

**36** FOCUS  
Innovare il sistema  
agricolo-alimentare

**78** FOCUS  
Tecnologia e  
comportamento umano

**98** QUADRO INTERNAZIONALE  
Local Climate  
Change

# Energia ambiente e innovazione

ENEA magazine

N. 2/2016  
[www.enea.it](http://www.enea.it)

ISSN: 1124 - 0016

**Interview**  
*Fatih Birol,  
International  
Energy Agency*

## Efficienza Energetica

*e vantaggi per lo sviluppo*

## Editoriale



di Laura Maria Padovani e Giovanni Puglisi

L'energia rappresenta un fattore di crescita economica, benessere e progresso tecnologico e sociale. L'utilizzo di energia primaria, cresciuto a livello mondiale del 40% tra il 1980 e il 2010, ha una tendenza destinata a confermarsi anche nel ventennio che ci porterà al 2030 (secondo le stime della International Energy Agency).

“**Efficienza energetica**” è ormai un termine di uso comune, sia negli ambiti a lui più propri (scientifico, tecnologico, economico), sia in quelli, solo apparentemente, più estranei.

La dicotomia tra la natura immateriale dell'energia e il suo intreccio con la vita quotidiana rende difficile il rapporto tra il necessario rigore scientifico e la traduzione in messaggi semplici ed efficaci, in grado di intercettare anche platee non esperte. Solo la conoscenza sviluppa scelte concrete che ciascuno di noi è chiamato a fare, nella consapevolezza delle opportunità e dei rischi che l'insieme dei nostri comportamenti individuali può innescare su scala globale.

Emerge sempre più, quindi, la necessità di divulgazione culturale del tema dell'efficienza energetica, coinvolgendo non solo gli addetti ai lavori, ma l'intera opinione pubblica. Le risorse immateriali della comunicazione appaiono elementi imprescindibili per far funzionare al meglio la risorsa materiale dell'energia, per metterla al servizio del bene comune.

Un notevole vantaggio, inoltre, è che l'efficienza energetica non suscita opposizioni, in quanto evocativa di molteplici vantaggi, sebbene la cultura specifica in materia sia scarsa e confusa.

Le misure di efficienza energetica sono sempre più riconosciute come un mezzo per ridurre le emissioni dei gas serra, migliorare la sicurezza dell'approvvigionamento e ridurre i costi delle importazioni. Non ultimo, garantisce un sistema energetico meno esposto ai rischi e alla volatilità che la crescita economica globale inevitabilmente determina, promuovendo inoltre la competitività delle economie europee.

La leadership dell'Europa nella transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio deve continuare dopo la Conferenza di Parigi, sia attraverso l'attuazione degli obiettivi in ma-

teria di clima ed energia per il 2030 che con una diplomazia in materia di clima ed energia coerente, affinché venga garantito che tutti i Paesi diano seguito ai loro impegni. Questa transizione offre grandi opportunità! L'Italia da questo punto di vista è un Paese che si è particolarmente distinto per i risultati raggiunti. Infatti, nella classifica stilata dall'American Council for an Energy Efficient Economy (ACEEE) si piazza al secondo posto delle economie mondiali più avanzate in tema di efficienza energetica. Si tratta del risultato di un'analisi condotta sui Paesi con le 16 economie più grandi del mondo e tiene conto sia delle politiche adottate, sia dei risultati raggiunti.

Le energie rinnovabili e l'efficienza energetica creano posti di lavoro in Europa e richiedono nuove competenze e nuovi investimenti. Molti dei cambiamenti legati a questa transizione avranno luogo nelle città, grandi e piccole; diventando "più intelligenti", le città saranno gli elementi determinanti delle politiche dell'UE in materia di energia sostenibile.

Fare efficienza energetica significa, per un Paese povero di materie prime come l'Italia:

- ridurre la dipendenza energetica;
- stimolare la diffusione delle risorse rinnovabili;
- stimolare l'industria a rendere più prestazionali i sistemi di generazione;
- scegliere configurazioni impiantistiche che prevedano l'uso di sistemi di trasformazione delle fonti fossili più efficienti.

Rimanendo in ambito nazionale, gli strumenti legislativi che ratificano le direttive hanno imposto una serie di obblighi e introdotto dei meccanismi di sostegno per la diffusione di sistemi e soluzioni efficienti (sia dal punto di vista energetico, sia da quello ambientale) da rendere l'efficienza energetica fattore in grado di influenzare, più o meno consapevolmente, alcune nostre azioni. Per fare qualche esempio, oggi nessuno comprerebbe un elettrodomestico di classe C, piuttosto che una lampadina ad incandescenza e, cosa ancor più importante, nella scelta di tali oggetti la classe energetica, ovvero il consumo, sono diventati fattore discriminante per la scelta. Ma molto c'è ancora da fare. La consapevolezza dell'uso razionale dell'energia non ha raggiunto un livello di maturità sufficiente nei comportamenti quotidiani. Basta un esempio per rendersene conto. Se mi trovo in una stanza con le luci artificiali accese e l'illuminazione naturale è intensa, correttamente spengo le luci. Ma se in una giornata invernale i riscaldamenti rendono la casa particolarmente calda, non agisco sulle valvole del mio termosifone per regolarlo ma ... apro la finestra! Perché questo doppio comportamento? Perché se spengo la luce, l'effetto è immediato, mentre se spengo il termosifone prima di percepire l'abbassamento della temperatura della stanza è necessario un certo periodo di tempo (decine di minuti). L'aspetto psicologico gioca un ruolo determinante e sottolinea quanto sia fondamentale l'informazione degli utenti finali, ma anche degli operatori, per aumentare la consapevolezza sull'uso razionale delle risorse energetiche.

Il numero monografico EFFICIENZA ENERGETICA E VANTAGGI PER LO SVILUPPO, curato da Maria Laura Padovani, Giovanni Puglisi, Roberta Roberto e Paola Batistoni, nasce con l'intento di fornire elementi utili a comprendere, delineare prospettive e individuare strumenti per l'immediato futuro.

Il numero si apre con una intervista al direttore esecutivo dell'International Energy Agency (IEA) per poi continuare, nella sezione *focus*, con articoli tecnici che iniziano illustrando i meccanismi di incentivazione attualmente esistenti in Italia e continuano affrontando tematiche più specifiche: la contabilizzazione dell'energia termica negli edifici, le diagnosi energetiche, la mobilità urbana, il sistema agricolo-alimentare, le energie rinnovabili per i data center, un esempio di analisi costi-efficacia. Completano la sezione tre articoli che esulano dall'ambito tecnologico e affrontano il tema dell'efficienza energetica da un punto di vista più generale, il primo esaminandone termini e concetti, un altro le problematiche della comunicazione e un terzo l'interazione fra tecnologia e comportamento umano.

Il *quadro internazionale* è dedicato alla tematica del contenimento del fabbisogno energetico degli edifici, che rappresentano per il nostro paese il settore che assorbe la percentuale più alta dell'energia destinata agli usi finali (circa il 39%).

Nel *punto e contropunto* abbiamo messo a confronto Rosa Filippini e Chicco Testa, sulla consapevolezza dei cittadini, sul grado di preparazione dell'industria italiana e sulla gestione del processo relativo all'efficienza, risparmio e uso razionale dell'energia.

N. 2/2016

## Direttore Responsabile

Gaetano Borrelli

## Comitato di direzione

Gian Piero Celata, Tullio Fanelli, Roberto Moneta, Roberto Morabito, Aldo Pizzuto

## Comitato tecnico-scientifico

Paola Batistoni, Ilaria Bertini, Paola Carrabba, Sergio Cappucci, Roberta Fantoni, Andrea Fidanza, Aurelio La Barbera, Sergio La Motta, Michele Marrocco, Laura Maria Padovani, Giovanni Puglisi, Roberta Roberto

## Coordinamento editoriale

Giuliano Ghisu

## Revisione lingua inglese

Carla Costigliola

## Progetto grafico

Paola Carabotta

## Edizione web

Antonella Andreini, Serena Lucibello, Concetta Manto

## Impaginazione

Del Gallo Editori D.G.E. Greenprinting srl  
Via Dei Tornitori, 7 - 06049 Spoleto (PG)  
[info@delgalloeditori.com](mailto:info@delgalloeditori.com)

## Stampa

Laboratorio Tecnografico  
Centro Ricerche ENEA Frascati  
Numero chiuso nel mese di giugno 2016

## Registrazione

Tribunale Civile di Roma  
Numero 148 del 19 aprile 2010 del registro Stampa



## 12 Efficienza, risparmio e uso razionale dell'energia

01 Editoriale

## INTERVIEW

06 with Dr Fatih Birol, IEA Executive Director  
The promise of Energy Efficiency

## FOCUS

- 12 Efficienza, risparmio  
e uso razionale dell'energia
- 16 I meccanismi di incentivazione  
per l'efficienza energetica
- 22 La contabilizzazione accurata  
e trasparente dell'energia
- 30 La diagnosi energetica per le imprese
- 36 Efficienza energetica:  
la strada per innovare  
il sistema agricolo-alimentare
- 42 L'importanza dei big  
data sulla mobilità urbana
- 48 Simulazione di un'analisi  
costi-efficacia per la provincia  
di Roma nel settore della  
riqualificazione energetica degli edifici
- 56 Energie rinnovabili per i  
Data Center nelle Smart Cities

# Sommario



**16** Meccanismi di incentivazione



**84** Nearly Zero Energy Buildings



**90** Riqualificazione per l'edilizia popolare

- 62** La protezione solare degli edifici: dalla forma alla prestazione integrata
- 72** Prove tecniche di comunicazione. L'efficienza energetica come strategia di futuro
- 78** Tecnologia e comportamento umano per l'efficienza energetica: l'incontro è appena nato

## QUADRO INTERNAZIONALE

- 84** Nearly Zero Energy Buildings (NZEB). Status of implementation and selected examples in Europe
- 90** ELIH-Med: un progetto mediterraneo di riqualificazione per l'edilizia popolare
- 98** Local Climate Change: Assessing the impact and mitigating the heat

## PUNTO & CONTROPUNTO

- 104** Chicco Testa (Assoelettrica) e Rosa Filippini (Amici della Terra)

## SPAZIO APERTO

- 108** I Contratti di fiume per una gestione integrata e partecipata dei bacini/sottobacini fluviali italiani
- 116** La de-carbonizzazione dell'economia

## COSA CI ASPETTA DOMANI

- 120** Uomini e insetti – dalla logica di sterminio all'alleanza per la sostenibilità

# Interview

Edited by Chiara Martini and Alessandro Federici (ENEA)



with **Fatih Birol**,  
*IEA Executive Director*

**As we have seen in submissions to COP21, energy efficiency is at the top of the agenda for a large number of countries. In Italy, within our 2013 National Energy Strategy, energy efficiency is among the seven top priorities with ambitious 2020 targets. But this is the result of a long process: when did energy efficiency become so important at the international level?**

The 1973 oil crisis had a fundamental impact on the global energy system. Primarily, it focused attention on the critical importance of energy security and ultimately resulted in the formation of the International Energy Agency (IEA). It also drew attention to the issue of energy efficiency, which had until then been seen as more or less an engineering issue. In the four decades since the crisis, what was once the “hidden fuel” has increasingly been recognized as the “first fuel”.

Indeed with each passing decade, the importance of energy efficiency in energy policy has increased, and today there can be no discussion on energy systems without invoking efficiency. The IEA is today a central voice in this debate, and with each passing year the Agency increasingly focuses on the importance of energy efficiency and the ways in which it intersects with the rest of the energy mix. Since 2012 the IEA's World Energy Outlook (WEO) has featured a chapter on energy efficiency on equal footing with other fuels. In 2013, the IEA added energy efficiency to its suite of fuel market reports. Alongside traditional fuels such as coal and oil, the IEA now publishes an annual Energy Efficiency Market Report, and also regularly tracks a set of energy efficiency indicators. Embracing energy efficiency is a natural and inevitable extension of the central mandate of the

IEA – working to ensure reliable, affordable and clean energy for its member countries and beyond. Being no longer seen as a technical, engineering issue, energy efficiency now lies at the nexus of the three central energy policy challenges: energy security, sustainability and economic development. At the IEA Ministerial Meeting in November 2015, our member countries supported an even further increase in our focus on energy efficiency. Today, we are positioning the IEA to become a global hub for sustainable technology and energy efficiency, and in January 2016 we created a dedicated energy efficiency division within the Secretariat. This comes at the same time as we have opened our doors to a wider set of members – China, Indonesia and Thailand are now Associate members of the IEA – and energy efficiency will be critical to their developing moving forward.

**It is widely recognised that energy efficiency has multiple benefits, an important one being energy security. This is particularly important for countries like Italy with marginal production of fossil fuels and high energy dependency, currently equal to 74% and expected to remain around 67% even with the successful implementation of the National Energy Strategy.**

The traditional definition of energy security – ensuring the uninterrupted supply of energy sources at an affordable price – does not mention energy efficiency, but it is implied. This is simply because the less energy we use, the less we need to either produce or import.

A very real and tangible example can be seen in the transport sector. A far cry from 1974, today

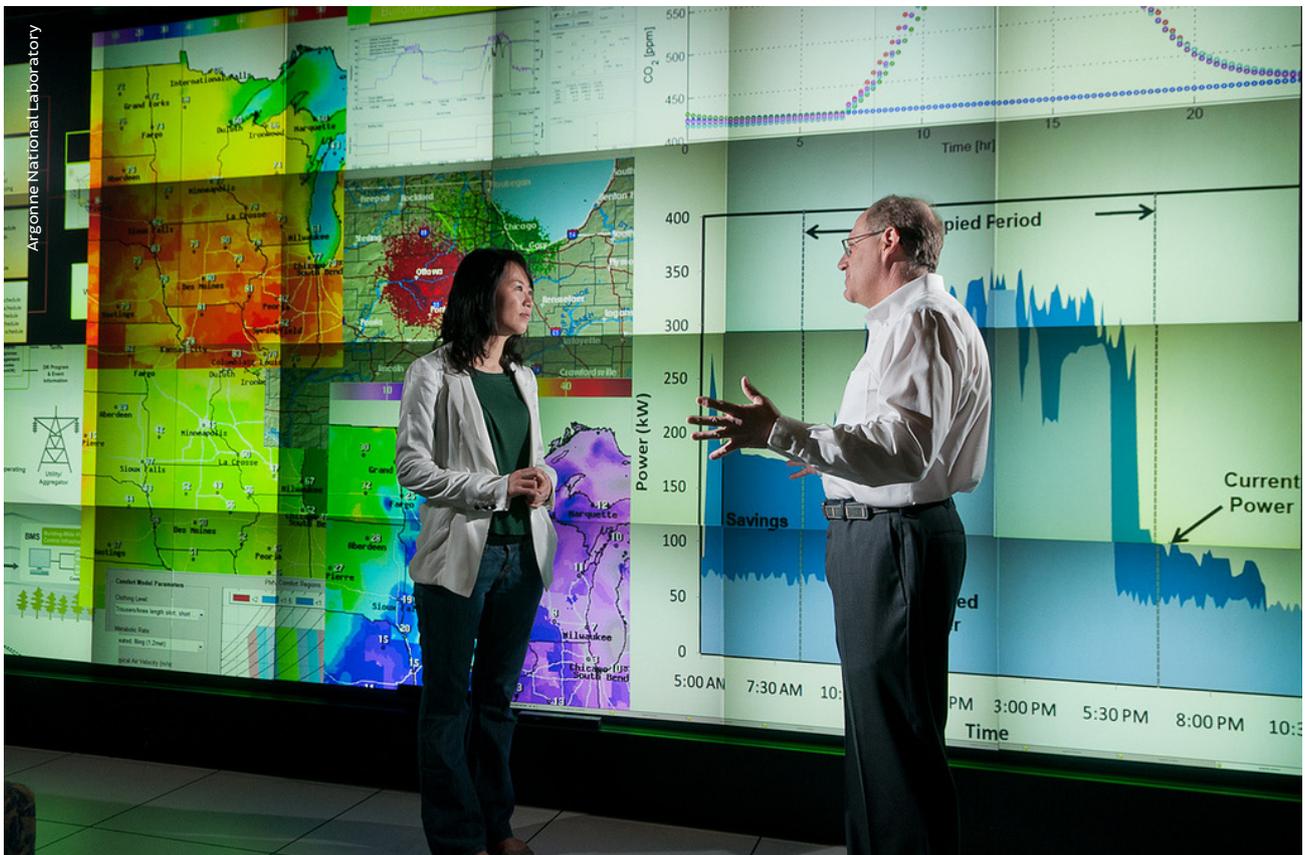
fuel economy standards for internal combustion engines are in place in most OECD countries and are delivering significant fuel savings. These fuel savings result not only in reduced bills at the pump for consumers, but also substantial decreases in fuel-import expenditures. In the WEO 2014, it is estimated that energy efficiency policies currently under discussion in the EU could cut fuel-import bills by almost a third, a result made possible in part by more efficient vehicles.

Consider that, according to the IEA's Tracking Progress on Clean Energy Technologies, sales for alternative vehicles have set new records and market shares for hybrid, plug-in hybrid and battery electric vehicles all grew in 2014. China in particular is supporting these technologies: 230 million electric 2-wheelers are already on the road in China alone, while the total stock outside China

is approximately 5 million. Meanwhile out of the 46,000 electric buses worldwide, 36,500 of them are in China.

### How do recent price trends influence the link between energy efficiency and energy security?

Today is a time of low energy prices. Oil is plentiful, renewables are increasingly competitive, gas is more affordable, and coal is cheap. One would think that if such a period of low energy prices were to continue, it would result in neglect of action to promote energy efficiency, and ultimately the return of greater consumption. Preliminary estimates indicate that this has not happened. Global energy intensity, measured as the amount of energy required to produce a unit of GDP, decreased by 2.3% in 2015 relative to the previous year. This is more than double the average



rate of change over the last decade. A major drive of this global change was a sharp reduction in energy intensity in China.

**Italy, particularly at local levels, is increasingly focusing on decarbonisation initiatives, as witnessed by the large participation to the Covenant of Mayors: more than 3000 Sustainable Energy Action Plans have been signed in our country out of a total of 6521. What about another central benefit of energy efficiency, namely environmental sustainability?**

Preliminary IEA data show that energy-related CO<sub>2</sub> emissions stalled, in 2015, at a total of 32 gigatonnes, unchanged from the previous year. This happened even as the world economy grew. In fact, across the OECD, emissions fell while the economy continued to grow. This change, a hint of the ultimate goal of decoupling emissions from economic growth, reflects both increased deployment of renewables and enhanced efforts to increase energy efficiency. However, this is not enough. As the WEO Special Report on Energy and Climate shows us, increased efforts are absolutely necessary if the world is to meet its collective climate target. Naturally, energy efficiency is the first on a list of five measures that make up the IEA Bridge Scenario, a scenario that could deliver a peak in global energy-related emissions by 2020. In this scenario, energy efficiency is responsible for nearly half of global GHG abatement in 2030.

However, the adoption of these measures does much more than reduce emissions, offering a wide range of benefits, well beyond their contribution to climate policies. These benefits include increases in disposable income and improved industrial productivity (with positive effects for economic growth), improved local air quality (with associated health benefits) and increased energy access.

**Technological development can significantly increase the range of available energy efficiency options, reducing the cost of objectives achievement: looking at future challenges, high performance and efficient technologies will be more and more needed. Which would be energy efficiency key developments at sectoral level?**

If we look at the IEA Bridge Scenario, we see a wide range of standards being implemented that help us

get on track for our climate goals. In the industry sector, for instance, minimum energy performance standards (MEPS) are introduced for electric motor systems, and the adoption of variable speed drives is made mandatory where applicable. Incentives are introduced for heat pumps that provide low-temperature heat, and mandatory audit programmes raise awareness, particularly in industries where the largest potential remains, including food, textile, paper and chemicals.

In the buildings sector, MEPS support a phase-out of the least efficient categories of selected refrigeration and cleaning appliances by 2030. A phase-out of the least efficient category of televisions and computers is accomplished by 2030. A ban on incandescent light bulbs in residential and commercial buildings is introduced by 2020 and on halogen light bulbs by 2030. For heating and cooling, MEPS are set for new equipment, and technology changes made. For new buildings, an increase in insulation levels is applied as a step towards near-zero-energy buildings. Finally in the transport sector, fuel-economy standards are imposed in every country for new light duty vehicle sales, so that the global average fuel consumption for these new vehicles is reduced to around 4 litres per 100 km in 2030, i.e. a reduction of 50% relative to 2005. For new freight trucks, standards are adopted to achieve a 30% reduction in average vehicle fuel consumption per truck relative to today.

**Now let's focus on the positive implications of energy efficiency in economic terms. In Italy, in the 2007-2014 period tax deductions for energy efficiency interventions created 271,000 new jobs directly and 406,000 overall. Moreover, according to survey results, one third of energy utilities are planning to increase energy efficiency investments in the coming years. At the global level, it is interesting to look at the overall economic value of energy saving.**

Just as energy efficiency can reduce demand, in terms of economic development, efficiency can reduce costs, both directly and indirectly. As our 2015 Energy Efficiency Market Report tells us, energy efficiency improvements over the last 25 years have saved a cumulative USD 5.7 trillion in avoided energy expenditures.

Where are these savings coming from? At its most fundamental, the impact of energy efficiency on



macroeconomic variables can be measured through GDP, employment, trade balances and energy prices. Zooming in further, public budget impacts are closely linked to macroeconomic impacts such as reduced government expenditure on energy, increased tax revenues through greater economic activity, or reduced unemployment payments. Utilities and other energy providers gain in a variety of ways from energy efficiency measures, both directly, from lower costs for energy generation, transmission and distribution, and improved system reliability, and indirectly, from improved affordability of energy services. At the level of business, industrial energy efficiency measures enhance competitiveness and profitability, improve the working environment and reduce costs for operation and maintenance, and for environmental compliance. At a more personal level, energy efficiency improvements in buildings contribute to occupants' health and well-being, particularly among vulnerable groups such as children or the elderly.

**Widely accessible and transparent information is needed in order to involve the highest number of actors and have proactive consumers. For example, although in Italy almost 90% of financial institutions propose specific products for energy efficiency interventions, the adoption of “traditional” loans prevails. This suggests that the peculiarities of energy efficiency are still to be recognized, since the credit worthiness remains the main granting criterion. Yet, the growth margin for the Italian energy efficiency market seems to be high. At the international level, does the investment market development reflect the key strategic role of energy efficiency for economic development?**

Under existing policies the vast majority of economically viable investments will not be made. There continues to be a lack of attention paid to energy efficiency investment opportunities both by public and private stakeholders relative to supply-side



opportunities, including new resources such as shale gas and oil.

This is unfortunate, as from a market perspective, energy efficiency services are a commodity – for all types of energy consumers and producers – and should now stand on an equal footing with any other energy resource. In fact in 2012, aggregate annual investments in energy efficiency reached more than USD 310 billion. This was larger than supply-side investment in renewable electricity or even in coal, oil and gas power generation.

There is a market opportunity here. In fact, about 40% of energy efficiency investment worldwide is financed with debt and equity and the finance market is moving from being a niche to a more established market segment.

This is in part a result of the availability of a greater range of financial products and new business models, such as green bonds and Energy Performance Contracts involving a growing number of energy service companies (ESCOs).

ESCO markets in European countries are at diverse

stages of development. Good market growth has taken place in Italy over the past ten years thanks to a more favourable legislative framework focused on refurbishment of public buildings, financial incentives for refurbishment and modernisation of private buildings, and stronger environmental awareness. Nevertheless, of some 150 Italian ESCOs identified, only half of them have the technical and financial capacity to provide long-term performance contracts.

To take a specific example, in the transport sector, by 2020 an estimated USD 80 billion annually is expected to be spent on energy efficiency in passenger vehicles. Indeed, over the next ten years investment in this area is expected to represent over 60% of all incremental investment in energy efficient technologies worldwide, resulting in significant fuel savings.

**Country-level experience has shown that policy-making plays a fundamental role in creating an attractive environment for knowledge,**

**research and development, and in supporting those actors that are committed to “creating” innovation. Thus, well-structured technological development policies are key to any strategy aimed at stimulating more investments in energy efficiency technologies. What is the role envisaged for policy-makers in future market development?**

Signals are pointing to continued interest in expanding and financing this market. To continue to exploit this resource we need policies to enhance technological improvement and exploration of new opportunities, and to increase transparency and clarity for market actors on the returns they can expect.

Like oil and gas wells or power plants, these investments satisfy energy service demand over their lifetime. Those avoided joules of consumption are increasing energy security, improving fiscal balances and achieving important environmental benefits for years to come. While the benefits of efficiency provide ample appeal for market actors and policy-makers to expand its role and reach, it is the urgency of the problem that compels us to act.

**In conclusion, what are the key messages and challenges identified by the IEA for the next future?**

First, we face the key challenge of combating climate change while increasing the sustainability of the energy sector and maintaining, or strengthening, economic growth. This will not be achieved without energy efficiency.

Second, the virtual supply of energy saved from efficiency generates multiple benefits to governments, businesses and households, providing at the same time a market opportunity for a wide range of sectors. Last, over the past forty years, the importance of energy efficiency has risen consistently, from being considered as an engineering issue to now being considered as the first fuel and recognized as a central and critical component of the global energy transition. The next step will require leadership and investment, necessary for energy efficiency to realize its potential and help the world meet its collective climate goals.

**Thank you very much Dr Birol. Communication plays a key role in spreading the culture of energy efficiency and I am sure that the efforts of the IEA will help raise awareness of all stakeholders involved in our common global climate challenge.**

# Efficienza, risparmio e uso razionale dell'energia

Negli ultimi anni la crescente attenzione per l'efficienza energetica ha moltiplicato il numero degli attori interessati e la produzione di atti legislativi, e la stessa nozione di "efficienza energetica" ha assunto connotati diversi in un ampio intervallo di definizioni più o meno sovrapponibili, quali il "risparmio energetico", l'"uso razionale dell'energia", l'"uso efficiente delle risorse", il "contenimento dei consumi", in un amalgama non privo di ambiguità interpretative.

Questo articolo propone una chiarificazione delle diverse espressioni, definendone le rispettive demarcazioni e interrelazioni sia funzionali che concettuali

DOI 10.12910/EAI2016-021

di **Nino Di Franco**, ENEA

In quali termini, riducendo i consumi energetici in un dato contesto da un valore  $E_1$  ad uno  $E_2$ , è possibile denominare 'risparmio energetico' la differenza  $E_1 - E_2$ ? Lo sarà nella misura in cui siano rispettate le seguenti condizioni.

## Il risparmio energetico

**Prima.** Il 'risparmio energetico' deve essere *volontario e programmabile*, e deve quindi discendere da un progetto che tenga in conto il profilo di consumo, l'offerta tecnologica, l'andamento dei mercati energetici. La riduzione degli assorbimenti attribui-

ibile a fattori non-volontari (climatologia, dinamiche di mercato ecc.), è una fortunata contingenza ma non costituirebbe un 'risparmio energetico' poiché verrebbe a mancare l'elemento di programmazione insito in una qualunque policy di intervento.

**Seconda.** Il 'risparmio energetico' deve essere *misurabile*: il decisore deve poter determinare l'effetto quantitativo  $E_1 - E_2$  che l'iniziativa sarà in grado di produrre, allo scopo di verificarne l'adeguatezza ai fini del raggiungimento di un dato obiettivo, per poter inseguire l'evoluzione dei risultati prodotti nel tempo, e per

commisurare a tali risultati l'entità delle risorse impegnate.

**Terza.** Il 'risparmio energetico' deve produrre risparmi positivi 'netti' di energia rispetto alla situazione ex ante, dovendo sempre risultare:  $E_1 - E_2 > 0$ . Il bilancio energetico non deve limitarsi al conteggio dei consumi della macchina o dell'impianto efficientati, ma deve considerare *tutte* le variazioni di consumo energetico che l'iniziativa provoca nel contesto di riferimento (per es. un recupero di calore tramite scambiatore tra due correnti liquide comporta un aumento dei consumi delle pompe di circolazio-



ne). Nella fase di progettazione, tali componenti vanno individuate e conteggiate, ad evitare che la loro insorgenza vanifichi i risparmi. Se i consumi ex post aumentano per un parallelo aumento di produzione, bisogna procedere ad una *normalizzazione*. **Quarta.** Il risparmio energetico dovrebbe essere *stabile* nel tempo. Il decisore non potrebbe accettare un ritorno ai consumi precedenti nel medio termine: un provvedimento legislativo, o una policy aziendale, deve necessariamente produrre effetti duraturi a fronte delle risorse impegnate.

**Quinta.** La misura di risparmio deve generare flussi di cassa capaci di ricostituire nel tempo l'investimento necessario all'implementazione della misura stessa, oltre ad un extra vantaggio il cui valore attualizzato è il VAN (valore attuale netto). Tale quinta condizione trasferisce il risparmio dal dominio dell'energia

a quello dell'economia, *fissando in modo ineludibile un rapporto biunivoco tra risparmio energetico e risparmio economico*: non c'è il primo se non è verificato il secondo.

In conclusione, il 'risparmio energetico' può essere definito come un'operazione da ricondurre ad un atto volontario e programmabile da parte del decisore, che produca una riduzione netta misurabile e stabile dei consumi di energia tra la situazione *ex ante* e la situazione *ex post*, e che si autosostenga dal punto di vista economico.

#### **Le misure di contenimento dei consumi**

Se in un dato contesto operativo si rende necessario sottoporre l'infrastruttura energetica ad un piano di risanamento perché i consumi vanno aumentando in maniera incontrollata, o perché i costi associati

stiano rasentando l'insostenibilità<sup>1</sup>, le possibili misure di contenimento implementabili sono:

- **il miglioramento dell'efficienza energetica**
  - di tipo *intrinseco* (per via tecnologica o gestionale)
  - con sostituzione *paritetica*
  - basato su *standard tecnologici*
- **la riduzione degli sprechi**
- **la modifica comportamentale**
- **il contingentamento**

#### *Miglioramento dell'efficienza energetica*

Ne fanno parte tre sottoinsiemi: il *miglioramento intrinseco*, la *sostituzione paritetica* e gli *standard tecnologici*.

#### *Miglioramento intrinseco di efficienza*

L'efficienza è un rapporto tra un 'output' ed un 'input energetico', che al

limite, nel caso in cui l'output consista in una fornitura di energia, diventa un numero puro compreso tra zero e uno. Il risparmio è invece una quantità fisica di energia non più consumata grazie all'incremento di efficienza. Stante la definizione di 'efficienza' come rapporto  $\varepsilon = P/E$ , ne consegue che l'inverso dell'efficienza è il *consumo specifico*  $cs = E/P$ .

Un processo eroghi il prodotto  $P$  consumando  $E_1$ , dunque con efficienza  $\varepsilon_1 = P/E_1$ . Se questa viene innalzata al livello  $\varepsilon_2$ , il consumo si abbassa ad  $E_2$  ed il risparmio energetico, a parità di  $P$ , è:

$$R = E_1 - E_2 = P \left( \frac{1}{\varepsilon_1} - \frac{1}{\varepsilon_2} \right)$$

Risparmio ed incremento di efficienza *non sono* dunque concetti alternativi uno all'altro, o con possibili aree di sovrapposizione: una è la *causa*, l'altro è l'*effetto*.

#### *Miglioramento di efficienza per via tecnologica*

L'incremento intrinseco di efficienza è ottenuto per via tecnologica quando le apparecchiature fisiche che trascinano il processo presentano un'efficienza migliore rispetto a quelle della situazione *ex ante* (es. quando si installino inverter su motori elettrici, scambiatori a recupero su gas esausti da combustione ecc.)

#### *Miglioramento di efficienza per via gestionale*

L'efficienza può aumentare modificando la natura del flusso di materia/energia in ingresso/uscita dal processo e/o le modalità di gestione dell'infrastruttura energetica. Appartengono a questa categoria l'adozione di materie prime con minori necessità energetiche per un cam-

biamento di stato (inferiori temperature di fusione/ebollizione) o per un pompaggio (fluidi di minor viscosità/densità), la produzione di beni o servizi a minor intensità energetica a parità di prestazioni (per es. laterizi più leggeri), uso di *software* dedicati per l'automazione/ottimizzazione dei parametri di processo, l'adozione di diverse modalità gestionali del processo (per es. integrando le diverse fasi produttive con eliminazione di stazioni intermedie e code) ecc.

#### *Miglioramento dell'efficienza: Sostituzione paritetica*

È ottenuto quando un'apparecchiatura di data vita residua venga sostituita da un'altra nuova, ma appartenente alla stessa serie tecnologica. Il conseguente risparmio ha carattere transitorio, e potrebbe addirittura tendere a zero.

#### *Miglioramento dell'efficienza: Standard tecnologici*

Un'autorità decisionale può imporre standard prestazionali minimi alle apparecchiature energetiche, escludendo dalla circolazione soluzioni non conformi. A tali strumenti si rifanno gli obblighi imposti dalle normative sulla prestazione energetica in edilizia<sup>2</sup>, o gli standard minimi previsti dalle normative *Ecodesign*<sup>3</sup> per diversi tipi di apparecchi di larga diffusione ecc.

#### *Riduzione degli sprechi*

La limitazione degli sprechi di energia ha poco di progettuale o di 'eroico', consistendo nel semplice riallineamento, da una precedente situazione ad elevati consumi, alla situazione di normalità a consumi nominali. Lo spreco non va infatti confuso con la bassa efficienza di un apparecchio, intrinseca o dovuta all'usura, alla

quale si può fare fronte con interventi tecnologici di sostituzione migliorativa (incremento intrinseco di efficienza) o di semplice ripristino (sostituzione paritetica): lo spreco è dovuto ad incuria, e come tale non deve essere tollerato.

#### *Modifica comportamentale*

La modifica comportamentale è una misura di natura socio-culturale le cui dinamiche sono complesse, di lungo periodo, dagli effetti difficilmente prevedibili e quantificabili. Tale approccio fa leva sulle motivazioni profonde degli utenti-cittadini, associando ad un comportamento orientato al risparmio dell'energia un'acceptabilità da parte della comunità di riferimento o la soddisfazione di istanze interiori di partecipazione della cosa pubblica e di ricopertura di un riconoscibile attivo ruolo sociale.

#### *Contingentamento*

Si può contenere il consumo di energia imponendo limitazioni sui flussi energetici a monte del processo (sulle quantità o sui periodi di fruizione), oppure diminuendo la qualità della prestazione. Ciò avviene di regola a seguito di gravi crisi che pregiudichino la continuità delle forniture o la sicurezza degli approvvigionamenti, o a seguito di rialzi traumatici dei prezzi energetici. A tale tipo di strumenti si rifanno le politiche di *austerità* e le normative in edilizia che limitano la temperatura massima nelle abitazioni. Stanti le diverse misure di contenimento dei consumi appena elencate, e la definizione di 'risparmio energetico' dinanzi enunciata, afferiscono a quest'ultimo e lo sostanziano: il miglioramento intrinseco dell'efficienza, la sostituzione paritetica, gli stan-

dard tecnologici, i provvedimenti di contingentamento le cui prescrizioni restino stabilmente in vigore nel medio periodo.

La limitazione degli sprechi non dovrebbe a rigore essere un'operazione di 'risparmio energetico' poiché non produttrice di risparmio netto (terza condizione), mentre la modifica comportamentale e le misure di contingentamento le cui prescrizioni vengano per breve tempo non assicurano la stabilità dei risparmi negli anni a venire (quarta condizione).

### Normalizzazione e addizionalità

Di tutte le modalità di risparmio, solo quella ottenuta tramite un incremento intrinseco di efficienza energetica ha le caratteristiche dell'*addizionalità*. Secondo la definizione fornita dall'Allegato A alla delibera 9/11 dell'Autorità per l'energia elettrica il gas e il sistema idrico, è addizionale il risparmio *“depurato dei risparmi energetici non addizionali, cioè di quei risparmi energetici che si stima si sarebbero comunque verificati, anche in assenza di un intervento o di un progetto, per effetto dell'evoluzione tecnologica, normativa e del mercato”*. Se dunque un risparmio è ottenuto per un adeguamento alla normativa, o per aver installato un'apparecchiatura che, seppur di miglior efficienza rispetto a quella sostituita, è por-

tatrice di una tecnologia 'media di mercato', o nel fornire una prestazione che il mercato pretende con una data *performance* minimale, tutto ciò non può considerarsi addizionale, ed in certi contesti potrebbe non godere di incentivazioni (per es. nel sistema dei certificati bianchi).

### L'uso razionale dell'energia

La legge 10/91 ne riportava la seguente definizione: «complesso di azioni organiche dirette alla promozione del risparmio energetico, all'uso appropriato delle fonti di energia (*evitare gli sprechi, NdR*), al miglioramento dei processi tecnologici che utilizzano o trasformano energia (*incremento di efficienza energetica, NdR*), allo sviluppo delle fonti rinnovabili di energia, alla sostituzione delle materie prime energetiche di importazione (*sviluppo delle fonti endogene di energia, NdR*)». In pratica l'uso razionale dell'energia è parte della strategia con cui il paese risponde alla *questione energetica*, traente motivazione e urgenza dalla necessità di sicurezza negli approvvigionamenti e dal progressivo rincaro delle tariffe energetiche dovute all'esaurimento delle fonti fossili. Tuttavia, la definizione della legge 10/91, alla luce di quanto esposto finora, appare deficitaria. Essa considera allo stesso livello il risparmio

energetico e l'incremento di efficienza energetica (ossia il “miglioramento dei processi tecnologici” riportato nella legge), intrecciando forse per la prima volta ufficialmente i due concetti. Inoltre la definizione non esplicita aspetti non-tecnici come la modifica comportamentale.

Si potrebbe allora riformulare il concetto di “uso razionale dell'energia” come quel *«complesso di azioni organiche dirette al contenimento dei consumi tramite la promozione del risparmio energetico, la riduzione degli sprechi, il miglioramento comportamentale ed il contingentamento; allo sviluppo ed uso delle fonti rinnovabili di energia; allo sviluppo ed uso delle fonti endogene di energia»*, in tal maniera individuando esplicitamente altrettanti ambiti di azione, concettualmente non interferenti uno con l'altro, meritevoli ognuno di una specifica politica promozionale facente uso di strumenti dedicati; sembra logico infatti che una strategia per l'incremento di efficienza faccia leva su strumenti diversi da quelli per il cambiamento comportamentale, o della sostituzione paritetica ecc.

