

21^{mo} SECOLO

SCIENZA e TECNOLOGIA

AGRICOLTURA E AMBIENTE

Produttività dei vegetali coltivati e livelli atmosferici di anidride carbonica

Anno XXV n. 1 - aprile 2014 - € 6,00
Tariffa R.O.C. - Poste Italiane S.p.A. - Sped. abb. post. - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n° 46) art. 1 comma 1 - DCB Roma

PREVENZIONE SISMICA

SCUOLE SICURE:
CHE SIA LA VOLTA BUONA?

RADIAZIONI IONIZZANTI E SALUTE
I LIMITI DEL MODELLO LINEARE
SENZA SOGLIA

Diavolina. Dall'inverno al paradiso.



Diavolina

Quando fuori fa un freddo del diavolo, niente è più piacevole della calda atmosfera del tuo camino.

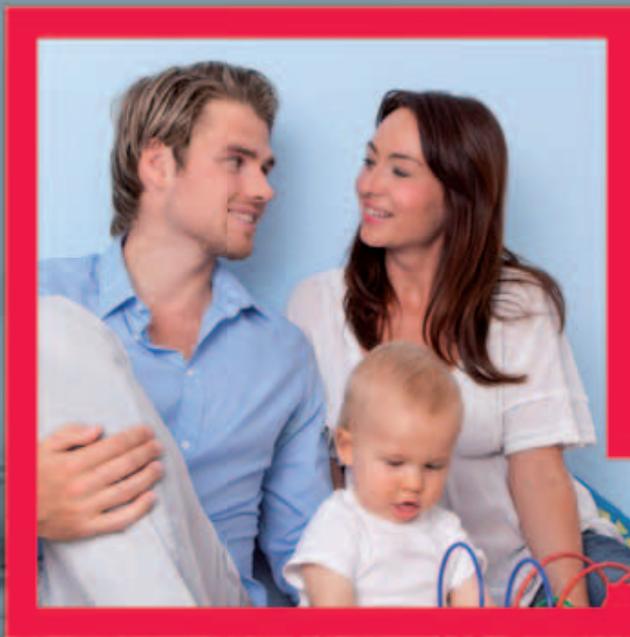
Per accendere la magia ogni volta che vuoi, la linea Diavolina ti mette a disposizione tutti gli strumenti per fare fuoco e fiamme in modo veloce e sicuro, senza fumo né cattivi odori.

Prova anche i prodotti per la pulizia e la manutenzione di camini, stufe e barbecue.

Nessuno sa scaldarti la vita come Diavolina.

DIAVOLINA[®]
FUOCO 

MADIS ROOM CELLULA ANTISISMICA



Il terremoto non fa più paura.

ADEGUAMENTO SISMICO IMPOSSIBILE? NESSUN PROBLEMA CON LA MADIS ROOM.

Con **Madis Room** nasce un nuovo concetto di sicurezza antisismica, in particolare per il mercato delle ristrutturazioni.

L'Italia vanta infatti un patrimonio edilizio che in molti casi, per impedimenti economici o tecnici, è impossibile sottoporre a lavori di adeguamento sismico. La **Madis Room** con la sua elevata resistenza certificata, la leggerezza,



le dimensioni personalizzabili, l'alta versatilità di struttura e materiali si può montare nella quasi totalità dei fabbricati esistenti, qualunque sia lo scheletro portante. Massimi indici di protezione, minimo impatto visivo e nessun intralcio alla vita domestica, ampia possibilità di personalizzazione: **Madis Room** è la soluzione definitiva per vivere con serenità anche quando tutto trema.

MADIS
COSTRUZIONI

MADIS COSTRUZIONI SRL Via Raffaello, 175 Pescara
Tel. 085.74235 madis_pe@iol.it www.madiscostruzioni.it



Brevetto
n° 0001400292

www.stanza-antisismica.it

RENEWED NUCLEAR ENERGY FOR A SAFE GROWTH

*RELIABLE AND INNOVATIVE SOLUTIONS
FOR PLANT DESIGN, OPERATION AND DISMANTLING*

ansaldonucleare.it



Ansaldo Nucleare

A Finmeccanica Company

21^{mo} SECOLO

SCIENZA e TECNOLOGIA

rivista di informazione
scientifica ed economica

Registrazione Tribunale di Roma
N. 656 del 9 novembre 1990
Anno 25 - Numero 1
aprile 2014

Editore:

21^{mo} SECOLO s.r.l.
via L. Di Breme, 18 - 20156 Milano

Direzione

via L. Di Breme, 18 - 20156 Milano
Tel. 02 33408361 / 02 38000534
E-mail: info@21mosecolo.it
Internet: www.21mosecolo.it

Direttore responsabile:

ing. Giorgio Prinzi

Direttore

Roberto Irsuti
tel. 335 7600520
robertoirsuti@21mosecolo.it

Stampa:

Tipografia
Città Nuova della P.A.M.O.M.
Via Pieve Torina, 55
00156 Roma
Finito di stampare nel mese di
aprile 2014

Hanno collaborato a questo numero:

Giordano-Bruno Arato, Donato
Cancellara, Antonio D'Intino, Luca
Giannoni, Roberto Irsuti, Luigi Ma-
riani, Alessandro Martelli, Marino
Mazzini, Giorgio Prinzi

Una copia euro 6,00

Abbonamento

Ordinario (5 numeri)	30,00
Benemerito	60,00
Sostenitore	da euro 100,00
Enti e Ditte	260,00

versamento su C.C. Postale n.
23966203 intestato a 21^{mo} SECOLO
via L. Di Breme, 18 - 20156 Milano
IBAN
IT 06 K 07601 01600 000023966203

È obbligatorio citare la fonte per gli
articoli utilizzati



ASSOCIATO ALL'USPI
UNIONE STAMPA
PERIODICA ITALIANA

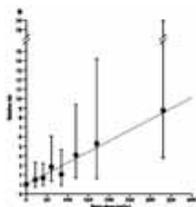
In copertina: Pieter Bruegel il Vec-
chio, *La raccolta del grano* (part). Ela-
borazione grafica Claudio Rossi.

L'editore garantisce la massima riservatez-
za dei dati forniti dagli abbonati e la possi-
bilità di richiederne gratuitamente la retti-
fica o la cancellazione. Le informazioni cu-
stodite verranno utilizzate al solo scopo di
inviare agli abbonati la rivista e gli allegati
(legge 675/96 - tutela dei dati personali).



Produttività dei vegetali coltivati e livelli atmosferici di anidride carbonica

pag. 2

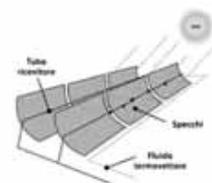


Fukushima: saranno irrilevanti le conseguenze sulla salute

pag. 5

Esposizione a basse dosi di radiazioni ionizzanti: il modello lineare senza soglia è valido?

pag. 6



Fonti rinnovabili "selvagge" o difesa del suolo agricolo

pag. 12

Speciale moderne tecnologie antisismiche



Matteo Renzi, nuovo Presidente del Consiglio,
si è impegnato ad avviare, finalmente,
un piano organico per la messa in sicurezza
delle scuole italiane

Scuole sicure: che sia la volta buona?

pag. 17



Alcuni commenti al libro

«Il terremoto a scuola – La diffusione della "cultura sismica" per un futuro senza catastrofi»

pag. 23



Una risposta innovativa per accrescere la sicurezza
delle persone nelle abitazioni a rischio sismico

Madis room, un brevetto per un nuovo modo di fare prevenzione sismica

pag. 30

Catalogo libri edizioni 21^{mo} Secolo

pag. 33

Produttività dei vegetali coltivati e livelli atmosferici di anidride carbonica

di Luigi Mariani *

1. Aspetti generali

Negli ultimi due milioni di anni (Pleistocene o quaternario) i livelli atmosferici di CO₂ hanno oscillato fra le 180 ppmv (parti per milione in volume) proprie delle fasi glaciali e le 280 ppmv proprie delle fasi interglaciali. Inoltre nell'attuale interglaciale (Olocene) i livelli di CO₂ in atmosfera hanno manifestato un graduale incremento dall'inizio della rivoluzione industriale (convenzionalmente fissato nel 1750) tanto che dalle 280 ppmv del periodo pre-industriale si è giunti alle 400 ppmv odierne (Mariani, 2012). Tale incremento è da ritenere in parte frutto delle emissioni antropiche ed in parte dell'aumento delle temperature globali (circa +0.85°C in 150 anni) (Mariani, 2012).

Il diagramma in figura 1, riferito al periodo 1957-2013, mostra gli andamenti della CO₂ atmosferica (linea superiore) e delle temperature globali (linea inferiore) ed è stato realizzato con dati provenienti da fonti ufficiali e cioè l'Ente americano per l'atmosfera e l'oceano (NOAA) e l'Hadley Center, ente di ricerca frutto di una cooperazione fra il servizio meteorologico Britannico e la Climate Research Unit dell'East Anglia University.

Da tale diagramma si evince che:

1. a fronte di un aumento graduale della CO₂ (dalle 320 ppmv del 1957 alle 400 ppmv del 2013) le temperature globali mostrano un andamento più complesso con una diminuzione dal 1957 al 1976, un aumento dal 1977 al 1998 ed una nuova lieve diminuzione in seguito
2. la CO₂ presenta una tipica ciclicità annuale con massimo nell'inverno boreale e minimo nell'estate boreale (il calo rispetto al massimo invernale precedente è di circa 6 ppmv). Tale fenomeno è effetto della fotosintesi (l'emisfero nord è l'emisfero delle terre e dunque le piante fotosintetizzano molto più che in quello sud) e porta all'interessante deduzione per cui per stabilizzare i livelli atmosferici di CO₂ potrebbe essere utile e ragionevole puntare su piante molto produttive.

2. Livelli atmosferici di CO₂ e produttività di *Ipomoea batatas*

L'amico storico dell'agricoltura professor Gaetano Forni mi ha segnalato il lavoro *Growth, Yield, and Nutritional Responses of Chamber-Grown Sweet Potato to Elevated Carbon Dioxide Levels Expected Across the Next 200 Years* a firma di Benjamin Czeck, Hope Jahren, Jonathan Deenik, Susan Crow, Brian Schubert e Maria Stewart, ricercatori che operano presso istituzioni scientifiche delle Hawaii. Tale lavoro è stato recentemente presentato al meeting d'autunno della American Geophysical Union (l'abstract ed il poster sono consultabili al sito <http://fallmeeting.agu.org/2012/eposters/eposter/gc21c-0970/>).

Dal lavoro emerge che l'aumento di CO₂ può essere una manna in termini produttivi per una coltura a tutti nota come cibo esotico e cioè la patata dolce (*Ipomoea batatas* L. - http://it.wikipedia.org/wiki/Ipomoea_batatas) una malvacea che appartiene al grande gruppo delle specie C3. In zona tropicale la patata dolce è coltivata moltissimo sia in pieno campo sia negli orti familiari e costituisce uno dei pilastri delle diete delle popolazioni povere della parte Sud del mondo.

Più nello specifico gli autori hanno operato in camere di crescita in cui i livelli di CO₂ erano artificial-

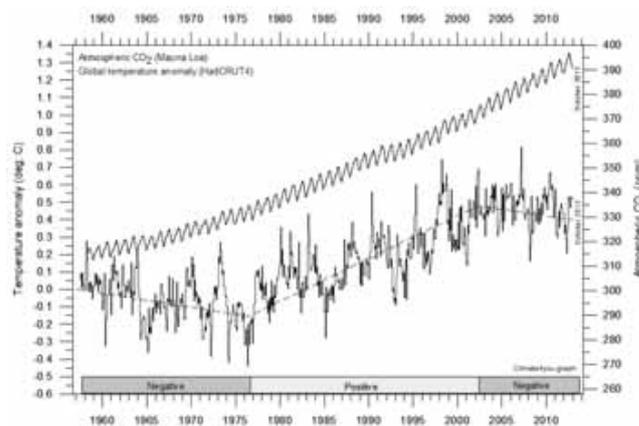


Figura 1 – Andamento delle temperature globali (°C) e della CO₂ atmosferica (ppmv). i dati osservativi sulle temperature globali provengono dal dataset HADCRT4, sono di fonte Hadley Center e Università dell'East Anglia (UK) e provengono dal sito - <http://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadcrut4/data/current/download.html> mentre quelli su CO₂ sono riferiti a Mauna Loa e provengono dal sito <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>

* Università degli Studi di Milano, DISAA (Luglio 2013).

mente portati a 760, 1140 e 1520 ppmv. In tali condizioni la produzione è aumentata sensibilmente tanto che dopo 3 mesi di crescita e nel caso di CO₂ più elevata (1520 ppmv) la biomassa fresca epigea è aumentata del 31% mentre quella ipogea è cresciuta del 101%. Gli autori concludono che la risposta ipogea della patata dolce per livelli di CO₂ elevata potrebbe avere un impatto significativo sulle disponibilità alimentari nei paesi in via di sviluppo.

3. Livelli atmosferici di CO₂ e produttività dei vegetali – verso un’equazione generale

Dobbiamo però domandarci se i risultati riportati nel paragrafo precedente costituiscano una vera novità. E qui la risposta è no, visto che le relazioni quantitative che intercorrono fra livelli di CO₂ e livelli produttivi delle specie vegetali superiori (C3 o C4) sono note da decenni e la bibliografia è vastissima. Moltissimi risultati di sperimentazioni condotte nel 20° secolo sono riportati ad esempio nel classico testo di fisiologia vegetale di Tonzig e Marré (1968) mentre assai di recente Incrocci et al. (2008) hanno evidenziato i vantaggi in termini produttivi della concimazione carbonica in serra.

Per affrontare la questione in termini quantitativi uno strumento utile è costituito dall’equazione di Goudrian e van Laar proposta a pagina 43 del bel libro di modellistica di Penning de Vries et al. (1989):

$$A_x/A_0 = 1 + \beta \cdot \ln(C_x/C_0)$$

Dove A_x è il livello produttivo di una pianta per una concentrazione atmosferica di CO₂ espressa in ppmv e pari a C_x, A₀ è il livello produttivo base per

una concentrazione atmosferica base di CO₂ pari a 340 ppmv e beta è un coefficiente pari a 0.8 per le piante C3 (frumento, riso, vite, olivo, patata dolce, ecc.) e 0.4 per le piante C4 (mais, canna da zucchero, ecc.)¹.

Se si applica l’equazione di Goudrian e van Laar considerando come livello base di CO₂ quello dell’ultima era glaciale (180 ppmv) si ottengono i dati in tabella 1 mentre assumendo come base le 340 ppmv del 1980 si ottengono le curve in figura 2.

Tabella 1 – Produttività della fotosintesi per le piante C3 e C4 stimata con l’equazione di Goudrian e van Laar ponendo a 100 i valori dell’era glaciale. Dati ottenuti considerando un livello di CO₂ base (C₀) di 180 ppmv ed un coefficiente beta di 0.8 per le piante C3 e di 0.4 per le C4. In grassetto si evidenziano 4 valori notevoli.

Livello atmosferico di CO ₂ (C _x)	Incremento della fotosintesi in piante C3 (A _x /A ₀ in %)	Incremento della fotosintesi in piante C4 (A _x /A ₀ in %)
180 ¹	100	100
200	108	104
220	116	108
240	123	112
260	129	115
280²	135	118
300	141	120
320	146	123
340	151	125
360	155	128
380	160	130
400³	164	132
420	168	134
440	172	136
460	175	138
480	178	139
500	182	141
520	185	142
540	188	144
560⁴	191	145

Legenda: (1) Livello di CO₂ dell’ultima era glaciale; (2) Livello di CO₂ dell’epoca pre-industriale (fino al 1750); (3) Livello di CO₂ attuale; (4) Livello doppio rispetto al pre-industriale, raddoppio che con i ritmi di crescita attuali è atteso intorno al 2080 mentre modelli basati sulla crescita economica globale anticipano al 2050.

Una sostanziale conferma ai dati dell’equazione di Goudrian e van Laar vengono anzitutto da Sage e Coleman (2001) i quali evidenziano che nel passaggio dal livello di CO₂ dell’ultima era glaciale a quello attuale,

¹ Vale la pena di segnalare che questa equazione ha una strana affinità formale con l’equazione di Mihre et al (1998) che descrive la relazione fra incremento del forcing radiativo rispetto a quello pre-industriale (anno 1750 con C₀ pari a 280 ppmv) e livello atmosferico di CO₂

$$\Delta F = 5.35 \cdot \ln(C_x/C_0)$$

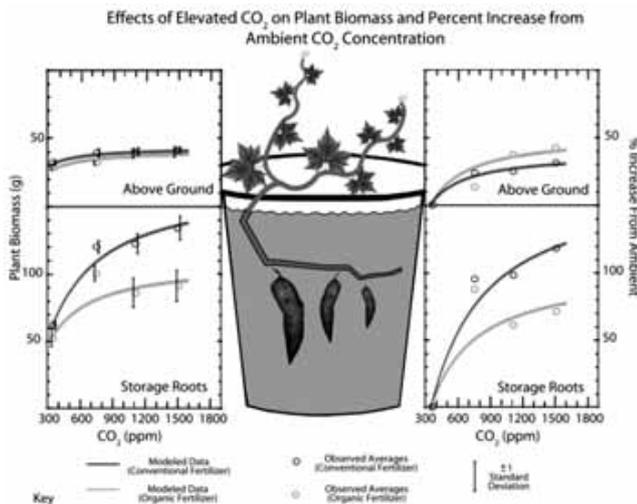


Figura 2 – Riproduzione della Figura 4 del poster di Czeck et al, 2012. Si noti che la produttività ipogea della patata dolce aumenta più di quella epigea, in modo del tutto conforme a quanto atteso e descritto nel testo. Si noti anche che le piante coltivate trattate unicamente con concimi organici mostrino una produttività sensibilmente inferiore (linee chiare) rispetto a quella delle piante concimate razionalmente con concimi minerali in modo da soddisfare pienamente le loro esigenze (linee scure).

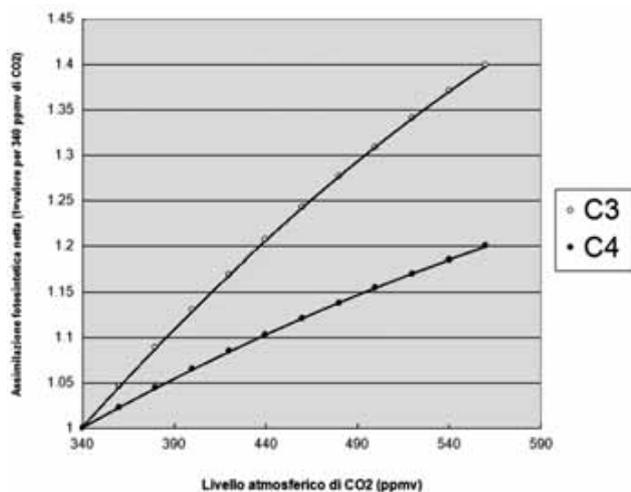


Figura 3 - Assimilazione fotosintetica netta per piante C3 e C4 esposte a livelli crescenti di CO₂ atmosferica (calcoli eseguiti applicando l'equazione a pag. 43 di Penning de Vries et al., 1989). Si noti che le piante C3 sono quelle che più beneficiano e beneficeranno in termini produttivi dell'incremento dei livelli atmosferici di anidride carbonica mentre le C4 avranno benefici inferiori.

l'incremento di produzione risulterebbe pari al 50-60%, il che indurrebbe a ritenere che l'agricoltura non si sarebbe potuta sviluppare in epoca glaciale proprio a causa della bassissima produttività indotta dai tropici bassi livelli di CO₂ (Sage, 1995). Inoltre nel passaggio dal livello di CO₂ pre-industriale a quello attuale l'incremento di produzione del frumento, che è oggi il cereale più coltivato a livello mondiale, viene stimato nel 40% circa da Araus et al (2003) e nel 25% circa da Sage e Coleman (2001).

Per inciso ricordo che le piante assorbono la CO₂ atmosferica grazie ad un enzima (il Rubisco) che per tale ragione è la proteina più presente in natura. Il Rubisco tuttavia ha un problema nel senso che è poco selettivo, per cui a bassi livelli atmosferici di CO₂ (come sono ad esempio quelli attuali), l'enzima confonde la CO₂ con l'ossigeno. Quando, durante le fasi glaciali, CO₂ scende dai già bassi livelli attuali a livelli ancora più bassi (180-200 ppmv) le piante C3 (la gran parte delle specie coltivate, fra cui frumento, orzo, segale, riso, barbabietola, patata, ecc.) rischiano dunque la "morte per fame".

È per tale ragione che con la comparsa (avvenuta circa 2 milioni di anni orsono, nel pleistocene) di fasi glaciali periodiche abbiamo assistito alla comparsa delle piante C4 (es: mais, sorgo, canna da zucchero) le quali rispetto alle C3 hanno il grande vantaggio di possedere un meccanismo biochimico di concentrazione della CO₂ che permette loro di lavorare anche per i bassi livelli atmosferici di tale molecola propri delle fasi glaciali. Più nello specifico le C4 assorbono la CO₂ immagazzinandola in forma di acido malico. Quest'ultimo viene trasportato in tessuti specializzati ove dall'acido malico viene liberata CO₂ la quale raggiunge concentrazioni tali da far sì che il Rubisco non la confonda con l'ossigeno.

