interpiano si presuppone di 4 m. Il livello inferiore si presenta come un piccolo mulino per la produzione di grano per la presenza di una macina e diversi archi ripetuti dentro e fuori l'edificio. Del livello superiore è presente solo una parete. Il procedimento costruttivo adottato è a muratura portante in blocchi di pietra lavica con spessore di circa 50 cm. La copertura prevede

una struttura con travi in legno disposte con un interasse di 40 cm, con un incannucciato e un battuto cementizio di calpestio, coperto a sua volta da uno di pietrame fine e isolato con malta.

Progetto architettonico

La destinazione d'uso scelta è una seconda casa in parte destinata ad Atelier d'Arte. Pertanto il primo livello stato destinato alla vita privata dei proprietari e il secondo ad una piccola galleria che può ospitare mostre e lezioni laboratoriali. L'atelier si trova nell'open space del piano superiore, dove tutto rimanda alla morfologia dell'isola e alla

presenza del mare. Lo si può notare dalle pareti attrezzate, ripiani e piani d'appoggio, di cui è possibile modificare l'altezza, a onde del mare; essi sono utili per lo stoccaggio di materiali di lavoro o appoggio per un'eventuale biglietteria in caso di mostre.

Lo spazio esterno, che ospita un tradizionale bagghiu, prevede dei muretti-bisuoli che diventano punto di vita verso i panorami. L'ingresso più esterno, invece, è previsto a ovest da dove è possibile dare uno sguardo verso la vallata a nord. Tutto lo spazio esterno può essere sfruttato per ospitare mostre, allestimenti d'arte e fotografia o ancora per lezioni "en plain air".

Riqualificazione strutturale ed energetica

Per quanto riguarda il consolidamento strutturale adottato si tratta di muratura portante in blocchi di calcestruzzo vibrato a elevate prestazioni antisismiche, atti a realizzare murature portanti in zona sismica. Essi coniugano alla leggerezza un'elevata portanza strutturale. La leggerezza consente di limitare l'entità delle forze inerziali, mentre la resistenza e la particolare struttura cellulare consente di dissipare l'energia impressa dall'azione sismica pur mantenendo la capacità portante. I blocchi hanno anche buoni valori di **isolamento acustico** e di **isolamento termico**.

Per l'approvvigionamento di energia elettrica il progetto prevede l'installazione di 6 pannelli fotovoltaici e altrettanti pannelli in PVT (dato l'uso di massimo 4 persone e principalmente nel periodo estivo).

Questi ultimi hanno un duplice funzionamento: la parte anteriore funziona come un pannello fotovoltaico, mentre quella po-

L'isola dell'arte



Si leggono due livelli, il cui interpiano si presuppone di 4m. Il livello inferiore si presenta come uno stabilimento per la produzione di grano per la presenza di una macina e diversi archi ripetuti dentro e fuori l'edificio. Essendo la nostra destinazione d'uso quella di una **seconda casa con Atelier d'Arte**, abbiamo pensato di **dividere** il costruito su due livelli: il **primo indirizzato alla vita privata** dei proprietari e il **secondo per un Atelier che può ospitare mostre e lezioni laboratoriali**.



Stato di progetto

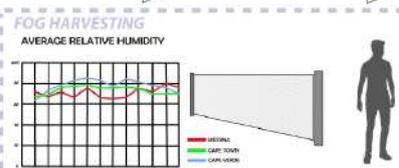
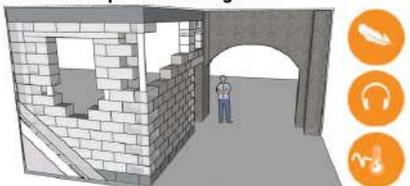
Il **piano terra**, pensato per ospitare **4 persone**, prevede l'ingresso che da sul soggiorno; da qui è possibile **godere degli antichi archi sotterranei recuperati** visibili tramite una parete vetrata.