*Per saperne di più:  
nino.difranco@enea.it*

<sup>1</sup> Questa premessa non è marginale. L'intera analisi presuppone infatti che un contesto operativo bisognoso di energia esista, e sia considerato utile e importante. In tale situazione non è quindi contemplabile un'interruzione volontaria della fornitura energetica che comprometterebbe gravemente l'erogazione del prodotto/servizio. Nel lavoro non saranno quindi considerate azioni di contenimento dei consumi consistenti per es. nell'interrompere l'alimentazione elettrica ad un processo produttivo durante le normale attività operativa, o nelle spegnere le luci lasciando al buio gli astanti ecc.

<sup>2</sup> V. per es. D.Lgs. n. 192/2005, D.Lgs 63/2013 e decreti attuativi 26 giugno 2015

<sup>3</sup> V. per es., in tema di progettazione ecocompatibile, le Direttive 2005/32/CE e 2009/125/CE e relativi regolamenti attuativi

# I meccanismi di incentivazione per l'efficienza energetica

Il potenziale di risparmio energetico non sfruttato è ancora ampio, ma le misure recentemente adottate, insieme ai meccanismi di incentivazione già in forza, saranno in grado di stimolare investimenti, con importanti ricadute positive anche in termini di creazione di posti di lavoro e crescita economica stabile di lungo periodo

DOI 10.12910/EAI2016-022

di **Alessandro Federici, Chiara Martini, Pietro Falconi, ENEA**

**C**oerentemente con la strada tracciata dalla Strategia Energetica Nazionale nel 2013, l'Italia ha adottato due provvedimenti chiave nel 2014, delineando in tal modo il percorso verso gli impegnativi obiettivi di risparmio energetico posti al 2020.

Sia il recepimento della Direttiva sull'Efficienza Energetica (Decreto legislativo n. 102/2014) sia il Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica del 2014 hanno fornito, rispettivamente dal punto di vista normativo e strategico, un quadro ampio ed esauritivo, che mira alla rimozione delle barriere che ritardano la diffusione

dell'efficienza energetica, sia a livello nazionale sia locale.

Come in molti altri Paesi membri dell'Unione Europea, il potenziale di risparmio energetico non sfruttato è ancora ampio, ma vi è fiducia che le misure recentemente adottate, insieme ai meccanismi di incentivazione già in forza, saranno in grado di stimolare investimenti *cost-effective*, con importanti ricadute positive anche in termini di creazione di posti di lavoro e crescita economica stabile di lungo periodo.

Il Decreto Legislativo 102/2014<sup>1</sup> ha recepito in Italia la Direttiva 2012/27/UE (Energy Efficiency Directive – EED), stabilendo un quadro di misure per la promozione e il



miglioramento dell'efficienza tese ad una riduzione dei consumi di energia primaria di 20 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio (Mtep) al 2020, pari a 15,5 Mtep di energia finale.

Parte di tale ammontare di risparmi energetici costituisce un obiettivo

vincolante, stabilito in ottemperanza all'articolo 7 della EED per il periodo 2014-2020. In particolare, dal regime obbligatorio dei Certificati Bianchi si attende un risparmio di circa 4,3 Mtep/anno in termini di energia finale; ad esso si abbinano le due misure alternative delle Detrazioni fiscali (0,98 Mtep/anno di risparmio) e del Conto Termico (1,47 Mtep/anno). La Figura 1 riporta il risparmio cumulato annuale atteso dai meccanismi proposti.

Il periodo 2013-2014 è stato caratterizzato da rilevanti evoluzioni normative, volte all'aggiornamento degli attuali meccanismi di incentivazione all'efficienza energetica, al fine di assicurare il raggiungimento degli ambiziosi obiettivi di risparmio di energia finale previsti dalla EED. La gestione dei meccanismi ha puntato all'ottimizzazione e semplificazione dei processi, nell'intento di ridurre gli oneri amministrativi a carico degli operatori, in uno scenario di grandi e rilevanti novità introdotte dal Decreto Legislativo 102/2014, che ha aggiornato i meccanismi del Conto Termico e dei Certificati Bianchi, allo scopo di potenziarne l'efficacia.

Di seguito verranno sinteticamente i principali risultati conseguiti dagli strumenti citati in precedenza.

### Titoli di Efficienza Energetica o Certificati Bianchi

Come noto, il meccanismo dei Certificati Bianchi consiste nella creazione di un mercato di certificati attestanti la riduzione dei consumi di energia primaria derivanti da misure e interventi di efficienza energetica negli usi finali. In particolare, i distributori di gas ed elettricità con più di 50.000 clienti finali sono



Fig. 1 Quadro di sintesi del conseguimento dei risparmi (Mtep/anno di energia finale), anni 2014-2020

Fonte: Ministero dello Sviluppo Economico

considerati soggetti obbligati al raggiungimento di obiettivi prefissati: è previsto un contributo tariffario in loro favore a parziale copertura degli oneri sostenuti per il raggiungimento di tali obiettivi. Al tempo stesso, soggetti volontari quali distributori con meno di 50.000 clienti, società di servizi energetici, soggetti con obbligo di nomina di energy manager, soggetti con energy manager volontario, soggetti che hanno implementato un sistema di gestione dell'energia conforme alla ISO 50001, possono agire negli usi finali implementando misure che producano titoli di efficienza.

Nell'ambito del suddetto D.Lgs. 102/2014, è previsto l'aggiornamento delle Linee Guida attualmente vigenti: il Ministero dello Sviluppo Economico, in collaborazione con ENEA, RSE e GSE, ha predisposto un documento che illustra le principali linee di indirizzo per il potenziamento e la qualifica del meccanismo dei Certificati Bianchi e, in data 31 luglio 2015, ha avviato una consultazione pubblica con l'obiettivo di raccogliere le osservazioni e le proposte degli stakeholder. La revisione delle Linee Guida e la definizione dei nuovi obiettivi di risparmio in capo

ai soggetti obbligati, definiranno un nuovo *framework* allo scopo di rendere ancora più efficace il meccanismo come strumento di supporto e promozione per la realizzazione di nuovi investimenti nel settore dell'efficienza energetica.

Nel corso dell'anno 2015 sono state presentate 10.763 Richieste di Verifica e Certificazioni (RVC), relative sia a prime rendicontazioni che a rendicontazioni successive, e 999 Proposta di Progetto e di Programma di Misura (PPPM), per un valore complessivo pari a 11.762 richieste. In termini di risparmi energetici certificati, il GSE ha riconosciuto circa 5 milioni di Titoli di efficienza Energetica (TEE), cui corrispondono risparmi di energia primaria pari a 1,7 Mtep (Tabella 1).

La maggioranza dei TEE è stato conseguito mediante progetti realizzati nel settore industriale, generando circa il 64% dei TEE complessivamente riconosciuti nel 2015, con particolare riferimento ai progetti di efficienza energetica relativi all'ottimizzazione dei processi produttivi nei settori più energivori. Il settore civile rappresenta circa il 31% dei TEE riconosciuti nel 2015, riguardando prevalentemente progetti re-

	RVC-C	RVC-A	RVC-S	PPPM	Grandi Progetti	Totale
Richieste presentate	2.170	4.103	4.490	999		11.763
Titoli di Efficienza Energetica riconosciuti	3.123.642	179.327	1.597.855		128.240	5.029.064
Risparmi energia primaria [tep]	1.009.743	63.716	631.981		28.000	1.733.440

Tab. 1 Progetti, Titoli di Efficienza Energetica riconosciuti e risparmi certificati con i Certificati Bianchi (tep energia primaria), anno 2015

Fonte: GSE - Gestore Servizi Energetici SpA

lativi agli impianti per la climatizzazione e la produzione di acqua calda sanitaria. I progetti relativi all'illuminazione hanno generato oltre il 4% dei TEE riconosciuti nell'anno di riferimento.

Al 31 dicembre 2015 risultano 4.693 operatori accreditati, costituiti per circa l'80% da società di servizi energetici, le quali si confermano come l'operatore maggiormente attivo in termini di numerosità di progetti presentati, con oltre 11.000 richieste presentate nel 2015.

### Detrazioni fiscali

Le detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente mirano alla riduzione del fabbisogno energetico per il riscaldamento dell'intero edificio, attraverso il miglioramento delle prestazioni termiche dell'involucro dell'edificio (coibentazione di solai, pareti o la sostituzione di serramenti o parti di essi o l'installazione di schermature solari) e la sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale.

Con la Legge di Stabilità 2016 (Legge 28 dicembre 2015, n. 208) il Governo e il Parlamento hanno prorogato la misura per il risparmio energetico fino a tutto il 2016 mantenendo l'aliquota al 65%. Inoltre, sono state introdotte diverse novità circa gli interventi ammessi e le modalità di

accesso all'incentivo. In particolare, La Legge di Stabilità 2016 ha esteso l'incentivo anche alle spese sostenute per l'acquisto, l'installazione e la messa in opera di "dispositivi multimediali per il controllo da remoto degli impianti di riscaldamento, produzione di acqua calda e climatizzazione nelle unità abitative". Altra novità importante è la possibilità per gli interventi realizzati su parti comuni dei condomini di cedere la detrazione alle aziende che eseguono i lavori, in cambio di uno sconto. In questo modo sarà possibile anche agli inquilini incapienti di sfruttare le detrazioni. Infine, la possibilità di usufruire delle detrazioni viene estesa anche agli Istituti autonomi per le case popolari, per le spese sostenute dal 1° gennaio al 31 dicembre 2016, per interventi realizzati su immobili di loro proprietà adibiti ad edilizia residenziale pubblica.

Il riconoscimento delle detrazioni fiscali ha giocato un ruolo fondamentale nello sviluppo dell'efficienza energetica nel settore residenziale. Basti pensare che dall'avvio nel 2007 a novembre 2014, nel corso di circa otto anni sono state trasmesse più di due milioni di richieste di detrazione all'ENEA, ente responsabile della gestione del meccanismo. Gli utenti sono stati assistiti nell'accesso al meccanismo da ENEA, la quale ha risposto a 80.000 quesiti di carattere tecnico, e da FormezPA, attraverso

il servizio Linea Amica di "prima informazione" attivo dal 2012.

Poiché fino a settembre 2016 è ancora possibile la trasmissione dei dati relativi ad interventi realizzati nel 2015, gli risultati consolidati sono quelli relativi al 2014, anno in cui sono stati realizzati circa 300.000 interventi. La Tabella 2 ne riporta il dettaglio per tipologia, per un totale di oltre 3,2 miliardi di euro di investimenti attivati, a fronte dei quali è stato conseguito un risparmio complessivo di circa 0,117 Mtep/anno di energia primaria, equivalenti a poco più di 0,112 Mtep di energia finale. Escludendo dal conteggio gli interventi relativi alle fonti rinnovabili, il risparmio conseguito nel 2014 da interventi di efficientamento è di 0,108 Mtep/anno di energia primaria e finale.

Sulla base delle prime risultanze relative ai dati 2015 il numero di richieste ricevute è in linea con quello dello scorso anno. Sebbene per il 2015 vadano ad aggiungersi alla lista degli interventi incentivati anche quelli relativi alle schermature solari, da una prima analisi preliminare dei dati il numero di tali interventi non è elevato, pertanto si ipotizza anche per il 2015 la stessa distribuzione di interventi di efficientamento osservata per il 2014, peraltro del tutto simile anche a quella degli anni precedenti. Sulla base di tali informazioni ed ipotesi, in via conservativa e al netto

Tipologia di intervento	Numero di interventi	Spesa	Risparmio energetico conseguito [Mtep/anno energia finale]
Strutture opache verticali	3.239	160.691.293	0,0054
Strutture opache orizzontali	3.700	187.444.188	0,0080
Infissi	209.924	1.806.553.442	0,0487
Solare termico	17.420	120.697.898	0,0036
Caldaie a condensazione	54.320	743.882.061	0,0388
Pompe di calore	9.081	153.311.438	0,0065
Impianti geotermici	148	5.048.997	0,0002
Caldaie a biomasse	473	12.576.689	0,0007
Scaldacqua a pompa di calore	1.490	20.312.166	0,0006
<b>Totale</b>	<b>299.795</b>	<b>3.210.518.172</b>	<b>0,1125</b>

Tab. 2 Interventi realizzati, spesa sostenuta e risparmio conseguito tramite le detrazioni fiscali, anno 2014

Fonte: GSE - Gestore Servizi Energetici SpA

del contributo apportato da interventi relativi alle fonti energetiche rinnovabili, il risparmio energetico conseguito nel 2015 è stimato in poco più di 0,108 Mtep/anno di energia primaria e finale, pari a quello del 2014.

La detrazione fiscale per gli interventi di recupero del patrimonio edilizio è stata introdotta dall'articolo 1, commi 5 e 6, della legge n. 449 del 27 dicembre 1997. I principali interventi di recupero sono relativi all'impiantistica, comprese le caldaie a condensazione incentivate anche tramite le detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica. Si osserva tuttavia che il numero di caldaie a condensazione incentivate attraverso quest'ultimo canale è di gran lunga inferiore rispetto al numero venduto sul mercato. Ciò poiché molte caldaie a condensazione destinate alla sostituzione del vecchio impianto sono state incentivate attraverso le detrazioni fiscali per il recupero edilizio.

Adottando il risparmio energetico unitario deducibile dalle detrazioni

fiscali per la riqualificazione energetica, il risparmio complessivo conseguito nel 2014 attraverso le caldaie a condensazione incentivate con le detrazioni fiscali per il recupero edilizio è pari a 0,12 Mtep/anno. Non essendo ancora disponibili dati per il 2015, considerando il trend lineare delle vendite, in via preliminare si adotta anche per il 2015 tale valore di risparmio energetico.

### Conto Termico

Il Conto Termico, superata la fase di start-up del primo anno di funzionamento, sta registrando un sempre maggiore interesse da parte dei soggetti privati e delle Pubbliche Amministrazioni.

Nel 2016 è stato varato il Conto Termico 2.0, che entrerà in vigore dal 31 maggio 2016. La seconda release del Conto termico potenzia e semplifica il meccanismo di sostegno già introdotto dal decreto 28/12/2012, che incentiva interventi per l'incremento dell'efficienza energetica e la produ-

zione di energia termica da fonti rinnovabili. I beneficiari rimangono le Pubbliche Amministrazioni, imprese e privati che potranno accedere a fondi per 900 milioni di euro annui, di cui 200 destinati alla PA.

Oltre ad un ampliamento delle modalità di accesso e dei soggetti ammessi (sono ricomprese oggi anche le società in house e le cooperative di abitanti), sono stati introdotti nuovi interventi di efficienza energetica, inclusi quelli che prevedono la trasformazione di edifici esistenti in Edifici a energia quasi zero (NZEB). Le variazioni più significative riguardano anche la dimensione degli impianti ammissibili, che è stata aumentata, mentre è stata snellita la procedura di accesso diretto per gli apparecchi ricompresi in uno specifico catalogo.

Altre novità riguardano gli incentivi stessi: sono infatti previsti sia l'innalzamento del limite per la loro erogazione in un'unica rata (dai precedenti 600 agli attuali 5.000 euro), sia la riduzione dei tempi di pagamento

Tipologia soggetto ammesso	Richieste con contratto attivato	Incentivi totali [M€]
Soggetti privati	7.598	24,73
Pubblica Amministrazione	244	6,85
<b>Totale</b>	<b>7.842</b>	<b>31,58</b>

Tab. 3 Richieste con contratto attivato ed incentivi erogati attraverso il Conto Termico, anno 2015

Fonte: GSE - Gestore Servizi Energetici SpA

Soggetti beneficiari	Tipologia di intervento	Interventi realizzati	Energia primaria risparmiata [Mtep/anno]
Pubblica Amministrazione	1.A - Involucro opaco	64	0,000266
	1.B - Chiusure trasparenti	69	0,000140
	1.C - Generatori a condensazione	121	0,000366
	1.D - Schermature	3	n.d.
<b>Totale</b>		<b>257</b>	<b>0,000773</b>

Tab. 4 Risparmio energetico conseguito attraverso interventi incentivati con il Conto Termico, anno 2015

Fonte: GSE - Gestore Servizi Energetici SpA

Misura	Risparmi conseguiti nel 2014 da interventi del 2014	Risparmi conseguiti nel 2015 da interventi del 2014	Risparmi conseguiti nel 2015 da interventi del 2015	Risparmi cumulati 2014-2015
Certificati Bianchi	1,004	0,435	0,366	1,805
Detrazioni fiscali	0,228	0,228	0,228*	0,684
Conto Termico	0,000005	0,000005	0,000773	0,000783
<b>Totale</b>	<b>1,232</b>	<b>0,663</b>	<b>0,595</b>	<b>2,490</b>

Tab. 5 Risparmi energetici annuali conseguiti per misura nel 2014 e 2015 (Mtep/anno energia finale)

Fonte: elaborazione ENEA su dati GSE ed ENEA

che, nel nuovo meccanismo, passano da 6 a 2 mesi.

Nel corso del 2015 sono state trasmesse al GSE - Gestore Servizi Energetici SpA (organismo responsabile dell'attuazione e della gestione del meccanismo) 8.263 richieste di concessione degli incentivi (RCI), di cui 283 pervenute da parte di Amministrazioni pubbliche (3,4% del totale), le quali possono accedere ad interventi di efficientamento energetico. Le richieste con contratto attivato dal 1 gennaio 2015 al 31 dicembre 2015 sono state in totale 7.842, di

cui 244 da parte di Amministrazioni pubbliche (3,1% del totale).

Gli incentivi totali riconosciuti, relativi alle richieste con contratto attivato, ammontano ad un totale di circa 31,58 milioni di Euro, di cui circa 6,85 milioni di Euro per le Amministrazioni pubbliche. La Tabella 3 riporta i dati sintetici relativi ai risultati consolidati della procedura di Accesso Diretto, suddivisi per tipologia di Soggetto Ammesso. Gli interventi realizzati, riferiti alle richieste con contratto attivato, sono 8.055: tale numero è superiore al

numero delle richieste con contratto attivato (7.842) per la presenza di richieste cosiddette "multi-intervento", con più interventi realizzati contestualmente.

La Tabella 4 riporta il risparmio energetico annuale conseguito nel 2015 per le sole categorie di intervento relative all'efficienza energetica. I risparmi complessivi conseguiti attraverso i soli interventi di efficienza energetica realizzati nel 2015 nell'ambito del Conto ammontano a circa 0,0008 Mtep di energia primaria e finale.

## Sintesi dei risultati conseguiti nel 2014 e 2015 per l'adempimento dell'articolo 7 della Direttiva

La Tabella 5 riporta i dati consolidati del 2014 e le stime dei risparmi di energia finale conseguiti nel 2015: il risparmio cumulato conseguito nel biennio 2014-2015 è pari a circa 2,5 Mtep/anno.

### Conclusioni

L'analisi svolta mostra come le misure ad oggi poste in essere hanno consentito al nostro Paese di adotta-

re un trend di risparmio energetico in linea con gli obiettivi comunitari. In un contesto di crisi economica come quello attuale, i meccanismi di incentivazione vigenti hanno mostrato buoni risultati in termini di risparmio conseguito ma anche di volano per la crescita economica. Il regime dei Certificati Bianchi ha dimostrato il suo ruolo fondamentale per la realizzazione degli interventi, in particolare nel settore industriale.

Parallelamente, in un periodo in cui si conferma ancora una volta la crisi

del mercato delle nuove edificazioni, il recupero e la riqualificazione energetica del patrimonio esistente costituiscono la parte preponderante del fatturato del settore.

Infine, considerando sia le novità dal punto di vista normativo sia le risorse a disposizione, sussiste un importante margine per la realizzazione di nuovi interventi e per il potenziamento dello strumento incentivante del Conto Termico.

*Per saperne di più:  
alessandro.federici@enea.it*

<sup>1</sup> Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE

# La contabilizzazione accurata e trasparente dell'energia

L'introduzione di sistemi di misurazione e fatturazione del consumo individuale degli appartamenti e degli edifici multi-purpose può generare una sensibile riduzione della domanda di riscaldamento/raffreddamento. Esiste però una significativa differenza tra sistemi di misura diretta ed indiretta, sia in termini di prestazioni che di tutela del consumatore

DOI 10.12910/EAI2016-023

di **M. Dell'Isola, L. Celenza, G. Ficco, P. Vigo**, *Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, Dipartimento di Ingegneria Civile e Meccanica*

La contabilizzazione accurata e trasparente dell'energia nelle singole unità abitative è certamente un tema centrale nelle politiche nazionali ed europee. Per consentire a tutti i consumatori di energia dell'UE di partecipare pienamente alla transizione energetica, sia gestendo i loro consumi in modo ottimale sia utilizzando soluzioni tecnologiche ad alta efficienza energetica, la Commissione Europea ha recentemente sviluppato il cosiddetto "New Deal for Energy Consumers" (SWD, 2015). Questa strategia si basa sui seguenti tre pilastri: i) la responsabilizzazione dei consumatori, ii) la realizzazione di smart

home e smart grid, iii) la gestione e la protezione dei dati energetici. Circa il 40% dell'energia utilizzata in Europa viene consumata negli edifici, di cui circa l'80% per il solo riscaldamento e raffreddamento. L'introduzione di sistemi di misurazione e fatturazione del consumo individuale degli appartamenti e degli edifici *multi-purpose* può generare una sensibile riduzione della domanda di riscaldamento/raffreddamento, che viene generalmente stimata tra il 10 e il 30%. L'esperienza dimostra inoltre che, anche solo grazie a soluzioni basate sull'ICT (e.g. internet), fornendo agli utenti finali informazioni dettagliate sul loro consumo, si aiuta-

no gli inquilini a ridurre il loro consumo di circa l'8% semplicemente cambiando le loro abitudini. Infatti, una fatturazione trasparente ed aggiornata aumenta la fiducia e l'impegno dei consumatori al risparmio di energia. Malgrado ciò la stragrande maggioranza dei consumatori riceve queste informazioni al massimo una o due volte l'anno. Per contro tutti i consumatori dovrebbero avere facile accesso ai propri dati di consumo in tempo reale o "quasi" per consentire loro di adattare i consumi e conseguentemente di risparmiare energia. Tali dati potrebbero essere accessibili ai consumatori direttamente dal sistema di misurazione tramite

un'interfaccia standard e degli smart meter. Questi ultimi svolgeranno sempre più un ruolo chiave nel fornire libero e frequente accesso ai dati di consumo riducendo naturalmente controversie di misurazione.

A tale riguardo, numerosi sono i risvolti tecnici, legislativi e di tutela del consumatore. La Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, recepita in Italia con il DL 102/14, impone agli Stati membri l'obbligo di installare (se tecnicamente possibile ed efficiente in termini di costi) nei con-

possibile ripartire i consumi energetici secondo criteri millesimali, ma era obbligo tener conto degli effettivi consumi. Il DPR 551/99 (art. 5) ha reso obbligatoria la contabilizzazione del calore per ogni singola unità immobiliare negli edifici di nuova costruzione e la cui concessione edilizia sia stata rilasciata dopo il 30 giugno 2000. Inoltre il DPR 59/99 fortemente consiglia l'adozione della contabilizzazione del calore nel caso di mera sostituzione di generatore (art. 4 comma 6), rendendola poi

ti nell'allegato MI-004 della Direttiva 2004/22/CE MID sugli strumenti di misura e nel DM 155/2013.

### **Metodologie di contabilizzazione del calore**

I sistemi di contabilizzazione del calore possono essere classificati come "diretti" e "indiretti". I primi, denominati contatori di energia termica o contatori di calore (heat meter, HM), effettuano una misura puntuale dell'energia termica fornita in un cir-



domini e negli edifici riforniti da una fonte centralizzata di riscaldamento/raffreddamento contatori individuali per misurare il consumo di calore o raffreddamento o di acqua calda sanitaria per ciascuna unità abitativa. Inoltre, nei casi in cui l'uso di contatori individuali non sia tecnicamente possibile o efficiente la stessa Direttiva prevede che, in alternativa, siano impiegati sistemi di contabilizzazione indiretti quali i ripartitori. In Italia, già ai sensi del Codice Civile e della Legge 10/91, non era più

obbligatoria "ove tecnicamente possibile" in caso di ristrutturazione o installazione dell'impianto termico (art. 4 comma 10). Le apparecchiature installate ai sensi del comma 10 del suddetto DPR devono assicurare un errore di misura, nelle condizioni di utilizzo, inferiore al 5%. Errori massimi ammissibili questi ultimi che risultano attualmente compatibili e verificabili nelle condizioni di utilizzo solo con l'adozione di sistemi di contabilizzazione diretta (i cosiddetti CET), a loro volta regolamenta-

cuito di scambio termico. I secondi sono invece ascrivibili a tre differenti tipologie: i) i ripartitori di calore (heat cost allocator, HCA); ii) i sistemi di contabilizzazione del calore basati sui tempi di inserzione compensati con la temperatura media del fluido termovettore (insertion time counter, ITC-TC); iii) i sistemi di contabilizzazione del calore basati sui tempi di inserzione compensati con i gradi giorno effettivi dell'unità immobiliare (insertion time counter, ITC-DDC). La Tabella 1 mostra l'ap-



plicabilità di detti sistemi rispettivamente in impianti termici a distribuzione verticale ed orizzontale.

I sistemi di contabilizzazione diretta sono attualmente gli unici strumenti regolati al punto di vista metrico legale dalla Direttiva MID, pertanto essi risultano utilizzabili sia per la misura dell'energia termica al punto di fornitura che nella successiva ripartizione dei consumi condominiali. Tuttavia, come si evince dalle Tabelle 1 e 2, tali dispositivi spesso non risultano tecnicamente applicabili o risultano comunque non convenienti dal punto di vista economico. Questo accade, ad esempio, in interventi di retrofit su edifici esistenti sia a causa della configurazione distributiva degli impianti di riscaldamento (e.g. impianti centralizzati con distribuzione a colonne montanti verticali), sia a causa di vincoli architettonici e economici. Viceversa, i dispositivi di contabi-

lizzazione indiretta sono nella gran parte dei casi pienamente applicabili in edifici esistenti, ma risultano carenti dal punto di vista normativo e regolatorio, ovvero sotto il profilo metrico-legale a garanzia della transazione energetica ed a tutela della fede pubblica.

I sistemi di contabilizzazione indiretta ad oggi disponibili, ed utilizzabili per la ripartizione delle spese di riscaldamento sono basati su dispositivi e metodologie conformi alla UNI EN 834 (i.e. i ripartitori di calore elettronici), alla UNI 11388 o alla UNI 9019 (i.e. i totalizzatori dei tempi di inserzione).

### Configurazione dei sistemi di contabilizzazione

In Figura 1 sono riportate le configurazioni tipiche dei sistemi di contabilizzazione e ripartizione dell'energia termica in ambito con-

dominiale. In particolare si possono individuare tre differenti configurazioni: a) l'energia consumata dalle singole unità immobiliari viene misurata mediante HM diretti; b) la ripartizione dell'energia termica avviene mediante i conteggi degli HCA; c) la ripartizione avviene mediante ITC (compensati della temperatura del fluido o dei gradi giorno). In tutte le soluzioni indicate il calcolo dell'energia totale immessa nella rete di distribuzione (sia essa fornita da una caldaia che da un altro sistema di produzione o da una sottostazione di teleriscaldamento) deve essere effettuato, coerentemente alla norma UNI 10200, sulla base di misure effettuate con uno o più contatori di calore posti a valle dei sistemi di generazione (come indicato in Figura 1) o in base alle prestazioni dei generatori di calore e al consumo di combustibile o energia elettrica. La configurazione "a" garantisce la

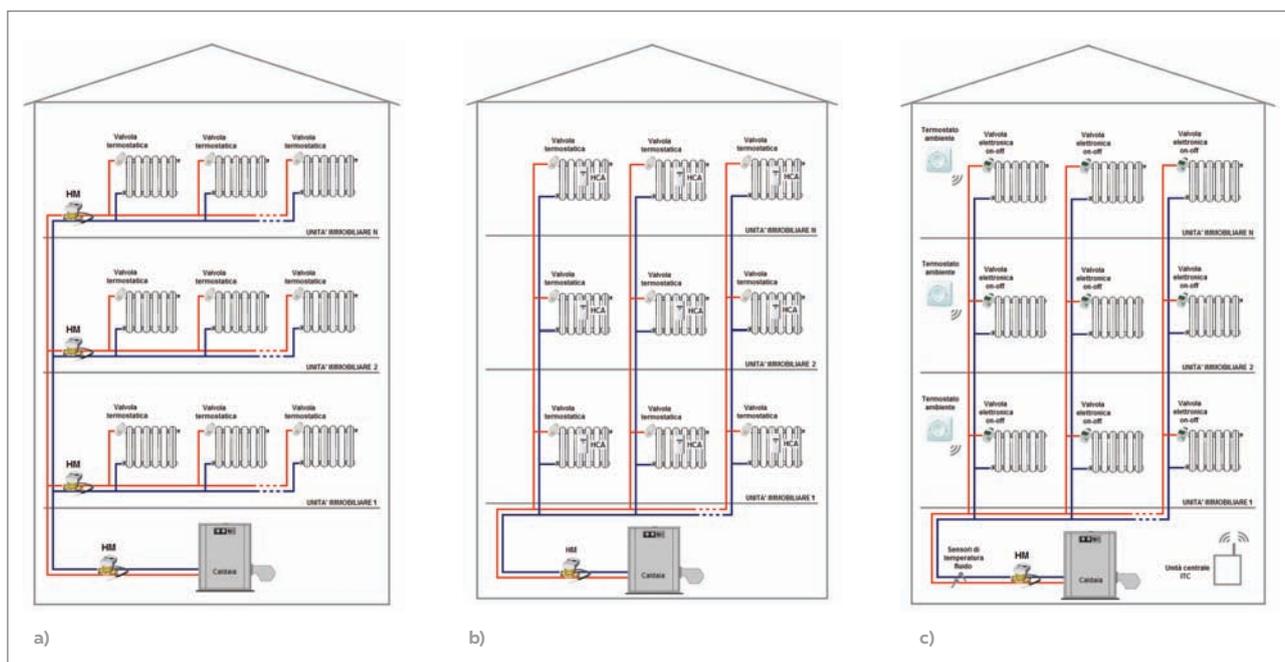


Fig. 1 Configurazione dei sistemi di contabilizzazione e ripartizione del calore, a) ripartizione con HM; b) ripartizione con HCA, c) ripartizione con ITC

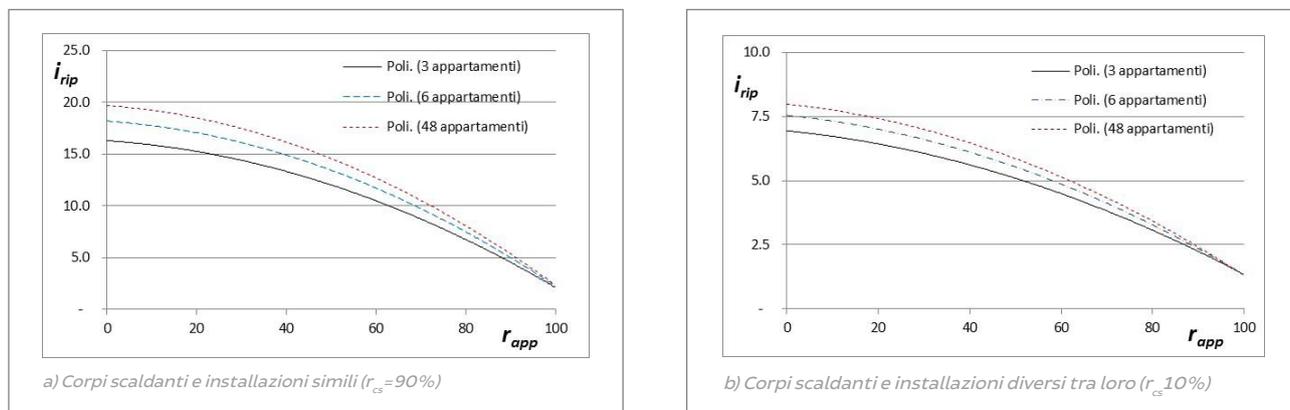


Fig. 2 Incertezza di misura al variare della correlazione e del numero di appartamenti

correttezza delle misure effettuate entro i limiti ammessi dalla Metrologia Legale (Direttiva MID). Tuttavia, in numerose applicazioni su edifici esistenti essa risulta non applicabile ed è necessario ricorrere a sistemi di contabilizzazione di tipo indiretto. La configurazione “b” prevede l’utilizzo su ciascun corpo scaldante dell’edificio di un ripartitore di calore (HCA). Il valore di conteggio restituito dall’HCA è dato dall’integrale nel tempo della differenza tra la temperatura superficiale del corpo scaldante e quella dell’aria ambiente moltiplicato per un fattore di valutazione totale, K. La ripartizione dei consumi di energia volontari viene valutata come rapporto tra le unità di ripartizione in un singolo appartamento e quelle dell’intero edificio (UNI 10200, 2015). Gli HCA sono utilizzabili unicamente su unità terminali tipo radiatori o convettori. I ripartitori elettronici disponibili sul mercato sono generalmente dotati di un’interfaccia ottica di programmazione e lettura e/o di un sistema di trasmissione wireless che consente le letture dei dati a distanza. Sia nella configurazione “a” che nella “b” deve essere prevista l’installazione di un sistema di termo-

regolazione costituito da valvole termostatiche o, in alternativa, valvole on-off controllate da uno o più termostati ambiente. La configurazione “c” invece prevede l’utilizzo di contatori dei tempi di inserzione (ITC) compensati della temperatura di mandata del fluido termovettore o dei gradi giorno. In questo caso, i termostati, installati in ogni unità immobiliare o zona termica, attivano/disattivano valvole on-off di zona o di corpo scaldante insieme al contatore dei tempi di inserzione. Tutti i componenti del sistema dialogano con una unità centrale in grado di elaborare i dati e fornire i conteggi utilizzabili ai fini della ripartizione dei consumi volontari. Questi sistemi possono essere applicati ad impianti a distribuzione verticale ed orizzontale (con radiatori, termoconvettori, ventilconvettori, pannelli radianti) in cui il fluido termovettore è intercettabile o su ciascun corpo scaldante, o a livello di zona o, almeno, a livello della singola unità immobiliare.

### Accuratezza della ripartizione

La trasparenza del dato di consumo energetico e l’accuratezza della mi-

sura sono, come detto, due aspetti fondanti del cosiddetto “New Deal” e devono, quindi, rappresentare per il progettista della rete condominiale un obiettivo inderogabile. Purtroppo la complessità dei sistemi di misura e la molteplicità delle caratteristiche impiantistiche rende spesso arduo tale compito. Per tale motivo la sperimentazione messa in atto presso l’Università di Cassino mira a testare in campo da un lato la capacità degli utenti di acquisire e comprendere le misure e di adeguare di conseguenza i propri consumi, dall’altro di validare un modello per la stima “a priori” dell’incertezza di misura. Mentre le incertezze estese dei singoli dispositivi di misura e contabilizzazione diretti (derivanti soprattutto dalle incertezze sulla misura delle portate volumetriche e delle temperature) ed indiretti (derivanti soprattutto dalle incertezze sulle potenze termiche effettive dei corpi scaldanti e delle temperature effettive misurate), riportate in Tabella 3, sono facilmente calcolabili applicando il modello ISO, più complessa è la valutazione della accuratezza della ripartizione nella ripartizione dei consumi dell’intero edificio. A tale scopo è opportuno sottolineare che: i) il contributo delle

incertezze accidentali sulle unità di ripartizione di ciascun appartamento si riduce al crescere del numero di corpi scaldanti installati nel singolo appartamento; ii) il contributo delle incertezze accidentali sulle unità di ripartizione conteggiate sull'intero edificio si riduce al crescere del numero di appartamenti e pertanto può ritenersi trascurabile nei grandi condomini; iii) gli effetti correlativi tra ripartitori o totalizzatori installati nel singolo appartamento contribuiscono ad aumentare le incertezze sistematiche di ripartizione; iv) gli effetti correlativi tra appartamento ed edificio contribuiscono a ridurre le incertezze sistematiche di ripartizione.

Tutto ciò determina un'incertezza complessiva del sistema di contabilizzazione inferiore a quella del singolo dispositivo (ripartitore/totalizzatore) installato su ciascun corpo scaldante. Per stimare l'incertezza è però fondamentale valutare i coefficienti di correlazione sia tra corpi

scaldanti del medesimo appartamento, che tra quelli di diversi appartamenti. Ciò è possibile valutando il numero di corpi scaldanti simili per tipologia, per modalità di installazione e di esercizio. In Figura 2 viene riportato l'andamento dell'incertezza nella ripartizione del calore in funzione del coefficiente di correlazione  $r_{cs}$  (tra la tipologia dei corpi scaldanti installati nel medesimo edificio) e al variare di *rapp* (tra tipologie di corpi scaldanti nell'appartamento in esame e i restanti tipologie di corpi scaldanti installate negli altri appartamenti) nelle seguenti ipotesi semplificative: i) incertezza accidentale,  $iA=3\%$ ; ii) incertezza sistematica,  $iB=15\%$ ; iii) 10 corpi scaldanti per appartamento. Dall'analisi dei risultati emerge che l'incertezza di ripartizione aumenta notevolmente al decrescere della correlazione *rapp* (dovuto ad esempio ad una ristrutturazione parziale di un solo appartamento). L'incertezza di ripartizione presenta

comunque una migliore compensazione nel caso di corpi scaldanti e relative installazioni dei sistemi di misura molto diversi tra loro (Figura 2b). Inoltre l'effetto della compensazione degli errori è più rilevante nei piccoli condomini, laddove cioè la percentuale dei consumi del singolo appartamento è più rilevante.

La sperimentazione in corso consentirà sia di validare il modello di stima dell'incertezza nella ripartizione, sia di progettare ex ante in modo ottimale il sistema di misura. I risultati di una prima sperimentazione condotta su una villa bifamiliare in una stagione di riscaldamento sembrano confermare il modello proposto.