A questo punto è abbastanza immediato dedurre che le piante C3 saranno quelle che guadagneranno di più dall'incremento di CO₂ atteso per i prossimi anni ed infatti applicando l'equazione suddetta otteniamo il risultato in figura ove si mostra ad esempio che passando dalla concentrazione attuali di CO₂ (390 ppmv) a quella attesa nel 2050 (560 ppmv) la produzione delle piante C3 aumenterà del 29% mentre quella delle C4 aumenterà del 15%. Insomma: il frumento dovrebbe battere il mais 2 a 1.

Per inciso si rammenta anche che l'aumento di CO₂ dovrebbe produrre:

- maggiore resistenza alla siccità per il semplice motivo che le piante avranno minor necessità di sviluppare gli stomi deputati ad acquisire CO₂ dall'atmosfera e dunque avranno minori perdite idriche.
- maggior accumulo di sostanza secca nelle parti ipogee (organi di riserva come tuberi, radici, rizomi) il che si spiega con il fatto che la pianta ha minor necessità di sviluppare l'apparato epigeo per intercettare CO₂. Tale fenomeno è pienamente confermato dai dati di Czeck et al., 2012

A mio avviso varrebbe anche la pena di verificare l'ipotesi secondo cui con la riduzione del numero di stomi per unità di superficie fogliare si avrebbe una maggiore resistenza ai patogeni che attaccano le piante attraverso le aperture stomatiche (es. peronosporacee).

Questi gli schemi che si ritrovano sui testi di fisiologia su cui anch'io mi sono formato. Attualmente però tutto questo pare essere stato scordato per cui ho spesso a che vedere con persone che a fronte di tali dati rispondono con sufficienza che gli incrementi produttivi saranno vanificati dalla maggiore virulenza dei parassiti o dalla maggior incidenza delle siccità o... (e chi più ne ha più ne metta). Per questo lavori come quello presentato dai colleghi delle Hawaii sono una buona cosa, per lo meno per contenere i voli pindarici.

4. L'utilità di ragionare al passato per valutare i progetti di geo-ingegneria

Il ragionamento che di solito viene condotto in ambito agronomico è quello che mira a cogliere i futuri incrementi di resa che saranno conseguiti grazie agli accresciuti livelli di CO₂ in atmosfera.

Un esercizio interessante può invece consistere nel ribaltare temporalmente il ragionamento per cogliere l'incremento di produzione agricola che già oggi è stato conseguito in virtù dell'incremento dei livelli atmosferici di CO₂ verificatosi o a partire dall'ultima glaciazione oppure a partire dal periodo pre-industriale.

Tale esercizio è tutt'altro che ozioso in quanto esistono progetti internazionali di geo-ingegneria finanziati e che mirano a "catturare" la CO₂ in eccesso sottraendola all'atmosfera ed accumulandola nelle profondità della terra con il nobile scopo di riportare il sistema ai livelli pre-industriali.

Su tali progetti occorre da un lato considerare che, ammesso e non concesso che sia la CO₂ a guidare le temperature globali, il suo rientro ai livelli pre-industriali non annullerà di certo la variabilità del clima, che in epoca pre-industriale fu tanto ampia da causare immani carestie che decimarono la popolazione anche in Europa. Fra queste ricordiamo quella del 1594-1597 (la pioggia incessante rovinò i raccolti in tutta Europa), quella del 1693-1695 (penuria di generi alimentari; milioni di morti in Francia e Paesi limitrofi) e quella del 1740-1750 (ultima carestia a dare morti per fame in Europa se si eccettua la carestia irlandese del 1845-1847, anch'essa, seppur indirettamente, causata dal clima (Mariani, 2008)).

Inoltre nell'analisi costi-benefici di tali operazioni di geo-ingegneria è assolutamente necessario considerare in modo oggettivo il calo di resa cui andrebbero incontro le piante alimentari, con notevoli conseguenze sui livelli di sicurezza alimentare globali.

Bibliografia

Araus et al., 2003. Productivity in prehistoric agriculture: physiological models for the quantification of

cereal yields as an alternative to traditional Approaches, *Journal of Archaeological Science* 30, 681-693

Incrocci L., Stanghellini C., Dimauro B., Pardossi A., 2008. Rese maggiori a costi contenuti con la concimazione carbonica, *Informatore Agrario*, n. 21, 57-59.

Mariani L., 2006. Clima ed agricoltura in Europa e nel bacino del Mediterraneo dalla fine dell'ultima glaciazione. *Rivista di storia dell'agricoltura*, vol. anno XLVI, n.2, p. 3-42, ISSN: 0557-1359

Mariani L., 2012. CO₂, agricoltura e ciclo del carbonio, *AMIA, Acta Museorum Italicorum Agricoluriae*, n. 23-24, 12-22.

Penning de Vries F.W.T., Jansen D.M., ten Berge H.F.M., Bakema A., 1989. Simulation of ecophysiological processes of growth in several annual crops, Pudoc Wageningen, 271 pp.

Sage, R.F., 1995. Was low atmospheric CO₂ during the Pleistocene a limiting factor for the origin of agriculture? *Global Change Biol.* 1,93-106

Sage R.F., Coleman J.R., 2001. Effects of low atmospheric CO₂ on plants: more than a thing of the past, *Trends in Plant Science* Vol. 6 No.1 January 2001.

Fukushima: saranno irrilevanti le conseguenze sulla salute

Gli effetti sanitari della radioattività di Fukushima saranno irrilevanti. Lo afferma il rapporto definitivo dello United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (Unsear). Il documento, elaborato nel 2013, è stato ora pubblicato ufficialmente nella versione definitiva.

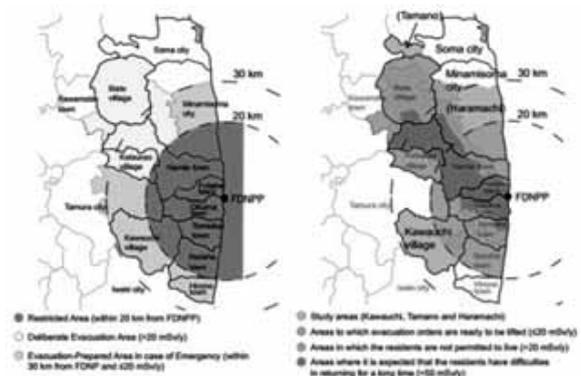
Il numero dei morti a causa della radioattività è pari a zero. E anche in futuro è improbabile che gli effetti sulla salute si facciano sentire. In generale, a causa della radioattività sprigionata dalla centrale, la popolazione della regione di Fukushima sarà esposta a un livello di radioattività pari a 10 millisievert in tutta la vita: un dato trascurabile rispetto ai 170 millisievert che un giapponese medio riceve nel corso della vita dalla radioattività naturale. L'unica parziale eccezione sono i circa 160 lavoratori che sono stati esposti a dosi di radioattività superiori a 100 millisievert: per loro sarà opportuno effettuare un monitoraggio re-

golare, per evidenziare eventuali effetti radiologici a lungo termine.

Il rapporto tranquillizza anche sulle conseguenze sulla salute dei bambini, più vulnerabili degli adulti agli effetti della radioattività, specialmente per quanto riguarda i tumori alla tiroide. In effetti è stato osservato un incremento nell'incidenza di noduli, cisti e tumori. Ma è un effetto dell'alta partecipazione allo screening: l'aumento è solo apparente, ed è simile a quello registrato in altre zone, non esposte alla radioattività di Fukushima, dove sono stati adottati analoghi protocolli di screening. L'Unsear conferma così i risultati di altri rapporti sulle conseguenze dell'incidente di Fukushima, fra cui uno condotto dall'Organizzazione mondiale della sanità.

Per la popolazione evacuata invece il vero problema di salute è un problema di salute mentale: lo stress. Oltre 200.000 persone hanno dovuto lasciare la propria abitazione, e le conseguenze psicologiche sono state peggiorate dalla cultura giapponese, che presta grande attenzione alla salute fisica ma poca ai disturbi mentali.

(da <http://www.nuclearnews.it>)



Esposizione a basse dosi di radiazioni ionizzanti: il modello lineare senza soglia è valido?

Luca Giannoni, Marino Mazzini *

1. Introduzione

Da oltre mezzo secolo, l'interesse e l'attenzione per gli effetti dannosi delle radiazioni ionizzanti sulla salute umana e sull'ambiente sono andati crescendo ininterrottamente e sono stati i punti cardine in materia di sicurezza nucleare e radioprotezione. Uno dei principali oggetti di studio e di dibattito, ancora oggi molto attivo, riguarda la valutazione del rischio per l'uomo di effetti sanitari stocastici a lungo termine associati alle esposizioni a basse o bassissime dosi di radiazioni ionizzanti. La stima di tale rischio non interessa solo situazioni straordinarie o incidentali (come il recente caso della centrale nucleare di Fukushima-Daiichi), ma soprattutto molteplici ambiti ordinari e comuni, quali ad esempio l'ambito lavorativo e le applicazioni nucleari in campo medico, coinvolgendo dunque gran parte della popolazione mondiale.

Tuttavia, poiché gli effetti sanitari di tipo stocastico e tardivo (principalmente tumori solidi e leucemie), associati ad esposizioni dell'uomo a basse dosi di radiazioni ionizzanti, appaiono clinicamente del tutto simili ai casi spontaneamente osservabili tra la popolazione, la loro incidenza non è desumibile attraverso dati sperimentali diretti, ma può essere ricavata unicamente mediante studi epidemiologici condotti su ampie coorti di individui esposti. Mediante tali

indagini è possibile ricavare modelli di stima del rischio che esprimono la relazione che intercorre tra dose media ricevuta pro capite e frequenza di effetti dannosi nella popolazione esposta.

Già a partire dal secondo dopoguerra, attraverso le indagini e le valutazioni proposte nel corso degli anni da autorità scientifiche in ambito genetico, radiologico e tossicologico e da vari enti e commissioni di studio e regolamentazione del fenomeno (quali ICRP (*International Commission on Radiological Protection*), UNSCEAR (*United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation*), IAEA (*International Atomic Energy Agency*), BEIR (*committee on the Biological Effects of Ionizing Radiations*, USA), NCRP (*National Council on Radiation Protection and Measurements*, USA), NRPB (*National Radiological Protection Board*, UK) ed altri), le normative nazionali ed internazionali di radioprotezione hanno adottato concordemente un modello conservativo di valutazione di tale rischio, noto come modello lineare senza soglia (LNT: *Linear No-Threshold model*). Tale modello non ammette alcuna soglia minima di tolleranza della dose e, pertanto, nessun livello di dose di radiazioni ionizzanti, anche se bassissimo, è associabile ad un rischio totalmente nullo di insorgenza di effetti sanitari dannosi per l'uomo. L'applicazione del suddetto modello propone e supporta, sul piano dell'informazione rivolta al pubblico, un'interpretazione pessimistica e cautelativa del rischio correlato alle pratiche inerenti radiazioni ionizzanti, restringendone l'accettabilità e la tollerabilità agli occhi dell'opinione pubblica, soprattutto nell'ambito della produzione dell'energia elettrica da fonte nucleare.

Nel corso degli anni, numerose critiche ed obiezioni alla validità scientifica e sperimentale del suddetto modello sono state mosse a partire dai risultati di studi epidemiologici e statistici condotti su specie animali, su individui e su specifici gruppi di popolazione, esposti cronicamente a basse dosi di radiazioni ionizzanti, nonché dalle indagini statistiche relative a popolazioni esposte a diversi fondi di radioattività naturale. Questi studi mostrano invece l'effettiva esistenza di una soglia di dose (al di sotto della quale il rischio di cancerogenesi tardiva negli individui esposti risulta inesistente o troppo basso da osservare) ed addirittura avvalorano in alcuni casi la teoria di una possibile risposta adattativa dell'organismo per esposizioni a dosi sufficientemente basse di radiazioni ionizzanti, con conseguenti benefici a lungo termine per gli individui esposti, secondo un modello alternativo noto come ormesi.

La stessa veridicità storica e politica dell'ipotesi di linearità senza soglia è stata messa in discussione da una recente inchiesta del Prof. Edward J. Calabrese, docente di tossicologia dell'Università del Massachusetts Amherst (USA) [1], che si è basato sulla corrispondenza epistolare, a cavallo tra gli anni Trenta e Cinquanta, del premio Nobel per la medicina Hermann J. Muller (1890-1967), principale fautore dell'ipotesi LNT.

È opportuno proseguire in campo radioprotezionistico con un approccio che esclude la presenza di una soglia minima per esposizioni a basse dosi di radiazioni? Il modello di semplice proporzionalità diretta può continuare a sussistere anche in presenza di chiare evidenze scientifiche che ne confutano la validità?

* Dipartimento di Ingegneria Civile ed Industriale – Università di Pisa, Largo Lazzarino n.1 – 56126 Pisa

2. Il modello LNT

La teoria lineare senza soglia costituisce un modello di estrapolazione, nella zona delle basse dosi di esposizione alle radiazioni ionizzanti, dei dati sul rischio di comparsa di effetti stocastici tardivi ricavati sperimentalmente per esposizioni a dosi acute ed elevate, rispetto alla dose media normalmente ricevuta pro capite dalla popolazione irradiata. Ciò permette di ricavare una curva grafica che caratterizza la relazione intercorrente tra dose irradiata ed incidenza di effetti a lungo termine nel soggetto esposto (vedi Fig. 1).

Il principale degli studi statistici condotti per esposizione umana a dosi elevate ed acute di radiazioni ionizzanti è rappresentato dal *Life Span Study* condotto sui sopravvissuti giapponesi alle bombe atomiche di Hiroshima e Nagasaki [2]. Comunque, dati analoghi si hanno anche dagli studi sugli abitanti dell'atollo delle Bihini, irraggiati accidentalmente per l'esplosione della prima bomba-H, sull'incidenza di tumori solidi e leucemie fra i bambini inglesi (in particolare nel caso di parti gemellari) che negli anni Cinquanta erano stati irraggiati in utero eseguendo una o più radiografie del ventre della madre per vedere come si presentava il parto, ecc.

Il modello lineare senza soglia prevede peraltro l'uso di un fattore di riduzione del rischio specifico, noto come DDREF (*Dose and Dose-Rate Effectiveness Factor*), che indica il rapporto tra la pendenza dell'interpolazione lineare senza soglia dei dati ricavati per alte dosi e ad alti ratei di dose e la pendenza della retta di interpolazione lineare dei dati a basse dosi e bassi ratei di dose. La maggior parte degli enti di regolamentazione in materia radioprotezionistica concordano nello stabilire tale fattore circa pari a 2 [3]. L'applicabilità del modello lineare senza soglia è stata dimostrata, oltre che per dosi alte ed acute, anche in studi statistici su pazienti bambini sottoposti a radiodiagnosi, quali tomografia assiale computerizzata (TAC), come riportato in un articolo del 2012 di M.S. Pearce

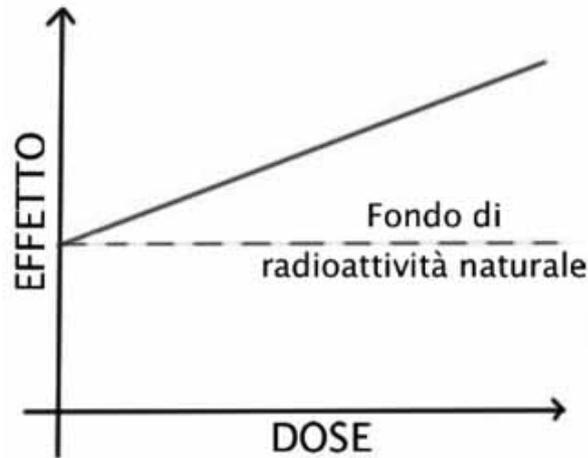


Fig. 1 – Andamento tipico della curva dose-effetto per il modello lineare senza soglia; la linea tratteggiata indica il livello di riferimento relativo al fondo di radioattività naturale.

e altri [5], in cui è stata stimata una triplicazione del rischio di leucemie e tumori al cervello nei soggetti analizzati per dosi cumulate superiori a 50 mGy (vedi Fig. 2). Si tratta comunque di dosi di due o più ordini di grandezza superiori a quelle a cui annualmente è esposta la popolazione che vive in prossimità di una centrale nucleare, paragonabili a quelle ricevute nell'intera vita da tali persone.

L'ipotesi lineare senza soglia, come già accennato, fu teorizzata e proposta per la prima volta alla comunità scientifica dal medico e genetista Hermann J. Muller, durante la lettura del suo discorso alla cerimonia di consegna dei premi Nobel, in cui egli dichiarò: "[There is] no escape from the conclusion that there is no threshold", cioè l'impossibilità di accettare una soglia minima di sicurezza per la dose da radiazioni ionizzanti [1]. In seguito, tra gli anni Cinquanta e Sessanta, in un clima di preoccupazione nei confronti delle conseguenze per l'uomo dei primi test atomici in atmosfera, grazie ai suoi studi sugli effetti mutageni dei raggi X su campioni di Moscerino della Frutta (*Drosophila melanogaster*) ed al prestigio internazionale ottenuto dall'attribuzione del summenzionato premio, Muller portò le agenzie governative statunitensi di regolamentazione del fenomeno verso l'adozione del modello LNT, da

egli postulato e di cui fu sempre fervente sostenitore. Negli anni a seguire, anche gli Enti regolatori internazionali e comunitari decisero unanimemente, in linea con le scelte statunitensi, di adottare il modello LNT per esposizioni a basse dosi di radiazioni ionizzanti. Questo, dunque, assunse un ruolo dominante nella disciplina di valutazione del rischio e nella associata normativa di radioprotezione fino ad oggi [4].

La giustificazione biologica e biofisica per l'applicazione del modello LNT si basa su due assunti ben chiari: il primo stabilisce un legame di linearità diretta tra la dose di radiazioni ionizzanti e l'energia ad essa associata, mentre il secondo afferma che anche una singola particella ionizzante è in grado di provocare, nel suo transito attraverso l'organismo umano irraggiato, un danno stocastico al DNA di una cellula, che può portare alla cancerogenesi della stessa. In tal caso, anche a basse o bassissime dosi non sussisterebbero ragioni a favore dell'esistenza di una dose di sicurezza. Supposti veri tali postulati, il modello LNT stabilisce che al variare della dose ricevuta, e quindi dell'energia assorbita per unità di massa dall'organismo, varia solo il numero di eventi dannosi corrispondenti ad essa. Aumenterebbe pertanto linearmente la probabilità di avere interazioni con le cellule in

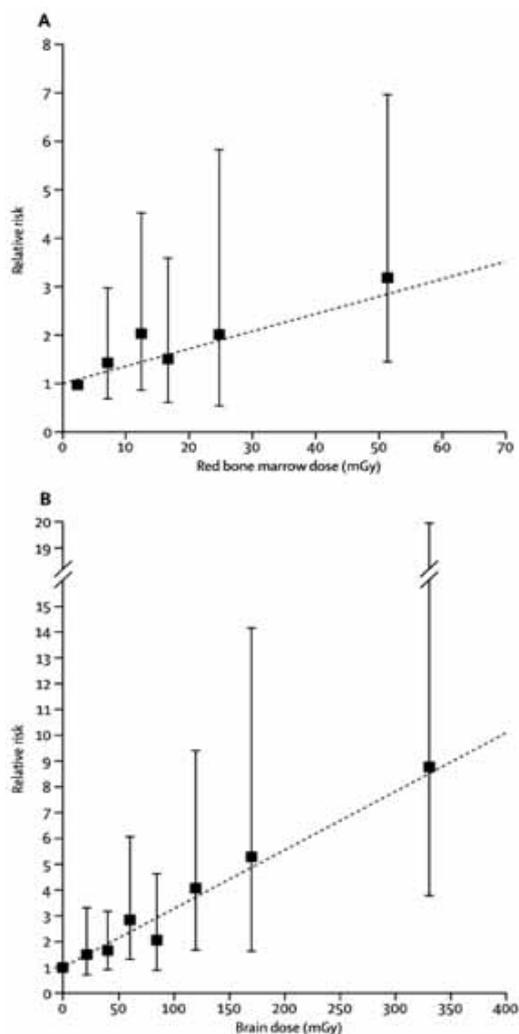


Fig. 2 – Rischio relativo di leucemie (A) e tumori al cervello (B) in relazione alla dose di raggi X irradiata al midollo rosso e al cervello in pazienti bambini sottoposti a TAC [7].

grado di portare al danneggiamento del DNA, e quindi si avrebbe una proporzionalità diretta tra la dose ricevuta ed il rischio individuale di insorgenza di forme tumorali nell'organismo irradiato.

3. Confutazione del modello LNT

La critica fondamentale che viene mossa nei confronti del modello lineare senza soglia riguarda sostanzialmente la sua impostazione conservativa, basata più su di una filosofia cautelativa e protezionistica, in materia di salute pubblica e di accettabilità del rischio, che su di una solida base scientifica convalidata da un numero sufficiente di dati sperimentali statistici certi.

