

# L'IU

L'INGEGNERE UMBRO



PERIODICO DELL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PERUGIA

# SOMMARIO



In copertina:

Suggestiva immagine di Piazza IV Novembre e di Corso Vannucci (Perugia)

Fotografia di Luca Bernacchi

## 5 EDITORIALE

*Stefano Mancini*

## 7 RINNOVATI I VERTICI DELL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DI PERUGIA

*La Redazione*

## 9 L'ENERGIA DEL FUTURO

Intervista al prof. Francesco Asdrubali al ritorno da Expo Astana (Kazakistan) 2017

*Alessio Lutazi*

## 14 CAMBIAMENTI CLIMATICI E PRINCIPALI GRANDEZZE METEOROLOGICHE IN UMBRIA

Risultati di un'importante ricerca scientifica sul fenomeno della piovosità in Umbria

*Renato Morbidelli*

## 20 INDUSTRIA 4.0: SE NE PARLA TANTO, MA SAPPIAMO DAVVERO COSA È?

Dalla prima alla quarta rivoluzione industriale, verso una nuova cultura

*Sergio Cimino*

## 24 SISTEMA A MICROONDE PER LA RILEVAZIONE DI DIFETTI NELLE MOLLE USATE IN APPLICAZIONI INDUSTRIALI

Interessante progetto di ricerca industriale promosso da RF Microtech srl, spin off dell'Università di Perugia

*Laura Urbani, Elisa Fratticcioli, Hamza ELGhannudi, Roberto Sorrentino*

## 29 RECENSIONE "SISTEMI PER IL CONTROLLO DI FUMO E CALORE"

Recensione del volume di prevenzione incendi "Sistemi per il controllo di fumo e calore" di Giovanni Paparelli

*La Redazione*

## 30 RECENSIONE "ARCHITETTURA FATTA AD ARTE"

Recensione del volume "ARCHITETTURA FATTA AD ARTE. Rilievo delle opere di Ugo Tarchi (1887-1978) in Umbria" di Simone Bori

*La Redazione*

L'INGEGNERE UMBRO - n°102 - anno XXV - Settembre 2017

Direttore Responsabile: Giovanni Paparelli

Redattore Capo: Alessio Lutazi

Segretario di Redazione: Alessandro Piobbico

In Redazione: Livia Arcioni, Federica Castori, Raffaele Cericola, Giulia De Leo, Michela Dominici, Giuliano Mariani.

Collaboratori: Francesco Asdrubali, Michele Castellani, Guido De Angelis, Lamberto Fornari, Pietro Gallina, Antonello Giovannelli, Renato Morbidelli, Massimo Pera, Enrico Maria Pero, Alessandro Rocconi, Gianluca Spoletini.

Hanno collaborato inoltre a questo numero: Hamza ELGhannudi, Elisa Fratticcioli, Roberto Sorrentino, Laura Urbani.

Grafica e impaginazione: Paolo Moretti Freelance Designer ([www.paolomoretti.net](http://www.paolomoretti.net))

Stampa e Pubblicità: Litograf Todi s.r.l.

Questo numero è stato stampato in 6000 copie.

La Rivista viene inviata in abbonamento gratuito a chiunque ne fa richiesta. L'Editore garantisce la massima riservatezza dei dati forniti dagli abbonati e la possibilità di richiederne gratuitamente la rettifica o la cancellazione. Le informazioni custodite verranno utilizzate al solo scopo di inviare agli abbonati la Rivista e gli allegati (legge 196/03 - tutela dei dati personali). Tutti i diritti sono riservati. È vietata la riproduzione anche parziale, eseguita con qualsiasi mezzo, di ogni contenuto della Rivista, senza autorizzazione scritta. Sono consentite brevi citazioni con l'obbligo di menzionare la fonte. Testi, foto e disegni inviati non saranno restituiti.

# EDITORIALE



*Care colleghe e cari colleghi, innanzitutto vorrei rinnovare la mia gratitudine, e quella del nuovo Consiglio, a coloro che hanno creduto in noi affidandoci il compito e la responsabilità di guidare l'Ordine nei prossimi 4 anni.*

*La nomina a Presidente dell'Ordine, per me e per il Consiglio, significa affrontare con unità d'intenti e condivisione, l'impegno di rendere ancora più qualificante il compito della professione ingegneristica, sia nell'ambito del territorio che nei rapporti con le istituzioni, nei confronti delle quali ci vogliamo porre come autorevole supporto nelle*

*scelte politiche e amministrative al fine di una semplificazione normativa nell'interesse della categoria e della comunità.*

*Per quest'ultimo aspetto, con la Regione Umbria, continueremo a portare avanti un dibattito serio e concreto, anche mediante la partecipazione alla Rete delle Professioni tecniche dell'Umbria, che si traduca in scelte e provvedimenti in tutti i settori in cui si inserisce la versatile figura dell'ingegnere. Con particolare riferimento alla ricostruzione post-sismica, l'azione portata avanti con i colleghi della Provincia di Terni tramite la Federazione Ordini Ingegneri della Regione Umbria, guidata dal nostro consigliere ing. Marco Balducci, permetterà una rappresentanza ancora più incisiva alle varie iniziative e ai tavoli istituzionali in cui porteremo il nostro contributo. L'Ordine di Perugia, con i suoi 3000 ingegneri, è un bacino di eccellenze e competenze professionali che ci impegneremo a tutelare e valorizzare, con attenzione ad ogni settore di appartenenza, cercando un coinvolgimento maggiore degli iscritti che saranno chiamati a far parte della vita associativa, attraverso azioni mirate allo scambio di opinioni e di idee; strategico sarà il ruolo delle Commissioni che già hanno visto la formalizzazione dei Consiglieri referenti.*

*Un ingegnere all'altezza di un compito importante deve essere un professionista in continua evoluzione e aggiornamento: attraverso la Fondazione, con il neo presidente l'ing. Leonardo Banella e il nuovo Consiglio, continueremo a promuovere e diffondere la cultura dell'ingegneria offrendo un'ampia scelta per la formazione continua degli ingegneri.*

*Fondamentale, per quanto sopra citato, sarà la sinergia che ormai da anni abbiamo stabilito con il Consiglio Nazionale degli Ingegneri, grazie anche alla presenza all'interno di esso di chi conosce molto bene il nostro Ordine e il nostro territorio; il riferimento è chiaramente all'ing. Massimo Mariani, Consigliere Nazionale e già Presidente per più mandati del nostro Consiglio territoriale.*

*Vorrei infine rivolgere un particolare ringraziamento all'ing. Roberto Baliani e a tutti i Consiglieri*

*uscanti, compagni di viaggio nel mandato del quadriennio che ci lasciamo alle spalle; avendo svolto il ruolo di consigliere posso affermare che è stato un percorso non sempre facile, anche a causa delle continue trasformazioni che coinvolgono la nostra professione, ma costantemente indirizzato al riconoscimento del ruolo prioritario dell'ingegnere all'interno della società civile.*

*Una tappa significativa di questo cammino è stata a giugno di quest'anno quando il nostro Ordine ha avuto il grande onore di ospitare il 62° Congresso Nazionale degli Ingegneri d'Italia a cui hanno partecipato 1000 colleghi in rappresentanza di 106 ordini territoriali; un appuntamento dal forte valore simbolico per l'Umbria perché incentrato sulla capacità dell'ingegnere di correre il "rischio" professionale, sociale, economico, incluso quello legato alle difficoltà di gestire il cambiamento del sistema e le relative politiche di prevenzione.*

*Una menzione speciale merita inoltre il lavoro svolto dalla Fondazione, presieduta dall'ing. Paolo Anderlini, divenuta in poco tempo un organismo di riferimento per la crescita professionale e culturale dell'ingegnere nella nostra Provincia; un sentito ringraziamento vorrei rivolgerlo anche ai colleghi che hanno messo a disposizione tempo, professionalità ed esperienza nel far parte di organi fondamentali dell'Ordine quali il Consiglio di Disciplina Territoriale e la Commissione Pareri.*

*Concludo rinnovando al Consiglio dell'Ordine e a quello della Fondazione, i migliori auguri di buon lavoro per lo sviluppo, la tutela e la valorizzazione della nostra amata professione.*

*Stefano Mancini  
Presidente Ordine Ingegneri Perugia*



## RINNOVATI I VERTICI DELL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DI PERUGIA

*La Redazione*

Le elezioni per il rinnovo del Consiglio dell'Ordine di Perugia, chiuse lo scorso 17 giugno, hanno portato al voto ben 996 iscritti che per il quadriennio 2017/2021 hanno eletto come consiglieri: **Stefano Mancini, Gianluca Spoletini, Leonardo Banella, Gianluca Fagotti, Luca Cesaretti, Gianni Drisaldi, Antonella Badolato, Andrea Galli, Marco Balducci, Paolo Gattini, Alessio Lutazi, Vincenzo Pane, Sergio Falchetti, Lucia Bachini, Michele Patumi** (sezione B). Nel corso della seduta di insediamento del nuovo Consiglio svoltasi il

24 luglio è stato nominato come presidente **Stefano Mancini**; 35 anni, è stato consigliere dell'Ordine nel precedente mandato e dal 2012 componente della Commissione giovani, di cui è tra i fondatori, già segretario della Federazione degli Ordini degli Ingegneri dell'Umbria; libero professionista, esercita prevalentemente tra Spoleto, sua città natale, e Perugia.

Le cariche di vicepresidente, segretario e tesoriere, sono state affidate rispettivamente a **Gianluca Spoletini, Antonella Badolato e Andrea Galli**.



| Commissione                                | Consigliere Referente |
|--|-----------------------|
| Commissione ACUSTICA E MECCANICA           | Badolato Antonella    |
| Commissione ENERGIA E AMBIENTE             | Lutazi Alessio        |
| Commissione GIOVANI                        | Mancini Stefano       |
| Commissione IDRAULICA                      | Gattini Paolo         |
| Commissione IMPIANTI                       | Banella Leonardo      |
| Commissione INGEGNERI SEZIONE B            | Patumi Michele        |
| Commissione INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE   | Mancini Stefano       |
| Commissione INGEGNERIA FORENSE (ex CTU)    | Falchetti Sergio      |
| Commissione INGEGNERIA GESTIONALE          | Mancini Stefano       |
| Commissione LAVORI PUBBLICI                | Balducci Marco        |
| Commissione PIANIFICAZIONE ED ARCHITETTURA | Cesaretti Luca        |
| Commissione RISCHI E PROTEZIONE CIVILE     | Spoletini Gianluca    |
| Commissione SICUREZZA E ANTINCENDIO        | Galli Andrea          |
| Commissione STRUTTURE E GEOTECNICA         | Fagotti Gianluca      |

Il nuovo Consiglio ha quindi provveduto a riorganizzare anche le Commissioni, che nascono al fine di favorire un reciproco miglioramento professionale tra gli iscritti, l'approfondimento di tematiche di interesse ingegneristico e pubblico, per stimolare una più diretta partecipazione degli iscritti alle attività dell'Ordine e offrono, attraverso il Consigliere Referente, un supporto consultivo alle attività del Consiglio. Ciascuna Commissione è composta

da un Consigliere Referente, da un Coordinatore, da un Segretario e da tutti gli iscritti all'Ordine che ne fanno richiesta.

Il nuovo Consiglio ha provveduto anche alla nomina dei consiglieri della Fondazione che sono: **Leonardo Banella, Luca Cesaretti, Gianni Drisaldi, Andrea Galli, Vincenzo Pane** (componenti interni del Consiglio), **Marco Fabiani e Luca Leonardi** (componenti esterni).

L'Ente che si occupa di formazione

e divulgazione culturale per conto dell'Ordine sarà guidato per il prossimo quadriennio da **Leonardo Banella**.

Rinnovato anche il **Consiglio della Federazione degli Ordini degli Ingegneri della Regione Umbria** che per il quadriennio 2017-2021 sarà guidato dal perugino **Marco Balducci**.

Dopo il via libera dei Consigli degli Ordini provinciali di Perugia e Terni, nel mese di settembre, insieme al presidente sono stati nominati il segretario, **Pier Giorgio Imperi**, e i consiglieri **Stefano Mancini, Simone Monotti** (presidenti degli Ordini provinciali di Perugia e Terni e componenti di diritto), **Sergio Falchetti e Marco Corradi** (componenti dei Consigli provinciali). La presidenza, in base al principio dell'alternanza tra i due Ordini provinciali previsto nello Statuto, dopo il primo mandato svolto dall'Ordine di Terni, si stabilisce a Perugia.

