

L'IU

L'INGEGNERE UMBRO



PERIODICO DELL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PERUGIA

SOMMARIO



In copertina:

Suggestiva immagine della fioritura 2016 dell'altopiano di Castelluccio di Norcia (PG) in onore alle vittime del recente terremoto nelle aree del Centro Italia e come messaggio di speranza per tutte le Comunità coinvolte (Fotografia di Lucia Celeschi)

5 EDITORIALE

Analisi del recente evento sismico che ha colpito le regioni del Centro Italia
Roberto Baliani

9 I MULINI AD ACQUA DEL TEVERE NEL TERRITORIO COMUNALE DI PERUGIA

Interessante viaggio tra i mulini del fiume Tevere, patrimonio cittadino da riscoprire e valorizzare
Angela Cicioni

14 DISPONIBILI LE "NUOVE" PIOGGE DI PROGETTO PER LA REGIONE UMBRIA

Un meritato riposo per il "Quaderno 7" che negli ultimi 20 anni è stato l'unico documento di questa tipologia a disposizione dei progettisti di opere idrauliche
Renato Morbidelli

17 DIRETTIVA 2014/30/UE SULLA COMPATIBILITÀ ELETTRICITÀ ELETTRICITÀ ELETTRICITÀ

Dal 20 Aprile 2016 vige l'obbligo di adeguamento alla nuova Direttiva che abroga la 2004/108/CE: uno sguardo agli aspetti principali
Antonello Giovannelli

21 L'INERZIA TERMICA NEI SISTEMI DI RAFFRESCAMENTO PASSIVI

Una buona progettazione per evitare elevati consumi di elettricità dovuti all'impiego di sistemi di raffrescamento estivo
Giovanni Paparelli

24 L'UMBRIA NEL TEXAS

Resoconto di una Research Internship presso la University of Texas at San Antonio (UTSA) cofinanziata dall'Ordine degli Ingegneri di Perugia
Jonas Orlandi

27 L'INNOVAZIONE CHE METTE IN MOTO

Le Tavole Lineari sono in grado di facilitare l'utente nelle fasi di progettazione e assemblaggio del proprio sistema, sia questo meccanico che robotizzato
Kassandra Iliadou

29 L'AERONAUTICA: UNA SVOLTA NEI TRASPORTI

Dagli aerei attuali ai primi tentativi di volo volgendo lo sguardo al futuro con alcuni prestigiosi progetti
Lamberto Fornari

L'INGEGNERE UMBRO - n°98 – anno XXIV – Settembre 2016

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: Angela Cicioni, Lucia Celeschi, Kassandra Iliadou, Jonas Orlandi.

Grafica e impaginazione: Paolo Moretti Freelance Designer (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



L'evento sismico con epicentro ad Accumoli (RI) del 24 agosto 2016 ha ancora una volta portato morte e distruzione sul nostro territorio mostrando come molti aspetti relativi alla prevenzione in materia di rischio sismico siano venuti completamente a mancare. Con un magnitudo 6,0 della scala Richter è stato registrato dai sismografi di tutto il centro Italia alle ore 3:36, con epicentro nel comune di Accumoli (RI), individuato a una profondità di 4,2 km dalla superficie.

Il Main shock e le successive fisiologiche "scosse di assestamento" sono la conseguenza dello "stiramento" dell'Appennino, ossia il suo processo di estensione da Est verso Ovest. Il tipo di movimento osservato dai dati sismici indica una faglia estensionale, simile a quella all'origine dei terremoti più recenti e vicini, ossia quello de L'Aquila del 2009 e quello di Colfiorito del 1997.

Dalla Rete Accelerometrica Nazionale del Dipartimento di Protezione Civile è stato registrato dalle stazioni site in Amatrice (a circa 10 km dall'epicentro) un valore di picco di PGA pari a 0,45 g in direzione Est-Ovest; l'accelerazione spettrale stimata per un periodo di 0,3 s è stata invece valutata pari a 0,88 g.

In questa stessa area dell'Appennino si erano già verificati in passato terremoti di analoga intensità. L'ultimo in ordine cronologico a Norcia nel 1979 di magnitudo 5.9. Il più violento di tutti – tra quelli finora registrati – è datato, invece, gennaio 1703, tra Cascia e Norcia, di magnitudo 7.

La pericolosità sismica dell'Appennino Umbro-Lazio-Marchigiano è ben nota ed è ampiamente illustrata dagli strumenti tecnico-normativi a disposizione attraverso i quali si può stabilire una pericolosità sismica tra le più elevate sul territorio italiano avente accelerazione di picco su suolo rigido ag maggiore di 0,25 g.

I principali Comuni coinvolti dall'evento del 24 agosto u.s. sono stati Accumoli, Amatrice e Arquata, nei quali il tributo in termini di vite umane è stato drammaticamente altissimo, in più i centri storici sono stati completamente rasi al suolo. Tali conseguenze sono senz'altro figlie di un notevolissimo livello di rischio sismico non solo dovuto all'elevata pericolosità di sito del territorio, ma soprattutto all'amplificazione data dal grado di vulnerabilità delle strutture esistenti colpite e dall'elevata esposizione in termini di popolazione presente.

Parlare di RISCHIO SISMICO significa, infatti, tenere conto di questi tre principali parametri: PERICOLOSITA' -VULNERABILITA' - ESPOSIZIONE, che tra loro interagiscono amplificando o mitigando il grado di rischio. L'evento del 24 agosto mostra drammaticamente come il principale elemento che ha innalzato enormemente il livello di rischio fino a trasformarlo in tragedia certa è stata la vulnerabilità degli edifici esistenti e dunque l'inadeguatezza del patrimonio edilizio rispetto ad un input sismico in linea con quello di progetto previsto dalle NTC 2008. E' dunque la prevenzione rispetto agli eventi sismici il tema principale da analizzare per fronteggiare un fenomeno intrinseco al territorio italiano con il quale è necessario imparare a convivere.

Per valutare la prevenzione sismica, dal punto di vista prettamente ingegneristico, si fa riferimento alla diagnosi degli edifici esistenti e ai successivi eventuali interventi di miglioramento/adeguamento sismico e di carattere locale, così come previsto dalle vigenti norme NTC 2008 e relative circolari. Dunque un processo di monitoraggio, conoscenza e messa in sicurezza di edifici pubblici e privati, che dovrebbe essere pienamente percorso in "tempo di pace" e che invece troppo spesso subisce delle accelerate soltanto successivamente a eventi calamitosi.

Eppure l'efficacia della riduzione della vulnerabilità degli edifici sulla riduzione del rischio sismico è stata ancora una volta dimostrata da quanto successo a Norcia.

Tra i Comuni coinvolti dal sisma del 24 agosto vi è, infatti, anche Norcia (PG) distante appena 15 km dall'epicentro e nel cui territorio la rete accelerometrica di Protezione Civile ha registrato un valore di picco di PGA pari a 0,38 g in direzione Nord-Sud (molto simile quindi a quello registrato ad Amatrice). Inoltre proprio

Norcia, nella notte del 24 agosto, soltanto un'ora dopo la scossa principale, è stata epicentro di un secondo evento sismico di magnitudo 5,4 della scala Richter. La risposta sismica delle strutture esistenti nel Comune di Norcia ha mostrato tuttavia, in generale, un comportamento positivo garantendo la salvaguardia della vita umana. Infatti, pur danneggiandosi, gli edifici del centro storico non hanno subito crolli o particolari condizioni di criticità.

Norcia rappresenta sicuramente un caso virtuoso per ciò che riguarda il tema della prevenzione e della messa in sicurezza degli edifici. È stata colpita, negli ultimi decenni, da due violenti eventi sismici che ne hanno modificato il tessuto strutturale consentendo una corretta presa di coscienza del grado di rischio sismico a cui essa è sottoposta. Infatti, successivamente agli eventi del 1979 e più recente del 1997, la città, come la regione Umbria tutta, ha intrapreso, con successo, il processo di ricostruzione e di messa in sicurezza degli edifici sia privati che pubblici. In particolare, la crisi sismica iniziata il 26 settembre 1997, che ha interessato una vasta fascia della catena appenninica nella zona di confine tra le Marche e l'Umbria, colpì numerosi comuni, lasciando 32.000 senzatetto e circa 28.000 edifici privati danneggiati.

Il processo di ricostruzione, ancora oggi in fase di ultimazione e per il completamento del quale la Regione Umbria è in procinto di emanare uno specifico DDL, conta circa 10.000 progetti di ricostruzione ripartiti tra ricostruzione leggera, pesante e interventi locali, spalmati su edifici privati, pubblici e di carattere storico-monumentale.

Oggi come all'ora tutta la comunità tecnico-scientifica è chiamata a percorrere un processo di ricostruzione se possibile ancor più virtuoso di quello umbro-marchigiano del '97, attingendo a tutte le risorse tecniche disponibili nel panorama dell'ingegneria sismica che negli ultimi anni sono notevolmente aumentate e si sono affinate.

È evidente che il primo passo sarà la valutazione dei danni e dell'agibilità degli edifici rimasti in piedi. In merito a ciò l'Ordine degli Ingegneri di Perugia è già attivo mediante la presenza di colleghi abilitati alle attività della gestione tecnica dell'emergenza; a seguito di quanto disposto dal DPCM 5 maggio 2011 e dal DPCM 8 Luglio 2014, l'attività di rilievo del danno è riservata agli ingegneri che abbiano seguito un corso di almeno 60 ore dedicato al tema dell'agibilità e alle procedure di compilazione della scheda AeDES. A questo proposito il nostro Ordine ha organizzato, unitamente al Dipartimento di Protezione Civile Nazionale, il suddetto corso conclusosi nel luglio scorso, il cui esame finale è stato superato da 44 colleghi che, pertanto, sono membri effettivi dell'IPE (Ingegneri Prevenzione e Emergenze), organismo istituito dal CNI per fronteggiare le fasi emergenziali e per definire e promuovere piani di carattere preventivo.

Effettuato il rilievo dei danni e accantonati i tanti sproloqui che hanno risentito dell'emozione dell'immediato dopo terremoto, si dovrà procedere celermente, e bene, a effettuare la ricostruzione. Questo sarà il compito degli Ingegneri e in particolare degli Ingegneri Umbri la cui scuola di consolidamento e restauro in zona sismica ha dimostrato il proprio valore sul campo (come anche testimoniato da Norcia durante questo terremoto), diventando un punto di riferimento per l'intera comunità scientifica nazionale e internazionale (si pensi solo al riconoscimento avuto dal nostro collega Massimo Mariani che è stato nominato presidente dell'ECCE - European Council of Civil Engineers - organismo che raggruppa gli ingegneri civili d'Europa e dell'area russo-caucasica). Il merito dell'operato dei professionisti umbri è consistito principalmente nel fatto di aver realizzato efficaci interventi di riduzione della vulnerabilità sismica, utilizzando in maniera appropriata le più moderne tecnologie, ma sempre nel rispetto delle caratteristiche storico-architettoniche del nostro edificato, che non possono essere alterate in quanto rappresentano la radice culturale della nostra comunità: il nostro bene più prezioso. Forti della loro esperienza e della loro elevata competenza nel campo della prevenzione sismica gli Ingegneri Umbri daranno, anche questa volta, il loro contributo al raggiungimento dei migliori risultati in termini di sicurezza e sostenibilità degli interventi.

Roberto Baliani

Presidente Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia

I MULINI AD ACQUA DEL TEVERE NEL TERRITORIO COMUNALE DI PERUGIA



di Angela Cicioni

Il mulino ad acqua ha svolto un ruolo fondamentale nell'organizzazione dello spazio rurale per il suo stretto legame con l'idrografia e l'uso agricolo del suolo. L'attività molitoria ha rappresentato uno dei modi di occupazione e sfruttamento dello spazio al fine di soddisfare l'approvvigionamento alimentare di una comunità che, di conseguenza, attribuiva un ruolo economico e sociale di primo piano all'impianto.

I mulini ad acqua del Comune di Perugia rappresentano un campo di ricerca abbastanza ampio sia per estensione spaziale, sia per il numero di opifici rilevati. Ci limiteremo pertanto a trattare quelli ubicati lungo il fiume Tevere che, per la loro storia, potrebbero essere oggetto

di recupero con finalità educativo-didattiche.