Dal punto di vista fisico e biologico, il modello LNT assume che gli effetti probabilistici tardivi correlati alle radiazioni ionizzanti siano il risultato di risposte biologiche autonome da parte di singole cellule, totalmente indipendenti l'una dall'altra. Viene trascurata quindi ogni interazione tra cellule dello stesso tipo o della medesima progenie cellulare e viene escluso a priori qualsiasi possibile effetto di sinergia ed antagonismo. Inoltre il modello lineare senza soglia applica univocamente il principio di sovrapposizione degli effetti, senza fare distinzioni tra esposizioni distribuite in un lasso di tempo più o meno lungo (dosi croniche) ed esposizioni singole non ripetute (dosi acute), ignorando quindi totalmente la possibilità di attivazione dei meccanismi naturali di difesa biologica dell'organismo e dei processi di riparazione cellulare e del DNA danneggiato, i quali

svolgono invece un ruolo cruciale nella determinazione della radioreistenza di un individuo esposto. Tra tali meccanismi biologici vengono indicati, a titolo d'esempio:

- la produzione, da parte di geni specifici delle cellule attivati solo da basse dosi di radiazioni ionizzanti, di particolari ed efficienti enzimi riparatori dei filamenti di DNA danneggiato;
- il processo noto come apoptosi, o morte cellulare programmata (PCD), per il quale le cellule danneggiate praticamente "si suicidano", per evitare che il danno si trasmetta durante la riproduzione cellulare fino a generare una forma cancerosa;
- un processo di risposta allo

stress ossidativo mediante specifici enzimi antiossidanti, i SOD (*Super-Oxide Dismutases*), i quali si oppongono alla produzione dei ROS (*Reactive Oxygen Species*), agenti chimici reagenti con l'ossigeno delle cellule, che stanno alla base del fenomeno di mutazione cancerosa delle stesse [6].

Oltre a quanto appena esposto, in un articolo del 2011 dal titolo *Muller's Nobel lecture on dose-response for ionizing radiation: ideology or science?*, il già citato Professor Edward J. Calabrese, docente di tossicologia e da oltre vent'anni studioso dei modelli di interpretazione della curva dose-danno per numerose sostanze tossiche e agenti cancerogeni, ha esposto evidenti prove di natura storiografica che confutavano la validità scientifica e storica delle nette dichiarazioni di Muller, riguardo l'inesistenza di una soglia di dose minima di sicurezza per il rischio di effetti dannosi a lungo termine per l'uomo legati a basse esposizioni alle radiazioni ionizzanti. L'analisi critica e storiografica compiuta dal Prof. Calabrese sulle corrispondenze epistolari tenute da Muller negli anni '40 dimostra che questi fosse venuto a conoscenza dei determinanti risultati di un importante studio epidemiologico su larga scala condotto presso l'Università di Rochester, tra il 1944 e il 1946, dai genetisti Curt Stern ed Ernst Caspari, per conto del governo statunitense. Tale studio riguardava l'influenza di basse dosi e bassi tassi di dose di raggi gamma sul tasso di mutazione genica dei campioni di Moscerino della Frutta, e per esso Muller svolse il ruolo di consulente formale. I dati conclusivi del suddetto studio, invero, fallivano apertamente nel supportare l'ipotesi di linearità senza soglia, sostenuta senza dubbio alcuno da Muller stesso nel proprio discorso di accettazione del premio Nobel tenutosi il 12 dicembre 1946, appena tre mesi dopo il termine di tale ricerca. Questo fatto pone Muller in una posizione di contraddizione e di inattendibilità al momento di tali dichiarazioni così conclusive, che al contrario non lasciavano

dubbio alcuno sulla validità del modello LNT. Le rivelazioni emerse dall'articolo del Prof. Calabrese implicano che la scelta di Muller, di sostenere con convinzione la tesi di linearità senza soglia, fu fatta più per ideologia che per validità scientifica comprovata. Una scelta che, di fatto, favorì enormemente l'approvazione del modello LNT, quale unico strumento di valutazione del rischio radiologico e nucleare per esposizioni a basse dosi di radiazioni ionizzanti, a partire dalla seconda metà del ventesimo secolo fino ad oggi [1]. Essa risulta oggi essere ingannevole e fuorviante nei confronti dell'opinione pubblica, di quel periodo e dei nostri giorni.

Esistono infatti prove di laboratorio e dati ricavati da molteplici e differenti studi statistici ed epidemiologici che mettono in dubbio la validità scientifica del modello lineare senza soglia, dimostrando come esso preveda una stima eccessiva ed esagerata del rischio di effetti sanitari correlati a basse esposizioni alle radiazioni ionizzanti. Ad esempio, osservando gli studi epidemiologici condotti negli ultimi decenni su lavoratori impiegati in pratiche che comportano l'utilizzo o la presenza di radiazioni ionizzanti ed esposti ad irraggiamento esterno, durante tutta la loro carriera professionale, è stato riscontrato un livello di mortalità per patologie radioindotte, ma anche per tumori spontanei, generalmente inferiore rispetto al resto della popolazione, dimostrando una maggiore radioresistenza di tale categoria di individui. In particolare sono da citare i più recenti e significativi risultati degli studi simultanei condotti tra il 1995 ed il 1996 negli Stati Uniti, in Canada e nel Regno Unito, su 95,000 lavoratori nucleari, ed in Giappone, su altri 115,000, dai quali emerge esplicitamente che "nessuna prova di aumento del rischio di cancro rispetto alla popolazione generale" è stata riscontrata [7]. Inoltre, per quanto riguarda la categoria dei lavoratori esposti a radiazioni ionizzanti generate da uranio, plutonio e altri elementi transuranici, uno studio collaborativo internazionale condotto da

IARC (*International Agency for Research on Cancer*) negli anni Novanta ha permesso di ricavare dati provenienti da tre nazioni diverse (Canada, Regno Unito e Stati Uniti) riguardanti circa due milioni di soggetti irradiati in ambito professionale. I risultati concordano nel suggerire che il rischio di mortalità per cancro derivato dall'applicazione del modello LNT sovrastima la mortalità effettiva. L'eccesso relativo di rischio (ERR) valutato da IARC per tutti i tipi di neoplasie, esclusa la leucemia, risulta addirittura negativo e pari a circa $-7 \cdot 10^{-2}$ Sv⁻¹, indicando pertanto la possibilità di un effetto ormetico e l'esistenza di una soglia di dose ben definita per esposizioni a basse dosi di radiazioni ionizzanti [7].

Per quanto riguarda invece il caso delle esposizioni in ambito medico dovute a trattamenti di radioterapia e radiodiagnosi, la maggior parte delle indagini epidemiologiche, condotte in larga scala su pazienti adulti, non ha riscontrato alcun significativo effetto sanitario associato alle radiazioni ionizzanti. Nel caso esemplare di pazienti sottoposti a diagnosi mediante l'utilizzo di Iodio-131, esami periodici (*follow up*) compiuti in Svezia nell'arco di venti anni su 35,000 pazienti soggetti a diagnosi con I-131 hanno riportato un rateo di insorgenza di tumori alla tiroide pari a 0.62 volte i ratei comunemente attesi con il modello LNT [1]. A questi dati sono da aggiungere quelli pubblicati in un vasto studio condotto nel 1995 su "Thyroid cancer after diagnostic administration of I-131", riguardanti l'esposizione a Iodio-131 a scopo terapeutico contro l'ipertiroidismo, i quali dimostrano che dopo la somministrazione di una massiccia dose di iodio radioattivo "nessun incremento di rischio è stato rilevato tra i pazienti diagnosticati in ospedale per ragioni estranee al sospetto di tumore alla tiroide" [8].

Ugualmente, studi ed inchieste statistiche su membri della popolazione che vivono in zone ad elevato fondo di radioattività naturale, rispetto al valore medio mondiale di dose pari 2.2 mSv/anno, hanno dimostrato, in controtendenza ri-

spetto al modello LNT, un minore tasso di insorgenza del cancro rispetto alla popolazione di riferimento, come riscontrato dai risultati dello studio HBRA (*High Background Radiation Area*) condotto a Yangjiang, città della Cina meridionale, in cui è stato misurato un rateo medio annuo di dose legato all'ambiente di circa 5.4 mSv/anno per abitante. Secondo l'interpretazione dei dati ottenuti, da parte di Wei L., lo studio mostra la presenza di "una tendenza della mortalità per cancro, nella zona con fondo di radioattività naturale più alto, ad essere minore rispetto a quella nell'area di controllo" [3]. In un'indagine statistica analoga pubblicata da N.A. Frigerio e R.S. Stowe, dal titolo *Carcinogenic and Genetic Hazards from Background Radiations*, del 1976, è stato calcolato il tasso di mortalità per tumori maligni relativo all'esposizione al fondo di radioattività naturale in tutti quanti i 50 Stati d'America. Prima che venissero presentati i dati effettivi di tale studio, le previsioni ricavate in base all'interpretazione lineare senza soglia indicavano che il numero teorico di cancri in eccesso sarebbe dovuto oscillare tra i 3.000 ed i 10.000 casi annui, per ogni 1.7 mSv/anno di incremento del fondo naturale rispetto alla media mondiale. I risultati reali però si discostarono nettamente da tale tendenza, addirittura invertendola (vedi Fig. 4): dei 14 Stati con fondo di radioattività naturale maggiore di 1.4 mSv/anno rispetto alla media, 12 si dimostravano significativamente al di sotto della media statunitense di casi di cancro annui, uno di poco ancora più basso e soltanto uno Stato leggermente al di sopra di essa; inoltre, tutti gli Stati con rateo d'insorgenza di cancro più basso tra quelli riscontrati presentavano un valore del fondo naturale in eccesso rispetto alla media statunitense di oltre 1.35 mSv/anno [3].

Infine, ad analoghe conclusioni si giunge anche in base ai dati di studi e ricerche condotte in relazione ai più gravi incidenti avvenuti in impianti nucleari di potenza, tra i quali si citano:

Lo studio UNSCEAR del 2010

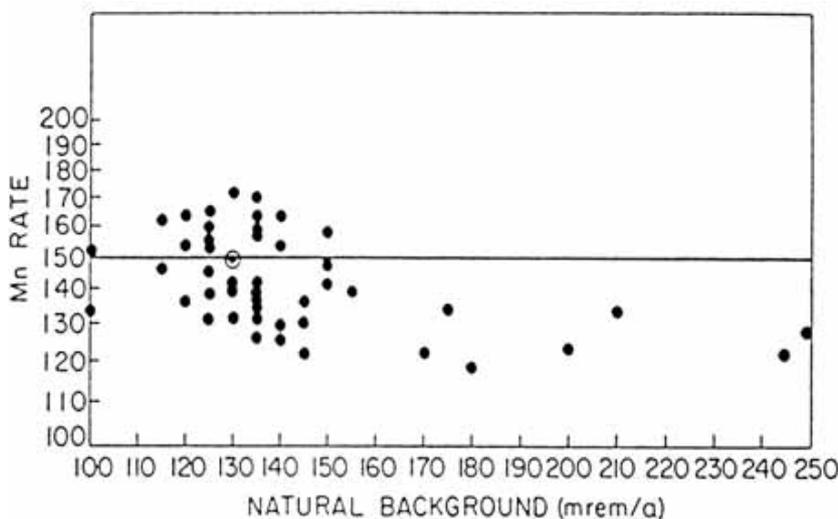


Fig. 4 – Tassi di mortalità per tumori maligni (aggiustati per età) tra la popolazione degli Stati Uniti d’America, per Stato e per eccesso al valore medio annuo di dose equivalente (in mrem/anno) legata al fondo di radioattività naturale; la linea orizzontale ed il valore cerchiato indicano rispettivamente il rateo di mortalità medio e il valore medio del fondo naturale per gli Stati Uniti [3].

sulle conseguenze dell’incidente di Chernobyl [2] indica chiaramente che nessun aumento di incidenza del cancro o della leucemia è stato rilevato nella popolazione maggiormente esposta durante l’incidente (che è stata evacuata nei giorni seguenti a questo) o che vive nelle zone maggiormente contaminate; lo stesso dicasi per i casi di cancro fra il personale che eseguì le operazioni di sistemazione dell’impianto e del sito (oltre 500.000 persone che hanno ricevuto dosi comprese fra 10 mSv ed oltre 1 Sv, con una media di 130 mSv), anche se sembra esserci un incremento dei casi di leucemia, peraltro molto minore di quello atteso in base al modello LNT;

Una ricerca condotta al MIT di Boston [9] a seguito dell’incidente di Fukushima-Daiichi, la quale dimostra l’importanza dell’intensità di dose sugli effetti delle radiazioni.

4. Ormesi da radiazioni

Numerosi risultati, come quelli finora esposti, fanno presupporre che, per esposizioni a basse dosi e a bassi ratei di dose di radiazioni ionizzanti, non solo sia effettivamente possibile individuare una soglia minima di dose al di sotto della quale non è riscontrabile alcun ri-

schio di danni sanitari stocastici a lungo termine, ma anzi, in numerose occasioni, vi sia la possibilità concreta di un loro effetto benefico per l’organismo umano. Tale effetto consisterebbe in una stimolazione del sistema immunitario e dei naturali meccanismi di difesa biologica e riparazione dei danni subiti, quando l’organismo viene esposto a dosi di radiazioni ionizzanti inferiori alla dose di tolleranza (che il sopraccitato modello LNT non accetta). Tenendo conto di tale fenomeno, noto come risposta adattativa, è possibile ipotizzare un modello alternativo di caratterizzazione della curva dose-danno per le radiazioni ionizzanti, noto come modello ormetico (vedi Fig. 5), caratterizzato da una curva grafica dose-effetto di forma parabolica (*U-shaped dose-response relationship*). Secondo tale modello, al di sotto di una dose di soglia ben definita, è possibile identificare una zona di rischio negativo, cioè di beneficio per l’organismo irradiato, rispetto al valore nominale di riferimento per esposizioni al fondo di radioattività naturale medio a cui corrisponde un eccesso di rischio nullo [10].

L’ipotesi di principio del modello ormetico si fonda essenzialmente sul processo biologico di risposta adattativa dell’organismo a

modesti livelli di stress o di danno cellulare, conseguenti ad una esposizione a basse dosi e bassi ratei di dose di radiazioni ionizzanti. Da questo deriva un sostanziale incremento della radioresistenza delle cellule stesse e l’attivazione dei meccanismi specifici di riparazione del danno. Questi non potrebbero invece attivarsi nel caso di esposizione ad alte dosi, poiché per esse il danno prodotto è così grave che non viene stimolato il funzionamento di determinati geni preposti alla riparazione del danno. L’organismo invece, una volta che si sia verificata l’attivazione ottimale di tali processi di difesa biologica e di riparazione del danno, risulta maggiormente idoneo a sopportare dosi successive più elevate di radiazioni ionizzanti, riducendone le potenzialità cancerose e il detrimento che da esse deriva, mediante un processo di adattamento selettivo (*adaptive radiation triggering*) delle cellule agli effetti dannosi dell’irraggiamento. In base a tale prospettiva, tra i sostenitori del modello ormetico per le radiazioni ionizzanti sta sorgendo l’ipotesi di utilizzare l’irraggiamento a bassi dosaggi come forma di “pre-condizionamento” (*preconditioning*), ovvero un processo per il quale, irraggiando volutamente l’organismo con una bassa dose controllata, il suo sistema immunitario può sviluppare una preparazione difensiva contro possibili esposizioni susseguenti a dosi acute e dannose, in una sorta di analogia concettuale con l’immunità che si genera con gli anticorpi a seguito di una vaccinazione profilattica [11].

In aggiunta a ciò, numerosi studi hanno dimostrato anche la capacità dell’organismo di sviluppare, in seguito ad una risposta adattativa conseguente ad una irradiazione a bassi dosaggi, una naturale resistenza anche contro la cancerogenesi spontanea e la formazione di tumori maligni non direttamente provocati dall’esposizione alle radiazioni ionizzanti, mediante processi di aumento della produzione degli agenti antiossidanti (SOD) che ostacolano l’attività degli agenti chimici ossidanti (ROS), i quali, come già accennato in precedenza,

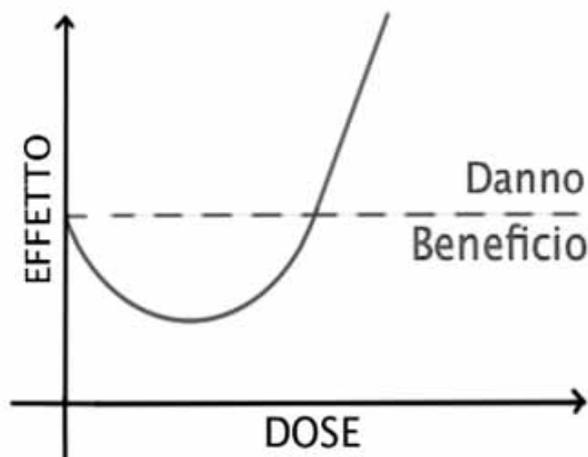


Fig. 5 – Andamento tipico della curva dose-effetto per il modello ormetico, indicante le zone di rischio di danno stocastico e di beneficio.

normalmente provocano la mutazione cancerosa del DNA [6].

5. Conclusioni

Alla luce delle prove esistenti e considerando le argomentazioni di tipo fisico e biologico sopra richiamate, si può confutare in modo chiaro e diretto le ipotesi costitutive del modello lineare senza soglia, mettendone in serio dubbio sia la validità scientifica che l'applicabilità nella stima del rischio per esposizioni a basse dosi di radiazioni ionizzanti. La scelta ancora oggi supportata del suddetto modello conservativo da parte di tutte le agenzie governative e internazionali e dei maggiori enti di regolamentazione del fenomeno, si fonda su una concezione esagerata del pericolo in ambito nucleare e radiologico, piuttosto che su una effettiva comprensione scientifica del fenomeno. Tale visione amplificata del rischio per la salute umana associato alle radiazioni, invero strettamente legata alla storia negativa che ha segnato la scoperta e l'utilizzo dell'energia nucleare (a partire dalle conseguenze dello scoppio delle due bombe atomiche fino al recente clamore degli incidenti gravi occorsi in impianti nucleari per la produzione di energia elettrica), ha portato la società moderna e la stessa opinione pubblica a prediligere una politica cautelativa nei confronti degli effetti sanitari delle radiazioni ionizzanti. In de-

finitiva, la scelta del citato modello LNT ha generato tutt'oggi un'insensata paura nei confronti dell'energia nucleare e di ogni suo possibile utilizzo, che ne impedisce un ottimale sfruttamento a vantaggio dell'uomo.

Questa sovrastima eccessiva dell'incidenza di effetti stocastici dannosi per l'uomo porta a svantaggi non poco rilevanti, tra i quali l'onere economico causato dai costi dell'eccesso di sicurezza in ambito nucleare e radioprotezionistico, nonché, in primis, alla controversia sulla comunicazione del rischio nei confronti dell'opinione pubblica e di tutta quanta la popolazione in generale.

In conclusione, tenendo anche conto delle evidenze che dimostrano addirittura la possibilità di un effetto benefico per esposizione a basse dosi di radiazioni ionizzanti, è auspicabile che il dibattito sulla valutazione del rischio in ambito radioprotezionistico venga corredato di una solida base scientifica e non sia invece basato (come avvenuto in passato ed avviene tuttora) sull'ideologia. Occorre proseguire ed approfondire lo studio diretto e statistico della fenomenologia connessa all'esposizione a basse dosi di radiazioni ionizzanti, al fine di disporre di risultati più chiari, che possano portare ad uno sfruttamento ottimale dell'energia nucleare per il benessere dell'uomo e la salvaguardia dell'ambiente.

Bibliografia

- [1] Calabrese, E.J., *Muller's Nobel lecture on dose-response for ionizing radiation: ideology or science?*, Springer-Verlag, USA 2011.
- [2] UNSCEAR report 2010, Vol. II, Annex D: *Summary of low-dose radiation effects on health*, USA 2011
- [3] IAEA report 1997, *Estimating and Comparing Risks from Very Low Levels of Exposure Resulting from Emissions from Energy Systems*, IAEA, Vienna 1999.
- [4] Calabrese, E.J., *The road to linearity: why linearity at low doses became the basis for carcinogen risk assessment*, Springer-Verlag, USA 2009.
- [5] Pearce, M.S. et al., *Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study*, The Lancet, pubblicato online 2012.
- [6] Cohen, B.L., *Nessun rischio di cancro per basse dosi di radiazioni*, traduzione a cura del Dott. Giuseppe Filippini, *Fusione: scienza & tecnologia*, pubblicato online 2011.
- [7] Cardis, E. et al., *Combined Analysis of Cancer Mortality among Nuclear Industry Workers in Canada, UK and the USA*, IARC Technical report 25, Lione 1995.
- [8] Hall, P., Holme, L.E., *Cancer Incidence and Mortality after Iodine-131 Therapy for Hyperthyroidism*, in: Young, J.P., et al, *Radiation and Public Perception, Benefit and Risks*, Advances in Chemistry Series 243, American Chemical Society, Washington DC 1995.
- [9] Olipitz, W. et al., *Integrated molecular analysis indicates undetectable DNA damage in mice after continuous irradiation at ~400-fold natural background radiation*, Environmental Health Perspectives 120.8/1130-1136, pubblicato online 2012.
- [10] Calabrese, E.J., Baldwin, A.L., *Hormesis: The Dose-Response Revolution*, Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol. 43/175-97, USA 2003.
- [11] Giovannetti, A., *Le attuali conoscenze sugli effetti delle radiazioni ionizzanti a basse dosi*, presentazione online da ENEN UTBIORAD-RAB, Italia 2011.

Fonti rinnovabili “selvagge” o difesa del suolo agricolo

di Donato Cancellara *

La proposta di realizzare un impianto ibrido metano/termodinamico solare a Barzi (PZ) ha sollevato le proteste dei cittadini che criticano l'opportunità e le ragioni tecniche di tale impianto, come evidenzia la relazione tecnica dell'Ing. Donato Cancellara. Alle ragioni tecniche si aggiungono diverse problematiche relative alla discutibile procedura espropriativa, all'impatto sul paesaggio, ai principi che dovrebbero ispirare un corretto contenimento del consumo del suolo, oltre a elementi di sicurezza per il pericolo di incendi (peraltro già verificatisi in passato in impianti basati sulla tecnologia del solare termodinamico). Lo spazio limitato non ci consente di affrontare anche questi aspetti, che sono trattati nel testo più ampio della relazione, disponibile sul sito: <http://www.scribd.com/doc/223276463/ENERGIA-SOLARE-O-DIFESA-DEL-SUOLO-Dott-Ing-Donato-Cancellara>. È possibile richiedere il testo completo della relazione anche alla redazione di 21mo secolo scrivendo a robertoirsuti@21mosecolo.it.