La Federazione continuerà il percorso iniziato nel 2016 e volto a valorizzare e rappresentare le istanze di circa 4000 professionisti nei confronti degli organismi regionali preposti alle scelte legislative che interessano la vita economia e sociale; il tutto di concerto con le altre Federazioni regionali e con il Consiglio Nazionale degli Ingegneri.

La sede operativa della Federazione che coincide, di mandato in mandato, con la sede dell'Ordine di appartenenza del Presidente, sarà presso l'Ordine degli Ingegneri di Perugia.

#### Partecipazione e condivisione: il Presidente Stefano Mancini spiega le linee guida del nuovo mandato

"Il nuovo Consiglio è composto da una "squadra" molto motivata che affronterà con unità di intenti e condivisione il compito di gestione dell'Ordine con l'obiettivo prioritario di un coinvolgimento sempre maggiore degli iscritti di tutti i settori. L'Ordine di Perugia, con i suoi 3000 ingegneri, rappresenta un bacino di eccellenze e competenze professionali che, come Consiglio, ci impegneremo a tutelare e valorizzare, con particolare attenzione al ruolo e ai compiti connessi all'esercizio della professione, nell'interesse della comunità.

Continueremo a riservare particolare attenzione al rapporto con le istituzioni proponendoci come interlocutori in tutti quegli ambiti in cui si inserisce la versatile figura dell'ingegnere".

## L'ENERGIA DEL FUTURO



### Intervista al prof. Francesco Asdrubali al ritorno da Expo Astana (Kazakistan) 2017

di Alessio Lutazi

Il dibattito sulle energie rinnovabili è aperto e in continuo aggiornamento; affrontare oggi temi come stili di vita, produzioni sostenibili e innovazione tecnologica rappresenta una vera urgenza che deve tenere sempre più in considerazione i nuovi rapporti instaurati fra l'uomo e la gestione delle risorse naturali, dei cambiamenti climatici, dei nuovi equilibri geopolitici mondiali e dell'aumento della popolazione.

L'Ingegnere Umbro ha voluto approfondire l'argomento con Francesco Asdrubali, Professore Ordinario di Fisica Tecnica Ambientale presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi "Roma Tre" e che annovera nel suo percorso scientifico prestigiosi incarichi e riconoscimenti in ambito nazionale ed internazionale.

Il suo progetto "La ricerca in materia di risparmio energetico degli edifici: una sfida scientifica, tecnologica e culturale per il XXI secolo" è stato selezionato da un Comitato Scientifico ad hoc nazionale (presieduto dal Commissario generale di Sezione per il Padiglione Italia e composto, tra gli altri, da rappresentanti del MAECI e del MISE) ed è stato recentemente presentato come progetto di eccellenza italiana al Padiglione Italia di EXPO Astana 2017.

**L'Expo Astana 2017, in corso dal 10 giugno al 10 settembre ad Astana (Kazakistan) focalizza l'attenzione mondiale sulle nuove modalità di**

**generazione da fonti sostenibili per rispondere alla crescente domanda energetica mondiale. Come valuta l'impegno dell'Italia in tal senso?**

L'impegno del nostro Paese in materia di energia è caratterizzato da luci ed ombre, soprattutto a causa della mancanza di una programmazione energetica incisiva e lungimirante. Basti pensare che sono dovuti passare ben 24 anni tra il Piano Energetico Nazionale del 1988 e la Strategia Energetica Nazionale del 2012. Nonostante i significativi progressi in materia di rinnovabili elettriche (eolico, fotovoltaico) e la crescente decarbonizzazione del settore dell'energia, l'Italia ha ancora prezzi energetici troppo alti rispetto a quelli europei, una eccessiva dipendenza dall'importazione di combustibili fossili con ricadute negative sulla bilancia dei pagamenti e sulla sicurezza dell'approvvigionamento, uno stock edilizio obsoleto dal punto di vista degli standard di consumo energetico e una scarsa elettrificazione dei trasporti. Tutti problemi a cui cerca di dare una risposta, anche al fine di rispettare l'Accordo di Parigi sul clima, la nuova Strategia Energetica Nazionale, varata nella primavera del 2017. La SEN 2017 punta soprattutto su gas e rinnovabili, al fine di superare l'era del carbone, trasformando l'Italia in un *hub* energetico per la trasmissione e diversificazione del gas nel bacino mediterraneo. Il piano mira ad una penetrazione minima di rinnovabili



Francesco Asdrubali

del 27% sui consumi lordi finali al 2030, suddivise in 48% – 50% per le rinnovabili elettriche, 28-30% per quelle termiche e 17-19% per quelle del settore trasporti.

**Il suo progetto “La ricerca in materia di risparmio energetico degli edifici: una sfida scientifica, tecnologica e culturale per il XXI secolo” è stato selezionato come progetto di eccellenza italiana al Padiglione Italia di EXPO Astana 2017. Può illustrarci i suoi contenuti e i suoi principi ispiratori?**

Il progetto, tradotto in un video girato negli studi radiotelevisivi di Saxa Rubra, presenta sinteticamente oltre 15 anni di ricerche svolte presso l'Università di Perugia e l'Università Roma Tre.

Gli studi hanno riguardato la valutazione sperimentale e la simulazione delle prestazioni termo-energetiche ed acustiche di materiali innovativi, caratterizzati da ridotta energia incorporata (*embodied energy*) e facilmente riutilizzabili o smaltibili a fine vita. Ad esempio, si sono analizzati materiali trasparenti *smart* (elettrocromici e pellicole a controllo solare), materiali isolanti sostenibili, di origine naturale (argilla espansa, kenaf, materiali cellulosici, tetti verdi) o derivanti dal riciclaggio di altre materie (pneumatici a fine vita), fino ad arrivare a soluzioni di frontiera quali i metamateriali. Tutti gli studi hanno avuto quale elemento caratterizzante l'attenzione alla multifunzionalità dei materiali e al loro impatto ambientale, nell'ottica dell'analisi di ciclo di vita. Le ricerche in questione hanno inoltre condotto all'ottenimento di due brevetti relativi ad apparati di laboratorio per la misura della trasmittanza di componenti edilizi (*Hot Box*), che hanno suscitato l'interesse di investitori stranieri.

La grande varietà delle soluzioni studiate è rappresentativa della vivacità di un settore, quello dell'edilizia sostenibile e dell'efficienza energetica nelle costruzioni, in cui la ricerca italiana ha espresso e sta



esprimendo ricercatori di primo piano a livello internazionale e prodotto studi che trovano collocazione nelle riviste più prestigiose.

### Ci illustra i contenuti del Padiglione italiano?

Il Padiglione Italiano a Expo Astana 2017, commissionato dal Ministero degli Affari Esteri, con il Ministero dello Sviluppo Economico e ICE - Istituto per il Commercio Estero e progettato dallo studio ABDR Architetti Associati, si articola su più livelli ed in quattro piazze, per una superficie complessiva di circa 900mq. *“Ingegno e storia: le risorse per una energia sostenibile”* è il filo conduttore del padiglione, che si propone di raccontare come da sempre il genio italiano si sia dedicato ai temi dell'energia, del risparmio delle risorse naturali, della ricerca del bello. Non a caso, le quattro piazze che si aprono lungo il percorso sono dedicate ad altrettanti grandi scienziati italiani: Leonardo da Vinci, Alessandro Volta, Antonio Pacinotti ed Enrico Fermi. Il Padiglione è caratterizzato dalla presenza di contenuti multimediali in grado di catturare sia il visitatore distratto, con la dimensione poetica ed emozionale dei paesaggi e delle città italiane proiettate su schermi a grandi dimensioni, sia quello interessato ai temi più tecnici, grazie ai precisi contenuti informativi di alcune sale. Il Padiglione è completato da una sala conferenze e da uno spazio espositivo dove le varie regioni italiane, in settimane a loro dedicate, hanno potuto presentare le proprie bellezze e tipicità e realizzare seminari ed incontri di carattere tecnico-commerciale, al fine di promuovere i rapporti tra Italia e Kazakhstan, già significativi per il settore *oil&gas*.

**Gli edifici sono responsabili di elevati consumi energetici in Italia ed anche nell'Unione Europea; ritiene attuabili soluzioni di efficienza energetica nel settore delle costruzioni?**



Foto di Francesco Asdrubali

Gli edifici sono responsabili del 40% dei consumi energetici nell'Unione Europea. L'Italia, pur avendo un clima mite, presenta consumi allineati alla media europea a causa dell'obsolescenza del proprio stock edilizio. La riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, e la progettazione di nuovi edifici secondo lo standard nZEB (*nearly Zero Energy Buildings*), rappresentano quindi una sfida scientifica e tecnologica di primaria importanza per il nostro Paese, al fine di centrare gli ambiziosi obiettivi comunitari di riduzione delle emissioni di gas climalteranti e dare un impulso, improntato alla *green economy*, all'industria delle costruzioni, da sempre un asse portante dell'economia nazionale, ma in crisi profonda da diversi anni.

Le soluzioni attuabili sono molteplici. Ad esempio l'involucro edilizio negli

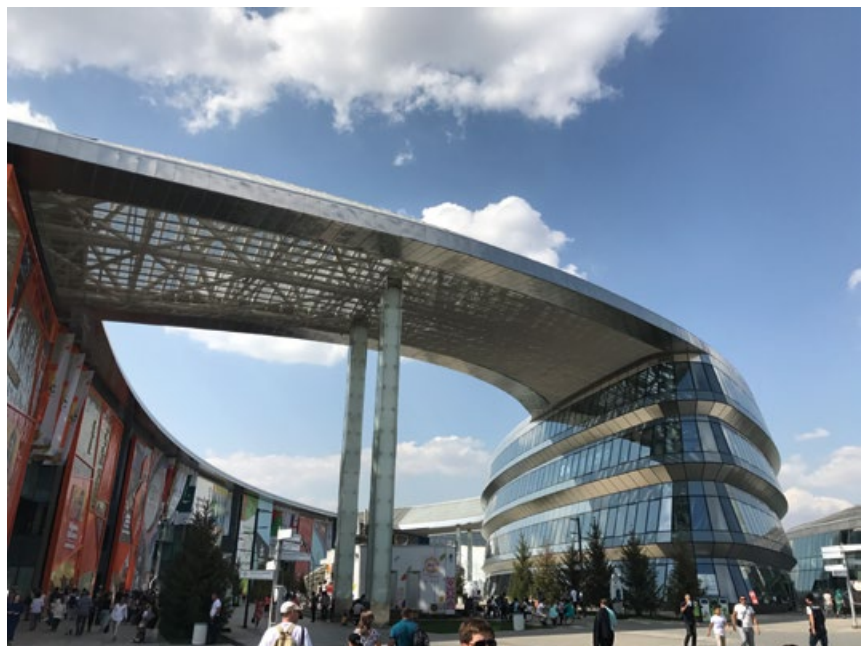


Foto di Francesco Asdrubali



Foto di Francesco Asdrubali

edifici *smart* costituisce sempre più un sistema tecnologico in grado di gestire lo scambio energetico tra l'ambiente esterno ed interno, ottimizzando gli apporti gratuiti e minimizzando i consumi e gli impatti, attraverso l'utilizzazione di nuovi materiali e nuovi componenti. Si stanno così affermando materiali innovativi ad elevate prestazioni, quali i super isolanti termici, i materiali ad elevato albedo o a cambiamento di fase, e componenti dinamici in grado di comportarsi come organismi auto-reattivi (facciate adattive) e di gestire sistemi di produzione da fonti rinnovabili integrati.

Anche il settore della certificazione energetica degli edifici si è evoluto,

passando dall' approccio meramente prescrittivo delle prime certificazioni alla valutazione multicriterio e ad ampio raggio tipica dei protocolli di certificazione della sostenibilità (ITACA, LEED; BREEAM), argomento su cui sto concentrando le mie ricerche più recenti.

La consapevolezza dei consumatori è molto cresciuta negli ultimi anni, anche grazie al meccanismo dei bonus fiscali per le ristrutturazioni edilizie, e questo fa ben sperare per una ripresa del settore delle costruzioni improntata verso soluzioni più green.