## Conclusioni

Nel presente lavoro gli autori, a valle di una breve disamina dei sistemi di contabilizzazione e ripartizione del calore, presentano l'architettura dei sistemi di contabilizzazione diretti



	Incertezza estesa	
	minima	massima
Contatori di calore HM	2%*	9%
Ripartitori HCA	3%	24%
Totalizzatori ITC-TC**	6%	30%
Totalizzatori ITC-DDC	15%	30%

\* stimato per un HM in classe 1

\*\* relativo ai totalizzatori conformi alla UNI 11388:2015

Tab. 3 Incertezze estese dei singoli dispositivi di misura e contabilizzazione

ed indiretti in ambito residenziale. Vengono inoltre presentati i primi risultati relativi al modello di stima dell'incertezza di ripartizione dei sistemi indiretti.

L'analisi dei diversi sistemi di contabilizzazione e misura in ambito residenziale mostra che:

- esiste una profonda differenza tra sistemi di misura diretti ed indiretti, sia in termini di prestazioni che di tutela del consumatore;
- malgrado la semplicità dei sistemi di ripartizione indiretti, non sempre le prestazioni metrologiche in campo sono congruenti con le specifiche di prodotto, a causa della difficoltà nella stima dei fattori di valutazione (ovvero delle potenze termiche effettive dei corpi scaldanti su cui gli stessi sono installati e delle temperature effettive misurate);
- le condizioni di installazione ed operative possono influenzare significativamente le prestazioni metrologiche sia dei sistemi diretti che di quelli indiretti; in particolare gli aspetti più critici rilevati sono la misura su ridotte differenze di temperatura e gli effetti fluidodinamici che si determinano in condizioni di installazione non standard.

**BIBLIOGRAFIA**

[1] Bozzini et al., 2000. Bozzini G., Caon S., Lombardi C., Sacchi A., Soma F., *Incertezze strumentali nella contabilizzazione del calore con metodi indiretti*. 2000. CDA, n.1, 149-155

[2] Celenza et al. 2015. Celenza L., Dell'Isola M., Ficco G., Palella B.I., Riccio G. 2015 Heat accounting in historical buildings. *Energy and Buildings*, Volume 95, Special Issue: Historic, historical and existing buildings: designing the retrofit. An overview from energy performances to indoor air quality, 47-56

[3] Dell'Isola et al., 2015. Dell'Isola M., Arpino F., Celenza L., Ficco G., Vigo P. 2015. I ripartitori di calore nella contabilizzazione dei consumi di energia. Problematiche applicative della contabilizzazione dell'energia termica alla luce delle recenti novità normative. *AICARR Journal*, #32, 22-26

[4] Parlamento Europeo, 2004. Direttiva 2004/22/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 31 Marzo 2004 relativa agli strumenti di misura. Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea n. L 135/1 del 30.04.2004

[5] UNI, 2015 a. Impianti termici centralizzati di climatizzazione invernale e produzione di acqua calda sanitaria - Criteri di ripartizione delle spese di climatizzazione invernale ed acqua calda sanitaria. Norma UNI 10200:2015. Milano: Ente Nazionale Italiano di unificazione

# La diagnosi energetica per le imprese

Una opportunità per migliorare le prestazioni e la competitività e le proposte ENEA per assolvere l'obbligo di legge. Per molte aziende i consumi di energia rappresentano una quota parte rilevante dei costi operativi totali, tale da giustificare la ricerca di soluzioni capaci di ridurre permanentemente i consumi di energia e di incrementare l'efficienza dei processi produttivi e la produttività

DOI 10.12910/EAI2016-024

di **Domenico Santino, Daniele Ranieri, Luigi Leto**, ENEA

**I**l D.Lgs 102/2014 obbliga le grandi imprese e le imprese a forte consumo di energia a eseguire una diagnosi energetica almeno ogni quattro anni, per definire lo stato dei consumi energetici e individuare possibili interventi di miglioramento della performance energetica.

A qualche mese di distanza dalla scadenza del primo termine di legge, fissato al 5 dicembre 2015, le oltre 14.000 diagnosi energetiche eseguite da oltre 7.000 aziende ci mostrano l'adeguatezza del meccanismo regolatorio adottato e il successo della campagna di sensibilizzazione messa in campo. Un successo raggiunto anche grazie al supporto tecnico che l'ENEA ha dato e continua a dare al

Ministero dello Sviluppo Economico nella gestione di questa attività, e all'aumentata consapevolezza nelle imprese sul fatto che investire in efficienza porta benefici economici rilevanti.

Il contenimento dei consumi di energia è uno degli obiettivi prioritari della Strategia "Europa 2020", sia per ridurre i consumi di combustibili fossili, sia per ridurre le emissioni inquinanti e per diminuire il grado di dipendenza economica dai paesi produttori.

La riduzione delle emissioni di gas serra, in special modo di anidride carbonica, e il passaggio ad una economia più efficiente sotto il profilo energetico e ambientale, potrà es-

sere possibile attuando politiche di risparmio energetico, adottando tecniche di efficientamento di impianti e strutture, accelerando la diffusione di soluzioni tecnologiche innovative e di qualità che, auspicabilmente, permetteranno a loro volta di dare impulso alla crescita economica e creare nuovi posti di lavoro. Gli interventi orientati al risparmio energetico, infatti, non solo rispondono alla sempre più stringente necessità di limitare le emissioni inquinanti ma sono anche in linea con le nuove logiche di business per la riduzione dei consumi energetici, in cui generalmente si muovono e operano le imprese moderne. Per molte aziende, infatti, i consumi di energia



Panel Solar

rappresentano una quota parte rilevante dei costi operativi totali, tale da giustificare la ricerca di soluzioni capaci di ridurre permanentemente i consumi di energia e di incrementare l'efficienza dei processi produttivi e la produttività. Monitorare e ottimizzare l'uso dell'energia, gestendo contemporaneamente i costi, risulta essenziale. Oltre a garantire un uso responsabile delle risorse, gli interventi di efficientamento energetico consentono alle imprese di restare competitive nei mercati internazionali dove, oggi molto più di ieri, essere sostenibili si traduce in una forte leva di marketing e di successo commerciale.

È in questo contesto che trova piena espressione la Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, con cui

l'Europa ha chiesto agli Stati membri di definire obiettivi nazionali di riduzione dei consumi energetici e di definire programmi operativi per conseguirli entro il 2020. La Direttiva indica ipotesi di interventi e possibilità operative, prevedendo che ogni Stato operi tenendo conto delle singole realtà nazionali. La direttiva individua nella promozione dell'efficienza energetica e nell'introduzione di regimi obbligatori di efficienza energetica gli strumenti entro cui operare e identifica nelle diagnosi energetiche lo strumento razionale e fondamentale per determinare le opportunità di riduzione di costi e di miglioramento. La diagnosi energetica, o audit energetico, è infatti definito dalla stessa direttiva come “una procedura sistematica finalizza-

*ta a ottenere un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di una attività o impianto industriale o commerciale o di servizi pubblici o privati, a individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici e a riferire in merito ai risultati”.*

L'Italia ha recepito la direttiva europea 2012/27/UE con il D.Lgs. n. 102 del 4 luglio 2014, impegnandosi a:

- ridurre i consumi di energia primaria di 20 Mtep, pari a circa 15,5 Mtep in termini di energia finale, entro il 2020;
- definire il regime obbligatorio di efficienza energetica;
- promuovere l'efficienza energetica nel settore pubblico, nell'industria,

- nel privato e nei trasporti;
- introdurre l'obbligo di esecuzione delle diagnosi energetiche e promozione dell'adozione di sistemi di gestione dell'energia ISO 50001;
- fornire formazione e informazione in tema di efficienza energetica
- L'aggiornamento periodico degli obiettivi nazionali di efficienza energetica.

Il Decreto definisce il regime obbligatorio di efficienza energetica nell'art. 7, Titolo II, che recita: *"L'Italia ha individuato nel meccanismo dei Certificati Bianchi lo strumento principale atto a garantire il conseguimento di almeno il 60% dei risparmi energetici entro il 31 dicembre 2020"*. Mentre il rimanente 40% deve essere ottenuto attraverso altre misure di incentivazione.

L'art. 8, ai commi 1 e 3 individua quali soggetti sono obbligati a eseguire la diagnosi energetica.

A essere obbligate sono le grandi imprese e le imprese a forte consumo di energia. Si intendono grandi imprese quelle con 250 o più addetti, o che hanno un fatturato annuo superiore a 50 milioni di euro e un bilancio annuo superiore a 43 milioni di euro. Le imprese a forte consumo di energia, energivore, sono quelle che beneficiano degli incentivi per gli energivori, ovvero quelle iscritte nell'elenco annuale istituito presso la Cassa Conguaglio per il Settore Elettrico ai sensi del decreto interministeriale 5 aprile 2013.

Un'impresa soggetta a obbligo è tuttavia esonerata dall'esecuzione della diagnosi energetica nel caso in cui adotti uno dei sistemi di gestione volontaria di cui all'art. 8, comma 1 (EMAS, ISO 50001, EN ISO 14001), a condizione che il suddetto sistema di gestione includa un audit ener-

getico realizzato in conformità con i criteri elencati nell'allegato 2 del D.Lgs 102. Resta fermo l'obbligo di trasmettere il rapporto della diagnosi condotta nell'ambito del sistema di gestione.

Ogni impresa è tenuta a verificare ogni anno l'appartenenza a una delle categorie individuate al fine di adempiere all'obbligo di legge.

Per le imprese che non adempiono tale obbligo, il D.Lgs 102 prevede una sanzione amministrativa, che oscilla da 4.000 a 40.000 euro nel caso non venga eseguita la diagnosi energetica, e da 2.000 a 20.000 euro nel caso questa non venga eseguita in modo conforme a quanto richiesto. Anche le imprese che non eseguono la diagnosi energetica entro la scadenza fissata sono soggette alla sanzione amministrativa. Il pagamento della sanzione non esime/esonera dall'eseguire la diagnosi, che deve comunque essere fatta e comunicata all'organismo competente.

Per quanto riguarda le Piccole e Medie Imprese (PMI), esse non hanno l'obbligo di eseguire la diagnosi energetica. Per incoraggiare anche le imprese non soggette ad obbligo ad eseguire diagnosi energetiche, all'art. 8 comma 9 del D.Lgs 102 è previsto un bando per il cofinanziamento di programmi presentati dalle Regioni finalizzati a sostenere la realizzazione di diagnosi energetiche nelle PMI o l'adozione di sistemi di gestione conformi alle norme ISO 50001.

L'obbligo non è applicato alle Amministrazioni Pubbliche in quanto la ricognizione dello stato energetico e dei loro consumi è operato annualmente dall'ISTAT con provvedimento. I risultati sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale entro ogni 30 settembre, ai sensi della Legge 31 dicembre 2009 n. 196.

Le diagnosi devono essere effettuate all'insegna dell'efficacia dei costi e devono essere condotte da società di servizi energetici, Esperti in Gestione dell'Energia o Auditor Energetici, anche se non in possesso di certificazioni rilasciate da Enti di Accreditamento fino al 19 luglio 2016. Da tale data i soggetti che effettuano una diagnosi energetica devono essere certificati secondo quanto previsto all'art. 8 comma 2.

Sebbene le diagnosi energetiche possano avere diversi gradi di complessità e possano variare da un'organizzazione a un'altra, una sua accurata esecuzione deve prevedere una valutazione sistematica di come l'energia venga gestita e consumata in un'impresa, dal punto in cui essa viene acquisita al suo punto di utilizzo finale, identificando come e dove l'energia sia trattata e consumata, come possa essere utilizzata in modo più efficace ed efficiente, come e dove possa essere ottimizzato il processo produttivo. Per essere conforme a quanto richiesto dal D.Lgs 102, la diagnosi energetica deve essere eseguita secondo quanto previsto dall'Allegato 2 al decreto. Successivi chiarimenti del MiSE hanno stabilito che una diagnosi effettuata secondo i criteri contenuti nelle norme tecniche UNI CEI EN 16247 - 1 / 4 (residenziale, terziario, industriale, trasporti) rispetta quanto previsto nel suddetto allegato.

Attualmente, in Italia, le diagnosi e gli audit energetici devono essere eseguiti e redatti nel rispetto della seguente normativa:

- UNI CEI/TR 11428:2011, *"Gestione dell'energia - Diagnosi energetiche - requisiti generali del servizio di diagnosi energetica"*
- UNI CEI EN 16247-1:2012, *"dia-*

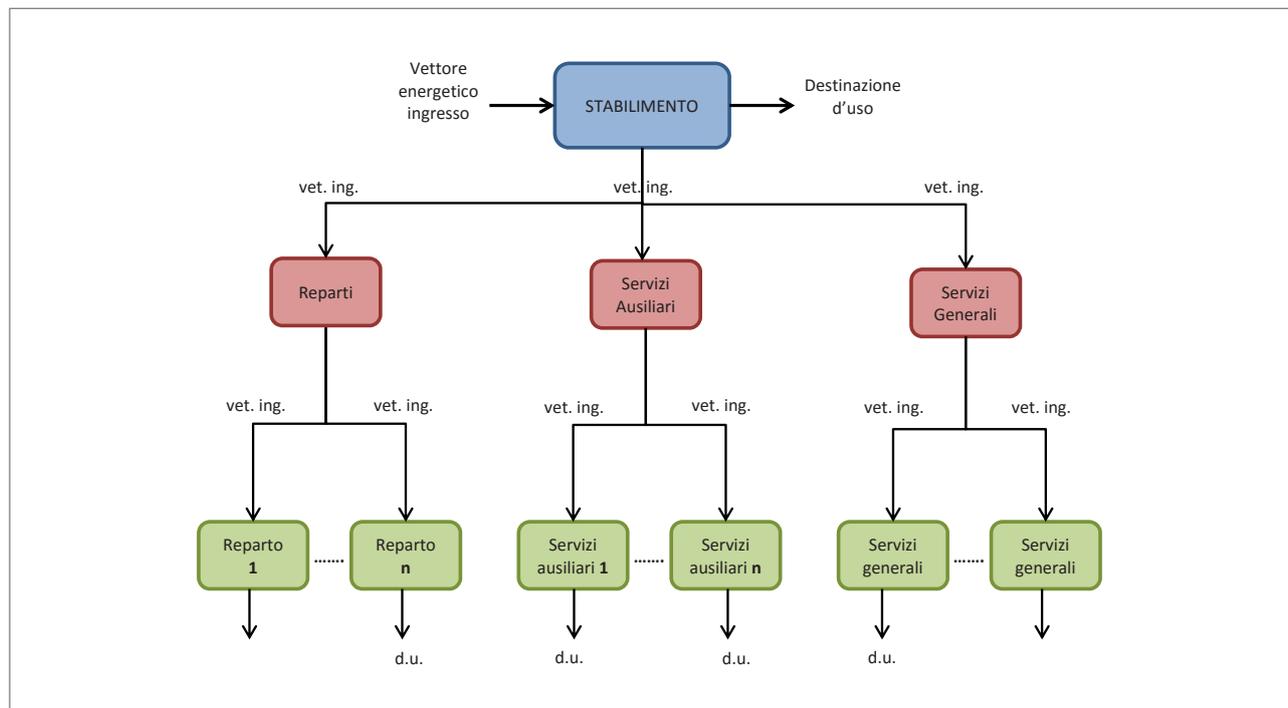


Fig. 1 Mappatura dei macchinari e degli impianti

gnosi energetiche, parte 1: requisiti generali”

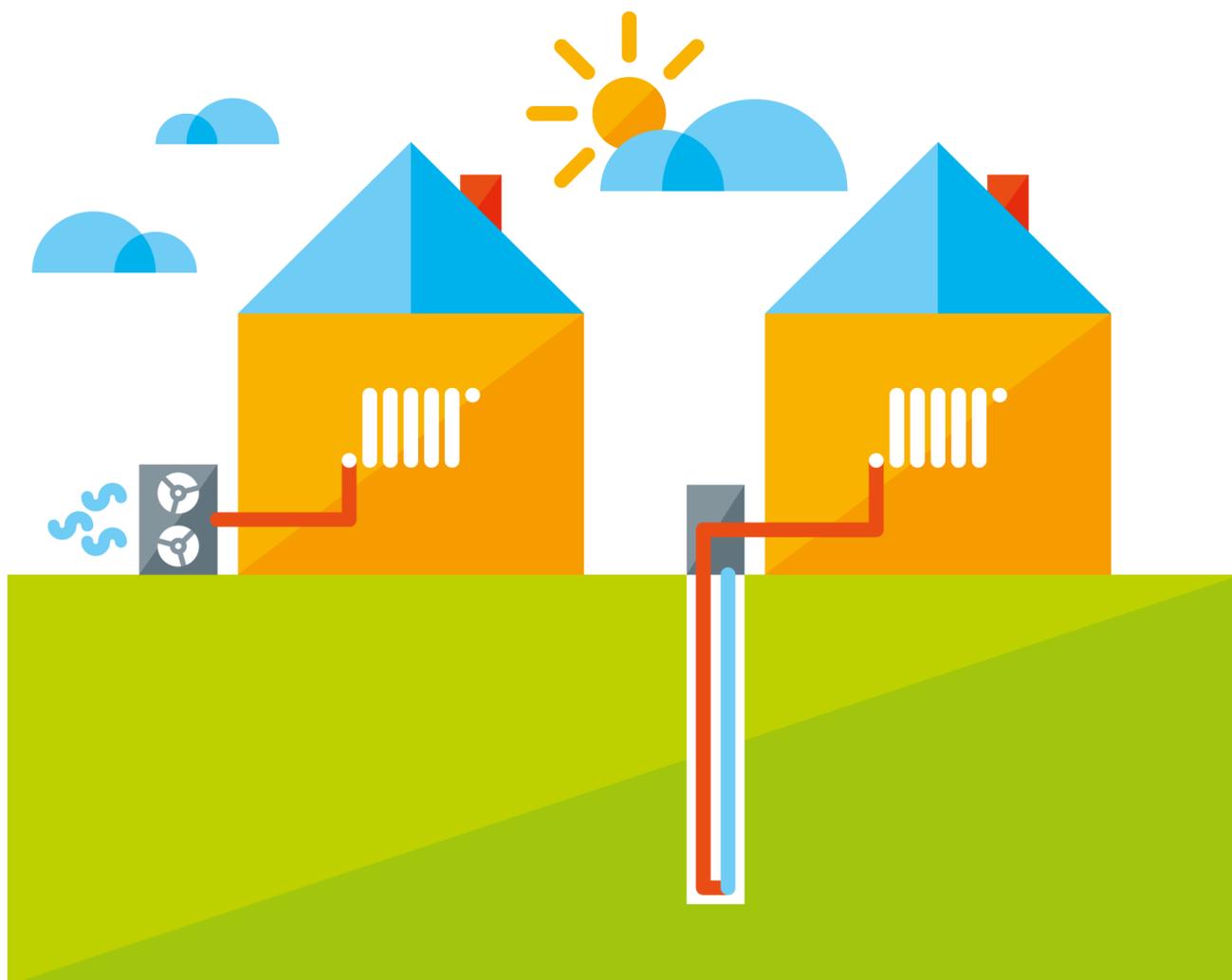
- UNI CEI EN 16247-2:2014, “diagnosi energetiche, parte 2: edifici”
- UNI CEI EN 16247-3:2014, “diagnosi energetiche, parte 3: processi”.
- UNI CEI EN 16247-4:2014, “diagnosi energetiche, parte 4: trasporto”.
- UNI EN 15459:2008, “Prestazione energetica degli edifici – procedura di valutazione economica dei sistemi energetici degli edifici”
- UNI CEI EN 16247-5:2015, “Diagnosi energetica, parte 5: competenze dell’auditor energetico”.

Inoltre il D.Lgs 102 prevede all’art. 7 comma 8 che “i risparmi totali conseguiti per ogni anno solare, a decorrere dal 2014, dalle imprese che attuano un sistema di gestione dell’energia ISO 50001 e dalle imprese che

effettuano audit energetici ai sensi del decreto legislativo 102/2014, per i quali non siano stati percepiti titoli di efficienza energetica, dovranno essere comunicati ad ENEA”. Tale comunicazione deve essere effettuata entro il 31 marzo dell’anno successivo al conseguimento dei risparmi stessi. Il D.Lgs 102 assegna all’ENEA un ruolo importante, in particolare essa ha il compito di istituire e gestire una banca dati delle imprese soggette a diagnosi energetica, per avere un’informativa su l’anagrafica del soggetto obbligato e dell’auditor, e memoria della data di esecuzione della diagnosi e del rapporto di diagnosi. ENEA deve inoltre svolgere controlli a campione, per accertare la conformità delle diagnosi alle prescrizioni della legge, su un campione rappresentativo, pari almeno al 3% della popolazione delle imprese

soggette all’obbligo, ed è incaricata di controllare tutte le diagnosi svolte da auditor interni all’impresa. Deve, inoltre, comunicare al Ministero dello Sviluppo Economico e al Ministero dell’Ambiente lo stato di attuazione dell’obbligo di esecuzione di diagnosi energetica e pubblica periodicamente un rapporto di sintesi sui lavori svolti e sui risultati raggiunti. In tale contesto, l’Unità Tecnica Efficienza Energetica dell’ENEA si è attivata a supporto del MiSE e ha ritenuto opportuno aprire un dialogo con tutti i soggetti interessati, per limitare la complessità e la difficoltà dell’attuazione del decreto.

Per supportare le imprese, l’ENEA ha aperto numerosi tavoli di consultazione e confronto, avviando così un confronto costruttivo per dare la possibilità a tutti gli operatori coinvolti di far emergere dubbi e difficoltà



tà, e individuare insieme le migliori soluzioni ai suddetti problemi. Il risultato di tale attività ha portato tra l'altro a mettere a disposizione dei soggetti interessati *best practices* e a definire linee guida e format specifici per settore sia per la presentazione dei dati e sia la stesura del report. In particolare, ENEA ha creato delle pagine web (<http://www.agenziaefficienzaenergetica.it/per-le-imprese/diagnosi-energetiche>) in cui vengono proposti suggerimenti operativi e in cui viene fornito un

esempio di percorso logico lungo il quale strutturare la diagnosi energetica, che può essere utilizzato anche come indice per stilare il rapporto di diagnosi, e uno schema per analizzare la struttura energetica del sito in esame.

La procedura suggerita da ENEA prevede che il rapporto di diagnosi si articoli secondo i seguenti punti:

- nota su chi ha redatto la diagnosi energetica
- dati dell'azienda
- periodo di riferimento della diagnosi
- unità di misura e valori di riferimento adottati
- informazioni sul metodo di raccolta dati
- prodotti
- materie prime
- processo produttivo
- indicatori energetici
- consumi energetici
- modelli energetici
- calcolo degli indicatori energetici individuati e confronto con quelli

di riferimento

- interventi effettuati in passato
- individuazione dei possibili interventi
- tabella riassuntiva degli interventi individuati.

La procedura suggerita per l'esecuzione della diagnosi energetica prevede la definizione di una "struttura energetica aziendale" che, attraverso un percorso strutturato a più livelli, consenta di avere un quadro completo ed esaustivo della realtà dell'impresa, al fine di definire al meglio la prestazione energetica di un sito produttivo.

L'azienda viene suddivisa in aree funzionali, per le quali si procede all'acquisizione dei dati energetici. I dati complessivi sono presi dai contatori generali, mentre per i dati energetici di sottoinsiemi si ricorre ai contatori dedicati. Nel caso in cui questi ultimi dati non siano disponibili, è possibile fare ricorso a valutazioni provvisorie utilizzando i dati targa dei vari dispositivi e le relative ore di

utilizzo, nonché a misure ad hoc con strumentazione portatile. L'obiettivo è quello di calcolare l'entità dei consumi energetici e l'indice prestazionale di ogni fase.

La prima attività della definizione della struttura energetica aziendale consiste nell'individuare i vettori energetici utilizzati e per ognuno costruire il relativo flusso all'interno del sito produttivo, e realizzarne lo schema ad albero. Ciò permette di individuare i livelli di consumo energetico delle varie fasi e definire gli indicatori prestazionali. L'alberatura deve essere realizzata seguendo il percorso di ogni vettore energetico e non la sequenza del processo produttivo. Infatti alcune fasi che dal punto di vista di un vettore possono risultare energivore per un altro vettore possono risultare poco energivore, o viceversa

La suddetta procedura permette quindi di definire:

- i consumi energetici per ogni vettore energetico utilizzato riferendosi all'anno solare precedente

all'anno n-esimo;

- la destinazione d'uso dell'azienda e della specifica area funzionale;
- l'indice prestazionale di area dato dal rapporto tra i consumi di area e la destinazione d'uso dell'azienda;
- l'indice prestazionale di area dato dal rapporto tra i consumi di area e la specifica destinazione d'uso.

Inoltre in tal modo si fornisce anche uno strumento efficace che permette:

- la mappatura dei macchinari e degli impianti che caratterizzano la specifica area funzionale;
- il confronto delle tecnologie utilizzate con l'obiettivo definito all'inizio della diagnosi;
- la verifica dell'efficienza ed efficacia dei metodi produttivi e dell'organizzazione delle attività.

*Per saperne di più:*

*[www.fficienzaenergetica.enea.it](http://www.fficienzaenergetica.enea.it)  
[diagnosienergetica@enea.it](mailto:diagnosienergetica@enea.it)*

# Efficienza energetica: la strada per innovare il sistema agricolo-alimentare

In Italia, il settore agricolo-alimentare, che include i comparti agricoltura, industria di trasformazione, distribuzione e servizi, ha un consumo finale di energia di 13,30 Mtep. Esaminati i costi di energia diretta e indiretta del comparto agro-alimentare, vengono sottolineate le misure e le innovazioni tecnologiche disponibili per migliorare l'efficienza energetica e la sostenibilità ambientale del sistema agroalimentare

DOI 10.12910/EAI2016-025

di **Carlo Alberto Campiotti, Germina Giagnacovo, Arianna Latini, Matteo Scoccianti, Corinna Viola, ENEA**

I beni alimentari rappresentano il settore più importante dell'industria manifatturiera nell'Unione Europea (UE), con una presenza di piccole e medie imprese di oltre il 90% distribuite soprattutto nel Sud dell'Europa. Soltanto l'1% delle aziende del settore, tuttavia, può essere catalogato come "grande impresa". Nei 28 Paesi dell'Unione Europea, il sistema agricolo-alimentare (produzione primaria, trasformazione e distribuzione) ha raggiunto nel 2012 un fatturato complessivo che supera i 1.000 miliardi di € (RAEE - Rapporto Annuale Efficienza Energetica, 2015). Sotto il profilo energetico, in

Europa, il settore dei beni alimentari contribuisce per il 26% ai consumi finali di energia. A livello globale, la

FAO stima una quota superiore al 30%, basandosi però su dati spesso incerti e provenienti da fonti diverse.

Sistema agricolo-alimentare	% del consumo totale di energia	Consumo energia finale	Fonte
Mondo	32%	95 EJ/anno *	FAO, Issue paper 2011 "Energy-smart food for People and climate"
Europa-27	26%	285 Mtep	Elaborazione ENEA da JRC, Science and Policy, Report 2015
Italia	11,18%	13,30 Mtep	ENEA-UTEE, RAEE 2016

\* 1 exajoule (EJ) = 10<sup>18</sup> Joules

Energia per i prodotti refrigerati: 50-60 kWh/anno/m<sup>3</sup>

Tab. 1 Stime sui consumi di energia del sistema agricolo-alimentare



Infine, in Italia, i consumi di energia del sistema agricolo-alimentare rappresentano circa il 11,18% dei consumi totali (Tabella 1).

Sotto l'aspetto delle emissioni di CO<sub>2</sub>, nel 2010, la Commissione Europea stima per la filiera agroalimentare in Europa (produzione, trasformatio-

ne, distribuzione, ristorazione, consumo domestico) circa 1.000 milioni di tCO<sub>2</sub>eq (EC, *Preparatory study on food waste across EU 27*. October (33), 2010). Nel sistema agricolo-alimentare, i consumi diretti di energia, che includono i combustibili per le serre e i trasporti, risultano pari a

4,95 Mtep, mentre i consumi indiretti, tra i quali il consumo di fitosanitari, fertilizzanti e materiali plastici, raggiungono i 8,35 Mtep, per un totale di 13,30 Mtep. Diversamente, il comparto agroindustria richiede ingenti quantità di energia, soprattutto calore ed energia elettrica per i pro-

50-60% dei consumi per energia elettrica	
Energia per i prodotti refrigerati: 50-60 kWh/anno/m <sup>3</sup>	
Energia per i prodotti congelati: 60-70 kWh/anno/m <sup>3</sup>	
Consumo di energia: 500-1000 kWh/anno/m <sup>2</sup>	
50-60% per refrigerazione	Media: 290 kWh/anno/m <sup>2</sup>  Nota: In Italia, dove sono state censite aree commerciali per la Grande Distribuzione Organizzata per 3.100 ha nel 2013, questo settore riporta un consumo annuale di energia elettrica pari a 4,5 Mtep
25% per luce	
20% per condizionamento	
5% per altri usi	

Tab. 2 Consumi di energia della Grande Distribuzione Organizzata in Europa  
Fonte: AICARR 2015; RAEE 2015

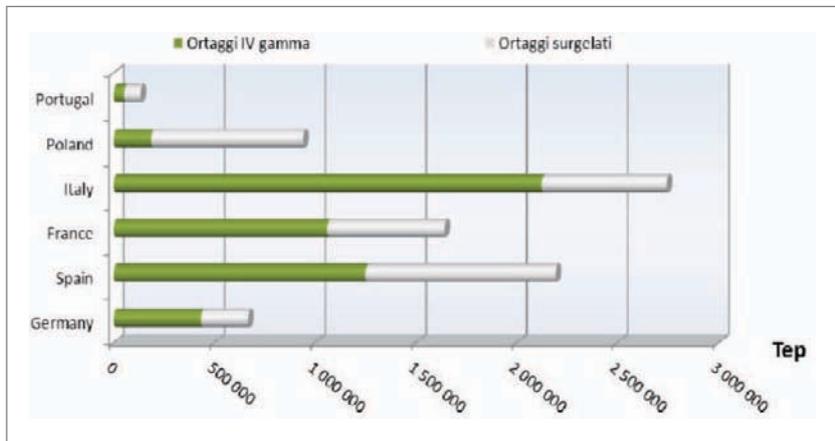


Fig. 1 Consumi energetici della IVa gamma e dei surgelati in Europa  
Fonte: ENEA su dati EUROSTAT 2013

cessi di produzione, trasformazione, conservazione dei prodotti di origine animale e vegetale, funzionamento delle macchine e climatizzazione degli ambienti produttivi e di lavoro (RAEE, 2016).

Nell'ultimo decennio, la Grande Distribuzione Organizzata (GDO) si è affermata giocando un ruolo fondamentale nell'attuale modello di agroindustria *energy intensive*, sostenendo sia la diffusione dei beni alimentari che il miglioramento della sicurezza alimentare. Tuttavia, la GDO ha anche contribuito ad aumentare i costi energetici associati al settore primario e all'industria alimentare. La Tabella 2 riporta una stima dei costi energetici relativi al comparto della GDO in Europa.

Particolare attenzione si pone per la filiera dei prodotti di IV<sup>a</sup> (prodotti che non hanno subito trattamenti di trasformazione con impieghi di calore o freddo, ma sono puliti, tagliati, confezionati in vaschette e pronti al consumo) e di V<sup>a</sup> gamma (prodotti semilavorati che hanno subito un trattamento termico di cottura, successivamente confezionati sottovuoto o in atmosfera controllata), in

quanto si collocano tra le filiere più energivore. La Figura 1 riporta i dati cumulati sulla diffusione e sui consumi energetici che caratterizzano l'industria europea della IV<sup>a</sup> gamma e degli ortaggi surgelati in Europa.

Una misura dell'efficienza energetica nelle filiere agroalimentari è rappresentata dal rapporto tra la quantità di energia ottenuta (ad esempio l'energia contenuta nel prodotto vegetale) e l'energia in ingresso (ossia la quantità di energia che viene utilizzata per il processo di coltivazione e/o il processo di produzione industriale). A tal proposito, la Tabella 3 mostra la forte sproporzione tra l'energia contenuta nei prodotti e l'energia utilizzata nel processo produttivo dei comparti della carne, delle produzioni vegetali, degli ortaggi di IV<sup>a</sup> gamma e dei surgelati. Particolarmente significativi sono i rapporti elevati nei comparti della carne (5:1) e delle produzioni in serra (20:1), soprattutto se confrontati con la coltivazione dei vegetali in campo che presentano un rapporto quasi pari a 1.

Un ulteriore elemento di riflessione, da non sottovalutare nella prospettiva di favorire un uso più razionale

dell'energia nel sistema agricolo-alimentare, è il fenomeno dello spreco di cibo. La FAO nel 2011 riportava per i Paesi industrializzati uno spreco medio di 95÷115 kg/anno/persona, soprattutto a livello di rivenditore e di consumatore, e uno spreco di 6÷11 kg/anno/persona per i Paesi in via di sviluppo, in particolare nelle fasi dopo raccolto e della lavorazione, data la scarsità di mezzi e tecnologie. Oltre che nelle filiere agroalimentari, gli sprechi caratterizzano anche il settore della pesca, dove l'UE ha calcolato che il 40÷60% di tutto il pescato sia ributtato in mare, mentre l'*Environment Programme* delle Nazioni Unite ha riportato che gli scarti totali annuali di pesce a livello mondiale ammontano a 30 milioni di tonnellate e che mediamente solo metà del pescato viene consumato (Tristram Stuard, 2009). Una tecnologia che di recente ha trovato una significativa considerazione da parte degli operatori delle imprese agroalimentari è la digestione anaerobica per la produzione di biogas attraverso l'impiego degli scarti agroalimentari. Studi della Regione Emilia-Romagna riportano che dagli scarti della lavorazione industriale provenienti dalle produzioni agricole regionali (soprattutto mais, pomodoro, patate e leguminose) è associata una potenzialità di produzione di 11 milioni di m<sup>3</sup> di biometano che equivalgono a circa 9 kWh/m<sup>3</sup> (Segré, 2013).

### Efficienza energetica per il settore agricoltura e l'industria agroalimentare

L'introduzione nei processi agroindustriali di tecnologie capaci di migliorare l'efficienza energetica del sistema agricolo-alimentare costituisce ormai una priorità rispetto alla

Prodotti alimentari (consumi considerati)	Energia consumata (kcal/kg)	Energia per kg di prodotto (kcal/kg)
Carne fresca (stalla, macellazione)	4.712	1.100,6
Carne surgelata (stalla, macellazione, refrigerazione)	7.007,8	1.100,6
Vegetali freschi in campo (fitosanitari, lavorazione terreno) <sup>a</sup>	187	206,3
Vegetali freschi in serra riscaldata (fitosanitari, combustibile) <sup>b</sup>	5.245,1	206,3
Ortaggi IV <sup>a</sup> gamma <sup>c</sup> (produzione, lavorazione, trasformazione)	4.213,3	189,1
Ortaggi <sup>surgelati</sup> (produzione, lavorazione, trasformazione, refrigerazione) <sup>c</sup>	5.847	189,1
<sup>a</sup> I valori dell'energia consumata sono stati riferiti a 15 kg/m <sup>2</sup> /anno. Il trasporto non è incluso		
<sup>b</sup> I valori dell'energia consumata sono stati riferiti a 25 kg/m <sup>2</sup> /anno. Il valore energetico medio è stato riferito a: lattuga, pomodoro, peperone, cetriolo, fragola. Il trasporto non è incluso		
<sup>c</sup> Valore energetico medio di: lattuga, pomodoro, peperone, cetriolo. Il trasporto non è incluso		
I valori energetici sono stati tratti dalle tabelle composizioni alimenti dell'INRAN (Istituto Nazionale di Ricerca per gli Alimenti e la Nutrizione)		

Tab. 3 Energia del prodotto ed energia immessa  
Fonte: ENEA su dati ISTAT, 2013

necessità di aumentare la sostenibilità energetica ed ambientale del settore primario e dell'industria alimentare. Attraverso la partecipazione al progetto TESLA (*Transferring Energy Save Laid on Agroindustry*; www.teslaproject.org), l'ENEA ha individuato e proposto una serie di metodi e tecnologie innovative utili per migliorare l'efficienza energetica e diminuire gli impatti ambientali (Tabelle 4 e 5). La Tabella 4 riporta alcune proposte ENEA per migliorare l'efficienza energetica del sistema agricolo-alimentare.

Inoltre, occorre sottolineare che l'energia indiretta, in termini di fitosanitari e fertilizzanti per i processi agricoli, rappresenta una quota significativa dei consumi energetici per le filiere agroindustriali (la produzione di una tonnellata di azoto richiede in media il consumo di una tonnellata e mezzo di petrolio). Diversamente, per i fitosanitari (dati Istat stimano al 2014 un consumo di circa 30.000 t), si riportano in media

intensità energetiche comprese tra i 18 e i 100 kWh/kg (Pagani e Vittuari, 2013). A questo proposito, appare sempre più importante l'impiego dei metodi e delle tecniche dell'agricoltura biologica che, oltre a favorire il risparmio di energia indiretta dovuta ai fitosanitari e ai fertilizzanti (il consumo di energia dell'agricoltura biologica è mediamente inferiore di un terzo rispetto all'agricoltura convenzionale), consente anche una maggiore qualità delle produzioni in termini di sicurezza alimentare e di sostenibilità ambientale (le aziende biologiche limitano fortemente l'uso di fitosanitari e fertilizzanti).

A tal proposito, nel Rapporto 2013, l'EFSA (*European Food and Safety Authority*) ha riportato che nell'1,6% dei prodotti ortofrutticoli analizzati sono risultate concentrazioni superiori ai livelli consentiti per alcuni determinati pesticidi. L'ISPRA, nel Rapporto nazionale pesticidi nelle acque del 2014 (dati 2011-2012), ha stimato che nelle acque superfi-

ciali sono stati trovati residui di pesticidi nel 55,5% dei 1.469 punti di prelievo. Ai fini del miglioramento dell'efficienza energetica nel sistema agricolo-alimentare si configurano di particolare importanza sia l'implementazione della norma ISO 50001:2011, che rappresenta il nuovo standard internazionale per la gestione dell'energia, sia l'applicazione di sistemi di gestione ambientale o certificazione EMAS, come sottolineato dal recente Decreto Legislativo 102/14, che ha recepito la Direttiva europea sull'efficienza energetica 27/EU/2014. Il decreto definisce le regole per migliorare l'efficienza energetica delle imprese e per implementare la norma ISO 50001 che ha sostituito la precedente EN 16001:2009.