Nell'**open space del piano superiore** pensato per l'Atelier, pareti attrezzate, ripiani e piani d'appoggio, il tavolo principale, **tutto è stato modulato** secondo forme che richiamano l'isola di Filicudi e la **dimensione marina**, in grado di ospitare fino ad **8-10 ospiti**.

Lo **spazio esterno**, fortemente panoramico, prevede dei muretti-sedute, completamente sfruttabile per **allestimenti d'arte e fotografia** o per lezioni "en plain air".



SISTEMA COSTRUTTIVO
I blocchi **GASBETON® SYSMIC** vengono concepiti per realizzare murature portanti in zona sismica. Essi alla **leggerezza** coniugano un'**elevata portanza strutturale**, **eccellenti capacità di dissipazione energetica** e **fonoisolanti**, coniugate ad **alte prestazioni in campo termo-energetico**.



Si vuole progettare un **sistema di approvvigionamento idrico d'emergenza** che sfrutti l'**elevata umidità dell'isola**. Semplicissimo apparato formato da 3 elementi: una **rete idrofila** che collezioni e dunque condensi il vapore acqueo, un **telaio** che permetta la distensione delle fibre della rete ed infine un **recipiente** in cui raccogliere l'acqua.

steriore presenta uno scambiatore a cui viene ceduto il calore proveniente dal fotovoltaico funzionando da collettore termico per la produzione di acqua calda sanitaria fino a 70°C.

Inoltre, è stato progettato un sistema di approvvigionamento idrico d'emergenza sfruttando il principio del Fog Harvesting. Tale sistema è stato osservato per la prima volta in natura nel Deserto della Namibia; in tale località, appunto, è presente un notevole tasso di umidità nell'aria e delle precipitazioni meteoriche che non superano i 2 cm annui. Osservando l'insetto "Scarabeo della Namibia" si ci è accorti come

questo scarafaggio endemico è in grado di dissetarsi sfruttando il vapore acqueo presente nell'aria, grazie alla presenza di due tipi di tessuti che ne caratterizzano il dorso, una piana idrofoba e una costituita da protuberanze idrofile, che permettono di intrappolare la componente umida dell'aria accumulandola come gocce di condensa. Alla stessa maniera, il sistema di approvvigionamento idrico proposto, focalizzato sulla bagnabilità dei materiali che lo costituiscono e sulla loro tendenza sia ad assorbire che a repellere i liquidi, permette di assorbire la componente liquida contenuta nell'aria e a destinarla ad uso sanitario. Si vuole dunque

riproporre un sistema ispirato alla natura, dal bassissimo, quasi inesistente, impatto ambientale. Esso consiste in un semplicissimo apparato formato da 3 elementi: una rete idrofila che collezioni e dunque condensi il vapore acqueo, un telaio che permetta la distensione delle fibre della rete ed infine un recipiente in cui raccogliere l'acqua.

CASO STUDIO N. 4 ALBERGO DIFFUSO "LA MACINA"

Il caso studio è situato nella contrada Canale dell'isola di Filicudi ed è raggiungibile percorrendo una mulattiera che si diparte dalla strada provinciale dell'isola.

L'edificio si sviluppa su due livelli e si trova in avanzato stato di degrado. La presenza, al piano terra, di una macina e di presse per la produzione di olio fa supporre che questo piano fosse adibito, in origine, a frantoio. Il piano primo, invece, era presumibilmente destinato ad abitazione. La presenza, inoltre, di murature in stato di rudere sul fronte est dell'edificio fa supporre che ad esso fosse collegata un'ulteriore vano - oggi crollato - all'esterno della quale erano collocate, verosimilmente, le scale per raggiungere il primo piano. L'edificio presenta aperture sui fronti est e sud, mentre i fronti nord e ovest, costeggiati dalla mulattiera, risultano ciechi. La muratura presenta un quadro fessurativo complesso, con crolli e presenza in alcuni punti di lesioni passanti. I rivestimenti interni ed esterni sono in grave stato di degrado. L'unico infisso presente è piuttosto deteriorato.