Sarà dunque un itinerario lungo le sponde del Tevere quello che proponiamo in queste pagine, alla ricerca delle tracce di un passato che, fino agli anni Cinquanta del secolo scorso, si erano conservate per effetto di una magica dilatazione temporale che stratificava senza distruggere. Ora, l'espansione urbana ha fagocitato lo spazio rurale trasformando i centri di ponte, posti lungo il fiume Tevere, in caotiche periferie urbane rendendone irriconoscibili i caratteri rurali delle origini.

Già dal Basso Medioevo, l'esistenza di mulini ad acqua lungo il corso del Tevere, compreso tra Villa Pitignano e il cosiddetto guado di *Getola* in località Ferriera a Ponte San Giovanni, è testimoniata da numerose fonti archivistiche.

La nostra passeggiata attraverso la storia comincia presso la frazione di Villa Pitignano, lungo la sponda destra del fiume, in vocabolo Rivolta, un toponimo altamente evocativo, indicante un'ansa a gomito del corso d'acqua. Qui, fino ai primissimi anni del Novecento, rimase in funzione il **Molino della Rivolta** per la produzione di cereali con annessa gualchiera. Al momento della cessazione dell'attività di macinazione, esso venne trasformato in centrale per la produzione di energia elettrica e il fabbricato venne ampliato per ospitare ben tre turbine. In un documento d'archivio è



Figura 1 – A.S.P., U.T.E., Catasto Chiesa (1727-1734), mappa 90. Pitignano. Dalla mappa è visibile l'esatta ubicazione del Molino della Rivolta e la relativa chiesa



Figura 2 – A.S.P., Ex Congregazione di Carità, Ospedale di Santa Maria della Misericordia, Cabreo, 1686. Molino della Torre di Pretola

testimoniato che, in località *Rivoltola*, presso Villa Pitignano, sin dal 1367, il Monastero di Santa Maria di Monteluca possedeva due mulini ad acqua con la rispettiva chiusa. Tale ente religioso ne manteneva la proprietà ancora nel 1487 se, nel catasto delle sue proprietà, venivano



Figura 3 – A.S.P., Ex Congregazione di Carità, Ospedale di Santa Maria della Misericordia, Cabreo, 1686. Molino della Torre di Pretola



Figura 4 – A.S.P., U.T.E., Catasto Gregoriano (1835), mappa 107. Ponte San Giovanni, rett. VI, part. 481. I molini Ospedale (a monte) e Santa Giuliana in località Ferriera, nei pressi del Ponte Vecchio

menzionati, in vocabolo *Rivoltola*, un molino da grano e due *valchiere*.

Dall'esame del primo catasto geometrico-particellare del territorio perugino, il Catasto Chiesa, dal nome del geometra bolognese che lo realizzò, si evince che il molino era ubicato in vocabolo *Campo delle Rivolte* ed era ancora di proprietà del monastero di Monteluca. (Fig. 1). L'edificio era a pianta rettangolare, possedeva una propria chiusa a sbarrare il corso del fiume proprio all'origine dell'ansa. Il molino veniva a trovarsi sulla sponda esterna (sponda di erosione); non era munito di un canale di derivazione per l'alimentazione, ma ne possedeva uno di scarico.

Il monastero restò proprietario dell'impianto fino al 1859, quando esso venne acquistato dalla famiglia Crispolti.

Nel 1893 la presa era costituita da una diga stabile in muratura posta trasversalmente al corso d'acqua; anche a quel tempo non esisteva alcun canale di derivazione poiché il molino era alimentato direttamente dal fiume Tevere.

Più a valle, sempre lungo la sponda destra del Tevere, in località Ponte

Felcino incontriamo il **Molino della Catasta** con annessa torre, oggi ubicato in pieno contesto urbano e pertanto agilmente raggiungibile attraverso i percorsi pedonali realizzati lungo l'area ripariale del fiume.

In un documento del 5 maggio del 1378, si parlava di una locazione a cottimo di tre quarti di due gualchiere, insieme ai cinque molini e alla chiusa, ubicati in vocabolo *Catrasta* nelle pertinenze di Villa Casole (Ponte Felcino). Il complesso di opifici a forza idraulica apparteneva per tre quarti all'Ospedale della Mercanzia e per la restante quarta parte al Monastero di Santa Maria di Monteluca.

Nel 1549 risultava di proprietà del Collegio della Mercanzia di Perugia

Un'indagine storico-geografica per valorizzare strutture produttive che sin dal medioevo hanno occupato e trasformato lo spazio rivierasco del fiume

che lo concedeva a cottimo ad "Andrea Constantii", insieme ad una casa ad esso annessa. L'intera locazione riguardava un apparato molitorio davvero consistente; accanto al molino principale, atto a macinare il grano, esistevano tre molinelle minori e due *valchiere*. Nel contratto di locazione era specificato che il Molino della Catasta si trovava all'interno di una torre posta di fronte al ponte.

Nel 1835 l'impianto era ancora di proprietà del Collegio e possedeva due palmenti; le macine da trito erano una in pietra gualdese (corrente) ed una in pietra di Camaldoli (letto), mentre le macine da bianco erano una in pietra di Radicofani (corrente) e l'altra in pietra gualdese.

Agli inizi del Novecento il molino cessò la propria attività e venne trasformato in centrale idroelettrica per il lanificio Bonucci.

Ancora più a valle, lungo la sponda destra, presso il centro abitato di

Pretola, è ancora possibile osservare l'edificio molitorio addossato alla torre medievale da cui deriva la denominazione di **Molino della Torre**.

Già nel 1370, a Pretola, sorgeva un palazzo fortificato appartenente alla famiglia Boccoli; ad esso erano annessi i mulini da grano ubicati nell'area dove ancora oggi si trova la torre medievale. Nove anni dopo, per ordine dei Priori, vennero eseguiti lavori di fortificazione e il palazzo con i suoi mulini, dal 1375 di proprietà della città, passò alle dipendenze dell'Ospedale di Santa Maria della Misericordia.

Secondo quanto racconta il Pellini, nel suo scritto *Dell'istoria di Perugia*, nel 1411 Braccio Fortebraccio, dopo aver preso Ponte Pattoli, *abbruciò Pretola e ruinò tutte le molina*.

In un inventario dei beni dell'Ospedale Santa Maria della Misericordia del 1589 è riportata la proprietà di un *casamentum* posto nelle pertinenze

della Villa di Pretola, in vocabolo "il Molino della Torre" dotato di due macine da grano.

Nel Cabreo del 1686 il molino è rappresentato con la rispettiva chiesa ed era detto trovarsi in vocabolo *il Molino della Torre* (Fig. 2); possedeva due mole ed era azionato direttamente dalla corrente del Tevere mediante due ruote verticali poste tra tre avancorpi protesi sul letto del fiume.

Più tardi, nel già citato Catasto Chiesa del 1727, l'opificio presentava ancora una pianta piuttosto irregolare con buona parte del corpo dell'edificio proteso sull'alveo.

Nel 1926 l'Ospedale vendette il Molino della Torre a Filiberto Bonaca; a quel tempo il molino risultava dotato di tre palmenti azionati da forza idraulica e macinava appena 10 quintali al giorno.

Nel 1939 vi si contavano due distinti impianti molitori, installati in due locali diversi, ma comunicanti tra loro. Il



Figura 5 – Torre e Molino di Pretola (Inizio 900)



Figura 6 – Torre e Molino di Pretola (2016)

primo era azionato da una turbina idraulica da 15/20 HP, il secondo da una vecchia turbina capace di sviluppare fino a 40 HP.

Dopo il 1947 il mulino perse la sua funzione originaria e venne trasformato in fabbrica per mattonelle. Proseguendo lungo la stessa sponda del fiume, poco a valle del ponte, in frazione Ponte Valleceppi, all'interno della proprietà della distilleria Di Lorenzo, è ubicato il rudere del **Molino della Sapienza**, così denominato perché, già nel 1585, di proprietà del Collegio della Sapienza Nuova.

La prima testimonianza d'archivio relativa a mulini ad acqua presenti in quest'area rivierasca del Tevere risale al 1301, quando le autorità comunali chiedevano l'intervento di un magistrato per controllare l'efficienza della chiusa e il livello delle acque affinché non ne derivasse un danno ai mulini posti più a monte.

Nel Catasto Chiesa è indicato con la denominazione ufficiale, ed è l'unico ad essere rappresentato con la ruota di alimentazione posta direttamente sul letto del Tevere.

In relazione all'attività più recente di tale opificio, si è avuto il privilegio di intervistare l'ultimo mugnaio che ne è stato gestore dal 1951 al 1961, anno della definitiva cessazione dell'attività.

Il mugnaio Mario Ricci, che - come vedremo più avanti - lavorò anche nei mulini di Ponte San Giovanni, raccontava che ciascuna delle tre macine presenti all'epoca poteva produrre 120 kg di farina al giorno. La turbina che azionava le macine veniva utilizzata di notte per produrre energia elettrica per una parte dell'abitato di Ponte Valleceppi.

Le macine impiegate per la molitura del grano erano in roccia metamorfica (fillade quarzifera), estratta nel Bresciano (dette appunto "bresciane"), mentre quelle per la macinazione del granoturco, orzo, segale e castagne erano in pietra conglomerata, di origine francese o "anconitane" di smeriglio di Cantiano. Sempre mantenendo la destra idrografica, raggiungiamo la frazione di Ponte San Giovanni, in località Ferriera, poco a monte del ponte sul Tevere, di recente ricostruito dopo la distruzione avvenuta a seguito dei bombardamenti del 1944.

Qui incontriamo l'antico edificio del **Molino dell'Ospedale**, ubicato a fianco della recente centrale idroelettrica, realizzata proprio in corrispondenza dell'originaria chiusa dell'impianto molitorio.

L'esistenza di mulini idraulici in quest'area è davvero antica come dimostrano i numerosi documenti d'archivio. Nel 1188 Papa Clemente

III confermò a Giacomo da Foligno, abate di Sassovivo, la dipendenza della Chiesa di San Nicola in Colle, della Diocesi di Perugia a Ponte San Giovanni, *cum Ponte ad Tiberim, et Molendino, Parrochia et aliis pertinentiis suis*.

Inoltre, secondo quanto racconta il Pellini nell'opera poco sopra citata, nel 1369 l'esercito papalino incendiò le porte del ponte e rovinò *li molini, che ivi sono sopra il Tevere*.

A gennaio del 1400, dal Consiglio Generale del Comune di Perugia venne decretato che venisse fortificato il ponte sul Tevere e che l'Ospedale del Colle e il Monastero di Santa Giuliana, proprietari di molini in Ponte San Giovanni, contribuissero con trenta fiorini.

L'Ospedale del Colle sorse intorno agli anni 1000 o 1100 in Contrada Colle Strada o Castello del Colle; era un ospedale per malati di lebbra che, nel 1538, fu assorbito da quello della Misericordia insieme a tutti i suoi beni. Fu così che, nel 1628, il mulino in oggetto risultava di proprietà dell'Ospedale Santa Maria della Misericordia che lo concedeva a cottimo per tre anni a Lorenzo di Cesare di Ponte San Giovanni per 45 some di grano; all'epoca si diceva che fosse ubicato in vocabolo "il Molino del Colle" e che avesse tre mole.

Nel Cabreo dell'Ospedale del 1686 è riportata la pianta di un pezzo di terra arativo e pergolato con un mulino da grano, dotato di tre macine. Il vocabolo era denominato "il Percoletto del ponte" (Fig. 3).

L'Ospedale ne mantenne la proprietà per tutto l'Ottocento e, nel 1927, lo affittava al marchese Gerini, ma già l'anno successivo il mulino veniva dichiarato inadatto a produrre farina per la panificazione a causa dell'insufficienza degli apparecchi di pulitura.

Il mugnaio Mario Ricci che vi lavorò dal 1932 al 1944 raccontava che l'opificio macinava per i contadini delle aree limitrofe e per quelli di Torgiano, Deruta e Ospedalichio. Le macine destinate alla molitura



Figura 7 – Briglia e Molino di Ponte Valleceppi (Inizio 900)

delle biade provenivano da Cantiano, mentre quelle per la macinazione del grano erano francesi prodotte dalle grandi fabbriche di la Fertè Sous-Jouarre d'Épernan.

