

ingenium

ISSN 1971 - 6648

Anno XXXII - N. 131 - Luglio - Settembre 2022 - Sped. in A.P. - 45% - Filiale di Terni



PERIODICO DI INFORMAZIONE (CINECA-MIUR- n. E203872)
DELL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TERNI www.ordingtr.it

Continuità ed innovazione nel nuovo Consiglio dell'Ordine
“Obiettivi e ruolo dell'idrogeno: una prospettiva per Terni”
Luci e ombre sulla transizione energetica

Tarkett Lino

LINOLEUM



Il pavimento
naturale,
prodotto in
Italia nello
stabilimento di
Narni

Il linoleum è l'unico pavimento resiliente naturale che esiste da oltre 150 anni, e ora, grazie ai brevetti di Tarkett S.p.A., è disponibile anche in versione conduttiva* e per rivestimento murale**

Scopri la collezione Tarkett Lino

- >Design Ecologico
- >Produzione sostenibile
- >Riciclo
- >Salute & Benessere



https://professional.tarkett.it/it/categoria-it_001010-linoleum

 **Tarkett**

*R 11660

**Ss2-d0 come richiesto dalla legislazione italiana in termini di reazione al fuoco

Anno XXXII – n. 131
Luglio - Settembre 2022

In copertina:

Le aree di grande inquinamento ambientale sul cielo dell'alta Europa originate dal sabotaggio al gasdotto Nord Stream, secondo il rapporto dell'Istituto Norvegese per la ricerca sull'aria (Nilu). La guerra sta moltiplicando le situazioni clima-alteranti, ostacolando sempre più la possibilità di operare la necessaria "transizione energetica" verso le fonti energetiche alternative. I margini temporali di intervento per evitare la condizione di non ritorno sono ormai strettissimi. Per esaminare le possibilità di approccio alle soluzioni Ingenium propone gli articoli a pag. 8 (ing. Cresta) ed a pag. 20 (prof. Balzani)

Il contenuto degli articoli firmati rappresenta l'opinione dei singoli Autori

INGENIUM

ingenium@ordingtr.it

Direttore responsabile:

CARLO NIRI

ingenium@interstudiotr.it

Vice Direttore:

PAOLO OLIVIERI

polivieri31@alice.it

Caporedattore

MARCO CORRADI

marc.corradi@unipg.it

Redazione:

PAMELA ASCANI

GIANNI FABRIZI

DEVIS FELIZIANI

PIERGIORGIO IMPERI

FRANCESCO MARTINELLI

SIMONE MONOTTI

SILVIA NIRI

MARCO RATINI

ELISABETTA ROVIGLIONI

Editore

Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Terni
05100 Terni - Piazza M. Ridolfi, 4

Responsabile Editoriale

Presidente pro-tempore
Dott. Ing. SIMONE MONOTTI

**Direzione, redazione
ed amministrazione**

Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Terni
05100 Terni - Piazza M. Ridolfi, 4
Tel. 0744 403284 - Fax 0744 431043

Autorizzazione del Tribunale
di Terni n. 3 del 15.05.1990

Stampa: Arti Grafiche Leonardi
Via Roma, 85 - 05100 Terni
Tel. 0744 405251

Sommario

- 5 **Dopo il Covid si cerca una casa “aperta”**
- 5 **Continuità ed innovazione**
di Andrea Sconocchia
- 7 **Per una nuova cultura energetica**
- 8 **Obiettivi e ruolo dell'idrogeno**
di Massimo Cresta
- 14 **Dai documenti processuali...**
di Pirozzi, Proietti, Ruggeri e Cascioli
- 18 **Ricordando Piero Angela**
a cura di Carlo Niri
- 20 **Luci ed ombre sulla transizione energetica**
di Vincenzo Balzani
- 26 **Le basi dell'approccio alla Tariffa Puntuale**
di Katuscia De Angelis
- 29 **FCU motore di sviluppo?**
di Sergio Crocelli
- 30 **Papuli e la “Civiltà delle macchine”**
di Paolo Olivieri
- 32 **Il manifesto per il Trentennale**
a cura di C. N.
- 34 **Sorella acqua... oppure matrigna?**
di Mario G. R. Pagliacci

INGENIUM è inserito nell'elenco delle
Riviste Scientifiche CINECA - MIUR
al numero E203872

UNILAB

SPERIMENTAZIONE

LABORATORIO • PROVE • DIAGNOSI • ANALISI

Unilab Sperimentazione S.r.l. nasce nel 2012 ed è un laboratorio di derivazione universitaria specializzato nella *Diagnostica Strutturale* di opere Monumentali, Edifici Pubblici e Privati, Residenziali e Industriali. Da Luglio 2018 è anche un *Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ad eseguire prove su materiali da costruzione ex art. 59 DPR 380/01 e art. 20 L. 1086/71 – Settore A.*

Da GENNAIO 2022: Laboratorio autorizzato secondo Circolare 633/STC per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti, di cui all'art. 59, comma 2 del D.P.R. n. 380/2001

Settore "A": Prove su strutture in calcestruzzo armato normale, precompresso e muratura

Settore "B": Prove su strutture metalliche e strutture composte

Settore "C": Prove dinamiche sulle strutture

DIAGNOSTICA

Prove su elementi in cemento armato
 Prove su murature
 Prove di carico su strutture
 Prove su elementi prefabbricati
 Prove su legno e acciaio
 Monitoraggi strutturali statici e dinamici
 Diagnosi sullo sfondellamento dei solai

LABORATORIO

Calcestruzzi
 Acciai
 Malte e cementi
 Aggregati
 Bitumi
 FRC
 FRP - FRCM - CRM

www.unilabsperimentazione.pg.it



Unilab Sperimentazione S.r.l.
 Via Giacomo Leopardi 27, 06073 Corciano (PG)
 Tel e fax 075 6978960



AZIENDA CON
 SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ
 CERTIFICATO DA DNV
 ISO 9001





Dopo il Covid si cerca una casa "aperta"

Chi cerca casa sa quanto sia importante averne una, magari piccola, ma comunque adeguata ai propri bisogni. Sono periodi di vacche magre e la villa unifamiliare fuori porta non è più nei sogni di tutti. Si aspira ancora, per chi può, alla cosiddetta villetta a schiera ma, per questioni economiche, può andare bene ugualmente il classico appartamento condominiale. Anche piccolo, ma luminoso e possibilmente tranquillo. L'importante è che sia realizzato su un unico piano, senza scale o dislivelli di sorta, in modo che risulti comodo e di facile gestione anche per anziani e bambini.

Tuttavia il ricordo delle lunghe chiusure subite per il Covid spaventa ancora. Per cui nessuno accetta più di abitare in una casa che non abbia almeno un minimo spazio per poter vivere all'esterno. Può trattarsi di un portico, di un terrazzo o anche solo di un balcone. L'importante è che sia adeguato alla funzione "living". Non soltanto lo spazio disponibile deve risultare sufficientemente ampio ma, per consentire alla famiglia una vita confortevole, deve essere soprattutto coperto. Perché anche se da noi il clima è normalmente mite dobbiamo comunque ripararci dalla pioggia e dalla canicola estiva.

Il nuovo Consiglio dell'Ordine 2022-2026

CONTINUITÀ ED INNOVAZIONE



In questo momento di frenetico affaccendamento per la rincorsa alle scadenze dettate dal PNRR e dei "superbonus" e assediati alle spalle dalle conseguenze economiche e sociali del COVID 19 e di fronte dalla crisi energetica e dall'instabilità politica internazionale, si insedia il nuovo Consiglio dell'Ordine degli Ingegneri della provincia di Terni, con mandato che terminerà nel 2026 e chiamato a confrontarsi con questo contesto assolutamente non semplice.

Un rinnovo all'insegna della continuità, che vede tra gli eletti tutti i membri del precedente Consiglio legalmente ricandidabili, ma anche un Consiglio caratterizzato da una nuova e sentita presenza femminile (ben tre consigliere su undici eletti) la cui presidenza è stata assegnata al sottoscritto.

Mi sembra quindi doveroso presentare a tutti i nostri iscritti la composizione e l'organizzazione del nuovo Consiglio dando alcune indicazioni sulle nostre idee finalizzate a migliorare il servizio. Ed è proprio questo il punto dal quale vorrei partire ricordando, in primis a noi stessi, ma anche a tutti gli iscritti, che la

nostra attività è finalizzata prevalentemente ad agevolare gli iscritti nell'esercizio della professione attraverso diverse forme di supporto indirizzate a sviluppare temi specifici o a supportare categorie omogenee di iscritti. Per ogni tema specifico abbiamo identificato un consigliere referente che avrà il compito, interfacciandosi con gli iscritti, di sviluppare nuove attività di servizio e di migliorare e monitorare quelle esistenti.

Tra i temi più rilevanti vi è senz'altro quello della formazione, tale ambito di responsabilità è stato affidato ad **Alessandro Passetti** laureato in Ingegneria dei Materiali, attualmente Responsabile dell'Ufficio Tecnico del Comune di Attigliano e libero professionista. È inoltre intenzione di questo Consiglio potenziare gli aspetti di formazione e ricerca istituendo una nuova struttura, un centro studi, al quale potranno partecipare e dare il contributo anche tutti quei colleghi non appartenenti al Consiglio ma interessati ai temi che verranno di volta in volta sviluppati.

Viene confermato e rinnovato il supporto fornito ai giovani iscritti; la re-



sponsabilità su tale area tematica è affidata a **Cristian Buconi**, già responsabile della commissione giovani nello scorso mandato, e ora chiamato a sviluppare nuovi servizi per supportare i giovani professionisti. Cristian Buconi è istruttore tecnico presso l'U.S.R.- Umbria Sezione Ricostruzione Pubblica e libero professionista nel settore delle strutture di nuova progettazione e risanamento del patrimonio esistente.

Ulteriore continuità viene data ai rapporti con le Università confermando la responsabilità di questa area tematica a **Marco Corradi** attualmente professore associato di Scienza delle Costruzioni e Direttore di Ingegneria Civile presso l'Università di Northumbria in Gran Bretagna, specializzato in analisi strutturale di edifici esistenti ed autore di 300 pubblicazioni scientifiche.

Rappresenta invece una novità l'istituzione di un'area tematica dedicata alle pari opportunità finalizzata ad offrire orientamento, supporto e iniziative per la valorizzazione, in particolar modo, delle donne che svolgono la professione di Ingegnere. La responsabilità di tale area tematica è affidata a **Federica Perugini**, libera professionista che opera nel settore delle strutture civili, industriali e nella riabilitazione di edifici esistenti.

Infine tutte le esigenze e necessità degli iscritti alla Sezione B del nostro Ordine saranno presi in carico da **Daniela Persichetti**, rappresentante per gli iscritti a tale sezione svolge la libera professione con specializzazione nei temi della sicurezza sul lavoro.

Ed è una donna anche a ricoprire il ruolo di Segretario dell'Ordine, l'incarico è assunto da **Agnese Fabbretti** laureata in Ingegneria Edile-Architettura che attualmente svolge attività di libera professionista nel settore dell'ingegneria civile.

Il ruolo di Tesoriere dell'Ordine è invece ricoperto da **Gianni Fabrizi**, componente della commissione parcelle, e della redazione di questa rivista, coordinatore Regione Umbria della SIAIS, cultore della materia presso la facoltà di Ingegneria dell'Università ECAMPUS, Funzionario presso l'Azienda Ospedaliera di Terni.

Il ruolo di Vicepresidente è invece ricoperto da **Marco Sperandei** libero professionista del settore edile con specializzazione nel confort ambientale e nella

sicurezza degli edifici.

Tra i Consiglieri eletti ed impegnati nella Federazione degli Ordini degli Ingegneri dell'Umbria troviamo nella veste di Presidente della Federazione stessa **Nazareno Claudiani** e consigliere **Alessandro Vitali** entrambi consiglieri nel precedente mandato. Il primo è ingegnere elettronico con master di II livello in "Ingegneria per le P.A." ed in "Politiche Anticorruzione" ricopre l'incarico di Energy Manager per il Comune di Terni è responsabile dell'Ufficio Impianti ed Ecoefficienza, il secondo è ingegnere civile (indirizzo strutture) e svolge la libera professione dal 2002 mentre in precedenza ha svolto attività tecnico istruttorie per l'Ex Genio Civile.

Siamo arrivati alla conclusione di questa breve presentazione alla quale aggiungo solo qualche informazione sulla mia formazione professionale ed il mio settore specifico che è quello dell'ingegneria ambientale e dei sistemi di gestione aziendale (tema sul quale ho svolto un dottorato di ricerca); ho lavorato per diverse Pubbliche Amministrazioni tra cui Enti territoriali, tribunali e procure ed allo stato attuale sono responsabile del Servizio Bonifiche e Progetti Speciali presso ARPA Umbria; mantengo attivo il rapporto con il mondo universitario, svolgendo docenze ed eventi seminari per alcune Università italiane e collaborando alla progettazione degli eventi formativi della SAFA (Scuola di Alta Formazione Ambientale dell'Umbria) che ha sede nel-

l'Agenzia per cui lavoro; appartengo ai comitati scientifici di Remtech Expò e della Rivista Rifiuti (Reteambiente).

Riallacciandomi agli aspetti evidenziati in apertura ritengo che mai come in questo momento storico l'ingegneria abbia avuto bisogno di confrontarsi con aspetti prettamente ambientali (i gettonatissimi temi della sostenibilità dell'economia circolare e della decarbonizzazione) e quindi la scelta di un presidente caratterizzato da una formazione in queste tematiche rappresenta un segnale importante di attenzione al contesto.

Concludo tornando sul tema del servizio agli iscritti rendendovi partecipi dell'intenzione del Consiglio di introdurre dell'Ordine un sistema di gestione per la qualità e per l'ambiente a norma ISO EN UNI 9001:15 e ISO EN UNI 14001:15 questo oltre a migliorare la soddisfazione dei nostri iscritti renderà più agevole la dimostrazione del miglioramento continuo anche nella tutela ambientale.

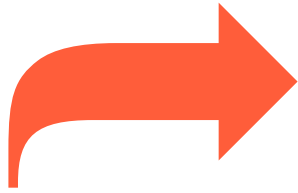
Salutando e ringraziando tutti gli iscritti per la fiducia resto, e restiamo, a disposizione per necessità, idee o proposte dei nostri iscritti.

L'Ordine può essere uno strumento di comune utilità, di scambio, confronto e sostegno, ma per essere tale ha bisogno della nostra ... e della vostra partecipazione.

Andrea Sconocchia
(Presidente Ordine Provinciale degli Ingegneri di Terni)

A seguito delle recenti elezioni per il rinnovo dei Consigli degli Ordini Ingegneri italiani per il quadriennio 2022-2026 il nuovo Consiglio Provinciale degli Ingegneri di Terni si è regolarmente insediato in data 11 Luglio 2022. Esso risulta così composto:

Presidente:	Dott.Ing. ANDREA SCONOCCHIA
Vice-Presidente:	Dott.Ing. MARCO SPERANDEI
Segretario:	Dott.Ing. AGNESE FABBRETTI
Tesoriere:	Dott.Ing. GIANNI FABRIZI
Consiglieri:	Dott.Ing. CRISTIAN BUCONI
	Dott.Ing. NAZARENO CLAUDIANI
	Dott.Ing. MARCO CORRADI
	Dott.Ing. ALESSANDRO PASSETTI
	Dott.Ing. FEDERICA PERUGINI
	Dott.Ing. ALESSANDRO VITALI
	Dott.Ing. I. DANIELA PERSICHETTI

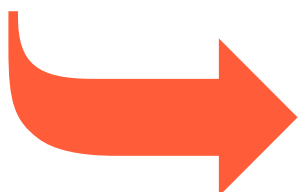


Per una nuova cultura energetica

Nello scorso mese di luglio l'ENEA, l'agenzia nazionale italiana per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, ha elaborato uno studio relativo alle "Azioni per la riduzione del fabbisogno nazionale di gas nel settore residenziale".

Si tratta di uno studio di "cultura energetica" finalizzato, tra l'altro, ad accrescere la consapevolezza del consumatore nell'uso dell'energia abitandolo ad operare una diretta correlazione fra il consumo ed il costo delle varie attrezzature domestiche a sua disposizione.

In questo ambito, in particolare, vengono suggeriti i "venti consigli dell'ENEA" che sono riassunti nel prospetto tabellare che pubblichiamo qui a fianco.