**In un periodo di crisi, la ricerca scientifica nelle imprese private**

**rischia di essere penalizzata per ragioni strettamente economiche. Potrebbe essere una soluzione valida una maggiore collaborazione tra le imprese industriali e le istituzioni accademiche e scientifiche?**

Molto spesso l'Accademia viene accusata di vivere in una sorta di torre d'avorio, senza rapporti con il mondo produttivo e con la società civile. Si tratta di un luogo comune, soprattutto per quanto riguarda le discipline ingegneristiche: molte delle ricerche che ho presentato ad Expo Astana sono state sviluppate proprio in collaborazione con aziende del settore delle costruzioni. Va inoltre detto che il Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca Scientifica (MIUR) sta da alcuni anni spingendo, con specifiche iniziative, verso una maggiore collaborazione tra Enti di ricerca pubblici e imprese: si possono citare in tal senso i Dottorati industriali (finanziati dalle aziende affinché propri dipendenti svolgano il dottorato presso un'Università), i Cluster Tecnologici Nazionali (aggregazioni di soggetti pubblici e privati sui 12 temi della *smart specialization* del Piano Nazionale della Ricerca, dall'Aerospazio, all'Agrifood, dalla Chimica Verde alla Fabbrica Intelligente), fino al recente bando MIUR per progetti di ricerca industriale da 497 milioni di Euro, di cui 393 per le regioni del Sud. Il Ministero dello Sviluppo Economico (MISE) sta reperendo risorse per rilanciare le misure di Industria 4.0, che prevedono, tra l'altro, bonus fiscali per le imprese che investono in ricerca in collaborazione con le Università.

Link al video girato negli studi di Saxa Rubra:  
<https://www.youtube.com/watch?v=X59AvbzIL8I>

## CAMBIAMENTI CLIMATICI E PRINCIPALI GRANDEZZE METEOROLOGICHE IN UMBRIA



di Renato Morbidelli

Nel Marzo 2016 sulle pagine del numero 96 di questa rivista furono riportati sintetici risultati di una ricerca condotta dal Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Perugia (DICA) in collaborazione con la Newcastle University e con la Universitat Politècnica de Catalunya riguardante gli effetti dei cambiamenti climatici sulle piogge estreme, ovvero su quelle piogge che spesso sono responsabili di dissesti idrologici e geologici. I risultati della ricerca hanno indicato in termini chiari e inequivocabili, attraverso l'analisi dei dati e non secondo le diffuse sensazioni, che le piogge estreme in Umbria non hanno subito variazioni tali da giustificare la maggior frequenza con la quale stavano avvenendo alluvioni e frane pluvio-indotte. Semmai, le principali cause di tali eventi dovevano ricercarsi

soprattutto nella velocità con la quale era progredita negli ultimi decenni la cementificazione (sia in generale, sia nelle aree a rischio idraulico e geologico) e l'abbandono delle aree collinari.

Il 2017 è caratterizzato da un prolungato periodo siccitoso e più o meno contestualmente da ondate di caldo che hanno spostato verso l'alto i record termometrici di quasi tutte le stazioni meteorologiche regionali.

Memori di quanto letto qualche mese prima su L'Ingegnere Umbro, alcuni lettori si sono domandati: "Ma non era stato affermato che in Umbria i cambiamenti climatici in atto a scala planetaria non hanno sostanzialmente prodotto effetti?". Lecito porsi questa domanda, ma altrettanto lecito rispondere che no, nessun dato oggettivo e conseguente rapporto tecnico e/o articolo scientifico a firma di studiosi

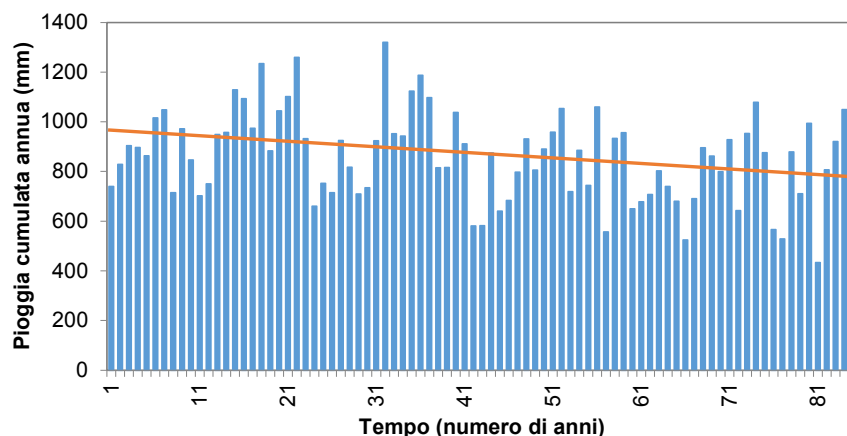


Figura 1 – Stazione pluviometrica di Todi: spessore di pioggia cumulata annua (periodo 1920-2015) e relativa linea di tendenza (in rosso).

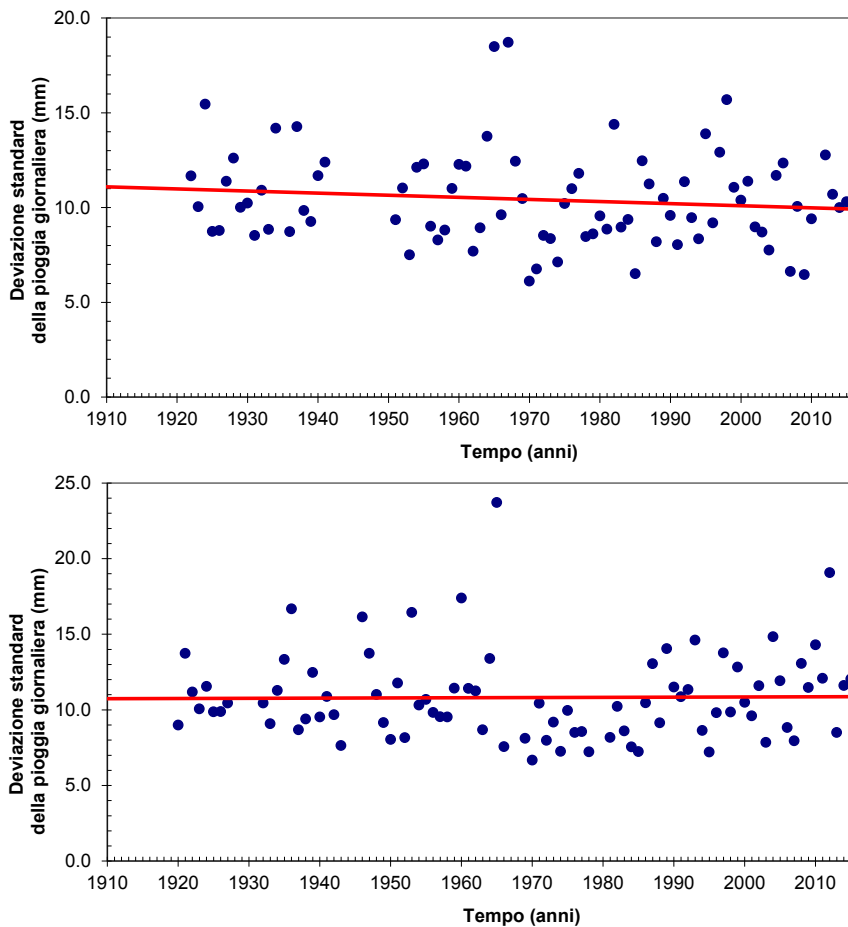


Figura 2 – Stazioni pluviometriche di Bastia Umbra (in alto) e di Orvieto (in basso): deviazione standard, valutata su base annuale, degli spessori di pioggia giornalieri (periodo 1920-2015) e relative linee di tendenza (in rosso).

del DICA ha mai affermato nulla di simile. E' stato detto e ampiamente provato che i cambiamenti climatici non hanno prodotto effetti sulle piogge estreme umbre. Ma non è stato riportato nulla di particolarmente dettagliato su altre importanti grandezze meteorologiche e sui loro effetti in termini ambientali, sociali ed economici.

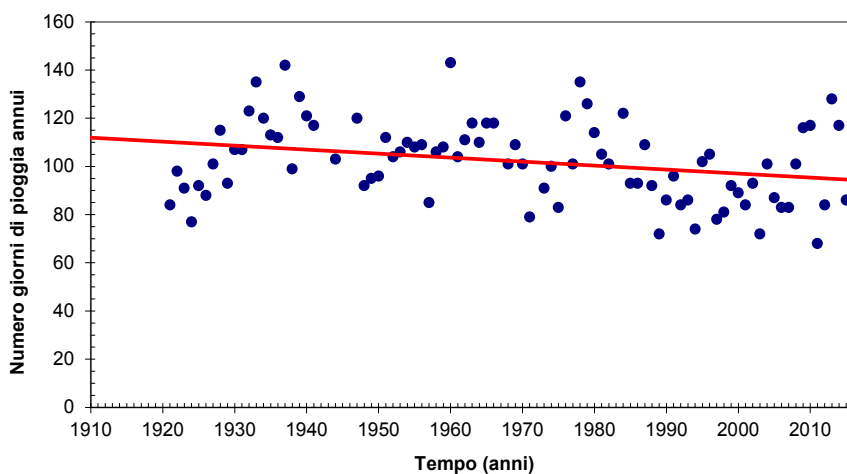


Figura 3 – Stazione pluviometrica di Gubbio: numero di giorni piovosi in un anno (periodo 1920-2015) e relativa linea di tendenza (in rosso).

*Il 2017 è balzato alle cronache per la straordinaria siccità e le continue ondate di calore estive*

Due di tali grandezze sono proprio quelle delle quali negli ultimi mesi hanno disquisito tutti, addetti ai lavori e non. Infatti, di recente, tra gli abitanti della nostra regione (ma non solo) non v'è stata conversazione che non abbia finito per toccare il tasto della incredibile siccità in atto o quello delle insopportabili temperature raggiunte nel periodo estivo. Del resto, in rare occasioni si è potuto constatare, al pari dell'estate appena trascorsa, che fiumi del calibro del Topino, Chiascio e Tevere potessero essere guardati con ai piedi semplici scarpe da ginnastica; oppure che, sui cruscotti delle auto, si leggessero con inusuale frequenza valori superiori ai 40° C.

Per agevolare la formazione di una propria opinione su quanto stia accadendo, ovviamente mostrando soltanto dati oggettivi, è utile analizzare una serie di semplici ma rappresentativi indicatori.

Tuttavia, prima ancora di passare in rassegna alcuni risultati, si ricordi che in termini di piovosità complessiva annua (di certo il parametro più importante tra quelli che influenzano la disponibilità idrica, sebbene non il solo) il nostro pianeta sta rispondendo in modo molto variegato, con aree geografiche dove tale piovosità è in sensibile aumento (ad esempio in Norvegia) ed altre dov'è in drammatica ed inesorabile diminuzione (ad esempio in California). Invece, per quanto riguarda le temperature, di qualunque tipologia esse siano (mensili, annuali, minime, medie, massime, ...), indipendentemente dai tweet di Donald Trump, la situazione sembra porre tutti su una stessa