La mattina del 9 giugno 1944 lo stesso mugnaio stava macinando proprio all'interno del mulino quando avvenne il bombardamento aereo e riuscì a salvarsi solo dopo aver oltrepassato di qualche centinaio di metri il Ponte Vecchio.

L'edificio, ancora visibile, in pietra arenaria e mattoni, presenta una pianta irregolare con un corpo centrale di forma trapezoidale. Il portone d'ingresso è sovrastato dallo stemma dell'Ospedale di santa Maria della Misericordia. L'abitazione del mugnaio non si trovava sopra i locali del mulino, bensì era adiacente ad esso.

Poco più a valle, sempre in destra idrografica, era il **Molino Santa Giuliana**. Il nome deriva dal

monastero che ne mantenne la proprietà dal 1253 almeno fino al 1788, quando si oppose al progetto di ristrutturazione del ponte che prevedeva il taglio della chiusa (Fig. 4).

Sarà nel 1909 che la ditta Coen-Cavicchi, costituitasi S.p.a, diede vita al Pastificio ubicato proprio nell'area ove sorgeva il Molino Santa Giuliana di cui nel frattempo era divenuta proprietaria. Nel 1928 La Società anonima Molino e Pastificio possedeva due distinti impianti molitori: il più antico a palmenti a forza idraulica, un altro a cilindri. Nell'immediato dopoguerra il Pastificio vendette l'antico mulino a palmenti ad un conduttore privato che lo manterrà in attività fino al 1950. L'opificio antico era in pietra arenaria e mattoni, presentava una pianta quasi quadrata disposta su tre livelli.

Lo stato di abbandono in cui giacciono



Figura 8 – Molino di Ponte San Giovanni (PG) Fotografia di Annarita Guarducci

gli impianti molitori qui considerati dimostra che, fino ad oggi, è prevalso un atteggiamento di pressoché totale disinteresse verso queste antiche strutture produttive, che, fino a qualche decennio fa, rivestivano un'importanza notevole nell'ambito dell'economia prevalentemente rurale del territorio perugino.

La legge regionale del 2005 sulla "Salvaguardia, conservazione, ripristino e valorizzazione dei mulini storici ad acqua dell'Umbria" è nata dalla presa di coscienza, anche a livello istituzionale, che tali opifici rappresentano beni culturali e storici; essi, infatti, non solo hanno rivestito un ruolo fondamentale nell'ambito della storia protoindustriale della nostra regione, ma hanno costituito anche un presidio strutturale per l'assetto idrogeologico dell'area.

Questo sintetico excursus storico sull'attività molitoria lungo il corso del Tevere non intende essere esaustivo, trattandosi di un piccolo estratto di un ben più ampio lavoro di ricerca, ma semplicemente intende indirizzare l'interesse del lettore verso aspetti di storia locale che aiutino le comunità a ricostruire un rapporto più consapevole con il proprio territorio incentivandone la salvaguardia ambientale e culturale.

Per una bibliografia completa sull'argomento si rimanda ai seguenti lavori:

Cicioni A., I molini ad acqua del territorio comunale di Perugia, in "Archivi in Valle Umbra", Rivista semestrale di archivistica, anno VIII, n.1. giugno 2006.

Melelli A., I mulini ad acqua, in "Atlante tematico delle acque in Italia", a cura di M.G. Grillotti di Giacomo, Briganti, Genova, 2008.

Melelli A.- Fatichenti F., "L'Umbria dei mulini ad acqua", Quattroemme, Perugia, 2013

DISPONIBILI LE “NUOVE” PIOGGE DI PROGETTO PER LA REGIONE UMBRIA



di Renato Morbidelli

Ci sono voluti 20 anni per concedere un meritato riposo al volume di Graziano Mancinelli dal titolo “Determinazione delle precipitazioni di massima intensità e di breve durata per la Regione Umbria”, noto fra gli addetti ai lavori come “Quaderno 7”, che conteneva le elaborazioni statistiche dei dati pluviometrici di 29 stazioni (di cui 16 interne al territorio regionale e 13 ad esso limitrofe) finalizzate alla determinazione delle piogge di progetto (Figura 1). Senza dimenticare i meriti del “Quaderno 7”, che negli ultimi 20 anni è stato l’unico documento di questa tipologia a

La conoscenza delle piogge di progetto è essenziale per il dimensionamento della maggior parte delle opere idrauliche

disposizione dei progettisti di opere idrauliche, lo si può oramai descrivere coniugando i verbi al passato perché da oggi si potrà finalmente consultare quello che per analogia con il volume che lo ha preceduto è già stato soprannominato “Quaderno 8”.

Quest’ultimo, dal titolo “Analisi delle precipitazioni intense in Umbria” (edito da Morlacchi) e stampato grazie al contributo della Fondazione dell’Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia, è il frutto della collaborazione protrattasi per circa 2 anni tra il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (Università degli Studi di Perugia), il CNR-IRPI di Perugia, il Servizio Idrografico della Regione Umbria e il Centro Funzionale della Regione Umbria.

L’analisi pubblicata è stata condotta su tutta l’informazione esistente e disponibile, comprensiva dei dati già presenti negli Annali Idrologici, sia del Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici sia della Regione Umbria, ma soprattutto della globalità delle informazioni originali registrate, e talvolta anche trasmesse in tempo

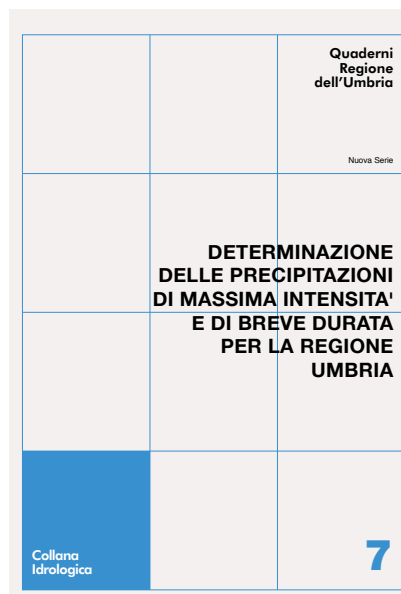


Figura 1 – Copertina del volume “Determinazione delle precipitazioni di massima intensità e di breve durata per la Regione Umbria” di G. Mancinelli, pubblicato nel 1996 con dati aggiornati al 1992



Figura 2 – La stazione pluviometrica di Ponte Felcino è tra le 93 oggetto dell'analisi

reale, di 93 stazioni pluviometriche, tutte gestite dalla Regione Umbria (di cui una, a titolo di esempio, mostrata in Figura 2). In altre parole, fatta eccezione per le informazioni di dettaglio mai pubblicate eventualmente desumibili dalle registrazioni grafiche su strisce di carta millimetrata, ammesso che queste ultime siano ancora esistenti e in condizioni che ne consentano la consultazione, è stata utilizzata la totalità dei dati relativi alle stazioni pluviometriche umbre avvalendosi di informazioni osservate e registrate nei 100 anni compresi tra il 1916 e il 2015.

Nel “Quaderno 8” è stato perseguito principalmente il duplice obiettivo di determinare, per tutte le stazioni pluviometriche umbre, gli spessori di pioggia massimi annuali (R_d) per le durate (d) di 5 minuti ('), 10', 15', 20', 30', 40', 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore, 36 ore e 48 ore, oltre che, laddove possibile, di ricavare le curve di probabilità pluviometrica (c.p.p.).

La determinazione degli spessori di pioggia massimi annuali

Sono state inizialmente acquisite tutte le informazioni già pubblicate nel corso

del tempo negli Annali Idrologici, dove è stato possibile reperire sia i massimi annuali per durate di 30', 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore, sia dedurre alcuni massimi annuali partendo dalle “Precipitazioni di notevole intensità e di breve durata registrate dai pluviografi”. Più recentemente, nella maggior parte dei casi a partire dal 1992, si è potuto disporre delle registrazioni originali, in formato elettronico e caratterizzate da passi temporali pari anche ad 1'. Queste ultime hanno consentito la determinazione dei valori massimi annuali relativamente anche alle durate molto brevi, per le quali gli Annali Idrologici erano stati utili solo in modo sporadico. In mancanza di altre possibilità, talvolta sono state utilizzate le informazioni “giornaliere” pubblicate negli Annali Idrologici, derivate da osservazioni effettuate tra le ore 9:00 di un giorno e le ore 9:00 di quello successivo. Rispetto ai reali valori massimi riferiti alle durate multiple di 24 ore tale procedura offre una stima per difetto, con approssimazione che si riduce all'aumentare della durata considerata.

Dopo la fase di acquisizione, tutti gli spessori massimi di pioggia relativi ad ogni stazione, anno e durata hanno subito un rigoroso controllo di affidabilità.

Impossibile descrivere integralmente l'ampia casistica di problematiche incontrate durante tale fase di validazione. A titolo di esempio si sottolinea che non sono stati ritenuti validi quegli spessori massimi relativi ad anni dove erano presenti periodi di dati mancanti per i quali non poteva aversi ragionevole certezza di assenza di precipitazioni potenzialmente superiori ai massimi individuati.

Inoltre, su tutte le serie degli spessori massimi relativi alle varie stazioni e durate sono stati condotti dei test di omogeneità per evidenziare e risolvere eventuali problematiche connesse a sostituzioni delle strumentazioni, spostamenti nel

posizionamento delle stazioni, oltre che a modifiche nell'aggregazione temporale dei dati disponibili.

Al termine di questi processi di verifica sono state ottenute le tabelle degli spessori massimi annuali di pioggia (R_d) per ciascuna stazione, complete dell'indicazione dell'origine di ciascun dato, come quella mostrata ad esempio nella Tabella 1.

La determinazione delle curve di probabilità pluviometrica

Questa fase ha riguardato soltanto le stazioni per le quali erano disponibili serie di spessori massimi annuali di pioggia (o campioni) composte da almeno 20 elementi. È ben noto che la significatività delle curve di probabilità pluviometrica cresce all'aumentare delle numerosità dei campioni dalle quali derivano e che in tal senso 20 non costituisce un valore ottimale; tuttavia, un'approfondita analisi di sensitività ha evidenziato che si può accettare tale limite inferiore senza produrre scadenti approssimazioni.

Pertanto, per 46 stazioni è stato possibile determinare le curve di probabilità pluviometrica; inoltre, per 15 di queste ultime le curve hanno potuto avvalersi anche dell'analisi dei campioni di 30', mentre per ulteriori 27 dell'analisi di campioni relativi a durate minori di 30'.

Tra le distribuzioni di probabilità comunemente adottate in campo idrologico e desunte nella letteratura tecnica e scientifica, quella che meglio rappresenta i campioni ottenuti è stata selezionata a seguito dell'analisi di alcuni indici di adattamento, tra cui

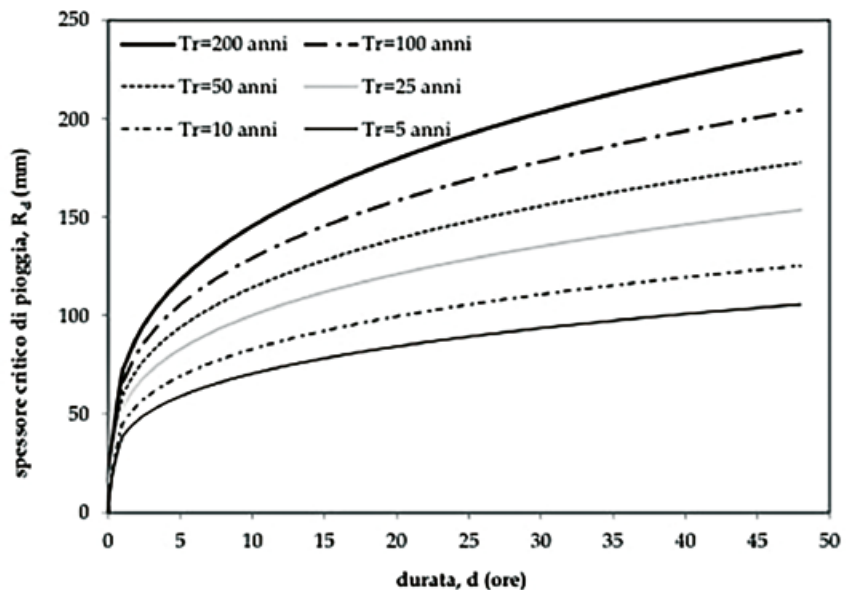


Figura 3 – Andamento delle curve di probabilità pluviometrica per la stazione di Perugia Santa Giuliana

i test di Pearson, Anderson-Darling e Kolmogorov-Smirnov, e delle usuali carte probabilistiche.