<p>01 Utilizzare lampadine a risparmio energetico: Le lampadine LED permettono un grande risparmio energetico in quanto, a parità di potenza illuminante, consumano circa il 75% in meno rispetto alle lampadine tradizionali. Il investimento è inferiore. La sostituzione di un' lampadina a basso consumo di circa 10.000 ore di vita (circa 10 anni) con una lampadina a basso consumo di circa 10.000 ore di vita (circa 10 anni) consente di risparmiare circa il 75% di energia.</p>	<p>11 Controllare la temperatura degli ambienti: Anche in caso di temperature estive, ridurre il consumo può essere fatto in un modo semplice: abbassare la temperatura ambiente. La temperatura ambiente ideale per il comfort è di circa 20°C. Non è necessario abbassare la temperatura ambiente di più di 1°C per risparmiare il 5% di energia. Inoltre, non dimenticare di tenere chiuse le porte e le finestre.</p>
<p>02 Regolare la climatizzazione dell'abitazione: Regolare il termostato di climatizzazione dell'abitazione è un passo molto importante per ridurre il consumo energetico. La climatizzazione è un sistema che regola la temperatura dell'abitazione in base alle esigenze del proprietario. Il termostato di climatizzazione dell'abitazione è un sistema che regola la temperatura dell'abitazione in base alle esigenze del proprietario. Il termostato di climatizzazione dell'abitazione è un sistema che regola la temperatura dell'abitazione in base alle esigenze del proprietario.</p>	<p>12 Prendere attenzione alla cura e manutenzione del riscaldamento: È molto importante curare il riscaldamento dell'abitazione in modo da ridurre il consumo energetico. La manutenzione del riscaldamento è un sistema che regola la temperatura dell'abitazione in base alle esigenze del proprietario. La manutenzione del riscaldamento è un sistema che regola la temperatura dell'abitazione in base alle esigenze del proprietario.</p>
<p>03 Isolamento di tutto il edificio: Un tetto ben isolato fa risparmiare sulla bolletta energetica. L'isolamento di tutto il edificio è un sistema che regola la temperatura dell'abitazione in base alle esigenze del proprietario. L'isolamento di tutto il edificio è un sistema che regola la temperatura dell'abitazione in base alle esigenze del proprietario.</p>	<p>13 Scegliere la finestra giusta in tutto: Scegliere la finestra giusta in tutto è un sistema che regola la temperatura dell'abitazione in base alle esigenze del proprietario. Scegliere la finestra giusta in tutto è un sistema che regola la temperatura dell'abitazione in base alle esigenze del proprietario.</p>
<p>04 Utilizzare i ventilatori a doppia velocità: Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia.</p>	<p>14 Utilizzare i ventilatori a doppia velocità: Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia.</p>
<p>05 Utilizzare i ventilatori a doppia velocità: Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia.</p>	<p>15 Fare il check-up dell'isolamento: Fare il check-up dell'isolamento è un sistema che regola la temperatura dell'abitazione in base alle esigenze del proprietario. Fare il check-up dell'isolamento è un sistema che regola la temperatura dell'abitazione in base alle esigenze del proprietario.</p>
<p>06 Utilizzare i ventilatori a doppia velocità: Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia.</p>	<p>16 Utilizzare i ventilatori a doppia velocità: Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia.</p>
<p>07 Utilizzare i ventilatori a doppia velocità: Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia.</p>	<p>17 Utilizzare i ventilatori a doppia velocità: Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia.</p>
<p>08 Utilizzare i ventilatori a doppia velocità: Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia.</p>	<p>18 Utilizzare i ventilatori a doppia velocità: Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia.</p>
<p>09 Utilizzare i ventilatori a doppia velocità: Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia.</p>	<p>19 Utilizzare i ventilatori a doppia velocità: Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia.</p>
<p>10 Utilizzare i ventilatori a doppia velocità: Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia.</p>	<p>20 Utilizzare i ventilatori a doppia velocità: Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia. Gli ventilatori a doppia velocità permettono di risparmiare energia.</p>

Una prospettiva energetica per Terni

OBIETTIVI E RUOLO DELL'IDROGENO

Quando si affrontano temi quali energia, sostenibilità, crisi climatica, gli aspetti tecnici sono importanti ma quelli economici e politici non lo sono di meno. Noi ingegneri affrontiamo i temi sui quali siamo chiamati ad esprimerci facendo simulazioni e previsioni, analizziamo tecnologie mature e sperimentazioni in corso e giungiamo a conclusioni documentate in cui esprimiamo i punti di forza e di debolezza delle varie soluzioni disponibili. Le conclusioni quasi mai sono orientate ad escludere totalmente una tecnologia a favore di un'altra ma piuttosto ne delimitano il perimetro di impiego entro il quale offre vantaggi rispetto le altre. Oggi, si assiste sovente a discussioni tra fautori e detrattori di diverse teorie e soluzioni per la crisi climatica. Per ciascuna vi sono argomentazioni basate su posizioni più ideologiche che tecniche. Eminentissimi rappresentanti dell'industria e del settore pubblico auspicano il ritorno al nucleare e attaccano le posizioni, definite modaiole, di chi ritiene le fonti energetiche rinnovabili essenziali per la riduzione della temperatura del pianeta. Generalmente questi sono anche i fautori del mantenimento dell'attuale economia basata sull'energia prodotta da fonti fossili, magari abbinata a processi di cattura e stoccaggio della CO₂ nelle cavità sotterranee disponibili dall'estrazione dei combustibili fossili. Avendo a cuore il futuro delle prossime generazioni, i nostri figli e nipoti, non è accettabile lasciare loro in eredità, oltre al danno climatico, anche la custodia di ingenti quantità di CO₂ stoccate nel sottosuolo in aree geografiche controllate da Nazioni politicamente instabili. Non è una buona idea. L'aver sostenuto per quasi duecento anni la produzione di energia da fonti fossili come fattore essenziale per lo sviluppo del benessere ecco dove ci ha portato oggi. Il modello adottato in nome del progresso ha avuto degli effetti collaterali negativi e oggi dobbiamo agire rapidamente per trovarne altri più sostenibili. L'azione dell'uomo ha minato in circa 2 secoli l'equilibrio del pianeta faticosamente costruito dall'evoluzione naturale in miliardi di anni.



Si è trasformata un'immensa quantità di energia bruciando di tutto con le prime due rivoluzioni industriali. Grazie all'invenzione dell'energia elettrica, si è potuto disporre dell'energia ovunque indipendentemente da dove fosse prodotta. Grazie alla capacità di calcolo dei computer si sono potuti realizzare prodotti in tempi rapidi e in quantità "industriali", come mai sarebbe stato possibile fare con la sola abilità umana. Si sono prodotti materiali e oggetti per soddisfare esigenze che non sapevamo di avere e che la natura, nella sua lunga storia dell'evoluzione, non le aveva mai premiate come elementi di successo necessari per la sopravvivenza della specie. L'energia impiegata, non si è consumata ma si è trasformata (primo principio della termodinamica - R. Clausius - 1865). Abbiamo quindi convertito in poco tempo un'enorme quantità di energia inizialmente presente in una forma naturalmente sostenibile per il nostro pianeta in una forma compromettente per il suo equilibrio climatico.

Negli anni 90, la parte di umanità definita sviluppata cominciò ad avere una drammatica preoccupazione per le previsioni che davano l'esaurimento al 2050 delle riserve di petrolio, "linfa vitale" per poter sostenere l'economia mondiale. Il nucleare forse sarebbe stata la soluzione ma l'incidente di Cernobil nell'86 aveva già sollevato nell'opinione pubblica forti dubbi che poi più tardi, nel 2011, diventarono certezze con Fukushima. Nel giro di un trentennio, la prospettiva al 2050 in Europa (Green

Deal) è cambiata e ora guardiamo a quell'anno come il termine ultimo per bandire il petrolio e per conseguire l'azzeramento delle emissioni di gas serra. Ne abbiamo fatta di strada in trenta anni e molti hanno cambiato radicalmente la propria visione del mondo e l'idea di cosa sia meglio per il nostro futuro. Abbiamo l'obbligo di rivedere i modelli di sviluppo che hanno alterato, in un batter di ciglia, gli equilibri che il nostro pianeta aveva trovato faticosamente con un'evoluzione durata miliardi di anni e soprattutto dobbiamo bloccare la deriva verso la catastrofe ambientale, non più annunciata ma in corso. Mettere tutti d'accordo nel grande "condominio Terra" sarà impossibile ma una buona parte dei condomini comincia a maturare l'idea che bisogna fare qualcosa, almeno per limitare i danni.

OBIETTIVI

La Visione strategica europea a lungo termine per un'economia prospera, moderna, competitiva e climaticamente neutra (Comunicazione della Commissione UE 773 del 28/11/2018), fissa l'obiettivo del raggiungimento della Carbon Neutrality al 2050, attraverso un aumento dell'efficienza energetica e della generazione elettrica da fonti rinnovabili, una crescita dell'elettrificazione degli usi finali, un calo dei consumi di petrolio e carbone e l'aumento dei consumi di biometano e idrogeno prodotti in UE. la Commissione europea auspica anche una contrazione delle importazioni di gas naturale. Questo auspicio datato 4 anni fa, oggi è realtà per la riduzione della fornitura del gas Russo. In questo documento si parla però anche dell'aumento dei consumi di Idrogeno come condizione necessaria per combattere le emissioni di gas serra clima alteranti.

Sulla base di dati scientifici un gruppo internazionale di scienziati ([Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC - 2018](#)) ha dimostrato che il riscaldamento del pianeta causato dalle attività umane è già di 1 °C al di sopra dei livelli preindustriali e sta aumentando a un ritmo di circa 0,2 °C per decennio. La valutazione degli scienziati dell'IPCC

sulla causa antropica dei cambiamenti climatici contraddice autorevolmente quanti attribuiscono i cambiamenti climatici a fattori ciclici naturali come tante volte si è verificato nella lunga vita della Terra. Negare la causa antropica sui cambiamenti climatici favorisce gli interessi legati al mantenimento di posizioni dominanti basate su tecnologie non sostenibili. Se non si trova il modo di invertire la tendenza, gli effetti sull'ambiente e sulla vita civile previsti in Europa sono riportati nella Figura 1 pubblicata nella Comunicazione della Commissione UE 773 del 28/11/2018. Gli ultimi eventi climatici verificatisi dimostrano che anche questa previsione pubblicata solo 4 anni fa è già purtroppo, in alcuni casi, realtà.

Sia la Commissione Europea tramite

il Green Deal (Documento del 11/12/2019) che l'Italia con il PINIEC (Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima), hanno fissato gli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra al 2030 rispetto i valori di riferimento del 1990.

Secondo una simulazione eseguita da RSE (Ricerca sul Sistema Energetico), l'innalzamento della temperatura a livelli inferiori di 2°C è legato alla riduzione delle emissioni di CO₂, che per l'Italia si traduce in una riduzione pari al 51% nel 2030 rispetto al 1990. In valori assoluti, il nostro paese dovrebbe ridurre le emissioni di poco meno di 200Mt dal 2020 al 2030. Impresa ardua se abbinata alla crisi energetica conseguente alla guerra in Ucraina che potrebbe comportare ritardi nelle dismissioni

delle centrali termoelettriche alimentate a fonti fossili quali carbone o petrolio.

RUOLO DELL'IDROGENO

Individuato il contesto della situazione attuale e fissati gli obiettivi, si può dire con ragionevole certezza che: l'idrogeno può avere un ruolo importante nella la transizione ecologica, ma non è l'unica soluzione. Il successo dell'Idrogeno dipenderà molto dai grandi player internazionali nel settore dei combustibili fossili e dalle pressioni che faranno sui governi per orientarne le scelte. E' certo che bisogna decidere in fretta ed agire con urgenza per salvare il pianeta.

L'Idrogeno è il più leggero, elementare e diffuso elemento chimico presente in natura; non esiste in forma libera e quindi deve essere estratto da altre mo-

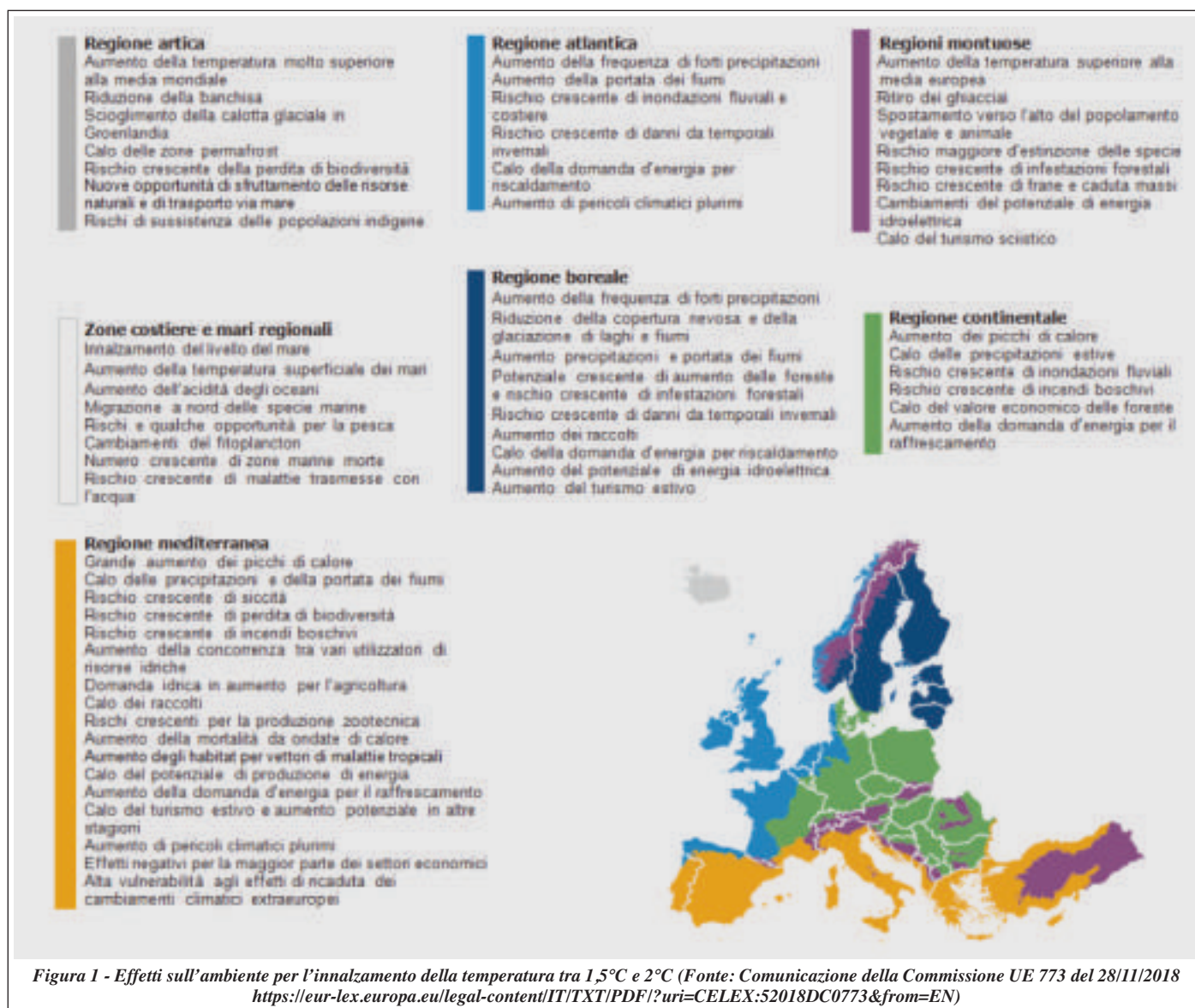


Figura 1 - Effetti sull'ambiente per l'innalzamento della temperatura tra 1,5°C e 2°C (Fonte: Comunicazione della Commissione UE 773 del 28/11/2018 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0773&from=EN>)

lecole. E' un elemento presente ovunque, producibile e sfruttabile da tutti. E' un vettore energetico che potrebbe favorire il passaggio da una forma di predominio basato sulla disponibilità energetica di alcuni ad una forma di potere energetico distribuito. Come afferma Jeremy Rifkin nel suo best seller "Economia all'Idrogeno", pubblicato venti anni fa, l'Idrogeno consentirà ad ogni essere umano di avere "potere", diventando la base del primo regime energetico democratico nella storia dell'umanità. Affermazioni che per il loro contenuto ideologico, danno all'idrogeno un peso politico e sociale che potrebbe ulteriormente renderlo una minaccia per chi ha interesse a mantenere le proprie posizioni in un'economia basata sulle fonti fossili.

Trattando invece il tema dal punto di vista tecnico, a noi più caro, un altro fattore importante per la produzione dell'Idrogeno è la semplicità del processo dell'elettrolisi che può renderlo un vettore energetico prodotto in modo distribuito. Anche questo aspetto ne fa un elemento molto adatto alla transizione ecologica, visto che modelli impostati su grandi impianti concentrati e grandi

linee di trasporto sono risultate, nel settore energetico, poco sostenibili.

La democrazia energetica ipotizzata per l'Idrogeno da Rifkin, attraverso una generazione distribuita che avrebbe limitato il tradizionale dominio dei grandi impianti di generazione centralizzati, è già realtà nella produzione di energia elettrica, grazie agli incentivi governativi che hanno favorito il proliferare negli ultimi 15 anni di tanti piccoli impianti fotovoltaici privati. La spinta impressa dalla Commissione Europea per la realizzazione delle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER), darà rinnovato vigore all'installazione di impianti di produzione dell'energia elettrica da fonti rinnovabili. Parte tutto dalla Direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'11 dicembre 2018 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recepita in Italia dal Decreto Legislativo 8 Novembre 2021, n. 199 "Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018". Questo Decreto Legislativo fissa i principi generali di coordinamento fra misure del Piano Nazionale di Ripresa e Resi-

lienza (PNRR) e strumenti di incentivazione settoriali per il settore appunto delle energie rinnovabili.

Il normatore sta affrontando il problema della transizione ecologica in modo graduale, consentendo l'impiego di tecnologie mature e combustibili poco impattanti come il gas per ottenere benefici immediati. Il gas, anche di origine fossile, rimane un vettore energetico importante per rendere credibile e fattibile la transizione ecologica. Bandire il carbone, la benzina e il gasolio molto più inquinanti è già un obiettivo molto ambizioso; inserire nella black list anche il gas sarebbe stata una scelta che avrebbe reso irragionevole e poco percorribile la road map verso la decarbonizzazione. Nel cambiamento del mix energetico dell'UE, per raggiungere l'obiettivo sulla riduzione delle emissioni di gas serra (CO₂) del 55 % nel 2030 (rispetto al 1990) e la neutralità climatica (zero emissioni) nel 2050, il gas naturale rimane tra i vettori energetici presenti anche nei prossimi decenni.