## Conclusioni

Il sistema agricolo-alimentare moderno, basato su un'organizzazione industriale del lavoro e sul modo di produrre e consumare il cibo, se

<b>Tecnologia utilizzata</b>	Aspersione con rotolone gigante	Batterie di ventilatori ad accensione sequenziale e restringimento meccanico della portata
<b>Fattori che condizionano il consumo di energia</b>	Alta pressione di esercizio (10-12 bar) e rendimento irriguo alla pianta superiore del 65%	Velocità di funzionamento costante
<b>Innovazione</b>	Aspersione con pivot e ala piovana con pressione di esercizio di 2-3 bar; irrigazione a goccia	Regolatore di frequenza (inverter) e gestione automatica dell'impianto
<i>Risparmio energetico</i>	25%	40-70%
<i>Costo investimento</i>	medio	Medio-alto
<i>Pay-back period (anni)</i>	5	7

Tab. 4 Innovazione tecnologica per migliorare l'efficienza energetica

<b>Applicazione</b>	<b>Tecnologie alternative</b>
Recupero flussi di calore	Scambiatori di calore per acque di scarico cicli di lavaggio e scarico Scambiatori di calore per gas di scarico di essiccatori e caldaie a vapore Recupero calore dalle condense del vapore Recupero calore dell'aria degli ambienti di lavoro
<b>Uso più razionale delle macchine di processo e di servizio</b>	Utilizzo motori elettrici più efficienti Utilizzo trasformatori elettrici più efficienti Installazione inverter per motori elettrici Controllo automatico/centralizzato delle utenze
<i>Interventi sugli impianti (tecnologie sostenibili) e sulla struttura (contenimento termico)</i>	Solar cooling per la climatizzazione Tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia Utilizzo di caldaie a biomassa per la climatizzazione Coibentazione degli ambienti di stoccaggio e dell'impianto di distribuzione del calore Miglioramento delle prestazioni energetiche dell'involucro edilizio Installazione di energy management software negli ambienti di lavorazione, trasformazione e stoccaggio

Tab. 5 Proposte per migliorare l'efficienza energetica nella filiera agroalimentare

da un lato ha contribuito al miglioramento delle condizioni socio-economiche e all'aumento della qualità e della sicurezza alimentare dei prodotti, da un altro lato, tuttavia, ha troppo spesso trascurato i costi energetici e gli impatti ambientali che risultano associati alla produzione e al mercato degli stessi beni alimentari. La Direttiva europea sull'efficienza energetica 27/EU/2014 responsabilizza le imprese e stimola i cittadini a una

maggiore consapevolezza dei consumi di energia. Una maggiore attenzione per l'agricoltura biologica ai fini della diminuzione dei costi energetici e degli impatti ambientali e l'introduzione di innovazione tecnologica si pongono ormai come strategie prioritarie per il sistema agricolo-alimentare. L'ENEA contribuisce allo sviluppo dell'efficienza energetica fornendo un sostegno al meccanismo dei Certificati Bianchi e soprattutto con i controlli di confor-

mità delle diagnosi energetiche di almeno il 3% sul totale (o 100% in caso di auditor interno all'azienda). La più ampia collaborazione tra istituzioni, agenzie, mondo scientifico e consumatori è fondamentale per rendere il sistema agricolo-alimentare meno *energy intensive* e più responsabile verso le risorse naturali di energia, aria, acqua e suolo.

*Per saperne di più:*  
[carloalberto.campioti@enea.it](mailto:carloalberto.campioti@enea.it)

## BIBLIOGRAFIA

1. Campiotti C., Scoccianti M., Viola C. 2014. *Guida Operativa ENEA "Agricoltura" e per ottenere i Titoli di Efficienza Energetica*. Collana Certificati Bianchi. ([www.energiaenergetica.enea.it](http://www.energiaenergetica.enea.it))
2. Segrè A., Vittuari M., 2013. *Il libro verde dello spreco in Italia: l'energia*. Edizioni Ambiente
3. RAEE 2015. *Rapporto Annuale Efficienza Energetica*. ENEA. ISBN: 978-888-286-317-3
4. TESLA project "Transferring Energy save Laid on Agroindustry". 2013-2016. [www.teslaproject.org](http://www.teslaproject.org)
5. Tristram Stuart, 2009. *Waste. Uncovering the global food scandal*. Penguin Books Ltd.



Cromatismi3

# L'importanza dei big data sulla mobilità urbana

Lo sviluppo di strumenti di analisi dei big data sulla mobilità dei cittadini sarà sempre più un fattore di fondamentale importanza per l'attuazione di politiche in un'ottica di sostenibilità energetica, ambientale ed economica del trasporto urbano

DOI 10.12910/EAI2016-026

di **Gaetano Valenti, Carlo Liberto, Pierpaolo Mastroianni, ENEA**

**U**na sfida rilevante per le città che si prefiggono di sostenere l'efficienza energetica e, in generale, il miglioramento della qualità della vita dei cittadini, è di saper predisporre infrastrutture e servizi di trasporto affidabili e sostenibili, capaci di intercettare e soddisfare pienamente una domanda in continua evoluzione e ridurre al contempo gli impatti sociali ed economici generati dall'ampio utilizzo di veicoli privati. L'attuazione di una corretta politica di gestione e pianificazione del trasporto urbano ha come fondamento un adeguato sistema di monitoraggio capace di garantire una conoscenza approfondita del funzionamento del "sistema mobilità" e delle sue criticità. Un inquadramento realistico dello scenario di partenza costituisce, in particolare, la base per la definizione degli obiettivi da perseguire e degli indicatori più adatti a fornire una misura quantitativa nel raggiungimento degli obiettivi stessi. Inoltre l'attività di monitoraggio deve necessariamente avere caratteristiche di continuità nel tempo in modo di assicurare il controllo del processo di pianificazione e gestione della mobilità garantendo periodicamente l'aggiornamento e la disponibilità dei dati circa lo stato di attuazione e l'efficacia delle azioni intraprese a livello di città.

Oggi, tuttavia, la conoscenza del sistema mobilità nelle aree urbane è spesso molto frammentata ed incompleta ai fini di una efficace programmazione delle politiche di intervento e di valutazione in itinere dei progressi realizzati. Il grosso limite degli attuali metodi di rilevazione è determinato dall'alto costo e laboriosità delle indagini sulla domanda di mobilità in un'area urbana che ne rendono impraticabile la

ripetibilità e la continuità nel tempo. Anche gli impianti di monitoraggio fissi (spire induttive, videocamere, ecc.) presenti in molte città per la rilevazione dei flussi veicolari e delle velocità e, in alcuni casi, per la stima dei tempi di percorrenza su predefiniti percorsi, sono caratterizzati da rilevanti costi di installazione e manutenzione che ostacolano una più estesa copertura territoriale. I processi di scelta delle politiche più adatte e di verifica dell'efficacia delle misure attuate necessitano, pertanto, di un nuovo e più funzionale meccanismo di monitoraggio per l'acquisizione continua e aggiornata di una serie di informazioni sull'entità e sulla struttura della domanda di mobilità cittadina, nonché sulla variabilità, nello spazio e nel tempo, dello stato di funzionamento della rete viaria e dei servizi di trasporto.

Le ultime tendenze socio-economiche e le innovazioni tecnologiche che sempre più massicciamente spingono i cittadini a utilizzare la connessione alla rete mobile per interagire e scambiare informazioni, rendono possibile l'acquisizione, a basso costo e con maggiore efficienza, di una grande mole di dati particolarmente utili per lo studio dei comportamenti e delle abitudini dei viaggiatori nelle aree urbane e metropolitane. L'ampia diffusione di dispositivi mobili con localizzatore GPS, come smartphone, tablet e terminali a bordo dei veicoli, può inoltre contribuire alla raccolta, capillare e a basso costo, di dati fondamentali per la ricostruzione degli effettivi profili di mobilità spazio-temporale di persone e veicoli all'interno delle città. La rilevazione e l'analisi dei cosiddetti "Big data" del trasporto urbano rappresentano pertanto una frontiera estremamente importante per tutte le città che deci-

dono di innovare per soddisfare pienamente le esigenze di mobilità dei cittadini e migliorare costantemente le prestazioni delle reti e dei servizi di trasporto. Queste nuove modalità di realizzare la raccolta dati, rese possibili dai recenti progressi del settore dell'ICT, consentono di superare i limiti delle indagini tradizionali, ossia il costo elevato, la limitata periodicità, la rapida obsolescenza, l'incompletezza e l'imprecisione.

Sulla scia di queste innovazioni tecnologiche si è manifestato un interesse sempre crescente sull'utilizzo dei big data da parte della comunità scientifica sia per valutare le traiettorie dalle persone in movimento nell'arco della giornata, sia per valutare le condizioni di funzionamento dei sistemi di trasporto urbani.

### **Il contesto sperimentale**

L'ENEA, all'interno delle tematiche di innovazione e sostenibilità dei sistemi di trasporti, è da alcuni anni impegnata nello studio e sviluppo di nuovi metodi e strumenti di analisi, valutazione e previsione del traffico veicolare basati sull'utilizzo di raccolte estese di dati geo-referenziati sugli spostamenti effettuati da flotte di veicoli (FCD - Floating Car Data). Si tratta di una tecnica di monitoraggio di flotte di veicoli ampiamente sperimentata e conosciuta, soprattutto in Italia, che impiega un consistente numero di terminali veicolari, installati prevalentemente su autoveicoli privati, capaci di registrare e inviare ad un Centro di Elaborazione Dati diverse informazioni sulla localizzazione geografica e sulle condizioni di marcia del veicolo dal momento dell'accensione a quello dello spegnimento. Nei terminali sono solitamente presenti 4 componenti

chiave: un accelerometro, un dispositivo di localizzazione satellitare (GPS), un sistema di comunicazione GSM ed un microprocessore con memoria.

I servizi FCD in Italia sono stati realizzati principalmente per le compagnie assicurative sia per contrastare le frodi e i furti, sia per la predisposizione di polizze personalizzate atte a garantire una maggiore equità nei premi. Oltre che al mercato assicurativo, i servizi FCD sono rivolti ai gestori di flotte per il monitoraggio dei veicoli e dei guidatori e ai provider di servizi di informazione sul traffico.

Rispetto ai tradizionali dispositivi fissi di monitoraggio, la tecnica FCD presenta il vantaggio di fornire specifiche informazioni sugli spostamenti effettuati da un campione di veicoli in termini di percorsi, distanze e tempi di percorrenza con una copertura completa dell'intera rete stradale. Il punto critico della tecnica FCD risiede nella consistenza della flotta di veicoli sonda da cui dipende la significatività dei dati raccolti; è inoltre di fondamentale importanza la frequenza del campionamento e della trasmissione dei dati al centro di controllo soprattutto per quanto riguarda l'affidabilità delle stime in linea dello stato del traffico.

La finalità più ampia della ricerca ENEA è di contribuire allo sviluppo di un sistema permanente di monitoraggio e valutazione della sostenibilità del trasporto di una città in grado di fornire indicazioni utili per l'intervento da parte dei policy maker e delle istituzioni. L'attività di ricerca è stata condotta prendendo a riferimento il sistema FCD gestito da Octotelematics srl, società che opera principalmente nel settore della telematica applicata ai servizi assicurativi per polizze auto e ai servizi di viabilità.

In Italia la flotta di veicoli equipaggiati con terminale Octotelematics ammonta a più di 2 milioni di unità (oltre il 6% del parco di autovetture circolante) e continua ad oggi a registrare un andamento di crescita. Il terminale registra sequenze di posizioni rilevate dal ricevitore GPS per l'intera durata del viaggio dall'accensione allo spegnimento del motore. Ad ogni traccia registrata dal terminale sono inoltre associate informazioni sull'orario, sulla velocità istantanea, sulla direzione espressa in gradi rispetto al nord, sulla qualità del segnale GPS, sullo stato di moto e sulla distanza percorsa dalla precedente traccia. La frequenza di registrazione delle posizioni e delle condizioni di marcia dei veicoli è, attualmente, programmata ogni 2 km di percorrenza oltre che negli istanti di avvio e spegnimento del motore. Quando il veicolo transita sulla rete autostradale o sulle principali arterie stradali situate in aree metropolitane le registrazioni avvengono ogni 35 secondi. L'invio delle sequenze di posizioni al Centro Servizi da parte del modulo GSM-GPRS è attualmente programmato ogni 40 registrazioni di posizione.

I dati trasmessi dalla flotta di veicoli equipaggiati con l'unità di bordo di Octotelematics sono oggi utilizzati per generare in tempo reale report sullo stato traffico sulla rete autostradale e sulle principali arterie stradali di ausilio ai servizi di infomobilità a livello nazionale e locale.

### Risultati delle attività sperimentali

Nell'ambito delle applicazioni per la supervisione del traffico, L'ENEA ha recentemente sviluppato e sperimentato un sistema software (STREET® - Short-term TRaffic Evolution forEcasting Tool) in grado di utilizzare le stime in linea sullo stato del traffico, generate dalla piattaforma telematica di Octotelematics, per la previsione sull'evoluzione dello stato del traffico a breve termine da 15 a 60 minuti. Le previsioni costituiscono l'elemento base per determinare le strategie di regolazione del traffico da adottare per la riduzione della congestione e il contenimento dei consumi energetici e delle emissioni di inquinanti.

STREET® incorpora modelli di previsione di tipo data-driven (regres-

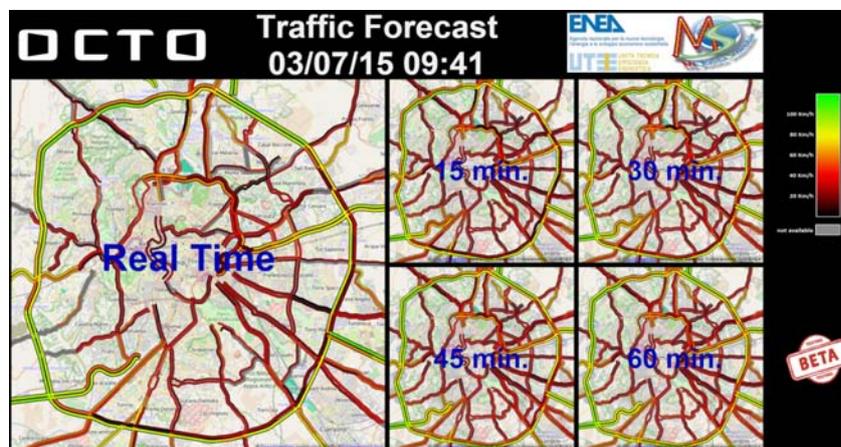


Fig. 1 Layout delle previsioni di traffico (STREET)

sivi, pattern-matching e reti neurali) con diversi gradi di complessità teorica e computazionale per la caratterizzazione spaziale e temporale degli eventi di congestione ricorrenti e non. STREET® è dotato inoltre di una funzione per l'identificazione automatica di stati del traffico anomali basata sulle trasformate "Wavelet". STREET® è stato installato e reso funzionante sui server di Octotelematics per la previsione del traffico sulla rete viaria di Roma (Figura 1). In recenti studi l'ENEA ha inoltre sviluppato algoritmi e strumenti software di analisi della mobilità veicolare basati su dati relativi agli spostamenti effettuati da flotte di veicoli sonda. Gli studi hanno preso come riferimento i dati generati nei mesi di Maggio 2011 e 2013 dalla flotta veicolare con terminale Octotelematics relativi ad un'area comprendente l'intera provincia di Roma e, in parte, le province di Viterbo, Rieti, Latina e Frosinone. La grande mole di dati grezzi, composta da circa 107 milioni di tracce per il mese di maggio 2011 e di circa 150 milioni di

tracce per il mese di maggio 2013, è stata preliminarmente sottoposta ad una procedura di filtraggio e correzione degli errori che ha permesso di estrarre i viaggi effettuati da ciascun veicolo sull'area di studio, identificati dalla sequenza di tracce comprese tra l'accensione e lo spegnimento del motore del veicolo.

La procedura di aggregazione dei dati grezzi per veicolo e viaggio, che ha portato all'identificazione di circa 24 milioni di traiettorie, ha reso possibile la stima di indicatori utili alla comprensione della mobilità veicolare nell'area di studio come la frequenza di utilizzo dell'autoveettura, le distanze percorse, i tempi di percorrenza e le velocità medie per fasce orarie e per i diversi giorni della settimana.

Un importante vantaggio dato dalla conoscenza dettagliata dell'effettivo utilizzo di un campione di veicoli è inoltre quello di poter verificare nel tempo tendenze e variazioni sulle scelte di viaggio effettuate nell'area di studio. Ad esempio la stima delle percorrenze realizzate sull'area di

studio da uno stesso campione di veicoli, composto da circa 70 mila unità, a distanza di due anni ha permesso di riscontrare una significativa riduzione della percorrenza media mensile per veicolo avvenuta tra il 2011 e il 2013 (da 835 a 770 km) presumibilmente indotta dalla recente crisi economica.

L'estrazione degli spostamenti e delle soste del campione di veicoli sonda ha inoltre reso possibile la realizzazione di ulteriori studi sia per esaminare il potenziale impatto dei veicoli elettrici sulla rete elettrica in relazione a diversi tassi di penetrazione, sia per la collocazione ottimale delle stazioni di ricarica sul territorio e la dotazione energetica da assegnare a ciascuna di esse.

Le sequenze di tracce relative a ciascun viaggio sono state successivamente associate alle 136 zone in cui è stata suddivisa l'area di studio. Ciò ha consentito di caratterizzare la mobilità veicolare in termini di linee di desiderio, cioè in relazione ai luoghi di origine e destinazione degli spostamenti, e di qualificare le diverse zone della città in base alla capacità generativa ed attrattiva, ai livelli di accessibilità e alle relazioni di traffico tra coppie di zone. Questo tipo di analisi è stata importante anche per lo studio della sosta diurna e notturna nelle diverse zone della città.

A partire dai dati FCD e dalle proprietà topologiche e funzionali della rete stradale della provincia di Roma sono stati applicati gli algoritmi per il calcolo di indicatori di criticità e importanza delle strade. Gli indicatori sono associati a ciascun arco stradale e rappresentano l'aumento di costo della mobilità dovuto alla chiusura dell'arco stesso alla circolazione. Gli algoritmi di calcolo degli indicatori hanno in particolare per-

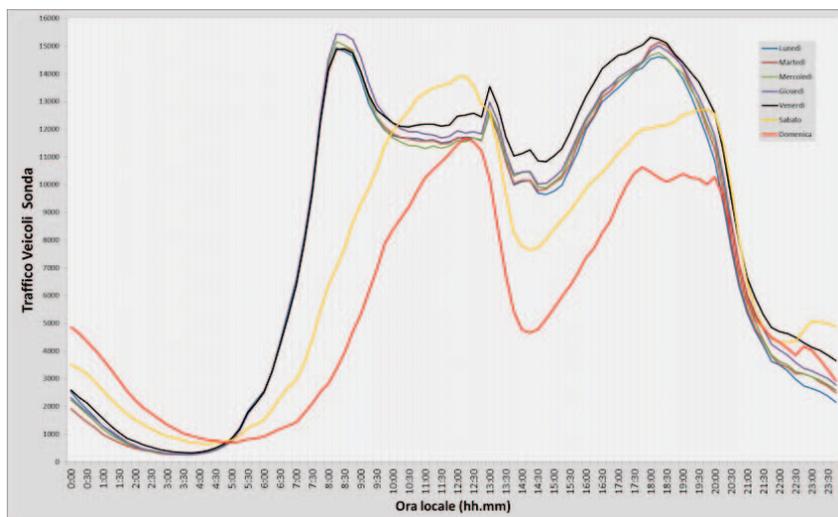


Fig. 2 Profilo del traffico di veicoli sonda per giorno tipo sulla provincia di Roma

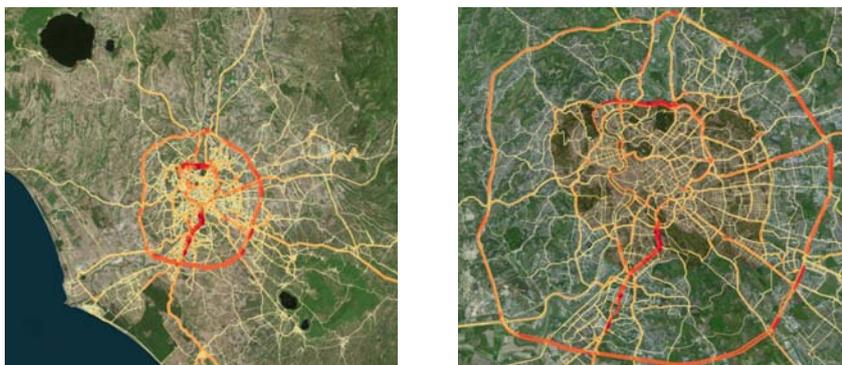


Fig. 3 Flusso di veicoli sonda nell'ora di punta del mattino

messo di costruire una graduatoria dei vari elementi di una rete viaria in funzione dell'incremento dei costi della mobilità che deriva dalla mancata funzionalità a causa di eventi calamitosi o incidenti rilevanti.

L'attività di analisi delle traiettorie è stato completata con l'applicazione di un algoritmo di *map-matching* che ha permesso di ricostruire e caratterizzare i percorsi sulla rete stradale digitalizzata (TOMTOM-MULTINET) attraverso l'identificazione della sequenza di archi e di nodi attraversati e la stima dei tempi di percorrenza degli archi attraversati.

L'assegnazione degli spostamenti ai cammini del grafo viario ha consentito una più ampia e approfondita conoscenza del funzionamento e delle prestazioni della rete stradale difficilmente realizzabile con le tradizionali tecniche di monitoraggio. Tra i risultati più rilevanti: i percorsi effettivamente utilizzati tra differenti coppie di zone della città con i tempi di percorrenza medi per fascia oraria, la provenienza del traffico in ingresso alle diverse zone della città, le zone di provenienza o destinazione del traffico in transito su specifiche strade o intersezioni, i tassi di svolta alle intersezioni della rete e le relazioni esistenti tra elementi della rete stradale in termini di tempi di colle-

gamento e flussi di traffico.

I risultati ottenuti sulla distribuzione spaziale della domanda di mobilità, sui tempi di percorrenza e sulla scelta dei percorsi possono essere di grande importanza per la messa a punto degli strumenti di simulazione del traffico utilizzati per la valutazione di scenari di intervento.

A partire dalle stime sulla distribuzione spaziale degli spostamenti dei veicoli sonda è possibile effettuare la correzione delle matrici origine-destinazione per fascia oraria e giornata tipo, mentre la conoscenza dei percorsi e dei tempi di viaggio è particolarmente utile per l'estrazione del grafo impiegato per rappresentare la rete stradale e la calibrazione del modello di assegnazione che riproduce i flussi sul grafo allo stato attuale.

L'ampia e precisa disponibilità di dati e informazioni sui percorsi effettuati e sulle reali condizioni di marcia dei veicoli ha reso possibile applicazione del software ECOTRIP® (Emission and Consumption calculation software based on TRIP data) sviluppato per la stima accurata e puntuale dei consumi di carburante e delle emissioni inquinanti prodotte da ogni tipo di autoveicolo circolante equipaggiato con unità di bordo.

ECOTRIP® ha permesso di effettuare il calcolo dei consumi di car-

burante, delle emissioni di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) e dei principali inquinanti atmosferici prodotti dalla combustione dei motori dei veicoli (monossido di carbonio, ossidi di azoto, composti organici volatili e particolato) nelle diverse condizioni di funzionamento sia nella fase di riscaldamento del motore (emissioni a freddo) che durante il funzionamento alla temperatura di esercizio (emissioni a caldo).

La possibilità di fornire stime puntuali e georeferenziate delle emissioni rende inoltre il software ECOTRIP® come un nuovo e valido strumento di ausilio alla definizione e realizzazione di interventi di limitazione (road-pricing e crediti di mobilità) dell'uso del mezzo privato basate sulla valutazione dei costi esterni.

Il lavoro di ricerca è attualmente orientato a migliorare gli algoritmi sviluppati sinora attraverso la combinazione dei dati forniti dalle flotte di veicoli sonda con le misure fornite dai rilevatori fissi che presentano il vantaggio di rilevare l'intero flusso veicolare in transito su una sezione stradale. L'obiettivo è di migliorare la valutazione dell'errore campionario e di aumentare l'affidabilità delle stime.

## Conclusioni

I recenti sviluppi tecnologici nei settori della telematica, della geolocalizzazione e della sensoristica applicata al traffico offrono già oggi enormi possibilità di trasformazione e miglioramento dei processi di monitoraggio della mobilità urbana per la pianificazione e la gestione delle reti e dei servizi di trasporto.

La chiave di questa profonda trasformazione è il paradigma dei "Big Data", cioè l'enorme quantità di in-

formazioni e dati geo-referenziati che vengono continuamente generati sia dai dispositivi mobili di vario genere, come smart-phone, tablet e scatole nere a bordo dei veicoli, sia anche attraverso il sempre più diffuso utilizzo dei social network.

Tali dati, se accuratamente raccolti, elaborati ed interpretati, possono aiutare le Autorità locali a definire ed attuare politiche efficaci volte a migliorare la mobilità dei cittadini in un'ottica di sostenibilità energetica, ambientale ed economica. Gli effetti positivi sui processi decisionali sono direttamente collegati a una più completa conoscenza dei comportamenti e delle abitudini dei viaggiatori e delle condizioni operative dei sistemi di trasporto.

L'innovazione dei processi di monitoraggio risiede pertanto nella possibilità di superare i limiti delle tecniche di indagine tradizionali (indagini campionarie e conteggi di traffico) che hanno fino ad oggi fortemente condizionato e reso più difficile sia le attività di progettazione degli interventi all'interno dei piani in materia di mobilità urbana, sia le attività di valutazione del livello di attuazione degli interventi e conseguimento degli obiettivi dei piani stessi.

L'enorme mole di informazioni e dati geo-referenziati, che si prevede continueranno a crescere a ritmi esponenziali nei prossimi anni, deve

essere ovviamente opportunamente gestita ed elaborata al fine di valutare correttamente le condizioni reali del sistema mobilità. Va evidenziato che la raccolta dei dati costituisce solo un'informazione grezza e non la vera conoscenza del fenomeno che essi rappresentano e che il corretto utilizzo degli strumenti per memorizzare ed elaborare le informazioni saranno oggetto di sfida dei sistemi informatici nei prossimi anni.

Alcune possibili aree di intervento necessarie per la transizione verso nuovi modelli di monitoraggio basati sui Big Data della mobilità dei cittadini potrebbero essere le seguenti:

- Il sostegno alla diffusione degli "Open-Data" nel settore della mobilità urbana, vale a dire l'accesso aperto a dati e informazioni di carattere pubblico sul traffico, sulle infrastrutture e sui servizi di trasporto prodotti da Istituzioni, aziende e gestori di infrastrutture e servizi di trasporto; il modello "Open-Data" rappresenta un passaggio chiave per lo sviluppo di app e servizi utili ai cittadini e per la realizzazione e gestione permanente di sondaggi online sulle scelte di viaggio e sulla qualità dei servizi (survey).
- L'attivazione di contratti specifici con operatori e gestori per l'accesso ai dati geo-referenziati prove-

nienti dalla rete mobile, da flotte di veicoli sonda e dalle piattaforme di social network.

- Lo sviluppo di adeguate tecniche di tutela delle informazioni personali minacciate dalla vasta produzione di tracce digitali che gli utenti forniscono direttamente o lasciano inconsapevolmente su internet quando interagiscono con reti sociali.
- La realizzazione di *data warehouse* per l'integrazione dei dati sulla mobilità dei cittadini provenienti da fonti eterogenee e l'estrazione di informazioni di supporto al processo decisionale. La raccolta organizzata e la pubblicazione di dati e indicatori di prestazioni dei piani e delle politiche ha il vantaggio di aumentare il livello di trasparenza, credibilità e vicinanza degli organi istituzionali ai cittadini.
- Lo sviluppo di metodologie di analisi per l'estrazione dei pattern di mobilità dei cittadini e dello stato di funzionamento del trasporto. Rientrano in questo ambito anche l'aggiornamento degli strumenti modellistici di simulazione del sistema di trasporto urbano per la valutazione ex-ante degli impatti degli scenari di intervento (modelli di scelta modale e dei percorsi, modelli di assegnazione e calcolo dei flussi, calibrazione e validazione) e per la stima e previsione in linea dello stato del traffico.

#### BIBLIOGRAFIA

[1] G. Valenti, S. Mitrovich (2009), "Tecnologie ITS per i Sistemi di Trasporto" ENEA/TBo7/01/2009

[2] Liberto C., Ragona R., Valenti G. (2010), Traffic Prediction in Metropolitan Freeways. *Proceedings of the 7th Int. Conference on Traffic and Transportation Studies*

[3] G. Messina, G. Valenti, M. P. Valentini, "Nuove opportunità tecnologiche per la mobilità sostenibile", maggio-giugno 2012, *Energia Ambiente e Innovazione*, rivista edita da ENEA

[4] V. Morabito (2015), "Big Data and Analytics", Springer

[5] R. Sabbatini (2014), "Scatole Nere, l'Italia leader nel mondo", Dossier ANIA

# Simulazione di un'analisi costi-efficacia per la provincia di Roma nel settore della riqualificazione energetica degli edifici

L'obiettivo dell'articolo è una prima valutazione dell'efficacia delle politiche di Efficienza energetica attraverso la costruzione di un modello sociale, i cui attori sono considerati nella prospettiva dell'analisi costi-efficacia e costi-benefici. In particolare ci si sofferma sul ruolo della formazione e sulla sua influenza sulle dinamiche sociali rappresentate dal modello. L'analisi è basata sui risultati di un'indagine statistica qualitativa condotta su un piccolo campione di imprese nella provincia di Roma

DOI 10.12910/EAI2016-027

di **Francesca Cubeddu**, Università di Roma Tre e **Marco Rao**, ENEA

L'efficienza energetica (EE) rappresenta uno dei temi prioritari del *policy making* [1] per la sua capacità di fornire risposte al problema climatico [2] e per accrescere la sicurezza energetica. La maggior parte del lavoro da fare riguarda la riqualificazione energetica degli edifici, che rendono conto per circa un terzo dei consumi finali di energia mondiali [3].

Data questa premessa, l'analisi effettuata è stata mirata alla valutazione dell'efficacia di una particolare azione nel contesto delle politiche di EE nazionali, quella relativa alla detrazione statale del 65% [7], concessa sull'importo delle spese sostenute per la riqualificazione energetica degli edifici. Per raggiungere tale obiettivo si è proceduto con la costruzione di un modello sociale, in

questo caso semplificato scegliendo di considerare tre attori principali (*Famiglie, Imprese e Formatori*), che ha permesso di identificare i soggetti della politica su cui effettuare lo studio. Tale scelta è stata specificatamente mirata ad evidenziare il ruolo delle attività di formazione nel contesto analizzato. Il comportamento del modello è stato inquadrato nell'ottica dell'a-



analisi costi-efficacia (AC-E) e della analisi costi-benefici (A C-B) [4, 5, 6], dopo avere operato una serie di assunzioni, di seguito dettagliate, tese a specificare puntualmente il comportamento dei soggetti considerati. Tali analisi hanno consentito di focalizzare l'attenzione sui principali elementi delle politiche considerate, il costo e l'efficacia delle medesime, considerati rispettivamente come impatto economico totale dell'implementazione delle stesse e come quantità di interventi registrata in seguito alla loro attuazione. La scelta di considerare la quantità di interventi come rappresentativa dell'efficacia è motivata da una semplificazione dell'analisi passibile di

successivi sviluppi. L'elemento base per la valutazione dell'efficacia in termini energetici e ambientali è infatti basato sul livello di attività (numero di interventi e loro tipologia ed entità) per cui, in tale contesto, ci si è limitati al risultato primario da cui partire in seguito per successivi approfondimenti.

La scelta di effettuare anche una AC-B è stata motivata oltre che dalla prassi anche dalla volontà di evidenziare che, una accurata rappresentazione del comportamento dei soggetti coinvolti, permette di giungere a risultati positivi anche limitandosi alla valutazione dei soli aspetti economici. La AC-B è quindi considerata in questo senso come

un di cui della più generale ed appropriata AC-E, che in questo caso rafforza le conclusioni a cui conduce la seconda.

I dati sono stati forniti da una piccola indagine svolta presso alcune imprese del settore edile. Quanto premesso serve ad escludere ogni pretesa di significatività statistica dei risultati ottenuti, in quanto il reale obiettivo dell'analisi è piuttosto identificato nel proporre una possibile metodologia di valutazione utile al *decision making* sul tema. Particolare attenzione è stata altresì posta sul legame tra attività di formazione e livello di attività del settore, secondo le assunzioni qualificate nel paragrafo seguente.

L'analisi è stata realizzata mediante dati raccolti nella provincia di Roma, nel contesto di un progetto di ricerca dell'Università degli Studi di Roma Tre finalizzato a realizzare un'integrazione tra modelli sociali ed economici relativamente al tema dell'efficienza energetica.

## Dati e metodologia

I dati qui raccolti afferiscono ad un'indagine di carattere qualitativo composta su un campione di 13 imprese e di 7 formatori. Ai predetti soggetti è stato somministrato un questionario riportante una serie di informazioni: tra le variabili di maggiore importanza per l'analisi, si ricorda, per le imprese, il tipo di tecnologia utilizzata, il numero di corsi di formazione seguiti nell'anno corrente, il numero di interventi realizzati nell'anno corrente, la valutazione sull'utilità dei corsi di formazione e la valutazione sulla facilità di gestione dei meccanismi incentivanti. Per i formatori, tra le principali variabili rilevate si hanno il numero di corsi erogati nell'anno corrente e, particolarmente importante per le assunzioni a seguire, il parere sulla redditività dell'investimento in corsi di formazione nel corso del tempo.

I dati raccolti sono stati impiegati per costruire un semplice schema causa-effetto utile a delineare una possibile metodologia di indagine. Le assunzioni di partenza sono le seguenti:

- le Famiglie agiscono in modo "razionale", ovvero decidono di investire in tecnologie per l'efficienza energetica (esse creano una Domanda di interventi) se la detrazione fiscale ottenuta sommata al risparmio energetico conseguito

sono superiori alle spese totali da sopportare;

- i Formatori e le Imprese sono altresì soggetti razionali al pari delle Famiglie;
- l'attività di formazione esercita un influsso sulla disponibilità delle imprese a effettuare interventi di riqualificazione (essa cioè agisce sull'Offerta di interventi). Questo punto va qualificato: in quest'analisi semplificata, tutti i soggetti agiscono sulla scorta di calcoli razionali secondo la loro funzione obiettivo ma l'elemento di unione tra i tre è la effettiva convenienza economica dell'investimento, osservata secondo prospettive e logiche differenti. I Formatori sono posti come l'attore sociale utile a trasferire conoscenza alle Imprese: ora, mentre le Famiglie effettuano calcoli personali poggiati sull'economicità di uno o più particolari interventi e sul loro reddito, le Imprese sono chiamate ad effettuare una valutazione diversa e i soggetti deputati a fornire loro una panoramica esaustiva e dettagliata delle prospettive tecnico-economiche di tutte le tecnologie in campo, sono per l'appunto i Formatori.
- l'influenza dei Formatori sulle Imprese è stata stimata statisticamente per mezzo di due variabili: il "grado di convinzione" dei formatori in merito alla redditività potenziale dell'attività di formazione, considerato direttamente correlato alla loro capacità di persuasione sulle imprese in merito allo stimolarle a formarsi; il numero di imprese formate sul totale delle intervistate, come misura della ricettività delle Imprese su tale punto;
- si ipotizza che il livello di convinzione delle imprese ad investire sia tradotto in un segnale di prezzo. Praticamente, l'impresa incorpora

nella sua funzione obiettivo delle aspettative di variazione della domanda da parte delle famiglie praticando dei prezzi fluttuanti intorno alla media del mercato (se ad esempio può ragionevolmente presumere futuri aumenti di domanda, abbassa il prezzo per guadagnare quote di mercato);

- le assunzioni da 1 a 5 spiegano perché nell'analisi si consideri il ruolo della formazione nel livello di attività del settore. Il numero di interventi è ovviamente, come sempre, determinato dalla domanda dei medesimi, ma uno degli elementi chiave è certamente il prezzo delle tecnologie considerate. In pratica, la valutazione effettuata si è concentrata sul lato offerta, basandosi sull'assunzione di razionalità totale del sistema: una volta persuase che per il loro bacino medio di utenza un investimento in EE sia conveniente, si assume che le Imprese agiscano sul fattore prezzo per stimolare la domanda.
- nell'analisi non è considerata la prospettiva del decisore pubblico che amministra la detrazione fiscale, essendo opportuno rimandare ciò ad un contesto di valutazione macroeconomica quale scaturente da lavori basati su modelli di equilibrio economico generale computabile o su matrici di contabilità nazionale. Il lavoro presentato è focalizzato sulle dinamiche sociali dei soggetti coinvolti in termini di aspettative razionali nel contesto di una A C-E. La qualità statistica delle stime è circoscritta all'esperienza eminentemente qualitativo effettuato e, come tale, presenta una valenza puramente metodologica;
- un ruolo chiave nell'analisi è rivestito dal periodo di detrazione fiscale considerato, di notevole peso

cost_A	Costo dell'opzione A	$PNF\_A * NIE * CMF$
cost_B	Costo dell'opzione B	$PNF\_B * NIE * CMF$
cost_C	Costo dell'opzione C	$PNF\_C * NIE * CMF$
PA	Periodo detrazione opzione A	5
PB	Periodo detrazione opzione B	7.5
PC	Periodo detrazione opzione C	10
nifA	Numero imprese formate nella policy A	$PNF\_A * NIE$
nifB	Numero imprese formate nella policy B	$PNF\_B * NIE$
nifC	Numero imprese formate nella policy A	$PNF\_C * NIE$
GCFRA	Grado di convinzione dei formatori sulla redditività dell'attività di formazione A	0.35714
GCFRB	Grado di convinzione dei formatori sulla redditività dell'attività di formazione B	0.41429
GCFRC	Grado di convinzione dei formatori sulla redditività dell'attività di formazione C	0.22857
NIA	Nuovi interventi di riqualificazione nell'opzione A	$GCFRA * nifA$
NIB	Nuovi interventi di riqualificazione nell'opzione B	$GCFRB * nifB$
NIC	Nuovi interventi di riqualificazione nell'opzione C	$GCFRC * nifC$
CMF	Costo medio formazione	942
NIE	Numero di imprese del settore edile considerate	1278
PNF_A	Probabilità di nuova formazione nell'opzione A	$0.1 + GCFRA$
PNF_B	Probabilità di nuova formazione nell'opzione B	$0.2 + GCFRB$
PNF_C	Probabilità di nuova formazione nell'opzione C	$0.3 + GCFRC$

Tab. 1 parametri di input dell'analisi costo-efficacia (dati di costo espressi in euro)

sulle decisioni da parte delle famiglie di effettuare l'investimento. Sono stati all'uopo considerate tre opzioni per tale variabile: oltre ai 10 anni attualmente previsti, due ulteriori ipotesi di 5 e di 7,5 anni sono state impiegate nei calcoli.