Nella maggior parte dei casi tutte le distribuzioni prese in considerazione, anche quelle con soltanto 2 parametri (come Log-Normale e Gumbel), si sono adattate ai campioni in modo soddisfacente. Tuttavia, l'esistenza in alcune serie di valori particolarmente elevati ha evidenziato la necessità di ricorrere alla distribuzione a 3 parametri Generalized Extreme Value, comunemente denominata GEV.

Le curve di probabilità pluviometrica per i tempi di ritorno di 5, 10, 25, 50, 100 e 200 anni sono state determinate per interpolazione degli spessori massimi di pioggia ottenuti utilizzando, per le prefissate durate comprese tra 1 ora e 48 ore, la distribuzione GEV. Specificamente, l'interpolazione dei quantili è stata condotta utilizzando la seguente legge di potenza monomia:

$$R_d(T_r) = ad^b \quad [L]$$

dove a e b sono coefficienti non negativi.

Per le stazioni dove la numerosità dei campioni relativi alle brevi durate (<1 ora) ha raggiunto o superato il valore minimo di 20 unità, i corrispondenti quantili sono stati interpolati con un'altra legge di potenza monomia, del tutto identica all'equazione precedentemente descritta; in questi casi ciascuna curva di probabilità pluviometrica di prefissato T_r si compone di due tratti che si incontrano nel punto di ascissa $d=1$ ora e che sono caratterizzati da identico valore del parametro a , ma da differenti valori del parametro b . A titolo di esempio si riportano in Figura 3 le curve di probabilità pluviometrica determinate per la stazione di Perugia Santa Giuliana.

Conclusioni

Per tutte le 93 stazioni pluviometriche considerate nel "Quaderno 8" sono stati determinati gli spessori di pioggia massimi annuali per le durate di interesse comprese tra 5' e 48 ore, per un numero di anni variabile in funzione della disponibilità dei dati. Inoltre, per un significativo numero di stazioni è stato possibile determinare anche le curve di probabilità pluviometrica, in quanto la numerosità degli elementi dei campioni ha raggiunto o superato il limite di 20. In alcuni casi, le curve di probabilità pluviometrica sono state ottenute per interpolazione dei quantili relativi alle durate comprese tra 1 ora e 48 ore,

Prima della nuova pubblicazione soprannominata "Quaderno 8" erano disponibili analisi basate su dati pluviometrici aggiornati al 1992

Tabella 1 – Spessori di pioggia massimi annuali, R_p (in mm), per la stazione di Allerona

ANNO	Durata (minuti)						Durata (ore)						
	5	10	15	20	30	40	1	3	6	12	24	36	48
1992	7,8		14,4		20,6		25,6	39,4	54,6	62,8	73,8		82,4
1993	7,2		11,6		16,4		21,4	27,2	30,6	38,2	53,2		53,2
1994		12,2	15,8	16,6	17,2		17,2	24	25,2	35	46,8	46,8	46,8
1995		16,8	22,4	26,2	30,2		36,2	38,2	38,2	38,2	41		45,6
1996		19,8	22,8	25,4	30		38,2	39,6	44,2	55	87,4		107,6
1997		17	21	25,2	31,6		55	77	86	113,4	118,2		118,2
1999		12,8	15,8	18,6	21,6		25,8	38	46,2	55,2	55,4		57,4
2000		12,6	14,4	15	18,2		31	36,8	36,8	45,2	50		58
2001		12,6	16,4	20	25,2		34,4	47,2	54,6	57,6	57,8	57,8	57,8
2002					28,4		30	42,4	69,2	91,2	103,8	115,4	115,6
2003					12,8		22	25,6	32,2	38,2	52,2	52,6	77,4
2004	10,2	17	24,6	31,6	43,4	54,8	78,6	99,1	106,6	116	117,6	119,8	120
2005	9,8	16,4	19,4	20,4	28,2	38	41,8	59	68	68,2	75,6	84,6	88,4
2006	5,8	6,4	9	10,8	13,5	14,9	16,2	18,4	25,8	31,7	36,8	43	48
2007	9,4	17,2	21,2	24,6	27	27,5	28	28,2	28,2	30,2	30,2	30,2	33,2
2008	10,6	16,4	21,4	25,2	31	35,4	41,6	46,9	49,4	49,4	67,2	86,6	89,4
2009					25,4		29,2	33,8	33,8	43,6	84	102,6	109
2011	7,6	13,6	18,8	22	25	27,8	32,8	57,2	98,8	100	100	101	102,2
2012	9,4	12,6	14,4	14,8	15,2	18,4	23,2	50,6	83,6	145,2	212,8	288	307
2013	10,6	14,8	16,8	22	23,8	23,8	24	34,4	34,6	41,4	59,8	61,8	61,8
2014	11,4	17,6	19,6	20,6	21,8	22,2	23	24,8	33,2	49,6	67,2	76,4	94,6
2015	13,2	21,2	27,6	33	46,4	52	59,4	79,6	79,6	79,8	90,6	90,8	90,8

Legenda:

	Ottenuto analizzando le registrazioni originali	99,9	Proveniente dal “Quaderno 7”
	Proveniente dagli Annali Idrologici	99,9	Ottenuto analizzando dati giornalieri
	Deduzione	<u>99,9</u>	Derivante da confronto tra fonti diverse

per altri sono stati utilizzati anche i quantili relativi alla durata di 30', mentre nella migliore condizione auspicabile a priori le curve di probabilità pluviometrica sono state determinate avvalendosi anche dei quantili relativi a durate molto brevi,

fino a 5'.

A corredo delle analisi appena descritte, nel “Quaderno 8” sono presenti anche un inquadramento cartografico relativo all'attuale posizione di ciascuna stazione pluviometrica, con indicazione delle

coordinate UTM e dell'altitudine, la documentazione fotografica dell'apparecchiatura attualmente funzionante e una sintetica descrizione delle particolarità della stazione e delle relative registrazioni.

Le analisi compendiate nel volume “Analisi delle precipitazioni intense in Umbria” (edito da Morlacchi), altrimenti detto “Quaderno 8”, sono state condotte da Renato Morbidelli¹, Carla Saltalippi¹, Marco Cifrodelli¹, Alessia Flammini¹, Corrado Corradini¹, Luca Brocca² e Marco Stelluti³ con il prezioso ausilio di Angelo Viterbo³, Piero Nelli³, Nicola Berni³, Loredana Natuzzi³, Tommaso Moramarco², Silvia Barbetta², Cristiano Corradini², Francesco Ramacci³, Tommaso Picciafuoco¹.

¹ Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Università degli Studi di Perugia

² Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica

³ Regione Umbria

DIRETTIVA 2014/30/UE SULLA COMPATIBILITÀ ELETTRROMAGNETICA



Dal 20 Aprile 2016 vige l'obbligo di adeguamento alla nuova Direttiva, che abroga la 2004/108/CE: uno sguardo agli aspetti principali

di Antonello Giovannelli

Non si può dire non ci sia stato del movimento, negli ultimi due anni, nell'ambito delle Direttive europee. Hanno visto infatti la luce, tra le altre, le nuove edizioni della direttiva RTTE 1999/5 sui terminali per telecomunicazione (con la nuova denominazione 2014/53/UE), della direttiva "bassa tensione" (con la nuova denominazione 2014/35/UE) e della direttiva "compatibilità elettromagnetica" con la nuova denominazione 2014/30/UE. Ci occupiamo di quest'ultima, riportando e commentando gli aspetti essenziali, rimandando alla lettura del testo originale tutti coloro che avessero interesse o necessità di uno studio approfondito e completo. In questa prima parte ci soffermeremo sugli aspetti di inquadramento generale, lasciando ad una successiva la disamina di quelli più applicativi e di dettaglio.

La 2014/30/UE si inquadra nell'ambito delle direttive "di nuovo approccio", pensate già dagli anni '70 (la 73/23/CE sulla sicurezza elettrica ne è la capostipite) quale strumento per rimuovere le barriere di tipo tecnologico alla libera circolazione delle merci nel territorio europeo armonizzando le leggi nazionali. Tale schema prevede un insieme di direttive che coprono i diversi settori merceologici e tecnologici, in continuo aggiornamento; ciascuna direttiva indica, nella sezione delle

"premesse", il **contesto applicativo**.

La lettura attenta di questa sezione consente di comprendere lo scenario sia tecnologico che normativo in cui la direttiva si colloca, e quindi anche le finalità che vuole raggiungere. Tali finalità possono essere sintetizzate nei cosiddetti "**Requisiti Essenziali**" che devono obbligatoriamente essere garantiti dal fabbricante. Nel caso della 2014/30/UE, i Requisiti Essenziali richiedono che le apparecchiature siano progettate e fabbricate in modo tale che: a) *le perturbazioni elettromagnetiche prodotte non superino il livello al di sopra del quale le apparecchiature radio e di telecomunicazione o altre apparecchiature non possono funzionare normalmente;* b) *presentino un livello di immunità alle perturbazioni elettromagnetiche prevedibili in base all'uso al quale sono destinate che ne consenta il normale funzionamento senza deterioramenti inaccettabili.* Si tratta, in buona sostanza, di garantire che l'apparato che sta per essere immesso sul mercato non produca disturbi eccessivi per le apparecchiature funzionanti nello stesso ambiente, e che sia sufficientemente robusto ai disturbi presenti nell'ambiente stesso. Il fabbricante, prima dell'immissione sul mercato, ha l'**obbligo di valutare la conformità del proprio prodotto** alla direttiva applicabile (o a tutte quelle eventualmente applicabili),



cioè ai Requisiti Essenziali indicati, e di darne evidenza agli Organismi di controllo redigendo ed organizzando opportunamente la documentazione tecnica. La valutazione della conformità può essere effettuata, a discrezione del fabbricante, ricorrendo ad uno dei metodi tra quelli indicati nella direttiva stessa negli appositi Allegati. Una volta eseguita con esito positivo la valutazione della conformità, il fabbricante redige la "Dichiarazione di Conformità UE", con cui assume ufficialmente ed integralmente la responsabilità della conformità, ed appone il simbolo "CE" sul prodotto, e/o sul manuale/istruzione per l'uso a seconda delle dimensioni e delle caratteristiche del prodotto stesso. A questo punto il fabbricante può finalmente procedere all'immissione sul mercato, ovvero alla prima messa a disposizione del mercato.

La nuova direttiva è in vigore dal 20 Aprile 2016.