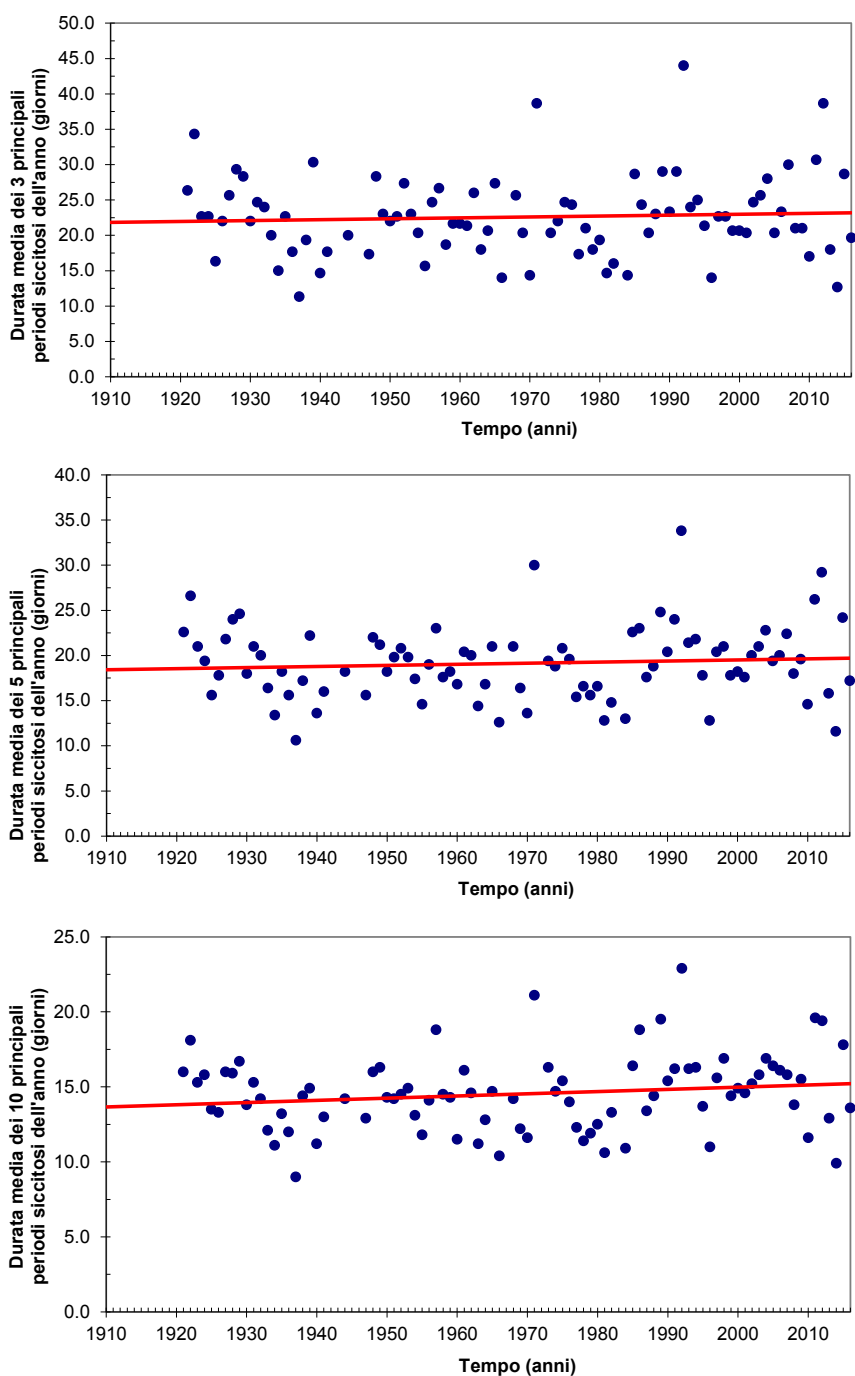


Figura 4 – Stazione pluviometrica di Gubbio: durata media dei 3 (in alto), 5 (al centro) e 10 (in basso) principali periodi siccitosi dell'anno (periodo di osservazione: 1920-2015) e relative linee di tendenza (in rosso).

barca, diretta verso innalzamenti preoccupanti.

E in Umbria? Può dirsi qualcosa di chiaro riguardo la regione che sta maggiormente a cuore ai lettori di questa rivista? Sì, può dirsi molto, anche grazie a chi si è da sempre impegnato nel mantenere efficiente la nostra rete di monitoraggio idrometeorologica, come ad esempio il Servizio Idrografico regionale. Infatti, l'osservazione diretta delle grandezze di interesse costituisce l'elemento che sta alla base di qualunque successiva considerazione. Senza dati certi si può solo dare libero sfogo alle sensazioni, che non sempre colgono nel segno. Infine, prima di passare ai risultati, si rammenti che per

tutte le analisi riportate di seguito ha senso discutere di trend indotti dai cambiamenti climatici solamente in presenza di serie di dati che sono disponibili a partire dai primi decenni del secolo scorso, quando l'attività antropica non aveva ancora prodotto tangibili effetti sui gas presenti in atmosfera. Come dire, se l'oggetto di una certa analisi è l'effetto prodotto dai cambiamenti climatici, si diffidi sempre da quelle valutazioni che mettono insieme 10, 20 o anche 30 anni di dati.

### Piovosità

In termini di disponibilità idrica, l'elemento maggiormente indicativo, sebbene molto primitivo, è senza dubbio alcuno lo spessore di pioggia cumulata annua (con il termine primitivo si vuol rappresentare il fatto che poi, affinché dell'acqua caduta al suolo possa essere utilizzata, è successivamente necessario che si verifichino molteplici altre condizioni "favorevoli", come ad esempio che una frazione significativa penetri nel suolo, che venga captata, trattata, trasportata, distribuita, ...). E la fig. 1, riferita alla sola stazione pluviometrica di Todì, evidenzia bene quello che sta avvenendo nella nostra regione. Le piogge cumulate annue, che in funzione delle diverse zone in Umbria si attestano mediamente tra i 700 mm e i 1200 mm, stanno sensibilmente diminuendo. Ovunque. O meglio, su tutte le 29 stazioni umbre (omogeneamente distribuite sul territorio) per le quali le lunghezze delle serie hanno consentito questo tipo di analisi. Con tassi medi di

*Le piogge cumulate annue in Umbria sono ovunque in significativa diminuzione*

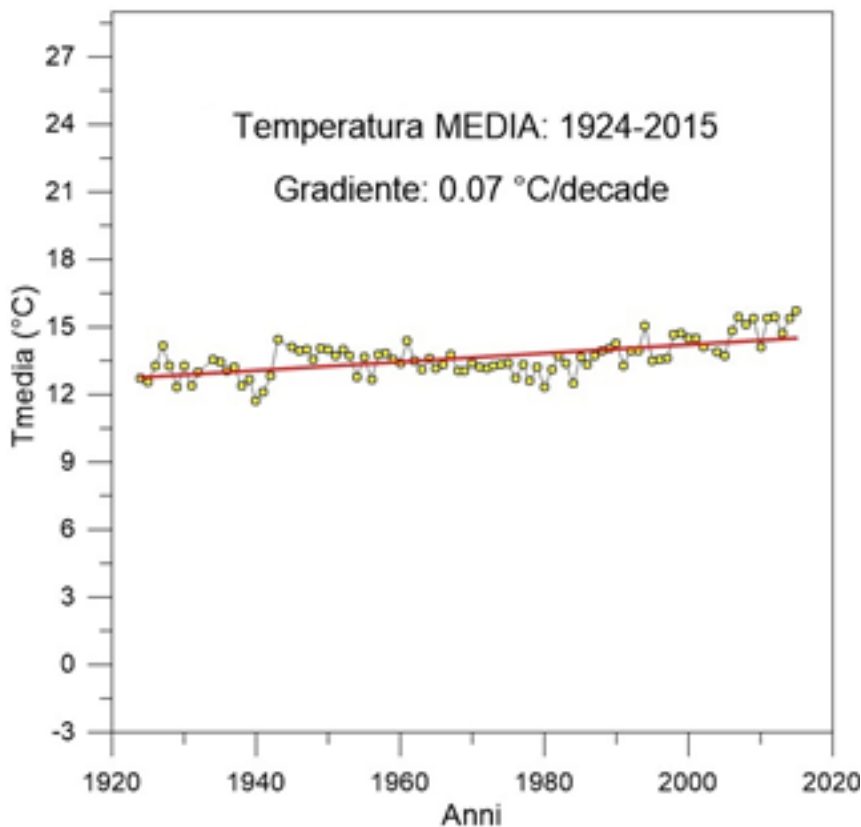


Figura 5 – Stazione termometrica di Perugia: temperature medie annuali (periodo 1924-2015) e relativa linea di tendenza (in rosso).

decremento che talvolta sfiorano i 5 mm/anno.

Oltre al fatto che complessivamente piove sempre di meno, è di sicuro interesse anche il modo in cui gli spessori di pioggia si distribuiscono nel tempo, sia a scala giornaliera che stagionale, sempre in confronto con quanto avveniva in passato.

Ad esempio, assumendo come giorni piovosi solo quelli con uno spessore nell'arco delle 24 ore maggiore o uguale ad 1 mm, un parametro molto indicativo della distribuzione temporale della pioggia è la deviazione standard, valutata su base annuale, degli spessori di pioggia giornalieri. Come mostra la fig. 2, in Umbria ci sono sia stazioni che evidenziano trend crescenti di tale parametro, sia trend decrescenti. Tenuto conto che le due eventualità si verificano con probabilità paragonabili, che nella maggior parte dei casi i trend non sono significativi (ad es. nel rispetto del test non parametrico di Mann-Kendall con livello di significatività pari a 0,05) e che infine la localizzazione sul territorio delle due situazioni appare del tutto casuale, a macchia di leopardo (peraltro senza chiari legami con quota s.m.l., esposizione, zona), si può concludere che la distribuzione nel tempo delle piogge giornalieri non ha subito nel corso degli anni apprezzabili modifiche. Il che significa, in termini ancor più semplici, che non è affatto vero che rispetto al passato le piogge umbre più intense siano maggiormente concentrate in pochissimi giorni. Si noti che questo risultato appare perfettamente in linea con quanto già detto sul legame tra cambiamenti climatici e piogge estreme regionali.

In modo del tutto simile a quanto mostrato per le cumulate annue ombre, anche per il numero di giorni piovosi in un anno è stata osservata, stavolta per circa

il 90% delle situazioni analizzate, una evidente diminuzione (vedi anche fig. 3). E se questo risultato era ampiamente prevedibile, quale diretta conseguenza delle minori precipitazioni totali, molto meno prevedibile era il riscontro scientifico del luogo comune secondo il quale “le stagioni non sono più le stesse”. In effetti, è stato trovato che i giorni piovosi si distribuiscono, nel corso dei 12 mesi dell'anno, in maniera più uniforme di come avveniva in passato. Il chiaro trend decrescente della deviazione standard, calcolata su base annuale, del numero di giorni piovosi in ciascun mese, evidenzia che è sempre più difficile parlare di una stagione delle piogge. Esprimendo con parole semplici questo concetto, si può affermare che oggi, rispetto al passato, le piogge si verificano con maggiore uniformità nel corso dei 12 mesi dell'anno.

### Siccità

L'analisi dei periodi siccitosi, intesi come successione di giorni caratterizzati da assenza di pioggia, meriterebbe un'ampia trattazione a se stante. Tuttavia, si ricordano solo alcuni elementi salienti emersi dalle dettagliate valutazioni di tutti i periodi siccitosi avvenuti in Umbria negli ultimi 100 anni (circa). In particolare, tra le varie indagini condotte utilizzando anche indici climatici ben noti alla letteratura scientifica, si ritiene utile concentrare l'attenzione sulla seguente valutazione, di immediata comprensione. Per ciascun anno sono stati individuati e ordinati i peggiori (in termini di ampiezza temporale) periodi siccitosi. Poi, la media dell'ampiezza dei 3, 5 e 10 periodi più lunghi di ciascun anno è stata riportata in grafica per poter effettuare un semplice confronto tra passato e presente. A titolo di esempio, nella fig. 4 si riportano i risultati della stazione di Gubbio, dove le durate dei periodi siccitosi sono caratterizzati da trend crescenti. Vi sono tuttavia stazioni, come ad esempio Spoleto, nelle quali