- per poter operare i modelli di stima di cui al punto 4 su un numero significativo di osservazioni rispetto ai numeri disponibili, sono state generate 10.000 repliche bootstrap [8] dei parametri impiegati nella regressione<sup>1</sup> e di seguito costruiti e applicati i modelli. I risultati sono confluiti in una analisi costi-efficacia implementata per mezzo di un semplice modello di Markov [5].

I parametri impiegati nell'analisi sono illustrati nella Tabella 1.

Per ognuna delle tre opzioni (detrazioni fiscali di 5, 7,5 e 10 anni), si considera il numero totale di interventi effettuati ogni anno, in un orizzonte convenzionalmente fissato a 15 anni, relativamente a due opzioni: si verifica nuova formazione, oppure no.

Il costo totale dell'opzione di policy adottata è stato calcolato moltiplicando le nuove imprese formate (probabilità di nuova formazione \* popolazione imprese annua considerata) per il costo della medesima, considerando il costo medio registrato per la Regione Lazio (circa 1000 euro).

Il numero totale di imprese considerate come pertinenti al settore per la provincia di Roma è pari a 19.115. Questo numero rappresenta il potenziale numero di imprese attivabile, ma non coincide, evidentemente, con il numero di imprese effettivamente attive nell'anno in questione (si avrebbe altrimenti un intervento circa per singola impresa). Tale numero è quindi stato impiegato solo per stimare il potenziale bacino di imprese da formare ogni anno nel periodo considerato. Si è ipotizzato che ogni impresa possa fare formazione una sola volta nell'arco dei 15 anni considerati (ipotesi restrittiva e irrealistica adottata per misurare l'impatto della politica nella peg-

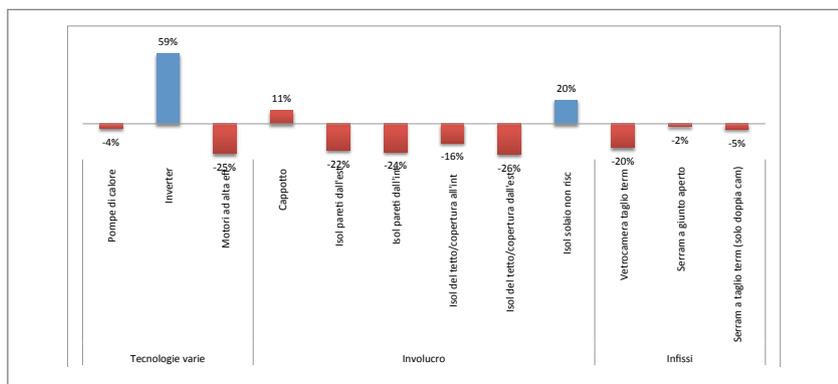


Fig. 1 Differenza percentuale tra i prezzi di diverse tecnologie di efficienza energetica per le imprese intervistate che hanno effettuato formazione rispetto al prezzo medio rilevato sul mercato per la provincia di Roma

giore condizione possibile). Di conseguenza, la popolazione annua di imprese su cui calcolare ogni anno nuova possibile formazione è risultata di 1278 unità.

La probabilità di nuova formazione nelle tre ipotesi di scenario di detrazione è stata stimata nel modo più semplice, correlandola ad incentivi a sussidio della formazione proporzionali alla lunghezza del periodo di detrazione (ciò assume implicitamente che la presenza di un breve periodo di detrazione fiscale sia appetibile per imprese e consumatori e non sia necessario “spingere” particolarmente l’aggiornamento per le imprese, in quanto esse consapevoli delle opportunità di mercato) e sommandoli al grado di fiducia dei formatori nella redditività dell’investimento (variabile GCFR\_casi A,B,C).

Il numero di nuove imprese formate è stato stimato semplicemente moltiplicando la probabilità di nuova formazione per le imprese disponibili alla formazione nell’anno corrente. Il numero totale di interventi realizzati, infine, da considerare aggiuntivo al normale corso degli eventi (prodotto quindi dall’attività di formazione) è stato posto pari al grado di convinzione dei formatori per il

numero di nuove imprese formate. Questa ipotesi è molto forte ma vuole tradurre con i dati disponibili l’assunto che la formazione produca una consapevolezza economica tale da spingere le imprese a guadagnare mercato abbassando i prezzi e stimolando quindi la domanda. In questo caso si assume che i nuovi interventi realizzati siano da addurre esclusivamente alle politiche di prezzo praticate dalle imprese, altra ipotesi da considerare approssimazione della realtà, ma che comunque dovrebbe conservare il senso

degli eventi prodotto dalle ipotesi di razionalità degli attori sociali formulate inizialmente.

Il numero di nuovi interventi è stato di seguito moltiplicato per il valore corrispondente al costo medio intervento<sup>2</sup> per permettere ulteriori valutazioni di tipo costi-benefici discusse di seguito.

## Risultati

L’assunzione di cui al punto 5, ovvero che le imprese formate siano consapevoli delle potenzialità reddituali degli interventi e traducano tale conoscenza sotto forma di una politica di prezzo tesa a conquistare quote di mercato, è stata misurata rilevando, per le imprese formate, il prezzo medio praticato per una serie di tecnologie in confronto a misure medie rilevate con un’indagine di mercato nelle varie province.

La Figura 1 indica un prezzo medio delle imprese formate sensibilmente più basso rispetto alla media provinciale, con l’eccezione di tre sole tecnologie. Si ricorda nuovamente che, non essendovi significatività statisti-

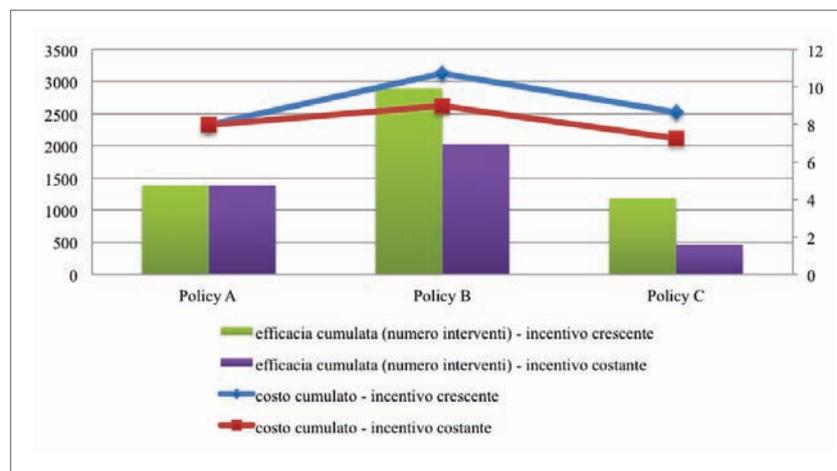


Fig. 2 Costi (milioni di euro) ed efficacia (numero di interventi in migliaia) per le policy di formazione considerate sotto due diverse ipotesi di incentivo in un orizzonte temporale di 15 anni

ca per i dati raccolti, questo risultato non indica una evidenza reale, ma si limita a delineare una metodologia da verificare con un'indagine campionaria vera e propria. I risultati dell'esperimento sono comunque in accordo con le aspettative formulabili in base al senso comune.

La Figura 2 mostra il risultato dell'analisi costo-efficacia effettuata utilizzando i dati della Tabella 1.

Le tre policy considerate producono, rispettivamente, un totale di 1.383, 2.897 e 1.183 nuovi interventi nell'arco dei 15 anni considerati. È interessante valutare anche i dati della semplice analisi costi-benefici (che non tiene conto degli elementi di efficacia quali risparmio energetico e riduzione della CO<sub>2</sub>).

Il dato di costo medio dell'intervento per la provincia di Roma fornito da DUEE è pari a 8357 euro. Convertendo il numero di interventi in valore economico e sottraendo da tale valore generato nell'economia il costo delle politiche di formazione sostenute nelle tre ipotesi, si ottiene il risultato di Figura 3.

Come prevedibile, il bilanciamento tra incentivo crescente in funzione della lunghezza del periodo e grado di fiducia sulla redditività dell'investimento permettono alla policy caratterizzata dal più lungo periodo di detrazione di migliorare la sua performance, laddove la presenza di un incentivo costante la renderebbe negativa. La prima policy ottiene il medesimo risultato in quanto l'incentivo costante è posto per definizione pari allo stesso valore attribuito nel caso di analisi con incentivo crescente.

La valutazione di redditività va da intendersi come più ampia di quella legata al payback-time, che risulterebbe proporzionale alla lunghezza

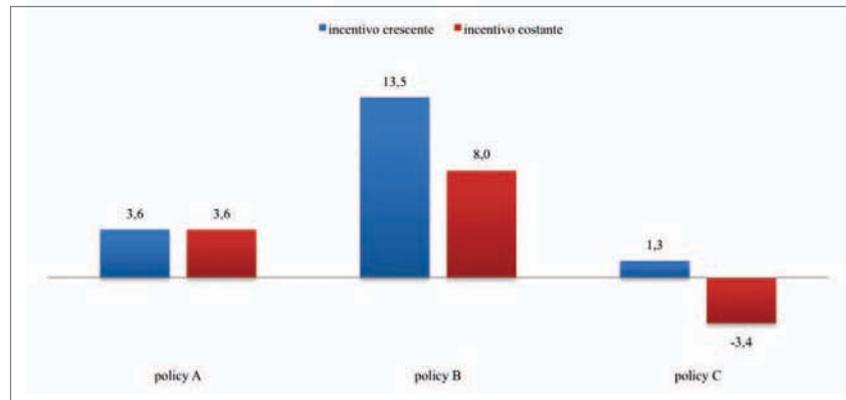


Fig. 3 Differenza tra il valore degli interventi effettuati e il costo delle policy di formazione (milioni di euro) secondo due diverse ipotesi di incentivo in un orizzonte temporale di 15 anni

del periodo di detrazione. In effetti, essa non può che essere personalizzata al particolare caso esaminato, per cui una stima sintetica della medesima dovrebbe essere fondata su un maggior dettaglio derivante da indagini campionarie adeguate. Nell'analisi la possibile interazione tra decisione pubblica di finanziare la formazione e aspettative di redditività dalla medesima sono disaccoppiate, per cui le probabilità di operare nuova formazione e, in ultima analisi, di operare nuovi interventi scaturisce dalla somma delle aspettative generate dalla valutazione sulla lunghezza del periodo di detrazione fiscale più quelle proprie del convincimento sull'efficacia delle attività formanti.

### Conclusioni e sviluppi

Sulla base dei dati disponibili, dall'esperimento qualitativo condotto e dai dati statistici Istat ed ENEA, una prima sommaria analisi sul ruolo operato dalla formazione sull'attività di riqualificazione evidenzia che un investimento nella medesima quale quello ipotizzato (sotto forma di copertura % dei costi di formazione<sup>3</sup>) risulta essere profittevole nei termi-

ni del numero di interventi generato. Tale risultato può facilmente trasformarsi in valore economico generato, risparmio energetico (e relativo ulteriore valore economico conseguito) e impatto ambientale (CO<sub>2</sub> evitata) operando una serie di assunzioni relative alla composizione degli interventi e ad alcuni parametri caratteristici, quali ad esempio il costo delle tecnologie adottate per tipologia e determinati parametri comportamentali relativi all'utilizzo della dotazione energetica domestica (o aziendale).

Il semplice modello impiegato nell'analisi è suscettibile di numerose e qualificanti integrazioni. L'analisi può essere diversificata ove i parametri di input siano geo localizzati, per provincia e regione, ad esempio. I calcoli potrebbero essere articolati per tipologia di tecnologia, con conseguente riverbero sui risultati di tipo energetico, economico e ambientale. Un'indagine a maggiore significatività statistica, rispetto all'esperimento qualitativo condotto, potrebbe fornire un'immagine più realistica e precisa del legame tra attività di formazione e dinamismo delle imprese sul mercato; i dati di tale indagine andrebbero incrociati

con analoghe rilevazioni da condurre presso i consumatori domestici (ad esempio per verificare che le scelte delle famiglie siano effettivamente “razionali” come postulato in questa sede).

La possibilità di calibrare l’imple-

mentazione delle politiche di EE agendo sulla leva della formazione appare di interesse per il pubblico decisore e maggiori sforzi dovrebbero auspicabilmente essere rivolti sia alla raccolta sistematica di dati mediante indagini, sia all’utilizzo

dei dati medesimi in modelli adatti a rappresentare in modo efficace il comportamento degli attori sociali coinvolti.

*Per saperne di più:  
francesca89cubeddu@gmail.com*

<sup>1</sup> Tenendo conto del carattere fortemente qualitativo dell'esperienza di indagine, si è ipotizzato che i risultati rilevati fossero il valore medio di una distribuzione continua uniforme definita tra un minimo e un massimo pari al 20% del valore rilevato, assunto come valore medio.

<sup>2</sup> I dati di costo della provincia di Roma sono stati cortesemente forniti dall'arch. Mario Nocera dell'Agenzia dell'Efficienza Energetica ENEA, per estrazione dalla base dati del 65% che, a livello regionale, alimenta la pubblicazione del Rapporto Annuale sull'Efficienza Energetica.

<sup>3</sup> La forma dell'incentivo può essere variabile, potendosi ipotizzare di credito fiscale o erogazione di contributi.

## BIBLIOGRAFIA

1. IEA (2014), *Energy Efficiency – Essentials for Policy Making*, IEA, Paris, [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/IEA\\_EnergyEfficiencyIndicators\\_EssentialsforPolicyMaking.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/IEA_EnergyEfficiencyIndicators_EssentialsforPolicyMaking.pdf)
2. IEA (2014), *Energy, Climate Change and Environment, 2014 insights* IEA, Paris, <https://www.iea.org/Textbase/npsum/EECC2014sum.pdf>
3. IEA (2015), *Transition to Sustainable Buildings - Strategies and Opportunities to 2050* [https://www.iea.org/media/training/presentations/etw2014/publications/Sustainable\\_Buildings\\_2013.pdf](https://www.iea.org/media/training/presentations/etw2014/publications/Sustainable_Buildings_2013.pdf)
4. G. Pennisi, P.L. Scandizzo (2013), *Valutare l'incertezza L'analisi costi-benefici nel XXI secolo*, Giappichelli, Torino
5. A. Briggs (1998), *An Introduction to Markov Modeling for Economic Evaluation*, *Pharmacoeconomics*, 397-409. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10178664>
6. K. Frick, *Cost Benefit and Cost-Effectiveness Analysis* - Johns Hopkins University, 2007 [http://ocw.jhsph.edu/courses/hsre/pdfs/hsre\\_lect13\\_frick.pdf](http://ocw.jhsph.edu/courses/hsre/pdfs/hsre_lect13_frick.pdf)
7. [www.agenziaefficienzaenergetica.it](http://www.agenziaefficienzaenergetica.it)
8. B. Efron, & R. Tibshirani (1993), *An Introduction to the Bootstrap*. Boca Raton, Chapman & Hall/CRC

# Energie rinnovabili per i Data Center nelle Smart Cities

Negli ultimi due anni i partner del progetto europeo DC4Cities hanno collaborato per adattare al paradigma delle Smart Cities il consumo energetico di vecchi e nuovi Data Centre. Il progetto DC4Cities ha promosso il ruolo dei Data Centre come entità “eco-friendly”, adattandone l’operatività e ottimizzandone i consumi di energia elettrica in base alla disponibilità di energie rinnovabili, senza imporre modifiche alla logistica e senza sacrificare la qualità dei servizi erogati

DOI 10.12910/EAI2016-028

di **Marta Chinnici, Davide De Chiara, Agostino Funel, Giovanni Ponti, Andrea Quintiliani, ENEA**

**D**a un punto di vista strategico, le tecnologie dell’informazione e della comunicazione (ICT) rivestono un ruolo di grande importanza: la natura pervasiva delle tecnologie dell’ICT, che si applicano ormai ad ogni settore delle attività umane, arricchisce il valore dell’innovazione, che costituisce il punto di riferimento sul quale si misura la competitività dei Paesi. Le politiche economiche riconoscono nelle tecnologie dell’ICT i propulsori della crescita economica e dello sviluppo complessivo della società. L’osmosi che si è creata tra energia e tecnologie ICT ha portato a due ti-

pologie di scenario: quello “dell’ICT per l’efficienza energetica” e quello “dell’efficienza energetica nelle ICT”. Le tecnologie dell’ICT consentono di ottenere risparmi energetici in molteplici settori, ma le stesse, ad esempio server, dispositivi elettronici, computer, consumano energia in quantità significative. Le apparecchiature e i servizi delle tecnologie dell’ICT sono responsabili di circa 8% del consumo di energia elettrica nell’UE e di circa il 4% della produzione di emissioni di CO<sub>2</sub> (dati che potrebbero raddoppiare entro il 2020 – Rapporto GeSi). Per questo, da anni, nel mondo dell’IT sono state introdotte politiche di risparmio ed

efficienza energetica, in generale definite come *green computing*. Le misure per ridurre i consumi delle risorse di calcolo (server, microprocessori, sistemi di calcolo ecc.) riguardano sia la progettazione – per apparati di alimentazione, architetture dei microprocessori, display, condizionamento – sia gli aspetti tecnici e organizzativi connessi all’uso degli apparati informatici. Un caso meritevole di maggiore approfondimento è quello dei Data Centre (DC) che, nella loro accezione più ampia, costituiscono un settore caratterizzato da un’elevata intensità energetica e da consumi in costante aumento. I DC, infatti, sono respon-

sabili di circa il 18% del consumo di energia del settore ICT con tassi di crescita delle emissioni di CO<sub>2</sub> intorno a un valore del 7% annuo. Si ritiene – considerata la crescente diffusione dell'informatica in molti settori che ha portato a un rapido sviluppo dei Data Centres – che i valori prima evidenziati cresceranno con ritmi superiori a quelli di tutte le altre tecnologie ICT.

In virtù dell'importanza di questo settore e, soprattutto, della sua dinamica, esiste un notevole fermento intorno al tema dell'efficienza energetica dei DC. In quest'ambito, la Commissione Europea nel 2008 ha introdotto uno specifico Codice di Condotta che si riferisce ai centri di calcolo; nel 2010 il codice è stato integrato con una serie di raccomandazioni sulle migliori pratiche in materia di progettazione, acquisto e

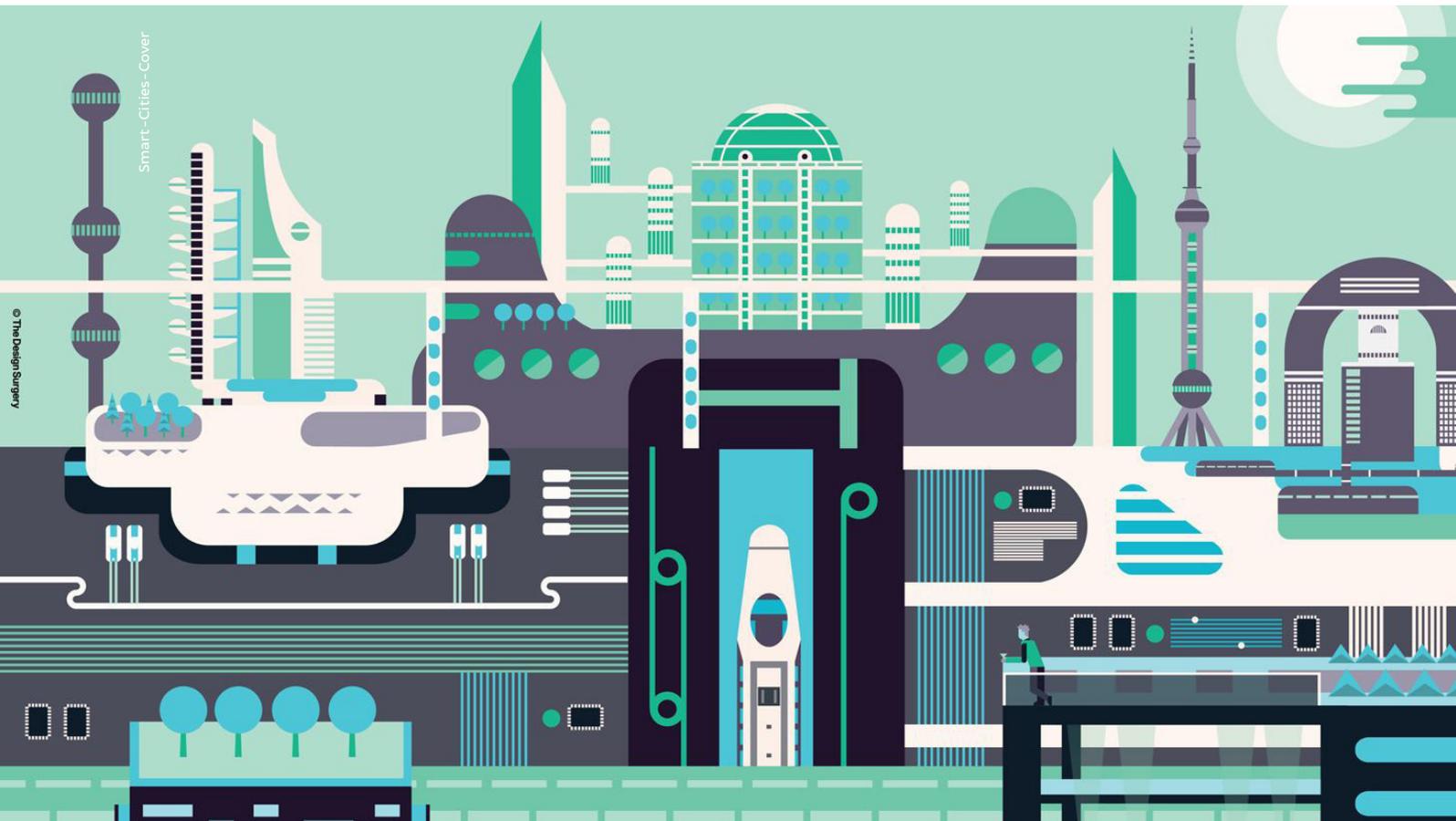
funzionamento in settori quali software, architettura e infrastruttura IT, ad esempio per garantire una migliore gestione delle condizioni ambientali (nel caso dei server garantendo il raffreddamento quando necessario in corrispondenza del processore evitando un raffreddamento eccessivo). In tema di DC, vi sono vari possibili livelli di intervento nell'ambito, ma prima di descriverli in dettaglio è bene soffermarsi sulle parti energivore costituenti il sistema complesso DC:

- IT Equipment, che comprende server, dispositivi di storage e di network, desktop, monitor, stampanti, per l'elaborazione ed il trattamento dei dati;
- Sistemi di alimentazione o che garantiscono continuità e qualità elettriche alle apparecchiature IT,

quali unità UPS (Uninterruptible Power Supply o gruppi di continuità), PDU (Power Distribution Unit o unità di distribuzione dell'alimentazione) e PSU (Power supply Unit o alimentatori);

- Sistemi ausiliari, che comprendono gli impianti di raffreddamento della sala, l'illuminazione, sistemi di sicurezza come quelli antincendio e quelli a garanzia della continuità elettrica (gruppi elettrogeni).

Ogni parte è costituita da svariati componenti, ognuna delle quali è caratterizzata da una propria efficienza che si riflette su quella totale del DC. È quindi fondamentale non solo usare macchine ad alto rendimento, ma assicurare un'ottima gestione del centro di calcolo; basti pensare che, tipicamente, gli impianti di raffreddamento assorbono circa il



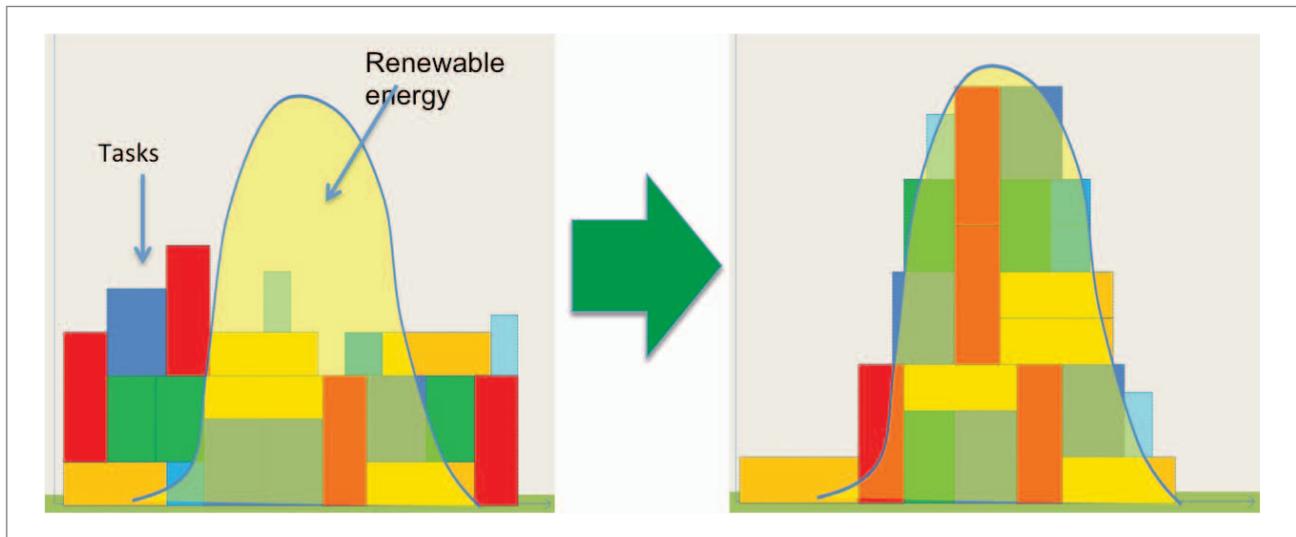


Fig. 1 Spostamento giornaliero dei carichi computazionali in funzione della disponibilità della quota di energie rinnovabili

40% dell'energia totale del DC. Qui, interventi termotecnici quali l'ottimizzazione nella disposizione dei condizionatori all'interno della sala, la gestione dei flussi d'aria o l'isolamento della sala macchine, possono abbattere notevolmente i consumi di energia e quindi portare a grossi risparmi sia in termini energetici sia economici. La parte IT, invece, è tipicamente responsabile del 60% dei consumi elettrici in un DC.

La determinazione di Key Performance Indicator (KPI) efficaci per rappresentare il comportamento energetico di un DC è un problema piuttosto complesso. Le attività (europee e non) che ruotano, con diversi approcci e da differenti prospettive, attorno al tema di codifica di una metrica di prestazione e delle *best practices* di progettazione e gestione dei DC sono molteplici. Al livello europeo, però, un quadro tecnico normativo per quanto riguarda metriche e metodologie standard da adottare nel caso dei DC non è ancora pronto, né tanto meno sono presenti quadri normativi nell'intero

settore dell'ICT in tema di efficienza energetica.

Alcuni dei maggiori gruppi europei in tema di standard – come il CENELEC (BTWG 132-3) ed il comitato tecnico EEDC “Energy Efficiency of Data Centers” facente parte del JTC1 “Information and technology standards” – stanno lavorando insieme per la definizione di una metrica di prestazione robusta che sia capace di rappresentare efficacemente il sistema DC e che allo stesso tempo permetta un confronto tra i diversi DC. Sul tema dell'efficienza nei Data Centre la Commissione Europea ha lanciato qualche anno fa, nell'ambito del 7° Programma Quadro, l'obiettivo: ICT-2013.6.2, la cui sfida riguardava lo sviluppo di tecnologie volte a massimizzare la quota di energie rinnovabili impiegate da un DC, all'interno del contesto di Smart Cities. Nell'ambito di quest'obiettivo specifico, la CE ha approvato il progetto DC4Cities1: An environmentally sustainable data centre for Smart Cities, che ha visto la partecipazione di 10 partner provenienti da Germania,

Francia, Belgio, Spagna e Italia, compreso l'ENEA.

Il progetto DC4Cities è stato inoltre, designato dalla Commissione come leader di un Cluster2, formato da 9 progetti europei, avente come obiettivo la definizione di KPI comuni per la misura dell'efficienza energetica dei DC, lo sviluppo delle relative metodologie, la verifica della fattibilità all'interno di ciascun progetto, l'interazione e lo scambio di informazioni con gli organismi internazionali di standardizzazione.

In particolare, l'ENEA si è occupata dei settori delle metriche, dei processi di standardizzazione e dei sistemi per ottenere informazioni sulla quantità di energia disponibile da fonti rinnovabili e la pianificazione dei consumi. I risultati del progetto sono stati verificati all'interno di tre stazioni sperimentali, situate a Trento, Barcellona e nei laboratori di HP di Milano.

#### DC4Cities: obiettivi e risultati

L'obiettivo principale del progetto DC4Cities è stato quello di rendere

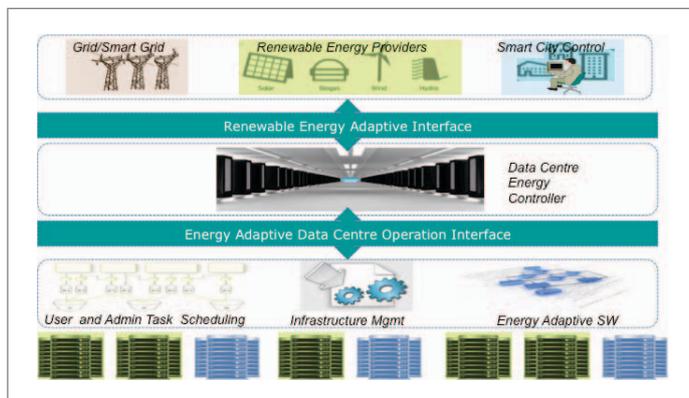


Fig. 2 Visione dell'architettura proposta dalla soluzione DC4cities

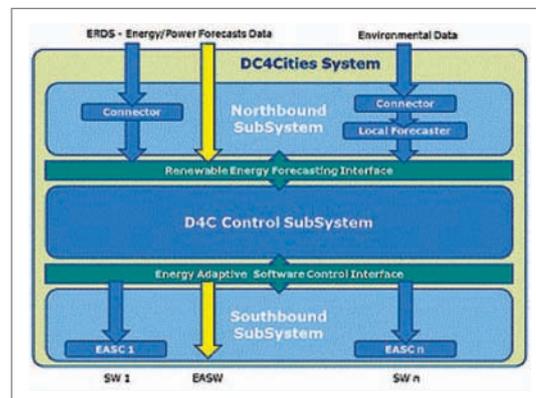


Fig. 3 Dettaglio dei sottosistemi costituenti l'architettura della soluzione DC4cities

re “eco-friendly” i DC esistenti e quelli di nuova generazione ovvero di adattare il consumo dei singoli DC alla disponibilità di energia rinnovabile, puntando a ottenere una quota di rinnovabili pari all'80% dei consumi, garantendo allo stesso tempo la qualità dei servizi. Il driver del progetto è stato quello del creare una filosofia di DC che fossero “energy-adaptive”, cioè che adattassero il carico di lavoro ottimizzando il consumo di energia elettrica in base alla disponibilità della stessa, senza imporre modifiche alla logistica e senza sacrificare la qualità dei servizi erogati agli utenti (Figura 1). L'ottimizzazione dei consumi è stata garantita grazie allo sviluppo di specifiche soluzioni software e all'utilizzo del *cloud computing*, mentre la misurazione del livello di efficienza energetica è stata assicurata dalla messa a punto di metriche, KPI e dallo sviluppo di dispositivi per la previsione della disponibilità di energia da fonti rinnovabili.

In pratica, procedure automatiche programmano il carico di lavoro in modo che coincida con l'ora del giorno in cui la disponibilità di energia solare è massima. Per fare questo,

DC4Cities ha utilizzato due canali: uno ha il compito di fornire e aggiornare continuamente le informazioni riguardanti la disponibilità di energia, previsioni del tempo e dati energetici prodotti a livello locale e l'altro raccoglie informazioni sulle applicazioni in esecuzione all'interno del DC, calcola previsioni di consumo e, se necessario, ne modifica il comportamento. Inoltre, DC4Cities non solo ottimizza la richiesta di energia da parte dei singoli DC, ma allo stesso tempo permette di sfruttare le fonti rinnovabili di diverse zone geografiche mettendole a condivisione fra i vari DC ottenendo così migliori risultati in termini di eco sostenibilità.

La soluzione DC4Cities è costituita da due principali sottosistemi (Figura 2 e 3):

- il primo (Northbound Subsystem), capace di fornire ed aggiornare continuamente le informazioni relative alla disponibilità di energia, basandosi su dati relativi sia alle previsioni del tempo che alla potenza prodotta su scala locale;
- il secondo (Southbound Control System), è un sottosistema che

raccoglie informazioni sul software in esecuzione all'interno del DC per poter fornire previsioni sul suo comportamento energetico.

Anche se l'80% di rinnovabili inizialmente fissato dalla Commissione si è dimostrato un target difficilmente raggiungibile, con l'utilizzo della soluzione DC4Cities i DC possono arrivare a raddoppiare la quota di energia rinnovabile. La sostenibilità ambientale dei DC è migliorata anche grazie a specifiche soluzioni che offrono l'opportunità di utilizzare fonti rinnovabili differenti, sfruttando il collegamento tra centri presenti in aree geografiche diverse. Tutto questo è stato possibile grazie allo sviluppo di sistemi in grado di aggiornare in tempo reale le informazioni riguardanti la disponibilità di energia che si basano su dati relativi alle previsioni del tempo e all'energia prodotta su scala locale.

Grazie al successo delle sperimentazioni, le soluzioni messe a punto potrebbero essere distribuite e applicate in diversi DC esistenti e di nuova generazione contribuendo così alla riduzione dei consumi e dell'impatto



sull'ambiente di strumenti centrali nella gestione delle Smart Cities. A questo proposito sono stati studiati specifici *business case* di potenziale interesse industriale.

Le attività svolte hanno anche riguardato la progettazione e lo sviluppo di componenti software che, integrati nel sistema centrale dell'architettura DC4Cities, hanno il compito di analizzare i piani in esecuzione nel sistema e valutarne lo stato in base agli obiettivi energetici preposti. ENEA è stata coinvolta nella progettazione di un componente che riceve in input l'insieme di attività pianificate nel sistema per il giorno in corso (*short term*) e per il successivo (*long term*) e restituisce una valutazione basata su due aspetti: il primo è di tipo energetico

e si basa sull'obiettivo di percentuale di energie rinnovabili utilizzate per eseguire le attività, mentre il secondo è di basato sulle performance e va a verificare, per ogni attività, il raggiungimento o meno degli obiettivi. La valutazione avviene a granularità fine a livello di singolo *time slot* (15 min. di default).

Un work package con ENEA leader è stato interamente dedicato allo studio e alla creazione di metriche per rispondere alle necessità di strumenti per misurare l'energia e i parametri ambientali ed economici di un DC, e per valutare i miglioramenti e le realizzazioni delle tecnologie sviluppate nell'ambito del progetto. Quest'attività, condotta nell'ambito del Cluster di progetti più sopra citato, ha consentito la messa a punto di

un sistema di metriche e di metodologie presentato alla Commissione Europea e condiviso con i principali organismi europei di standardizzazione.

Particolare attenzione è stata dedicata allo studio di metriche direttamente correlate con i *workload* (carichi di lavoro) sui DC. Per studiare questa problematica si è deciso di ricorrere a benchmark innovativi, aventi la capacità di simulare l'esecuzione di determinati carichi di lavoro, e di calcolare alcune metriche che consentano l'analisi del consumo energetico generato. Con l'esecuzione di questi benchmark, sono stati testati in maniera accurata i consumi energetici di alcune applicazioni tipiche.

Per lo svolgimento rigoroso dei test

sono state confrontate diverse suite *open source* dotate di potenti strumenti di *benchmarking* e di *stress testing* avanzato per lavori su database, dischi, *webserver*, *fileserver* e rete. Tutti i test di consumo sono stati fatti girare su uno o più nodi del *datacenter* CRESCO – di ENEA Portici.

Dopo un’iniziale fase di studio e ottimizzazione dei *workload* necessaria alla comprensione dei metodi e degli strumenti utilizzati, i vari strumenti di test hanno simulato o generato situazioni di carico reale che ci han-

no permesso di effettuare misure di precisione.

Da un punto di vista puramente scientifico, lo sforzo è stato concentrato sulla ricerca di parametri in grado di collegare il consumo energetico con il carico di lavoro al quale i nodi di calcolo sono stati sottoposti. Una strada promettente è costituita dal collegamento fra i consumi energetici e il numero di operazioni di I/O al secondo (IOPS) in modo da definire un parametro di costo energetico per

una operazione atomica di I/O (JOPS). Questa metrica potrebbe offrire una possibilità di indagare sul “costo” di una singola operazione atomica in termini di energia utilizzata, consentendo addirittura un confronto tra *workload* diversi. Quest’approccio, condiviso da altri studi rintracciabili in letteratura, sarà ulteriormente sviluppato nel corso dei prossimi mesi.