CONTESTO APPLICATIVO

Il testo delle direttive prevede sempre una sezione di premesse, nelle quali sono raccolte tutte le indicazioni utili alla comprensione dello spirito della direttiva. Nel caso della 2014/30/UE il numero dei punti in cui si articola questa sezione è inusualmente elevato, circa doppio rispetto alla precedente 2004/108/CE e sta ad indicare la elevata quantità di aspetti che hanno richiesto un particolare rilievo. Ne esponiamo solo alcuni:

APPLICAZIONE DELLA DIRETTIVA

(1) *La ragione per cui è stata rilasciata la nuova Direttiva è la necessità di apportare "varie modifiche della direttiva 2004/108/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 15 Dicembre 2004, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336/CEE", ai fini di una maggiore chiarezza.*

(4) *Lo scopo della direttiva è quello di proteggere le radiocomunicazioni, la radiodiffusione, il servizio radioamatoriale, le reti di erogazione dell'energia elettrica e delle telecomunicazioni nonché le apparecchiature connesse dalle perturbazioni elettromagnetiche.*

(6) *Il campo di applicazione riguarda i prodotti nuovi nel momento dell'immissione sul mercato se il fabbricante è stabilito nell'Unione Europea, ed i prodotti sia nuovi che usati se sono importati da un paese esterno alla UE.*

(7) *la direttiva si applica a tutte le forme di fornitura, compresa la vendita a distanza.*

AMBITO DI APPLICAZIONE

La direttiva si applica a:

«apparecchiatura»: ogni apparecchio o impianto fisso;
«apparecchio»: ogni dispositivo finito, o combinazione di dispositivi finiti, messo a disposizione sul mercato come unità funzionale indipendente, destinato

all'utilizzatore finale e in grado di generare perturbazioni elettromagnetiche, o il cui funzionamento può subire gli effetti di tali perturbazioni;

«impianto fisso»: *una combinazione particolare di apparecchi di vario tipo ed eventualmente di altri dispositivi, che sono assemblati, installati e destinati ad essere utilizzati in modo permanente in un luogo prestabilito.*

CASI DI ESCLUSIONE

La direttiva non si applica a:

- apparecchiature radio e le apparecchiature terminali di telecomunicazione, già disciplinate dalla direttiva 1999/5/CE (peraltro sostituita dalla 2014/53/UE);

- aeromobili e delle apparecchiature destinate ad essere installate a bordo di aeromobili, in quanto si applicano normative speciali dell'Unione o di validità a livello internazionale;

- apparecchiature che per la loro natura non presentano rischi in termini di compatibilità elettromagnetica (ovvero che sono "intrinsecamente compatibili");

- aspetti di sicurezza delle apparecchiature, in quanto coperti da altra direttiva specifica

(32) *sono esonerati gli apparecchi destinati esclusivamente all'integrazione in impianti fissi e non disponibili diversamente sul mercato;*

- apparecchiature esposte in fiere, mostre, manifestazioni a patto che sia data evidenza all'impossibilità di messa a disposizione del mercato.

DISCIPLINA DEGLI IMPIANTI FISSI

(8) *Le apparecchiature oggetto della presente direttiva dovrebbero comprendere sia gli apparecchi che gli impianti fissi. Dovrebbero tuttavia essere adottate disposizioni distinte per gli uni e per gli altri dal momento che, mentre gli apparecchi in quanto tali possono circolare liberamente all'interno dell'Unione, gli impianti fissi sono installati e destinati ad essere utilizzati in modo permanente in un luogo prestabilito e sono costituiti di apparecchi di vari tipi nonché, se necessario, di altri dispositivi. La composizione e la*

funzione di tali impianti corrispondono nella maggior parte dei casi ad esigenze particolari degli operatori;
 (36) non è necessario che gli impianti fissi siano soggetti all'obbligo di apposizione della marcatura CE o della dichiarazione di conformità UE;
 (26) gli impianti fissi e gli apparecchi dovrebbero essere sottoposti ad un regime coerente e completo di Requisiti Essenziali.

DISCIPLINA DELLE PARTI DI RICAMBIO

(9) Nei casi in cui la presente direttiva disciplina un apparecchio si dovrebbe fare riferimento all'apparecchio finito immesso sul mercato. Alcuni componenti o sottounità dovrebbero, in presenza di determinate condizioni, essere considerati apparecchi se sono messi a disposizione dell'utilizzatore finale.

CONFORMITÀ AI REQUISITI ESSENZIALI

(27) È opportuno che la presente direttiva si limiti a formulare i Requisiti Essenziali. Per agevolare la valutazione della conformità a tali requisiti, è necessario, al fine della formulazione di specifiche tecniche dettagliate, conferire la presunzione di conformità alle apparecchiature conformi alle norme armonizzate adottate ai sensi del regolamento (UE) n. 1025/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 ottobre 2012, sulla normalizzazione europea (1). Le norme armonizzate rispecchiano lo stato dell'arte generalmente riconosciuto per quanto attiene alla

compatibilità elettromagnetica nell'Unione.

(29) Per consentire agli operatori economici di dimostrare e alle autorità competenti di garantire che gli apparecchi messi a disposizione sul mercato sono conformi ai Requisiti Essenziali, è necessario prevedere procedure di valutazione della conformità. La decisione n. 768/2008/CE contiene una serie di moduli per le procedure di valutazione della conformità, che vanno dalla procedura meno severa a quella più severa con un rigore proporzionale al livello di rischio effettivo. Per garantire la coerenza intersettoriale ed evitare varianti ad hoc, è opportuno che le procedure di valutazione della conformità siano scelte tra questi moduli.

OBBLIGHI DEI FABBRICANTI

1. All'atto dell'immissione dei loro apparecchi sul mercato, i fabbricanti assicurano che siano stati progettati e fabbricati conformemente ai Requisiti Essenziali di cui all'allegato I.

2. I fabbricanti preparano la documentazione tecnica di cui all'allegato II o all'allegato III ed eseguono o fanno eseguire la procedura di valutazione della conformità di cui all'articolo 14.

Qualora la conformità di un apparecchio ai requisiti applicabili sia stata dimostrata da tale procedura, i fabbricanti redigono una dichiarazione di conformità UE e appongono la marcatura CE.

3. I fabbricanti conservano la documentazione tecnica e la dichiarazione di conformità UE per dieci anni dalla data in cui l'apparecchio è stato immesso sul mercato.

4. I fabbricanti garantiscono che siano predisposte le procedure necessarie affinché la produzione in serie continui a essere conforme alla presente direttiva. Si tiene debitamente conto delle modifiche della progettazione o delle caratteristiche del prodotto, nonché delle modifiche delle norme armonizzate o delle altre specifiche tecniche con riferimento alle quali è dichiarata la conformità dell'apparecchio.

Il fabbricante deve inoltre apporre sul prodotto tutti i riferimenti necessari per la sua identificazione e per la tracciabilità. Deve inoltre corredare il prodotto del necessario manuale d'uso e manutenzione dove devono essere riportate le informazioni che ne consentono la corretta installazione, il corretto uso e manutenzione nel rispetto e nel mantenimento dei requisiti di compatibilità elettromagnetica.

ENTRATA IN VIGORE

Ciascuno degli Stati membri della UE recepisce nella propria legislazione nazionale le direttive della UE, attraverso leggi o decreti di recepimento. La direttiva 2014/30 prevede che il recepimento avvenga entro il 19 Aprile 2016 e che le disposizioni adottate abbiano

vigore a partire dal giorno successivo. Agli Stati membri è rimesso il compito di determinare le responsabilità a livello di sorveglianza, nonché il regime sanzionatorio. L'Italia ha recepito la direttiva con Decreto Legislativo 18 Maggio 2016 n. 80, che introduce le opportune modifiche al precedente Decreto Legislativo 6 Novembre 2007 n. 194 (recepimento della 2004/108).

L'INERZIA TERMICA NEI SISTEMI DI RAFFRESCAMENTO PASSIVI



di Giovanni Paparelli

Nei paesi caldi-temperati l'impiego di sistemi di raffrescamento estivo determinano molto spesso il raggiungimento di consumi molto elevati, tali da mandare in crisi il sistema elettrico nazionale.

È quindi evidente come l'obiettivo energetico di creare edifici protetti dalle canicole estive si imponga.

In questo contesto gioca un ruolo primario l'inerzia termica di una parete la quale se ben realizzata migliora il confort e riduce i consumi.

Prima di procedere nell'analizzare i sistemi di raffrescamento passivi, cerchiamo di comprendere il ruolo della posizione dell'isolante nelle pareti perimetrali di un edificio.

Un isolante, come sappiamo, può essere collocato:

- 1) all'esterno della parete;
- 2) dalla parte interna della parete, come faccia interna verso il locale;
- 3) nell'interno della parete.

È evidente che, a parità di spessore della parete, la trasmittanza U sarà uguale in tutte e tre i casi sopra indicati. Ipotizziamo inoltre che la parete sia di calcestruzzo ed esaminiamo l'effetto che ha la posizione dell'isolante **in inverno**:

caso 1) il calore accumulato dal calcestruzzo sarà poi restituito al locale in caso di intermittenza dell'impianto di riscaldamento. In questo caso non si formano fenomeni di condensazione; il riscaldamento sarà peraltro molto lento in quanto esso dovrà anche riscaldare i muri perimetrali. È evidente come un buon accumulatore dovrà avere una certa consistenza in massa, diversamente, con una bassa inerzia termica, la parete, con un isolante standard previsto dalla norme, si riscalderà

e si raffredderà rapidamente. Nel caso di riscaldamento intermittente, è comunque preferibile che le pareti abbiano una massa inerziale minore al fine di ridurre i consumi;

caso 2) la condensazione sarà certa ed abbondante. La massa perimetrale non svolge il ruolo di accumulatore e pertanto il locale si raffredderà rapidamente non appena l'impianto di riscaldamento cesserà di funzionare;

caso 3) quasi tutto il calore accumulato dal calcestruzzo, quello posto tra l'esterno e l'isolante, sarà disperso verso l'esterno. In questo caso la condensazione è possibile, ma non certa.

Vediamo ora cosa succede **d'estate**:

caso 1) l'inerzia della parete, posta dopo l'isolante, accumula l'eccesso di calore fornito durante la giornata, smaltendolo di notte grazie ad un impianto di ventilazione, impedendo così che il giorno dopo si raggiungano surriscaldamenti;

caso 2) il calore penetra lentamente nelle pareti, ma, molto spesso, una volta riscaldate durante la notte non riescono a raffreddarsi, nonostante una buona ventilazione;

caso 3) il calore accumulato dalla parete interna potrà essere smaltito facilmente con una buona ventilazione meccanica durante la notte.

L'inerzia termica, che rappresenta quindi la velocità con cui l'edificio reagisce alle perturbazioni di temperatura esterna, non è solo un problema di massa, ma è influenzata anche dalla tipologia dei materiali impiegati. La capacità di accumulo e di restituzione del calore, variano infatti al variare dei materiali.

Altro concetto propedeutico è lo **sfasamento termico** il quale

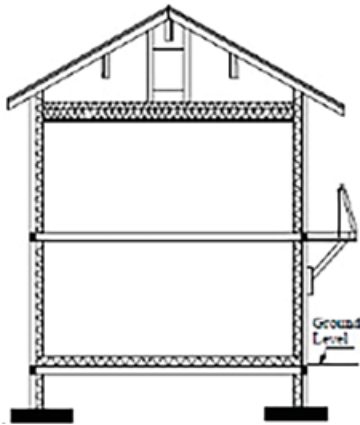


Figura 1 – Villetta in cemento armato con isolante interno

rappresenta la differenza fra l'ora in cui si registra la massima temperatura sulla superficie esterna della struttura e l'ora in cui si registra la massima temperatura sulla superficie interna della stessa. Valori ottimali dello sfasamento termico sono 12 ore, ma risultano accettabili anche valori compresi tra 8 e 10 ore. Con uno sfasamento termico adeguato il calore più intenso si avrà d'estate durante le ore notturne durante le quali può essere smaltito con un buon impianto di ventilazione.

Per ben comprendere il concetto di inerzia termica, non basta quindi individuare la conduttività λ e la capacità termica ρc (massa volumica x calore specifico), ma bisogna anche introdurre altri concetti quali quelli di **diffusività termica α** e del **coefficiente di penetrazione b** .

La diffusività $\alpha = \lambda / (\rho c)$ esprime la velocità con cui il calore si propaga nel materiale.

Maggiore è la conduttività e minore è

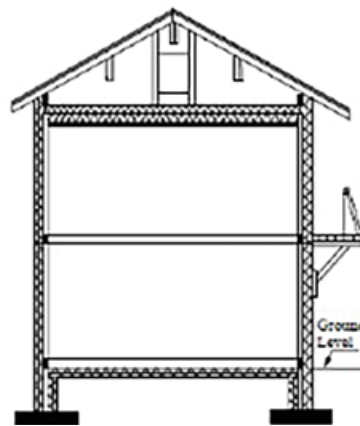


Figura 2 – Villetta in cemento armato con isolante esterno

la capacità calorica, più elevata sarà la diffusività α .

L'obiettivo è peraltro quello di avere una diffusività bassa perché così saranno migliori le prestazioni del materiale in regime dinamico.

Valori caratteristici della diffusività sono 10^{-8} per materiali non metallici e 10^{-4} per materiali metallici.

Troviamo ora la relazione che lega uno spessore di una parete e di un materiale sollecitato termicamente e il tempo t di diffusività del calore.