L'Associazione Intercomunale Lucania congiuntamente con l'Associazione per il Miglioramento delle Condizioni Ambientali A.Mi.C.A., assieme al supporto di migliaia di cittadini della Regione Basilicata e Regione Puglia, svariati studiosi e tecnici, si trovano a contrastare un'opera prospettata come impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile. Tale impianto, alimentato da fonte rinnovabile solare nonché da fonte non solare *non rinnovabile*, quale il gas metano, è basato sulla tecnologia del termodinamico e sulla combustione di gas. L'abnorme progetto, classificato come impianto *IBRIDO*, non è del tutto rinnovabile perché ricorre all'indispensabile utilizzo di una ben nota fonte fossile come il gas metano (cfr. art. 2 comma 1 lettera d) del D.Lgs. 387/2003). L'impianto è proposto dalla società Teknosolar Italia 2 S.r.l. con un investimento di 300 milioni di euro e con un particellare d'esproprio, pronto all'uso, per acquisire una superfi-



Fig. 1: Inquadramento territoriale.

cie agricola di oltre 226 Ha (2.260.000 mq) in agro di Banzi (PZ) nella Regione Basilicata. Tale superficie è paragonabile a quella del limitrofo centro abitato di Palazzo San Gervasio (PZ) di circa 6000 abitanti.

La tecnologia del solare termodinamico, a cui ricorre il progetto della Teknosolar Italia 2 S.r.l. in aggiunta alla combustione di gas metano, nasce per sfruttare l'Energia Termica recuperata dal sole per produrre energia meccanica e di conseguenza elettrica. Trattasi del diretto competitor del sistema fotovoltaico. Il termodinamico ed il fotovoltaico “selvaggio in area agricola” sono caratterizzati da un elemento particolarmente impattante ed invasivo per il territorio: il sistema di enormi specchi parabolici (per il termodinamico) ed il sistema di pannelli (per il fotovoltaico). Il solare termodinamico nasce perché, nello sviluppo delle tec-



Fig. 2: Inquadramento territoriale.

* Ingegnere Civile Strutturista; Dottore di ricerca in Ingegneria delle Costruzioni, DIST - Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura, Università degli Studi di Napoli “Federico II”

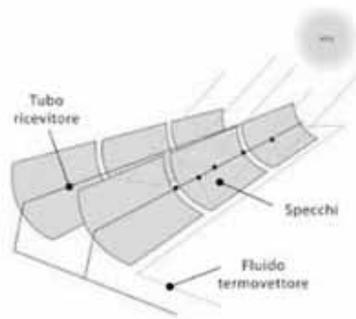


Fig. 3: Esempio di impianto con tecnologia termodinamica.

niche e delle tecnologie di conversione dell'energia solare, si è cercato di dare una risposta ai bassi rendimenti di conversione forniti dai sistemi fotovoltaici. I due sistemi si differenziano in quanto il fotovoltaico fornisce buone prestazioni su piccole potenze con costo dell'impianto che varia pressoché linearmente con la potenza installata, mentre il "Solare Termodinamico" diminuisce il suo costo all'aumentare della potenza installata con necessità di occupare estese superfici: un impianto termodinamico, a parità di potenza elettrica con il fotovoltaico, occuperebbe una superficie due volte maggiore. Inoltre, il fotovoltaico viene alimentato dall'irraggiamento solare diretto e diffuso, mentre il termodinamico ha bisogno di elevati valori di irraggiamento solare diretto (c.d. DNI – Direct Normal Irradiation). Quanto detto rende l'applicazione del termodinamico idonea in terreni desertici in cui è possibile far affidamento su elevati valori di DNI occupando estese superfici senza arrecare danni all'agricoltura.

Nel caso di specie, la società Teknosolar Italia 2 S.r.l. vorrebbe realizzare il suo impianto su di un ampio terreno agricolo, di elevata fertilità, paragonabile ad oltre 200 campi da calcio affiancati. La piana interessata ha una notevole estensione ed è contornata da sistemi collinari che delimitandola creano un'unità di paesaggio del tutto singolare e suggestiva nell'ambito paesaggistico chiamato "Fossa Bradanica". La sua conformazione la rende parte essenziale di un paesaggio con conformazione talmente suggestiva che i paesaggisti parlano di un esteso anfiteatro naturale.



Fig. 4: Esempio di impianto con imponente consumo di suolo agricolo ed dirompente impatto ambientale/paesaggistico.

La profondità e fertilità del suolo, la capacità idrica utile, la capacità di campo e le precipitazioni, pur nella media delle condizioni regionali, contribuiscono a mantenere uno stato di igrofilia che rende tali terreni altamente produttivi. Il territorio conserva un sistema di canalizzazioni di drenaggio per limitare i fenomeni di asfissia radicale e favorire lo scorrimento delle acque in surplus.

La piana con la sua caratteristica unità di paesaggio può essere compromessa da opere industriali altamente impattanti ed invasive che annienterebbero sia l'unità paesaggistica sia la potenzialità produttiva che, oltretutto, non può essere vista esclusivamente nella dimensione temporale attuale, ma necessariamente sulla prospettiva almeno di medio termine, tenendo conto dell'utilizzo più che millenario dei Suoli agricoli senza che il sistema abbia perso di valore in fertilità, composizione floristica e produttività. Le modificazioni determinate dall'impianto *termodinamico cancellerebbero irreversibilmente la fertilità del suolo, anche in un'ipotesi futura dismissione dell'impianto.*

L'invasività dell'impianto proposto dalla società Teknosolar Italia 2 S.r.l. si traduce in interventi di cementificazione e di impermeabilizzazione del suolo agricolo al fine di consentire la realizzazione delle seguenti opere industriali:

- Edifici industriali che costituiscono il "blocco di potenza" denominato *power block*: superficie **41.201 mq**; Stazione elettrica di utenza: superficie **1.515 mq**.

Nella ricostruzione non sono riportati i **4 camini** che immettono, a 18 m dall'altezza del suolo, inquinanti in atmosfera con ricaduta sul suolo agricolo. Inquinanti derivanti dalla *combustione del gas metano (ossidi di azoto e biossido di carbonio)* e dal *riscaldamento degli olii diatermici (benzene e fenolo)*. Per meglio comprendere il funzionamento e l'inquinamento che causerebbe l'impianto della Teknosolar Italia 2 S.r.l. sarebbe meglio definirlo *impianto solare termodinamico con olii diatermici + turbogas*.



Fig. 5: Immagine tratta dall'elaborato "Relazione Generale" del progetto deposito dalla società Teknosolar Italia 2 S.r.l.

- Campo solare costituito da **8640** captatori parabolici (SCE) di 12,37 m di lunghezza ciascuno; **720** collettori assemblati (SCA) di 148,5 m di lunghezza ciascuno; per una superficie di **2.222.007 mq**
- Pali di fondazione: superficie di oltre **4.500 mq**. Trattasi di **9000** trivellazioni per le fondazioni degli specchi parabolici. Ogni foro presenta un diametro di 1 m (o 0,85 m) con profondità variabile da 4 a 8 m. Tali fondazioni servirebbero per 9000 strutture di supporto a torre per gli specchi parabolici. Ogni supporto presenta un'altezza di circa 3,5 m con struttura in acciaio o in alluminio. In aggiunta, i pali più profondi saranno parzialmente immersi nella falda (1-2 m) con concreti rischi di immissione di inquinanti all'interno della falda stessa.

Per l'ipotetico impianto termodinamico della società Teknosolar Italia 2 S.r.l., come per tutti gli impianti



Fig. 6: Situazione pre-operam e post-operam.

ti a tecnologia termodinamica, vi è un sistema detto collettore solare che raccoglie e concentra la radiazione solare su un fluido termovettore riscaldandolo ad elevatissima temperatura (dell'ordine delle centinaia di gradi centigradi) trasformando l'energia solare in energia termica con conseguente trasformazione in energia elettrica da immettere in rete. Il fluido termovettore impiegato è rappresentato dagli olii diatermici (altamente inquinanti per l'ambiente ed altamente tossici). Gli olii diatermici (HTF) utilizzati sono prodotti dalla Dow Chemical Company e chiamati "DOWTHERM* A".

Nella scheda tecnica di tale sostanza si legge a pag. 7 "Informazioni tossicologiche" che trattasi di una sostanza **tossica e cancerogena**. *Contiene uno o diversi componenti che hanno causato il cancro in animali di laboratorio. Non si conosce la rilevanza del potenziale cancerogeno per l'uomo. Accidentali fuoriuscite di tali sostanze causerebbe danni irreversibili al suolo, al territorio e all'ambiente esponendo l'intera area a rischi di inquinamento.*

La società Teknosolar Italia 2 s.r.l., proponendo un impianto termodinamico su *Suoli agricoli*, opta per una tecnologia di prima generazione (orami abbandonata) che prevede l'utilizzo combinato di enormi quantità di olii diatermici e sali fusi. Gli olii diatermici creerebbero, in caso di sversamenti (incidente per nulla impossibile) danni irreversibili al suolo agricolo ed alla falda acquifera sottostante. Dato quest'ultimo, per nulla secondario, visto che *l'intera area assume un'importanza strategica* per l'intero comparto agricolo del Vulture Altro Bradano in seguito alla presenza di un'estesa falda superficiale che interessa l'intera piana di Palazzo San Gervasio. La disponibilità di una ricca falda superficiale conferisce ai terreni una *peculiarità unica da dover preservare* e non da esporre a rischi di inquinamento irreversibile connessi ai possibili sversamenti di olii diatermici. Probabilmente, il ricorso agli olii diatermici piuttosto che ai Sali fusi, come fluido termovettore, è dettato dalla necessità che il non idoneo livello di irraggiamento solare comporterebbe problemi di solidificazione dei sali nella fitta rete di tubazioni. Problema quest'ultimo superabile con l'utilizzo degli olii diatermici ad altissimo impatto ambientale.

Inoltre, pur potendo fare a meno, per assurdo, degli olii diatermici, sarebbe comunque inaccettabile il dover privare l'agricoltura locale della sua migliore risorsa, dei suoi migliori suoli ad alta produttività.

I Suoli interessati hanno una destinazione agricola non idonea all'installazione di un impianto termodinamico così come evidenziato in un autorevole lavoro scientifico intitolato "Global Potential of Concentrating Solar Power" discusso nella Conferenza mondiale "SolarPaces Conference Berlin" nel 2009, viene precisato, a pag. 10, che la tecnologia solare a concentrazione (CSP) come quella termodinamica con captatori parabolici trova applicazione nelle regioni aride "arid desert regions" e con una

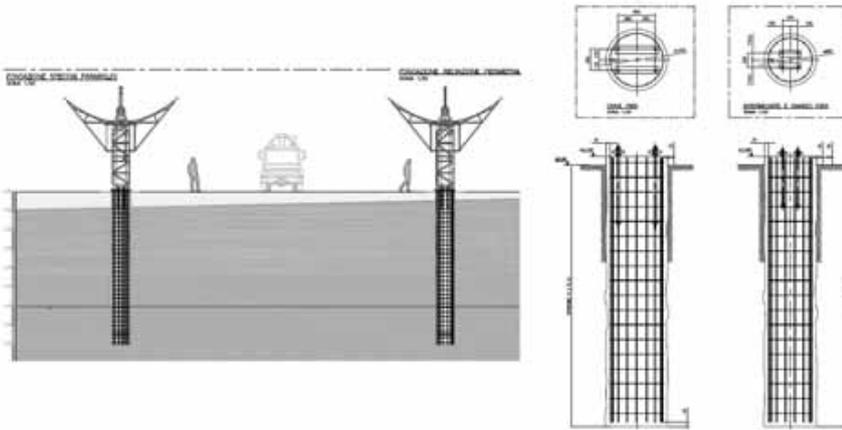


Fig. 7: Immagini tratte dalla Tav. A.13.a.30 del progetto depositato dalla società Teknosolar Italia 2 S.r.l.

radiazione solare diretta annua (DNI) compresa tra i 2000 e i 2800 kWh/m² a fronte dell'insignificante e sconcertante valore di irraggiamento medio annuo previsto dal Piano di Indirizzo Energetico Ambientale della Regione Basilicata (PIEAR) di soli 1460 kWh/m²/anno (pari a 4 kWh/m²/giorno). Alquanto inquietanti sono le ragioni per cui la Basilicata si sia dotata di un Piano in cui viene inserito un valore che corrisponde ad un DNI estremamente basso che non consentirebbe il funzionamento, in continuità e sicurezza, di un impianto puramente solare a tecnologia termodinamica con un livello di efficienza ragionevole.

In aggiunta nel "Quaderno del solare termico" del luglio 2011, è la stessa ENEA ad affermare che "Il solare termodinamico si avvia a diventare una tecnologia commerciale in grado di dare significativi contributi all'approvvigionamento energetico mondiale. Presenta una serie di caratteristiche interessanti... e consente di valorizzare terreni non altrimenti utilizzabili, come le aree desertiche, le aree industriali dismesse o le discariche esaurite".

Dalla colorazione delle cartografie di irraggiamento solare, anche un profano si accorgerebbe che la Regione Basilicata non è idonea ad accogliere un implan-

to solare a tecnologia puramente termodinamica. La colorazione in giallo, afferibile alla Basilicata, ben lontana dalla colorazione arancione o rossa rende inequivocabile il dato secondo cui il termodinamico non avrebbe alcun senso tranne nel caso in cui si voglia mascherare un impianto a gas metano con un impianto termodinamico, ma questa dovrebbe essere un'altra storia.

Oltre alla beffa, si aggiungerebbe anche il danno per la presenza di terreni ad alta fertilità per il sito prescelto in Regione Basilicata. L'im-

portanza dell'area agricola è attestata anche da un dettagliato studio che precisa come *i suoli dei territori comunali interessati appartengono a pedotipi come i "Mollisuoli" ed i "Vertisuoli". Geneticamente peculiari di quelle formazioni geo-morfologiche che caratterizzano gran parte dell'Appennino meridionale, questi pedotipi, come affermato in precedenza, costituiscono un patrimonio genetico raro, di uno straordinario ecosistema, irriproducibile alla scala della vita umana. Di più, si tratta di suoli che presentano una suscettività per l'agricoltura (classi I^a e II^a di Land Capability) estremamente elevata.*

In aggiunta, gli uffici dell'Assessorato alle Politiche Agricole della Regione Basilicata hanno espresso "parere negativo al rilascio dell'Autorizzazione Unica necessaria per la realizzazione del progetto di solare termodinamico della società Teknosolar Italia 2 con sede a Matera. L'autorizzazione alla Teknosolar Italia 2 S.r.l. per la realizzazione dell'impianto solare termodinamico sarebbe, infatti, in contrasto con le attuali direttive europee, condivise dallo Stato Italiano, sul contenimento del consumo del suolo e riuso del suolo edificato e con le finalità di valorizzazione dei terreni agricoli e la promozione e tutela dell'attività agricola del paesaggio e dell'ambiente che sono prevalenti alla realizzazione del progetto solare termodinamico anche alla luce dei valori sottesi al Piano di Sviluppo Rurale 2007/2013 che si intendono potenziare nel prossimo ciclo di programmazione".

La nota dell'Assessorato alle Politiche Agricole della Regione Basilicata, è un ulteriore tassello che si aggiunge a quello delle decine di Associazioni, Comitati, Cittadini della Basilicata e della Puglia che hanno espresso la loro netta contrarietà ad un impianto altamente impattante sul territorio, sia dal punto di vista ambientale sia sotto l'aspetto economico e sociale. Di grande rilevanza è la coalizione di diversi Comuni (Palazzo San Gervasio, Genzano di Lucania, Montemilone, Maschito e Spi-



Scheda di dati di sicurezza
The Dow Chemical Company

Nome del prodotto: DOWTHERM[®] A HEAT TRANSFER FLUID

Data di revisione: 2011/04/18
Data di stampa: 23 Aug 2011

The Dow Chemical Company vi incoraggia a leggere attentamente tutta la Scheda di Dati di Sicurezza, poiché essa contiene importanti informazioni. Ci aspettiamo inoltre che voi seguiate le precauzioni identificate in questo documento, a meno che le vostre condizioni di uso specifiche non necessitino altri metodi o azioni appropriate.

Sezione 11. INFORMAZIONI TOSSICOLOGICHE

11.1 Informazioni sugli effetti tossicologici

Tossicità cronica e cancerogenicità
Contiene uno o diversi componenti che hanno causato il cancro in animali di laboratorio. Comunque il/i componenti non è/sono genotossico/i, e non si conosce la rilevanza del potenziale cancerogeno per l'uomo.

Fig. 8: Stralcio della scheda tecnica dell'olio diatermico "Dowtherm[®] A".

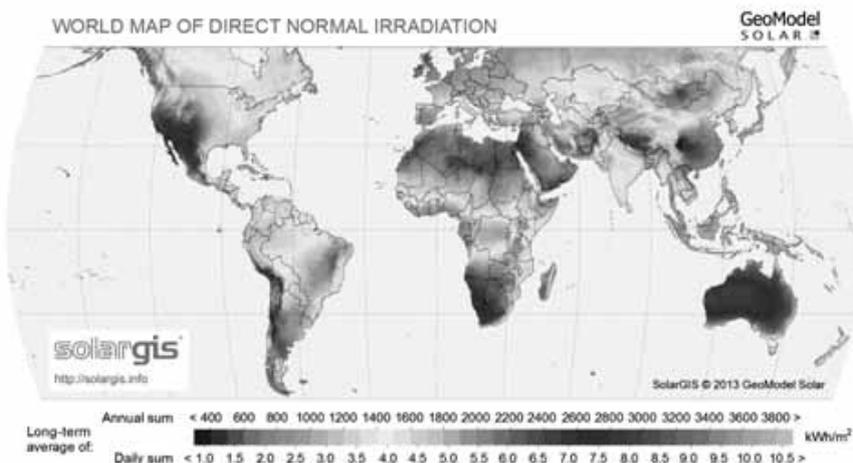


Fig. 9: Cartografie di irraggiamento solare (DNI).



Fig. 10: Manifestazione del 26.01.2014 contro l'impianto della Teknosolar Italia 2 S.r.l. (Foto Luciano Di Nardo)

nazzola della limitrofa Regione Puglia) unitisi nel dire NO ad un impianto che prevede un consumo dissennato di suolo agricolo. Oggi, l'allarme al consumo di suolo è più che mai una realtà incontrovertibile e l'obiettivo prioritario dovrebbe essere quello di salvaguardare la destinazione agricola dei suoli agricoli e la conservazione della loro specifica biodiversità e pedodiversità al fine di tamponare la devastante e irrefrenabile cementificazione della superficie agricola nazionale che sta assumendo una forma inquietante: secondo l'ISPRA, al 2012, la superficie di suolo consumato e perso irreversibilmente si è incrementato di altri 720 kmq, 0,3 punti percentuali in più rispetto al 2009, un'area pari alla somma dei comuni di Milano, Firenze, Bologna, Napoli e Palermo. Sottolinea l'Ispra che la velocità con cui si perde terreno non rallenta e continua procedere al ritmo di 8 mq al secondo.

Emblematico è l'intervento del Comune di Spinazzola della limitrofa Regione Puglia interessata dagli effetti ambientali, paesaggistici e agronomici derivanti dalla realizzazione dell'impianto Termodinamico. Effetti naturali che non possono rientrare nell'ottica dei confini amministrativi: la natura, l'ambiente, il paesaggio non hanno limitazioni amministrative. Il Comune di Spinazzola è distante meno di 200 m dall'impianto e, nonostante ciò, mai coinvolto nella Conferenza di Servizi regionale. Il Comune di Spinazzola fa sentire il

suo grido tramite la Deliberazione n. 3 del 13.02.2014 nella quale ritiene opportuno *"diffidare la Società Teknosolar Italia 2 s.r.l. dall'intraprendere qualsiasi attività in merito senza le prescritte autorizzazioni nazionali, regionali e locali e soprattutto senza le preventive doverose comunicazioni ai comuni limitrofi che comunque resteranno coinvolti nell'intera vicenda e ne subiranno inevitabilmente le nefaste conseguenze dell'insediamento termodinamico; invitare L'ARPA della Regione Puglia ad attivarsi fattivamente al fine di impedire che i cittadini della Regione Puglia vengano a subire supinamente e impotentemente possibili danni alla propria salute ed al proprio ambiente; dichiarare lo stato di agitazione permanente della Città di Spinazzola in supporto alle azioni già intraprese a riguardo per la salvaguardia dell'ambiente e della salute dei cittadini"*.

Matteo Renzi, nuovo Presidente del Consiglio, si è impegnato ad avviare, finalmente, un piano organico per la messa in sicurezza delle scuole italiane

Scuole sicure: che sia la volta buona?