DUE LINEE DI PENSIERO

L'Idrogeno è un elemento che

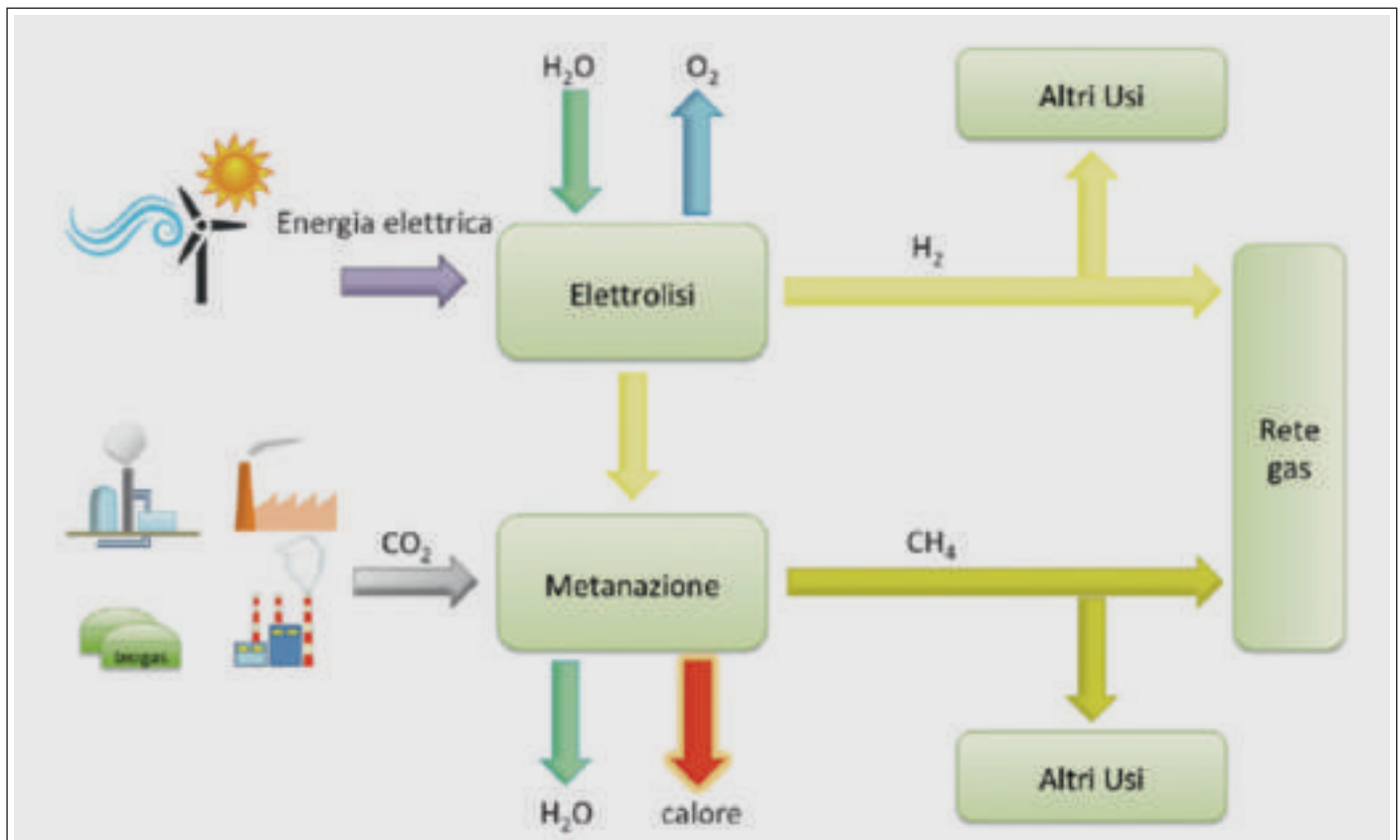


Figura 2 Possibile schema Power to Gas (Fonte: RSE "Idrogeno Un vettore energetico per la decarbonizzazione" https://www.rse-web.it/prodotti_editoriali/idrogeno_rseview/)

può essere impiegato da solo (molecola pura) o può essere utilizzato, combinato con il Carbonio già presente allo stato gassoso, per creare idrocarburi di sintesi a zero emissioni (petrolio sintetico). Il cuore del processo è l'elettrolisi che parte dall'acqua per la produrre Idrogeno. Il carburante prodotto ha il vantaggio di poter sostituire senza adattamenti gli attuali combustibili quali la benzina o gasolio prodotti da fonti fossili, con un beneficio immediato per l'ambiente.

La generazione distribuita da fonti rinnovabili può fornire energia elettrica a processi chimici che puntano alla neutralità climatica nel loro complesso. Il ricorso al nucleare per produrre energia elettrica a zero emissioni di CO₂, senza limiti di quantità e di disponibilità temporale limiterebbe molto il peso della generazione distribuita da rinnovabili nel raggiungimento della neutralità climatica. La contrapposizione tra queste due linee di pensiero non è solo tecnologica ma concettuale. Da una parte il nucleare manterrebbe il modello elettroenergetico basato su grandi impianti produttori concentrati, contro una generazione da rinnovabili fatta di piccoli impianti, distribuiti e prossimi agli utilizzatori.

Rispetto al nucleare, le rinnovabili solari o eoliche hanno però il difetto di essere una fonte di energia discontinua.

Una prevalente produzione da rinnovabili ridurrebbe la sicurezza delle reti elettriche che sono stabili (frequenza fissa a 50Hz) solo quando si verifica il perfetto equilibrio istantaneo tra l'energia consumata e l'energia prodotta. In una giornata di sole, nella quale si ha una grande produzione di energia indipendentemente dalla richiesta, per garantire il bilanciamento o si immagazzina l'energia istantanea eccedente nei sistemi di accumulo o si riduce la produzione da rinnovabili spegnendo gli impianti. Una soluzione, solo in alcuni casi praticabile, è adattare i consumi alla produzione variabile. In futuro, il trend necessariamente crescente della produzione di energia da fonti rinnovabili variabili complicherà ancora più il problema della stabilità delle reti elettriche. Produrre Idrogeno per livellare i picchi di produzione da rinnovabili potrebbe essere una soluzione intelligente e sostenibile. Questo servizio di stabilizza-

zione crea un ulteriore valore aggiunto che la produzione distribuita e "democratica" di Idrogeno di Rifkin potrebbe dare alle reti elettriche. L'Idrogeno prodotto potrebbe servire per i trasporti o per essere miscelato alla rete del gas naturale (blending) in percentuali intorno al 10-20%. Importanti società che operano nel settore del gas hanno iniziato la sperimentazione con reti di distribuzione del gas pilota esercite con miscele di metano e idrogeno. L'immissione nella rete del gas dell'Idrogeno è un processo tutto da costruire, dato che ancora sussistono problemi tecnici e normativi da risolvere, ma sarebbe una soluzione sostenibile al 100% che abbatterebbe le emissioni nell'uso del gas naturale nei settori industriali e domestico. L'Idrogeno prodotto da energia rinnovabile potrebbe essere iniettato nella rete del gas tal quale o anche convertito in metano sintetico con aggiunta di CO₂ catturata da processi industriali (Power to Gas) come riportato in Figura 2.

La miscela con parte di Idrogeno al 10-20% potrebbe essere anche il combustibile di turbine a gas particolari che sono già in una fase avanzata di sperimentazione. In questo caso l'energia elettrica potrebbe essere reimpressa in rete nei momenti in cui i consumi sono maggiori rispetto alla produzione da rinnovabili, ad esempio la notte quando gli impianti fotovoltaici sono fermi. Turbogas alimentati a miscela di gas darebbero inoltre un altro vantaggio alla rete elettrica. Infatti la stabilità di una rete elettrica è molto legata alla componente di energia cinetica rotante presente nei turboalternatori. La produzione statica di energia elettrica attraverso inverter alimentati da pannelli solari, batterie elettrochimiche, o celle a combustibile alimentate da Idrogeno rende il sistema elettrico vulnerabile a perturbazioni perché sono sistemi che mancano dell'energia cinetica rotazionale presente nei rotori dei turboalternatori mossi da turbine a gas o a vapore. L'energia cinetica delle macchine rotanti costituisce un volano che fornisce la prima riserva di energia per compensare variazioni istantanee nei consumi e mantenere il sistema stabile a 50Hz. Per ogni variazione in aumento o in diminuzione di un carico elettrico alimentato dalla rete vi è un turboalterna-

tore che tende ad accelerare o a decelerare. E' una reazione alle variazioni intrinseca nel sistema ed è più performante ed efficace quanto maggiore è l'inerzia complessiva delle masse rotanti presenti. La regolazione della frequenza in Italia è realizzata da TERN in quanto gestore del sistema di trasmissione nazionale. Eliminare le centrali a carbone e a petrolio, limitare quelle a gas, riduce senz'altro le emissioni di CO₂ ma riduce anche l'effetto stabilizzante delle grandi turbine. Perturbazioni lunghe legate a variazioni di carico importanti vengono compensate con altri sistemi tipo avvio di nuovi impianti di produzione o distacco di carichi non prioritari per ripristinare l'equilibrio tra quanto l'energia prodotta e quella consumata istantaneamente.

Sebbene l'Idrogeno sia incolore ed invisibile, vi è per questo elemento, nel suo peso per la lotta alle emissioni di gas clima alteranti, una sua classificazione cromatica convenzionale basata sul processo di estrazione dalle molecole che lo contengono. La "mazzetta" dei colori dell'Idrogeno, rappresenta l'impatto che la sua estrazione ha sulle emissioni di CO₂, sia in termini di molecole di scarto, sia in termini di tipo di energia primaria utilizzata per il processo. Di seguito la classificazione cromatica dell'Idrogeno.

Idrogeno nero. Viene estratto utilizzando esclusivamente energia prodotta da carbone o petrolio.

Idrogeno grigio. E' circa il 95% dell'Idrogeno che viene prodotto oggi. Viene estratto generalmente da metano per "steam reforming". Si ha emissione di CO₂ come gas di risulta del processo.

Idrogeno blu. E' Idrogeno che inizialmente è grigio ma viene classificato blu perché si prevede la cattura della CO₂. Il processo non comporta l'emissione in atmosfera di CO₂.

Idrogeno viola. E' l'Idrogeno prodotto per elettrolisi dall'acqua usando energia elettrica prodotta da centrali nucleari. Non si hanno emissioni di CO₂ ma rimangono i problemi legati al nucleare.

Idrogeno verde. E' l'Idrogeno prodotto per elettrolisi dall'acqua utilizzando energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, generalmente idroelettrica, fotovoltaica, eolica.

Tra tutti questi tipi, quelli che sarà consentito produrre in futuro sono l'Idrogeno blu e verde. Gli impianti di produzione dell'Idrogeno grigio prodotto dal metano (CH₄) dovranno necessariamente essere adeguati con sistemi di cattura e stoccaggio della CO₂ per acquisire la caratteristica di processo ad emissioni zero. L'Idrogeno verde è certamente il migliore per il suo impatto ambientale. Ma perché il verde possa venir prodotto, bisogna che il suo costo si riduca notevolmente rispetto il valore attuale.

Sebbene il principio dell'elettrolisi dell'acqua sia semplice e noto da oltre due secoli, vi sono diverse varianti tecnologiche basate su diversi aspetti fisico-chimici. I primi elettrolizzatori dal 1800 al 1950 sono stati impiegati principalmente per la produzione di ammoniaca utilizzando energia idroelettrica. Elettrolizzatori di questo tipo sono stati studiati e realizzati a Terni dalla Società SIRI dell'Ing. Luigi Casale a partire dal primo decennio del '900. A Nera Montoro, per la grande disponibilità di energia elettrica per produrre Idrogeno per elettrolisi dall'acqua, nel 1921 entra in funzione un impianto industriale per la produzione di ammoniaca (INGENIUM n.112 Ottobre - Dicembre 2017 - Una proposta per ricordare Casale e Gadda di P. Olivieri). Parlando di Idrogeno, il nostro

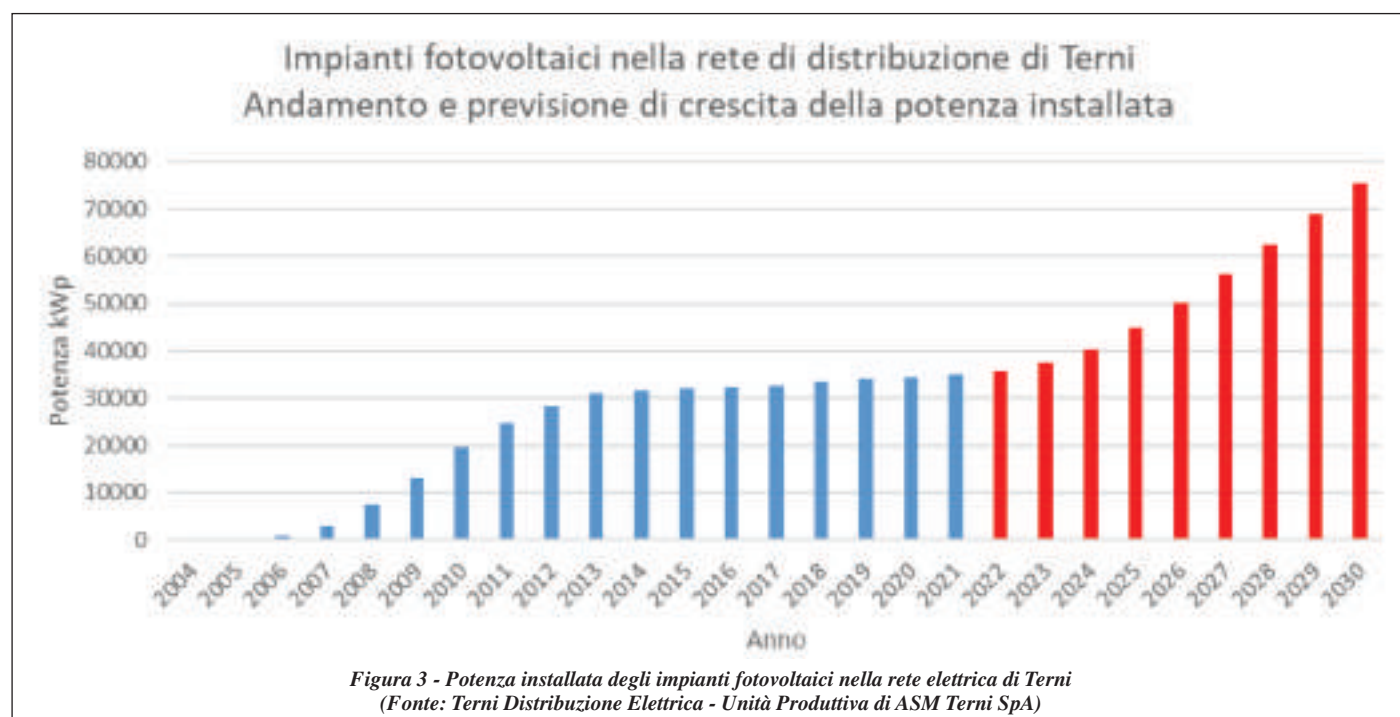
territorio vanta anche una importante produzione di questo elemento a partire dagli anni 70 e fino al 2003 per la produzione di acciaio magnetico da parte delle Acciaierie di Terni. A tal proposito fu realizzato ed è ancora esistente un Idrogenodotto di 27 km che collega Nera Montoro a Terni (INGENIUM n.61 Gennaio - Marzo 2005 - *Una grande opportunità per l'area ternana* di G. Maurini e INGENIUM n. 62 Aprile - Giugno 2005 - *Verso la società dell'Idrogeno* di G. Maurini).

Nel prossimo futuro, l'elettrolisi passerà da un processo di nicchia a la migliore tecnologia per la produzione di idrogeno, dalla scala del MW al GW. Il costo degli impianti sarà inferiore a 200 €/kW (oggi è 400-600 €/MW), un ciclo di vita degli impianti superiore alle 50.000h e rendimenti che si avvicineranno a valori prossimi all'80%. Grazie alla ricerca in atto, si attueranno per il futuro economie di scala con maggiori capacità produttive e progressi tecnologici meno costosi. Gli elettrolizzatori sono tipicamente suddivisi in quattro tecnologie principali: elettrolizzatori alcalini (AEL), a membrana a scambio protonico (PEM), agli ossidi solidi (SO) e a membrana a scambio anionico (AEM). Queste si distinguono in base all'elettrolita ed alla temperatura di funzionamento. Esistono molte varianti con differenze radicali legate alla

progettazione, ai componenti e al grado di maturità della tecnologia. Gli elettrolizzatori SO e AEM hanno un elevato potenziale, ma sono tecnologie meno mature, con ancora poche aziende e produttori di apparecchiature coinvolti nella loro produzione e commercializzazione.

La tecnologia matura degli elettrolizzatori alcalini risulta di difficile miglioramento visto che il limite prestazionale di questi elettrolizzatori è ormai raggiunto. La tecnologia a membrana a scambio protonico è destinata ad avere maggior successo per i margini di miglioramento per le migliori prestazioni anche in servizio discontinuo che meglio si adatta alla alimentazione degli elettrolizzatori da fonti rinnovabili intermittenti, avendo tempi di avvio e fermata estremamente più rapidi rispetto la tecnologia che usa elettrolita alcalino.

Il rischio è ancora una volta la dipendenza da paesi terzi per una buona parte della nostra necessità energetica. In questo caso, diversamente da quello che avviene per le fonti energetiche fossili, il controllo non sarebbe esercitato sui combustibili, ma sulle materie prime per la realizzazione degli impianti. Si sposta il controllo dai costi di produzione (OPEX) ai costi di investimento comprese le manutenzioni straordinarie (CAPEX).



Per questo motivo la ricerca nel settore degli elettrolizzatori si sta occupando anche della riduzione dell'incidenza di tali materiali rari sulla costruzione dei componenti tecnologici essenziali.

PROSPETTIVA PER TERNI

A Terni si è assistito negli ultimi 15 anni ad un notevole incremento nell'installazione di impianti fotovoltaici, passando da zero a circa 35 MWp (Mega Watt di picco) di potenza installata nel 2021. Il numero di impianti è di circa 1400 e sono capillarmente distribuiti sul territorio comunale. Nei prossimi anni e fino al 2030, si ipotizza che la potenza di fotovoltaico installato a Terni raddoppi raggiungendo un valore complessivo di 70-80 MWp (Figura 3)

Oggi, il contributo all'energia prodotta in modo distribuito nella rete elettrica di Terni e consumata dai ternani (imprese e cittadini), pari a circa 170GWh/anno, è così ripartito:

impianti fotovoltaici contribuiscono del 17%,

l'idroelettrico del 39%,

la termovalorizzazione di biomasse del 39%

turbine a biogas del 5%

Il fabbisogno complessivo di energia della Città è pari a circa 360 GWh/anno (sono esclusi i grandi utenti che prelevano direttamente dalla rete di Alta

Tensione come le Acciaierie e parte del Polo Chimico). La differenza tra l'energia totale richiesta e l'energia autoconsumata viene fornita dalla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) in Alta Tensione (360 – 170 = 190 GWh). Ma tutta l'energia prodotta dagli impianti distribuiti presenti nella rete di Terni, pari a circa 230 GWh, non viene consumata localmente. Circa 50 GWh viene quindi immessa nella RTN. Ciò è dovuto al fatto che nel tempo non coincidono la richiesta di energia degli utenti con la produzione degli impianti interni alla rete. Vi sono dei momenti in cui la produzione di energia interna alla rete supera il fabbisogno della rete stessa. Nella Figura 4 si riporta il grafico con l'energia autoprodotta che mensilmente viene consumata (verde scuro) e l'energia prodotta in eccesso che viene reimpressa nella RTN (verde chiaro).

Tale surplus di energia autoprodotta e non consumata localmente, potrebbe essere impiegata per produrre Idrogeno. Dato che 1 kg di Idrogeno viene prodotto con elettrolisi impiegando circa 60kWh, con 50 GWh si potrebbero produrre più di 800 tonnellate di Idrogeno. Con tale quantità di Idrogeno si potrebbero alimentare circa 150 autobus urbani ciascuno con una percorrenza media l'anno di 60.000 km. Per Terni si co-

prirebbe tutta la rete del trasporto pubblico e ci sarebbe Idrogeno in avanzo per altre iniziative legate alla mobilità sostenibile. L'impiego di mezzi ecologici in ambito urbano, oltre ad azzerare le emissioni di CO₂ con un piccolissimo contributo a livello globale per il clima terrestre, elimina altri inquinanti che localmente hanno effetti negativi sulla salute pubblica.