Si ha: $t = Q \times R = (e \cdot \rho c) (e/\lambda)$ da cui $t = e^2 / \alpha$ e quindi: $e = \sqrt{t \times \alpha}$

Per maggiore chiarezza esponiamo qualche esempio:

1) Vogliamo calcolare la profondità e raggiunta dal calore dopo $t = 12$ h di soleggiamento. Il materiale è cemento con $\lambda = 1,7$ W/m K; $\rho = 2200$ kg/m³; $c = 1000$ J/kg K; $\alpha = 7,72 \times 10^{-7}$.

Si trova $e = \sqrt{t \times 3600 \times \alpha} = 18$ cm;

2) Nel caso di legno, a parità di t , essendo $\lambda = 0,14$ W/m K; $\rho = 2600$ kg/m³; $c = 1000$ J/kg K;

$\alpha = 1,07 \times 10^{-6}$, si trova $e = \sqrt{t \times 3600 \times \alpha} = 6,7$ cm

Il coefficiente di penetrazione, espresso da: $b = \sqrt{\lambda \rho c}$ esprime invece la rapidità con cui il materiale assorbe il calore. Esprime altresì il calore di contatto. Al tatto infatti un metallo dà la sensazione di freddo perché dissipa rapidamente il calore, mentre un legno dà la sensazione di caldo in quanto il calore della mano trova una maggiore resistenza alla trasmissione.

Un valore $b < 20$ indica un materiale ben caldo, mentre un valore $b > 80$ indica un materiale freddo.

Sia α che b danno quindi informazioni importanti nella scelta dei materiali.

Altro concetto propedeutico è rappresentato dalla costante di tempo τ_0 che indica il tempo di raffreddamento di una parete.

Si ha: $\tau_0 = m c / (U A) = 1 / (U A) \times m c = R C$

con:

U = trasmittanza della parete

A = superficie della struttura

R = resistenza termica;

C = capacità termica della struttura

I materiali leggeri, aventi conduttività molto bassa, non hanno caratteristiche da costituire da soli un valido scudo termico per gli edifici, essendo praticamente privi di capacità termica.

Analizziamo la costante di tempo τ_0 la quale esprime più esattamente il rapporto tra la somma di energia immagazzinata e la somma algebrica dei flussi di calore trasmessi dall'interno verso l'esterno per un salto di temperatura di 1 °C. Essa esprime più intuitivamente l'attitudine di una parete a resistere alle perturbazioni esterne.

In formula: $\tau_0 = m c / (U A) = \rho V c / (U A) = (V / A) (\rho c / U)$

in cui l'ultimo membro ci dice che la costante di tempo è tanto maggiore, a parità di $\rho c / U$, quanto maggiore è il rapporto di forma V/A . Ad esempio le costruzioni a semisfera, come gli igloo e i forni, si raffreddano infatti molto lentamente.

Una parete, a parità di trasmittanza e di componenti strutturali, ha una costante di tempo influenzata notevolmente dalla posizione dell'isolante.

Ad esempio, per un muro da 28 cm di spessore, con l'isolante a cappotto da 10 cm, si ha la massima costante di tempo per le perturbazioni esterne.

La finalità che bisogna perseguire è quella di evitare una rapida caduta di temperatura interna e una rapida salita della stessa temperatura in estate.

In sostanza, l'insieme costituito da una parete con vari strati in cui si colloca adeguatamente l'isolante, concorre a migliorare le *performances* energetiche dell'edificio a prescindere dalla tipologia ed efficienza dell'impianto adottato.

Da calcoli effettuati, emerge come la configurazione più favorevole energeticamente sia quella in cui metà isolante è collocato al centro, mentre l'altra metà è posizionata all'esterno, a cappotto.

Una soluzione che associa la massa inerziale all'isolamento è rappresentata dai

blocchi alveolari.

Dopo queste premesse di carattere generale, esaminiamo un sistema di raffrescamento passivo notturno dei locali con un sistema di ventilazione naturale o meccanica.

Molti studi hanno dimostrato come l'impiego di una forte inerzia associata ad una ventilazione notturna sia tanto più efficace quanto maggiore è la variazione di temperatura giorno - notte.

Nelle circostanze favorevoli, un'inerzia ben dimensionata, può garantire un livello di confort senza dover ricorrere alla climatizzazione. Anche nel caso in cui la climatizzazione sia comunque necessaria, la ventilazione notturna ne riduce la durata.

La ventilazione, che come detto può essere naturale o meccanica, crea un sfasamento dei picchi di temperatura. La notte infatti, grazie ad una portata adeguata del sistema di ventilazione si potrà alleggerire il carico termico accumulato da pareti, solai e pavimenti. Così facendo, il picco di temperatura interna durante il giorno successivo sarà senz'altro più contenuto.

Per illustrare meglio l'efficacia della ventilazione notturna in un immobile, l'università di Grenoble in uno studio dal titolo "Valorizzazione dell'inerzia termica per le performances energetiche degli edifici" ha proposto un esempio significativo caratterizzato da due villette da 100 metri quadrati ciascuna, identici in tutto, fatta eccezione per la posizione dell'isolante: interno nella prima villetta, esterno, a cappotto, nella seconda.

La ventilazione ha avuto tre modalità di funzionamento:

- 1) modalità 1: portata 0,6 vol/h costante 24 h;
- 2) modalità 2: 0,6 vol/h sempre, eccetto da giugno ad agosto in cui si ha 3 vol/h;
- 3) modalità 3: 0,6 vol/h sempre eccetto da aprile ad ottobre in cui si ha 3 vol/h.

I risultati dell'indagine fatta presso l'università francese sono riassunti nella tabella allegata al presente articolo.

Con la ventilazione in modalità 2, i momenti di surriscaldamento sono ridotti per entrambe le villette.

	Modalità di ventilazione		
Villetta con isolante esterno	1	2	3
Fabbisogno energetico annuale: kWh/anno	45,3	47,4	68
Ore in cui $T_{interna} > T_{confort}$	1146	39	0
	Modalità di ventilazione		
Villetta con isolante internamente	1	2	3
Fabbisogno energetico annuale: kWh/anno	48,3	50,5	72
Ore in cui $T_{interna} > T_{confort}$	1388	323	151

L'estensione della ventilazione (modalità 3) consente di ridurre ulteriormente le ore di surriscaldamento ma questo implica dei consumi energetici annuali maggiori del 30%.

L'indagine mostra in sintesi come nei periodi compresi tra l'inizio e la fine dell'estate, sia possibile gestire la semplice ventilazione notturna per ridurre in modo passivo gli eccessi di calore di un edificio.

Affrontiamo da ultimo il problema dell'inerzia termica che viene sempre associata ad una massa importante, tant'è che il D. Lgs 311/2006 prescriveva che le masse delle pareti dovessero essere di almeno 230 kg/m².

Pertanto, per dare maggior incisività alle norme antisismiche, appare più prudente ricorrere a coperture realizzate con materiali leggeri o comunque con masse di gran lunga inferiori a quelle prescritte dal D. Lgs 311.

Il problema è stato risolto dal DPR 59/09 il quale ha proposto altre soluzioni per valutare l'inerzia termica di una parete, richiedendo un modulo di trasmittanza periodica inferiore a 0,12 W/m²K per le pareti verticali e 0,20 W/m² K.

Poiché la **trasmittanza termica periodica** è data da: $Y_{t,p} = U \times f_a$ (**fattore di attenuazione**), il fattore di attenuazione esprime il rapporto tra la temperatura esterna e il flusso di calore interno necessario a mantenere una temperatura desiderata.

I valori in uso di f_a sono:

- $f_a < 0,2$ valore ottimo;
- $0,2 < f_a < 0,3$ pratica corrente;
- $f_a > 0,3$ valore scadente.

Conseguentemente, per poter soddisfare i nuovi requisiti imposti dal DPR 59/09 bisogna quindi ridurre la trasmittanza o ridurre il fattore di attenuazione.

In pratica si potrà ricorrere a **pareti leggere molto isolate o a pareti pesanti poco isolate**.

Materiali appropriati sono le fibre di legno, cellulosa e sughero aventi conducibilità $0,037 < \lambda < 0,052$ con eccellenti proprietà di accumulo termico, avendo una capacità termica $c = 2100$ J/kg K. Essi inoltre appartengono all'elenco di materiali a basso consumo di energia per la loro produzione e per il loro futuro smaltimento.

Ecco quindi come una buona copertura leggera, idonea al confort estivo ed invernale, potrà essere strutturata prevalentemente con pannelli di fibra di legno e, nei nostri climi, con un buon isolante di sughero o paglia compressa, di norma con spessore maggiore di quello richiesto per le chiusure verticali.

Nel caso in cui lo spessore risultasse eccessivo, si potrà sempre ricorrere agli isolanti sottili multistrato, di derivazione aerospaziale, composti da più strati riflettenti che racchiudono aria ferma. I valori di trasmittanza, in spessori contenuti di pochi centimetri, sono sorprendenti.

Un buona scelta dei materiali, associata ad una buona ventilazione (preferibilmente meccanica), determina soddisfacenti condizioni di benessere durante il periodo estivo.

Il vero risparmio energetico non è quindi da ricercare solo nella progettazione di impianti sofisticati e costosi, soggetti a manutenzioni altrettanto costose, ma principalmente nel realizzare sistemi passivi e ricorrendo a materiali a basso contenuto di energia grigia.

L'UMBRIA NEL TEXAS



Resoconto di una Research Internship presso la University of Texas at San Antonio (UTSA) cofinanziata dall'Ordine degli Ingegneri di Perugia

di Jonas Orlandi

Fa uno strano effetto trovarsi a sette fusi orari dalla verde e tranquilla Umbria, nelle desolate e selvagge lande di *Meridiano di sangue*, per studiare dei complessi architettonici edificati nel Settecento da frati seguaci del Poverello di Assisi.

Almeno questo è quello che ho provato approcciando le missioni francescane di San Antonio, in Texas, nell'ambito di un periodo di ricerca trascorso presso lo *UTSA College of Architecture, Construction and Planning*, supportato da una borsa di studio CNI-ISSNAF cofinanziata dall'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia (Fig. 1).

Stesso effetto mi ha fatto lo scoprire poi che è in Texas, più precisamente nel campo di prigionia alleato di Hereford, che il tifernate Antonio Burri ha scoperto la sua vocazione per l'Arte. Già sapevo invece che il

sud dell'Umbria ha lasciato un segno, o meglio uno squarcio, nella storia americana e texana del ventesimo secolo: quando il 22 novembre del 1963 Lee Harvey Oswald assassinò JFK sparando dal sesto piano del Texas School Book Depository a Dallas, infatti, lo fece premendo il grilletto di un Mannlicher-Carcano prodotto nella Regia Fabbrica d'Armi di Terni. Per tacere poi dei rapporti commerciali ed economici che al giorno d'oggi legano il "gigante" al "cuore verde d'Italia", per cui ad esempio si può facilmente reperire una bottiglia di Orvieto in un qualsiasi HEB locale e che rientrano probabilmente nel più generale fenomeno della globalizzazione.

Tornando alla mia internship, trascorsa sotto la supervisione della professoressa Angela Lombardi, allieva di Giovanni Carbonara, essa mi ha visto impegnato su diversi fronti.

In un primo momento ho avuto modo di collaborare alla scrittura di un progetto di ricerca nell'ambito di un programma di finanziamento congiunto tra UTSA e *SwRI (Southwest Research Institute)*, un importante istituto di ricerca privato che può contare su un ampio organico di ricercatori attivi nelle branche più variegata della scienza e della tecnica.