Confidando che alle parole seguano fatti concreti, il GLIS prosegue la sua opera di informazione e formazione sull'uso corretto delle moderne tecnologie antisismiche, indispensabile per un'adeguata prevenzione.

di Alessandro Martelli* e Giordano-Bruno Arato**

Matteo Renzi, il nuovo Presidente del Consiglio, si è impegnato ad avviare urgentemente un piano organico per la messa in sicurezza delle scuole italiane, superando l'inerzia che ha caratterizzato fino ad ora le nostre Istituzioni¹⁻⁵. Confidando che alle suddette dichiarazioni seguano rapidamente fatti concreti, il GLIS sta proseguendo, anche quest'anno, non solo la sua ultratrentennale opera di informazione e formazione sulle moderne tecnologie antisismiche, ma anche quella volta a promuovere, in Italia, adeguate politiche di prevenzione, tali da assicurare la protezione dal terremoto delle strutture, in particolare (ma non solo) per gli edifici pubblici (come le scuole), per gli edifici strategici (come gli ospedali) e per gli impianti ed i componenti chimici a rischio di

incidente rilevante (RIR)⁶⁻¹¹. Nel seguito è fornito un quadro aggiornato delle manifestazioni già effettuate dal GLIS o con la collaborazione sua, dell'ENEA e dell'ASSISi-WETS nel 2014 e di quelle già previste⁶. È anche resa nota la composizione del nuovo consiglio direttivo del GLIS (peraltro già disponibile nel sito Internet dell'associazione, in www.assisi-antiseismicsystems.org).

Un articolo separato riporta alcuni commenti del primo autore di questo articolo sul libro «Il terremoto a scuola – La diffusione della “cultura sismica” per un futuro senza catastrofi», edito da *21^{mo} Secolo*, che sarà presentato al Centro Ricerche ENEA di Bologna il 28 marzo, nel corso di un apposito seminario informativo-formativo rivolto ai docenti delle scuole medie superiori, organizzato dall'ENEA e dalla Società Sintec, con il patrocinio dell'Ufficio Scolastico Regionale per l'Emilia-Romagna e con il contributo del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR) e di *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia* (si veda il programma a pag. 29).

1. Recenti manifestazioni scientifiche e di informazione

Alle manifestazioni scientifiche promosse dal GLIS o con la collaborazione sua, dell'ENEA e dell'ASSISi già citate nel numero di dicembre 2013 di *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia* ha già fatto seguito, nel primo bimestre del 2014, il convegno «Sicurezza sismica e riqualificazione energetica post-sisma. A quasi 100 anni dal terremoto che ha colpito la Marsica», organizzato dal comune della città a cura del secondo autore di questo articolo, dell'Arch. Costanza Montagliani e della nuova socia del GLIS Arch. Simonetta Ciaccia⁶. Esso si è tenuto, con il patrocinio del GLIS e del Co.Prev., all'Auditorium Enrico Fermi di Celano (AQ) il 25 gennaio ed ha riscosso notevole successo, in termini sia di partecipazione che di eco sulla stampa abruzzese¹²⁻¹⁷.

2. Ulteriori manifestazioni scientifiche e di informazione già programmate a livello nazionale

Per quanto riguarda le ulteriori manifestazioni già programmate a livello nazionale, sono ora da citare (ad integrazione di quelle già elencate nei numeri di ottobre e dicembre 2013 di *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*^{6,18}):

* Presidente dell'associazione GLIS («GLIS – Isolamento ed altre Strategie di Progettazione Antisismica»); presidente fondatore ed attuale vicepresidente e coordinatore della Sezione Territoriale dell'Unione Europea e degli altri paesi dell'Europa Occidentale («Western European Territorial Section» o WETS) dell'«Anti-Seismic Systems International Society» (ASSISi); coordinatore del «Task Group 5 on Seismic Isolation of Structures» dell'«European Association for Earthquake Engineering» (EAEE-TG5); membro del Comitato Tecnico-Scientifico del «Coordinamento Nazionale Associazioni di Volontariato per la Prevenzione Sismica e Ambientale» (Co.Prev.); membro della Commissione IPPC («Integrated Pollution Prevention and Control») per la concessione dell'AIA («Autorizzazione Integrata Ambientale») del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare; membro del Collegio dei docenti del Dottorato di ricerca in «Ingegneria Civile, Ambiente e Territorio, Edile e in Chimica» del Politecnico di Bari; membro della Commissione Ambiente del Distretto 2072 del Rotary International; e-mail: marteisso1@gmail.com.

** Responsabile delle relazioni esterne del GLIS e socio fondatore ASSISi; e-mail: giordanobruno.arato@gmail.com.



Figura 1 – Stampa dell’epoca che illustra i danni del terremoto della Val di Noto del 1693, durante il quale perirono a Catania 16.000 persone, su una popolazione complessiva di circa 20.000 abitanti²⁰.



Figura 2 – Una parte dei resti del Castello Santapau, a Licodia Eubea, distrutto dal sisma della Val di Noto del 1693²⁰.

- il convegno «Le moderne tecnologie disponibili per la sicurezza sismica e riqualificazione energetica nelle opere di ricostruzione», che avrà luogo a Tornimparte (AQ) il 10 aprile 2014, con il patrocinio del GLIS e del Co.Prev., e che è organizzato congiuntamente da tale città, dall’ENEA e dalla Società DOMUS (rappresentata nel GLIS da alcuni soci);
- l’incontro-dibattito su «Prevenzione come strumento per difendere il territorio dall’emergenza», che avrà luogo a Lanciano (CH) nell’ambito della «II Giornata della Prevenzione Iliaria Rambaldi» (analogamente all’evento svoltosi l’anno scorso¹⁹) l’11 aprile 2014 e che è nuovamente organizzato dall’Associazione culturale Iliaria Rambaldi Olnus, con il patrocinio del Co.Prev., del Fondo Ambiente Italiano (FAI), del GLIS e dall’ASSISi-WETS e con la partecipazione del primo autore di questo articolo e di altri soci del GLIS, sia in rappresentanza di tale associazione che in qualità di membri del Comitato Tecnico-Scientifico del Co.Prev. (si veda il programma a pag. 21).
- una conferenza del primo autore di questo articolo, in qualità di presidente del GLIS e di membro della Commissione Ambiente del Distretto 2072 del *Rotary International*, prevista il 14 aprile 2014 al *Rotaract Club Bologna Est*, sul tema «Rischio sismico e prevenzione: la situazione attuale in Italia, le moderne tecnologie antisismiche e la risposta delle Istituzioni», tema già da lui trattato in occasione del convegno «Rischio sismico e prevenzione», organizzato a Mirandola (MO) dai locali *Rotary e Rotaract Club* e dall’ENEA il 30 novembre 2013, con il patrocinio del GLIS, del Comune di Mirandola, dell’Unione dei Comuni Modenesi Area Nord, del Distretto 2017 del *Rotary International*, dell’ASSISi-



Figura 3 – Gli attuali resti del Castello Santapau dopo il terremoto della Val di Noto del 1693²⁰.

WETS, dell’EAAE-TG5 e dell’Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia⁶;

- il convegno «Gestione dell’emergenza logistica: sicurezza del territorio e delle infrastrutture», organizzato dall’AFCEA (*Armed Force Communication and Electronic Association*) e dal Laboratorio di Geomatica dell’Università de L’Aquila, che si terrà all’Università degli Studi di Roma II Tor Vergata il 4 giugno 2014, con il patrocinio del GLIS e del Co.Prev.
- il seminario/esposizione annuale GLIS del 2014 «Per non dover riparare o ricostruire dopo il terremoto – Interventi preventivi sugli edifici nuovi ed esistenti con le moderne tecnologie antisismiche», che si terrà il 13 giugno a Catania, città distrutta, nel 1693, dal violentissimo terremoto della Val di Noto (Figure 1-3²⁰) e non troppo distante dallo stabilimento chimico RIR di Priolo-Gargallo;
- l’incontro con la popolazione e con le Istituzioni su «Rischio sismico, prevenzione e moderne tecnologie antisismiche», che avrà luogo, nuovamente a



Figura 4 – Il Re Vittorio Emanuele II tra le rovine di Avezzano, dopo il terremoto del 1915²³.



Figura 5 – Altare improvvisato tra le rovine di una chiesa distrutta dal terremoto di Avezzano del 1915²³.

Catania, nella mattinata successiva al giorno del suddetto seminario/esposizione (cioè in quella di sabato 14 giugno).

3. Note sul seminario/esposizione annuale GLIS di Catania e sul successivo incontro con la popolazione

Riguardo al seminario/esposizione annuale GLIS del 2014 ed al successivo incontro succitati, sono recenti la conferma della sede e le decisioni riguardanti le date esatte, il quadro organizzativo e gli argomenti che saranno trattati. Infatti, in accordo con quanto era stato deciso nel corso dell'ultima riunione del Consiglio Direttivo del GLIS (22 novembre 2013), il 12 marzo il primo autore di questo articolo ha avuto due incontri a Catania, assieme al membro del consiglio direttivo del GLIS Ing. Manlio Marino dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Messina ed ai soci Proff. Vittorio Mazza e Fabio Neri della Sezione Territoriale della Sicilia Sudorientale (agli incontri era pure prevista la partecipazione del socio onorario Prof. Michele Maugeri, dell'Università degli Studi di Catania come il Prof. Neri, che, però, non è potuto intervenire, per altri improvvisi impegni istituzionali).

Dei suddetti due incontri:

- il primo si è tenuto presso la sede dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Catania, con l'Ing. Luigi Bosco, Assessore ai Lavori Pubblici ed alla Protezione Civile del Comune di Catania, nonché consigliere (e già presidente) del suddetto Ordine, e con il responsabile della programmazione degli eventi dell'Ordine Ing. Giuseppe Marano;
- il secondo è stato con il Magnifico Rettore dell'Università degli Studi di Catania Prof. Giacomo Pignataro.

Nel corso dei due incontri è convenuto di:

- tenere il nostro seminario/esposizione annuale venerdì 13 giugno prossimo a Catania;
- che esso sia organizzato congiuntamente dal GLIS, dall'ENEA, dall'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Catania, dall'Università degli Studi di Ca-

tania e possibilmente dalla locale sezione dell'AN-CE (successivamente invitata dal Prof. Neri);

- di fare ad esso seguire una mezza giornata (sabato 14 giugno mattina), dedicata alla popolazione ed ai rappresentanti delle Istituzioni.

Ovviamente, ai summenzionati coorganizzatori si aggiungeranno l'ASSISI-WETS, l'ANTEL (che ha recentemente confermato la sua adesione) e (se d'accordo) il SEWC-Italian Group.

L'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Catania (che, nei prossimi giorni, formalizzerà il suo accordo in merito a quanto convenuto nei due incontri) garantirà i crediti formativi per i professionisti che parteciperanno all'evento. L'Università metterà a disposizione la sala e gli spazi per l'esposizione (il luogo esatto sarà deciso a breve).

Il seminario/esposizione sarà principalmente dedicato ad illustrare i benefici delle moderne tecnologie antisismiche per la prevenzione (tema particolarmente caro al Comune di Catania), partendo dall'esperienza sino ad ora acquisita, in particolare nella ricostruzione in Abruzzo ed in Emilia. L'evento, inoltre, affronterà anche temi quali:

- le caratteristiche e l'utilizzabilità del cosiddetto *early warning*, cioè dell'invio di segnali d'allarme quando, in base ad un adeguato monitoraggio sismico, risulti superata, per le onde sismiche di compressione (p), una soglia prefissata, così da far temere l'arrivo di successive onde di taglio (s) di ampiezza pericolosa, in particolare per le strutture pubbliche e strategiche (impianti chimici RIR compresi);
- gli effetti degli incentivi economici già previsti in Sicilia (e proposti anche a livello nazionale) per chi utilizza i sistemi antisismici;
- l'assicurazione proposta contro il terremoto;
- la proposta di regole che indirizzino il committente (ente pubblico) a predisporre bandi che garantiscano l'affidamento di realizzazioni che prevedano l'utilizzazione delle moderne tecnologie antisismiche a soggetti realmente competenti e che favoriscano la semplificazione burocratica.



Figura 6 – Militari impegnati nello scavo delle macerie alla ricerca di superstiti, dopo il terremoto di Avezzano del 1915²³.



Figura 7 – Militari impegnati nel salvataggio di superstiti sepolti tra le macerie, dopo il terremoto di Avezzano del 1915²³.

Questi temi saranno oggetto anche dell'incontro del 14 giugno mattina. In tale incontro, inoltre, saranno trattati anche argomenti quali:

- la cosiddetta "ricostruzione preventiva antisismica", partecipata con la popolazione, sulla base dei risultati di un progetto svolto dall'*Urban Center* del Comune di Ferrara, con il finanziamento della Regione Emilia-Romagna e con la collaborazione (fra gli altri) dell'ENEA e di alcuni soci del GLIS, incluso il primo autore di questo articolo²¹;
- le caratteristiche ed i benefici, per la protezione della popolazione, della cosiddetta "stanza antisismica", brevettata e già sottoposta con successo ad esaurive prove sperimentali (che ne hanno dimostrato l'efficacia) dalla Società MADIS Costruzioni di Pescara (il cui amministratore unico, Geom. Pietro D'Intino, *Past President* dell'ANCE Abruzzo, ha recentemente aderito al GLIS).

Il primo annuncio ed il programma delle due manifestazioni saranno disponibili a breve. I lavori del seminario inizieranno alle 9:00 (con gli indirizzi di saluto) e termineranno alle 18:45. Essi si articoleranno in un numero limitato di relazioni, della durata di 25 minuti ciascuna. In conclusione si svolgerà l'usuale tavola rotonda. Terminati i lavori, la sera del 13 giugno avrà luogo la riunione annuale dei soci del GLIS, con l'approvazione dei bilanci consuntivo del 2013 e preventivo del 2014. L'incontro del 14 giugno inizierà alle 9:00 e terminerà alle 13:00. Si prevede che l'esposizione apra la mattina alle ore 9:00 del 13 giugno e chiuda alle ore 13:00 del 14 giugno.

4. Altre manifestazioni già previste a livello nazionale

A livello nazionale sono già previste, in data ancora da definire, anche le seguenti manifestazioni:

- il convegno «Le moderne tecnologie disponibili per la sicurezza sismica e la riqualificazione energetica negli edifici esistenti», organizzato dall'Or-

dine degli Architetti della Provincia di Pescara, con il patrocinio del GLIS, che è previsto a Pescara in maggio, con relazioni del primo autore di questo articolo e di altri soci del GLIS;

- un convegno sulla sicurezza delle scuole (con la mattinata dedicata all'informazione agli studenti ed il pomeriggio ad interventi di carattere tecnico), che sarà tenuto a Sant'Agostino od a Bondeno (FE), a cura dell'Associazione «Una Scuola per la Vita» di Bondeno e del Co.Prev., con la collaborazione del GLIS e di altri *partner* (a tale convegno saranno invitati a partecipare anche le altre associazioni attive, in Italia, sull'argomento in esso trattato, che si auspica aderiranno al Co.Prev.);
- una conferenza del primo autore di questo articolo, in qualità di presidente del GLIS e di membro della Commissione Ambiente del Distretto 2072 del *Rotary International*, al *Rotary Club* Torino Polaris, sul tema «Realizzazione di nuovi edifici ed interventi su quelli esistenti, fra efficienza energetica e protezione sismica», già oggetto di una pubblicazione da parte del summenzionato distretto del *Rotary*²²;
- il convegno sulla sicurezza delle scuole citato nel numero di dicembre 2013 di *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*⁶, che il GLIS ed il Co.Prev. prevedono di tenere quest'anno a Sulmona;
- un convegno che il GLIS sta organizzando in collaborazione con l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino, a cura del membro del consiglio direttivo Prof. Alessandro De Stefano del Politecnico di Torino;
- il seminario/esposizione annuale GLIS del 2015, previsto (come anticipato nel numero di dicembre 2013 di *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*⁶) ad Avezzano, in occasione del centesimo anniversario dell'omonimo terremoto del 13 gennaio 1915, di magnitudo $M_{aw} = 7,0$ ed intensità epicentrale MCS XI, che causò circa 30.000 vittime (Figure 4-7²³). Le caratteristiche e la data esatta dell'evento di

Avezzano saranno decise a breve, in accordo con quanto deciso in un incontro che gli autori di questo articolo hanno avuto il 20 marzo, assieme al socio di Avezzano Ing. Walter Bellotta (organizzatore locale), con i rappresentanti del comitato cittadino incaricato dal sindaco dell'organizzazione delle manifestazioni del centenario del terremoto.

Analogamente al seminario/esposizione annuale GLIS del 2014 di Catania, anche gli eventi di Sant'Agostino (o Bondeno), Sulmona, Torino ed Avezzano dovrebbero essere coorganizzati, fra gli altri, dai comuni delle città ove essi si svolgeranno, dall'ENEA, dall'ASSISi-WETS, dall'ANTEL, dal SEWC-Italian Group e dagli ordini professionali locali (in modo da assicurare crediti ai professionisti che parteciperanno).

5. Manifestazioni già programmate a livello internazionale

A livello internazionale, infine, si ricordano nuovamente⁶ le seguenti tre conferenze, che vedono il primo autore di questo articolo membro dell'*International Advisory Committee* (la prima), o dell'*Organizing Committee* (la seconda), o dell'*International Scientific Committee* (la terza), in rappresentanza del GLIS e dell'ASSISi, e nelle quali è prevista la partecipazione anche di altri soci delle due associazioni:

- la «2nd International Conference on Protection of Historical Constructions» (PROHITECH), che si terrà ad Antalya (Turchia), dal 7 al 9 maggio 2014;
- la «Sixth World Conference on Structural Control and Monitoring» (6WCSCM), che si svolgerà a Barcellona (Spagna), dal 15 al 17 luglio 2014;
- la «15th European Conference on Earthquake Engineering» (15ECEE), che avrà luogo ad Istanbul (Turchia) dal 24 al 29 agosto 2014.

Nell'ambito della conferenza di Barcellona, inoltre, il primo autore di questo articolo ha organizzato (nuovamente in rappresentanza dell'ASSISi e del GLIS), assieme al socio dell'ASSISi Prof. Francisco Lopez Almansa dell'Università della Catalogna di Barcellona, una sessione sul tema «*Seismic isolation of buildings, bridges and industrial plants and components*», che include numerose presentazioni di soci delle due associazioni. Anche alla conferenza PROHITECH di Antalya saranno numerose le relazioni di soci del GLIS e dell'ASSISi; fra queste ne è prevista una del primo autore di questo articolo, del socio delle due associazioni Dr. Ing. Paolo Clemente dell'ENEA e del Prof. De Stefano sulla sicurezza sismica delle strutture strategiche e pubbliche, in particolare delle scuole, degli ospedali, dei musei e degli impianti chimici RIR²⁴. Infine, è stata affidata al primo autore di questo articolo, in rappre-

Incontro-dibattito su

PREVENZIONE COME STRUMENTO PER DIFENDERE IL TERRITORIO DALL'EMERGENZA

Auditorium "Gennaro Paone", Lanciano (Chieti), 11 aprile 2014

Organizzata dall'Associazione Culturale Ilaria Rambaldi OLNUS, con il patrocinio del Fondo Ambiente Italiano (FAI), del Co.Prev. e delle Associazioni tecnico-scientifiche ASSISi-WETS e GLIS
Conduce il dibattito: Maria Rosaria La Morgia (RAI Tre Abruzzo)

PROGRAMMA

09:30-10:30: *Registrazione dei partecipanti*

10:30-10:45: *Apertura dei lavori*

10:45-11:10: *Il rischio sismico, le tecnologie antisismiche e la risposta delle Istituzioni* – Alessandro Martelli (Presidente GLIS e Vicepresidente ASSISi, membro del Comitato Tecnico-Scientifico del Co.Prev.)

11:10-11:35: *Apprendere il terremoto come comunità* – Chiara Porretta (*Urban Center*, Comune di Ferrara)

11:35-12:00: *Proiezione video "La cellula antisismica", Brevetto innovativo*

12:00-12:25: *Verso un'ingegneria sismica resiliente e sostenibile* – Alessandro De Stefano (Ordinario di Tecnica delle Costruzioni, Politecnico di Torino;

socio GLIS e membro del Comitato Tecnico-Scientifico del Co.Prev.)

12:25-12:50: *Spunti e riflessioni per una corretta prevenzione sismica* – Paolo Clemente (Direttore della Sezione Prevenzione Rischi Naturali e Mitigazione Effetti, Centro Ricerche della Casaccia, ENEA; socio GLIS e ASSISi e membro del Comitato Tecnico-Scientifico del Co.Prev.)

12:50-13:15: *Le nuove sfide dell'ingegneria sismica: come rispondere alle crescenti esigenze della società moderna* – Stefano Pampanin (Università di Canterbury, Christchurch, Nuova Zelanda)

13:15-13:30: *Conclusioni e chiusura dei lavori* – Maria Rosaria La Morgia e Alessandro Martelli

sentanza dell'EAAE-TG5, la *theme lecture* sui sistemi antisismici alla 15ECEE di Istanbul²⁵.

6. Il nuovo consiglio direttivo del GLIS

Come si è già accennato nel numero di dicembre 2013 di *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*⁶, durante il seminario/esposizione di Pescara del 18 ottobre 2013 si sono svolte le elezioni per il rinnovo del consiglio direttivo del GLIS. Per le diverse categorie di soci, sono stati eletti consiglieri, in accordo con lo statuto:

- l'Ing. Maria Gabriella Castellano (FIP Industriale);
- l'Ing. Daniele Corsetti (professionista a Fabriano);
- il Sig. Roberto Irsuti (21^{mo} Secolo);
- l'Ing. Manlio Marino (professionista a Messina);
- l'Ing. Renzo Medeot (CEN TC340);
- il Prof. Antonello Salvatori (Università degli Studi de L'Aquila);
- il Prof. Stefano Sorace (Università degli Studi di Udine).