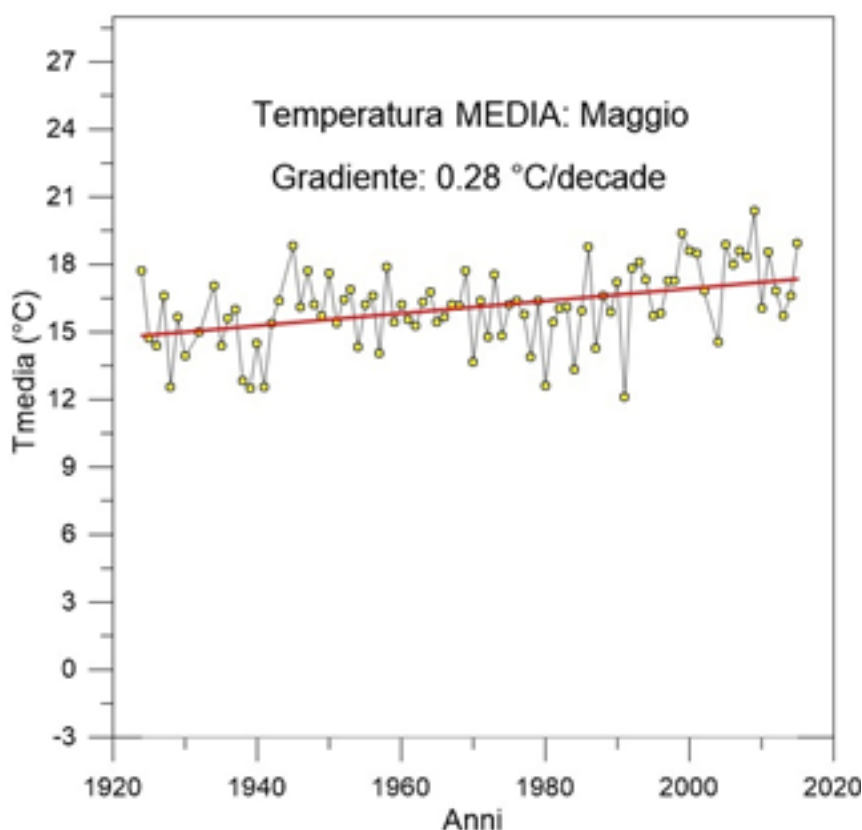


Figura 6 – Stazione termometrica di Perugia: temperature medie mensili relative al mese di Maggio (periodo 1924-2015) e relativa linea di tendenza (in rosso).

gli stessi parametri evidenziano trend decrescenti. In sostanza, difficile affermare che le ampiezze dei periodi siccitosi in Umbria siano cambiate. Semmai, il problema potrebbe consistere nel fatto che i periodi siccitosi sono interrotti da piogge con cumulate inferiori. Si precisa che questi risultati non considerano l'anno 2017 (e la sua eccezionalità), peraltro ancora in corso. Tuttavia, si ricorda che analisi volte a verificare l'effetto dei cambiamenti climatici

non dovrebbero farsi condizionare da un evento isolato, per quanto straordinario possa essere, ma dovrebbero ricercare eventuali affollamenti di anomalie concentrate in un limitato numero di anni.

#### Temperature

Se per quanto riguarda le piogge cumulate annue umbre l'analisi dei dati evidenzia che è necessaria una profonda riflessione, l'evoluzione degli andamenti della temperatura dell'aria a 2 m dal suolo appare davvero molto preoccupante.

Si precisa subito che per tale grandezza è stato possibile disporre dei dati di un numero relativamente limitato di stazioni meteorologiche, ma si ritiene che queste possano considerarsi rappresentative di tutto il territorio regionale.

Per evidenziare la drammaticità della situazione non occorrono tante parole. Sono sufficienti due

semplici grafici, scelti tra i molti che si sarebbero potuti mostrare. La fig. 5 evidenzia l'andamento dei valori medi annuali di temperatura osservati a Perugia dal 1924 al 2015, mentre la fig. 6, sempre per il caso emblematico di Perugia e per lo stesso periodo di riferimento, riporta il dettaglio dell'andamento dei valori medi mensili per il mese di Maggio. Inutile qualunque commento.

#### Conclusioni

Per quanto riguarda la nostra regione, i sintetici risultati mostrati, basati su circa un secolo di dati, hanno evidenziato quanto segue:

- le cumulate annue di pioggia, sinonimo di disponibilità idrica, sono in significativa diminuzione;
- l'andamento delle intensità delle piogge giornaliere è rimasto pressoché immutato;
- i periodi di pioggia sono sempre meno concentrati in quelle che nel linguaggio comune potrebbero definirsi come stagioni delle piogge;
- i giorni di pioggia annui sono in diminuzione;
- la distribuzione temporale dei principali periodi siccitosi non ha subito sostanziali modifiche;
- le temperature, sia medie sia massime o minime, valutate su base annua o mensile, sono in continuo e significativo incremento.

*Tutti gli indici termometrici confermano anche per l'Umbria un preoccupante trend positivo*

Questa ricerca è stata condotta in collaborazione con C. Corradini, C. Saltalippi, A. Flammini, T. Picciafuoco e M. Cifrodelli nell'ambito del Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale - Università degli Studi di Perugia. Supporto tecnico di D. E. Dziejcz, G. Filippini e A. Forgione.

# INDUSTRIA 4.0: SE NE PARLA TANTO, MA SAPPIAMO DAVVERO COSA È?



di Sergio Cimino

Abbiamo già sfiorato l'argomento chiedendoci come adeguare le competenze dell'ingegnere alle esigenze di una società 4.0 (Cfr. L'IU n.99/2016), questa volta proviamo a prendere di petto il tema Industria 4.0, definizione coniata nel 2011 dai tedeschi Kagermann, Lukas e Wahlster per sottolineare le profonde trasformazioni che hanno interessato pressoché tutti i comparti industriali. Anche se siamo bersagliati da news, pubblicazioni e convegni, può essere utile mettere in fila i concetti, procedendo con ordine e con l'aiuto degli schemi sinottici riportati: il primo si riferisce alle quattro rivoluzioni industriali (Fig. 1), il secondo ai principali fattori di innovazione che hanno condotto a Industria 4.0 (Fig. 2).

## La prima rivoluzione

Come è noto la prima forma di industrializzazione viene fatta risalire all'introduzione e al perfezionamento di macchine utensili ad azionamento meccanico, a partire dalla fine del 1700 alla prima metà del 1800, che consentono di ottenere livelli di precisione, mai raggiunti prima.

L'utilizzo della alesatrice di Wilkinson, ad esempio, porta grande beneficio ai costruttori di cilindri e pistoni di macchine a vapore la cui tenuta, quasi perfetta, permette di raggiungere pressioni mai realizzate.

In ogni caso, si tratta di macchine isolate che di fatto integrano, migliorano, potenziano o sostituiscono il lavoro manuale.

## La seconda rivoluzione

Solo durante i primi decenni del 1900 le diverse macchine utensili, alimentate da energia elettrica, vengono collegate con dispositivi meccanici per lo spostamento dei pezzi da una fase di lavorazione all'altra: nasce la catena di montaggio la cui invenzione, attribuita a Henry Ford, consente di realizzare produzioni massicce a prezzi contenuti.

Pochi ricordano che l'elevato livello di industrializzazione progressivamente raggiunto dai processi produttivi della famosa Ford Model T - prodotta dal 1908 al 1927 in 15 milioni di esemplari assolutamente identici, finanche nel colore (nero) - consente di ridurre il prezzo del 70% (dagli iniziali 850\$ a 260\$), malgrado nel frattempo il costo della manodopera raddoppi (da 2,4\$ a 5\$).

*Con la rivoluzione industriale 4.0 a viaggiare sono più i dati e le conoscenze, che le merci.*

## La terza rivoluzione

Deve, però, passare oltre mezzo secolo perché l'introduzione di centri di lavorazione e robot governati da



|  |  |  |   |   |
|--|--|--|---|---|
|   |   |   |   |  |
| Fine 18° secolo  | Inizio 20° secolo  | Anni '70   | Oggi  |   |
| Macchine azionate da energia meccanica   | Catena di montaggio  | Automazione flessibile   | Industria 4.0   |   |
| <p>Nei luoghi di produzione vengono introdotte macchine utensili isolate che integrano, migliorano potenziano o sostituiscono il lavoro umano. Si raggiungono elevati standard di precisione e tolleranza, si riducono i tempi di lavorazione e gli scarti. Ha inizio la prima rivoluzione industriale</p> | <p>Le macchine alimentate elettricamente vengono collegate da dispositivi di trasporto del pezzo da lavorare che consentono di ottimizzare i tempi di produzione e contenere i costi di prodotti standardizzati. Nasce la catena di montaggio che consente di realizzare economie di scala riducendo i costi unitari di prodotto. Ha inizio la seconda rivoluzione industriale</p> | <p>L'introduzione di centri di lavorazione e robot governati da computer consente di flessibilizzare la produzione attraverso la realizzazione di prodotti diversi su una stessa linea. L'antinomia tra produzione di massa e prodotto personalizzato viene superata dalla <i>mass customization</i>. Ha inizio la terza rivoluzione industriale</p> | <p>Si diffonde l'utilizzo di macchine intelligenti interconnesse e collegate alla rete. I processi produttivi sono digitalizzati e la fabbrica diventa intelligente in quanto capace di autoconfigurarsi e autoaggiornarsi. Diventa possibile realizzare un numero infinito di prodotti unici differenziati attraverso processi automatizzati e informatizzati. Ha inizio la quarta rivoluzione industriale</p> |   |
| 1  | 2  | 3  | 4   |   |

Figura 1 – Le 4 rivoluzioni industriali

computer, consenta di realizzare diverse tipologie di prodotto con le stesse linee di produzione, semplificando il layout di fabbrica e riducendo l'incidenza dei costi fissi: nasce l'automazione flessibile e, di fatto, si avvia un processo di diversificazione e personalizzazione dei prodotti in coerenza con le mutate aspettative di un mercato sempre più esigente e preparato.

Ha inizio, così, la *mass customization*, fino ad allora una sorta di ossimoro, proprio in quanto accosta a una produzione di massa un prodotto a elevato livello di personalizzazione.

Si apre una strada nuova a quattro corsie: il cliente desidera un prodotto sempre più personalizzato e tendente all'unicità e l'impresa reagisce come può e con i mezzi che ha: si assiste all'incremento esponenziale di versioni, allestimenti, colori dei diversi modelli di auto, a partire da un unico modello base e il fenomeno si replica anche per altri prodotti di massa: elettrodomestici, televisori,

computer, telefonini!

Finché, nel 2005, si realizza il paradigma della *mass customization*: tre diverse auto vengono prodotte, nello stesso modo e nello stesso stabilimento per tre diversi *brand*. Si tratta di: Citroen C1, Peugeot 107, Toyota Aygo, costruite a Kolin-Repubblica Ceca, che hanno il 92% dei componenti uguali e, dunque, la "customizzazione" del prodotto altamente industrializzato e di "massa" avviene agendo solo sull'8% della componentistica, oltre che su diverse politiche di comunicazione e vendita (prezzo, servizi, etc.).

#### La quarta rivoluzione

Siamo ai giorni nostri, di pari passo con l'evoluzione del ruolo del cliente sempre più protagonista e interattivo, si registra un'impennata innovativa dei sistemi ICT (*Information Communication Technology*) e delle nuove tecnologie meccatroniche, in un contesto di relazioni e interazioni sempre più strette tra

sistema industriale ed ecosistema, nell'accezione più ampia del termine. Diventa così possibile attingere a miliardi di dati, consultando milioni di archivi, individuare le aree geografiche più promettenti e i clienti più interessanti, accogliere e interpretare le loro aspettative, realizzare i prodotti che desiderano; il tutto a costi e tempi competitivi. La fabbrica diventa un sistema intelligente di macchine interconnesse che colloquiano e interagiscono tra loro e con l'ambiente esterno, attraverso la rete.