Il progetto di ricerca era incentrato su Mission Concepcion, la meglio conservata delle cinque missioni di San Antonio, inserite nel 2015 dall'UNESCO nella lista dei patrimoni



Roberto Baliani

Presidente Ordine Ingegneri della Provincia di Perugia

Figura 1 – Cerimonia di assegnazione della borsa al Congresso Nazionale CNI 2015 a Venezia

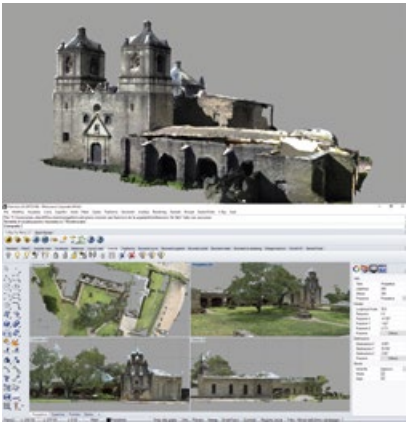


Figura 2 – Ricostruzioni tridimensionali di Mission Concepcion (in alto) e Mission San Francisco de la Espada (in basso) con tecniche di fotogrammetria Structure-from-Motion

dell'umanità. Nello specifico il progetto prevedeva l'analisi dei "materiali" della missione, dalla tradizionale analisi delle strutture murarie all'innovativa analisi della luce, "il più immateriale dei materiali dell'architettura" secondo la celebre definizione di Renzo Piano. In analogia ad altre missioni spagnole nel sud degli Stati Uniti, infatti, Mission Concepcion è stata probabilmente costruita tenendo conto, a fini simbolici, degli allineamenti con i corpi celesti. Ad esempio il giorno della Festa dell'Assunzione (15 agosto) la luce della sera entra nell'oculo posto sopra il portale e illumina il pavimento all'intersezione della navata con il transetto. La metodologia proposta per l'indagine di questi aspetti consiste nella realizzazione di un modello tridimensionale (Fig. 2) georiferito dell'edificio al fine di studiarne il comportamento attraverso simulazioni di carattere illuminotecnico (luce diurna) ed astronomico. Il team di ricerca proposto per il progetto nel suo complesso era inevitabilmente multidisciplinare, integrando un'equipe di architetti ed ingegneri con un geologo (per l'analisi delle malte e delle pietre) e un astronomo. Un altro filone di ricerca che mi ha visto attivo è quello dell'Indoor Air Quality (IAQ) nel recupero di edifici storici

vincolati, tematica cara al preside dell'*UTSA College of Architecture, Construction and Planning*, il Professore John D. Murphy Jr., che proprio in questo campo sta portando avanti una ricerca all'interno di una convenzione con l'Università degli Studi de L'Aquila.

La domanda alla base della ricerca è la seguente: come controllare la qualità dell'aria interna nel caso del recupero di edifici che per caratteristiche tipologiche e presenza di vincoli conservativi escludono la possibilità di installare un sistema di ventilazione centralizzato? A partire da questo interrogativo si è proceduto nell'analisi e nella comparazione di normative e linee guida promulgate da organismi di carattere scientifico e tecnico nei campi del recupero dell'edilizia storica e della IAQ, rispettivamente negli Stati Uniti e nell'Unione Europea, con un approfondimento sull'Italia come caso studio di uno stato membro UE. Dalla ricerca è emersa una eguale attenzione sulle due sponde dell'Atlantico nei confronti della preservazione del costruito di valore storico e nella mitigazione degli effetti sulla salute pubblica causati dall'inquinamento indoor. In particolare l'analisi delle linee guida ha consentito di formulare un elenco di strategie di intervento a basso impatto (implementazione di sistemi di ventilazione naturale o mista, attenzione al comportamento igrometrico dell'involucro, scelta di arredi e finiture a basso contenuto di VOC, etc.) per il controllo "passivo" della IAQ nel recupero di edifici soggetti a vincolo conservativo.

I risultati della ricerca sono confluiti in un articolo scientifico che è stato presentato alla conferenza *SUDEP (International Sustainable Development on Economy and Planning)* tenutasi a luglio 2016 a Istanbul. La ricerca proseguirà poi su campo con l'esecuzione di misure e campionamenti di aria interna in alcuni edifici storici del centro de L'Aquila, di cui è previsto il recupero a seguito dei danni subiti nel terremoto

del 2009.

Infine, visto che lo scopo ultimo della borsa era lo scambio di conoscenze e professionalità tra Italia e USA, ho tenuto, presso l'*UTSA Downtown Campus* a San Antonio e presso l'*ICCC (Italian Cultural and Community Center)* di Houston, una lecture dal titolo *Saving Pompeii: Contemporary strategies for its preservation* (Fig.3). Durante la lecture ho avuto modo di illustrare metodo e tecnologie impiegati in una estensiva campagna di rilievo della Regio I degli scavi archeologici di Pompei, a cui ho potuto lavorare grazie a una collaborazione con la RPA di Perugia, tradizionale fiore all'occhiello dell'ingegneria perugina e umbra in generale.

Chiudo con un aneddoto. Terminata la lecture a Houston sono stato approcciato da una coppia di coniugi americani proprietaria di una casa a Massa Martana, in cui sono soliti trascorrere le vacanze estive e ci siamo messi a conversare amabilmente sulla "sagra del gelato". A conferma del fatto che, come intravisto agli esordi di questo articolo, il mondo è molto più piccolo di quanto possa sembrare a un primo sguardo.

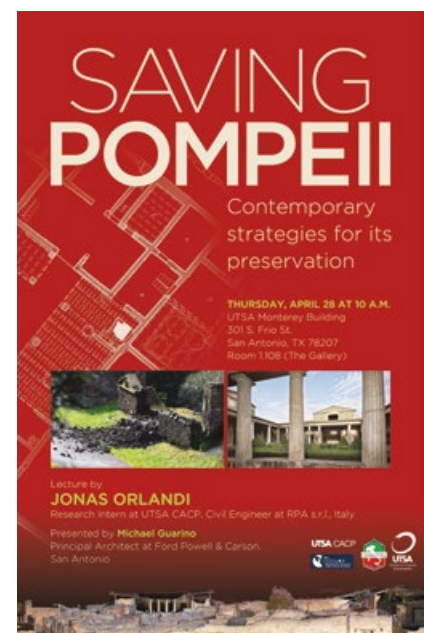


Figura 3 – Poster della lecture Saving Pompeii tenuta presso l'UTSA Downtown Campus a San Antonio e l'ICCC a Houston

L'INNOVAZIONE CHE METTE IN MOTO



di Cassandra Iliadou

Le Tavole Lineari sono in grado di facilitare l'utente nelle fasi di progettazione e assemblaggio del proprio sistema, sia questo meccanico che robotizzato. Per le loro molteplici applicazioni, infatti, le Tavole Lineari possono essere considerate la struttura base per ogni tipo di macchinario che necessiti di un movimento in linea lungo gli assi cartesiani. La struttura di un Sistema Lineare è composta da parti fisse (es. basamento) e mobili (es. carri, supporti) che, a seconda dell'assemblaggio, consentono la realizzazione di diversi modelli, definiti a seconda delle rispettive applicazioni d'uso. Queste parti, durante un ciclo di funzionamento agiscono, su un Sistema Lineare, con la possibilità di operare con carichi differenti a seconda delle esigenze di lavorazione.

Come accennato, il compito principale di un Sistema Lineare è quello di consentire un movimento longitudinale. Per ottenere tale movimento con il minor ingombro e la maggiore efficienza, già nell'antichità, si è optato per l'utilizzo di viti a strisciamento così da consentire la

conversione del moto rotatorio in moto longitudinale. L'utilizzo delle viti ha avuto uno sviluppo continuo sino alla creazione della vite a ricircolo di sfere di cui si ha menzione già nella letteratura nel XIX secolo. Questo sistema sostituì l'attrito radente con l'attrito volvente. Il primo impiego a livello industriale delle viti a ricircolo di sfere avvenne negli anni Quaranta del XX secolo. Ad oggi sono stati fatti notevoli sviluppi sia nei processi

Le Tavole Lineari si distinguono per la molteplicità di utilizzi dal settore delle Macchine industriali a quello dell'Industria aerospaziale

di costruzione che di produzione, abbassandone notevolmente i costi e migliorandone l'efficienza tanto da consentirne l'utilizzo in svariati settori dell'industria. Le unità viti a sfere, infatti, lavorano con un grande livello



Figura 1 – Unità Lineari Carropattino



Figura 2 – Tavola Lineare Piccola in acciaio serie 100 con doppio carro e trasmissione destra sinistra (Flessibilità e modularità sono le caratteristiche principali dei prodotti standard del marchio MOVITEC, progettati e costruiti da Impex Tecniche Lineari SRL).

di precisione e sono adatte per tutte le applicazioni ad alte velocità.

Le definizioni tecniche essenziali e i concetti relativi all'azionamento a vite a ricircolo di sfere sono regolati dalla norma **DIN 69 051** dalla parte 1 fino alla parte 6. La norma riguarda le viti a ricircolo di sfere per l'utilizzo nelle macchine utensili. La norma DIN 69 051 definisce le viti a ricircolo di sfere come "una vite a ricircolo di sfere e nel suo complesso un cinematismo di tipo elicoidale ad attrito volvente dove le sfere sono i corpi volventi con la funzione di convertire un moto rotatorio in moto longitudinale o viceversa".

Sono costituite da un albero filettato dotato di chiocciola/madrevite con sfere integrate in un meccanismo di ricircolo di sfere, che può essere un tubo di ricircolo o una serie di deflettori. La chiocciola viene fissata alle parti mobili della macchina mediante una struttura di collegamento e trasforma il movimento rotatorio della vite, tramite le sfere, in un movimento lineare. Per il fissaggio della chiocciola alla struttura di collegamento sono a disposizione diversi tipi di Chiocciolle/madreviti e di flange.

Di conseguenza nelle Tavole Lineari vengono usate per lo più guide e viti a ricircolo di sfere rullate di precisione con chiocciolle standard e chiocciolle precaricate. È grazie a tale tecnologia che si ottengono le seguenti prestazioni:

- alta velocità;

- elevate spinte con alta precisione;
- alta precisione di posizionamento;
- elevata rigidezza;
- minima usura;
- ottimizzazione dei processi;
- efficienza energetica;
- elevato rendimento meccanico.

I basamenti e i carri delle Tavole Lineari vengono studiati per ottenere requisiti meccanici e operativi particolarmente precisi, con tolleranze sulle dimensioni conformi alle norme **UNI ISO 2768**. Al fine di ottenere alte precisioni di movimento, i profili vengono lavorati con macchine utensili in super finitura su tutte le superfici esterne, così come in fase di montaggio è necessaria un'estrema precisione nell'assemblaggio dei componenti meccanici, quali guide e supporti.

Le Tavole Lineari sono dotate di soffiotti o copertura metallica per la protezione da agenti contaminanti dei componenti meccanici ed elettronici posizionati all'interno della tavola stessa. Inoltre sia le guide a ricircolo di sfere che le viti a ricircolo di sfere sono equipaggiate con propri sistemi di protezione, come raschiaolio, che lavorano direttamente sulle piste di rotolamento delle sfere.

Carico

Il carico statico viene calcolato nei casi in cui il sistema è sottoposto a forze e momenti lungo diverse direzioni, in condizioni statiche. Il carico dinamico viene calcolato

quando il sistema, durante il suo funzionamento, è soggetto a carichi variabili. È il caso ad esempio delle forze di inerzia, nonché delle forze di lavoro.

La **forza d'attrito** è una forza di **contatto passiva**, ovvero generata dal semplice contatto tra due superfici e tale da opporsi al movimento di un corpo. Le forze di attrito sono molte, e principalmente se ne distinguono in:

- **Radente**: quando due corpi strisciano l'uno sull'altro.
- **Volvente**: quando un corpo rotola sulla superficie di un altro.

Il motore gioca un ruolo fondamentale nella realizzazione delle applicazioni. I Sistemi Lineari con guide a sfere possono portare anche carichi elevati, che necessitano di essere movimentati. Pertanto, oltre alla determinazione del Sistema Lineare, deve essere sempre eseguito un dimensionamento dei motori. I calcoli necessari per il dimensionamento di motori sincroni, trifase e passo-passo dipende molto dal tipo di motore. A seconda del motore, si dovranno trattare diversi aspetti. Nella scelta e dimensionamento dell'azionamento occorre distinguere fra azionamento a cremagliera/pignone, azionamento pneumatico, azionamento con motore lineare, azionamento a vite, azionamento a cinghia.

Settori di utilizzo

Da quanto è stato fin qui descritto, è di tutta evidenza la molteplicità di utilizzi delle Tavole Lineari. Esse infatti trovano ampia applicazione nel settore delle **Macchine industriali**, quali macchine da stampa, per la lavorazione della carta, automatiche, tessili, trafilatrici, macchine speciali, strumenti di misura robotizzati, apparecchiature medicali e nella **Industria aerospaziale** per flap, invertitori di spinta aperto-chiuso, sistemi di carico aeroportuali, attuatori.