Inoltre, i consiglieri "designati" dagli enti fondatori sono risultati:

- l'Ing. Giulia Bergamo (CESI, Seriate, BG);
 - l'Ing. Massimo Forni (ENEA, Bologna).
- Infine, ai suddetti nuovi consiglieri si sono aggiunti:
- l'Ing. Gian Carlo Giuliani (in rappresentanza del SEWC-Italian Group);
 - il primo autore di questo articolo, in qualità di *past president*.

Successivamente al seminario/esposizione del 2013 di Pescara, come previsto dallo statuto, si sono svolte votazioni per *e-mail*, da parte dei suddetti consiglieri, che hanno portato alla cooptazione nel consiglio direttivo dei seguenti due ulteriori soci:

- il Prof. Alessandro De Stefano (Politecnico di Torino);
- l'Arch. Giuseppe Pentassuglia (ANTEL).

Il rinnovo delle cariche dell'associazione è stato completato nella riunione del nuovo consiglio direttivo, costituito da tutti i succitati membri, tenutasi il 22 novembre 2013 presso la sede dell'ENEA di Bologna. In tale riunione, il primo autore di questo articolo è stato confermato presidente, il secondo autore responsabile delle relazioni esterne e l'Ing. Forni segretario generale.

Bibliografia

- 1 Alessandro Martelli (2014), «"Niente ambiente ... siamo politici" – Intervento di Alessandro Martelli», *Villaggio Globale – Trimestrale di Ecologia, Segni dei tempi*, <http://vglobale.it/politica-ambiente/16400-niente-ambiente-siamo-politici.html>, 16 febbraio.
- 2 Gian Antonio Stella (2014), «Le scuole che crollano – Emergenza nazionale – La sicurezza degli edifici in cui studiano i nostri figli non vale meno dello spread», *Corriere della Sera, Tuttifrutti*, 26 febbraio, p. 35; *Consorzio AetnaNet*, <http://www.aetnanet.org/catania-scuola-notizie-2485280.html>, 26 febbraio.
- 3 Redazione (2014), «Dove mandiamo a scuola i nostri figli: 25% aule con muffa, 28% finestre rotte ...», *Blitz Quotidiano*, <http://www.blitzquotidiano.it/cronaca-italia/dove-mandiamo-scuola-nostri-figli-25-aul-...>, 26 febbraio.

- 4 Rosario Battiato (2014), «Terremoti: si investa sulla prevenzione molto più economica della ricostruzione – Necessari 9,5 miliardi per la messa in sicurezza degli edifici. Attiverebbero 90 mila posti di lavoro», *Quotidiano di Sicilia*, 22 febbraio, p. 7; «Terremoti: prevenzione salvavita», *Quotidiano di Sicilia*, <http://www.qds.it/15239-terremoti-prevenzione-salvavita.htm>, 22 febbraio.
- 5 Alessandro Martelli (2014), «Difendersi dalle catastrofi naturali - Terremoti, le infrastrutture da salvare - Come garantire che scuole ed ospedali rimangano totalmente integri e pienamente operativi dopo l'evento sismico», *La Proprietà Edilizia*, N. 3, marzo, pp. 39-41.
- 6 Alessandro Martelli; Giordano-Bruno Arato, Massimo Forni, Giulia Molinari, Paolo Patroncini, Maria Grazia Piccinini, Leopoldo Rossini, Bruno Spadoni e Maria Cristina Zahariev (2014), «Rischio sismico e prevenzione – Il convegno del Rotary e dell'ENEA di Mirandola, il seminario/esposizione del GLIS di Pescara, le altre recenti e prossime manifestazioni», *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*, N. 4/2013 (dicembre), pp. 26-33.
- 7 Peppe Caridi (2014), «"Forte terremoto 7.5 in arrivo nello Stretto di Messina": facciamo chiarezza tra psicosi e realtà ...», *MeteoWeb*, <http://www.meteoweb.eu/2014/02/forte-terremoto-in-arrivo-nello-stretto-di-messina-t-...>, 1° febbraio;), «"Terremoto 7.5 in arrivo a Messina": facciamo chiarezza tra psicosi e realtà...», *6Aprile*, <http://www.6aprile.it/conoscere-i-terremoti/articoli-tecnici/2014/02/03/terremoto-7-5-...>, 3 febbraio.
- 8 Riccardo Iacona, Alessandro Macina ed Elena Stramentinoli (2014), «Terremoti», *Presa Diretta, RAI TRE*, 3 febbraio, ore 21:05.
- 9 Maria Teresa Improta (2014), «Esclusiva: ipotizzato sisma di magnitudo 7,5 al sud, il parere dell'esperto», *Qui Cosenza*, <http://quicosenza.it/italia/12621-il-sud-sarascosso-da-un-sisma-la-calabria-trema-imp-...>, 4 febbraio.
- 10 Francesco Sposato (2014), Intervista telefonica ad A. Martelli su rischio sismico e prevenzione, trasmessa dall'emittente radiofonica RLB, Rende (CS), 5 febbraio.
- 11 Giulio Giallombardo (2014), «Terremoto e sindrome Cassandra – Sicilia polveriera del Mediterraneo», *Sicilia Informazioni*, <http://www.siciliainformazioni.com/sicilia-informazioni/33946/terremoto-e-sindrome-...>, 7 febbraio.
- 12 Augusta D'Andrea (2014), «Sicurezza sismica e riqualificazione energetica post-sisma», *Terre Marsicane*, <http://www.terremarsicane.it/content/sicurezza-sismica-e-riqualificazione-energetica-...>, 21 gennaio.
- 13 Redazione (2014), «Celano, Convegno: "Sicurezza sismica e riqualificazione energetica post-sisma"», *L'Opinionista*, www.lopinionista.it, 22 gennaio.
- 14 Redazione (2014), «Celano – Terremoti, successo al convegno sulla prevenzione», *Il Centro, Celano*, 4 febbraio, p. 21.
- 15 Redazione (2014), «Rischio sismico e riqualificazione energetica: la sicurezza come priorità», *MarsicaLive*, www.marsicalive.it, 4 febbraio.
- 16 Redazione (2014), «Celano, convegno sul rischio sismico e ricostruzione: la prevenzione come priorità – Organizzato in occasione del 99° anno dal devastante sisma del 1915, l'incontro ha trattato temi importanti riguardanti le nuove tecniche provenienti dalla conoscenza progressa», *Avezzanoinforma*, Avezzano (AQ), 5 febbraio.
- 17 Francesca Cucca (2014), «Rischio sismico e riqualificazione energetica: la sicurezza come priorità», *Il Corriere d'Abruzzo, Celano*, www.ilcorrieredabruzzo.it, 7 febbraio.
- 18 Alessandro Martelli (2013), «L'ASSISi 13th World Conference di Sendai (Giappone) e le più recenti e prossime manifestazioni del GLIS – Continua a crescere l'applica-

- zione dei sistemi antisismici», *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*, N. 3/2013 (ottobre), pp. 19-26.
- ¹⁹ Alessandro Martelli (2013), «Prosegue l'impegno del GLIS per la prevenzione sismica – Si proteggano finalmente le scuole italiane», *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*, N. 2/2013 (giugno), pp. 17-23.
- ²⁰ Wikipedia (2014), http://it.wikipedia.org/wiki/Terremoto_del_Val_di_Noto_del_1693.
- ²¹ Ilenia Crema e Chiara Porretta (2014), «L'esempio del Satoh Laboratory della Waseda University – Ricostruzione preventiva antisismica con gli abitanti di Tokyo», *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*, N. 4/2013 (dicembre), pp. 22-25.
- ²² Alessandro Martelli (2013), «Efficienza energetica e protezione sismica», *Newsletter del Distretto 2072 del Rotary International*, N. 4 (novembre), pp. 4-5.
- ²³ Dipartimento della Protezione Civile (2014), http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/view_gal.wp?numelem=2&contentId=GAL209#top-media.
- ²⁴ Alessandro Martelli, Paolo Clemente ed Alessandro De Stefano (2014), «How to ensure seismic safety of schools, hospitals, museums and other strategic or public structures if the existing buildings are monumental or simply old», Second International Conference on Protection of Historical Constructions – PROHITECH'14, Antalya (Turchia), 7-9 maggio.
- ²⁵ Alessandro Martelli, Paolo Clemente, Alessandro De Stefano, Massimo Forni, ed Antonello Salvatori (2014), «Recent development and application of seismic isolation and energy dissipation and conditions for their correct use», *15th European Conference on Earthquake Engineering (15ECEEE)*, Istanbul (Turchia), 24-29 agosto.

Alcuni commenti al libro

«Il terremoto a scuola – La diffusione della “cultura sismica” per un futuro senza catastrofi»

di Alessandro Martelli*

Sono già intervenuto più volte, e da vari anni, sia con miei articoli, sia in interviste, sia (in rappresentanza dell'ENEA) pure in ambito istituzionale, sulla necessità e sull'urgenza di rendere l'edificato italiano (*in primis* le nostre scuole) molto meno vulnerabile al terremoto di quanto non sia oggi e, anche a tal fine, di accrescere (se non di far nascere...), nell'opinione pubblica del nostro paese, la percezione dei rischi, in particolare (ma non solo) di quello sismico¹⁻¹³. Per raggiungere quest'ultimo obiettivo (indispensabile affinché, anche in Italia, siano finalmente avviate efficaci politiche di prevenzione) è inderogabile partire proprio dalla formazione e dall'informazione nelle scuole, non solo perché gli studenti, gli insegnanti e, in generale, il personale scolastico sono “parte in causa” (per l'elevata vulnerabilità sismica di molte scuole italiane), ma anche perché è compito degli insegnanti trasmettere agli studenti le più aggiornate conoscenze e, soprattutto, perché i giovani sono assai spesso molto più “ricettivi” degli adulti.



Infatti, è assai triste constatare come, persino a seguito degli eventi sismici dell'Abruzzo del 2009 e dell'Emilia del 2012, persistano, nell'opinione pubblica italiana, una conoscenza ed una percezione così scarse del rischio sismico e dei tre elementi che lo costituiscono:

- la pericolosità sismica, cioè l'entità dei terremoti che possono verificarsi nelle diverse località, e le caratteristiche di tali eventi;
- la vulnerabilità sismica delle costruzioni, cioè la loro capacità di resistere ai terremoti;
- l'esposizione delle stesse costruzioni, cioè il loro “valore”, in relazione sia a quanto in esse contenuto (*in primis* le persone, ma anche le opere d'arte presenti nei musei, le sofisticate apparecchiature degli ospedali, ecc.), sia alla loro importanza per una corretta gestione dell'emergenza, sia ai possibili effetti, anche ambientali, conseguenti al collasso di tali costruzioni (si pensi agli impianti a rischio di incidente rilevante^{3,10}).

Per quanto attiene alla pericolosità sismica, nonostante sia ormai ben noto quali siano le cause e le caratteristiche dei terremoti e quali altri eventi calamitosi essi possano innescare (frane, maremoti, incendi,

* Vedi a pagina 17.



Figure 1 e 2 – Collasso della scuola Francesco Jovine di San Giuliano di Puglia durante il terremoto del Molise e della Puglia del 31 ottobre 2002 (magnitudo $M = 5,9$).



Figura 3 – Collasso della “Casa dello Studente” a L’Aquila durante il terremoto dell’Abruzzo del 6 aprile 2009 ($M = 6,2$).

ecc.), sono ancora diffuse strane credenze. Inoltre, grande è la confusione e molta è la disinformazione in merito alla cosiddetta “prevedibilità” dei terremoti: su questo argomento si confondono assai spesso, soprattutto in numerosi siti Internet, ipotesi fantasiose con i seri studi in corso, riguardanti le cosiddette “previsioni a medio termine”. Ciò è nocivo, perché le nuove metodologie sviluppate in campo sismologico su questo tema, in particolare all’Università degli Studi di Trieste ed all’*International Center of Theoretical Physics (ICTP)*¹⁴, possono fornire un prezioso contributo per l’indispensabile definizione delle priorità d’intervento sull’edificato esistente e per ottimizzare l’operatività del nostro sistema di protezione civile.

Passando alla vulnerabilità sismica, pochi sono informati sul livello di sicurezza (non solo sismica, ma anche statica) della propria casa o della scuola frequentata dai loro figli, o della chiesa in cui vanno a messa la domenica, o del supermercato in cui si recano a fare spese. Scarsa è anche l’informazione sull’esistenza e sulle caratteristiche delle regole di progetta-

zione in vigore e delle tecnologie che sono oggi a disposizione per rendere sicure le nostre costruzioni, sia nuove che esistenti.

Infine, nonostante alcune iniziative siano state promosse dalle istituzioni competenti, è ancora poco diffusa la conoscenza delle norme comportamentali da seguire in caso di terremoto.

Il libro «Il terremoto a scuola – La diffusione della “cultura sismica” per un futuro senza catastrofi», che sarà presentato al Centro Ricerche ENEA di Bologna il 28 marzo, nel corso di un apposito seminario informativo-formativo rivolto ai docenti delle scuole medie superiori, si propone di contribuire a colmare un vuoto di conoscenze sul rischio sismico e sulle sue componenti, attraverso la formazione e l’informazione, nelle scuole, con il supporto del Ministero dell’Università e della Ricerca. Essendo stato direttore del Centro Ricerche di Bologna dell’ENEA, prima di andare in pensione in novembre 2012, dopo esser stato responsabile, per diverso tempo, della Sezione “Prevenzione Rischi Naturali e Mitigazione Effetti” dell’Agenzia, desidero commentarlo brevemente.

Più precisamente, desidero svolgere alcune considerazioni, in parte aggiuntive rispetto a quanto è illustrato nel libro, facendo riferimento soprattutto proprio alle scuole, perché pure le loro caratteristiche costruttive e la loro sicurezza sono molto importanti per un’adeguata formazione degli studenti in tema di percezione del rischio sismico: anche per tale obiettivo (non solo per la loro sicurezza), le scuole dovrebbero essere realizzate con le migliori caratteristiche possibili. Riprendendo quanto ho scritto in recenti articoli^{12,13}, sottolineo che “dovrebbe” essere ovvio che le scuole sono (assieme agli ospedali) gli edifici pubblici che, più degli altri, “dovrebbero” restare totalmente integri dopo una catastrofe di qualsiasi tipo che colpisca il territorio dove essi si trovano (il condizionale è d’obbligo perché, purtroppo, così non è in Italia). Le scuole, infatti, contengono il bene più prezioso di ogni comunità: il suo futuro. Non basta affatto evitare il crollo degli edifici scolastici o che ospitano studenti (come è accaduto, ad esempio, a San Giuliano di Puglia durante il terremoto del Molise e della Puglia del 2002 e a



Figura 4 – La scuola elementare F. Filzi di Ospitale di Bondeno, costruita nel 1925 (in mattoni pieni e malta di calce) ed oggetto di ristrutturazione del tetto negli anni Settanta, all'indomani del terremoto in Emilia del 20 maggio 2012.



Figura 6 – Il Liceo Scientifico Romita di Campobasso nel 2003 (quando ospitava 1300 studenti), prima delle iniziali inutili opere di rinforzo e della successiva demolizione (effettuata solo nel 2009, a seguito del terremoto in Abruzzo) dei due corpi di fabbrica che erano risultati maggiormente insicuri, per la pessima qualità dei materiali costruttivi (evidenziata dai risultati di prove effettuate dall'ENEA dopo il sisma del Molise e della Puglia del 31 ottobre 2002).

L'Aquila durante quello dell'Abruzzo del 2009 – si vedano le Figure 1-3); è indispensabile che restino integri non solo i loro elementi strutturali (contrariamente a quanto avvenuto in numerosi casi anche in occasione del terremoto in Emilia del 2012 – si vedano, ad esempio, le Figure 4 e 5), ma anche quelli non strutturali (tamponature esterne, pavimenti, soffitti, tramezzi, ecc.).

Per raggiungere il suddetto obiettivo occorre:

- non costruire nuovi edifici scolastici in aree in cui non sia possibile proteggerli, con le tecnologie disponibili, da eventi catastrofici dell'entità massima credibile;



Figura 5 – La scuola media Galileo Galilei di Vigarano Mainarda (FE), danneggiata dal sisma dell'Emilia del 20 maggio 2012 e successivamente messa in sicurezza mediante l'inserimento di tiranti, ma, nonostante ciò, risultata ancora caratterizzata da un'elevata vulnerabilità sismica, stando ai risultati dell'analisi di vulnerabilità commissionata dal comune (la scuola è poi stata sottoposta ad un intervento di rinforzo).

- spostare le funzioni delle scuole esistenti presenti in tali aree in altre ove esse possano essere adeguatamente protette;
- nelle aree idonee, utilizzare tecnologie costruttive, sia per le nuove realizzazioni che per gli interventi sull'esistente, che ne permettano la protezione integrale fino agli eventi massimi credibili. Considerazioni analoghe valgono, ovviamente, anche per edifici strategici come gli ospedali¹³.

Per gli interventi sull'esistente, in conseguenza di quanto sopra evidenziato, è ovvio che, per strutture pubbliche come le scuole (o strategiche come gli ospedali¹³), limitarsi al cosiddetto "miglioramento" non è ammissibile, bensì è indispensabile l'adeguamento, cioè dotare l'edificio esistente della stessa capacità di resistere agli eventi calamitosi che tale edificio possederebbe se fosse costruito *ex novo*.

Tra i diversi rischi naturali che incombono sul nostro costruito, quello derivante dal terremoto è gravissimo, nonostante la pericolosità sismica del territorio italiano sia assai minore di quella che caratterizza altre aree geografiche (Giappone, California, ecc). Infatti, come è stato evidenziato nel 2012 nell'ambito dell'«Indagine conoscitiva sullo stato della sicurezza sismica in Italia» voluta dalla Camera dei Deputati^{1,2}, oltre il 70% dell'edificato italiano non è in grado di resistere ai terremoti ai quali può risultare soggetto (e, prima o poi, con tutta probabilità, lo sarà). Tale elevato numero di opere fortemente vulnerabili al sisma include, oltre a tanti edifici residenziali, ad importanti stabilimenti industriali (inclusi alcuni chimici "a rischio di incidente rilevante"^{3,10}) ed a moltissime antiche chiese ed altri edifici monumentali, anche numerose scuole (si veda, ad esempio, la Figura 6), numerosi ospedali¹³ ed altri edifici strategici e pubblici (prefetture, supermercati, ecc.).

Scuole, ospedali ed altri edifici strategici e pubblici sono spesso ospitati da costruzioni anch'esse antiche,



Figura 7 – Il complesso costituito dalla nuova scuola Francesco Jovine e dal Centro Culturale, Professionale ed Universitario “Le Tre Torri” di San Giuliano di Puglia, isolato sismicamente; il certificato di collaudo in corso d’opera (c.o.) è stato rilasciato da A. Martelli per l’ENEA e da C. Pasquale in settembre 2008.



Figura 8 – Alcuni dei 61 isolatori elastomerici ad alto smorzamento (*High Damping Rubber Bearing* o HDRB) e dei 12 isolatori a scorrimento a superficie piana acciaio-Teflon (*Sliding Device* o SD) che costituiscono il sistema di isolamento sismico del complesso di San Giuliano di Puglia di Figura 7.

o semplicemente vecchie, per le quali l’adeguamento sismico è o impossibile od eccessivamente costoso. In questi casi è inderogabile spostare le funzioni di tali edifici in altri, o esistenti (qualora questi offrano le necessarie garanzie di sicurezza o possano essere realmente adeguati), ovvero ricostruiti *ad hoc* con le migliori tecnologie disponibili, dedicando ad altre attività gli edifici antichi che non possano essere adeguati sismicamente e demolendo e ricostruendo quelli semplicemente vecchi.

Tecnologie antisismiche in grado di garantire l’integrità assoluta sia delle nuove costruzioni che di quelle esistenti esistono ormai da tempo, come è sottolineato anche nel libro da me commentato in questo articolo. In particolare, sono stati sviluppati e sono già significativamente applicati, anche in Italia, sistemi, come (fra gli altri) quelli d’isolamento sismico, che permettono di raggiungere l’obiettivo d’integrità assoluta suddetto fino a terremoti estremamente violenti, oltre a minimizzare l’effetto “panico” (cosa molto importante per le scuole ed altri edifici pubblici), a garantire l’indispensabile operatività di edifici strategici (come, ad esempio, gli ospedali) dopo un terremoto ed

a permettere interventi di carattere preventivo su edifici esistenti senza interromperne, se non parzialmente, l’operatività e senza doverne spostare tutti gli occupanti in altre strutture durante i lavori.

L’isolamento sismico è già stato utilizzato, in Italia, per proteggere un cospicuo numero (oltre 400) di edifici, sia residenziali, sia strategici e pubblici. In particolare, sono ormai oltre 30, sia di nuova costruzione che adeguate sismicamente, le scuole italiane protette dall’isolamento (si vedano, ad esempio, le Figure 7-16). L’efficacia di questa tecnologia (quando essa sia correttamente utilizzata), è da tempo dimostrata non solo da numerosi studi numerico-sperimentali, ma anche dall’ottimo comportamento di numerosi edifici con essa protetti (incluse alcune scuole ed alcuni ospedali¹³) durante violenti terremoti, a partire da quelli di *Northridge* (di magnitudo momento $M_W = 6,7$) e di *Hyogo-ken Nanbu* ($M_W = 6,8$) che colpirono, rispettivamente, l’area di Los Angeles (California, USA) il 17 gennaio 1994 e quella di Kobe (Giappone) esattamente un anno dopo.