Siamo nella quarta rivoluzione industriale, la cosiddetta 4.0! Ora a viaggiare sono più i dati e le conoscenze, che le merci e possiamo pensare di costruire prodotti unici co-progettati con il cliente attraverso sistemi KBE (*knowledge-based engineering*): dall'abbigliamento, al cibo, alle medicine. Così Luxottica si può consentire di lanciare il "negozio digitale" grazie al quale il cliente, seduto comodamente in salotto

| Innovazione ICT   | Innovazione tecnologica  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemi esperti (in grado di autoapprendere)</li> <li>• Big data (ampia base di dati per ottimizzare processi e prodotti)</li> <li>• Cloud (elevate quantità di dati su sistemi aperti)</li> <li>• Industrial internet (comunicazione multidirezionale tra processi produttivi e prodotti)</li> <li>• Cyber-security (sicurezza durante le operazioni in rete e su sistemi aperti)</li> <li>• Cyber-logistica (governo dell'intero flusso logistico interno ed esterno)</li> <li>• IOT (internet of things)</li> <li>• Realtà aumentata a supporto processi</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot collaborativi interconnessi e rapidamente programmabili</li> <li>• Sensori evoluti</li> <li>• Simulazione tra macchine interconnesse per ottimizzare i processi</li> <li>• Stampanti 3D connesse a SW di sviluppo digitale</li> <li>• Sistemi di telecontrollo e telegoverno</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruolo proattivo e interattivo del cliente non più consumatore, ma "consumatore"</li> <li>• Iperpersonalizzazione del prodotto</li> <li>• Web marketing e social network</li> <li>• E-commerce</li> <li>• Infotainment</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrazione informazioni lungo la catena del valore dal fornitore al consumatore</li> <li>• Più intense partnership e comakership con fornitori strategici</li> <li>• Nuova sensibilità ambientale</li> <li>• Maggiore interazione con la ricerca</li> </ul>                                 |
| <b>Evoluzione del cliente e innovazione delle tecniche di marketing</b>   | <b>Evoluzione della catena del valore e delle modalità di interazione con l'ecosistema</b>   |

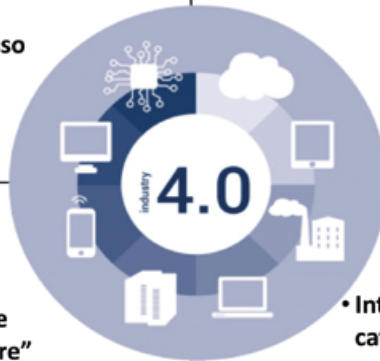


Figura 2 – I principali fattori di innovazione che hanno condotto a industria 4.0

con il tablet sulle ginocchia, può progettare il proprio paio di occhiali combinando le migliaia di soluzioni possibili fino ad individuare il modello che indosserà solo lui e che gli verrà recapitato a casa in pochi giorni; lo stesso può fare Zara con gli abiti e finanche aziende più piccole - come la Piacenza Cashmere di Pollone o il Calzaturificio di Corridonia - possono chiedere al cliente di partecipare al processo creativo, rinunciando, di fatto, a realizzare un proprio campionario fisico o, meglio, rendendolo virtuale, con evidente risparmio in termini di costi fissi, che rende ancor più competitivo il prodotto.

Dunque il cliente si trova a poter disporre di un prodotto, con tanto di brand, che ha contribuito a progettare, che gli viene consegnato a casa e costa meno di prima!

Ma c'è di più: la fabbrica intelligente può rinunciare al magazzino prodotti finiti: si produce tutto su misura delle necessità del consumatore e lavorando sull'ordinato.

*Diventa possibile costruire prodotti unici co-progettati con il cliente attraverso sistemi KBE (knowledge-based engineering): dall'abbigliamento, al cibo, alle medicine.*

E, con il tempo, si potrà rinunciare anche a buona parte del magazzino manutenzione.

Ad esempio, nel settore della produzione di energia idroelettrica,

si sta lavorando per portare la costruzione dei pezzi di ricambio accanto alla diga: se occorre sostituire le alette, si pescano i dati dall'archivio, si sparano nella stampante 3D e il gioco è fatto, senza approvvigionarsi preventivamente, coinvolgere fornitori a distanza, organizzare la complessa logistica di trasporto, sostenere costi aggiuntivi.

#### Concludendo

Potrei continuare ancora con definizioni ed esempi, ma verrei meno al proposito, dichiarato in apertura, di limitarmi a mettere in fila i concetti. Semmai in successivi interventi potranno essere approfonditi temi specifici del nuovo mondo 4.0, nel quale gli effetti della digitalizzazione procederanno a ondate, come sostiene la società Roland Berger (Figura 3)

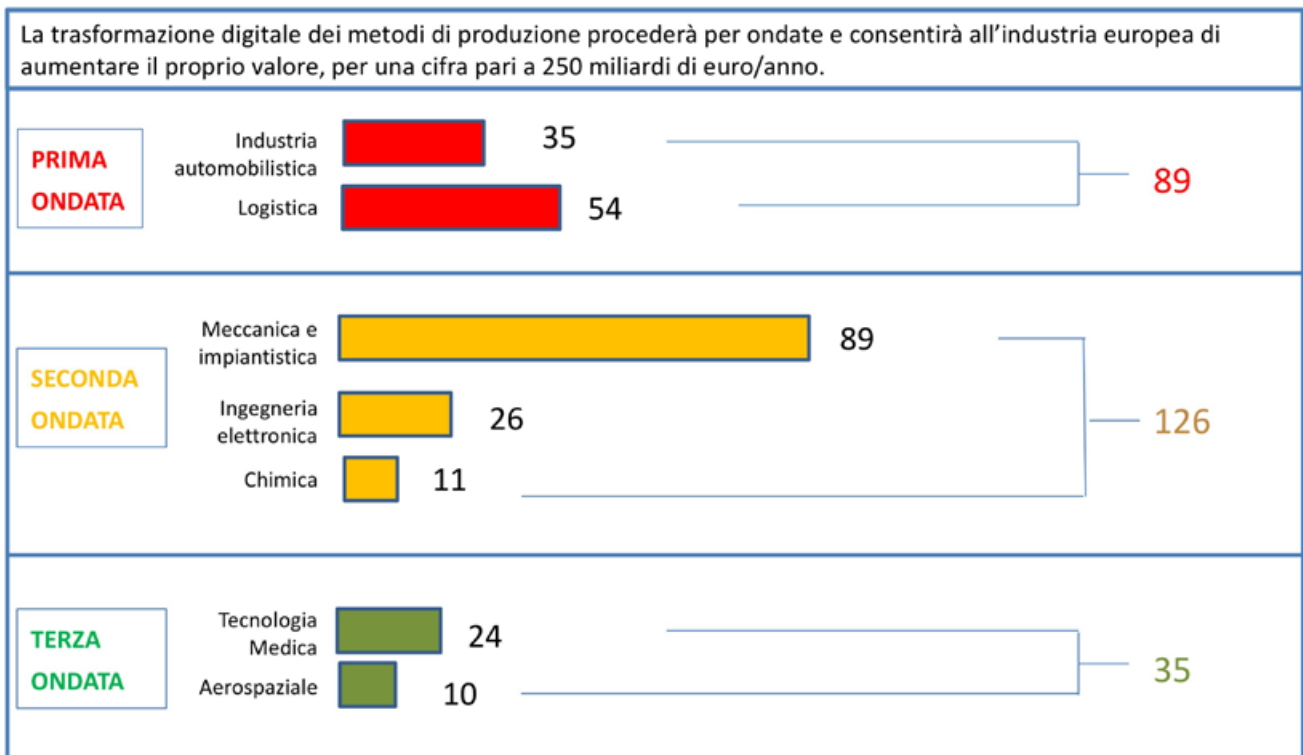


Figura 3 – Le ondate della digitalizzazione (dati in miliardi di euro – Fonte: Roland Berger su «Il Sole 24 Ore»)

Voglio, però, concludere con una riflessione: la diffusione di questa nuova cultura industriale non potrà che avere impatto positivo anche sull'incremento di iniziative di *reshoring* ovvero di rientro in patria di attività produttive delocalizzate all'estero (*offshoring*).

Proprio in quanto le variabili critiche per gestire efficacemente una Industria 4.0 saranno costituite sempre più dalle competenze tecnologiche, dalla capacità di gestire dati e informazioni, dalla creatività sia in fase di progetto, che di comunicazione, non dalla manodopera a basso costo (e, spesso, bassa professionalità).

La nostra impresa avrà sempre più bisogno di talenti volenterosi, dinamici, vivaci e assertivi.

Così, forse, vedrò rientrare in Italia mio figlio.

#### Industria 4.0, la parola del vice presidente del CNI Gianni Massa

“L'azione che da tempo abbiamo avviato come CNI e finalizzata a mettere al centro del dibattito il linguaggio dell'ingegneria, comincia ad essere compresa nei territori –commenta il vice presidente del CNI Gianni Massa -. L'ingegneria giocherà un ruolo centrale nello sviluppo dell'Industria 4.0. Il processo di interconnessione e automazione deve essere necessariamente progettato. Per fare questo sono necessarie figure tecniche multidisciplinari e in questo senso gli ingegneri italiani diranno la loro. Il mondo dell'ingegneria, inoltre, assieme ad altri player avrà un ruolo determinante nel campo della formazione, quale trait d'union tra l'università e il mondo del lavoro”.

## SISTEMA A MICROONDE PER LA RILEVAZIONE DI DIFETTI NELLE MOLLE USATE IN APPLICAZIONI INDUSTRIALI



di Laura Urbani,  
Elisa Fratticcioli,  
Hamza ELGhannudi,  
Roberto Sorrentino

Le molle sono componenti normalmente poco conosciuti e poco visibili su prodotti finiti, ma sono alla base di un grandissimo numero di meccanismi, che vanno dal settore manifatturiero a quello dell'elettronica di consumo, dall'aeronautica allo spazio, dall'industria medica a quella delle automobili. E' interessante notare infatti che il buon funzionamento di moltissimi meccanismi (pulsanti, valvole, porte) dipende dall'affidabilità di piccole molle, affidabilità che a sua volta è direttamente collegata alla presenza/assenza di difetti in scala micrometrica nella loro struttura, difetti che vengono generati durante il loro processo di fabbricazione. Se una molla viene prodotta con questi difetti (es. buchi di 20 - 100um di diametro) il suo comportamento verrà alterato impercettibilmente e, nel tempo, comincerà a rompersi proprio in prossimità di questi buchi, che rappresentano delle zone a minor

resistenza.

Un settore particolarmente interessante in cui vengono impiegate le molle è quello automobilistico: il rilascio e l'attivazione delle valvole dei motori è dovuto a piccole molle che vengono compresse migliaia di volte al minuto. Se sono presenti difetti in queste molle, la vita del motore si accorcia rapidamente. Accurati studi hanno evidenziato che i difetti nelle molle vengono in gran parte generati sulla superficie del filo grezzo, realizzato in acciaio armonico. Il "filo grezzo" è il primo passo per la produzione di una molla. Le successive lavorazioni (taglio, nitratura, pallinatura, torsione finale) fanno sì che un eventuale difetto inizialmente presente in superficie venga a trovarsi 0.2 - 0.3 mm in profondità nella molla finita, rendendo molto difficile il rilevamento.

In questo articolo si affronta il problema di rilevare, con grandissima accuratezza e con la



Figura 1 - Molla per valvole automobilistiche

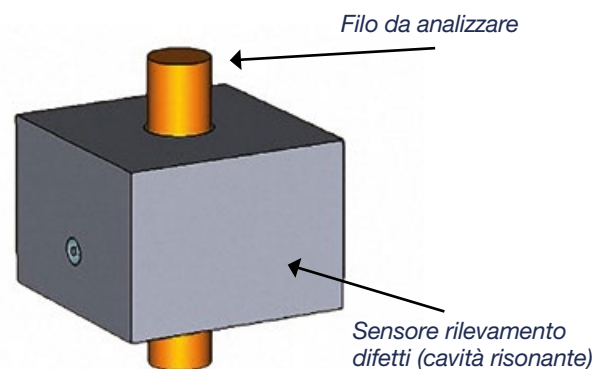


Figura 2 - Progetto preliminare del risonatore

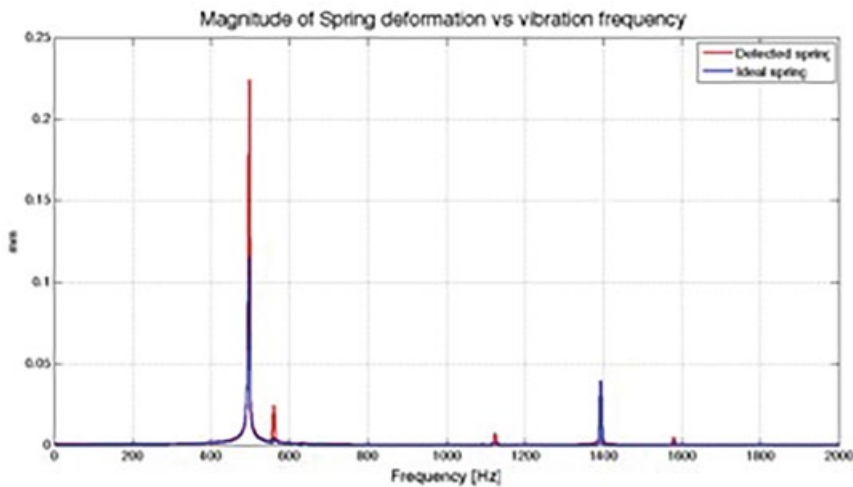


Figura 3 – Valutazione dell'ampiezza di oscillazione della molla lungo la direzione verticale (compressione) in risposta ad una vibrazione a frequenza variabile, effettuata sia nel caso di una molla ideale (linea blu) che nel caso di una molla con difetti (linea rossa).

rapidità quasi istantanea (hard real time) che richiede un moderno processo produttivo, l'eventuale presenza di difetti di dimensioni inferiori a 20 $\mu$ m in molle specificamente prodotte per l'industria automobilistica e, in particolare, in molle che trovano impiego nei meccanismi di rilascio/attivazione delle valvole del motore (Fig. 1). Attualmente, in questo settore vengono prodotti nel mondo 250 milioni di pezzi all'anno. Si tratta di molle di dimensioni 2 x 4 cm circa, realizzate su fili di acciaio armonico di pochi mm di diametro.