L'AEREONAUTICA: UNA SVOLTA NEI TRASPORTI



di Lamberto Fornari

Mitologia e leggenda sono la testimonianza che fin dall'antichità il desiderio di volare ha caratterizzato varie culture. Il volo di Icaro è tra gli esempi ma anche quello di Archita, uomo greco di grande cultura che, intorno al 400 a.C. avrebbe disegnato e poi costruito la "colomba meccanica in legname" e sarebbe riuscito a fare volare con successo tale dispositivo. Ma, oltre a miti e leggende, la storia del volo è assai lunga e articolata, per questo si ritiene opportuno parlare degli aerei attuali, per poi risalire alla storia della aviazione che ha condotto a questi traguardi e quindi rivolgere lo sguardo al futuro, con alcuni prestigiosi progetti.

Aerei di linea e per trasporti.

La nascita dell'aereo di linea risale

all'immediato dopoguerra, dove le esperienze in campo aereo militare, vennero applicate ad aerei dedicati al settore dei trasporti. Alla fine della "Grande guerra", venne infatti effettuato l'inaugurale servizio passeggeri (5 febbraio 1919) con l'Aereo "AEGJ. II" che assicurava il collegamento quotidiano tra Berlino e Weimar.

Da quel momento in poi, l'aviazione commerciale ebbe grande impulso che condusse alla costruzione di aerei commerciali sempre più veloci, comodi ed affidabili. Il DOUGLAS DC 3 è stato il capostipite dei moderni aerei di linea. Tra gli anni 1920 ed il 1930 si colloca "L'età dell'oro" nella aviazione, la quale non risentì neanche della depressione della crisi del 1929 e lo sviluppo di tale settore si fermò solo a ridosso della seconda guerra mondiale per poi riprendere alla fine del conflitto con la diffusione, anche nel settore civile dei "motori a getto (o a reazione)"; trattasi di motori meccanici atti a trasformare l'energia chimica del combustibile in energia cinetica dei combust. Veniva quindi sfruttato il principio di azione e reazione esteso. La spinta di reazione attivante il movimento, scaturisce in maniera proporzionale alla portata in massa dei gas passanti nel motore ed alla differenza tra la loro velocità di scarico e la velocità di avanzamento dell'aereo. In linea generale, la maggior parte dei "propulsori a getto" sono motori a combustione interna con compressore dinamico (assiale o centrifugo) ma esistono comunque

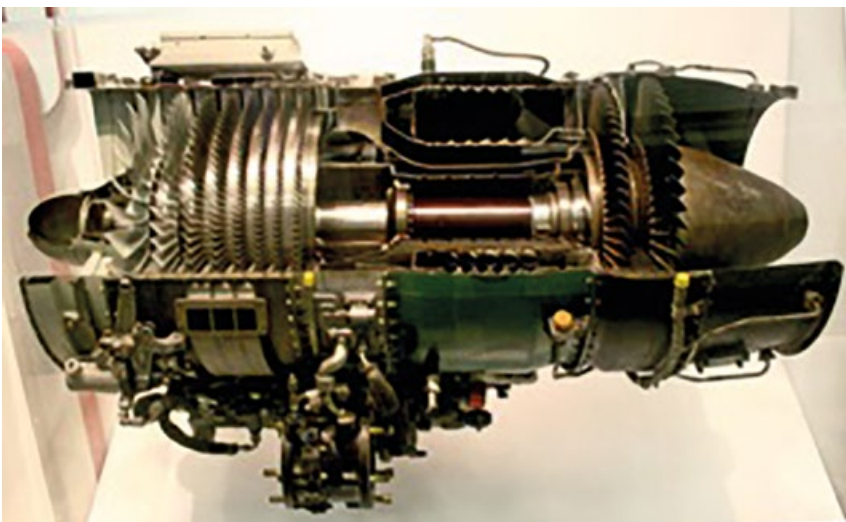


Figura 1 – Spaccato di un tipico turbogas aeronautico. A sinistra si riconoscono gli stadi del compressore, al centro le camere di combustione e l'albero motore mentre a destra i due stadi di turbina.



Figura 2 – Boeing 707

anche forme prive di combustione.

Tra i più celebri aerei di linea, è doveroso ricordare il Boeing 707, in servizio fin dal lontano 1958; il Boeing 747, soprannominato JUMBO JET (capienza 524 passeggeri), che è entrato in servizio con la "PAN AM", ma utilizzato anche da molte altre compagnie aeree; il Concorde (in servizio dal 1976 al 2003); il Tupolev TU-144, costruito in Unione Sovietica negli anni 60 e rimasto in servizio attivo sino al 1998, detiene attualmente il record mondiale di velocità (Mach 2,5) mai raggiunto da aereo non militare; AIRBUS A 380, aereo caratterizzato ad avere il doppio ponte su tutta la lunghezza della fusoliera, entrato in servizio dal 27 aprile 2005 ed utilizzato da varie compagnie aeree, il suo attuale costo è di circa 414,4 milioni di \$, può trasportare fino a 2.023 passeggeri ed è, per questo, attualmente l'aereo passeggeri più grande al mondo mentre il primato nel settore cargo è detenuto dall'Antonov AN-225 Mriya, di costruzione Sovietica.

Storia

Come già ricordato in premessa, il sogno del volo ha da sempre accompagnato l'essere umano, a partire dal pioniere Achita, quindi, i progetti più significativi, possono essere fatti risalire al Rinascimento ed alle macchine volanti di Leonardo da Vinci, che sfioravano il moderno concetto dell'elicottero.

Da Leonardo in poi molti uomini

di scienza si sono interessati alla navigazione aerea. E' interessante ricordare il libro di oltre tre secoli or sono intitolato "De motu animalium" nel quale l'autore Giovanni Alfonso Borelli analizza le possibilità per l'essere umano di mantenersi in aria con le proprie forze muscolari.

Negli stessi anni, il matematico Francesco Lana nel suo libro dal titolo "Prodromo, ovvero saggio di alcune invenzioni nuove" sostiene la possibilità di alzarsi in volo mediante grandi sfere di rame, dalle quali estrarre aria ma il primo oggetto volante della storia, costruito dall'uomo, si alzò in volo solo verso la fine del millesettecento ed era la mongolfiera realizzata dai fratelli Montgolfier. Negli ultimi anni del XVIII secolo, l'ingegnere inglese George Cayley avviò lo studio rigoroso dei principi di fisica del volo, indicando e descrivendo i quattro "elementi" fondamentali, ovvero spinta, resistenza, potenza e peso e nel 1853 effettuò sperimentò il suo velivolo.

Verso la fine dell'Ottocento il tedesco Otto Lilienthal riscosse un congruo numero di successi (circa 2000), con un apparecchio prototipo dell'Aliante. La moderna aeronautica nasce comunque al principio del XX secolo, con il primo volo del Flyer, aeroplano progettato dai fratelli Wright nel 1903, di fatto il primo veicolo più pesante dell'aria ad alzarsi in volo ma uno dei momenti più emozionanti dell'aeronautica, rimane la traversata della Manica, effettuata dal francese Louis Blériot in ben 37 minuti, nel

1909, con un motore italiano di marca Anzani.

Tra le curiosità si evidenzia anche che l'Italia introdusse per prima l'utilizzo bellico degli aerei, durante la guerra libica (1911/1912), poi esteso alla grande guerra.

Il 21 maggio 1927 lo statunitense Charles Lindbergh attraversò l'Oceano Atlantico senza effettuare soste.

Verso la fine degli anni trenta venne adottata la propulsione senza elica, basata sul motore a reazione e successivamente, negli anni cinquanta si diffuse l'utilizzo del motore a turbina, facendo così raggiungere velocità di volo inimmaginabili soltanto qualche anno precedente.

Tra la prima e la seconda guerra mondiale il metallo prese il posto del legno come materiale costruttivo ed oggi i moderni ed efficacissimi materiali compositi sono utilizzati anche per la costruzione di velivoli ed aerei.

Nel corso del XX secolo l'aeronautica ha conosciuto uno sviluppo tecnologico eccezionale con una grandissima diffusione sia nel settore civile, sia in quello militare, sino a giungere, nella seconda parte del secolo, alla realizzazione di velivoli in grado di abbandonare l'atmosfera.

Gli aeromobili, a differenza di mezzi terrestri e marittimi, sono in grado di spostarsi in tre direzioni, grazie alla rotazione intorno a tre assi:

- l'asse trasversale, chiamato anche asse di beccheggio che consente di puntare il "muso" dell'aeromobile in alto oppure in basso;

*Gli esperti affermano che:
"Disporre dello SCRAMJET
sarà come passare
dall'elica al motore Jet e ciò
rivoluzionerà l'aviazione"*



Figura 3 – Tupolev Tu-144

- l'asse verticale, chiamato anche asse di imbardata, che permette di spostare "il muso" dell'aeromobile a destra o a sinistra;
- l'asse longitudinale o di rollio che permette di virare, ovvero di generare una forza centripeta che curva la traiettoria del baricentro dell'aeromobile.

Ovviamente le macchine volanti sono dotate di massa e quindi soggette ad una forza peso che scaturisce dalla accelerazione di gravità; onde vincere tale forza e fare in modo che il velivolo si sollevi da terra si deve creare una apposita "sostentazione" e ad essa si dovrà aggiungere una "propulsione".

Vi sono 2 tipi di sostentazione, statica e dinamica. Quella statica deriva dal principio della spinta di Archimede e consiste nel riempire un aerostato di un fluido più leggero dell'aria (ad esempio l'elio) creando le condizioni che, mediante le forze verticali, si abbiano movimenti verso l'alto. Nel secondo caso (sostentazione dinamica), si ha la necessità di un moto relativo tra la macchina ed il fluido.

Per quanto riguarda la propulsione, invece, essa si distingue in propulsione a reazione e propulsione inerziale.

Quella a reazione consiste nell'accelerare una massa di fluido in una determinata direzione sfruttando la reazione onde avere un moto in senso opposto; orientando la reazione, si può orientare la direzione della spinta. Nella seconda (inerziale) si sfrutta invece l'energia potenziale che il corpo acquista se viene portato in quota e liberato in un campo gravitazionale (quale è quello terrestre). La macchina infatti, in base alla quota, acquista energia cinetica e di conseguenza velocità.

Sguardo verso il futuro: aeronautica come astronautica.

Il prototipo di aereo in grado di effettuare in un'ora la tratta Londra-New York è stato sperimentato nell'agosto 2012.

È però opportuno premettere a tale notizia delle precisazioni riguardanti il volo supersonico ed ipersonico.

Innanzitutto si consideri il numero di Mach (Ma), gruppo adimensionale definito come il rapporto tra una velocità e la velocità del suono nel fluido considerato:

$$\mathbf{Ma} = v/a = v/\sqrt{\gamma RT}$$

dove: **v** è la velocità dell'oggetto considerato

a è la velocità del suono nel fluido

γ è il coefficiente adiabatico.

Già nel 1947 dalla base sperimentale di Edwards, base appartenente alla aviazione americana situata alle spalle di Los Angeles, Chuck Yeager partiva con l'aereo "a razzo" BELL X 1 e superava per la prima volta la barriera del suono Mach 1. Da quella data, gli esperti sognano di superare in maniera stabile il muro dei Mach 5. Alla vigilia di Ferragosto del 2012, uno speciale aereo militare è decollato dalla medesima pista Californiana; un velivolo ipersonico (la velocità ipersonica si raggiunge ad oltre 5.000 Km orari, cioè 5 Mach) in grado di giungere a Mach 7, ovvero a 8.575 chilometri orari, sfrecciando per oltre 5 minuti. Con questo primo test tale prototipo, battezzato Waveriner, ha stabilito un vero e proprio record.

Il prototipo in questione utilizza il nuovo motore "SCRAMJET" e se il progetto proseguirà con successo, potrà dunque avvicinarsi il momento del suo utilizzo per missili e caccia, ma anche per aerei passeggeri, i quali addirittura in una sola ora potranno effettuare la traversata da Londra- New York, oppure effettuare il volo tra una costa e l'altra degli Stati Uniti d'America in 46 minuti.