Progetto architettonico

Il progetto prevede la riqualificazione sismo-energetica del caso studio in vista di una nuova destinazione d'uso dello stesso. Nello specifico, la proposta progettuale prevede di destinare il caso studio



all'edificio principale di una struttura ricettiva della tipologia "albergo diffuso". Il modello di ospitalità dell'albergo diffuso è una tipologia di struttura ricettiva atta alla rifunzionalizzazione di vecchi edifici chiusi o inutilizzati posti all'interno di piccoli centri storici, nuclei urbani di antica formazione, insediamenti rurali e montani. La proposta progettuale prevede di destinare il piano terra del caso studio all'accoglienza degli ospiti e ad un'area espositiva dove mostrare le attrezzature del frantoio originario rinvenute sul sito. Il piano primo, invece, viene destinato ad un'area ristoro mediante distributori automatici e un servizio. Nel terrazzo al piano sul lato

sud dell'edificio, vi è una nuova schermatura solare che rievoca il caratteristico bagghiu eoliano in struttura lignea e con incannucciato. L'accesso al primo piano viene garantito dal retro dell'edificio, raggiungibile proseguendo lungo la mulattiera limitrofa, mediante una nuova scala aggettante in acciaio corten.

Riqualificazione strutturale ed energetica

L'intervento di riqualificazione del caso studio consiste, invece, nella realizzazione di un nuovo involucro ligneo sismo-resistente ed energeticamente efficiente internamente alle murature verticali esistenti. Tale involucro

si compone di pareti e solai in legno lamellare a strati incrociati (XLAM), collegati tra loro mediante connettori a gambo cilindrico. L'XLAM è un prodotto ingegnerizzato ottenuto dalla sovrapposizione di strati di tavole lignee, reciprocamente incrociati ed incollati al fine di ottenere un pannello monolitico ad elevate prestazioni meccaniche. La disposizione incrociata dei diversi strati di tavole conferisce, infatti, al pannello elevata capacità di resistenza ad azioni nel piano e fuori piano, nonché notevole stabilità dimensionale. L'XLAM.

L'intervento di riqualificazione proposto è, dunque, finalizzato a:

- consolidare e migliorare le prestazioni antisismiche delle murature esistenti, senza incremento di carichi su di esse;
- aumentare la resistenza termica delle murature esistenti, eliminando la formazione di ponti termici;
- realizzare le nuove chiusure orizzontali intermedie e di copertura;
- ridurre i tempi e i costi di installazione dell'intervento, grazie alla posa in opera a secco e all'elevato livello di prefabbricazione dell'XLAM;
- favorire l'utilizzo di materiali a base di legno, materiale bio-ecocompatibile, altamente riciclabile e caratterizzato da un basso carbon footprint.

CASO STUDIO N. 5 B&B BAGGIU E BAGGIOLI

Il caso studio si trova nell'isola di Filicudi, appartenente all'arcipelago delle isole Eolie, in contrada Portella ed è in stato di rudere: le coperture risultano totalmente assenti, fatte salve due camere in cui i solai comunque si presentano pericolosamente imbarcati; diversi paramenti murari sono

crollati. Sul manufatto sono stati condotti rilievo metrico, geometrico-costruttivo e fotografico, parallelamente allo studio dei caratteri tipici dell'architettura locale. Dal punto di vista costruttivo l'edificio è realizzato in muratura informe in pietra lavica e solai tradizionali realizzati con travi lignee, incannucciato, gretonato alleggerito di pietra pomice rifiniti all'intradosso con boiaccia di coccio pesto. Peculiarità del caso studio è la presenza di volte a concrezione in pietra lavica su parte del basamento, testimonianza del carattere produttivo del manufatto.