Massimo Cresta

Massimo Cresta si è laureato in Ingegneria Elettrotecnica all'Università La Sapienza di Roma nel 1987 ed è iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Terni dal 1991. È stato Direttore Tecnico e della Ricerca e Sviluppo presso la Viasystems (già Italtel Tecnomeccanica) fino al 2002. Ha rivestito il ruolo di Electrical Lead Engineer presso la società di Ingegneria Tractebel Engineering del gruppo SUEZ, lavorando nel settore Oil & Gas ed in particolare nella progettazione di base (Front End Engineering Design) di rigassificatori. È in ASM Terni SpA dal 2007 dove ha svolto attività come responsabile del settore Tecnico ed Idrico. Dal 2017 ad oggi è Direttore di Terni Distribuzione Elettrica Unità Produttiva di ASM Terni SpA.

2020 - Energia autoprodotta nella rete di distribuzione di Terni [GWh]

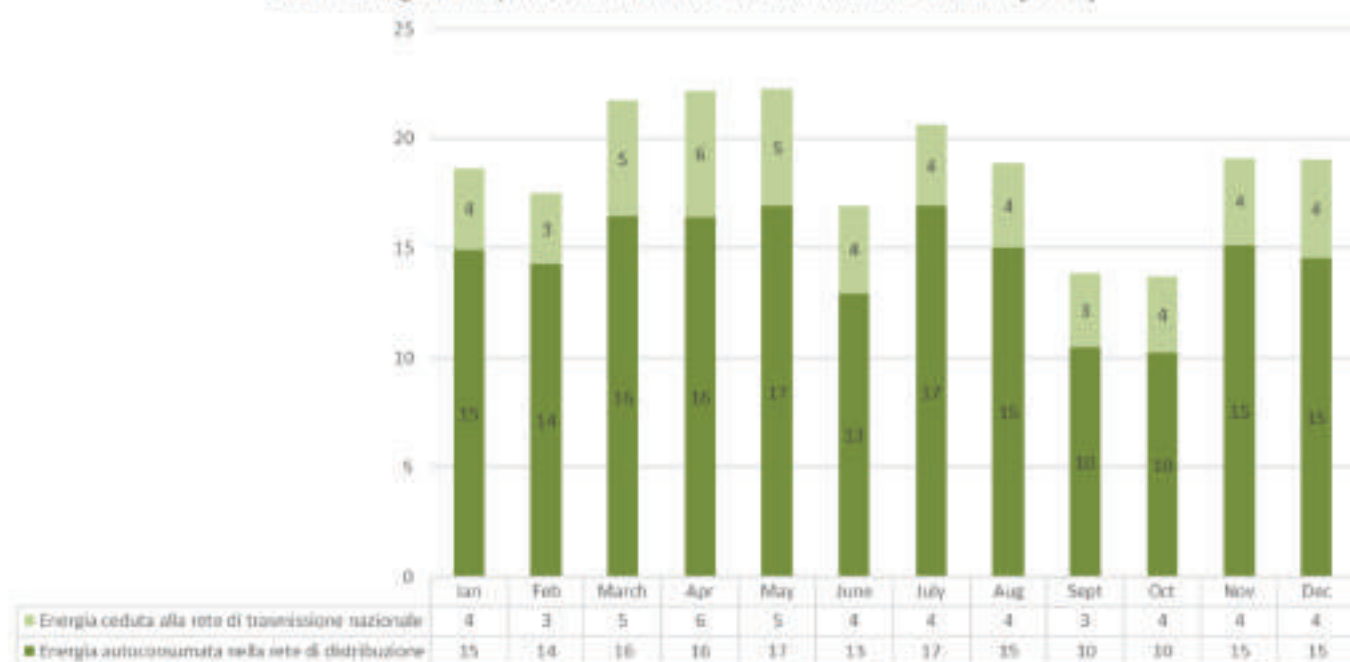


Figura 4 - Andamento mensile dell'energia prodotta da impianti distribuiti nella rete di Terni con evidenza della componente reimpressa nella Rete di Trasmissione Nazionale (Fonte: Terni Distribuzione Elettrica – Unità Produttiva di ASM Terni SpA)

Ingegneria antincendio

DAI DOCUMENTI PROCESSUALI UNA SIMULAZIONE FLUIDODINAMICA DEL VIOLENTO INCENDIO AL PALAZZO VIGNOLA DI TODI DEL 1982

È il 25 aprile 1982 quando la città di Todi si vede protagonista di una tragica vicenda: nel Palazzo del Vignola, sede della XIV Mostra Mercato dell'Antiquariato, scoppia un terribile incendio tra il piano rialzato e il primo piano. All'interno del palazzo erano presenti circa 166 persone tra visitatori, espositori, personale, ma con una sola via d'uscita: le scale principali.

Durante i primi secondi, i presenti osservarono "piccole fiammelle e riccioli di fumo", tanto che alcuni di loro tentarono inutilmente di contenerle, per poi vederle divampare improvvisamente fino a raggiungere il secondo piano dell'edificio diventando ingestibili. All'epoca la città ancora non disponeva di un distacco dei Vigili del Fuoco, e ci vollero circa 45 minuti affinché sopraggiungessero i primi soccorsi da Perugia e da Terni. In quel lasso di tempo alcuni volontari del luogo si adoperarono come meglio potevano per mettere in salvo il maggiore numero di persone possibile; venne disposto un camion

sotto una delle finestre lungo via del Seminario e su di esso furono ammassati dei materassi per permettere a chi si trovava al primo piano di calarsi tramite una fune. Fu lanciato, inoltre, dal tetto di fronte alla facciata del Palazzo un cavo in acciaio da speleologo per consentire a coloro che si trovassero al secondo piano di calarsi fino a raggiungere una delle scale messe a disposizione dai volontari. Altri ancora riuscirono a rifugiarsi nel bagno in fondo al corridoio del secondo piano: esso, infatti, disponeva di una finestra sotto la quale vi era un terrazzino, che è stato utilizzato come piano di mezzo, per poi saltare a terra.

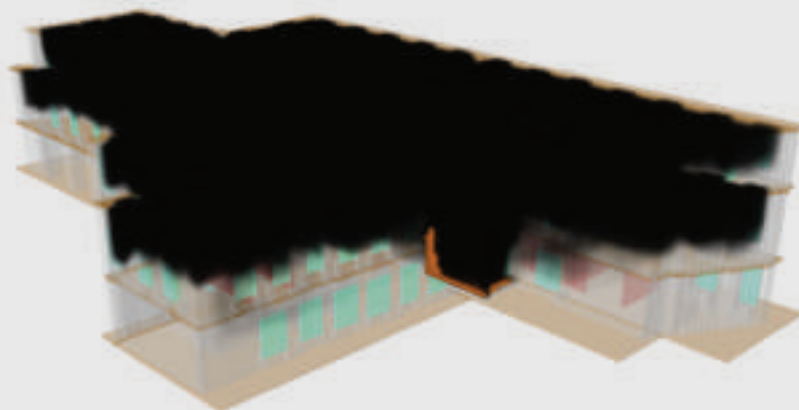
All'arrivo dei Vigili del Fuoco, solo una bambina riuscì ad essere salvata: l'unica, tra i corpi giacenti a terra in corrispondenza delle finestre, che mostrava ancora segni di vita. Trentacinque furono le vittime, prevalentemente per collasso cardio-respiratorio, asfissia acuta ed intossicazione da monossido di carbonio, oppure a causa

di gravi ustioni. Molte di più furono le persone che riportarono lesioni.

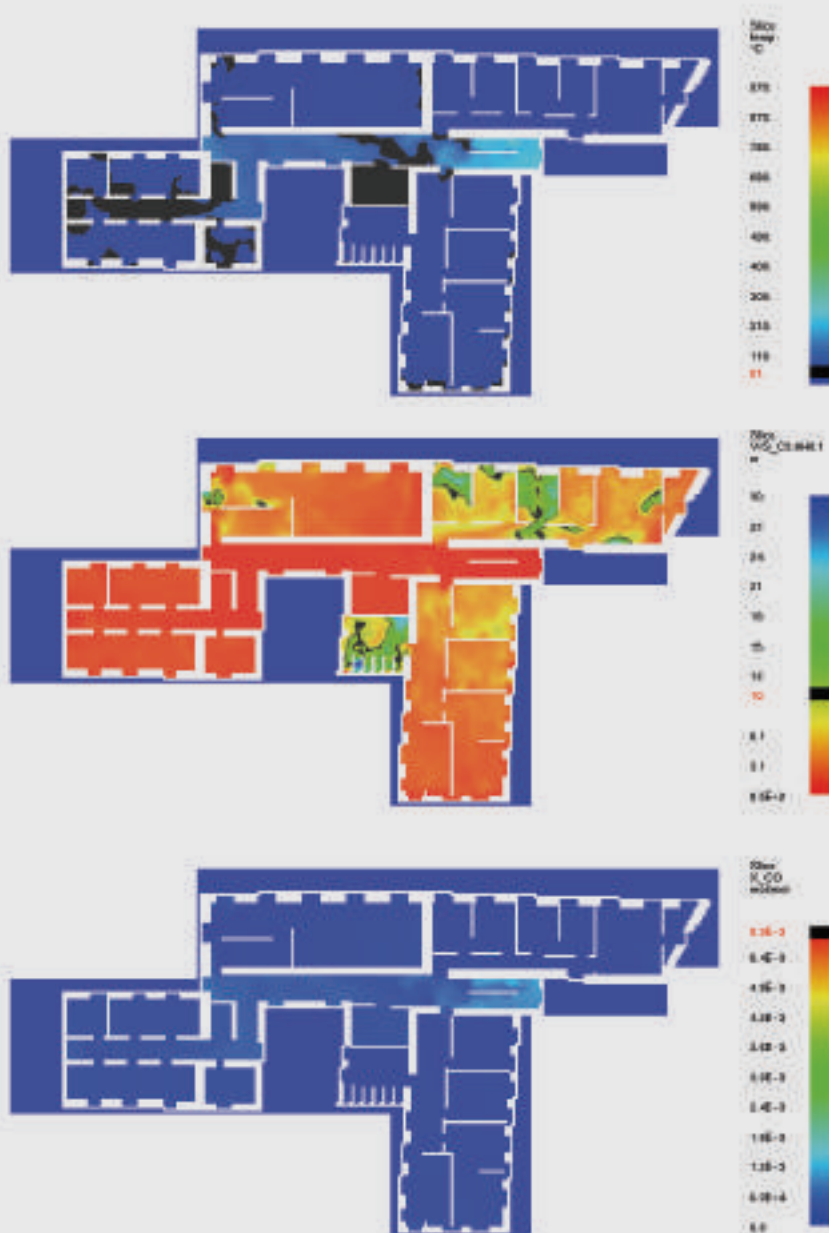
Le testimonianze di alcuni sopravvissuti individuano con chiarezza il punto d'innescò dell'incendio e raccontano di come le fiamme si siano propagate in modo incontrollabile. Coloro che non ebbero il tempo di scendere per le scale principali cercarono, infatti, una fonte di luce naturale, ma riuscivano difficilmente a vedere le finestre, perché coperte da tende o da mobili. Una volta trovate, spesso mediante l'aiuto di qualche espositore che ne conosceva l'ubicazione, ruppero i vetri con la forza per poter respirare. Inoltre all'interno dell'edificio, l'incendio aveva raggiunto una potenza tale da innalzare la temperatura fino a provocare delle ustioni agli occupanti, nonostante non fossero lambiti dalle fiamme in modo diretto. In molti, infine, dichiararono di non aver visto estintori.

Durante il processo conseguente al rogo, nei tre gradi di giudizio, non fu acclearata la causa che portò al tragico epilogo,





Fumo e fiamme presenti nel Palazzo del Vignola, istante temporale $t=200s$.



Temperatura, visibilità e concentrazione di monossido di carbonio al piano secondo, istante temporale $t=200s$.

bensi ci si limitò alla formulazione di alcune ipotesi. La perizia tecnica d'ufficio fu redatta dal prof. Dini e dall'ing. Pandolfi i quali supposero che l'incendio potesse essere dovuto:

- ad un cortocircuito, poiché, dalle testimonianze, emerse che gli espositori installavano delle luci e delle stufette supplementari sovraccaricando la linea e creando, quindi, punti ad elevata temperatura, spesso in corrispondenza del tendaggio;

- al mancato spegnimento di un mozzicone di sigaretta poiché, sempre dalle testimonianze, emerse che non solo all'interno del palazzo erano presenti dei posacenere, ma un espositore vide anche qualcuno fumare.

La relazione di parte invece, fu redatta dal prof. Nardini e dall'ing. Bini, i quali supposero una deflagrazione di una miscela aria-gas combustibile, che trovava giustificazione nel fatto che alcune finestre del primo piano avessero i telai metallici piegati verso l'esterno e sulla facciata prospiciente vi fossero attaccati dei frammenti di tessuto.

A circa quarant'anni dalla tragedia, una ricerca sviluppata presso il Dipartimento d'Ingegneria dell'Università di Perugia, ha ricostruito, sulla base dei documenti contenuti nel fascicolo processuale, attraverso un software di fluidodinamica computazionale i primi minuti dell'incendio.

Lo studio è stato sviluppato attraverso due tesi di laurea in Ingegneria Industriale, discusse nello scorso anno accademico e presentate alla comunità tuderte il 29 aprile scorso nel corso del seminario "L'incendio al palazzo del Vignola 40 anni dopo: una lettura ingegneristica della tragedia", evento patrocinato dagli Ordini degli Ingegneri di Perugia e di Terni e che ha visto la partecipazione dei vertici dei Vigili del Fuoco provenienti da tutta la regione.

L'obiettivo della tesi "Simulazione in

ambiente FDS (Fire Dynamics Simulator) dell'incendio che ha interessato il Palazzo del Vignola in Todi il 25 aprile 1982 sulla base dei documenti contenuti nel fascicolo processuale" è stato quello di simulare le prime fasi dell'incendio con il software FDS, al fine di ottenere una prima analisi che potesse in seguito portare alla correlazione rispetto alle perizie tecniche. Per arrivare ad una simulazione attendibile dell'evento, il lavoro è stato sviluppato in due fasi, la prima propedeutica alla seconda. Sono state acquisite presso gli archivi del Tribunale di Perugia le planimetrie del piano rialzato, piano primo e piano secondo del Palazzo del Vignola, contenute nei fascicoli processuali: si tratta di rilievi effettuati un anno prima dell'incendio da parte di alcuni tecnici del comune di Todi, che rappresentano quanto di più attendibile vi fosse a disposizione sullo stato dei luoghi prima dell'incendio. Le planimetrie sono poi state riprodotte in formato CAD e si è quindi proceduto a ricostruire lo scenario d'incendio, con le sue dinamiche, attraverso FDS.

FDS è un software di fluidodinamica computazionale sviluppato dallo statunitense NIST (*National Institute of Standards and Technology*) specificamente dedicato all'analisi degli scenari di incendio che risolve numericamente una forma delle equazioni di Navier-Stokes per flussi a bassa velocità generati da gradienti termici, con particolare riguardo ai fenomeni di trasporto di calore e di fumo, tipici degli incendi. Ad FDS si affianca Smokeview, un'interfaccia che consente la resa grafica in 3D dei risultati della simulazione.

L'input di FDS deve essere fornito attraverso un file di testo, opportunamente compilato, avente estensione *.fds*, dove le istruzioni sono raccolte in righe di comando precedute dal simbolo "&" ed a cui viene fatto seguire il nome di un determinato

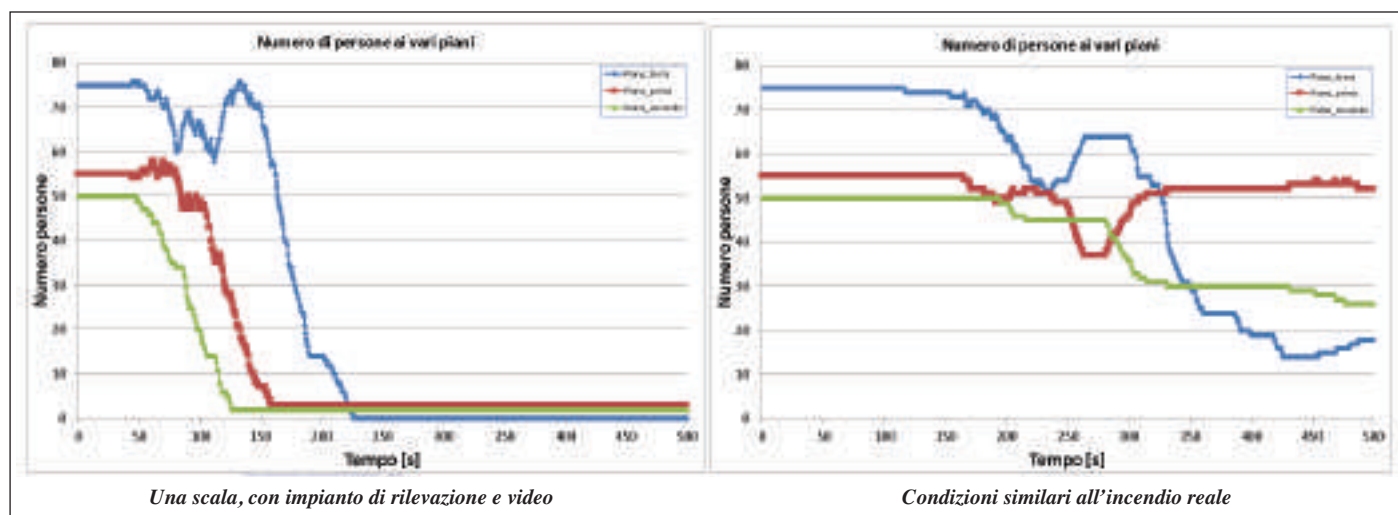
"gruppo lista", o namelist. I diversi namelist sono elencati nella tabella 5.1 presente nella "User_Guide" di FDS.