Ad oggi le tecnologie esistenti permettono di rilevare difetti dell'ordine dei 100 $\mu$ m di diametro, in alcuni casi anche al di sotto della superficie. Attraverso tecniche complesse si può arrivare a 40 $\mu$ m, ma questo richiede di solito lunghi tempi di osservazione, cosa che incide negativamente sulla capacità di produzione. L'unico sistema che garantisce il rilevamento di difetti al di sotto dei 100 $\mu$ m è la tecnologia a microonde – il cui difetto principale in sistemi esistenti è quello di essere un processo molto lento. Questa tecnica si basa sull'utilizzo di una sonda molto piccola che genera un campo a microonde intenso e localizzato. La presenza di difetti altera il campo a microonde, e questo è rilevato dalla sonda. Spostando la sonda lungo la superficie è possibile rilevare con precisione la posizione e la forma del difetto. Il processo di spostamento

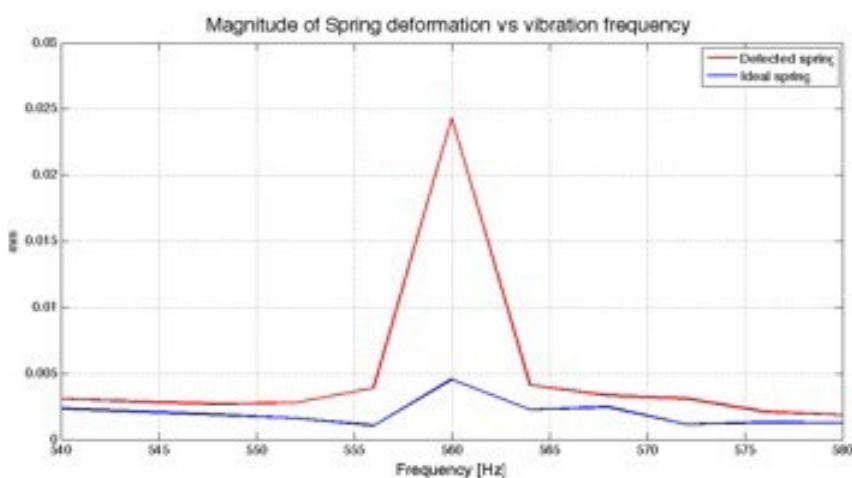


Figura 4 – Zoom della Fig.3 a 560 Hz. L'ampiezza di oscillazione della molla difettata è 20 $\mu$ m più elevata di quella della molla senza difetti.

della sonda “punto per punto” è ciò che rende il processo molto lento. Le informazioni sul tipo e la forma di difetto sono tuttavia non necessarie in un processo industriale: se un filo presenta difetti può essere scartato e ri-fuso, non è necessario analizzare in dettaglio la tipologia del difetto. Da questa considerazione RF Microtech nella sua attività di ricerca e sviluppo ha pensato di analizzare il filo metallico generando un campo elettromagnetico concentrico attorno ad esso. In questo modo il filo può scorrere velocemente all'interno di una sonda appositamente realizzata: se sono rilevate delle variazioni, allora è presente un difetto, e il filo deve essere scartato. Aggiungendo poi un secondo sensore per l'analisi spettrale ad alta sensibilità della risposta armonica è possibile rilevare difetti anche su molle finite e presenti sotto la superficie: un sistema duale quindi che migliora e combina i vantaggi delle tecniche esistenti.

Il sensore ideato da RF Microtech ha un funzionamento a doppio stadio: nel primo stadio, un sensore real-time ad altissima sensibilità rileverà i difetti di superficie nel filo “grezzo”, non ancora lavorato (Fig. 2). Tutti i fili con presenza di difetti saranno scartati e ri-fusi. Questo sensore non garantirà che il 100% delle molle sia senza difetti, perché – seppur per una percentuale minima – anche la lavorazione può ingenerare difetti.

Il secondo stadio del sensore verificherà quindi la molla al termine del ciclo di produzione. Questo sensore si basa sull'analisi della risposta armonica della molla. Simulazioni preliminari hanno, infatti, mostrato che molle con piccoli difetti (anche interni alla struttura) variano lievemente la loro risposta armonica (cioè la risposta in termini di ampiezza di oscillazione in risposta a una vibrazione di frequenza variabile). In Fig. 3 e Fig. 4 è possibile osservare il confronto (a livello di simulazione) tra l'ampiezza di oscillazione di una molla ideale senza difetti e quella di una molla in cui è presente un

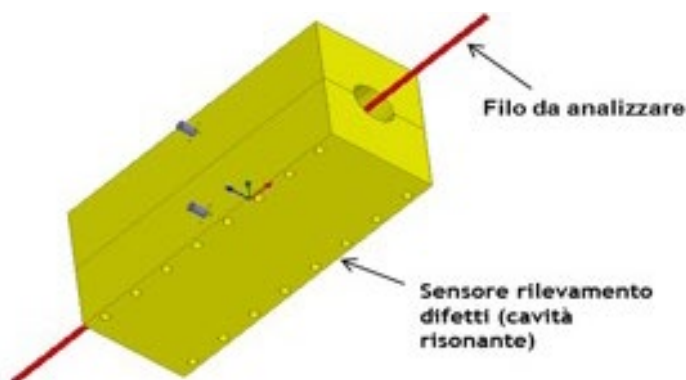


Figura 5 – Progetto del risonatore

difetto di 20 $\mu$ m nella sua struttura. Le differenze di risposta sono molto lievi: è necessario quindi uno strumento che possa rilevare con estrema precisione la risposta armonica di una molla. Il metodo in assoluto piú preciso per farlo è – di nuovo – il rilevamento a microonde.

Tra i metodi di misura basati sull'utilizzo di elettronica a microonde, quelli che utilizzano i sensori risonanti trovano largo impiego in ambito industriale. Rispetto ad altri metodi, quali quelli in trasmissione o in riflessione, il metodo a risonanza presenta infatti i seguenti vantaggi:

- elevata accuratezza;
- buona ripetibilità;
- minore sensibilità alle variazioni dei parametri ambientali.

Il metodo a risonanza si basa sulla proprietà di un materiale di alterare due parametri caratteristici della risposta di un particolare dispositivo a microonde (risonatore) che viene utilizzato come sensore. Il sensore può essere schematizzato come un circuito risonante con un carico

non noto (il materiale sotto misura). La variazione del carico (dovuta alla presenza di un difetto, nel nostro caso) produce una variazione della frequenza di risonanza e del fattore di merito (e quindi della larghezza di banda a mezza ampiezza) del risonatore stesso.

Nel nostro caso, il difetto sul filo introduce una piccola variazione della costante dielettrica (sia parte reale che parte immaginaria) del filo sotto misura. Il metodo proposto è quindi un metodo indiretto, che necessita di opportune procedure di calibrazione per risalire dai parametri elettrici misurati ai parametri di interesse.

È stata effettuata una prima analisi delle possibili strutture risonanti per la generazione di campi EM attorno ad un filo metallico basata sul calcolo delle modalità di risonanza nelle strutture con l'uso di simulatori elettromagnetici.

Il risultato è stato un sensore che si fonda su una struttura risonante a forma cilindro, su base circolare, nella quale il campo EM è eccitato

mediante due sonde coassiali introdotte al suo interno (Fig. 2).

Il sistema realizzato permette di identificare possibili difetti (buchi, micro-rotture) mediante la stima in modo continuo della frequenza di risonanza di una cavità a microonde all'interno della quale viene fatto scorrere un filo grezzo di acciaio. La Fig.6 mostra la distribuzione del campo magnetico dentro la cavità.

Si nota che il massimo del campo magnetico è al centro della cavità.

Nel caso di presenza di un difetto sul filo a corrispondenza della zona centrale della cavità (zona con il massimo del campo magnetico) si ottiene la variazione maggiore nei vari parametri frequenza di risonanza, fattore di merito e ampiezza del segnale radio frequenza par apparto al caso ideale "filo senza difetto".

In Fig.7 (a e b) sono riportate le risposte del sensore con il filo senza e con difetto. La frequenza di risonanza si sposta del ordine di 20 MHz fra i due scenari.

È stato quindi realizzato un primo prototipo della struttura risonante, il sensore consiste in due blocchi di alluminio accoppiati in modo tale di formare una cavità risonante cilindrica. Nel prototipo realizzato il risonatore non è vincolato ad alcuna parte meccanica, nella fase di ingegnerizzazione si provvederà al suo alloggiamento sulla linea di produzione. Il segnale a radiofrequenza alimenta la cavità attraverso due connettori a radiofrequenza in acciaio inossidabile con probe di lunghezza 3 (+3) mm.

La produzione ha riguardato solo il sensore EM, mentre per l'elettronica per la generazione e l'analisi dei segnali EM sono state utilizzate attrezzature di laboratorio. Questa procedura ha permesso di valutare la tecnologia indipendentemente dal controllo elettronico.

I primi test sono stati effettuati sul sensore fabbricato per misurare i difetti in un set predefinito di fili (con difetti e senza difetti).

Le misure effettuate con

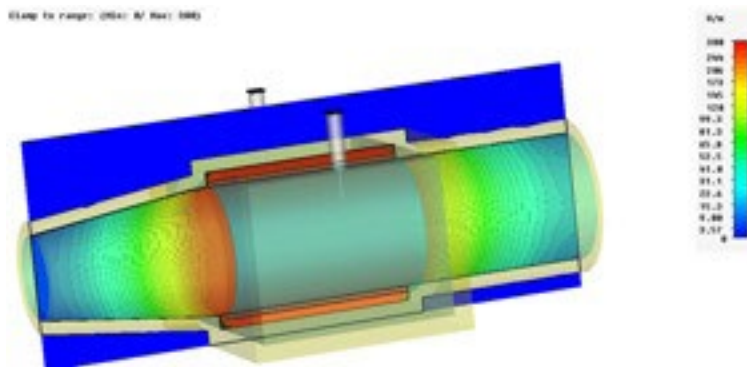
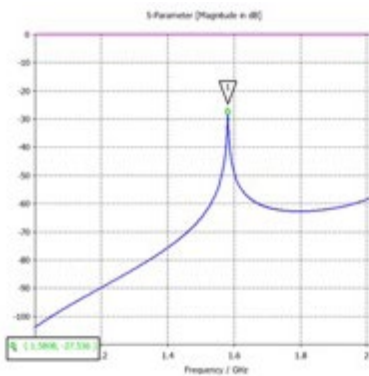
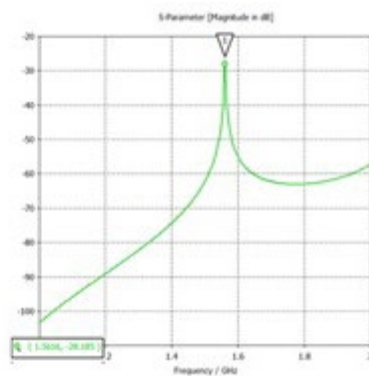


Figura 6 – Distribuzione del campo magnetico dentro la cavità



(a) Risposta del risonatore con filo senza difetto: Fr=1.5808 GHz



(b) Risposta del risonatore con filo con difetto: Fr=1.5616 GHz

Figura 7 – Risposta del sensore nei due casi (a) e (b)

strumentazione di laboratorio, hanno mostrato una variazione abbastanza significativa dei tre parametri (frequenza di risonanza, fattore di merito, ampiezza del segnale RF) come si vede nella Fig.9.

Un confronto fra i valori dei tre parametri nei due casi (filo con difetto e filo senza difetto) è riportato in Tab.1, che evidenzia una variazione significativa dei parametri Fr, Q e Amp tra i due casi, cioè tra il filo senza

difetto e il filo con difetto.