Progetto architettonico

Nel progetto del nuovo l'idea progettuale, sin dalle sue fasi iniziali, non può scindersi da una sua intrinseca matericità. Allo stesso modo, nel progetto sul costruito l'idea progettuale si costituisce di tutti gli input che il sito offre. Il caso studio in esame, pur nello stato di rudere, ha tanto da offrire: il punto di vista panoramico, il legame con la storia locale, leggibile tanto nell'apparecchiatura costruttiva quanto nelle tracce dei caratteri tipici delle architetture eoliane; quindi, dai materiali ai fori-testimonianza di un baggiu collassato; dai solai lignei con incannucciato all'orientamento e organizzazione degli spazi.

Pertanto sono stati individuati gli interventi necessari per rendere il rudere atto ad ospitare un'attività turistica ricettiva, attraverso opere atte a garantire la sicurezza statica, quindi il comfort termico e non ultimo la distribuzione di spazi salubri e funzionali, atti a cogliere le emergenze naturali, tanto paesaggistiche (scorci sul fianco della collina fino alla costa), quanto energetiche (eolico e solare). Per gli ambienti in cui il paramento murario risultava crollato si è deciso di realizzare

una scatola muraria in X-LAM. Infine, è stata prevista la ricostruzione del baggiu crollato.

Riqualificazione strutturale ed energetica

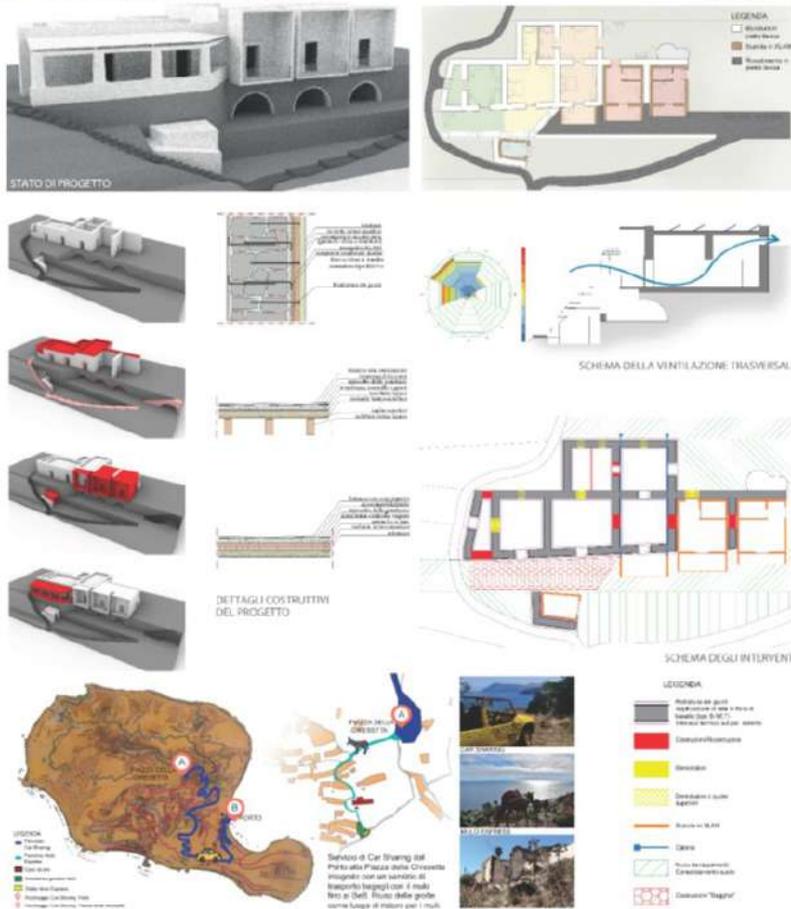
Al fine di ottenere un miglioramento delle prestazioni energetiche, nel paramento interno della muratura è predisposto uno strato di 6 cm di isolante termo-acustico e finitura con intonaco termico, con conducibilità termica ridotta. Si è preferito disporre l'isolante termico sul lato interno, al fine di arrivare a regime di temperatura desiderata nel minor tempo possibile, dal momento che i turisti generalmente fruiscono dei locali per tempi ridotti, perché trascorrono parte della giornata in escursione.