Poiché ogni focolare di incendio è contraddistinto da un parametro di emissione di potenza termica chiamato HRR, per definire l'evoluzione dell'incendio si è fatto riferimento alla curva del paragrafo M2.6 del vigente Codice di Prevenzione Incendi. Questa curva rappresenta il parametro HRR nel tempo e, per arrivare ad identificare la nostra curva caratteristica, è stato inizialmente ipotizzato il raion-poliestere quale materiale combustibile iniziatore dell'incendio, in quanto era presente nei drappaggi che erano stati posizionati a mo' di separé nella zona adiacente al punto d'innescio. Successivamente, è stato calcolato il parametro di potenza termica emessa per unità di area (HRRUA). Infine, tenendo conto della velocità di propagazione del fronte di fiamma (riportata nella perizia chimico-fisica sui materiali presente nei fascicoli processuali) è stato calcolato il tempo t_a presente nella seguente formula:

$$HRR(t) = 1000 \left(\frac{t}{t_a} \right)^2$$

Nel Codice di Prevenzioni Incendi vengono individuate quattro curve canoniche denominate *slow*, *medium*, *fast* e *ultrafast* che sono in grado di sviluppare una potenza di 1000 kW rispettivamente in un tempo t_a pari a 600, 300, 150 e 75 secondi. Confrontando il tempo t_a delle 4 curve canoniche con quello da noi stimato, abbiamo trovato una curva intermedia tra la *fast* e la *ultrafast*. Questo ha premesso di capire che la velocità di propagazione del fronte di fiamma era molto elevata confermando, di fatto, le testimonianze agli atti del processo.

Al termine della simulazione, di durata pari a 500 s, è stato possibile visualizzare i risultati in termini di temperatura, visibilità,



concentrazione di monossido di carbonio e fumo presente nel palazzo attraverso *Smokeview*. Si è giunti alla conclusione che a parità di tempo, il parametro che è stato più determinante per l'incapacitazione degli occupanti è stato quello della visibilità. Infatti la scarsa visibilità dovuta al fumo, non ha concesso agli occupanti di individuare le vie d'esodo. Inoltre è stato possibile notare che, se ci fosse stata una segnaletica retroilluminata ad indicare le uscite di emergenza, questa avrebbe contribuito in maniera significativa all'individuazione delle vie di esodo nelle prime fasi dell'incendio.

L'obiettivo della tesi "*Modellazione in ambiente FDS - EVAC (Fire Dynamics Simulator - Evacuation mode) dell'esodo degli occupanti del Palazzo del Vignola in Todi durante l'incendio che lo ha interessato il 25 aprile 1982 a partire dagli atti del fascicolo processuale*"² è stato, invece, quello di dimostrare la possibilità di simulare, tramite FDS affiancato dal modulo *EVAC*, le fasi di evacuazione delle persone presenti all'interno del Palazzo del Vignola. Il risultato, visualizzato sempre attraverso *Smokeview*, correlato con le perizie tecniche agli atti del processo, ha evidenziato come più uscite di sicurezza avrebbero permesso alle persone presenti di trovare una via di fuga più agevole e sicura. Utilizzare una delle due scale come area espositiva e per giunta allestirla con materiale non classificato in termini di reazione al fuoco, anziché renderla un naturale percorso di esodo fino all'uscita di emergenza, è stato uno dei fattori che ha di certo portato all'infausto epilogo.

Dalle modellazioni è possibile desumere il tempo con cui un certo numero di occupanti riesce ad evacuare ogni piano dell'edificio. Tali tempi vengono influenzati sia dalla propagazione del fumo, che dalla presenza del calore. I risultati delle varie modellazioni hanno dimostrato che molte delle vittime si sarebbero potute salvare qualora ci fossero state un maggior numero di uscite di sicurezza, una idonea cartellonistica e delle planimetrie appese lungo le vie di esodo, indicanti la posizione occupata (in gergo "Voi siete qui") rispetto alla distribuzione delle uscite.

Lo studio effettuato ha infatti riprodotto sia l'ipotesi di incendio reale, sia altri scenari che tenevano in considerazione uno o più fattori tra i seguenti: presenza di altre uscite di emergenza, installazione di un impianto di rilevazione fumo e formazione dei visitatori tramite video illustrativo e brochure sull'ubicazione delle uscite e dei percorsi di esodo (al pari delle "*Safety Demo*" in ambito aeronautico, in cui le hostess illustrano le procedure di sicurezza

ai viaggiatori prima del decollo del velivolo). Oltre alla visibilità, la temperatura dei gas nell'intorno degli occupanti è stata utilizzata come parametro di confronto tra gli scenari. Per avere un esodo in sicurezza, la temperatura massima è pari a 60°C (come indicato nella tabella M.3-2 del Codice di Prevenzione Incendi), mentre la temperatura di ustione è pari a 120°C nella norma ISO 13571 (sezione 8.3.2).

Lo studio sulla fruibilità delle uscite ha considerato, in particolar modo, anche la dose di monossido di carbonio inalata da ogni occupante, valutata come *FED (Fractional Effective Dose)*. La FED è stata calcolata da *EVAC* su ogni occupante durante l'esodo, fino a raggiungere l'incapacitazione di alcuni di essi. Dalle illustrazioni riportate si dimostra che nello scenario più performante (avente tutti i presidi di sicurezza ipotizzati) si sarebbe raggiunto un livello di sicurezza migliore, in quanto la maggior parte delle persone riesce ad uscire dall'edificio entro circa 250 s.

Immaginando che la mostra si fosse svolta ai giorni nostri piuttosto che quaranta anni fa, il progettista antincendio avrebbe dovuto scegliere dei materiali di allestimento (tendaggi, rivestimenti murari, etc.) con una reazione al fuoco certificata di classe almeno A2, che avrebbe sicuramente diminuito in maniera sostanziale la velocità di propagazione dell'incendio, permettendo l'evacuazione in condizioni di visibilità e di temperatura molto più sostenibili.

Un'altra soluzione che avrebbe sicuramente permesso alle persone presenti di

salvarsi sarebbe stata la compartimentazione della scala principale (rendendola di tipo protetto), in quanto, anche negli scenari più favorevoli da un punto di vista di evacuazione, si evidenzia che alcune persone non avrebbero raggiunto le uscite di sicurezza al piano terra, perché avvolte dai fumi all'interno della scala. Nell'odierna progettazione antincendio non è accettabile avere l'incapacitazione degli occupanti, anche se in numero esiguo; pertanto tramite la riprogettazione delle vie di esodo verticali di tipo protetto o la maggiore ventilazione delle stesse si garantirebbe la salvaguardia di tutti gli occupanti.

Elena Benedetta Pirozzi

(neo dottoressa in ingegneria industriale, autrice della tesi "Simulazione in ambiente FDS...")

Massimiliano Proietti

(neo dottore in ingegneria industriale, autore della tesi "Simulazione in ambiente FDS - EVAC ..dell'esodo ...")

David Rugeri

(Ingegnere, professionista antincendio, già professore a contratto di "Impianti Industriali" e relatore delle tesi)

Vincenzo Cascioli

(Ingegnere, professionista antincendio esperto in modellazione in ambiente FDS, co-relatore delle tesi)

(1) di Elena Benedetta Pirozzi, con David Rugeri (relatore) e Vincenzo Cascioli (co-relatore).

(2) di Massimiliano Proietti, con David Rugeri (relatore) e Vincenzo Cascioli (co-relatore).



Un momento del seminario tenutosi a Todi il 29 aprile 2022

RICORDANDO I

Ha segnato in misura indimenticabile la storia della televisione in Italia, avvicinando fasce sempre più ampie di pubblico al mondo della cultura e della scienza, promuovendone la diffusione in modo autorevole e coinvolgente.
(Sergio Mattarella, Presidente della repubblica).

È stato maestro della divulgazione scientifica, capace di entrare nelle case di generazioni di italiani con intelligenza, garbo, simpatia. Le sue trasmissioni e i suoi saggi hanno reso la scienza e il metodo scientifico chiari e fruibili da tutti. Il suo impegno civile contro le pseudoscienze è stato un presidio fondamentale per il bene comune, ha reso l'Italia un Paese migliore.

(Mario Draghi, Presidente del consiglio dei ministri)

Giornalista, scrittore e divulgatore scientifico, Piero Angela è stato per tutti una personalità della cultura tra le più amate. Con il suo stile inconfondibile, sempre garbato e gentile, ha saputo essere un formidabile maestro della divulgazione scientifica e tecnologica. Era capace di trasmettere il piacere della conoscenza rendendo semplice e affascinante il mondo della ricerca.

Amava dire che il progresso di ogni società è figlio della scienza. Per-

chè è la scienza che guida la produzione materiale e consente di raggiungere la ricchezza economica. Ci ricordava che la politica, in questo campo, non può fare molto perchè un tale progresso si basa sostanzialmente su due pilastri, quello della "produzione" della ricchezza e quello della sua "distribuzione". La politica si può occupare soltanto del pilastro distributivo, ma quello fondamentale è quello produttivo che appartiene alla scienza, aiutata dalla tecnologia. Infatti le imprese, che costituiscono la struttura portante produttiva, sono il risultato di un lungo processo evolutivo reso possibile dalle scoperte scientifiche e dall'evoluzione tecnologica della società.

Per chiarire il concetto ricordava che l'umanità è stata povera ed arretrata per secoli fino a quando qualcuno ha cominciato a scoprire l'energia per *"far girare la ruota"* – come diceva lui per semplificare – *"e soprattutto per farla girare con una energia trasportabile: prima la macchina a vapore, poi il motore a scoppio, l'elettricità, eccetera"*.

Come riprova ricordava anche che *"fino alla seconda metà dell'800 il nostro era un paese rurale, il 70-80 per cento degli italiani erano analfabeti ed i bambini dovevano lavorare nei campi fin da piccoli"* e faceva notare che invece oggi, grazie allo sviluppo dell'automazione, gli addetti all'agricoltura sono appena il 4 per cento ed oltretutto hanno condizioni di lavoro enormemente più confortevoli e dignitose.

Quante volte si è rivolto agli italiani dagli schermi televisivi dicendo; *"Vi siete mai chiesti come mai nell'arco di una sola generazione è stato possibile passare dall'analfabetismo di massa all'università di massa?"* e, con il suo tono sicuro e pacato, chiariva subito che *"la ragione di questo prodigioso cambiamento è dovuta soltanto alla scienza ed alla tecnologia delle macchine"*. Spiegava che sono appunto queste che innalzano il benessere facendo in modo che tutti possano accedere a molti beni che, prima, erano riservati soltanto ad una minoranza. Ed a questo proposito citava, come esempio, la possibilità di andare a scuola per tutti.

Questo della "liberazione" dei giovani dal lavoro minorile, attuata dal progresso tecnologico, con la conseguente possibilità per tutti loro di studiare, è stata una grande conquista. Ce la ricordava continuamente. *"È un cambiamento epocale"* – diceva – *"la possibilità che hanno oggi i giovani di andare a scuola permette loro di non produrre niente, ma di essere sempre sovvenzionati per 10, 15 o 20 anni...cosa impensabile un tempo!"*. Ci faceva anche notare quanto spendesse la società civile per mettere a disposizione degli studenti gli edifici scolastici, il servizio dei trasporti, il complesso delle mense, le biblioteche e tutto il resto, con l'unico obiettivo di formarli per il lavoro più evoluto di domani. Ma per tutto questo, ricordava, è necessario che la ricchezza venga "prodotta". Solo successivamente si potrà distribuirla. E qui ci faceva notare come *"il famoso debito pubblico è il risultato di distribuire una ricchezza che non si produce"*.

D'altro canto ci metteva in guardia sul fatto che questo



PIERO ANGELA

progresso enorme, che ormai è consolidato nella nostra società, deve essere continuamente salvaguardato perchè col tempo le cose cambiano e, se non stiamo attenti, potremmo perderlo. In questo senso diceva *"Ma vi rendete conto che la sequenza classica studio-lavoro-pensione è oggi completamente sballata? Che gli studi durano sempre di più e le pensioni si allungano costantemente?"*. Ci faceva notare che a questa riduzione del fattore centrale del lavoro andrebbe aggiunto il fatto che *"la denatalità riduce sempre più il gruppetto di mezzo, quello dei lavoratori, destinato a mantenere quelli che studiano e quelli che non lavorano più"*.

Quando gli veniva ricordato che questo problema era anche aggravato dall'emorragia dei cosiddetti "cervelli in fuga" che, dopo gli studi, lasciano l'Italia lui diceva che *"la fuga dei cervelli in gran parte fa bene, perchè è bene che un giovane se ne vada in giro, stia qualche anno all'estero e poi ritorni. Ma il problema è proprio il ritorno...fuori non trovano soltanto stipendi migliori ma, soprattutto, trovano un ambiente di lavoro che li gratifica e li valorizza..."*. Subito dopo, proseguiva specificando che *"ci sono cervelli in fuga e cervelli in gabbia"*, e precisava che questi ultimi sono coloro che, malgrado tutto, non emigrano ma restano in Italia affrontando enormi difficoltà e lottando quotidianamente contro la burocrazia, il nepotismo, la corruzione...

Ci ricordava che questi sono difetti tipicamente italiani e che per poterli superare *"...primo ci vorrebbe un controllo, secondo bisognerebbe punire, qui non ti punisce nessuno...l'educazione, qualunque educazione, anche quella che riceviamo in famiglia, è fatta di premi e punizioni...qui non ci sono premi per chi merita e non ci sono punizioni per chi sbaglia"*. Affermava che questa situazione mina la coesione sociale e impedisce lo sviluppo di valori condivisi, crea la prevalenza delle parole sui fatti e produce uno squilibrio tra la rivendicazione dei propri diritti (sempre più numerosi) contro la scarsa disposizione ad espletare propri doveri (pochi). Solo con il superamento di questi problemi e con un netto miglioramento culturale la nostra società può affrontare il futuro e ci ricordava che, in questo campo, la scuola gioca un ruolo fondamentale.

La grande funzione della scuola lo entusiasmava sempre. Ripeteva che è una grande opportunità per i giovani d'oggi. Un formidabile mezzo di crescita personale che i nostri antenati non potevano utilizzare, se non in minima parte, perchè non c'erano strutture pubbliche ed il sapere era appannaggio dei pochi potenti di turno. Alle lodi per la scuola in generale, tuttavia, associava anche le critiche ai modelli didattici che attualmente vengono praticati. *"Non si insegna la scienza, non si insegna il futuro"* diceva lamentando la scarsa presenza dei contenuti tecnico-scientifici nei programmi e, soprattutto, il generale metodo di insegnamento. Faceva notare che gli insegnamenti sono quasi tutti di tipo umanistico-letterario e, per di più, sono praticati in maniera troppo ancorata al passato. Osservava che il Greco, il Latino, la Storia sono materie importantissime,

ma riguardano tutte il passato. Ed anche le altre materie, che sono anche loro quasi tutte umanistiche, sono sempre insegnate nei loro aspetti storici. *"Non la Filosofia, ma la Storia della Filosofia, non la Letteratura ma la Storia della letteratura e così via"*. *"Questa tendenza"* – aggiungeva – *"si ripete anche nelle pagine culturali dei giornali che sono, anch'esse, tutte letterarie"*.

Ripeteva che la cultura è sempre dominata da chi ha il monopolio della parola e, pertanto, i letterati sono naturalmente molto più apprezzati degli scienziati. Ma spiegava che questa cosa si verifica per la diversa natura che ha la scienza. Infatti, a ben riflettere, si capisce subito che è molto più difficile spiegare un concetto scientifico che uno letterario. E lo chiariva dicendo *"Tutti noi possiamo leggere un'opera letteraria o un testo di filosofia...ma un articolo di scienza, se non si è studiosi della materia non si riesce a capire nemmeno di cosa parla..."*

Insomma ci faceva notare che la nostra scuola risulta ancora impostata sulle esigenze di una società primitiva pre-tecnologica, mentre oggi avremmo urgente bisogno di una cultura che possa "leggere" il nostro tempo, risolvendo le problematiche del mondo moderno. L'attuale rivoluzione digitale, ad esempio, offre un futuro straordinario alle generazioni future, ma contiene anche dei rischi e quindi è importante saper governare la modernità. E qui ci invitava ad osservare che il nostro ambiente non è più quello di una volta. Diceva che oggi abbiamo un ecosistema quasi tutto adeguato alle esigenze umane, che risulta molto diverso. Le ferrovie, le città, le linee aeree, le centrali, tutte le reti tecnologiche diffuse hanno completamente modificato tutti i territori e, spesso, anche i paesaggi. *"Tutto quello che c'è intorno a noi, non è mai esistito in natura. Noi viviamo in un ambiente completamente artificiale. Si tratta di un sistema così complesso che, quando si tocca un punto, si provocano conseguenze molto lontane e non visibili...è un sistema che deve essere capito e per questo occorre una cultura scientifica che purtroppo non è diffusa...manca una ecologia tecnologica. Ci vorrebbe un WWF per conservare questo sistema artificiale che permetta di capirlo meglio e di gestirlo"*. E qui tornava a sollecitare la politica per un cambiamento sostanziale nella gestione della società.

Già nel lontano 2011, nelle pagine terminali del suo libro "A cosa serve la politica" (Modadori editore) Piero Angela invitava la politica a restituire al paese la fiducia auspicando *"Una politica che inietti vitalità nel paese. Che con il proprio comportamento dia un segnale nuovo e diverso. Offrendo di sé un'immagine credibile. Una diversa classe politica della quale la gente possa fidarsi."*

Oggi, dopo più di dieci anni, ci ha lasciato con gli stessi auspici terminando il suo testamento spirituale indirizzato a tutti gli italiani con le seguenti parole: *"Carissimi tutti, penso di aver fatto la mia parte. Cercate di fare anche voi la vostra per questo nostro difficile Paese"*.

(a cura di Carlo Niri)

La crisi nell'approvvigionamento di fonti energetiche tradizionali, soprattutto gas, registrata a seguito della guerra scatenata dalla Russia in Ucraina, ha reso ancora più urgente il problema della transizione energetica verso fonti alternative a quelle fossili tradizionali così fortemente legate ai nefasti cambiamenti climatici che sono sotto gli occhi di tutti (scioglimento dei ghiacci polari, desertificazione in forte progresso, uragani, tsunami, innalzamento del livello dei mari, acidificazione degli oceani etc.).