*Per saperne di più:*  
[marta.chinnici@enea.it](mailto:marta.chinnici@enea.it)

<sup>1</sup> Sito del progetto europeo DC4Cities: <http://www.dc4cities.eu/en/>

<sup>2</sup> Le informazioni sullo Smart Cities Cluster sono disponibili in:

- <http://www.dc4cities.eu/en/cluster/>

- <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/cluster-fp7-projects-proposes-new-environmental-efficiency-metrics-data-centres>

## BIBLIOGRAFIA

1. I Rapporti tecnici del progetto DC4Cities sono disponibili per il download all’indirizzo <http://www.dc4cities.eu/en/downloads/>
2. European Code of Conduct for Energy Efficiency in Data Centre: [http://iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/sites/energyefficiency/files/data\\_centre\\_coc\\_folder.pdf](http://iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/sites/energyefficiency/files/data_centre_coc_folder.pdf)
3. The Green Grid: The Green Grid Energy Policy Research for Data Centres. Technical re-port, White Paper #25, The Green Grid (2009)
4. L.. Wang, S. U. Khan. Review of Performance Metrics for Green Data Centers: a Taxonomy Study. The Journal of Supercomputing, 63(3), 639–656. doi: 10.1007/s11227-011-0704-3(2011)
5. M. Chinnici, A. Quintiliani. “An Example of Methodology to Assess Energy Efficiency Improvements in Data Centers”. IEEE Third International Conference on Cloud and Green Computing (CGC 2013), (pp. 459-463). IEEE, Karlsruhe (2013)
6. Sonja Klingert, Marta Chinnici, Milagros Rey Porto. Energy Efficient Data Centers: Third International Workshop, E2DC 2014, Cambridge, UK, June 10, 2014, Revised Selected Papers-, Springer, Lecture Notes in Computer Science Vol. 8945, (Gen. 2015), ISBN: 978-3-319-15785-6 (Print), ISBN: 978-3-319-15786-3 (Online)

# La protezione solare degli edifici: dalla forma alla prestazione integrata

Le linee per l'efficienza energetica negli edifici passano per una limitazione delle dispersioni e un incremento degli apporti solari gratuiti favorendo, allo stesso tempo, l'utilizzo di luce naturale in ambiente confinato

DOI 10.12910/EAI2016-029

di **Tiziana Poli e Andrea Giovanni Mainini**, *Politecnico di Milano*

**N**ell'architettura contemporanea si assiste a una sempre più crescente smaterializzazione del muro: le superfici opache lasciano spazio alle superfici trasparenti. Questa trasformazione, evidente soprattutto per alcune specifiche destinazioni d'uso, ha portato a una continua evoluzione delle prestazioni dei vetri (sempre più performanti dal punto di vista termico ed energetico) e, più in generale, del sistema vetratura unita alle schermature solari (interne e/o esterne).

Vari sono gli obiettivi progettuali, ma le richieste del progettista all'involu-

cro edilizio riguardano la capacità di fornire prestazioni in grado di:

- limitare le dispersioni incrementando al tempo gli apporti solari gratuiti (soprattutto durante il periodo invernale) al fine di limitare il fabbisogno di energia per il riscaldamento;
- evitare o ridurre efficacemente gli apporti solari gratuiti durante il periodo estivo per ridurre il consumo energetico per il raffrescamento; e
- favorire l'utilizzo e modulare la presenza di luce naturale in ambiente confinato (incrementando il *daylighting* autonomy).

Le alternative tecniche sono molteplici e dipendono dall'estensione della chiusura trasparente stessa. Si possono adottare soluzioni di tipo statico che, per configurazione o prestazione, devono garantire un funzionamento "ottimizzato" sull'anno o possedere caratteristiche dinamiche (gli apporti solari gratuiti vengono ad esempio controllati mediante un sistema di protezioni solari ad assetto variabile, dove il cambiamento dipende dalle condizioni al contorno).

Si possono adottare soluzioni costituite da un unico layer (tutte le prestazioni vengono caricate sulla vetratura) o soluzioni formate da più



layer (le prestazioni vengono ripartite su più elementi di involucro: uno per la gestione del flusso luminoso e dei fenomeni di abbagliamento, uno per la gestione degli apporti solari gratuiti e uno o più layer per isolare termicamente).

Il progetto della chiusura è generalmente di tipo integrato: la scelta delle proprietà ottico-radiative e termiche della parte trasparente dipende nella maggior parte dei casi dalla rispondenza a vincoli legislativi e normativi.

L'Unione Europea tramite la Direttiva 2002/91/CE "Rendimento energetico nell'edilizia" aggiornata nel 2010 dalla direttiva 31, si è espressa in merito alle procedure e alla politica di risparmio energetico nel settore delle costruzioni. A livello italiano i decreti del 26 giugno 2015 hanno cambiato significativamente lo scenario normativo in materia di

risparmio energetico, determinando la necessità di una migliore attenzione alla qualità del costruito, in modo da rispondere adeguatamente alle richieste prestazionali più restrittive imposte. Se consideriamo, ad esempio, le sole chiusure trasparenti, nel caso di nuove costruzioni, ristrutturazioni importanti che coinvolgono l'involucro per più del 25% della superficie dell'involucro, o nei casi di riqualificazione energetica dell'involucro che coinvolgano meno del 25% della superficie disperdente dell'involucro, è richiesto al progettista di verificare che il fattore di trasmissione solare totale  $g_{gl+sh}$  valutato secondo sia inferiore a 0,35, ma anche che il sistema sia in grado di modulare la propria prestazione in funzione della variabilità delle condizioni ambientali esterne e del bilancio energetico dell'edificio a cui si riferisce.

Il nuovo approccio normativo sugge-

risce implicitamente l'uso di schermature solari. In realtà la questione è più complicata e alcuni quesiti meriterebbero una risposta: 1. È sempre necessaria una schermatura solare? E se sì, 2. È sempre necessaria una schermatura dinamica? 3. Il rapporto WWR (Window Wall Rate) può essere la discriminante per la scelta della tipologia di schermatura? E ancora, la prestazione energetica è prioritaria rispetto al comfort e alla percezione visiva?

Un sistema di controllo solare efficiente può ridurre tra il 10% e il 20% il fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione, nel caso di edifici con destinazione d'uso ufficio. Il valore è **variabile in funzione del contesto climatico di riferimento**, della morfologia dell'edificio, del rapporto superficie trasparente/opaca, della tipologia di schermatura e del livello d'illuminamento interno richie-

sto. La riduzione degli apporti solari gratuiti, infatti, è però generalmente accompagnata da una riduzione del livello d'illuminazione interno incrementando di conseguenza il fabbisogno energetico per l'illuminazione. Le pellicole e/o le protezioni solari sono efficaci e fungono da filtro sia nel campo dell'infrarosso sia del visibile, anche se possono indurre sull'utente una sensazione di *discomfort* legata a un'alterazione nella percezione (colore e nitidezza delle forme) dell'esterno, oppure fenomeni di abbagliamento diretto e indiretto non adeguatamente controllati. In linea generale possiamo dire che il serramento e ancora di più la facciata continua dovrebbero sempre essere accoppiati a un sistema di protezione solare che può essere costituito da un singolo componente oppure da un rivestimento dell'involucro "integrale", in grado di costituire una vera e propria seconda pelle esterna con funzioni sia estetiche che di controllo dei flussi luminosi ed energetici. Ma qual è la protezione solare migliore? La risposta non può che essere: "dipende!". Il progetto non adeguato in termini di modello di funzionamento o di ottimizzazione può trasformare la porzione trasparente e la sua schermatura solare nel punto debole del sistema involucro. Le variabili che entrano in gioco sono molteplici:

- il tipo di sistema (continuo o discontinuo con differenti gradi di permeabilità all'aria);
- il tipo di attivazione e il periodo di attivazione (movimentazione integrale del sistema, movimentazione parziale di alcuni elementi costituenti il sistema);
- la geometria degli elementi costituenti il sistema (quando discontinuo); e

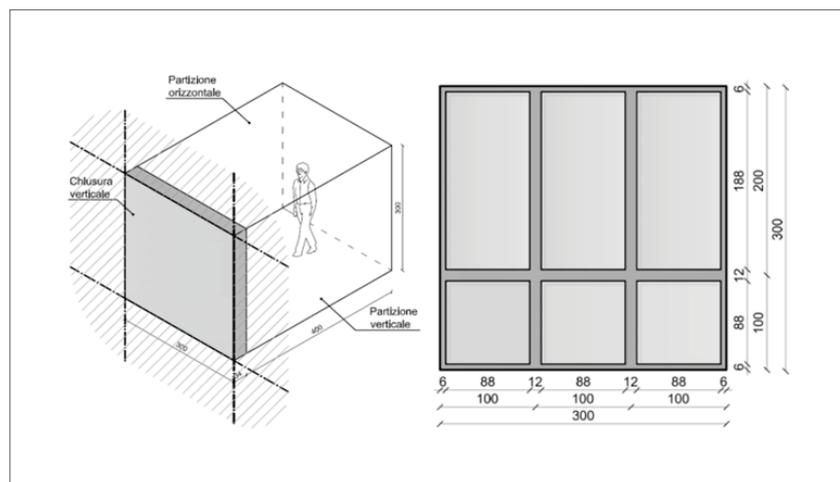


Fig. 1 Identificazione della geometria del modulo ufficio. Identificazione delle superfici disperdenti (campitura in grigio, immagine a sinistra). Discretizzazione geometrica della chiusura trasparente (a destra)

- le proprietà ottico-radiative delle superfici.

Queste variabili devono essere poi pesate rispetto al modello di funzionamento e alla morfologia dell'edificio, alla tipologia di impianto e al suo inserimento nel contesto (contesto fisico che concorre alla riduzione del potenziale solare e climatico dell'involucro).

### L'efficienza energetica delle schermature solari nel contesto italiano

La caratterizzazione della prestazione dei tradizionali sistemi di controllo solare è ampiamente trattata in letteratura. Tra i sistemi più comuni si considerano le lamelle, le veneziane e le tende a rullo. Questi sistemi possono essere installati sia sul lato esterno, che sul lato interno o interposti nella vetratura e determinando, a parità di sistemi coinvolti, una differente prestazione di controllo degli apporti solari. Esistono in letteratura numerosi esempi di analisi

volte a verificare l'efficacia di questi sistemi, localizzati in differenti contesti climatici. Di seguito è analizzato un particolare caso di studio costituito da un modulo ufficio localizzato in tre località italiane significative, quali Milano, Roma e Palermo, caratterizzate da differenti climi e latitudini. Lo scopo dell'analisi è quello di dimostrare la differenza di prestazioni fornite da un sistema di controllo della radiazione di tipo statico, ovvero sempre presente a protezione della chiusura trasparente, e un sistema di tipo mobile, ovvero disattivabile in automatico o tramite l'azione dell'utente.

L'efficacia e l'efficienza energetica dell'involucro, durante tutto l'anno, sono definite valutando per il modulo considerato il fabbisogno di energia utile tenendo in considerazione i profili di utilizzo, gli apporti e le dispersioni (sensibili e latenti), così come il mantenimento delle condizioni di comfort. Tale valore viene tradotto in fabbisogno di energia primaria tramite l'utilizzo di soluzioni impiantistiche convenzionali.

Città	Tipologia vetro	Sigla	$U_w$	$U_f$	$U_g$	$g$	$T_v$
			[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]	[W/m <sup>2</sup> K]	[-]	[%]
MILANO	Basso emissivo	LE	1,30	1,50	0,98	0,49	0,66
	Selettivo	SEL	1,30	1,50	1,01	0,27	0,63
	Controllo solare	SC	1,30	1,50	1,02	0,26	0,40
ROMA	Basso emissivo	LE	1,50	2,00	1,33	0,49	0,63
	Selettivo	SEL	1,50	1,75	1,40	0,30	0,69
	Controllo solare	SC	1,50	1,75	1,13	0,22	0,33
PALERMO	Basso emissivo	LE	1,70	2,00	1,22	0,48	0,66
	Selettivo	SEL	1,70	1,80	1,26	0,29	0,69
	Controllo solare	SC	1,70	1,80	1,44	0,24	0,37

Tab. 1 Tipologie di chiusure trasparenti, suddivise per città e tipologia di vetro

È in questo modo possibile definire il fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento (EPH), per il riscaldamento (EPH) e per l'illuminazione (EPILL). Le analisi sono state effettuate tramite il software di simulazione dinamica EnergyPlus 8.1, valutando i livelli di illuminamento all'interno degli ambienti tramite il software LBNL Radiance.

### La descrizione del caso studio

È stato individuato un modulo standard ad uso ufficio in cui i ca-

richi interni elevati e gli apporti solari richiedono la necessità di raffreddare parzialmente l'ambiente anche durante il periodo convenzionalmente attribuito al solo riscaldamento.

L'ambiente di riferimento è riportato in Figura 1 ed è caratterizzato da:

- una pianta rettangolare di 12 m<sup>2</sup> (L= 3m e P= 4m) e un'altezza interna netta H= 3m;
- una chiusura verticale confinante con l'ambiente esterno con caratteristiche variabili in funzione della

latitudine e riassunte in Tabella 1. La chiusura è orientata a SUD.

- una facciata continua avente estensione pari all'intera superficie della chiusura verticale in analisi (80% se si considera la sola parte vetrata).
- Partizioni interne orizzontali e verticali non disperdenti, in quanto in contatto con ambienti riscaldati, ovvero alla stessa temperatura dell'ambiente analizzato.
- Assenza di ostruzioni esterne dovute al contesto.

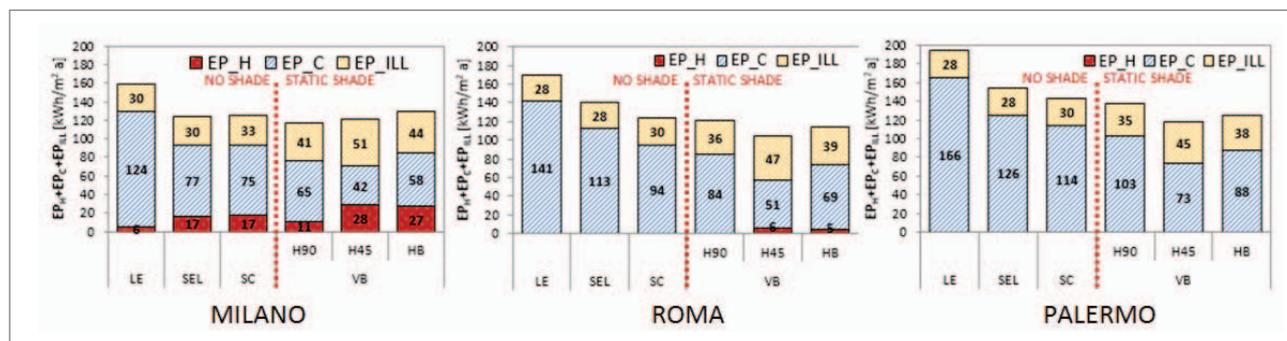


Fig. 2 Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento, il condizionamento e l'illuminazione per il modulo ufficio e per le tre località di riferimento. Individuazione dei casi con senza sistema di schermatura (NO SHADE) e quelli schermati con un sistema a lamelle orizzontali sempre presenti davanti alla chiusura trasparente (STATIC SHADE)

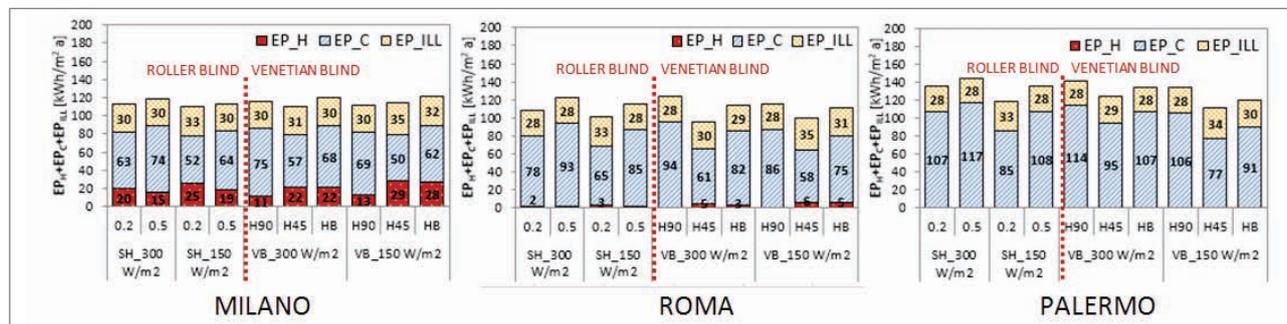


Fig. 3 Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento, il condizionamento e l'illuminazione per il modulo ufficio e per le tre località di riferimento. Individuazione dei casi schermata con un sistema di tenda a rullo mobile (ROLLER BLIND) e quelli schermati con un sistema mobile a lamelle orizzontali (VENETIAN BLIND)

I profili di utilizzo e i settaggi impiantistici sono stati definiti in accordo alla norma UNI EN 15251, la quale ipotizza per una destinazione uso ufficio:

- 20 °C di temperatura dell'aria e 50% di umidità relativa (stagione invernale con set-back pari a 18°); 26 °C di temperature dell'aria e 50% di umidità relativa (stagione estiva con set-back pari a 30°);
- una ventilazione adeguata a un livello medio previsto di inquinanti e pari a 0,8 vol/h;
- un profilo costante di infiltrazioni pari a 0,1 vol/h.
- dei carichi interni pari a 10 W/m<sup>2</sup> per le apparecchiature installate e 12 W/m<sup>2</sup> per i soli corpi illuminanti (la potenza installata è tale da garantire 500 lux sul piano di lavoro, modulati tramite un controllo continuo del livello di illuminazione);
- 140 W totali di carico sensibile e latente a persona e 1 persona per modulo ufficio;

Il periodo di funzionamento degli impianti di climatizzazione, dell'illuminazione e delle apparecchiature in genere è sovrapponibile agli orari

di presenza delle persone all'interno dell'edificio. Si considera che la giornata lavorativa tipica sia compresa tra le 8:00 e le 18:00 per 5 giorni alla settimana, considerando un'occupazione al 30% per la giornata di sabato e il riposo domenicale.

Il colore e la riflettanza nel campo del visibile delle superfici interne del modulo ufficio influenzano la valutazione delle prestazioni di *daylighting* e, conseguentemente il controllo e l'attivazione dei sistemi d'illuminazione artificiale. Per il caso preso in esame sono stati utilizzati valori di riflettanza come segue:

- $\rho_v$  soffitto = 0,80 (Bianco);
- $\rho_v$  pareti = 0,50 (grigio chiaro, per tenere conto della presenza di mobili, arredi fissi e finiture);
- $\rho_v$  pavimenti = 0,25 (grigio scuro).

Le simulazioni sono state eseguite considerando la presenza di un impianto a tutt'aria, considerando un valore di EER=3 per il raffrescamento, e la presenza di un generatore a gas metano per la produzione dell'energia termica, con efficienza media stagionale pari a 0,85. Il fabbisogno di energia primaria è stato calcolato in funzione dei valori di energia uti-

le stimati, utilizzando come fattori 2,18 per l'energia elettrica e 1 per il metano.

### I principali risultati ottenuti

In seguito si riportano i principali risultati ottenuti, confrontando per ogni casistica analizzata i valori di fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione, l'illuminazione e il riscaldamento. Gli standard di riferimento sono stati considerati appartenenti alla categoria delle chiusure trasparenti senza sistema di schermatura e per cui il controllo degli apporti solari e delle prestazioni luminose è affidato solamente al vetro. Tali casistiche sono: la sola finestra con vetro basso emissivo (LE), la finestra con vetro selettivo (SEL) caratterizzata da una alta  $\tau_{VIS}$  e la finestra con vetro a controllo solare (SC) caratterizzati da una bassa  $\tau_{VIS}$ .

Le successive comparazioni permettono di comprendere quando e per quali condizioni è opportuno usare una schermatura tradizionale accoppiata alla vetratura piuttosto che demandare unicamente alla sola vetratura la modulazione dei segnali energetici e luminosi.

Tra i sistemi tradizionali considerati



**Fig. 4** Palazzo Italia EXPO2015. La seconda pelle in calcestruzzo armato. Ogni pannello è diverso dall'altro per forma e per rapporto di vuoto su pieno (% foratura). Questo è stato possibile grazie alla perfezione e al grado di precisione ottenibile impiegando il cemento biodinamico, unitamente all'impiego di strumenti di progettazione parametrica  
Fonte: G. Masera



**Fig. 5** Enric Miralles, Benedetta Tagliabue - EMBT, Nuovo Parlamento Scozzese di Edimburgo. Le schermature sono discontinue e costituite da un insieme di elementi tubolari in quercia con passo variabile  
Fonte: G. Masera



**Fig. 6** Zaha Hadid. Le schermature solari sono costituite da elementi orizzontali in parte a ridosso della superficie vetrata e in parte vincolate alla struttura di facciata ma in aggetto. La variazione di posizionamento e la variazione di forma generano, a parità di orientamento, una variazione di apporti solari gratuiti  
Fonte: G. Masera



**Fig. 7** Elbphilharmonie di Amburgo, Hergoz & De Meuron. Il vetro è serigrafato e curvato. Le aperture che si generano in corrispondenza della curvatura, implementano il grado di complessità nel calcolo della prestazione  
Fonte: G. Masera



**Fig. 8** Herzog & De Meuron. Una seconda pelle interna in lastre di rame microforate funge da filtro per la luce. A parità di foratura (vuoto su pieno) la dimensione del foro e il materiale possono incidere sulla prestazione  
Fonte: G. Masera



**Fig. 9** Padiglione Spagnolo per Expo Shanghai 2010, Enric Miralles, Benedetta Tagliabue - EMBT. In questo progetto la complessità della schermatura solare è evidente: differenti forme anche a doppia curvatura, elementi con differenti giaciture, diverso rapporto vuoto su pieno e differenti forme di campitura  
Fonte: G. Masera

si riportano le lamelle esterne (VB) con elementi a giacitura orizzontale (H90 e H45) fissi (con inclinazioni di 90° e 45° rispetto al piano di facciata) e orientabili in automatico rispetto alla direzione dalla radiazione solare incidente (HB). Tali sistemi risultano sempre presenti sul lato esterno della chiusura trasparente.

In Figura 3 sono invece presentate tutte le alternative che prevedono l'attivazione o la disattivazione del sistema, ovvero la presenza o meno del sistema di schermatura, in rela-

zione al valore di irradianza solare misurata sul piano di facciata. I valori di attivazione considerati sono pari a 150 e 300 W/m<sup>2</sup>, mentre i sistemi considerati riguardano le tende a rullo esterne (SH) con differenti valori di trasmittanza solare  $\tau_e$  (0,2 e 0,5) e le lamelle orizzontali con tipologie analoghe a quelle del caso precedente (VB).

Dall'analisi dei risultati ottenuti si osserva come, per i casi in cui si abbia una estesa superficie trasparente, sia molto più efficace demandare al sistema di schermatura il controllo

degli apporti solari, piuttosto che affidare al solo vetro il controllo delle prestazioni termiche e luminose.

Un sistema a lamelle inclinate a 45°, a parità di tipologia e soglia di attivazione, è più efficace di una generica schermatura costituita da una tenda a rullo anche se, nel caso della tenda, la variabile discriminante sul comportamento è la sua trasmittanza solare ( $\tau_s$ ). Prestazioni migliori si hanno per valori di trasmittanza solare bassi (predominanza controllo apporti). In generale, e per superficie estese, un sistema statico è efficace ed

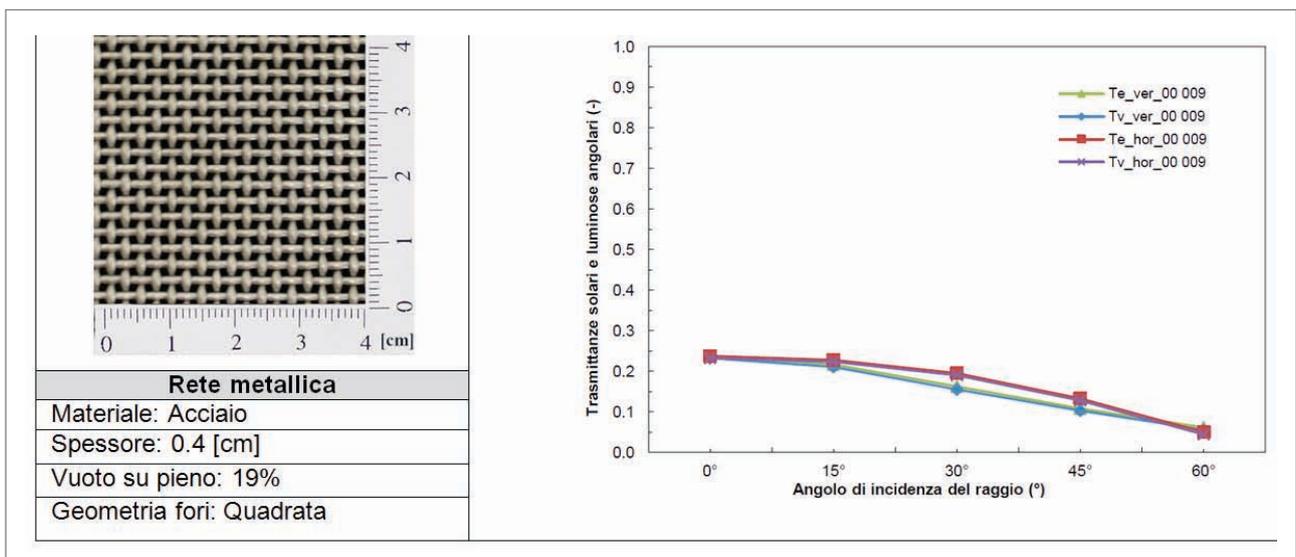


**Fig. 10** Geometrie tridimensionali complesse con possibili applicazioni in edilizia. Da sinistra verso destra: superficie multidirezionale in polietilene, geotessile, tessuto 3D e tessuto metallico  
 Fonte: T. Poli, A.G. Mainini et al.

è riscontrabile una variabilità di prestazione anche per tipologie di sistemi o strategie di attivazione assimilabili. La latitudine incide sul fabbisogno totale sia per la radiazione incidente, sia per la temperatura dell'aria esterna. Infatti, minore è la latitudine e maggiore risulta il fabbisogno totale di energia primaria. Se consideriamo i sistemi fissi costituiti da lamelle orientate a 45° e le

tende con trasmittanza pari a 0,2 con attivazione per irradianza pari a 300 W/m<sub>2</sub>, si può osservare un comportamento analogo sia per Milano che per Roma. La grossa penalizzazione dei sistemi statici riguarda la loro, in questo caso modesta, inefficacia nel gestire gli apporti solari durante il periodo invernale determinando un incremento del fabbisogno di riscaldamento e la costante penalizzazione

della disponibilità di luce naturale. Tale fenomeno è maggiormente riscontrabile per Milano, in cui il fabbisogno annuale per riscaldamento non è di norma trascurabile. A causa della generica disponibilità inferiore di luce naturale a causa della differente latitudine, è evidente un valore di fabbisogno di energia primaria per l'illuminazione superiore rispetto alle casistiche caratterizzate da una schermatura solare mobile.



**Fig. 11** Variazione della trasmissione solare e visibile di un campione di rete metallica in acciaio in funzione dell'angolo di incidenza della radiazione sul campione stesso (0° rappresenta l'incidenza normale al piano della rete ed è assimilabile al valore di V/P)

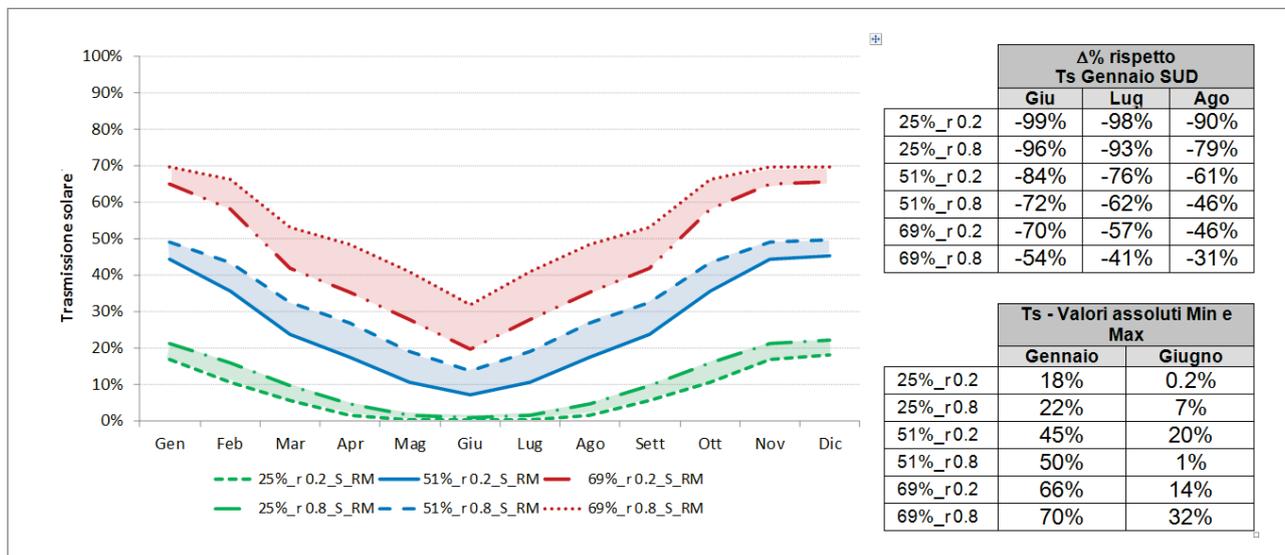


Fig. 12 Roma SUD - Trasmissione solare  $\tau_g$  in funzione di V/P e  $\rho_s$  dei materiali

### Le richieste dell'architettura contemporanea

Le soluzioni più ricercate e interessanti e nello stesso tempo più complicate da modellare in termini energetici e luminosi (perché mancano i dati riguardanti le proprietà radiative del prodotto costituente il sistema o perché la miniaturizzazione della geometria rende la modellazione onerosa in termini di tempo) sono attualmente riscontrabili negli edifici connotati da involucro trasparente (Figure 4, 5, 6, 7, 8, 9). Qui la facciata diviene il luogo della sperimentazione. Gli strumenti di progettazione parametrica (che permettono di gestire sia la forma che la prestazione energetica e luminosa unitamente ai limiti di resistenza meccanica e ai limiti legati ai processi produttivi) e i nuovi materiali hanno dato l'impulso alla sperimentazione per le schermature solari che non sono più un semplice elemento da applicare e da scegliere a catalogo, ma diventano l'elemento dominante della facciata.

Tante forme e tanti materiali rendono particolarmente complessa la definizione della prestazione del sistema schermante.

Ed è proprio osservando l'architettura contemporanea che ci si rende immediatamente conto del grado di complessità che connota il costruire (e quindi il progettare e il modellare) oggi.

### Le prestazioni dei sistemi schermanti alternativi

Anche quando le forme sono più lineari o quando si ricorre all'uso di elementi bidimensionali come il tessuto e/o le reti o maglie metalliche, a parità di percentuale di vuoto su pieno, la consistenza materica e il dimensionamento dei fori può incidere sulla prestazione. Sui materiali la sperimentazione riguarda prevalentemente i trattamenti superficiali. L'inedito o l'inusuale è frutto del trasferimento di prodotti e materiali messi a punti in altri settori industriali, di cui si

riportano alcuni esempi nelle immagini della Figura 10 per cui gli autori hanno già svolto delle analisi sistematiche.

Ogni qual volta il progettista si scontra con la scelta di un materiale che verrà applicato con finalità differenti rispetto a quelle per cui è stato concepito è di primaria importanza come il materiale sia in grado di rispondere efficacemente alle richieste normative in merito alle differenti prestazioni da garantire anche per la sua nuova applicazione (in particolare: resistenza meccanica, sicurezza d'uso e manutenzione, resistenza al fuoco ecc.). Tralasciando per il momento questi aspetti di non secondaria importanza, ma che al contrario permettono la reale attuazione del processo di trasferimento tecnologico, è utile per le nostre finalità soffermarsi sulla sola previsione del comportamento ottico ed energetico. L'efficacia delle superfici semi-trasparenti, che normalmente vengono applicate in edilizia come sistema di schermatura/protezione

solare, viene comunemente espressa tramite l'individuazione del rapporto vuoto su pieno (V/P), che identifica qualitativamente la "trasparenza" del sistema. Questa approssimazione può essere valida solo nel caso in cui l'osservatore consideri la sola incidenza della radiazione normale al campione.

Come è possibile apprezzare in Figura 11 e considerando uno dei più semplici sistemi di schermatura, ovvero una rete metallica a maglia quadrata, se si varia l'angolo di incidenza della radiazione la trasmittanza solare ( $\tau_c$ ) e visibile ( $\tau_v$ ) tende a decrescere a causa del mutuo ombreggiamento dei fili che costituiscono la trama e l'ordito del tessuto metallico.

Costruendo un modello geometrico del campione è possibile valutare, in condizioni di reale applicazione, il comportamento del medesimo sistema in funzione di una collocazione in ambiente simulato. Se ad esempio consideriamo un modello di rete metallica posto verticalmente, con orientamento Sud ed esposto alla radiazione solare per la latitudine di Roma otteniamo delle bande di trasmissione solare ( $\tau_c$ ) in funzione

della percentuale di V/P caratteristica di ogni singolo sistema. L'ampiezza della banda evidenziata è regolata dalla variazione di riflettanza solare ( $\rho_s$ ) ipotizzata per i sistemi.

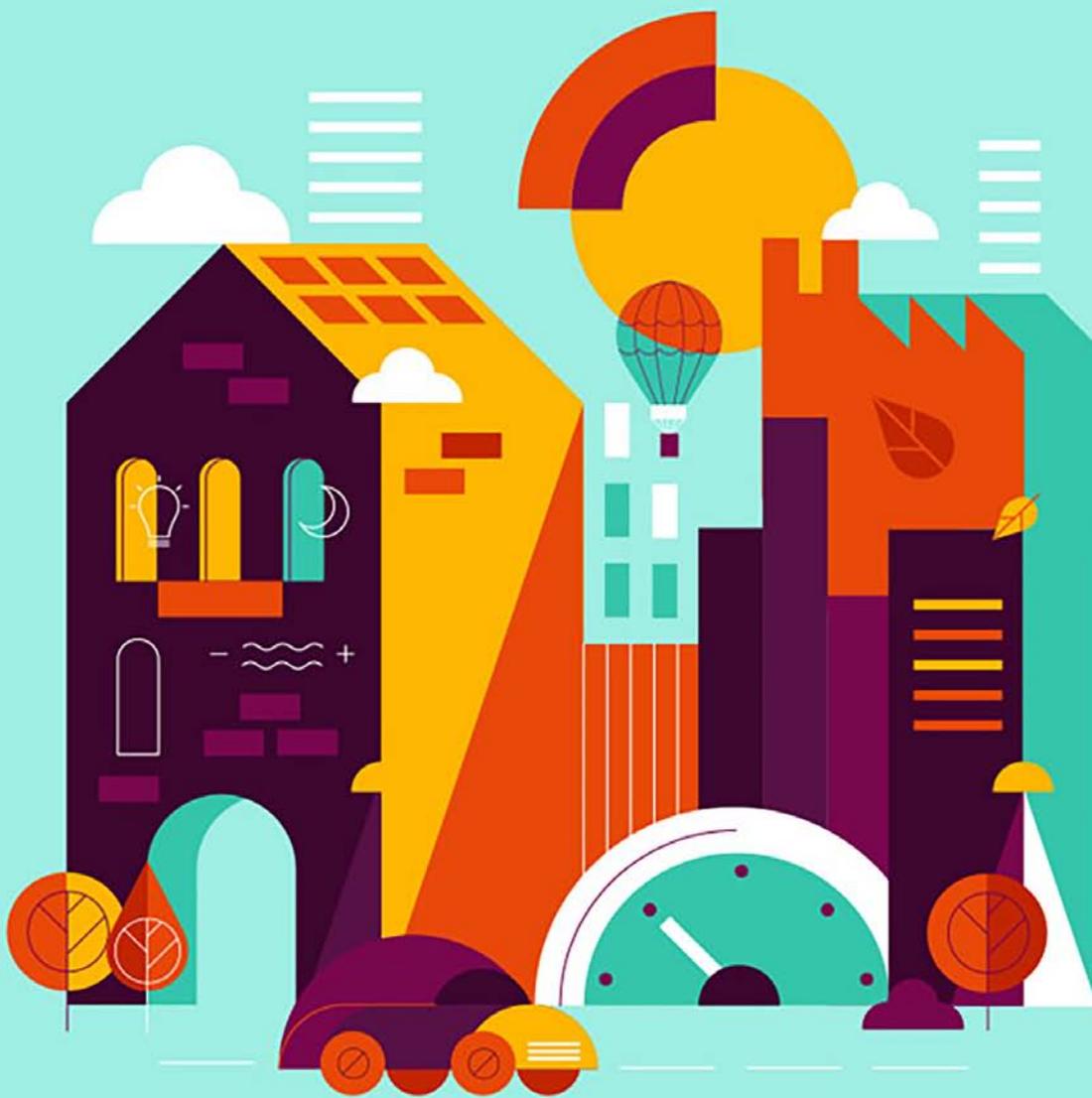
Dal grafico in Figura 12 è possibile notare come, in realtà, il valore di V/P non dia quindi delle informazioni significative in merito al reale comportamento del sistema durante l'anno. Si nota, infatti, che il valore di V/P è per tutti i sistemi analogo al valore di  $\tau_c$  diretta modellata per i soli mesi di dicembre e gennaio. Maggiori scostamenti si riscontrano solo nel caso in cui vengano considerate tele con un rapporto V/P molto basso. Allo stesso modo, per questi sistemi, ovvero quelli con V/P pari al 25% si nota come la riflettanza dei materiali giochi un ruolo marginale nella modifica delle prestazioni del sistema, seppur incida maggiormente nei mesi invernali rispetto a quelli estivi. Le due curve in verde, infatti, sono molto vicine tra loro, fin quasi a sovrapporsi durante i mesi estivi. Tale fenomeno non si manifesta per percentuali superiori di V/P. Nei mesi compresi tra aprile e settembre, ad esempio, lo scostamento tra le due curve in rosso, rappresentative

del sistema con V/P pari al 69%, è il doppio rispetto a quello ottenuto per i mesi invernali. Questo comportamento ci suggerisce come possa essere una migliore soluzione utilizzare dei sistemi a riflettanza solare medio-bassa in quanto in grado di controllare in maniera più efficace gli apporti solari estivi, senza penalizzare eccessivamente lo sfruttamento invernale della radiazione solare. Il progettista dovrà poi valutare l'incidenza di questa variazione di riflettanza sulla temperatura superficiale del sistema.