In corrispondenza della frequenza di risonanza sono state quindi calcolate le seguenti variazioni dei parametri Fr, Q e Amp:

$$\Delta Fr = 12.2\text{MHz}$$

$$\Delta Q = 78$$

$$\Delta \text{Amp} = 1.6\text{dB}$$

Per quanto si tratti di risultati preliminari, tali variazioni risultano decisamente promettenti ai fini del rilevamento dei difetti nei fili grezzi già nello stato preliminare del processo della fabbricazione delle molle. Successivi esperimenti e approfondimenti permetteranno di precisare potenzialità e limiti di questa tecnica, ai fini di una sua implementazione industriale.

| Parametro                          | Valore (filo senza difetto) | Valore (filo con difetto) |
|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Frequenza di risonanza (Fr) (GHz)  | 1.5907                      | 1.5785                    |
| Fattore di merito (Q)              | 490                         | 412                       |
| Ampiezza del segnale RF (Amp) (dB) | -26.9                       | -28.5                     |

Tabella 1 – Tab.1: Confronto fra la risposta del sensore nei due casi (filo con difetto e filo senza difetto)



Figura 8 – Il risonatore con connessioni di ingresso/uscita

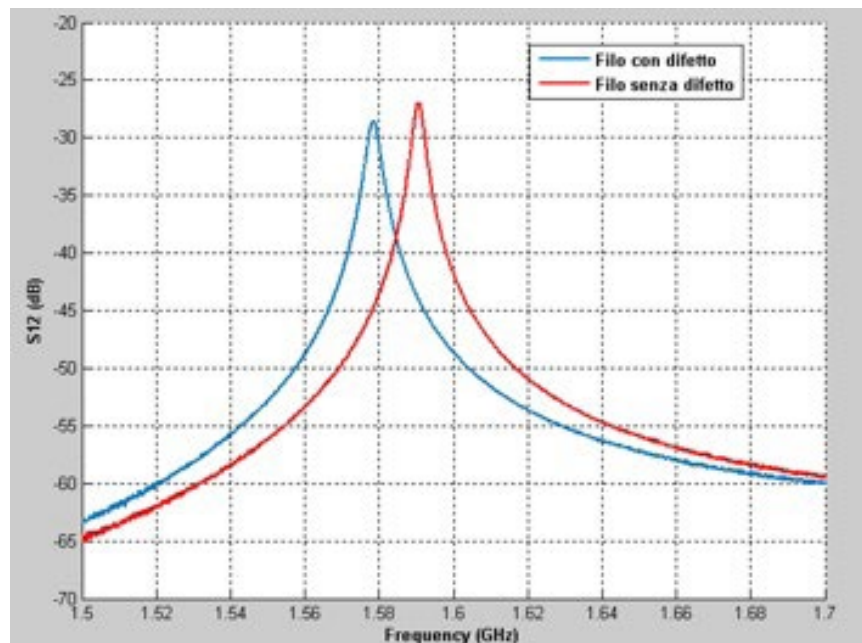


Figura 9 – Risposta del sensore nei due casi (filo con difetto e filo senza difetto)

## RECENSIONE “SISTEMI PER IL CONTROLLO DI FUMO E CALORE”

*La Redazione*

Il volume di prevenzione incendi, dal titolo “Sistemi per il controllo di fumo e calore”, è stato pubblicato all’inizio del mese di settembre dalla casa editrice Legislazione Tecnica di Roma.

L’opera esordisce descrivendo l’analisi del rischio d’incendio propedeutica ad ogni approccio ingegneristico antincendio, mettendo in evidenza come gli EFC (evacuatori di fumo e calore), sia quelli naturali che forzati, siano coerenti con il livello di prestazione II o III, attribuiti con i criteri previsti dal Codice Antincendio. Segue la descrizione dei vari sistemi di ENFC, la loro terminologia e la simbologia in uso.

Il dimensionamento degli ENFC avviene tramite il calcolo tabulato in cui si mettono a confronto le nuove norme UNI 9494 con quelle precedenti e con

quelle d’Oltralpe. Al metodo tabulato, che ha il grosso limite di fare riferimento soltanto a due valori di rilascio termico, 300 e 600 kW/m<sup>2</sup>, si affianca il metodo analitico di calcolo, adattabile ad ogni situazione.

L’opera favorisce quindi la comprensione delle nuove norme UNI, ma si discosta anche da esse proponendo un approccio analitico capace di risolvere anche quei casi non contemplati dalle norme stesse, ricorrendo alla metodologia propria dell’ingegneria della sicurezza antincendio.

Il libro prosegue con l’illustrazione di molti casi in cui la norma UNI 9494 è applicabile per estensione ed anche di molti altri in cui il dimensionamento degli ENFC si presenta del tutto singolare.

Il capitolo 3 è dedicato ai sistemi di evacuazione forzata di fumo e calore (SEFFC) in cui, accanto ai metodi tabulati, sono evidenziati i calcoli analitici, mentre il capitolo 4 è interamente rivolto al dimensionamento dei condotti per l’evacuazione forzata di fumo e calore.

Di particolare interesse appare la soluzione innovativa proposta per rendere coerenti con la vigente normativa antincendio le non poche autorimesse ancora esistenti in Italia che non hanno ancora trovato un percorso economico o facilmente attuabile per risolvere i vari problemi che li affliggono, soprattutto quelli connessi con una carenza di aerazione naturale.

L’autore, nella sua opera, richiamandosi ai sistemi di ventilazione meccanici in uso nei tunnel, riesce ad individuare un percorso per dotare anche le autorimesse “difficili” di idonea ventilazione capace di assicurare loro un grado di sicurezza non inferiore a quello chiesto dalla normativa vigente. Il tutto in

modo coerente con il nuovo Decreto del Ministero dell’Interno 21 febbraio 2017 (G.U. 03 marzo 2017, n.52).

Il capitolo G.2.6 del Codice Antincendio (D.M. 3 agosto 2015) ammette infatti metodi alternativi, anche di tipo innovativo, capaci di dimostrare il raggiungimento del livello di prestazione attribuito ad ogni singola autorimessa.

Gli evacuatori di fumo e calore nelle autorimesse, di tipo meccanico, sono in grado non solo di provvedere all’evacuazione di fumo e calore in situazione di emergenza, ma anche a provvedere ad un efficace smaltimento del fumo e calore al fine di mantenere situazioni di visibilità e mobilità in caso di incendio di una o più autovetture.

Il capitolo 6 illustra il ruolo che può essere assegnato agli impianti di ventilazione di benessere negli edifici per l’evacuazione forzata di fumo e calore in caso d’incendio, mentre l’ultimo è dedicato alla manutenzione dei sistemi di evacuazione naturale di fumo e calore. L’opera termina con un’Appendice e con richiami di normativa antincendio, pertinenti con gli argomenti trattati.

Il libro si presenta di immediata comprensione anche per il cospicuo numero di immagini e di esempi pratici, pertanto, si presta a diventare un ottimo strumento di lavoro per molti colleghi.

L’autore dell’opera è il collega Giovanni Paparelli, primario professionista nel settore degli impianti, della sicurezza e dell’antincendio con alle spalle oltre quaranta anni di esperienza e già noto per una precedente opera dal titolo “Calcoli pratici di prevenzione incendi”, scritta a quattro mani con l’ing. Gianfranco Eugeni, oltre che per i suoi frequenti scritti in questa rivista.





## RECENSIONE “ARCHITETTURA FATTA AD ARTE”

La Redazione

Il volume “ARCHITETTURA FATTA AD ARTE. Rilievo delle opere di Ugo Tarchi (1887-1978) in Umbria” rappresenta la seconda uscita della collana editoriale “I Quaderni della Fondazione”.

Ne è l'autore il collega Simone Bori, giovane e virtuoso ingegnere, impegnato in attività di ricerca sul rilievo dell'architettura storica e recente, nonché sul rapporto tra le tecniche di comunicazione e di rappresentazione e il progetto.

La Fondazione dell'Ordine degli Ingegneri di Perugia con il Presidente Paolo Anderlini, in primis, ha da subito creduto nell'elevata valenza dei temi trattati rendendone quindi possibile la pubblicazione.

A riprova del valore dell'opera, che nasce dalla rielaborazione, integrazione e aggiornamento della tesi di dottorato di ricerca in Ingegneria Civile, di cui è stato coordinatore il prof. ing. Claudio Tamagnini e tutor il prof. ing. Paolo Belardi, sono la presentazione che riporta la firma di Mauro Baglioni e la prefazione di Paolo Belardi, definito dall'autore stesso “costante e preziosa guida scientifica e culturale” grazie all'importante ruolo avuto in tutto il

lavoro di ricerca.

L'opera si colloca all'interno di un ampio e approfondito lavoro di ricerca e ha la giusta ambizione di far conoscere alla comunità scientifica e alla collettività un significativo segmento del patrimonio artistico appartenente alla corrente dell'ecllettismo umbro tramite la valorizzazione della figura dell'architetto Ugo Tarchi e la catalogazione critica della sua opera architettonica nel territorio regionale.

Docente di chiara fama con rilevanti esperienze nelle più importanti Accademie di Belle Arti d'Italia, l'architetto Tarchi nel 1911 assume la prestigiosa cattedra di Architettura e Prospettiva presso l'Accademia di Belle Arti di Perugia, raccogliendo idealmente l'eredità di Baldassarre Orsini.

Tarchi fonda il proprio credo didattico nello studio dell'architettura e dell'arte a partire dal rilievo, visto come conoscenza profonda dell'opera e non come mera acquisizione di dati metrici: ciò offre lo spunto per introdurre lo studio archeologico e storico del manufatto architettonico attraverso la ricostruzione grafica dell'aspetto originario del monumento e l'integrazione “in stile” delle parti mancanti.

Belardi ricorda “...coerentemente con la ‘vocazione missionaria’ professata nelle aule dell'Accademia e sulle pagine dei volumi pubblicati dalla casa editrice Fratelli Treves, l'attività umbra di Tarchi è segnata da una straordinaria sinergia tra la ricerca, incentrata sulla documentazione sistematica del patrimonio storico-archeologico regionale e la professione, incarnata da un lungo elenco di opere venute da un'inguaribile passione per la probità artigianale, sia nel caso d'interventi sul patrimonio edilizio esistente sia nel caso di progetti di nuova invenzione...” e continua “...è indiscutibile che il crocevia poetico di Tarchi passi per Assisi e chiami in causa quel rifacimento della cripta di San Francesco che, seppure interpretato da Ottorino Guerrieri come ‘atto di estrema umiltà’, costituisce un vibrato manifesto ideologico del ripristino scenografico”.

L'Umbria rimane comunque, per Tarchi, la terra fertile in cui realizzare il numero maggiore di opere, tutte in stile ecllettico prevalentemente neorinascimentale, ma anche medioevale, nelle varianti neoromanica e neogotica.

Nel primo capitolo il lettore è introdotto alla figura dell'architetto fiorentino tramite un'articolata disamina della sua lunga carriera, soffermandosi sull'attività didattica e scientifica senza tralasciare l'intensa attività professionale in molte aree d'Italia, dove curò il restauro di importanti monumenti storici dedicandosi anche alla realizzazione ex novo di edifici pubblici, chiese, ville e molto altro, di cui il libro è ricchissimo di immagini.

Il secondo capitolo, invece, offre lo spunto per riflettere sul disegno da intendere come luogo della rivelazione dell'essenza profonda di un oggetto, ma anche come luogo di prefigurazione, da interpretare come strumento atto a simulare una realtà non ancora esistente sul piano fisico, ma ben presente e definita, a livello concettuale, nella mente dell'uomo.

Di particolare interesse, anche per un lettore non esperto, appare il terzo capitolo interamente dedicato al rilievo puntuale delle opere di Ugo Tarchi in Umbria, presentate tramite brevi schede d'intervento, immagini storiche che testimoniano gli interventi eseguiti e un ricco apparato di disegni di rilievo, facendo scoprire ai più l'autore di opere che quotidianamente incontriamo nelle nostre città.

*...il mio auspicio è che le nuove generazioni, sfogliando le pagine che seguono ovvero ‘toccando con gli occhi’ le architetture di Ugo Tarchi, riescano a comprendere l'irrinunciabile necessità dello studio ostinato e del disegno paziente. Anche e forse soprattutto nell'era dei media elettronici. (dalla Prefazione di Paolo Belardi)*