Il problema è stato affrontato in altra parte di questo numero con un approccio che prevede una fase di sovrapposizione delle fonti energetiche tradizionali con quelle innovative esenti da effetti clima-alteranti. Allo scopo di dare spazio anche ai sostenitori di un approccio più radicale, nel seguito riportiamo un articolo di Vincenzo Balzani, Professore emerito di Chimica dell'Università di Bologna, coordinatore del Gruppo di scienziati energia-perlitalia, la cui voce si unisce alle molte voci di sensibilizzazione dell'opinione pubblica registrate in que-

sti ultimi tempi; tra tutte va citata la petizione degli scienziati del clima lanciata da Green&Blue che ha superato le 200.000 firme di sottoscrizione.

L'assunto del Balzani è che occorre prendere atto che la crisi è strutturale e che non può essere affrontata in modo emergenziale come anche l'attuale governo sta facendo; il rischio è quello di allontanare la soluzione del problema e di perpetuare situazioni fortemente clima-alteranti in un momento in cui ormai i margini temporali di intervento per evitare la condizione di non ritorno si sono estremamente ridotti.

Ricordiamo che il Professor Balzani, che in passato ha già collaborato con la nostra rivista, è accademico dei Lincei e come esperto di livello mondiale di chimica supramolecolare e di macchine molecolari azionate dalla luce, nel 2016 è stato in lizza per il Premio Nobel per la Chimica. Numerosissimi i riconoscimenti nazionali e internazionali; tra tutti citiamo il I Premio Unesco-Russia Mendeleev per le Scienze di Base del 1921 e, più recentemente, il SSF Prize for Molecular Machines.

Dopo la guerra in Ucraina

LUCI ED OMBRE

SULLA TRANSIZIONE ENERGETICA

Stiamo vivendo un periodo storico difficile e complesso. Ci troviamo di fronte a problemi molto seri e interconnessi che vanno affrontati con urgenza: cambiamento climatico, pandemia, guerra in Ucraina, crisi nei rapporti commerciali, crescenti disuguaglianze.

In questo quadro, un ruolo fondamentale è giocato dall'energia che è la risorsa più importante per vivere e per lo sviluppo della civiltà^[1]. La maggior parte dell'energia proviene, ancora oggi, dall'uso dei combustibili fossili, risorsa energetica dannosa per l'uomo e per l'ambiente; peggio ancora, c'è un uso inappropriato della disponibilità dei combustibili fossili per condizionare i sistemi economici e politici e per alimentare le guerre. E' necessario ed urgente sviluppare e portare a termine la transizione energetica dai combustibili fossili alle energie rinnovabili

La transizione energetica

Dal 1988 gli scienziati del IPCC

documentano che le emissioni di CO₂ generate dall'uso dei combustibili fossili stanno causando un riscaldamento del globo terrestre con effetti drammatici, quali l'aumento di frequenza di fenomeni meteorologici estremi, l'estendersi di zone desertiche, lo scioglimento dei ghiacci polari, l'innalzamento del livello dei mari, l'acidificazione degli oceani; le conseguenze sono distruzione di raccolti, perdita di biodiversità, aumento di fenomeni migratori e diffusione di malattie. Nel 2015, la conferenza sul clima tenutasi a Parigi sotto l'egida dell'ONU, ha definito il cambiamento climatico "la minaccia più grave per l'umanità", minaccia che, come sanno bene gli scienziati e come scrive anche Papa Francesco nell'enciclica Laudato si', è possibile scongiurare solo smettendo di usare i combustibili fossili.

La transizione energetica dall'uso dei combustibili fossili a quello delle energie rinnovabili, dunque, è necessaria e urgente^[2,3]; purtroppo richiede tempo, non tanto per ragioni tecniche,

quanto per i grandi interessi economici e politici che coinvolge.

La guerra in Ucraina

L'invasione dell'Ucraina da parte della Russia ha riportato la guerra nel cuore dell'Europa, ha fatto decine di migliaia di vittime ed è ormai un conflitto di lunga durata con drammatiche conseguenze. Fra queste, una brusca frenata nella transizione energetica, paradossalmente generata dalla riduzione del flusso del gas russo verso i paesi occidentali, fra cui l'Italia. Di fronte all'aumento esponenziale dei prezzi del gas, alla guerra e ai possibili problemi di approvvigionamento occorre reagire in modo strutturale e non con false e inammissibili soluzioni che rischiano di perpetuare i problemi anziché risolverli.

L'invio di armi all'Ucraina non fa che aggravare il conflitto. Chiediamo che l'Italia si impegni affinché a un immediato cessate il fuoco faccia seguito un negoziato fra i rappresentanti dei governi ucraino e russo, sotto

l'egida delle Nazioni Unite. Le ragioni della pace e del disarmo, però, non possono giovare di ipocrisie. Pertanto, riteniamo grave che il nostro Paese si fregi di essere un paese amante della pace, mentre secondo l'ultimo rapporto Sipri è il sesto esportatore di armi al mondo.

Come rimediare alla diminuzione del gas russo

Soluzioni false o inammissibili

Per far fronte alla diminuzione del flusso di gas dalla Russia (Figura 1) il governo, spinto dalle compagnie che producono e commerciano combustibili fossili, ha adottato o sta adottando soluzioni sbagliate che ci legheranno all'uso dei combustibili fossili per 10-15 anni, spingeranno allo sviluppo di metodi assurdi per la cattura e lo stoccaggio sotterraneo della CO₂ prodotta e, cosa ancor più grave, rallenteranno lo sviluppo delle energie rinnovabili.

Centrali a carbone. L'Italia ha sette centrali a carbone. Si prospetta

di aumentarne l'utilizzo in via provvisoria. È una soluzione inammissibile perché l'Italia aveva preso l'impegno di chiuderle o riconvertirle entro il 2025.

Trivellazioni gas nazionale. Si tratta di una soluzione, sostenuta da ENI e SNAM, che fa leva sul patriottismo, ma che è sostanzialmente falsa. Anche volendo sommare tutte le riserve nazionali, incluse quelle difficilmente estraibili a causa di costi economici ed energetici poco sostenibili, l'Italia avrebbe al massimo riserve di gas per 111 miliardi di metri cubi di gas, che sarebbero in grado di coprire appena un anno e mezzo della domanda nazionale di gas. Inoltre, non sarà certo l'immissione nel mercato mondiale di una quantità così piccola di gas a modificarne il costo.

Diversificazione delle forniture. Per far fronte alla diminuzione del flusso del gas russo il nostro governo, spinto da ENI, si è concentrato in una ricerca spasmodica di fonti fossili in Africa, con conseguenze molto nega-

tive. Anzitutto, ci ha messo nella condizione di dipendere da paesi politicamente instabili, caratterizzati da un basso grado di democrazia e, di conseguenza, ci impedisce di esercitare su di essi pressione per il rispetto delle norme di diritto internazionale (come nel caso della politica degli insediamenti israeliani) e dei diritti umani (come nel caso delle detenzioni arbitrarie e delle sparizioni forzate in Egitto). Infine, ha indotto alcuni paesi africani a utilizzare le loro limitate riserve finanziarie nella realizzazione di strutture per l'estrazione di combustibili fossili, anziché aiutarli ad investire nello sviluppo delle vaste risorse di energie rinnovabili di cui quei paesi dispongono.

Gasdotti e gassificatori. I consumi di gas in Italia sono in diminuzione dal 2005 e non abbiamo bisogno di nuove infrastrutture per sostituire il gas russo. Una risposta infrastrutturale, infatti implica costi di lungo termine e tempi di realizzazione più alti di quelli richiesti da una crisi che può



Figura 1- Terminale per la distribuzione del gas

essere superata con costi più bassi e in tempi più brevi mediante l'accelerazione nello sviluppo delle energie rinnovabili, l'aumento di efficienza e il risparmio. L'uso di rigassificatori (Figura 2) per utilizzare metano liquefatto proveniente dagli USA o dal Medio Oriente dovrebbe essere evitato non solo perché, come la costruzione di nuovi gasdotti, ci incatenerebbe all'uso del metano ancora per molti anni, ma anche per ragioni economiche e per la pericolosità degli impianti.

Biocombustibili^[2]. I biocombustibili possono essere ricavati in quantità molto limitata da scarti di prodotti alimentari o agricoli e, in più grandi quantità, da colture dedicate. I biocombustibili più diffusi sono:

- il biogas che si ottiene per fermentazione anaerobica di residui organici di varia origine (liquami zootecnici, fanghi di depurazione, scarti agro-industriali). Il biogas è costituito prevalentemente da metano (50-80%) e, dopo opportuno trattamento, può essere immesso nella rete di distribuzione del gas;

- il bioetanolo, che viene ottenuto soprattutto dalla canna da zucchero in Brasile e USA;

- Il biodiesel, ricavato in molti paesi da colture dedicate di oli vegetali (soia, girasole, palma, granoturco).

Fermo restando il fatto che usare i rifiuti per produrre biocombustibili è cosa positiva, la produzione di biocombustibili da colture dedicate in generale non lo è.

I biocombustibili sono stati inizialmente considerati "carbon neutral" perché la CO₂ generata dalla combustione è compensata dalla CO₂ fissata durante la crescita. In realtà, se si considera l'energia usata per seminare, raccogliere, trasportare e convertire i raccolti in biocombustibili, in molti casi il bilancio energetico è negativo. Anche il loro impatto ambientale può essere addirittura maggiore di quello dei combustibili fossili. Altro aspetto preoccupante è la competizione che si viene a creare riguardo l'uso del terreno per produrre cibo o biocombustibili; Il "pieno" di bioetanolo per un SUV utilizza il mais sufficiente a nutrire una persona per un anno!

L'utilità o la convenienza di produrre e usare biocombustibili dipendono molto da paese a paese. La produzione di biodiesel è diffusa in molti paesi europei perché l'Unione Europea, nel tentativo di abbattere la produzione di CO₂, ha fornito sussidi per la produzione di biodiesel da miscelare al gasolio di origine fossile. Il biodiesel, che è stato prodotto in massima parte con olio di palma proveniente da paesi equatoriali, genera quantità di CO₂ maggiori del gasolio fossile. Il motivo è che la palma da olio cresce in aree normalmente occupate da foreste che vengono abbattute e quindi viene a mancare la loro azione positiva sul clima. Inoltre, sotto le aree forestali ci sono spesso terreni torbosi che, una volta deforestati e drenati, si decompongono rapida-

mente o addirittura bruciano, liberando enormi quantità di CO₂ in atmosfera. Di fronte a queste evidenze scientifiche, il Parlamento Europeo ha poi votato per escludere dal 2020 l'olio di palma dai sussidi per il biodiesel.

I biocombustibili non possono giocare un ruolo importante nella transizione energetica semplicemente perché l'efficienza della fotosintesi naturale è molto bassa (0,1-0,2%) e la ricerca scientifica mostra che non è possibile aumentarla in modo significativo. È stato calcolato che l'efficienza di conversione dei fotoni del sole in energia meccanica delle ruote di un'automobile (*sun-to-wheels efficiency*) è più di 100 volte superiore per la filiera che dal fotovoltaico porta alle auto elettriche rispetto alla filiera che dalle biomasse porta alle auto alimentate da biocombustibili (Figura 3).

La diffusione dei biocombustibili è dovuta al fatto che, miscelati in piccole quantità (<15%) con i combustibili fossili, possono essere utilizzati negli attuali motori a combustione. La produzione di biocombustibili ostacola, quindi, la transizione energetica che richiede la sostituzione dei motori a combustione con motori elettrici.

La produzione e l'uso dei biocombustibili vengono difesi dalle compagnie petrolifere, ad esempio ENI, con grandi campagne pubblicitarie e operazioni di *greenwashing*. Fra gli annunci *greenwashing* più ridicoli ricordiamo quello di ENI, nel maggio 2017



Figura 2 - Un terminale per gasificatori

su tutti i quotidiani più importanti, che affermava: “*Il carburante si otterrà anche dalle bucce delle mele. In Italia*”. Nel 2020 l'Autorità Antitrust ha irrogato una sanzione di 5 milioni di euro a Eni per la diffusione di messaggi pubblicitari ingannevoli utilizzati nella campagna promozionale che ha riguardato il carburante *Eni Diesel+* pubblicizzato come *green* anche se è composto per l'85% di diesel fossile e 15% di HVO (*Hydrotreated Vegetable Oil*) prodotto da olio di palma grezzo.

Soluzioni idonee:

Le energie rinnovabili

La soluzione vera e strutturale è imprimere una svolta decisiva allo sviluppo delle energie rinnovabili con nuovi impianti fotovoltaici ed eolici per la produzione di energia elettrica, reti per la sua distribuzione e batterie e pompaggi per accumularla. Lo sfruttamento delle energie rinnovabili è sostenibile non solo in termini climatici e sanitari, ma anche in termini economici perché i costi riguardano solo la costruzione, l'ammortamento e la manutenzione: l'energia che ci forniscono sole e vento è gratuita e, a differenza dei combustibili fossili, sicura e inesauribile. Un'accelerazione spinta sulle rinnovabili avrebbe effetti occupazionali molto positivi. Naturalmente, è anche necessario migliorare l'efficienza nell'uso della energia e, ancor più, richiamare le persone ad un consumo responsabile di energia, come di qualsiasi altra risorsa.

I piani europei “Fit for 55” e “REPowerEU”, mirati a raggiungere gli obiettivi climatici al 2030, ridurranno la domanda di gas europea del 40%. Uno studio del gruppo *Energia per l'Italia*^[4] indica che entro il 2030 possiamo raddoppiare la potenza fotovoltaica ed eolica, coibentare 3,5 milioni di case con sostituzione della caldaia a gas con pompe di calore e sostituire 3 milioni di auto alimentate da combustibili fossili con auto elettriche, con la riduzione di 27,5 milioni di tonnellate di CO₂ rispetto ai livelli del 2019, permettendo così all'Italia di contribuire in modo fattivo al raggiungimento degli obiettivi climatici inter-

nazionali.

Energia elettrica

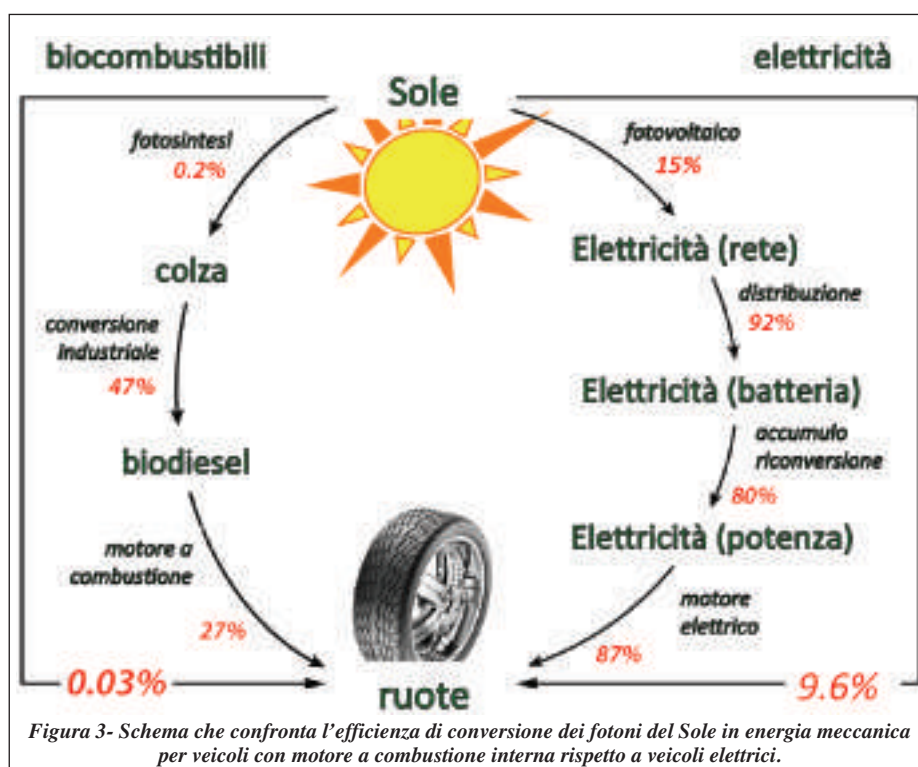
Una caratteristica importante delle energie rinnovabili del Sole e del vento consiste nel fatto che, senza produrre né sostanze inquinanti né gas serra, generano energia elettrica^[2,5] che si può convertire con alta efficienza in energia meccanica o termica. L'energia elettrica è anche molto facile da trasportare, utilizzando reti di cavi; il suo principale problema è che non è possibile accumularla e immagazzinarla come tale, per rendersi indipendenti dalla intermittenza con cui viene generata dal Sole e dal vento. L'energia elettrica, però, si può accumulare e conservare per tempi più o meno lunghi trasformandola reversibilmente in altre forme di energia (chimica, meccanica, magnetica, gravitazionale).

I più noti dispositivi per l'accumulo, le batterie, convertono reversibilmente energia elettrica in energia chimica. Le batterie più usate oggi sono quelle al litio; pur essendo relativamente leggere, sono molto ingombranti. Fra i metodi di accumulo c'è anche quello di convertire l'energia elettrica in idrogeno mediante l'elettrolisi dell'acqua.

Va ricordato il recente e promettente sviluppo dell'agrivoltaico (Figura 4), che sfrutta la possibilità di sistemare sopra i terreni agricoli, ad una altezza di circa 3 metri, pannelli fotovoltaici opportunamente distanziati, permettendo così di ottenere energia elettrica senza diminuire sostanzialmente la resa agricola del terreno

Idrogeno

Stando a quanto riportano alcuni giornali, l'idrogeno potrà risolvere tutti i problemi energetici in quanto si tratterebbe di una forma di energia abbondante, pulita e persino «democratica». Anche negli ambienti politici che si documentano soltanto attraverso i giornali, si sentono discorsi che suonano più o meno così: oggi siamo costretti a usare i combustibili fossili che sono in via di esaurimento e che producono CO₂ responsabile del cambiamento climatico, ma tra pochi anni potremo finalmente usare l'idrogeno, che non inquina perché quando lo si usa produce soltanto acqua. In realtà, la cosiddetta «economia all'idrogeno»^[2,5,6] è un problema molto complesso e puntare troppo sull'idrogeno rischia di rallentare la transizione energetica dai combustibili fossili alle energie rinnovabili. L'idrogeno mole-



colare, H_2 , non esiste in natura. Si produce nell'industria in grandi quantità, essenzialmente da una reazione fra metano e vapor d'acqua (*idrogeno grigio*), con formazione ed emissione di CO_2 , il più diffuso dei gas climalteranti. Se in questo processo la CO_2 prodotta viene sequestrata ed immagazzinata (tecnologia CCS, molto complessa, costosa e inefficiente), l'idrogeno prodotto viene chiamato *blu*. L'idrogeno si può preparare anche per elettrolisi dell'acqua, H_2O , scindendola in idrogeno H_2 e ossigeno O_2 , senza la formazione di altri prodotti. Se l'elettricità utilizzata proviene da fonti rinnovabili, l'idrogeno così ottenuto è puro e viene chiamato *verde*, perché si ottiene senza produrre sostanze climalteranti.