Le tabelle accanto al grafico in Figura 12 mostrano la differenza % tra i valori di  $\tau_c$  ottenuti per il mese di gennaio, orientamento SUD, rispetto a quelli che si ottengono per le altre combinazioni nei mesi di giugno, luglio e agosto. La differenza riportata è molto significativa per valori di V/P pari al 25%. In questi casi la differenza rispetto al periodo invernale si assesta intorno al 90%. Per tutti gli altri rapporti geometrici questa differenza è minore, ma non risulta mai inferiore al 30%. Ulteriori differenze apprezzabili possono essere imputate a una variazione di riflettanza.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] G. F. Menzies e J. R. Wherrett, «Windows in the workplace: examining issues of environmental sustainability and occupant comfort in the selection of multi-glazed windows», *Energy and Building*, vol. 37, n. 6, 2005
- [2] A. I. Palmero-Marrero e A. C. Oliveira, «Effect of louver shading devices on building energy requirements», *Applied Energy*, vol. 87, n. 6, pp. 2040-2049, 2010
- [3] A. Tzempelikosa e A. K. Athienitisa, «The impact of shading design and control on building cooling and lighting demand,» *Solar Energy*, vol. 81, n. 3, pp. 369-382, 2007
- [4] E. S. Lee, D. L. Di Bartolomeo e S. E. Selkowitz, «Thermal and daylighting performance of an automated Venetian blind and lighting system in a full-scale private office», *Energy and Buildings*, vol. 29, pp. 47-63, 1998.
- [5] L. Heschong, «Daylighting and human performance», *ASHRAE Journal*, vol. 44, n. 8, pp. 65-67, 2002
- [14] A. G. Mainini, D. Bonato, T. Poli, A. Speroni, «Lean Strategies for Window Retrofit of Italian Office Buildings: Impact on Energy Use, Thermal and Visual Comfort», *Energy Procedia*, vol 70, pp 719-728, 2015
- [5] A. G. Mainini, T. Poli, M. Zinzi, A. Speroni, «Spectral Light Transmission Measure of Metal Screens for Glass Façades and Assessment of their Shading Potential», *Energy Procedia*, Vol 48, 2014
- [7] A.G. Mainini, T. Poli, M. Zinzi, A. Speroni, «Metal Mesh as Shading Devices and Thermal Response of an Office Building: Parametric Analysis», *Energy Procedia*, Vol 78, pp 103-109, 2015



# Prove tecniche di comunicazione. L'efficienza energetica come strategia di futuro

La natura immateriale dell'energia e il suo concreto intreccio con la vita quotidiana rendono tutt'altro che facile la sua narrazione e "codificazione" in messaggi semplici ed efficaci, in grado di intercettare anche platee non esperte. Nei progetti di decarbonizzazione promossi dalla UE questo aspetto è considerato fondamentale

DOI 10.12910/EAI2016-030

di **Mihaela Gavrila**, Sapienza Università di Roma, Dipartimento di Comunicazione

**L**o sviluppo civile e sociale dell'umanità è stato da sempre connesso alle possibilità e ai modi con cui la risorsa energetica è stata utilizzata. Basterebbe questa considerazione a giustificare l'interesse che il tema riveste per le scienze sociali. Questo vuol dire che si sbaglierebbe a considerare l'energia come un dominio in cui si confrontano esclusivamente istanze economiche, saperi tecnici e decisioni amministrative.

### La complessità dell'energia e della sua comunicazione

Sottrarre la vertenza energetica all'ambito del discorso tecnico puro e semplice significa dissequestrare e ripolitizzare, cioè restituire al dibattito della *polis*, una questione che è sempre più al centro della vita di tutti e che in quanto tale va declinata e resa accessibile come una grande questione democratica, probabilmente come la questione stessa della democrazia oggi. Per questo nel presente le risorse immateriali della comunicazione appaiono come elementi imprescindibili per far funzionare al meglio la risorsa materiale dell'energia e per metterla al servizio del bene comune.

Nella sua complessità, sia rispetto alla situazione dello stato dell'ambiente e delle risorse naturali del pianeta, sia nella prospettiva dell'impegno concreto delle singole nazioni, la situazione energetica mondiale si conferma piuttosto preoccupante. Proprio in quest'ottica il rapporto World Energy Outlook, prodotto dall'International Energy Agency (IEA), formulava, già nel 2011, tre scenari caratterizzanti per il mondo contemporaneo: il Current Policies Scenario (CPS), che descrive il fu-

turo in base alle attuali tendenze, il New Policies Scenario (NPS), che parte dal presupposto che i singoli paesi mantengano gli impegni sottoscritti al momento della redazione del rapporto, metà 2011, e lo Scenario 450 (Sc450), che ipotizza drastici ridimensionamenti dei consumi, con il conseguente raggiungimento, dopo il 2020, dell'obiettivo ritenuto necessario ai fini di limitare le emissioni nell'atmosfera di anidride carbonica e degli altri gas che hanno effetto sul riscaldamento del Pianeta a 45 parti per milione.

L'impianto concettuale dello Scenario 450 sembra il più convincente. Si tratta dell'ipotesi che punta su un grande lavoro di accordi diplomatici, di ricerca tecnologica, di cambiamento culturale nei modelli di consumo, con risultati a medio-lungo termine. Insomma, un "grande atto di fede", sul quale si sta scommettendo, inizialmente in via sperimentale, nelle piccole comunità, per poi estendere le pratiche anche a livello nazionale e globale, attraverso una continua e mirata strategia di sensibilizzazione delle persone. La metafora che più si presta a descrivere quello che dovrebbe accadere nel nuovo auspicabile scenario è quella della Rete, intesa come insieme di soggetti – pubblico, privato, cittadinanza – che, in vista del raggiungimento di obiettivi comuni, partecipano, ciascuno in base a funzioni e competenze, all'armonia e al bene comune. Un po' come accade nel mondo della comunicazione, con l'ingresso di Internet, a integrazione dei media tradizionali: i grandi media *mainstream*, le grandi centrali, vengono affiancati e, a volte, sostituiti, da tanti microcircuiti informativi e produttivi. All'energia in senso materiale e funzionale si affianca l'ener-

gia della partecipazione e della conoscenza. L'unica in grado di produrre un cambiamento reale (Borrelli, Gavrila, Siciliano, 2013).

Ecco, dunque, che la pianificazione di un qualsiasi processo di comunicazione intorno alla questione energetica e, in particolare, intorno all'efficienza, deve tener conto di tutte le sfaccettature possibili, andando ben oltre le dimensioni economiche e chiamando in causa fattori psicologici, sociali e culturali.

Più di mezzo secolo fa, McLuhan anticipava la complessità dell'argomento e la natura partecipativa dell'energia, evocando alcune analogie con i processi comunicativi: "La luce elettrica non appare a prima vista un *medium* di comunicazione proprio perché non ha un 'contenuto'. E questa è una prova senza pari di come la gente trascuri l'esame dei *media*. Soltanto quando viene usata per diffondere il nome di una marca, ci si accorge che la luce elettrica è un *medium* [...]. Luce ed energia infatti sono due cose diverse per gli usi che se ne fanno, ma nella società umana eliminano fattori di tempo e di spazio esattamente come la radio, il telegrafo, il telefono e la TV, creando una partecipazione in profondità" (McLuhan, 1964; pag. 17).

Anche il modo in cui si produce e si consuma l'energia può e deve essere considerato un *medium* di per sé significativo e socialmente influente. Il tipo di energia che viene prodotto (attraverso grandi impianti centralizzati, o mediante produzione distribuita), ma anche le logiche di consumo e del risparmio (da autocentrate e indifferenti rispetto ai problemi globali a responsabili e reticolari) e non diversamente dal tipo di media prevalente, rivelano infatti le trame concettuali e simboliche in

cui si articolano le logiche sistemiche di una società, e il conflitto tra le diverse politiche energetiche esprime innanzitutto una competizione tra contrastanti strutture culturali e ontologie sociali. I macrosistemi tecnici che assicurano la produzione, lo stoccaggio e la distribuzione di elettricità sono *networks of power*, come li definisce nel suo classico studio Thomas Hughes (1983) sottolineando, attraverso l'ambiguità del termine *power* ("energia" ma anche "potere"), le implicazioni sociali e politiche dell'energia.

Ecco, dunque, che l'efficienza energetica sollecita una trattazione che va oltre la semplice accezione materiale, oggetto di una contesa di interessi: l'energia, e dunque anche il suo utilizzo, va vissuta anche come un vero e proprio oggetto culturale, intorno al quale si addensa una costellazione simbolica che genera discorsi e immagini di società.

Nel dibattito sull'energia, infatti, oltre ai discorsi delle scienze cosiddette "dure" non sono mancati contributi significativi ed autorevoli da parte di studiosi di scienze umane e sociali (Giddens, 2009; Rifkin, 2009). Ma per lo più gli studi sociologici hanno puntato a indagare la questione energetica essenzialmente "a valle" del fenomeno, cioè a studiare come essa viene rappresentata, comunicata e percepita nella sfera pubblica oppure a spiegare quali dinamiche assumono i relativi conflitti di localizzazione, o ancora ad esplorare in che modo si definiscono i relativi profili di rischio.

La questione della sostenibilità energetica e della sua comunicazione a livello globale, nazionale e locale assume la portata di un oggetto di studio prioritario per le scienze sociali non solo alla luce dell'emergenza climatica mondiale, ma soprattutto nella misura in cui si consideri il rapporto

tra l'energia (e la sua produzione e consumo) e il futuro del pianeta quale vera e propria metafora del presente, che mette in scena una particolare narrazione dell'umano. Lo stesso concetto di "impatto zero", da questo grandangolo interpretativo, diventa emblematico di una concezione di società che si sostiene materialmente ed intellettualmente con i valori e le pratiche della conservazione e della rigenerazione piuttosto che affidandosi agli imperativi del consumo e della crescita.

### Comunicare l'efficienza energetica. Alcuni tool per la pianificazione

L'esigenza di attuare una strategia sinergica e partecipata di efficienza energetica, a livello globale, europeo, nazionale e locale si evince anche da una comunicazione dell'UE, del 23 luglio 2014, in materia<sup>1</sup>. Nello speci-

Pianificare la comunicazione: domande e risposte per semplificare la complessità	
Domanda	Descrizione
Chi comunica con chi?	Una buona comunicazione non può prescindere dalla chiara messa a fuoco dell'identità dell'emittente (linea editoriale), delle caratteristiche dei destinatari dei messaggi e delle possibili relazioni che s'instaurano tra gli interlocutori.
Perché si comunica?	Bisogna avere chiara la definizione degli obiettivi della comunicazione.
Come avviene la comunicazione?	È la questione più complessa, perché incorpora il mix di strumenti, i linguaggi comunicativi, la tempistica, etc. Implicita a questa voce risulta anche la disponibilità economica (budget predefinito o outsourcing) e il personale da coinvolgere.
Su quali temi?	Oltre alla <i>main issue</i> (in questo caso l'efficienza energetica), bisogna definire bene gli aspetti sensibili per il target di riferimento (impatto economico, estetica urbana, dimensione etica, salute pubblica o personale ecc.)
Quali sono le conseguenze?	Implica la valutazione a partire dalla fase di attuazione, per arrivare al monitoraggio delle attività in itinere e alla verifica dei risultati ottenuti, attraverso specifiche tecniche

Tab. 1 La comunicazione partendo da Mc Quail (ns elaborazione)

fico, il documento valuta se l'UE sia sulla buona strada per raggiungere il suo obiettivo del 2020 di aumentare l'efficienza energetica del 20% e descrive ciò che è necessario per garantire che l'obiettivo venga raggiunto. D'altra parte, invece, l'UE si propone un obiettivo ancor più ambizioso: un risparmio energetico del 30% entro il 2030. Questo completa il programma quadro 2030 sul clima e l'energia adottato dalla Commissione Europea il 22 gennaio 2014, attraverso il quale si sollecita una riduzione del 40% delle emissioni di gas serra rispetto al livello del 1990, con una quota di energie rinnovabili di almeno il 27% del consumo di energia, indicando esplicitamente che il raggiungimento di quest'obiettivo di riduzione delle emissioni di gas serra richiede un incremento del risparmio energetico ([http://ec.europa.eu/energy/2030\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/2030_en.htm)). Tale strategia ha dunque intrinseca la dimensione della pianificazione della comunicazione, tenendo conto di tutte le variabili in gioco a livello globale e, soprattutto, tentando di coinvolgere nei processi tutti gli attori: sia le pubbliche amministrazioni locali o nazionali, *sia gli* utenti delle PA, cittadini, attori locali, *stakeholder* del territorio, piccole e medie imprese.

Non a caso, l'obiettivo di questo articolo è proprio quello di illustrare brevemente i presupposti socio-culturali e i *tool* per un percorso di educazione energetica che solleciti in primis le Amministrazioni Pubbliche e, a seguire, cittadini, imprese e altri soggetti attivi sul territorio a sviluppare un comportamento consapevole, così da recuperare il concetto ancestrale di ambiente, denso di rimandi alla progettualità comune e alla condivisione partecipata<sup>2</sup>.

Proprio per la sua complessità, il processo di comunicazione dell'efficienza energetica necessita di un'attenta programmazione, fondamentale per permettere alle amministrazioni di attuare un agire comunicativo consapevole, coordinato e controllabile. Gli elementi imprescindibili di un buon processo di comunicazione sono sintetizzati nello schema ormai classico, formulato negli anni 80 da Denis McQuail.

Per questioni di spazio, non si potranno approfondire i singoli elementi del modello comunicativo come questi meriterebbero e in questo senso si rimanda al già citato manuale sulla comunicazione dell'efficienza energetica.

Tuttavia, risulta comunque opportuno ricordare alcuni nodi fondamentali da tener presenti, a partire dalla definizione chiara degli obiettivi.

Tra le finalità principali della comunicazione sui temi dell'efficienza energetica messa in campo da enti pubblici bisogna considerare:

- il coinvolgimento dell'opinione pubblica, non in termini di accettazione passiva del messaggio ma in termini di conseguimento del consenso sui valori in gioco, espressione e condizione di una partecipazione responsabile. Uno degli obiettivi di un'attenta pianificazione della comunicazione è quello di trasformare quest'ultima da comunicazione in cui il soggetto comunicante sposta il messaggio in direzione dell'interlocutore (comunicazione ad una via senza feedback), ad una in cui si utilizza un canale "a due vie" che punta a coinvolgere il destinatario e a ottenerne una risposta attiva, producendo così capitale relazionale ed economico;

- l'adattamento delle strategie comunicative e dei prodotti stessi realizzati a livello macro sistemico (nazionale e globale) alle condizioni concrete (tematiche privilegiate, nodi sensibili, target specifici) delle singole realtà locali;
- la comprensione e l'avvicinamento dei linguaggi degli operatori dei media, dei tecnici e degli amministratori per la creazione di una cultura diffusa;
- il confronto continuo sui contenuti dell'efficienza energetica, sul suo impatto sociale, culturale, economico e sui metodi di una comunicazione efficace;
- la promozione di una consapevolezza diffusa di essere tutti attori dei processi attivati superando la comunicazione incentrata sull'episodicità, sull'emergenza e sulla casualità;
- la promozione dell'ascolto dei cittadini e la comunicazione interna, i processi di verifica della qualità dei servizi e di gradimento degli stessi da parte degli utenti come parte fondamentale per programmare interventi e allocare correttamente le risorse pubbliche, considerando il cittadino e le imprese non solo come clienti/utenti da soddisfare, ma anche come referenti da coinvolgere, ascoltare, considerare nei momenti decisionali.

Nella realizzazione degli obiettivi, bisogna scegliere i mezzi idonei per una corretta strategia di comunicazione dell'efficienza energetica, tenendo conto anche dell'abbondanza di stimoli comunicativi e della relativa difficoltà di orientamento tra le fonti da parte della cittadinanza. In generale, lo stile comunicativo è definibile da tre aspetti fondamentali

li: il *formato* in cui vengono presentate i principali contenuti informativi, le *strategie comunicative* adottate nella formulazione dei contenuti e gli *strumenti* per la veicolazione dei messaggi. La convivenza, la coincidenza e la coerenza di questi tre elementi garantiscono l'*efficacia comunicativa*.

Viene considerato strategico, inoltre, il ricorso alla comunicazione integrata quale sinergia tra diversi mezzi, linguaggi e formati, in un unico progetto esauriente e mirato. Accanto ai documenti aziendali, ai testi normativi e alle informazioni “tecniche” relative all'efficienza energetica, sarebbe opportuno, pertanto, attivare un piano di comunicazione che faciliti la trasmissione delle informazioni seguendo la logica della comunicazione integrata, intesa come progetto di strategie comunicative complesse e differenziate: comunicazioni interpersonali, come *counseling* con gli operatori, comunicazioni di gruppo, le comunicazioni mediate dirette e/o personalizzate, come *dépliant* e opuscoli inviati *ad personam*, numeri verdi, materiale informativo, blog e siti dedicati, social network. Inoltre bisogna utilizzare le cosiddette comunicazioni mediate indirette come le relazioni con la stampa, o le sponsorizzazioni, trasmissioni radiofoniche o televisive e diffusione di prodotti multimediali allegati ai quotidiani o attraverso le istituzioni di mediazione sociale.

La scelta del mezzo dipende dall'idoneità che questo offre per raggiungere gli obiettivi comunicativi previsti, ma anche dalla disponibilità del budget. La soluzione migliore è l'utilizzo di un mix di mezzi.

Anche la valutazione dei processi di comunicazione è uno strumento da tener presente. Qualsiasi percor-

so di comunicazione dell'efficienza energetica ha bisogno di avvalersi, in tutte le sue fasi, di un apposito dispositivo di valutazione interna, non limitato alle sole operazioni di controllo ma in grado anche di assicurare la qualità in ogni fase di realizzazione delle attività prodotte e degli output. In sintesi, l'impianto di valutazione si potrebbe articolare in tre *step*:

- una valutazione *ex-ante*, condotta sulle attività di programmazione e definizione di dettaglio dell'intervento progettuale;
- una valutazione *in itinere* o di processo, finalizzata alla misurazione dei seguenti indicatori;
- una valutazione *ex-post*, focalizzata sull'analisi dei risultati finali e sulle possibilità di esportabilità degli stessi in altri contesti.

Tale sistema di valutazione è favorisce la corretta realizzazione dei risultati programmati, sulla base di un costante processo di aggiustamento e miglioramento della ricerca ai dati di valutazione rivelati nel corso della stessa.

### Per concludere

Quanto esposto in queste pagine restituisce solo alcune indicazioni sintetiche, maggiormente declinate in termini di strumenti, linguaggi, sostenibilità economica nel già citato “Manuale per la comunicazione dell'efficienza energetica” curato dal Dipartimento CORIS – Sapienza per ENEA e MiSE. In ogni caso, tali linee guida necessitano di essere declinate, di volta in volta sulle caratteristiche delle Amministrazioni o dei soggetti che attueranno i processi. Tenendo conto della diversità sia territoriali che di competenza delle

Amministrazioni Pubbliche coinvolte, si dovrebbe puntare all'elaborazione di un sistema metodologico aperto, per quanto possibile coerente, che preveda tecniche quantitative e qualitative di rilevazione delle aspettative e della qualità dei processi attivati, con successive modalità di utilizzo nel miglioramento delle politiche pubbliche.

Tuttavia, non si deve puntare sulla ricetta comunicativa. Al contrario, l'invito è a riflettere sulla necessità di una continua ricerca delle strategie più coerenti con le situazioni amministrative e ambientali specifiche. *Non la ricetta, ma la ricerca*. Non bisogna dimenticare che le Pubbliche Amministrazioni locali, più connotate dal punto di vista territoriale, sono tenute a declinare le procedure ed il metodo condiviso sulle specificità territoriali per ottenere un reale coinvolgimento del privato (cittadini e interessi economici) anche nella fase propositiva e di discussione delle modalità operative.

Per le nuove politiche pubbliche locali, basate sulla giusta valorizzazione della cittadinanza, sarà più facile assumere una dimensione argomentativa e partecipativa, enfatizzando l'importanza della coesione territoriale, della città come luogo della formazione, della valorizzazione delle persone e delle principali istituzioni di socializzazione (scuola, chiesa, famiglia, ma anche i mezzi di comunicazione locali) nei processi di diffusione della nuova cultura energetica.

Solo così le istituzioni potranno garantire un reale contributo, ponendosi progressivamente su un terreno di scommessa così importante come l'efficienza energetica come vere e proprie società per azioni sociali.

<sup>1</sup> Cfr. “Communication from the Commission to the European Parliament and the Council. Energy Efficiency and its contribution to energy security and the 2030 Framework for climate and energy policy” (Brussels, 23.7.2014)

<sup>2</sup> L'articolo si rifà in estrema sintesi al Manuale rivolto alla PA per disegnare, implementare e valutare campagne sull'efficienza energetica, dal titolo “L'energia della comunicazione: Linee guida per l'efficienza energetica nella PA” dall'ENEA e dal Ministero dello Sviluppo Economico al Dipartimento di Comunicazione e Ricerca Sociale della Sapienza Università di Roma (2015)

## BIBLIOGRAFIA

Borrelli, D., Gavrilu, M., Siciliano, S. (2013). “Prove di democrazia energetica. La comunicazione in movimento”, in *Rivista Italiana di Sociologia*, n. 4: 625-650, ottobre-dicembre

Comin, G., Speroni D. (2012). *2030. La tempesta perfetta. Come sopravvivere alla grande crisi*. Milano: Rizzoli

Giddens, A. (2009). *The Politics of Climate Change*. Cambridge UK - Malden MA, USA: Polity Press

McLuhan, M. (1964). *Understanding Media: The Extensions of Man*. New York: McGraw-Hill

McQuail, D. (1981). “Prospettive nella ricerca sui mass media”. In Livolsi, M. (a cura di). *Le comunicazioni di massa. Problemi e prospettive*. Milano: FrancoAngeli

Thomas, P.H. (1983). *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*. Baltimore: Johns Hopkins University Press

# Tecnologia e comportamento umano per l'efficienza energetica: l'incontro è appena nato

Per diversi decenni, i programmi di natura tecnologica, con effetti di risparmio quantificabili, hanno rappresentato l'elemento centrale nelle politiche nazionali e locali di efficienza energetica. Più recentemente, sia a livello europeo che internazionale, i programmi sul cambiamento comportamentale (behavioural change) stanno ricevendo riconoscimenti di efficacia nell'ottenere risparmi energetici effettivi

DOI 10.12910/EAI2016-031

di **Antonio Disi, Linda Cifolelli, Mario Diana**, ENEA

**S**ecundo l'UE e l'IEA, le azioni comportamentali direttamente collegate all'uso ottimale delle tecnologie correnti, o quelle più strettamente legate a un vero e proprio cambiamento culturale e che danno luogo alla crescita della domanda di efficienza energetica, potrebbero consentire un risparmio energetico di circa il 15-20%.

Questa importante quota di risparmio potenziale rimane ancora pressoché inutilizzata perché è stata finora preoccupazione comune il fatto che interventi sul cambiamento di comportamento non diano riscontri certi in termini di risparmio e tempi

di ritorno degli investimenti, rispetto agli interventi di natura tecnologica i cui effetti sono misurabili.

A causa di tali timori, sia i *decision maker* che i project manager del settore hanno difficoltà a riconoscere che il comportamento abbia avuto e continui ad avere una notevole influenza sulla buona riuscita di programmi tecnologici sia in termini di risparmio che di tempi di ritorno.

Esistono due modalità con cui il comportamento entra nei programmi di efficienza energetica:

- Programmi per influenzare il cambio di comportamento che assicurino una accresciuta e duratura

consapevolezza dei benefici dell'efficienza energetica in generale, con effetto di stimolo della domanda.

- Programmi tecnologici che prevedano in parallelo azioni per favorire anche il cambio di comportamento nell'uso di tale tecnologia, per sfruttare in tal modo il 100% del potenziale di risparmio dell'intervento.

I tecnici ed i *decision maker* che separano nettamente i programmi nei due campi distinti, tecnologico e comportamentale, non considerano il fatto che il primo sia influenzato dal secondo e, quindi, spesso sovrastimano l'affidabilità delle misure e delle verifiche associate attribuendo



tutti gli impatti alle tecnologie, mentre spesso il risultato finale è la combinazione fra le apparecchiature e le influenze comportamentali. Le informazioni qualitative sul processo di cambiamento infatti forniscono un metodo per contestualizzare dati quantitativi. Tale separazione nasce da una sottovalutazione della misurabilità dei programmi / interventi di natura comportamentale.

I programmi di natura tecnologica hanno da tempo stabilito rigidi protocolli di valutazione ampiamente condivisi e diffusi a livello internazionale. Gli interventi comportamentali, invece, sono molto più complessi da misurare e valutare. Il

cambio di comportamento infatti non segue sempre un modello lineare di causa ed effetto, pertanto è importante garantire che la valutazione dei risultati sia effettuata per un certo periodo di tempo dopo la fase di attuazione e che comprenda altri fattori che influenzano il processo di cambiamento.

Tuttavia, le valutazioni di tipo comportamentale hanno avuto, negli ultimi tempi, una rapida evoluzione in settori diversi da quello dell'efficienza energetica (sanità, alfabetizzazione ecc.) e possono rappresentare esempi da adattare al campo energetico. Inoltre, può essere necessario regolare i protocolli esistenti delle mi-

sure tecnologiche per tenere conto delle componenti comportamentali e dell'influenza di comportamento sulle prestazioni delle apparecchiature (Skumatz et al., 2010; Freeman e Skumatz, 2012).

### **I programmi comportamentali nel settore dell'Efficienza energetica**

A partire dagli anni '70 sono stati sperimentati un certo numero di programmi comportamentali incentrati sul consumo energetico.

Gli esempi includono, tra i tanti:

- Progetti sperimentali realizzati negli Stati Uniti negli anni '70;

- Programmi californiani collegati alle crisi idriche e ai deficit energetici nel 1990 che hanno ridotto il consumo di energia;
- Iniziative canadesi alla fine degli anni '90;
- L'etichettatura energetica in Europa (1992)
- Il programma Energy Star negli USA (1992);
- Più di recente, il "setsuden" (risparmio energetico) avviato in Giappone dopo Fukushima.

Dalla seconda metà dell'ultimo decennio, una nuova e maggiore attenzione è stata rivolta alle opzioni comportamentali, grazie ai cambiamenti nella comunità e nella comunicazione elettronica ed alle funzionalità avanzate in materia di software e hardware relative all'energia. Esempi spesso citati includono i programmi della multinazionale Opower<sup>1</sup>, il *pricing* dinamico, studi sul feedback del cronotermostato ambiente, gli smart meter e altri programmi destinati a influenzare i comportamenti e l'uso delle apparecchiature elettroniche.

Nella maggior parte dei casi, tali programmi non sono basati su modelli semplici e tradizionali. Al contrario, essi tendono ad essere sistemi più sofisticati basati sui principi e le tecniche del social marketing – che sono state ampiamente applicate e con ottimi risultati per frenare il consumo di droga fra gli adolescenti – ridurre la guida in stato di ebbrezza, l'analfabetismo e l'obesità.

*Le principali caratteristiche delle campagne di social marketing sono di seguito riportate:*

- esse combinano le tecniche di marketing tradizionale con gli strumenti sociologici e psicologici

per influenzare il comportamento del target;

- vanno oltre l'obiettivo informativo delle tradizionali campagne di promozione, puntando all'aumento della consapevolezza, incorporando all'interno del percorso l'identificazione di barriere e motivazioni, focalizzandosi su di un target specifico e utilizzando strumenti quali norme sociali, suggerimenti e feedback;
- sono progettate integrando azioni per favorire il cambiamento del comportamento abituale (Community-Based Social Marketing / CBSM);
- puntano a raggiungere i target previsti attraverso i social network (vicini di casa, colleghi di lavoro, comunità ecc.) favorendo le connessioni, aumentando la credibilità e il trasferimento dell'informazione.

Vari tipi di progetti di efficienza energetica hanno incorporato strumenti di marketing sociale, tra cui:

- progetti di feedback in tempo reale (con valutazioni, norme sociali, suggerimenti, messaggistica);
- bollette energetiche innovative che prevedono il confronto dei consumi degli utenti con quelli delle famiglie limitrofe (utilizzo di norme sociali, messaggistica, suggerimenti);
- diagnosi energetica / misure di installazione (incentivi, sensibilizzazione porta a porta, reti sociali, norme, suggerimenti). Ulteriori iniziative si sono concentrate nell'influenzare il cambiamento nel comportamento dei consumatori per aumentarne la comprensione delle misure tecnologiche, ampliando la partecipazione com-

pletiva ai programmi, cambiando il modo in cui i consumatori pensano e utilizzano l'energia, incrementando l'impatto dei programmi di riqualificazione edilizia ed aiutando a migliorare le relazioni fra i rivenditori ed i clienti.

Nonostante il potenziale di tali programmi atti a modificare comportamenti e domanda di energia sia molto alto, sia la loro misurazione che il monitoraggio sono molto indietro rispetto ai metodi di misura e valutazione tipicamente applicati alle azioni tecnologiche più facilmente quantificabili.

In una certa misura, tale condizione è ampiamente giustificabile. Come vedremo in seguito, solo una piccola minoranza di programmi comportamentali, finalizzati al risparmio energetico, ha condotto valutazioni affidabili e complete. Ciò ha spinto i valutatori, in questi anni, a tracciare una netta linea di demarcazione fra i programmi di natura strettamente tecnologica e quelli di tipo comportamentale. Ricordiamo però che solo un piccolo sottoinsieme di iniziative di tipo tecnologico è in realtà veramente indipendente dalle componenti comportamentali.

### **Programmi comportamentali e modelli valutativi**

Al fine di analizzare tale dicotomia metodologica e valutare la possibilità di fornire delle indicazioni a *policy maker* e progettisti atte ad ampliare l'offerta di programmi comportamentali, anche valutandone l'efficacia, è stata condotta una revisione dettagliata della letteratura relativa ai programmi di cambiamento comportamentale e di marketing sociale, compresi i rapporti

tecniche pubblicati, *white paper*, articoli di riviste, atti di conferenze e recensioni web. Tale *review* è stata eseguita esaminando il vasto tema dei programmi “comportamentali”, compresi i lavori in settori diversi da quello dell’energia.

L’interesse si è concentrato sull’esame delle tecniche utilizzate, degli approcci efficaci e dei relativi costi. È stato riscontrato il maggior numero di esempi nel campo della salute, del trasporto e del riciclo dei rifiuti (rispettivamente 27%, 21%, e il 18% delle sintesi).

Circa un sesto degli studi individuati riguarda l’efficienza energetica ed i comportamenti. Essi rappresentano alcuni dei migliori esempi documentati di ricerca sul marketing sociale, in quanto l’energia consente una più facile misurazione e rendicontazione degli impatti (l’energia rispetto alle riduzioni dell’assunzione di bevande alcoliche da parte degli adolescenti, per esempio).

I casi di studio analizzati includono audit energetici, campagne di marketing di massa affiancate da azioni porta a porta, programmi di assistenza residenziale, programmi di feedback, esperienze pilota realizzate all’interno di scuole ed università, eventi e spazi pubblici e, infine, campagne sui social media.

Alcuni di questi sono programmi comportamentali scollegati dalle misure di installazione di tecnologie (un numero limitato di programmi); altri, invece, sono programmi di informazione sull’efficienza in cui la componente comportamentale è stata modificata come componente di un programma più ampio che comprende strumenti di marketing sociale.

La *review* ha trovato che gli impatti ottenuti sono compresi tra un minimo del 2% di riduzione dell’uso di

energia elettrica o gas, fino ad una stima di riduzione del 30% dei consumi energetici residenziali.

Il risparmio energetico medio nei casi studio varia dal 5 al 15%, dove riferito. Inoltre, si sono riscontrati risultati simili che vanno dal 4% al 12% di risparmio, dovuti ad azioni di *pricing* dinamico in edifici residenziali (feedback) pilota. Tuttavia, è risultato molto complesso ed impegnativo individuare e mettere in evidenza “storie di successo” a causa della carenza di informazioni pubblicate su impatti tipici dei programmi. Non tutti i programmi che puntano alla modifica del comportamento segnalano progressi verso gli obiettivi di riduzione nell’utilizzo o di stimolo della domanda. Alcune delle misure utilizzate sono le unità di prodotto vendute o distribuite (elettrodomestici, tecnologie installate), gli impegni o le intenzioni di modificare i comportamenti (spegnendo le luci, usando prese multiple, controllando la temperatura della lavatrice ecc.), e altri ancora i successi raggiunti in base al numero di audit completati.

I costi dei programmi variano significativamente da interventi su scala ridotta del costo inferiore a 100.000 euro, fino ad una campagna mediatica pluriennale su larga scala con un budget di partenza di più di 23 milioni di dollari.

Solo tre degli studi disponibili misurano la persistenza dei messaggi educativi relativi all’installazione di misure di efficienza energetica a basso costo fornite attraverso programmi di educazione energetica. Il programma Smart Energy, condotto negli Stati Uniti con famiglie a basso reddito, ha misurato una persistenza lieve (circa il 40% dopo 3 anni) di cambiamenti comportamentali. Un altro studio ha trovato che l’85-90% dei risparmi ottenuti grazie al

percorso di istruzione su di un programma di isolamento è stato mantenuto dopo tre anni.

### Lacune importanti nella valutazione dei programmi di marketing comportamentali e sociali

La revisione della letteratura è stata molto illuminante in quanto ha evidenziato una serie di elementi interessanti non ancora emersi sulla base degli studi realizzati in precedenza. Inoltre, grazie all’analisi è stato possibile individuare diverse lacune nella valutazione dei programmi comportamentali e sociali identificati. In particolare, è emerso come due importanti temi di valutazione manchino nelle pubblicazioni analizzate: costo e costo-efficacia. Se i programmi comportamentali sono da considerarsi seriamente nel mix delle azioni a mettere in campo, questo rappresenta un divario critico nella letteratura.

Dalla revisione emerge:

- Informazioni deboli sulla valutazione d’impatto: anche se sono stati forniti confronti pre-post per un certo numero di studi, in altre indagini sono stati evidenziati problemi con gruppi di controllo o con i metodi di indirizzamento dinamico. Questo, insieme con la piccola dimensione dei campioni della maggior parte degli studi, indebolisce notevolmente la credibilità e la trasferibilità dei risultati.
- Nessuna informazione sul costo-efficacia: molti rapporti includono stime di impatti e alcuni riportano bilanci totali, ma tali informazioni vengono raramente sovrapposte. Vengono omesse le analisi di impatto per ogni dollaro/euro spesi (per l’energia o altri impatti). In

alcuni casi questo può essere dovuto a fattori di confondimento (il cambiamento del comportamento faceva parte di un ampio portfolio di programmi), mentre in altri è causa della mancanza di un gruppo di controllo, di misurazioni di base o di una contabilità chiara sui costi affrontati nell'azione di sensibilizzazione.

- Nessuna valutazione circa la persistenza dei risultati. Una omissione ancor più evidente nei programmi comportamentali è la questione della persistenza del comportamento. Le stime sulla vita utile di apparecchiature ed interventi tecnologici sono state inserite per decenni nei protocolli di valutazione. Tuttavia, vi è una quantità estremamente limitata di informazioni su quanto tempo possa durare un cambiamento comportamentale. Anche programmi pluriennali di sensibilizzazione, ad elevata diffusione con una buona dotazione finanziaria, non hanno esaminato la persistenza del cambiamento del comportamento. Le implicazioni della persistenza nel determinare il costo efficacia complessivo degli interventi sono significative. Purtroppo, anche se sono disponibili le stime di risparmio relative alla prima annualità, non è possibile sviluppare stime attendibili del rapporto costi-benefici, né è possibile contare su risparmi a lungo termine derivanti da programmi che non sono continuamente aggiornati. Per questo motivo, molte utility assegnano valori di risparmio non superiore a tre anni.
- Molti programmi esaminati mancano anche di seri tentativi di valutazione; essi descrivono il programma, il messaggio e i materiali

del progetto. L'analisi di altri programmi sembra suggerire che la mancanza di una valutazione derivi dal fatto che si tratti di un'azione pilota. Senza un attento lavoro di valutazione, anche delle azioni pilota, non c'è francamente da meravigliarsi che il comportamento non sia stato considerato più seriamente nella pianificazione delle risorse di programmi di marketing sociale.

### Conclusioni

I programmi comportamentali hanno il potenziale per offrire risparmi significativi. Stime dell'IEA mostrano risparmi possibili fino al 15-20%; la maggior parte degli studi pilota hanno dimostrato che anche sforzi di piccola dimensioni abitualmente forniscono il 5-15% di riduzione dei consumi energetici.

Esistono preoccupazioni legittime sulla valutazione dei risparmi conseguibili attraverso i programmi comportamentali e le azioni di marketing sociale:

- solo in pochi casi i risparmi sono stati ben misurati (compresi i gruppi di controllo), i programmi non sono omogenei, si differenziano per base culturale di riferimento che potrebbero condurre a valori di risparmio diversi. L'attribuzione dei risparmi agli interventi specifici del programma è molto più complesso rispetto agli interventi di tipo tecnologico;
- i programmi sono per lo più esperienze pilota, i risultati di uno *scaling-up* potrebbero condurre a *divergenti risultati e valori di risparmio*;
- *i costi sono stati misurati raramente, ostacolando in questo modo il calcolo del costo per unità di risparmio.*

Tuttavia, i programmi comportamentali hanno diversi vantaggi importanti rispetto ai tradizionali programmi tecnologici:

- possono avere un impatto significativo sui consumi energetici (singoli programmi pilota e programmi di marketing sociale mostrano comunemente impatti dell'ordine del 5-15% di risparmio) – che riflette un enorme potenziale realizzato da alcuni programmi basati sulla misura;
- possono essere implementati rapidamente, con un'adozione su larga scala nel giro di poche settimane o mesi;
- non richiedono acquisti programmati, consegna o installazione di apparecchiature, intrusioni nelle case e altri sforzi;
- la persistenza derivante da azioni di marketing sociale è ancora un'incognita. Tuttavia, i risultati indicano che i metodi porta a porta hanno una persistenza molto maggiore rispetto alla posta elettronica, rendendo i risultati potenzialmente più forti di quelli già noti per i programmi di sensibilizzazione tradizionali.

I risultati dei casi esaminati indicano che il rapporto costo-efficacia può essere dell'ordine di altri programmi di tipo tecnologico.