Vale la pena di citare che recenti dimostrazioni dell’efficacia dell’isolamento sismico per la protezione



Figura 9 – La nuova scuola elementare di Marzabotto (Bologna, ex zona sismica 3), isolata sismicamente; il certificato di collaudo statico in c.o. è stato rilasciato da A. Martelli in settembre 2010.



Figure 10 e 11 – Due dei 28 HDRB ed uno dei 14 SD che costituiscono il sistema di isolamento sismico della nuova scuola di Marzabotto di Figura 9.



Figura 12 – La nuova scuola materna ed elementare di Mulazzo (Massa Carrara, ex zona sismica 2), isolata sismicamente; il certificato di collaudo statico in c.o. è stato rilasciato da A. Martelli in settembre 2012.



Figura 13 – Alcuni dei 29 isolatori in gomma-piombo (*Lead Rubber Bearing* o LRB) e dei 15 SD che costituiscono il sistema d'isolamento sismico della nuova scuola di Mulazzo di Figura 12.

degli edifici e, in particolare, delle scuole e degli ospedali si sono avute in Cina, durante il sisma di *Lushan* ($M_W = 7,0$) del 20 aprile 2013^{12,13,15}. Come ho già illustrato nel numero di dicembre 2013 di *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*¹⁵, tale terremoto ha colpito un'area che era già stata interessata da un violentissimo evento, quello di *Wenchuan* ($M_W = 7,9$) del 2008 (la distanza fra i due epicentri è stata di 150 km). Si è verificato, dunque, solo 5 anni dopo tale evento, mentre, precedentemente, un sisma di magnitudo comparabile era avvenuto 80 anni prima (ciò dovrebbe far meditare sui limiti delle "previsioni" basate sul cosiddetto "periodo di ritorno" dei terremoti). Il sisma di *Lushan*, inoltre, è stato caratterizzato da valori dell'accelerazione orizzontale massima del terreno (*Peak Ground Acceleration* o PGA) che hanno raggiunto 0,4-0,6 g, dunque assai superiori al valore di progetto di 0,3 g, così come, del resto, era accaduto in occasione di numerosi violenti terremoti precedenti (cosa che dovrebbe far meditare sui limiti delle metodologie probabilistiche in uso per la determinazione delle azioni sismiche di progetto e sull'opportunità di affiancare ad esse approcci deterministici, come il *Neo-Deterministic Seismic Hazard Assessment*, o NDSHA, anch'esso sviluppato all'Università di Trieste ed all'ICTP)^{10,16,17}. L'evento di *Lushan* ha causato 196 morti (oltre a 21 dispersi) ed il ferimento di 250.000 persone; sono crollati o sono stati lesionati circa 40.000 edifici (cioè circa il 75% di quelli presenti nell'area interessata dall'evento). Le costruzioni fortemente lesionate annoverano numerosi edifici strategici e pubblici, anche costruiti o ricostruiti dopo l'evento di *Wenchuan*, inclusi scuole ed ospedali. Però, ove era utilizzato, l'isolamento si-

smico risulta, ancora una volta, aver dato ottima prova di sé¹⁵.

Particolarmente interessanti sono, a *Lushan*, due casi di strutture in cemento armato:

- quello di due scuole elementari, l'una fondata convenzionalmente e l'altra isolata sismicamente, ambedue strumentate;
- quello dell'ospedale della contea (7 piani fuori terra ed 1 interrato), costituito da 2 corpi di fabbrica fondati convenzionalmente ed 1 con isolamento sismico alla base.

Circa le due scuole, mentre quella fondata convenzionalmente ha visto il valore della PGA di 0,2 g amplificato, al tetto, a 0,72 g, per quella isolata tale valore è risultato invece ridotto da 0,2 g a 0,12 g. Quindi, l'efficacia dell'isolamento sismico, in questo caso, è risultata quantificabile in un fattore riduttivo dell'accelerazione massima alla sommità pari 6. Quanto all'ospedale della contea, i due edifici fondati convenzionalmente hanno subito danni sia strutturali che ai tramezzi, al tetto ed alle apparecchiature contenute, risultando inutilizzabili dopo il terremoto, mentre quello isolato è stato l'unico della contea a restare totalmente indenne ed operativo: ciò ha permesso di curarvi migliaia di feriti.

Dunque, che cosa aspettiamo ad utilizzare l'isolamento sismico e le altre moderne tecnologie disponibili (dissipazione d'energia, ecc.) in modo esteso, per proteggere il nostro edificato, e non solo le nostre scuole, i nostri ospedali e gli altri nostri edifici strategici e pubblici, ma anche le nostre abitazioni, sia di nuova costruzione che esistenti? Tanti paesi lo stanno già facendo.



Figure 14 e 15 – Il nuovo blocco del Liceo Scientifico Romita di Campobasso di Figura 6, durante la ricostruzione con l’isolamento sismico, effettuata a seguito della demolizione del preesistente edificio (foto di novembre 2011); il certificato di collaudo in corso d’opera è stato rilasciato dallo scrivente, per conto dell’ENEA, in giugno 2013.

Figura 16 – Due dei 12 HDRB ed uno dei 10 SD che costituiscono il sistema d’isolamento del liceo di Figure 14 e 15.

Le tecnologie atte a rendere sicuri gli edifici italiani in caso di terremoto esistono ed è insensato non utilizzarle in modo esteso. Certamente l’obiettivo è agevole per le nuove costruzioni, mentre le difficoltà da superare per rendere sicuri gli edifici esistenti sono enormi, dal punto di vista economico. Occorreranno alcuni decenni per risolvere il problema dell’elevato rischio sismico dell’edificato esistente italiano, ma, per farlo, occorre iniziare subito, agendo per priorità (definite anche in base ai risultati delle più moderne metodologie in campo sismologico) ed utilizzando le migliori tecnologie costruttive disponibili, già menzionate.

Se si vuole che l’opinione pubblica italiana acquisisca una corretta percezione dei rischi (in particolare di quello sismico), sta alle istituzioni dare l’esempio, promuovendo, finalmente, corrette politiche di prevenzione. Però, anche i singoli cittadini devono fare la loro parte, spendendo un po’ di più (ma, spesso, neppure troppo e, in alcuni casi, pure risparmiando!) subito, per evitare di spendere cinque volte tanto, dopo un terremoto, per riparare i danni e, soprattutto, per evitare di mettere a rischio la loro vita e quella dei loro familiari. Le istituzioni potrebbero comunque aiutarli con adeguati incentivi e l’assicurazione proposta, con un recente disegno di legge, contro i rischi derivanti da calamità naturali e per un fondo per la sicurezza e l’efficienza energetica degli edifici potrà giovare grandemente¹³. Circa tale proposta, si noti che efficienza energetica e protezione sismica sono due obiettivi da perseguire congiuntamente, nella progettazione sia dei nuovi edifici che di interventi su quelli esistenti. Difatti, se è curato soltanto uno dei due aspetti, si corre il rischio di adottare misure controproducenti per l’altro¹¹. Inoltre, rendere un edificio efficiente dal punto di vista energetico spesso implica l’adozione di sistemi ed apparecchiature assai vulnerabili al sisma: pertanto, trascurare la protezione dal terremoto mette a repentaglio investimenti notevoli.

Altrettanto ovviamente occorre non dimenticare gli altri rischi, oltre a quello sismico, rischi che, se trascurati, possono pure rendere inutilizzabili gli edifici, oltre che causare vittime: su quest’ultimo punto, per

quanto attiene alle scuole, basti ricordare il crollo del controsoffitto che uccise il giovane Vito Scafidi nel Liceo Scientifico Darwin di Rivoli nel 2008.

Riferimenti bibliografici

- 1 Camera dei Deputati (2012), «Indagine conoscitiva sullo stato della sicurezza sismica in Italia – Audizione di rappresentanti dell’ENEA, del professor Giuliano Panza e del professor Antonello Salvatori», *Resoconti stenografici delle indagini conoscitive – Commissione VIII*, Seduta di mercoledì 30 maggio, www.camera.it, pp. 3-22.
- 2 Camera dei Deputati (2012), «Indagine conoscitiva sullo stato della sicurezza sismica in Italia – Audizione di rappresentanti dell’ENEA», *Resoconti stenografici delle indagini conoscitive – Commissione VIII*, Seduta di giovedì 13 settembre, www.camera.it, pp. 2-27.
- 3 Alessandro Martelli, Paolo Clemente ed Alessandro De Stefano (2013), «Le prime iniziative del GLIS nel 2013 – Sicurezza sismica degli impianti chimici a rischio di incidente rilevante e delle scuole italiane», *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*, N. 1/2013 (marzo), pp. 8-14.
- 4 Alessandro Martelli, Alessandro De Stefano ed Antonio Vizzaccaro (2013), «Scuole sicure: diritto e dovere della società civile», *Villaggio Globale – Trimestrale di Ecologia*, www.vglobale.it, Anno XVI, N. 61, marzo, ISSN 2039-7208.
- 5 Redazione di Villaggio Globale (2013), «Un paese ingessato dalla burocrazia e dall’ortodossia scientifica – Mentre ricordiamo L’Aquila il Sud trema... In una preoccupata lettera il prof. Martelli rinnova le sue preoccupazioni e sollecita una politica di prevenzione», *Villaggio Globale*, <http://vglobale.it/territorio/15584>, 6 aprile 2013.
- 6 Alessandro Martelli (2013), «Prosegue l’impegno del GLIS per la prevenzione sismica – Si proteggano finalmente le scuole italiane», *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*, N. 2/2013 (giugno), pp. 17-23.
- 7 Alessandro Martelli (2013), «Vivere in un luogo sicuro è felicità – Rischio sismico delle scuole: diritto a sicurezza e corretta informazione», *Villaggio Globale, Trimestrale di Ecologia*, Anno XVI, N. 62 (giugno), ISSN 2039-7208.
- 8 Alessandro Martelli (2013), «Case sicure – Sisma – Come rendere sicure le nostre abitazioni», *Villaggio Globale, Trimestrale di Ecologia, Fragile sicurezza (Tema: “Nuovi Creatori”)*, Anno XVI, N. 63, <http://rivista.vglobale.it/temi/833-nuovi-creatori/fragile-sicurezza/costruire-la-sicurezza...> (settembre), ISSN 2039-7208.

- ⁹ Alessandro Martelli (2013), «Un problema anche di cultura – Come prevenire i danni da terremoto», in «A scuola senza sicurezza – L'edilizia scolastica è un'emergenza vera. Da affrontare davvero», 2087 – *Rivista di formazione e informazione per la sicurezza sul lavoro*, n. 10 (ottobre), pp. 10-11.
- ¹⁰ Alessandro Martelli, Paolo Clemente e Alessandro De Stefano (2013), «On the benefits of a wide use of anti-seismic systems for the seismic protection of schools and high risk chemical plants», Relazione su invito, *Atti su chiacchierata elettronica della 13th World Conference on Seismic Isolation, Energy Dissipation and Active Vibration Control of Structures – Commemorating JSSI 20th Anniversary*, 24-26 settembre, Sendai (Giappone).
- ¹¹ Alessandro Martelli (2013), «Efficienza energetica e protezione sismica», *Newsletter del Distretto 2072 del Rotary International*, n. 4 (novembre), pp. 4-5.
- ¹² Alessandro Martelli, Alessandro De Stefano e Benedetto De Vivo (2013), «La qualità abitativa – Ma in che mani siamo?», *Villaggio Globale, Trimestrale di Ecologia, La qualità svenduta (Tema: "Nuovi Creatori")* – *La vita prezzata*, Anno XVI, N. 64, dicembre, ISSN 2039-7208.
- ¹³ Alessandro Martelli (2014), «Difendersi dalle catastrofi naturali - Terremoti, le infrastrutture da salvare - Come garantire che scuole ed ospedali rimangano totalmente integri e pienamente operativi dopo l'evento sismico», *La Proprietà Edilizia*, N. 3, marzo, pp. 39-41.
- ¹⁴ Antonella Peresan e Giuliano Panza (2013), «Scenari neodeterministici di pericolosità sismica (NDSHA) dipendenti dal tempo», *Atti della Giornata di Studio «Sicurezza Sismica degli Impianti Chimici a Rischio di Incidente Rilevante»*, P. Clemente ed A. Martelli, ed., ENEA, Roma, ISBN 978-88-8286-285-5, pp. 11-16.
- ¹⁵ Alessandro Martelli (2013), «L'ASSISI 13th World Conference di Sendai (Giappone) e le più recenti e prossime manifestazioni del GLIS – Continua a crescere l'applicazione dei sistemi antisismici», *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*, N. 3/2013 (ottobre), pp. 19-26.
- ¹⁶ Giuliano Panza, Koji Irikura, Mihaela Kouteva, Antonella Peresan, Zhenming Wang e Rodolfo Saragoni, ed. (2011), *Advanced seismic hazard assessment, Pageoph Topical Volume*, ISBN 978-3-0348-0039-6 & ISBN: 978-3-0348-0091-4.
- ¹⁷ Giuliano Panza (2012), «Approccio neodeterministico (NDSHA) per la definizione attendibile della pericolosità sismica», *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*, N. 3/2012 (ottobre), pp. 20-25.

IL TERREMOTO A SCUOLA: la diffusione della cultura sismica per un futuro senza catastrofi

Seminario informativo-formativo rivolto ai docenti delle scuole medie superiori

28 Marzo 2014 - ore 9,00-17,00

ENEA - Via Martiri di Monte Sole, 4 - Bologna

PROGRAMMA

Indirizzi di saluto

Pietro Francesco Petrungraro, Direttore del Centro ENEA di Bologna

Esperienze della scuola dal terremoto, Stefano Versari - Vice Direttore Generale dell'Ufficio Scolastico Regionale dell'Emilia-Romagna

MATTINA

Presiede Massimo Forni (ENEA, Responsabile Unità Tecnica Ingegneria Sismica)

Struttura interna della Terra, modello della tettonica a placche e terremoti, Gabriele Scarascia Mugnozza (Università La Sapienza, Roma); Salomon Hailemichael (ENEA)

Strumenti di misura: dai primi sismometri ai moderni sensori, Giovanni Bongiovanni (ENEA)

La previsione dei terremoti, Dario Albarello (Università di Siena)

Le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica, Paolo Clemente (ENEA)

Il Terremoto in Emilia Romagna: sismicità storica ed evento del 2012, Guido Martini, Salvatore Paolini (ENEA)

POMERIGGIO

Effetti del sisma sulle costruzioni; evoluzione dei criteri antisismici, Alberto Parducci (Università di Perugia)

Moderni sistemi di protezione sismica, Massimo Forni (ENEA)

Il terremoto e la scuola: dalle tragedie di San Giuliano di Puglia e dell'Aquila alle moderne scuole antisismiche, Alberto Dusi (Numeria)

Sicurezza nelle scuole e comportamento in caso di terremoto, Gianluca Gottardi (Regione Emilia-Romagna)

DISCUSSIONE

MATERIALE DISTRIBUITO

(può essere richiesto anche alla redazione di *21^{mo} Secolo – Scienza e Tecnologia*)

Volume *Il terremoto a scuola: la diffusione della cultura sismica per un futuro senza catastrofi*.

CD con le presentazioni dei relatori. Materiale informativo (articoli, riviste).

Una risposta innovativa per accrescere la sicurezza delle persone nelle abitazioni a rischio sismico

Madis room, un brevetto per un nuovo modo di fare prevenzione sismica

di Antonio D'Intino *

Negli ultimi mille anni circa 3000 terremoti hanno provocato danni più o meno gravi. Quasi 300 di questi hanno avuto effetti distruttivi e, addirittura, uno ogni dieci anni ha provocato conseguenze catastrofiche, come il terremoto dell'Aquila del 2009. Il territorio italiano è fortemente esposto al rischio sismico, quindi prepararsi ad affrontarlo è fondamentale. La sicurezza dipende in gran parte dalla casa in cui si abita, se è costruita in modo da resistere al terremoto non subirà gravi danni e proteggerà gli occupanti, *perché è il crollo degli edifici che uccide, non il terremoto*. Quando e dove avverrà il prossimo terremoto nessuno può saperlo con esattezza ma sappiamo bene cosa aspettarsi da una scossa: prendere le contromisure è il modo migliore per prevenire e ridurre le conseguenze devastanti.

Se è impossibile evitare un terremoto, è invece possibile mitigarne gli effetti sulla popolazione ricorrendo alla prevenzione. *Prevenire* è la parola chiave di ogni discorso presente e futuro, non possiamo più permetterci di procedere con la sola logica delle emergenze e fare una evitabile "conta dei danni", dei feriti e, purtroppo, dei morti all'indomani di ogni catastrofe. Bisogna uscire da questo circolo vizioso e lanciare un grande piano di prevenzione sismica, che ancora manca in Italia, per salvare vite umane oggi minacciate nel 75% del territorio nazionale. Questo tema drammatico, nella quotidianità, è avvertito come distante fin quando non ne siamo toccati da vicino. Ma la cultura della prevenzione va costruita giorno per giorno e qualcosa, per fortuna, si muove in questa direzione. Lo Stato ha infatti avviato un piano nazionale per la prevenzione sismica, che prevede lo stanziamento alle Regioni di circa un miliardo di euro in sette anni, con diverse finalità:

- indagini di microzonazione sismica;
- interventi per rendere più sicuri gli edifici pubblici, strategici e rilevanti;
- incentivi per interventi di miglioramento sismico di edifici privati.

Buona volontà a parte, questo piano non è sufficiente per rendere sicuri gli edifici dove lavoriamo ed abitiamo. Se da un lato le nuove costruzioni potranno essere costruite rispettando le attuali normative sismi-

che, dall'altro viene lecito chiedersi come intervenire sull'esistente. Le cifre sono eloquenti: il patrimonio edilizio italiano da mettere a norma, quello costruito prima degli anni Ottanta, ammonta a circa l'80% dell'esistente (circa 22 milioni solo di abitazioni private). È evidente che si tratta di un'opera di vastissime proporzioni e non sempre si può intervenire, per diversi motivi:

- il costo elevato, talvolta proibitivo per le fasce di reddito basse;
- la natura del patrimonio edilizio, soprattutto nei centri storici, sul quale si possono effettuare in molti casi solo interventi di miglioramento sismico, ma non di adeguamento con relativa certificazione;
- il patrimonio edilizio vincolato e sotto tutela;
- il patrimonio edilizio dove non si può intervenire per motivi tecnici;
- gli ostacoli agli interventi di prevenzione con adeguamenti sismici sull'insieme di palazzine per la frammentazione della proprietà privata; dove non si raggiunge l'unanimità i lavori restano al palo.

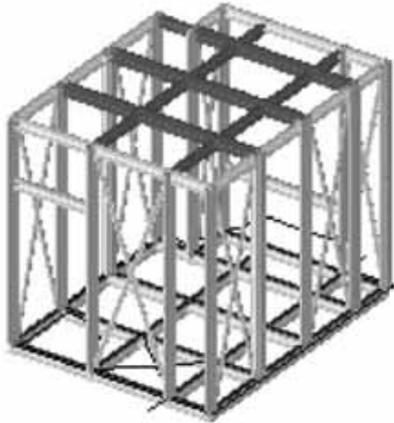
Partendo da queste considerazioni la divisione ricerca e sviluppo dell'azienda Madis (che di recente ha aderito al GLIS) ha coronato anni di studi in materia con la **Madis Room**, la cellula antisismica (brevetto n. 0001400292) ammessa alle detrazioni fiscali sulla ristrutturazioni.

In caso di terremoto, grazie a questa stanza si affronta lo sciame sismico in maniera completamente diversa che nel passato. Se ieri si cercava riparo sotto un tavolo, accanto ad un muro portante, in strada, con la Madis Room ci si sistema comodamente nella stanza protetta attendendo che lo sciame passi, magari giocando con i figli per tranquillizzarli. Niente più corse fuori casa, con il rischio di essere colpiti dai calcinacci dei cornicioni; niente più paure per le persone anziane che hanno una mobilità limitata. Accanto a quella primaria di protezione dagli eventi sismici, la Madis Room può avere altre funzioni come ad esempio fungere da stanza sicura contro ladri e malintenzionati (dotandola di porta blindata e tapparella antintrusione), oppure da rifugio in caso di incendi in attesa dei soccorsi (installando l'opzionale rivestimento di materiale ignifugo).

Spiegata la "filosofia" della Madis Room, ora scendiamo nel dettaglio della parte tecnica.

La Madis Room è un sistema per la protezione passiva delle persone all'interno di un ambiente durante un evento sismico, è una cellula di sicurezza che rallenta l'ingresso della polvere e resiste al crollo, alla ca-

* Amministratore della Società MADIS Costruzioni Pescara; socio GLIS.



Schema della struttura progettata per il crash-test a L'Aquila (maggio 2014)

duta ed agli urti di notevoli masse e pesi secondo calcoli certificati in ogni installazione. Gli elementi utilizzati nel calcolo sono stati ricavati con un programma di calcolo strutturale dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili. La struttura è stata schematizzata attraverso l'introduzione di elementi verticali e orizzontali in acciaio. I nodi strutturali sono stati progettati con unioni bullonate, allo scopo di evitare saldature in opera. Le verifiche delle membrature in acciaio sono state condotte secondo Eurocodice.

Le verifiche tengono conto delle varie condizioni e combinazioni di carico previste dalle normative. La tenuta della struttura è stata messa alla prova anche attraverso "crash test" realizzati in occasione della demolizione di due palazzi (Vedi <http://www.stanza-antisismica.it/crash-test/>).

Sul piano dei calcoli strutturali vanno considerate due peculiarità di Madis Room:

- Non interferisce con la struttura portante dell'edificio, perché nella sua installazione si ha cura di separare la gabbia metallica dalle strutture del fabbricato, permettendo che il movimento vibratorio avvenga liberamente per ciascuna delle due parti ed evitando fenomeni di martellamento.