L'idrogeno è utilizzato in molti processi industriali come reagente, in particolare la sintesi dell'ammoniaca. Può anche essere bruciato per ottenere

calore ad alta temperatura. L'idrogeno *verde* viene usato per decarbossilare l'acciaio e in processi chimici connessi alla raffinazione del petrolio; può anche essere usato per alimentare, con ossigeno, dispositivi chiamati *celle a combustibile* dove l'energia chimica della reazione che riporta all'acqua genera energia elettrica. Quindi l'energia elettrica e l'idrogeno verde sono due vettori energetici interconvertibili, tramite elettrolisi dell'acqua e celle a combustibili; spesso, sono anche intercambiabili. C'è però una grande differenza: l'elettricità è generata direttamente dalle energie rinnovabili, mentre l'idrogeno *verde* è prodotto dall'elettricità con una resa di circa l'80%. Quindi, si usa prioritariamente l'elettricità, che è anche più facile da trasferire e distribuire e si ricorre all'idrogeno verde nei processi industriali dove l'uso dell'elettricità è difficile o scarsamente effi-

ciente.

Il settore dei trasporti

Un importante settore coinvolto nella transizione energetica è quello dei trasporti. Attualmente, per i trasporti su strada si usano prevalentemente veicoli che utilizzano motori termici, nei quali il calore generato dai combustibili fossili viene convertito in energia meccanica con rese in genere non superiori al 30%. Per ottenere energia meccanica si possono usare anche motori alimentati da energia elettrica, che sono almeno tre volte più efficienti dei motori termici, hanno un numero di parti in movimento almeno 100 volte inferiore, sono meno soggetti a guasti e richiedono spese di manutenzione molto minori (Figura 5). Per meglio comprendere la maggiore efficienza dei motori elettrici rispetto a quelli termici, basta un semplice confronto: un'auto tradizio-



Figura 4 - L'agrivoltaico permette di ottenere con alto rendimento dallo stesso terreno cibo e energia elettrica

nale a benzina consuma circa 70 kWh per percorrere 100 km, mentre un'auto elettrica consuma circa 15 kWh.

L'accoppiamento energia elettrica (prodotta dalle rinnovabili) e alta efficienza dei motori elettrici sta portando alla graduale sostituzione di tutti i mezzi di trasporto basati su motori combustione, sganciando il settore dell'autotrazione da quello petrolifero^[6-8].

Auto elettriche

Nelle auto elettriche l'energia per alimentare il motore è fornita da una batteria capace di accumulare energia elettrica sotto forma di energia chimica che, al momento dell'uso, viene riconvertita in energia elettrica per alimentare il motore. Se l'energia elettrica è ottenuta da fonti rinnovabili, le auto elettriche non generano né inquinamento né gas clima alteranti. Si è calcolato che l'energia elettrica necessaria per alimentare tutto il settore dei trasporti in Italia ammonta a circa 100 TWh, una quantità che potrebbe essere prodotta da una superficie fotovoltaica di circa 75 mila ettari, facilmente ottenibile nel nostro paese dove la superficie dei capannoni industriali è di circa 50 mila ettari [].

Auto a idrogeno

Le auto a idrogeno hanno un serbatoio nel quale viene immesso idrogeno verde sotto pressione (compressione e trasporto: efficienza 75%)

generato per elettrolisi dell'acqua (efficienza: 70%). Nell'auto, l'idrogeno viene immesso in una *cella a combustibile* (efficienza, 60%) dove reagisce con l'ossigeno generando elettricità che va ad alimentare il motore elettrico. A causa delle due successive conversioni, da energia elettrica a idrogeno e da idrogeno a energia elettrica, l'efficienza della auto a idrogeno è circa tre volte minore dell'efficienza delle auto elettriche. I vantaggi delle auto a idrogeno rispetto alle auto elettriche stanno in una maggiore autonomia (indicativamente, 500 km vs 150-300 km) e un minore tempo per la ricarica (decina di minuti vs ore). Per contro, le stazioni di rifornimento per l'idrogeno sono attualmente in numero molto minore di quelle in cui ci si può rifornire di elettricità. I punti deboli (ma in corso di rapido miglioramento) della auto elettriche sono le batterie (capacità, tempi di ricarica), quelli delle auto a idrogeno sono gli elettrolizzatori e le celle a combustibile (efficienza, costo).

Conclusioni

La transizione energetica dai combustibili fossili alle energie rinnovabili è necessaria e urgente; purtroppo richiede tempo, non tanto per ragioni tecniche, quanto per i grandi interessi economici e politici sui quali va ad incidere e che, quindi, la frenano. E' compito di ognuno di noi operare per attuarla e spingere affinché sia messa

come priorità assoluta sia dal governo nazionale che da quelli regionali. Tanto più perché un'accelerazione sullo sviluppo delle rinnovabili avrebbe anche effetti molto positivi sull'occupazione. E' poi necessario migliorare l'efficienza energetica e, ancor più, fare un uso responsabile dell'energia secondo il criterio della sobrietà, che deve essere alla base di ogni azione di chi vive su questo pianeta, la Terra, una specie di astronave che viaggia nell'Universo senza poter "atterrare" in nessun luogo per fare rifornimento o scaricare rifiuti^[4,9].

Vincenzo Balzani

(Dipartimento di Chimica "G. Ciamician"
Università di Bologna)

Bibliografia

1. N. Armaroli, V. Balzani, *Energia per l'astronave Terra*, Zanichelli 2017
2. N. Armaroli, V. Balzani, *Energy for a sustainable world*, Wiley-VCH, 2011
3. F.M. Butera, *Affrontare la complessità*, Ediz. Ambiente, 2021
4. <http://www.energiaperlitalia.it/>
5. V. Balzani, M. Venturi, *Energia, risorse e ambiente*, Zanichelli, 2015
6. A. Abboto, *Idrogeno, tutti i colori dell'energia*, ediz. Dedalo 2021
7. L. Setti e altri, *Osservatorio sulla sostenibilità ambientale*, du.press, 2021
8. N. Armaroli, *Non abbiamo più tempo*, ediz. Dedalo, 2020
9. V. Balzani, *Salvare il pianeta per salvare noi stessi*, LU::CE edizioni, 2020



MOTORE TERMICO



MOTORE ELETTRICO

Figura 5 - La complessità di un motore termico confrontata alla semplicità di un motore elettrico.

Gestione dei rifiuti urbani

LE BASI DELL'APPROCCIO ALLA TARIFFAZIONE PUNTUALE

Il principio comunitario di “chi inquina paga” nel settore dei rifiuti urbani è espresso dalla tariffa puntuale. Attualmente siamo ancora nella situazione di transizione dove convivono sia il vecchio tributo, confluito nella TARI, la singola utenza paga sulla base di criteri presuntivi di produzione dei rifiuti sia il modello di tributo puntuale - la tariffazione puntuale - nella quale la quota variabile è proporzionata in parte anche al rifiuto conferito, sulla base di misurazioni dirette e/o indirette del rifiuto urbano residuo.

La tariffazione puntuale è e rimane lo strumento fondamentale per ridurre gli impatti sull'ambiente, ciò nonostante, evidenzia alcuni elementi sui quali diviene necessario effettuare un approfondimento sia tecnico pratico che economico.

Evidenziamo il fatto che la maggiore leva di applicazione della tariffa puntuale sia quella economica che insiste su una quota dei rifiuti prodotti, RUR (rifiuto urbano residuo), spingendo tutte le utenze a

ridurre la produzione per poter contenere la bolletta.

L'architettura del modello, così come disegnata, non prevede incentivi chiari con il fine di migliorare la qualità delle frazioni differenziate e ridurre la produzione di RUR. Questo perché l'utilizzo della sola leva economica, che si riflette esclusivamente sulla parte residuale, è la classica situazione che si crea quando si cerca con un solo strumento di prefiggersi molti risultati. Per identificare questa situazione risulta calzante l'espressione inglese “We can't recycle our way out of the problem”, non è più sufficiente l'applicazione di un solo strumento - vedi la tariffa puntuale - seppur efficace nel favorire ed incentivare la raccolta differenziata, ma risulta sempre più necessario implementare un approccio sinergico che comprenda come pilastri culturali i comportamenti individuali e collettivi nella gestione della gerarchia dei rifiuti. Evitando da un lato un'impostazione semplicistica della riduzione dei rifiuti e

dall'altro intervenendo direttamente sui prodotti tramite l'ecodesign, sulla trasformazione dei modelli di business - product as service- e sugli stili di consumo.

Possibili effetti negativi dell'applicazione della tariffa puntuale basata solo sull'incentivo economico potrebbero manifestarsi, in primo luogo, con un aumento degli abbandoni in piccole discariche abusive sparse all'interno del circuito cittadino ed in zone limitrofe poco frequentate. Volendo invece confidare in una cultura di base che non favorirà questa tipologia di comportamento, possiamo comunque incorrere in altri effetti indesiderati; potrebbe essere favorito un “passaggio” più o meno consapevole della frazione residua nelle differenti frazioni differenziate. Questo comporterebbe un peggioramento della qualità della raccolta, creando problematiche a valle agli impianti di selezione e di trattamento, incrementando i costi di gestione dei rifiuti e alla fine non determinerebbe una diminuzione del corrispettivo al



cittadino. Inoltre, si potrebbero verificare comportamenti “opportunistici”, il così detto turismo dei rifiuti, al fine di evitarne la misurazione e la quantificazione con conferimenti in comuni limitrofi dove non si applica la Taric o presso contenitori per la raccolta di altri utenti che si trovano su aree pubbliche.

Comunque, differenziare ed implementare gli strumenti a disposizione da affiancare alla leva economica è possibile; tra i più utilizzati c'è la leva economica indiretta, conseguita aumentando nell'architettura tariffaria il corrispettivo relativo alle frazioni differenziate non misurate in modo diretto. Abbiamo poi la leva culturale ottenuta tramite la formazione e l'informazione degli utenti finalizzata soprat-

tutto al miglioramento della qualità dei rifiuti conferiti e naturalmente alla diminuzione del loro quantitativo complessivo. Potrebbero essere applicate quelle che vengono definite “spinte gentili”, metodo dell'economia comportamentale che si applica in forma di azioni, parole ed applicazioni in grado di spingere senza imporre verso comportamenti positivi. Questi strumenti dovrebbero essere sistematicamente applicati a supporto di quanto previsto nei Piani Regionali dei Rifiuti. Infatti, con la tassa TARI i comuni avevano il ruolo di determinazione, regolazione e riscossione, mentre l'applicazione tariffa era determinata secondo i criteri del DPR 158/99; con la tariffa puntuale il loro ruolo si esplica nella determinazione e regolazione, defi-

nendo il metodo di calcolo nello stesso Regolamento Comunale (anche ispirato al DPR158/99), sulla base dei propri obiettivi specifici nel rispetto della disciplina normativa speciale (art.1, c 667 e 668 L.47/2013).

I Comuni possono introdurre la tariffazione puntuale, decidere la struttura delle tariffe da adottare, la struttura del corrispettivo; quota fissa, quota variabile, svuotamenti minimi..., accentuando o meno la differenziazione con la precedente tipologia di tariffazione. Questo determina sostanzialmente una suddivisione tra due modelli di base con cui operare il passaggio di tariffazione; uno che si focalizza maggiormente sul corrispettivo della quota fissa, proporzionale quello della quota va-

Tabella dimostrativa di come due regioni che, pur condividendo il modello di raccolta differenziata porta a porta, hanno applicato modelli differenti per la tariffazione.

STRUTTURA DELLE TARIFFE PUNTUALI ADOTTATE A PARMA E TREVISO PER L'ANNO 2020

COMUNE	STRUTTURA DEL CORRISPETTIVO	QUOTA FISSA	QUOTA VARIABILE	SVUOTAMENTI MINIMI	SVUOTAMENTO AGGIUNTIVO EURO/LITRO (RUR)
TREVISO	Quadrinomia	n.2 quote fisse (€/a sul num. di componenti/ classe di superficie) +Quota comunale (€/a sulla volumetria impiegata delle frazioni RD)	n.2 Quote variabili (€/svuotamento - RUR- e €/svuotamento frazioni RD attivate)	Diversi per numero componenti utenza	0,152
PARMA	Trinomia	N.1 Quota fissa (€/mq differenziata sul numero di componenti)	n.2 Quote variabili (€/a sul numero di componenti e €/svuotamento - RUR-)	Diversi per numero componenti utenza	0,035

Fonte: elaborazione Laboratorio REF Ricerche

SPESA ANNUA E INCIDENZA DELLA QUOTE PER LE UD

Famiglia 3 componenti, 108 mq e 1000 litri RUR; anno 2020



Fonte: elaborazioni Laboratorio REF Ricerche

riabile, rendendo marginale il contributo di eventuali svuotamenti aggiuntivi, l'altro al contrario tende al contenimento della quota fissa, proporzionale quello della quota variabile, ed a un contributo rilevante per gli svuotamenti aggiuntivi.

Entrambi i modelli prevedono l'obbligo di copertura integrale dei costi di esercizio e di investimento, secondo quanto previsto dal principio comunitario del full cost recovery. Nel caso della tariffa puntuale le decisioni dei comuni investono il corrispettivo unitario che viene applicato ai singoli svuotamenti della RUR (Rifiuto Urbano Residuo), unitamente agli svuotamenti minimi, esplicitando un ruolo rilevante nel definire il segnale economico comunicato all'utenza, determinando i percorsi, i possibili aggiustamenti nel periodo di transizione e l'equilibrio finale del bilancio dei rifiuti.

Si riporta a titolo di esempio una tabella che mostra come due regioni che pur condividendo il modello di raccolta differenziata porta a porta hanno applicato modelli differenti per la tariffazione.

Treviso e Parma costituiscono a livello nazionale due interessanti casi studio perché l'adozione del modello di tariffazione puntuale ha offerto esiti abbastanza contrapposti, dei quali si stanno studiando le motivazioni.

Il Veneto ha attuato una strategia di gestione finalizzata alla massimizzazione del recupero di materia, minimizzando il rifiuto urbano pro capite prodotto e lasciando i rifiuti prodotti dalle attività economiche; basso grado di assimilazione, sostanzialmente in mano ad operatori privati specializzati. In questo modo alcune tipologie impiantistiche previste per la

chiusura del ciclo dei rifiuti sono rimaste residuali. La tariffa è definita ad alto potere incentivante, applicando una quota fissa ridotta ed al contrario elevate quote variabili (1.585,00 €/t).

Diversamente l'Emilia Romagna ha sviluppato un presidio pubblico territoriale quanto più esteso possibile, ampliando l'orientamento in tema di assimilazione a tutte le attività economiche, garantendo così economie di scala ottimali ai propri impianti. Questa scelta ha portato a costi più contenuti per i propri cittadini sulle tariffe RUR oltre gli svuotamenti minimi quindi un corrispettivo limitato per le quote variabili (312€/t), a cui corrisponde però una elevata incidenza delle quote fisse.

Dai risultati dell'applicazione della tariffa su più di mille comuni che dal 2020 applicavano la tariffa puntuale si sottolinea ulteriormente come questa sposti significativamente la ripartizione dei rifiuti prodotti tra raccolta differenziata e indifferenziata, piuttosto che la quantità complessiva. Quindi il comportamento rilevato è quello di una maggiore attenzione alla raccolta differenziata da parte dell'utenza, evidenziando così la bontà del modello proposto, ma anche i propri limiti considerando che non vi è stato, se non del tutto marginalmente, ancora quello spostamento verso l'ecodesign, il recupero ed il riciclo, ed altre buone pratiche che portano alla diminuzione complessiva del rifiuto prodotto.

Fonti:

- Guida alla Tariffazione Puntuale, IFEL (2019),
- ARERA Delibera 713/2018 "Criteri per la determinazione dei corrispettivi del servizio integrato di gestione dei rifiuti urbani e assimilati e dei singoli servizi che costituiscono attività di gestione".
- REF - Position Paper n. 182: "Gestione rifiuti. Sostenere i Piani Regionali con un approccio "razionale" e condiviso", Laboratorio REF Ricerche, giugno 2021
- REF - 1 Position Paper n. 123 "La tariffa puntuale: un'opportunità da gestire" del Laboratorio REF Ricerche, luglio 2019.
- Direttiva 851/2018, Allegato IV bis, punto 2
- Pacchetto Economia Circolare Direttiva 2018/851/CE, recepita con il D. Lgs. 116/2020

Katiuscia De Angelis
(Ingegnere presso ASM terni SpA
Settore Ambiente, Project Manager
certificato ISIPM, Manager
della Rigenerazione Urbana)



Considerazioni sulle opportunità realizzative FCU MOTORE DI SVILUPPO ?

A seguito degli articoli relativi alla Ferrovia Centrale Umbra apparsi rispettivamente sui numeri 128 /2022 e 130 /2022 della rivista INGENIUM, ritengo opportuno fornire ulteriori elementi di riflessione circa i motivi che mi hanno portato, a seguito della iniziativa di rilancio della tratta ferroviaria *Ponte San Giovanni – Terni* della FCU, a proporre la riconversione della stessa in percorso Ciclo - Pedonale.

L'idea è stata avanzata per sollecitare un confronto sulla utilità o meno del ripristino della tratta ferroviaria in oggetto che ha come genesi non solo l'analisi storica sulle caratteristiche dell'infrastruttura rimaste invariate nel tempo, sulle cause, mai ricordate, che hanno portato alla chiusura della tratta *Ponte San Giovanni – Terni*, ma anche sulle valutazioni di natura economica, ignorate, che vanno oltre l'investimento e nello specifico sui costi di gestione di un servizio ferroviario a carico della Regione Umbria indipendentemente dal Gestore dello stesso.

Proprio per questo, ricordo ancora una volta che la decisione del ripristino sarebbe stata opportuna prenderla solo dopo una approfondita analisi della domanda di trasporto (Casa-scuola, casa-lavoro, casa-svago e da ultimo finalizzata anche al trasporto turistico) ed una valutazione dei costi sia d'esercizio che di struttura in quanto, a mio avviso, la Regione Umbria, proprietaria della rete e dei beni strumentali, dovrà comunque farsi carico.