Per le chiusure orizzontali di copertura, attualmente fatiscenti o crollate, è prevista la ricostruzione dei solai con orditura in legno lamellare che richiamano i sistemi tradizionali. In corrispondenza delle "scatole" in XLAM, la copertura è costituita da un pannello in XLAM, membrana di controllo del vapore, massetto delle pendenze, impermeabilizzante rifinito con uno strato di boiaccia in cocciopesto. Anche in copertura la coibentazione è stata applicata sul lato interno.

A seguito di una analisi della ventilazione, eseguita attraverso l'uso dei dati climatici locali, è stata riscontrata la prevalenza di venti provenienti da nord e nord-est. Pertanto, per assicurare l'attivazione di ventilazione naturale ai fini tanto del ricambio d'aria quanto soprattutto per il raffrescamento e il comfort degli ambienti, sono state studiate e realizzate apposite aperture sul lato nord attraverso le quali il vento riesca a entrare, per poi uscire dalle aperture a sud, secondo una strategia bioclimatica tipica



B&B Bagghiu&Bagghiolu



dell'architettura eoliana.

Il progetto ha voluto focalizzare anche l'aspetto della mobilità, assicurando dei collegamenti agevoli tra il porto e il B&B. In particolare, nell'ottica di mirare a una sempre maggiore sostenibilità, è stato previsto un servizio di car sharing elettrico, che parte dal porto e giunge fino alla fine della strada carrabile. Da questo punto in poi prosegue solo la mulattiera, per cui è stato ideato un servizio denominato Mulo Express che permette ai turisti di raggiungere il B&B passeggiando lungo le mulattiere al fianco di un mulo che li assisterà nel trasporto dei

bagagli.

CASO STUDIO N. 6 CASA VACANZE 'U CORI

Il Caso Studio si localizza nella Contrada Canale. Il collegamento alla strada carrabile avviene tramite una trazzera che si sviluppa sul fronte sud orientale dell'isola.

È presente un ampio bagghiu sul fronte della casa, mentre sul retro è presente un piccolo cortile. Il bagghiu era riservato alle lavorazioni dei prodotti agricoli e risulta confinato da una seduta continua in muratura detta bisuolo il cui schienale costituisce

il parapetto della terrazza. Nel caso studio l'ombreggiatura era ottenuta tramite una tettoia in materiale leggero, disposta lungo il fronte sud. Le travi in legno che la sostengono sono poggiate, da un lato, a ganci in ferro sporgenti dal muro della casa, dall'altro, a pilastri in muratura a sezione circolare, piuttosto massicci, inglobati lungo il parapetto del bagghiu, detti puleri.

Il rudere si presenta articolato in un piano seminterrato, accessibile da una scala posta a quota inferiore rispetto alla quota zero, un terrazzo aperto in direzione sud, accessibile dall'entrata posta a quota zero, e un piano fuori terra di 2,00 m x 9,00 m con antistante terrazzino, accessibile da una scala che si diparte dal terrazzo a sud posto a quota inferiore.

La struttura principale è in muratura portante a due paramenti scarsamente ammortati in pietrame lavico informe, caratterizzata da scarsissima presenza di diatoni. Essa si presenta in buono stato di conservazione, in gran parte ancora dotata di intonaco e non sono emersi quadri fessurativi degni di nota. Le chiusure orizzontali di copertura del corpo principale, originariamente costituite da orditura in travi lignee ed incastrate nelle murature verticali, sono state sostituite da un solaio in putrelle di acciaio e getto in CA. Il solaio del terrazzino è eseguito con tecnica esecutiva tradizionale a ordito semplice di travi uso Trieste, incannucciato e getto a concrezione a base di calce e versa in uno stato di avanzatissimo degrado statico. Il resto del vano seminterrato è coperto da una volta a botte ribassata in scampoli di pietra lavica e malta di calce.

Progetto architettonico

L'unità edilizia verrà trasformata in una casa vacanze. Le case