- L'incidenza sui sovraccarichi verticali della struttura resta pressoché invariata. L'aggravio di peso della Madis Room, in una stanza di circa 10 metri quadrati, è compensato dalla rimozione di pavimento e massetto (circa 15 quintali), a lavoro ultimato il carico (struttura più finiture come cartongesso e altro) oscilla tra i 12 e i 15 quintali.

Sul piano costruttivo, la Madis Room è costituita da elementi metallici verticali e orizzontali, oltre a controventi e completamenti. Le caratteristiche dell'acciaio utilizzato devono essere conformi a quanto previsto dalle NTC 2008 (nello specifico del tipo S235).

La gabbia metallica è rivestita completamente da un tessuto costituito da fibre sintetiche ad alta tenacità rinforzate da fili in acciaio inox. Il tessuto ha una resi-



Unione bullonata trave-colonna



Fase di montaggio del controsoffitto in cartongesso, a scheletro portante ultimato

stenza alla trazione di circa 115 kN/m, con un allungamento prima della rottura di circa il 25%.

Nella configurazione con resistenza al fuoco, insieme al tessuto ad alta tenacità viene installato il feltro antifiamma Cake 250.

Le strisce di tessuto sono incollate tra loro mediante adesivi poliuretanici (tipo Z.Pur.O Sticker della Ditta F.lli Zucchini), la cui resistenza è dello stesso ordine di grandezza del tessuto.

Le finiture possono essere a richiesta del committente, con l'unico vincolo di rispettare i pesi massimi previsti in progetto.

Il montaggio ricalca fasi ben note nei cantieri. Dalle operazioni preliminari (rimozione pavimentazione e sottofondo, disconnessione e accantonamento di termosifoni e climatizzatori, infissi interni ecc.) alla realizzazione dell'involucro (rivestimento in tessuto ad alta tenacità per pavimento e pareti, assemblaggio della gabbia metallica, posizionamento dei controventi laterali e su richiesta coibentazione termoacustica e/o rete metallica anti-intrusione), finiture e completamento (pavimentazione, cartongesso, impianti, arredi,

optional come porta blindata e tapparella antintrusione in alluminio estruso).

È giusto precisare che la Madis Room non è un sistema di protezione antisismica dell'intero fabbricato ma cambierà nelle persone il concetto di sicurezza e protezione sia a livello individuale che collettivo.

Una struttura che appaga il desiderio di protezione non solo della integrità fisica, ma anche psicologica. Niente più panico e notti agitate trascorse fuori casa, magari in auto, con il trauma da rientro a casa, dopo ogni scossa. Giova anche ricordare la sua duttilità: è stata progettata per adattarsi a qualsiasi stanza, non modifica la fruizione degli ambienti, si installa in tempi brevi e a lavori ultimati si può ripristinare tranquil-

lamente la configurazione originaria della stanza conservando l'arredo preesistente.

La Madis Room si configura, dunque, come una interessante soluzione per il mercato delle ristrutturazioni, specialmente per quelle costruzioni vulnerabili al sisma, che, per impedimenti economici o tecnici, ovvero per mancanza di accordo con alcuni dei condomini, è impossibile sottoporre ad opere di adeguamento sismico (quantomeno in tempi sufficientemente rapidi), ed anche per quelle che siano state migliorate sismicamente, ma per le quali permanga un livello di vulnerabilità sismica significativo. Per le costruzioni suddette è possibile, con la Madis Room, ottenere importanti risultati per la sicurezza degli abitanti.

A cura di Massimo Forni

IL TERREMOTO A SCUOLA

la diffusione della "cultura sismica" per un futuro senza catastrofi

pagg. 300, € 25,00

ISBN: 978-88-87731-53-8



INDICE

INTRODUZIONE

Massimo Forni

1. STRUTTURA INTERNA DELLA TERRA, MODELLO DELLA TETTONICA A PLACCHE E TERREMOTI

Salomon Hailemikael,
Gabriele Scarascia Mugnozza

2. STRUMENTI DI MISURA: DAI PRIMI SISMOMETRI AI MODERNI SENSORI

Giovanni Bongiovanni

3. LA PREVISIONE DEI TERREMOTI

Dario Albarello

4. LE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA

Paolo Clemente

5. IL TERREMOTO IN EMILIA ROMAGNA

Guido Martini, Salvatore Paolini

6. EFFETTI DEL SISMA SULLE COSTRUZIONI. EVOLUZIONE DEI CRITERI ANTISISMICI

Alberto Parducci

7. MODERNI SISTEMI DI PROTEZIONE SISMICA

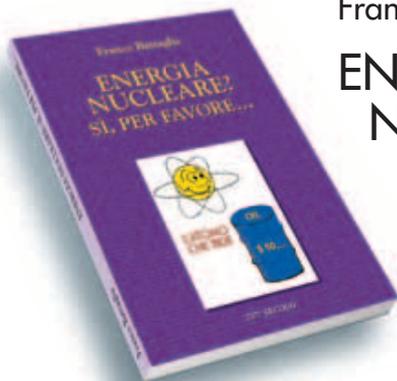
Massimo Forni

8. IL TERREMOTO E LA SCUOLA: DALLE TRAGEDIE DI SAN GIULIANO DI PUGLIA E DELL'AQUILA ALLE MODERNE SCUOLE ANTISISMICHE

Alberto Dusi, Elena Manzoni

9. SICUREZZA NELLE SCUOLE E COMPORTAMENTO IN CASO DI TERREMOTO

Gianluca Gottardi



Franco Battaglia

ENERGIA NUCLEARE?

SÌ, PER FAVORE...

pagg. 208,
€ 15,00

ISBN 978-88-87731-45-3

Presentazione di Antonino Zichichi – Presentazione di Renato Brunetta – Prefazione di Paolo Fornaciari – Ringraziamenti – Introduzione – 1. energia e potenza – 2. Energia elettrica – 3. Il nucleo nell'atomo – 4. Il nucleare nel mondo – 5. Il combustibile nucleare – 6. La radioattività – 7. Le scorie del nucleare – 8. I rischi del nucleare – 9. Illusioni e Realtà – 10. Che fare? – Appendice 1: La Natura, non l'attività dell'uomo, governa il clima – Appendice 2: Le sorprese della scienza – di Luigi Pirandello

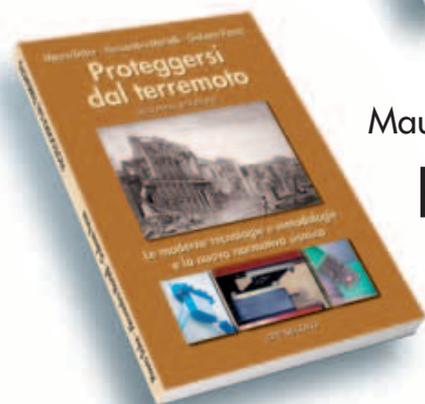
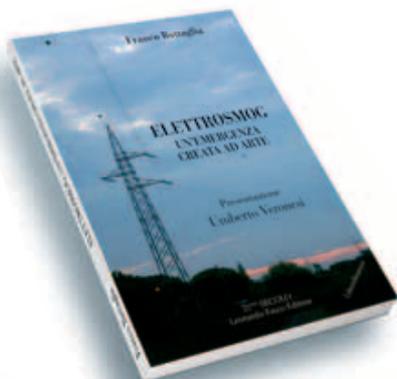
Franco Battaglia

ELETTROSMOG

UN'EMERGENZA
CREATA AD ARTE

pagg. 180, € 12,00

ISBN 978-88-87731-41-5



Mauro Dolce - Alessandro Martelli - Giuliano Panza

Proteggersi dal terremoto:

le moderne tecnologie e metodologie
e la nuova normativa sismica

seconda edizione

336 pagine Euro 20,00 ISBN 88-87731-28-4

Nozioni di sismologia - Il terremoto e le sue cause - Le onde sismiche - Misure dell'entità dei terremoti - Altri eventi catastrofici innescati dai terremoti
Cenni sul moto sismico delle strutture - Equazioni dell'equilibrio dinamico - Equilibrio statico - Equilibrio dinamico in presenza del terremoto - Spettri di risposta definiti dalla nuova normativa sismica
Previsione dei terremoti e scenari deterministici del moto del suolo - La previsione dei terremoti a medio termine spazio-temporale - Il caso Italia - L'algoritmo CN - L'algoritmo M8 - Riconoscimento delle aree ad elevato potenziale sismogenetico
Pericolosità sismica, rischio sismico e prevenzione sismica in Italia - Pericolosità sismica - Vulnerabilità sismica e prevenzione del rischio sismico - Classificazione sismica - L'esperienza passata e gli scenari per il futuro - La precedente normativa sismica per le costruzioni ed i suoi limiti - La nascita delle moderne tecniche di controllo delle vibrazioni sismiche

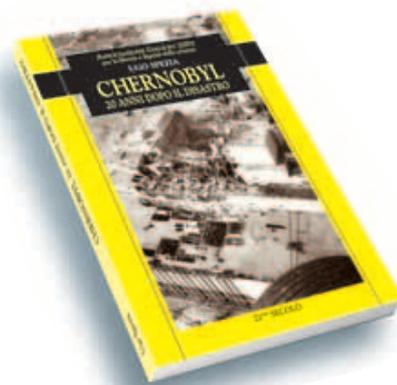
Ugo Spezia

CHERNOBYL

20 ANNI DOPO IL
DISASTRO

pagg. 208,
€ 15,00

ISBN 978-87731-31-4



Presentazione di Renato Angelo Ricci – **Prefazione** di Carlo Bernardini – **La centrale di Chernobyl** - Lo sviluppo del reattore RBMK - Il sistema di contenimento - Caratteristiche della centrale
L'incidente - La dinamica degli eventi - Le cause del disastro
Gli effetti - L'emergenza - La contaminazione radioattiva - La contaminazione all'esterno dell'URSS

Le conseguenze sanitarie - Gli effetti sanitari acuti - Gli effetti tardivi attesi - Gli effetti stocastici rilevati - Aumento dell'incidenza del tumore alla tiroide - Altri effetti sanitari tardivi

Le conseguenze in Italia - La contaminazione radioattiva - L'esposizione della popolazione - Le dosi individuali da contaminazione esterna e interna - Le dosi collettive - Gli effetti sanitari

La Chernobyl dell'informazione - Il caos informativo -

Il comportamento della stampa italiana - La qualità dell'informazione

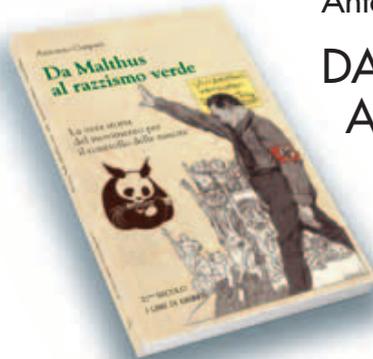
La messa in sicurezza dell'impianto - Il sarcofago - I problemi di stabilità strutturale - Il dilavamento di contaminanti - La fuoriuscita di radioattività dal sarcofago

Chernobyl vent'anni dopo - La situazione dell'impianto -

La percezione del disastro - La realtà scientifica - L'esposizione radiologica - Le conseguenze sanitarie accertate - I "morti statistici" - Le conseguenze sanitarie "attese" - La situazione del sarcofago - La situazione dei materiali radioattivi

La Chernobyl italiana - La conferenza nazionale sull'energia del 1987 - La rinuncia al nucleare - Il fallimento della politica energetica - La crisi del sistema elettrico - Il tempo delle riflessioni

Caratteristiche delle moderne tecnologie antisismiche - L'isolamento sismico e le sue caratteristiche principali I sistemi dissipativi e loro caratteristiche principali
Progettazione delle strutture isolate o dotate di sistemi dissipativi in base alla nuova normativa sismica - Approccio prestazionale - Definizione delle azioni di progetto - Moderne tecnologie antisismiche
L'applicazione delle moderne tecnologie antisismiche in Italia e nel mondo - Le collaborazioni nazionali ed internazionali - Le prime applicazioni italiane ai ponti, ai viadotti e agli edifici - Le difficoltà riscontrate in Italia fino al 2003 - Le nuove applicazioni italiane
APPENDICI - **Il maremoto** - Effetti di sito? Sì, ma con molta attenzione - **Abachi per la rapida determinazione dei principali parametri di comportamento di una struttura con isolamento sismico** - **Esempio di applicazione dell'isolamento sismico ad un edificio** - **Il collaudo degli edifici con isolamento sismico**



Antonio Gaspari
**DA MALTHUS
AL RAZZISMO
VERDE**

La vera storia del
movimento per il
controllo delle
nascite

pagg. 288, € 15,49

ISBN 88-87731-11-X

La barbarie è ancora tra noi - Un fiume di denaro per limitare le nascite - I padri fondatori del movimento per il controllo delle nascite - Da Malthus a Darwin - L'eugenetica come base pseudo-scientifica del razzismo - Razzismo e selezione della razza promosse dai fondatori del movimento ecologista - Il darvinismo socialista e le teorie eugenetiche - I diritti degli uomini e quelli della natura - La violenza e l'intolleranza degli animalisti - Verdi nazisti o nazisti verdi? - Sei miliardi: troppi o troppo pochi? - Scarsità o abbondanza di materie prime? - Biotecnologie: la rivoluzione sempre verde

Associazione Galileo 2001
I costi delle scelte disinformate
**IL PARADOSSO DEL
NUCLEARE IN ITALIA**

pagg. 242, € 15,00

ISBN 88-87731-29-2

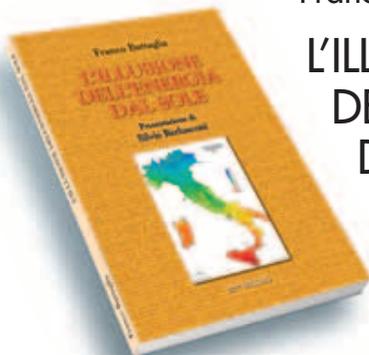


Salvini: *Commemorazione di Carlo Salvetti* - Un appello degli scienziati al presidente della Repubblica - Battaglia: *Prefazione* - Ricci: *Introduzione* - Possa: *Energia e Ricerca* - Spezia: *La crisi del sistema energetico italiano* - Georges Vendryes: *Verso un rilancio dell'energia nucleare* - Bernardini: *Il problema della fiducia* - Fornaciari: *Il costo dell'abbandono del nucleare* - La Malfa: *Strategie energetiche* - Mancini: *Lo stato e le prospettive dell'energia nucleare nel mondo e il caso italiano* - Bolognini: *Le competenze nucleari in Italia* - Trenta: *Energia nucleare e salute* - Cumo: *Panorama della situazione energetica mondiale* - Garrriba: *Aspetti economici dell'energia nucleare* - Del Lucchese: *La gestione del nucleare pregresso* - Regis: *Reattori nucleari: qualche prospettiva per il futuro* - Carboni: *Media e energia nucleare* - Fano: *L'Italia e il nucleare* - Libero: *Precisazioni sugli usi pratici dell'energia fotovoltaica* - Mainardi: *Il Network "Italian Young Generation in Nuclear"*

Franco Battaglia
**L'ILLUSIONE
DELL'ENERGIA
DAL SOLE**

pagg. 160, € 15,00

ISBN 978-88-87731-34-7



Presentazione di Silvio Berlusconi - Prefazione di Renato Angelo Ricci -

1. L'energia - 2. La potenza - 3. Il sole - 4. Trasformazione dell'energia solare - 5. Quella dal sole è l'energia del passato - 6. Energia idroelettrica e legna da ardere - 7. Energia eolica - 8. Elettricità dal sole: il solare termoelettrico - 9. Elettricità dal sole: il solare fotovoltaico - 10. Calore dal sole - 11. Biocarburanti - 12. Che fare?

Voglio acquistare i seguenti volumi

- Il terremoto a scuola* € 25,00
- Clima, quale futuro?* € 20,00
- Energia elettrica, mercato, ambiente* € 20,00
- Atomo a scuola...* € 25,00
- Energia nucleare? Sì, per favore...* € 15,00
- Elettrosmog: un'emergenza creata ad arte* € 12,00
- Cambiamenti climatici e conoscenza scientifica* € 10,00
- La natura, non l'attività dell'uomo, governa il clima* € 10,00
- Italo Federico Quercia. Note biografiche e documenti* € 15,00
- La scienza e le medicine alternative* € 15,00
- Presupposti per il programma elettronucleare nazionale* € 15,00
- Italia nucleare: dalla pila di Fermi al dissesto energetico* € 25,00
- L'opzione nucleare in Italia* € 15,00
- Moderni sistemi e tecnologie antisismici* € 20,00
- L'illusione dell'energia dal sole* € 15,00
- A proposito di acqua* € 10,00
- Proteggersi dal terremoto - seconda edizione* € 20,00
- I costi della non-scienza* € 15,00
- I rischi di una scelta disinformata: dire no agli OGM in agricoltura* € 15,00
- Il paradosso del nucleare in Italia* € 15,00
- Chernobyl 20 anni dopo il disastro* € 15,00
- Biotecnologie per la tutela dei prodotti tipici* € 11,00
- Biotecnologie: i vantaggi per la salute* € 9,00
- Campi elettromagnetici e salute: dai miti alla realtà* € 9,00
- Global Report* € 18,00
- Global Report 2004* € 18,00
- Energia per tutti* € 18,00
- Il petrolio, l'atomo e il metano* € 15,49
- L'Atomo per la Pace* € 15,00
- Orizzonti della tecnologia nucleare in Italia* € 15,00
- Attualità del nucleare - Energia e tecnologia* € 12,91
- Energia nucleare: un futuro da salvare* € 12,91
- Il racket ambientale* € 15,00
- Dal popolo di Seattle all'ecoterrorismo* € 13,00

Abbonamento a 21^{mo} SECOLO SCIENZA E TECNOLOGIA

- Ordinario € 30,00 (5 numeri)
- Abbonamento sostenitore da € 100,00
- Pagherò in contrassegno (aggiungere € 4,00 di spese postali)
- allego assegno bancario non trasferibile intestato a 21^{mo} SECOLO
- allego fotocopia della ricevuta del versamento sul CCP n. 23966203 intestato a: 21^{mo} SECOLO - Milano
- Carta di credito n.
scad.
firma

Nome e Cognome

Indirizzo

Tel. e-mail:

Inviare per posta o via fax a 21^{mo} SECOLO - via Ludovico di Breme, 18 - 20156 Milano - Tel. e Fax 02 33408361
e-mail: roberto@suti@21mosecolo.it www.21mosecolo.it

Autorizzo il trattamento dei dati personali (legge 675/96)

CONTAMINAZIONI RADIOATTIVE COME CONTROLLARLE...



via XXV Aprile 9/13 -
20023 Cerro Maggiore (MI)
Tel. 0331 420303 - fax 0331 420153
Internet: www.acn.it acn@acn.it

Sistemi di rivelazione e monitoraggio di
sostanze radioattive

- Monitor portatili
- Monitor ambientali
- Sistemi di misura da laboratorio
- Impianti smaltimento di rifiuti
radioattivi, liquidi e solidi



Apparecchiature specifiche per il controllo di:

- Provini di fusione
- Rottami metallici
- Contaminazione
in rifiuti urbani solidi



Gammaport è un sistema di monitoraggio di eventuali
contaminazioni radioattive contenute in rottami
metallici autotrasportati.

Gammatest è un sistema di controllo di eventuali
contaminazioni in provini metallici da fusione.

Ugo Spezia

ITALIA NUCLEARE

aggiornato al 2012

496 pagine Euro 25,00
ISBN 978-88-87731-43-9



Autori vari

L'ATOMO A SCUOLA:

L'UTILIZZO PACIFICO DELL'ENERGIA
NUCLEARE, DAI PRINCIPI BASE ALLA
RICERCA TECNOLOGICA

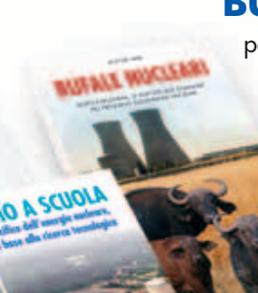
pagg. 304, Euro 25,00
ISBN: 978-88-87731-48-4



Autori vari

BUFALE NUCLEARI

pagg. 96, Euro 15,00
ISBN: 978-88-87731-49-1



Sergio Fontanot

ENERGIA ELETTRICA, MERCATO, AMBIENTE

UNA GUIDA PER NAVIGARE INFORMATI
Seconda edizione pagg. 224, Euro 20,00
ISBN: 978-88-87731-52-1

i quattro volumi a **85,00 euro** comprese le spese di spedizione postale

Pagamento in contrassegno o tramite bonifico sui conti
Banca Monte dei Paschi Ag 63 Milano Fil. 2784 - IBAN IT 08 C 01030 01662 000001065855

Oppure: Poste Italiane Ag. 9 Milano IBAN IT 06 K 07601 01600 000023966203

Entrambi intestati a 21^{mo} Secolo srl, Via Ludovico di Breme, 18 - 20156 Milano



Good Vibrations



**SPS – Protection
against earthquakes!**



MAURER Seismic Protection Systems

- **MSTU** shock transmitter
- **MSTL** shock transmitter with load limiter
- **MHD** hydraulic dampers for energy dissipation
- **MLRB** lead rubber bearings
- **MHDRB** high-damping elastomeric bearings
- **SIP** sliding pendulum isolators

Maurer Söhne seismic protection systems are designed to protect all kinds of structures against the destructive inputs of heavy earthquakes.