Detta analisi avrebbe permesso di individuare la modalità di trasporto più opportuna per effettuare in modo economico i servizi offerti, evitando costi di gestione elevati a carico della collettività ed a vantaggio dei gestori dei servizi. Si tenga conto che dalla chiusura della tratta *Terni - Ponte San Giovanni* il Servizio della FCU è stato sostituito con autoservizi su strada che soddisfano in modo adeguato e in maniera più puntuale sia in origine che in destinazione la attuale domanda di trasporto, con costi sicuramente inferiori a quelli ferroviari. Servizi che con incrementi di spesa modesti potrebbero essere effettuati con moderni bus di tipo gran turismo e con



eventuali altre corse rapide per incrementare l'utenza.

È bene ricordare che, allo stato attuale, l'intera infrastruttura di 153 Km è aperta al servizio ferroviario in soli 52 Km (*Città di Castello – Ponte San Giovanni*) che a breve verranno incrementati a 57 Km con la riapertura della diramazione *Ponte San Giovanni – Perugia Sant'Anna*, tratta che da un punto di vista del servizio ha numeri interessanti di utenza, mentre quella *Ponte san Giovanni - Terni* attraversa aree a bassi insediamenti abitativi e in molti casi con stazioni distanti dai centri storici (es. la stazione di Marsciano dista circa 5 Km dal centro urbano abitato, quella di Todi 7 Km, così come pure alquanto distanti sono quelle di Acquasparta e Sangemini), anche per questo scarsamente utilizzata.

Inoltre la tratta *Terni - Ponte San Giovanni* è collegata con Perugia attraverso Foligno con la rete ferroviaria nazionale, oltre che da una infrastruttura stradale che privilegia i servizi automobilistici pubblici e soprattutto quelli privati.

Oltre quanto detto aggiungo che, essendo una ferrovia interna senza sbocchi a nord, non può essere un attrattore di utenza in quanto la concorrenza del sistema di trasporto stradale risulta più efficace della ferrovia per le stesse tratte e proprio per questo persistono dubbi

anche sull'efficacia della Ferrovia come "veicolo" turistico o mezzo da utilizzare per richiamare turismo.

Un dato da tenere sempre presente è anche quello riferito alla frequentazione totale della ferrovia, mai superiore alla soglia di 1.200.000 passeggeri/anno, cioè quella media degli anni precedenti la chiusura, che di sicuro non giustifica un trasporto ferroviario.

Anche e soprattutto per questo sarebbe stata opportuna se non necessaria, per la salvaguardia del bilancio regionale, una attenta valutazione economica di sostenibilità sui costi di gestione.

Per inciso evidenzio che le infrastrutture stradali, ferroviarie ed altro, sono sempre state motori di sviluppo nei confronti delle aree interessate; ma lungo la linea della FCU, per i motivi già citati, non sono cresciuti nel tempo e difficilmente potranno crescere in futuro insediamenti abitativi e produttivi significativi.

Inoltre, nel caso delle ferrovie, la loro attrattività e concorrenzialità nei confronti degli altri sistemi di trasporto, specialmente in aree a bassa densità abitativa, risiede sulle medie e lunghe distanze per i passeggeri e sulle lunghe, per il trasporto merci.

In conclusione, a mio avviso, investire le somme indicate (160 – 170 Milioni di Euro) per il ripristino della infrastruttura, per l'aumento del peso assiale portandolo da 16T/asse a 18T/asse, per la installazione di moderni ed efficaci sistemi di gestione, compreso quello europeo (ERMTS), ha poco senso relativamente alla domanda di trasporto oggi nota (quantità di passeggeri da trasportare) e alle prospettive di sviluppo rispetto all'elevato investimento.

Mi fermo qua sostenendo che una diversa scelta da valutare sarebbe stata opportuna, come ad esempio, una pista ciclo-pedonale.

Perché no?

Se non altro con un più basso investimento se ne avrebbe una tra le più estese del territorio nazionale e, come tale, in Umbria potrebbe incrementare ulteriore turismo.

Sergio Crocelli

Interventi sulla famosa rivista di Sinisgalli

PAPULI E LA “CIVILTÀ DELLE MACCHINE”

Nella bella pubblicazione "La chimica in 'Civiltà delle macchine' " ^[1], edita dalla Fondazione Sinisgalli (ricordiamo che Leonardo Sinisgalli ne è stato il fondatore, nel 1953), sono riportati due articoli di Gino Papuli, uno del 1955 ^[2] ed uno del 1957 ^[3], che testimoniano della sua attenzione all'attualità più innovativa fin dai primi anni della sua presenza all'Acciaieria di Terni.

Nei due articoli Papuli parla di acciaio da tecnico raffinato qual'era, ma anche da scrittore e poeta, realizzando da subito quell'intreccio tra cultura scientifica e umanistica che l'accompagnerà per tutta la vita, intreccio cui tanto teneva Sinisgalli, fervente sostenitore dell'unitarietà delle due culture.

Per dare un'idea della simpatica leggerezza di questi articoli, riportiamo la deliziosa distinzione tra il prodotto di una acciaieria "a ciclo integrale" e quello di una acciaieria "dal rottame", con cui inizia il primo articolo, *Acciaio, materia viva*^[2]:

"Il primo non vanta altra discendenza che quella preistorica della genesi tellurica – a tutti comune – ma fa valere l'ingenua spregiudicatezza della propria forza nuova. Il secondo non possiede più beni minerali, ma ha dietro di sé la civiltà di tutti gli oggetti che partecipano della sua essenza, siano essi umili come un pitale sfondato, o noti come i cannoni di una corazzata in disarmo".

Il secondo dei due articoli ^[3] è invece strutturato sotto forma di dialogo, secondo la maieutica socratica, tra un Philosophus e un Technicus, per dimostrare che anche le microfotografie ottenute dal tecnico, nel suo noioso



Una copertina della rivista "Civiltà delle Macchine" del 1954.

lavoro ripetitivo per analizzare le forme di acciaio, sono irripetibili come le opere d'arte.

Un altro articolo del Papuli, scritto per "Civiltà delle Macchine", sempre in quegli anni, è quello contenuto in un'altra recente pubblicazione realizzata dalla Fondazione Sinisgalli ("Leonardo Sinisgalli e i bambini incisori"^[4]): si tratta dell'articolo sulla visita alle Acciaierie di Terni dei ragazzi di Grattamurella, un paesino del narnese, guidati dal maestro Piantoni, un altro di quei magnifici personaggi che sanno guidare i ragazzi alla scoperta delle grandi realtà al di fuori delle loro piccole realtà di provenienza ("I ragazzi di Grattamurella alle Acciaierie di Terni"^[5]). Suggestivi i disegni che i ragazzi fanno della pressa da 12.000 ton dopo la visita. I disegni corredano il racconto della visita che lo stesso maestro Piantoni fa in un articolo^[6] sempre per la rivista "Civiltà delle macchine" e ben li rappresenta il Papuli nel sottotitolo dell'articolo ci-

tato:

"Altri quattro piccoli disegnatori sono riusciti a cogliere della macchina un'essenza, se non cinematografica, funzionale; ne hanno afferrato non soltanto la forma ma l'idea".

Per noi è naturale il confronto con la possente immagine che ci appare in piazza Dante davanti alla stazione FS di Terni, là dove la pressa è stata sistemata dallo stesso Papuli, nel 1999. Concludendo possiamo dire che Papuli ben si inserisce nel gruppo di grandi ingegneri letterati passati da Terni e che ben illustrano la "Terni scientifica letteraria" che abbiamo cominciato a tracciare con l'apposizione della targa che al Caos ricorda Luigi Casale e Carlo Emilio Gadda (che era ingegnere elettrotecnico).

Il primo di questi ingegneri umanisti è appunto Carlo Emilio Gadda che è stato alla SIRI dal 1925 al 1931, per poi tornare a Terni nel 1937 e che ha cantato impianti, processi e prodotti che hanno caratterizzato decenni di gloriosa storia industriale nella Valle del Nera; il secondo è Leonardo Sinisgalli, che fu a Narni nel 1937, alla Linoleum, per un solo anno, ma che ha lasciato una traccia immensa con la sua rivista "Civiltà delle macchine". Sinisgalli e Gadda non si incontrarono nel 1937, quando entrambi erano nel nostro territorio, ma nel 1953, quando Sinisgalli ospitò un articolo di Gadda... "Caro Sinisgalli, ho vissuto tra gli uomini e le macchine...". Il terzo è Gino Papuli la cui ricca vita di tecnico e letterato si è completata con concrete operazioni di archeologia industriale, la più imponente delle quali è quella già ricordata della sistemazione della pressa in piazza Dante.

Da ultimo vogliamo ricordare la passione e l'amore di Papuli per la comunicazione scientifica: per molti anni apprezzato giornalista scientifico per testate nazionali, nel 1990, fonderà, assieme ad un volenteroso manipolo di colleghi dell'Ordine degli Ingegneri, la rivista *Ingenium* che dirigerà fino al 2003 (dal 2003 la rivista è retta dal collega Carlo Niri che già faceva parte del gruppo dei fondatori).

Papuli è stato ricordato nel decennale della morte (2008-2018) con l'apposizione, al cimitero di Terni, di una "lastra" di acciaio su cui è incisa una delle sue poesie più belle, "Operaio ignoto".

Nel 2019 a Papuli è stata intitolata la passerella sopra i binari della stazione di Terni.

Paolo Olivieri

Bibliografia

[1] M. D'Auria, F. F. Summa, *La chimica in "Civiltà delle macchine"* di Leonardo Sinisgalli, 2020, Osanna Edizioni

[2] G. Papuli, *Acciaio, materia viva*, in *La chimica in "Civiltà delle macchine"* di Leonardo Sinisgalli, pag. 125

[3] G. Papuli, *Dialogo metallurgico*, in *La chimica in "Civiltà delle macchine"* di Leonardo Sinisgalli, pag. 149

[4] B. Russo, *Leonardo Sinisgalli e i bambini incisori*, 2018, Fondazione Leonardo Sinisgalli

[5] G. Papuli, *I ragazzi di Grottamurella alle Acciaierie di Terni*, in *Leonardo Sinisgalli e i bambini incisori*, pag. 177

[6] C. Piantoni, *Questi sono i miei scolari*, in *Leonardo Sinisgalli e i bambini incisori*, pag. 178



La Pressa da 12mila tonnellate vista da Elvio Chiodi, uno degli alunni della scuola di Grottamurella (S. Vito di Narni), a seguito della visita effettuata dalla sua classe alle acciaierie di Terni.

Quasi due anni fa l'Ordine degli Ingegneri di Terni, in occasione della ricorrenza trentennale della sua rivista Ingenium, ha realizzato un apposito manifesto celebrativo che campeggia ormai all'ingresso della sede dell'Ordine. La particolare composizione del manifesto ha suscitato la curiosità di varie persone che hanno anche chiesto informazioni sulle singole immagini e sull'origine dell'iconografia realizzativa generale. Ci sembra opportuno pertanto esporre qui di seguito una sommaria indicazione delle modalità compositive del manifesto stesso.



Genesi, caratteristiche e curiosità

IL MANIFESTO PER IL TRENTENNALE

Il manifesto celebrativo è costituito dall'insieme di trenta copertine, una per ogni anno di pubblicazione. Ognuna di esse è stata scelta tra quelle pubblicate nell'anno di competenza. Le trenta immagini sono organizzate in cinque file successive di sei anni ciascuna, in modo da costituire l'insieme iconografico complessivo dell'intero manifesto.

Nella pagina a fianco, e più dettagliatamente qui sotto, vengono indicate alcune copertine specifiche che rappresentano anni particolarmente significativi nella vita di Ingenium.

(1) – **Anno 1990** – Esce il primo numero di Ingenium. E' ancora un bollettino formato da sole quattro pagine spedite per posta a tutti gli ingegneri della Provincia di Terni iscritti all'albo. La redazione è costituita da 5 ingegneri (C.Niri, G.Caputo, M.Imperi, F.Martinelli e M.Ratini) guidati dal direttore responsabile ing. Gino Papuli.

(2) – **Anno 1992** – Ingenium ha già assunto la sua veste grafica caratteristica ed opera al centro del dibattito ingegneristico locale diffondendo la cultura siderurgica ternana. Già da subito, ben sette anni prima della sua effettiva realizzazione, propone la monumentazione della Pressa da 12.000 tonnellate. Pubblica anche, per la prima volta in assoluto, una immagine progettuale dell'opera attraverso un fotomontaggio che mostra la prima realizzazione ipotizzata al centro di piazza Valnerina, come "porta alla città siderurgica" (soltanto nel 1999 la Pressa verrà poi effettivamente realizzata in piazza Dante).

(3) – **Anno 1996** – Ingenium organizza il suo primo convegno per lo sviluppo tecnico-culturale dell'area ternana, con larga partecipazione delle autorità tecniche, culturali e politiche locali.

(4) – **Anno 2003** – Cambia la direzione di Ingenium. Il direttore ing. Papuli, pur mantenendo la sua partecipazione ad Ingenium, lascia la responsabilità della rivista all'amico e collega ing. Niri (che la esercita tuttora).

(5) – **Anno 2006** – E' l'anno in cui a Terni si svolge il XIII° Congresso Internazionale di Archeologia Industriale. Ingenium preannuncia l'evento, diffonde la cultura del TICCIH e segue i lavori.

(6) – **Anno 2007** – La rivista Ingenium ottiene l'assegnamento del codice ISSN 1971-6648 dal Centro Nazionale Italiano che ha sede presso il Dipartimento Attività Scientifiche e Tecnologiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

(7) – **Anno 2008** – Nell'immediatezza della scomparsa dell'ing. Papuli Ingenium pubblica un numero commemorativo particolarmente dedicato al suo primo direttore-fondatore.

(8) – **Anno 2009** – Da questo anno la rivista, che finora è stata pubblicata sempre in bianco-nero-arancio, inizia ad uscire con tutte le pagine a colori.

(9) – **Anno 2010** – È l'anno in cui Ingenium ottiene, con il codice E203872, l'assegnazione alle riviste scientifiche del CI-NECA-MIUR (Ministero Istruzione, Università e Ricerca).

(10) – **Anno 2016** – Facendo seguito alle sollecitazioni di molti lettori Ingenium, per la prima volta, inserisce tra i numeri pubblicati un fascicolo speciale monografico dedicato a "Il futuro della chimica a Terni".

(11) – **Anno 2018** – Due anni dopo viene ripetuta l'esperienza pubblicando, tra i fascicoli dell'anno, un secondo numero speciale questa volta dedicato a "L'ingegneria bimillennaria della Cascata".

(12) – **Anno 2019** – Un terzo numero speciale vede la luce l'anno successivo. E' dedicato all'intitolazione del ponte pedonale sopra la stazione ferroviaria ottenuta a seguito delle numerose iniziative intraprese dall'Ordine Ingegneri e da Ingenium. (tra cui anche un Convegno su "Cultura, tecnologia e sviluppo a Terni nel pensiero di Gino Papuli").

(13) – **Anno 2020** – Nell'anno del trentennale un particolare numero speciale viene dedicato al teatro Verdi di Terni. Il fascicolo, dopo aver documentato con testi e fotografie d'epoca la secolare storia dell'edificio, descrive le battaglie culturali per la sua ricostruzione ed espone la soluzione architettonica futura prescelta dall'Amministrazione Comunale.

(a cura di C.N.)

Equilibrare le contraddizioni

SORELLA ACQUA... OPPURE MATRIGNA?

L'evoluzione della civiltà umana sta producendo in contemporanea due diversi e opposti fenomeni.

Da una parte il progresso della scienza e della conoscenza sta riportando l'essere umano alla riscoperta della natura e della relazione con i suoi elementi (miglior rapporto con animali e piante, comprensione dei diritti dei viventi, tutela del paesaggio...); dall'altra parte l'avanzamento della civiltà del consumo sta causando profondi disastri all'ecosistema e all'ambiente (fuoriuscita di petrolio dalle navi, invasione della plastica, desertificazione...).

Gli effetti di questo dualismo si possono osservare in tutti i fenomeni ambientali. Uno dei più gravi è quello della disponibilità di acqua.

Si stima che nel mondo siano in corso circa trenta guerre, molte delle quali legate al controllo delle acque. La siccità e la desertificazione dei territori si allargano anche ad alcune regioni temperate presso di noi. Le organizzazioni internazionali valutano che sono oltre un miliardo le persone che soffrono di carenza d'acqua.

Il continente africano è uno dei più colpiti. Lungo il letto del fiume Ewaso Nyiro - nel nord del Kenya - in secca almeno tre mesi all'anno, le popolazioni scavano delle buche profonde fino ad arrivare a scoprire un po' di acqua fangosa, che attingono con secchi rudimentali per abbeverare il bestiame, che altrimenti non vivrebbe e non vivrebbero neppure le famiglie dei pastori, in mancanza di latte, pellame e carne.

In realtà mancano anche le strade, le medicine, i mezzi di trasporto, i banchi per far sedere gli scolari; mancano anche le scuole... e persino gli scolari stessi, perché molti bambini, insieme alle donne, devono ogni giorno percorrere diversi chilometri per arrivare al pozzo più vicino e riempire una piccola tanica d'acqua, che dovrà bastare fino al giorno dopo.

Invece noi, solo per lavare i denti consumiamo circa tre litri di acqua al giorno. Per non parlare dello spreco di acqua potabile ad ogni attivazione dello sciacquone! Ricordo che durante una visita a una impresa che si occupava di trattamento delle acque, il titolare

aveva manifestato l'intenzione di studiare un modo per scaricare nel wc acqua di riciclo anziché quella della conduttura centrale. Non mi risulta che l'ingegneria delle costruzioni abbia risolto questo problema, che genera uno spreco inaccettabile di acqua potabile. Tuttavia sarei lieto di essere smentito, magari sulle pagine di questa rivista ⁽¹⁾.

Occorre riequilibrare le profonde contraddizioni che affliggono questo nostro villaggio globale, quantomeno per evitare che esse crescano a dismisura fino a sopraffare la quiete - apparente - di cui pensiamo di godere.

Mario G.R. Pagliacci

(1) - Oggi per ogni nuova costruzione è sempre prescritto di realizzare una vasca interrata di raccolta acque piovane per usi irrigui, lavaggio macchine, ecc. (l'obbligatorietà, tuttavia, non si estende anche all'uso della stessa acqua di riciclo nei wc).(n.d.r.)





ingenuum

www.ordingtr.it