I piani integrati hanno bisogno di una solida base relativa ai consumi ed ai costi. I Programmi di marketing comportamentali e sociale sono stati generalmente piccole parti di questi piani, nel migliore dei casi, e significativamente sottovalutati nei percorsi di ricerca finalizzati ad individuare azioni con un basso rapporto costo-efficacia.

Le due questioni che abbiamo

identificato in questo studio sono l'economicità e la persistenza. È necessaria una maggiore attività di ricerca su tali temi ed è essenziale che i programmi comportamentali

e di marketing sociale/sensibilizzazione diventino una parte più integrata ed affidabile delle politiche energetiche, supportate da adeguate tecniche di progettazione

e di valutazione per affrontare questi temi.

*Per saperne di più:  
antonio.disi@enea.it*

<sup>1</sup> <https://opower.com/products/energy-efficiency/>

#### **BIBLIOGRAFIA**

AA.VV, Achieving energy efficiency through behaviour change: what does it take? European Environment Agency, Technical report n. 5, 2013

Joana Sousa Lourenço, Emanuele Ciriolo, Sara Rafael Almeida and Xavier Troussard, *Behavioural insights applied to policy* - European Report 2016

Lisa A. Skumatz, *Measuring the Impacts of Behavior Change Programs: Filling in the Blanks*. ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, 2012

R.M Mourik, L.F.M. van Summeren, S. Breukers, S. Rotmann, *Did you behave as we designed you to?* Positioning paper on monitoring & evaluation , IEA, 2015

Sarah Strauss, Stephanie Rupp, Thomas Love, *Cultures of Energy: Power, Practices, Technologies*, Walnut Creek, CA: Left Coast Press, 2012

# Nearly Zero Energy Buildings (NZEB). Status of implementation and selected examples in Europe

With the adoption of the recast Energy Performance of Building Directive (EPBD) in 2010 (Directive 2010/31/EU), the building industry and the European Member States (MS) faced new tough challenges. One of the most prominent among them is the progress towards new and retrofitted Nearly Zero-Energy Buildings (NZEB) by 2021 (2019 in the case of public buildings)

DOI 10.12910/EAI2016-032

by **Hans Erhorn** and **Heike Erhorn-Kluttig**, *Fraunhofer Institute for Building Physics, Germany*

**A**rticle 9 of the recast EPBD requires that “Member States shall ensure that (a) by 31 December 2020 all new buildings are nearly zero-energy buildings; and (b) after 31 December 2018, new buildings occupied and owned by public authorities are nearly zero-energy buildings”. Member States shall furthermore “draw up national plans for increasing the number of nearly zero-energy buildings” and “following the leading example of the public sector, develop policies and take measures such as the setting of targets in order to stimulate

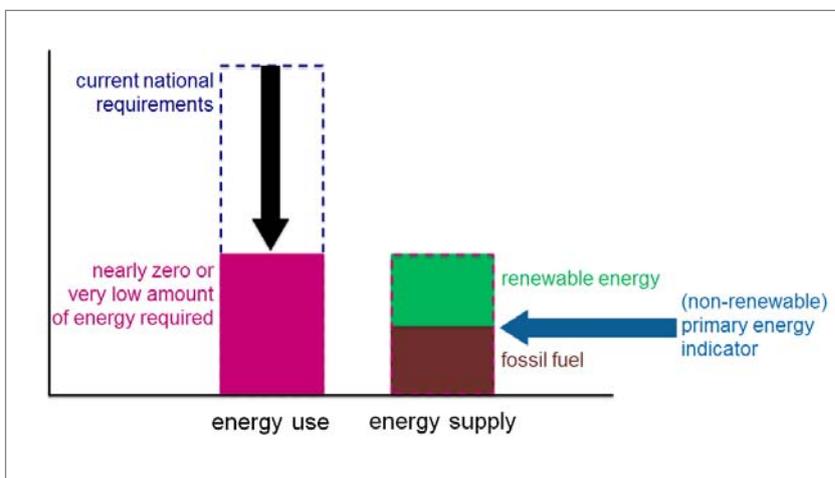


Fig. 1 Graphical interpretation of the NZEB definition according to Article 2 of the EPBD recast

the transformation of buildings that are refurbished into nearly zero-energy buildings”.

A NZEB is defined in article 2 of the Directive 2010/31/EU as “a building that has a very high energy performance... . The nearly zero or very low amount of energy required should be covered to a very significant extent by energy from renewable sources, including energy from renewable sources produced on-site or nearby”. Figure 1 presents the main elements of the NZEB definition of the EPBD, Directive 2010/31/EU Article 2.

### The outcome of EU Concerted Action EPBD project

A major problem in the MS is the meeting point between the NZEB definition and the cost-optimal Energy Performance (EP) requirements. Several major parameters cannot be easily predicted for the coming 5 years. These parameters include future performances of new technologies and existing technologies that will be further improved in the next years, cost developments of technologies, future primary energy factors (mainly for electricity, as well as for district heating and cooling), due to changes in the infrastructure, cost developments of energy carriers, labour and planning, as well as boundaries like changing climate and lifestyle.

Figure 2 presents the planned timeline according to [1] for improving the energy performance requirements in the EU Member States, in-

cluding the intermediate targets and the NZEB application according to Articles 2 and 9 of the EPBD.

According to the analysis within the EU Concerted Action (CA) EPBD project, which was reviewed by the national representatives of the participating countries, about 40% of the MS have not yet a detailed definition of the NZEB in place. Some of them state this clearly in their national plan for increasing the number of NZEBs. About 60% of the MS have fixed their detailed NZEB definition in a legal document, but a few of the documents include text passages that inform about the draft status of the definition or that the definition might be updated later on. The relevant legal documents are building regulations, energy decrees and official guidelines or the national NZEB plans.

The very high energy performance is expressed in at least 9 countries by requiring a top energy performance building class. Other countries give specific information about the ratio of the tightening of the (primary) energy requirement compared to the level of 2014 (in some cases of 2012). These tightening ratios are between 10-25% and 50-60%. Denmark states a tightening of even 75% but relates it to an earlier energy performance requirement (2006).

The very most countries (23 countries and one of the three Belgian regions) use a primary energy indicator in kWh/m<sup>2</sup>/year either in their detailed NZEB definition or already in their current energy performance

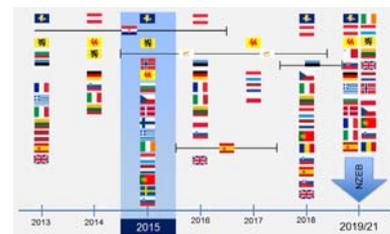


Fig. 2 Planned timeline for improving the energy performance requirements in the EU Member States, including the intermediate targets and the NZEB application according to Articles 2 and 9 of the EPBD recast [1]

requirements for new buildings. Two additional countries and the other two Belgian regions use either E-levels (a figure for the primary energy use divided by a reference primary energy use), or include the primary energy as calculation result, but not as indicator.

In most of the countries the limits for the nearly zero or very low amount of energy required are placed on more than primary energy only. The additional parameters include U-values of building envelope components, mean U-values of the building envelope, net and final energy for heating, cooling and possibly other energy uses and CO<sub>2</sub> emissions.

While about 1/3 of the countries have only indirect requirements for the “very significant extent of renewable energy”, those with direct requirements set them mostly as energy share of the primary energy use. The required renewable energy share varies from > 0% to > 50%. A few other countries set specific minimum renewable energy contributions in kWh/m<sup>2</sup>/year. ‘Indirect’

By April 2015 about 60% of the Member States have fixed their detailed NZEB definition in a legal document. While many Member States require a renewable energy share of the primary energy or a minimum renewable energy contribution in kWh/m<sup>2</sup>/year, others use indirect requirement such as a low non-renewable primary energy use that can only be met if renewable energy is part of the building concept.



Fig 3 Austria: Messequartier, Graz

requirements means that due to the low maximum value of primary energy use allowed for NZEBs the use of energy generated from renewable energy sources is implied.

The national applications of the NZEB definition need to show a clear direction, although the exact values might still have to be adjusted by the MS at a later stage, when costs and the other influencing factors become predictable with a higher degree of certainty. However, a clear indication of the tightening range (e.g., 30-50% better EP compared to the current requirements) is necessary for the building industry, investors and planners, in order to stimulate timely technology innovations and developments.

### International examples of NZEBs

One of the most recently released publications of CA EPBD is the re-

port “Selected examples of Nearly Zero-Energy Buildings” [2], which compiles 32 examples of buildings that implemented in EU the set (or envisaged) NZEB national requirements. The examples have been selected and provided by CA EPBD national delegates.

Pilot projects of nearly zero-energy buildings are built to show the public, as well as the involved industry and planners, that buildings of this kind are already possible, what they look like, what costs are implied, which technologies can be used and what are the user experiences. The examples, which are presented in the report in a structured way, have been contributed by the Member States delegates of 20 countries in total. They include residential and non-residential buildings, new buildings, as well as renovations to the NZEB level. In the following pages a few of the case studies are shortly de-

scribed to show the rather different approaches.

This newly built housing complex is, with a net floor area of about 21.000 m<sup>2</sup>, the largest of the collected NZEB examples. The multi-family house has been constructed with a thermal building envelope that meets Passive House requirements, including triple-glazed windows. The complex is heated by a district heating system, while the domestic hot water demand is mainly covered by a 700 m<sup>2</sup> solar thermal collector installed on the roof. Part of the energy concept is a mechanical ventilation system with 75% heat recovery. The total final energy use for heating, domestic hot water and ventilation amounts to 30.1 kWh/m<sup>2</sup>/year and includes 52% renewable energy contribution. The overall performance goes beyond the current Austrian energy performance requirements by 43%.

The architectural approach, with a variety of shared spaces including a swimming pool on the terrace, combined with the extensive infrastructure results in a very high residents’ satisfaction level. The building costs were 57 million EUR for the entire estate which amounts to about 2,700 EUR/m<sup>2</sup>, partly subsidised by the Styrian government.

The Bulgarian case study proves that very low energy consumption can be achieved with moderate renovation measures at the building envelope level (insulation of the walls to reach a U-value of 0.35 W/m<sup>2</sup>K, 10 cm mineral wool insulation between the ceiling and the unheated space under the roof to reach 0.26 W/m<sup>2</sup>K, and new double-glazed windows), combined with a comprehensive improvement of the building service systems. The heating and cooling of the research centre is now achieved

by an ambient-based variable refrigerant flow heat pump in connection with the ventilation. Hot water is provided by local electrical heaters and the building now also features a low-energy lighting system. The total final energy use includes heating, domestic hot water generation, cooling, ventilation, and lighting amounts to 48 kWh/m<sup>2</sup>/year. This is an improvement of 78% compared to the national requirements in Bulgaria. Sixty-three percent (63%) of the final energy is provided by renewable energy sources. The measures have required up to 38 EUR/m<sup>2</sup> for the renovated building envelope and 92 EUR/m<sup>2</sup> for the Heating, Ventilation and Air-Conditioning systems and 130 EUR/m<sup>2</sup> for the lighting.

Total costs were 423,900 EUR (for 1,630 m<sup>2</sup>).

The Croatian NZEB example was a pilot project to specifically demonstrate that the national energy performance class A (foreseeing less than 15 kWh/m<sup>2</sup>/year for heating) can be met. It is a three-storey, multi-family house with 28 apartments. The walls have been insulated with 20 cm stone wool, the roof with 30 cm XPS and the windows are triple-glazed. Heating and cooling are provided by an underfloor system connected to a reversible heat pump and a gas boiler. A ventilation system with a high recuperation factor ensures good indoor air quality. The domestic hot water is generated by solar thermal collectors in combina-

tion with the gas boiler. The total final energy includes heating, domestic hot water, cooling, ventilation and lighting and amounts to 66 kWh/m<sup>2</sup>/year, which is 78% lower than the national building energy performance requirements. Twenty-two percent (22%) of the final energy is provided by the solar thermal collectors. The most impressive factor about this pilot project is that it was built without any additional costs compared to a regular building fulfilling the national requirements. The total costs amounted to 912 EUR/m<sup>2</sup>. One area found lacking was the insufficient experience of the workforce concerning the application of new technologies, especially the mounting of the windows, which should meet a



Fig. 4 Sweden: single-family house in Vallda Heberg

quality control scheme used in Germany (RAL). Further information about the national status and possibilities of training the workforce can be found under BUILD UP Skills.

This Swedish example is one of many high performance single-family houses presented in the report, several of which aimed much further than the national NZEB requirements (plus energy or net zero energy), and thus also proved much more expensive (e.g., the German efficiency house plus in Berlin). The single-family house in Vallda is highlighted as one example where the additional costs, compared to a regular Swedish single-family house, are only 10% higher – with the total cost reaching 4,360,000 EUR or 2,450 EUR/m<sup>2</sup>. It is a building in an area where all buildings have to aim for the Swedish passive house standard. The timber stud walls have been insulated with 29 cm mineral wool and 8 cm glass wool (U=0.11 W/m<sup>2</sup>K), while the roof includes 60 cm blowing wool (U=0.07 W/m<sup>2</sup>K) and the house has triple-glazed windows. There is a supply and exhaust ventilation system with a rotating heat exchanger and a heating element. The bathroom floor heating system is connected to the domestic hot water system. Both heating and domestic hot water are supplied by a local district heating system with 40% of the energy generated by solar thermal energy and 60% by a central wood pellet boiler. The measured total final energy use amounts to 56 kWh/m<sup>2</sup>/year and is 100% renewable. The improvement compared to the national energy performance requirements is 51%. The project shows a very good conformity with the calculated values at the planning stage and the residents are very satis-

fied with the indoor climate.

The Italian case study, a newly built house, has minimised energy needs due to a well-insulated building envelope. The remaining energy needs are covered by innovative and efficient systems and integrated renewable sources. The external walls are made of autoclaved aerated concrete blocks with external thermal insulation (EPS and cellulose fibre) so that they result in a U-value of 0.18 W/m<sup>2</sup>K. The ground slab is created with disposable formwork for ventilated underfloor cavities. The roof has a wooden structure and is insulated with wood fibre (U-value 0.18 W/m<sup>2</sup>K). The windows have triple glazing and wooden frames with aluminium-cladding on the outside. Thermal bridges have been minimised. The heating system is based on a gas-condensing boiler which can modulate between 5 and 25 kW and provides support to the domestic hot water as well. Radiant wall panels supply heat to the rooms. Four solar thermal collectors of 9.32 m<sup>2</sup> and a 500 litre storage contribute to the heating as well. A mechanical ventilation system with heat recovery ensures a good indoor air quality. PV panels with a peak power of 2.94 kWp are installed on the roof. The renewable energy covers 67% of the total final energy (heating, hot water and lighting). The improvement compared to a traditional new house is 80%. The CASACLIMA A classified house was built with about 25% higher costs than a traditional house.

### **Cross analysis of the applied strategies and technologies**

Two-thirds (22) of the gathered buildings concern residential and 11 non-residential buildings, whereby

25 are newly built and 7 renovated to the NZEB level. Building sizes vary considerably between 98 m<sup>2</sup> and 21,000 m<sup>2</sup>. The construction types include brick, concrete and timber walls with U-Values between 0.065 and 1.97 W/m<sup>2</sup>K and an average of 0.29 W/m<sup>2</sup>K. Roof U-values are generally lower with 0.06 to 0.55 W/m<sup>2</sup>K and an average of 0.14 W/m<sup>2</sup>K. Twenty (20) buildings have low-e-coated, triple-glazed windows and 8 buildings, mostly located in Southern Europe, have double-glazed windows.

Forty-one percent (41%) of the examples are heated by heat pumps; other heat generators often used are gas boilers, district heating and biomass boilers. Only 32% of the buildings include cooling systems which often use activated building components. The domestic hot water system is nearly always combined with the space heating system, but four buildings use decentralised electrical domestic hot water generation. About 77% of the buildings use mechanical ventilation systems with heat recovery, and only 3 buildings rely solely on natural ventilation.

As regards the renewable energy sources, PV panels have been installed in 69% of the examples and solar thermal systems in 53% of the buildings. Geothermal energy contributes via heat pumps in 31% of the buildings, while six additional buildings use air-to-air heat pumps (ambient energy). The district heating systems that are connected to the buildings often show a high share of renewable energy and therefore low non-renewable primary energy factors.

Measured energy values are available for 8 of the 32 buildings; in the remaining cases, values have been

calculated usually with the national energy performance calculation method. Nine buildings achieve a positive annual primary energy balance, the so-called 'plus energy buildings'. For seven of them, this includes also the equipment, e.g. household energy, etc. The average renewable energy ratio related to the total final energy is as high as 70%, and the average improvement of the presented examples over the current national requirements is also very high at 74%.

Cost data has been difficult to compare as the buildings differ in the aimed energy levels, size, building type, and, most importantly, country of origin. For several buildings (in particular those that are privately owned) costs are not available; for others, costs are expressed in different ways, e.g. total costs, additional costs for achieving the high energy performance, total EUR, or percentages. The costs may also include different cost items. However, a first analysis of cost data, based on nine example buildings each, shows that the additional construction and technology costs for NZEBs compared to buildings fulfilling the national energy performance requirements are between 0% (0 EUR/m<sup>2</sup>) and 25% (473 EUR/m<sup>2</sup>), with an

average of 11% (210 EUR/m<sup>2</sup>). Two-thirds of the buildings have received special funding to cover part of the planning, construction or monitoring costs.

Documented experiences with the buildings include high owner satisfaction, monitored energy use that meet the calculated predictions, advices on how to further increase the energy efficiency or comfort in the buildings, and experiences with certain building materials. Many of the buildings received architectural or energy efficiency awards. The CA EPBD report gives insights into all 32 inspiring examples and more details on the cross analysis.

## Conclusions

The CA EPBD catalogue on selected examples of NZEBs shows that there are pilot projects for NZEBs and demonstration projects of even more ambitious energy performance levels in at least 20 Member States. Since most of them are residential buildings, it can be assumed that many countries started the with NZEB applications in the domestic sector but will continue with demonstrations buildings in non-residential buildings within the next years. The decrease in energy consumption

compared to the current national energy performance requirements for buildings (74% in average) and the ratio of the renewable energy use (70% in average) is more than impressive. The used building envelope quality and applied building service technologies depend on the countries but some main approaches can be reported such as generally low U values at the roof (average is 0.14 W/m<sup>2</sup>K), in Central and Northern Europe mostly triple-glazing at the windows, heat generation by heat pumps, gas boilers or district heating systems with high ratios of renewable energy, ventilation systems with heat recovery and PV and solar thermal systems. Costs can be as low as zero additional Euro compared to a standard building and as an average amount to 10% additional costs. In the upcoming years all countries will have fixed their national application of the NZEB definition and this will open the way for further pilot and demonstration buildings with different technical approaches and more experiences with costs and user satisfaction. An overview of the status of the national NZEB definitions will be soon published by CA EPBD as well as an update of the country reports on the EPBD implementation status.

## REFERENCES

- [1] Hans Erhorn and Heike Erhorn-Kluttig: 'Towards 2020 – Nearly zero-energy buildings', published in book: *Implementing the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) – Featuring Country Reports*, 2015. Report of the EU Concerted Action EPBD project, December 2015, [www.epbd-ca.eu](http://www.epbd-ca.eu)
- [2] Hans Erhorn and Heike Erhorn-Kluttig: *Selected examples of Nearly Zero-Energy Buildings*. Detailed Report of the EU Concerted Action EPBD project, September 2014, [www.epbd-ca.eu](http://www.epbd-ca.eu)

# ELIH-Med: un progetto mediterraneo di riqualificazione per l'edilizia popolare

Il problema dell'“energy poverty” sta assumendo dimensioni sempre più preoccupanti nei paesi dell'Europa mediterranea, dove alla crisi economica e occupazionale, nel settore dell'edilizia popolare si aggiungono barriere di tipo legislativo e burocratico, scarsa coordinazione tra enti pubblici e alti rischi di investimento per i privati

DOI 10.12910/EAI2016-033

di **A. Mazzolari, A. Amato, C. Coccia e A. Moreno, ENEA**

**L**a difficile situazione economica che perdura negli Stati europei dell'area mediterranea sta esponendo sempre più ampi strati della popolazione al fenomeno dell'*energy poverty*, definito come: “*l'incapacità a mantenere la propria casa riscaldata in modo adeguato e ad un costo accessibile*” [1].

Si stima che tra i 50 e i 125 milioni di persone in Europa siano povere dal punto di vista energetico [2]. Sebbene non esista un criterio quantitativo universalmente condiviso per stabilire una soglia di insufficienza energetica in un nucleo familiare, diversi studi dimostrano che la situazione varia considerevolmente tra gli stati dell'UE e le regioni più esposte sono

quelle mediterranee: Healy [3] stima che la media europea di abitazioni con condizioni di comfort inadeguate è del 17% e che i massimi livelli si registrano in Italia (21%), Grecia (45%), Spagna (55%), e Portogallo (74%). La situazione è aggravata dal fatto che lo stock edilizio in questi paesi è tra i più obsoleti d'Europa [4], e che vi è il problema aggiuntivo del comfort termico estivo.

## Obiettivi del progetto

In questo difficile contesto si è inserito il progetto ELIH-Med (Energy Efficiency in Low Income Houses in the Mediterranean), un'iniziativa di cooperazione territoriale finanziata dalla Commissione Europea

all'interno del programma MED, iniziata nel 2011 e terminata nel 2014. L'obiettivo generale del progetto è di identificare e implementare soluzioni tecniche e meccanismi di finanziamento innovativi per incrementare l'efficienza energetica nelle abitazioni a basso reddito dell'area mediterranea. Coordinato dall'ENEA, il progetto ha raggruppato partner provenienti da sette paesi del Mediterraneo (Spagna, Francia, Italia, Slovenia, Malta, Grecia e Cipro). Il piano di lavoro ha portato alla realizzazione di interventi di efficientamento energetico in edifici residenziali di proprietà sia pubblica che privata, abitati da persone con basso reddito. Sono stati sperimentati nuovi approcci per superare ostacoli

finanziari, burocratici, legislativi, e dovuti al disinteresse o alla scarsa conoscenza del tema del risparmio energetico da parte della popolazione. In particolare, gli obiettivi principali sono stati:

- la realizzazione sperimentale, attraverso progetti pilota su vasta scala, di soluzioni tecniche per abitazioni in una situazione di povertà energetica, per migliorare il comfort abitativo dei residenti;
- la promozione di sistemi di gestione e controllo dell'energia, attraverso l'installazione di contatori intelligenti in 243 abitazioni;
- il coinvolgimento dei residenti e degli stakeholder pubblici e privati in un processo partecipativo locale;
- la sperimentazione di nuovi meccanismi finanziari per attrarre investimenti privati nel settore residenziale per nuclei a basso reddito;
- la definizione e la promozione di politiche integrate a vario livello

governativo, e la collaborazione territoriale per promuovere l'efficienza energetica nelle case a basso reddito nel Mediterraneo.

La Figura 1 mostra la posizione geografica dei 10 progetti pilota portati a termine. In totale, sono stati realizzati interventi in più di 1000 unità residenziali. La Tabella 1, inoltre, riassume le tipologie di intervento e di impianti realizzati in ciascun progetto pilota.

I paragrafi seguenti presentano in modo sintetico gli interventi e i risultati raggiunti nella realizzazione di quattro dei 10 progetti pilota elencati nella tabella 1: due riguardano la ristrutturazione di case popolari di proprietà pubblica (Frattamaggiore e Alghero-Sassari), e due la riqualificazione di abitazioni private (Cipro e Malta).

### Frattamaggiore (Napoli)

Frattamaggiore è un Comune di 30.000 abitanti, situato alla periferia

di Napoli. Nella fase di selezione delle abitazioni oggetto degli interventi, si sono considerati i seguenti criteri: la proprietà di tipo comunale, la scarsa performance energetica del fabbricato e il basso reddito degli inquilini. Sono stati selezionati 18 appartamenti, ubicati al piano terra di un caseggiato di cinque piani costruito nel 1986. Queste abitazioni non erano provviste di sistemi di riscaldamento, la produzione di acqua calda era affidata a caldaie o bombole a gas, le finestre avevano vetri singoli e l'involucro edilizio era senza alcun tipo d'isolamento termico. Inoltre, gli impianti elettrici non erano completamente a norma e gli scarichi fognari erano obsoleti e con problemi di "esondazione". Dopo un'approfondita analisi e la raccolta dati, allo scopo di migliorare le condizioni di comfort abitativo dei residenti, sono stati fissati i seguenti obiettivi specifici per ogni abitazione:

- una diminuzione del consumo di energia primaria tra il 37 e il 45%;
- una riduzione della spesa energetica del 20%;
- un guadagno di almeno 2 classi energetiche;
- un investimento di non più di 20.000 euro;
- la promozione di azioni di informazione e di sensibilizzazione sul risparmio energetico e sui benefici economici ed ambientali ad esso correlati.

Gli interventi hanno riguardato l'isolamento delle pareti esterne, l'aggiunta di una serra solare che separa il volume abitato dalla strada (Figura 2), l'installazione di collettori solari termici, pannelli fotovoltaici e pompe di calore, la sostituzione degli infissi, la messa a norma degli impianti

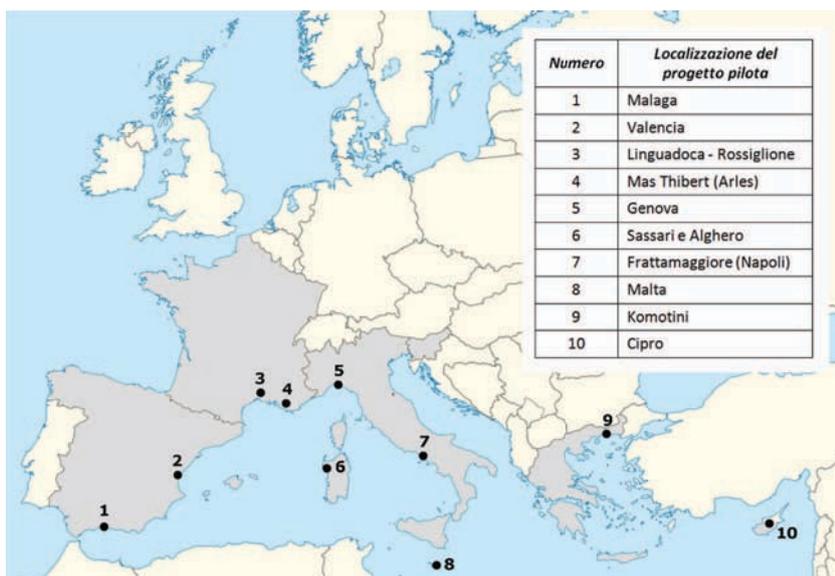


Fig. 1 Localizzazione dei progetti pilota realizzati da ELIH-Med

Progetto pilota	Abitazioni coinvolte	Anno di costruzione	Insieme degli interventi
Malaga	140 appartamenti in 1 edificio	1984	Installazione di pannelli solari per produzione di acqua calda sanitaria; isolamento dell'involucro; miglioramento della ventilazione naturale e installazione di contatori elettrici intelligenti.
Valencia	56 appartamenti in 2 edifici	1969 - 1972	Isolamento della copertura e dei muri dall'esterno; sostituzione degli infissi; posizionamento di contatori intelligenti, lampade LED e sensori di movimento negli ascensori.
Linguadoca – Rossiglione	30 appartamenti	-	Installazione di 30 contatori intelligenti di elettricità.
Mas Thibert (Arles)	36 appartamenti in 1 edificio	1971	Isolamento delle pareti esterne, di tetti e solai, sostituzione degli infissi e posizionamento di schermature solari; sostituzione dell'impianto di riscaldamento con pompe geotermiche.
Genova	45 appartamenti in 2 edifici	1953	Isolamento delle pareti e del tetto; sostituzione di infissi e persiane; installazione di nuovi sistemi di riscaldamento e di moduli fotovoltaici.
Sassari e Alghero	30 case rurali	1958	Isolamento della copertura e riduzione del volume riscaldato con nuovo soffitto; sostituzione di infissi e delle caldaie.
Frattamaggiore (Napoli)	18 appartamenti in 1 edificio	1986	Isolamento dei muri dall'esterno; creazione di serre solari; installazione di moduli fotovoltaici e collettori solari.
Malta	35 case singole	1930 - 1990	Isolamento e schermatura solare del tetto; installazione di collettori solari, moduli fotovoltaici, contatori intelligenti e filtri UV.
Komotini (Grecia)	630 appartamenti in 5 residenze universitarie	1985 - 1988	Isolamento dei muri esterni e della copertura; installazione di collettori solari termici; riparazione di infissi e sostituzione di lampadine; installazione di contatori intelligenti termici ed elettrici.
Cipro	23 case private singole e 3 appartamenti privati	1970 -1995	Impermeabilizzazione e isolamento dei tetti, coibentazione dell'involucro dall'interno; installazione di collettori solari, moduli fotovoltaici, pompe di calore per raffrescamento e contatori intelligenti; efficientamento dell'impianto luminoso.

Tab. 1 Riepilogo degli interventi di riqualificazione edilizia e di installazione di impianti e strumenti di controllo per il risparmio energetico nei vari progetti pilota

elettrici e lo spostamento della fognatura.

La Tabella 2 riassume i costi dell'intervento per abitazione e totali.

Per l'installazione dei moduli fotovoltaici, la ESCO, o l'istituto di credito di riferimento, ha anticipa-

to l'investimento, in cambio degli incentivi previsti dal meccanismo dello "Scambio sul posto", mentre si è ricorso al "Conto termico" per il rimborso degli altri interventi di efficientamento energetico.

La fase di monitoraggio *post-operam*

dei consumi elettrici e termici è entrata a regime il primo ottobre 2014 e durerà 5 anni. Parallelamente, sono stati distribuiti dei questionari agli inquilini sia prima che alcuni mesi dopo la fine dei lavori. Anche se i risultati sono solo indicativi e l'estate



Fig. 2 Frattamaggiore (Napoli): facciata principale dell'edificio prima (a sinistra) e dopo (a destra) l'intervento, dove si nota l'aggiunta della serra solare e i lavori allo scarico fognario. Gli appartamenti coinvolti si trovano al piano terra

del 2014 non è stata particolarmente calda, c'è stato un riscontro positivo unanime tra i beneficiari.

Grazie anche al successo del progetto, Frattamaggiore e altri cinque Comuni limitrofi hanno deciso di redigere congiuntamente il "Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile", finanziato dalla Regione Campania con fondi europei, definendo tra gli obiettivi generali una sensibile riduzione delle emissioni e dei consumi energetici entro il 2020.

### Alghero e Sassari

Uno dei progetti pilota ha riguardato l'efficientamento energetico di 30 abitazioni rurali, nell'entroterra delle province di Sassari e Alghero, occupate nella maggior parte da pensionati. Le abitazioni selezionate sono pubbliche (in questo caso l'Agenzia sarda LAORE, "Agenzia per l'attuazione dei programmi regionali in campo agricolo e per lo sviluppo rurale", incaricata del progetto), e gli

inquilini hanno redditi che li situano vicino o al di sotto della soglia di povertà. Le case risalgono agli anni cinquanta del secolo scorso, a uno o due piani, con una superficie media di 120 mq, ed erano caratterizzate da precarie condizioni di abitabilità. In particolare, non esistevano elementi di isolamento termico dell'involucro, gli infissi erano a vetro singolo, nel 75% dei casi il sistema di riscaldamento era essenzialmente costituito da focolari o stufe a legna e pellet

Intervento	Costo per abitazione (€)	Costi totali (€)
Isolamento delle pareti	2677	48195
Serra solare	2096	31444
Collettori solari per produzione acqua calda sanitaria	1278	19175
Moduli fotovoltaici	1180	11800
Pompe di calore	1180	9440
Sostituzione delle finestre	1200	21600
Sistemazione spazi esterni	555	10000
Costi di progetto	555	10000
Misure di sicurezza	222	4000
Gestione, monitoraggio e manutenzione	3722	67000
IVA	1365	23265
<b>Costo totale</b>	<b>16030</b>	<b>255919</b>

Tab. 2 Costi del progetto pilota di Frattamaggiore per abitazione e totali

Intervento	Costo per abitazione (€)	Costi totali (€)
Creazione di un solaio supplementare coibentato	6024	180720
Sostituzione finestre e telai	3906	117180
Altre opere (sostituzione porte d'ingresso, pompe di calore)	4613	138390
Progetto, pianificazione e misure di sicurezza	800	24000
<b>Costo totale</b>	<b>15343</b>	<b>460290</b>

Tab. 3 Costi degli interventi di efficientamento energetico per 30 unità abitative residenziali rurali nelle province di Alghero e Sassari

(solo il 25% possedeva una pompa di calore, usata soprattutto per il raffrescamento estivo). In media, il loro fabbisogno è stimato in 386 kWh/mq annui. Gli obiettivi generali degli interventi previsti per ogni nucleo abitativo sono stati fissati in:

- la riduzione del 40% del fabbisogno energetico teorico;
- un investimento massimo di 15.000 euro per nucleo abitativo;
- azioni di sensibilizzazione e coinvolgimento dei residenti.

I lavori hanno riguardato la sostituzione degli infissi esistenti con finestre doppie e porte isolate; la creazione di un controsoffitto termicamente isolato allo scopo di diminuire il volume da riscaldare ed isolare il tetto; l'installazione di 20 pompe di calore ad alta efficienza. I lavori sono stati realizzati promuovendo la partecipazione di imprese locali e senza costringere i residenti a lasciare le proprie abitazioni. In particolare, è stata utilizzata, come materiale isolante, la lana di pecora sarda prodotta localmente. I costi del progetto sono riportati nella Tabella 3. Per assicurare il raggiungimento di condizioni di comfort durature, i residenti sono stati coinvolti in azioni di sensibilizzazione volte a promuovere comportamenti di risparmio energetico domestico, attraverso incontri, raccolta

di dati storici sui consumi, risposte a questionari di valutazione e la distribuzione di una guida per gli utenti.

Nel definire le azioni di monitoraggio, vista l'impossibilità di quantificare i consumi energetici invernali precedenti all'intervento, si è deciso di confrontare il numero di ore di disagio termico estivo prima e dopo l'esecuzione dei lavori, tra i periodi estivi del 2013 e del 2014. Utilizzando dei sensori di temperatura, si è calcolato che le ore di disagio sono diminuite in media del 63%.

Tra i meccanismi finanziari utilizzati, vi è stata la copertura del 25% dell'investimento da parte del progetto regionale "Sardegna CO2.zero", mentre nessun soggetto privato ha valutato conveniente partecipare all'iniziativa, vista la difficoltà di prevedere i tempi di ritorno dell'investimento.

### Malta

I 35 nuclei residenziali selezionati per Malta sono di proprietà privata, dislocati su tutto il territorio dell'isola, eccetto per una abitazione che si trova nella vicina isola di Gozo, e sempre inseriti in un contesto urbano. Le famiglie sono state selezionate da un bando pubblico, che poneva come requisito essenziale l'essere beneficiari o comunque idonei per lo schema di bonus energetico (Energy Voucher Scheme) offerto dal gover-

no maltese a persone o nuclei familiari con ridotte capacità finanziarie. Poiché sono pervenute soltanto 22 candidature, è stato sottoscritto un accordo con l'autorità pubblica locale per inserire nel progetto anche case popolari pubbliche. Le tipologie di abitazioni selezionate corrispondono a case a schiera a due piani o appartamenti inseriti in palazzine fino a quattro piani, costruite in un arco temporale che va dal 1930 circa al 1990. Il 50% sono dotate di condizionatore.

Gli interventi realizzati sono stati molteplici, e hanno riguardato, secondo l'abitazione coinvolta, alcune tra le seguenti soluzioni: l'isolamento e la schermatura solare del tetto, la coibentazione delle pareti verticali, l'uso di pitture riflettenti, l'installazione di collettori solari, moduli fotovoltaici e contatori intelligenti per il monitoraggio dei consumi, la limitazione della stratificazione termica degli ambienti tramite ventilatori a soffitto, la sostituzione di infissi con finestre a vetri doppi e l'applicazione di pellicole riflettenti le radiazioni UV. I lavori sono stati realizzati tra ottobre 2013 e marzo 2014.

Il programma di finanziamento prevedeva un tetto massimo di spesa di 7000 euro per unità, di cui MIEMA (Malta Intelligent Energy Management Agency) ha coperto il 90%, mentre al cittadino residente è stato

richiesto di farsi carico della quota restante. A questo scopo, sono state sottoscritte agevolazioni creditizie presso le banche ed è stata offerta la possibilità di lasciar svolgere direttamente al beneficiario, o ad un soggetto terzo da lui indicato, delle ore di lavoro manuale nelle attività di ristrutturazione.

Il monitoraggio post-operam dei consumi è stato realizzato in 15 abitazioni, attraverso contatori elettrici applicati a singoli elettrodomestici (6 per abitazione) e un display che evidenzia in tempo reale i consumi totali, le emissioni di CO<sub>2</sub> e l'impronta totale di carbonio. È stato rilevato un ottimo grado di accettazione della campagna di misurazioni da parte dei partecipanti. Al momento, però, non sono ancora stati divulgati i risultati preliminari.

## Cipro

A Cipro, le abitazioni selezionate appartengono alle 14 municipalità (10 urbane e 4 rurali) che hanno sottoscritto il "Patto delle Isole" ("Pact of Islands") o il "Patto dei Sindaci" ("Covenant of mayors"), due piani locali riguardanti l'applicazione di politiche per contrastare i cambiamenti climatici. La procedura di selezione è stata avviata attraverso un bando pubblico di candidatura spontanea, ampiamente pubblicizzato sui media nazionali. I criteri applicati per la scelta sono stati di tipo economico-sociale (famiglie numerose con più figli a carico sotto i 18 anni, di condizione economica disagiata in relazione al reddito e alla numerosità del nucleo familiare) e di tipo tecnico (abitazioni termicamente non efficienti e con problemi di umidità). In totale sono state individuate 25 unità residenziali (23 case private singole e 3 appartamenti privati), di metratura

variabile tra 100 e 150 mq, costruite tra il 1970 ed il 1995.

Gli obiettivi di efficientamento sono stati:

- una riduzione della domanda energetica delle abitazioni di almeno il 30%;
- un miglioramento di 2 classi di performance energetica degli edifici.

I lavori, a seconda dei risultati degli audit condotti sulle singole abitazioni, hanno incluso: la coibentazione delle coperture dall'interno o dall'esterno, l'isolamento delle pareti, l'installazione di vetri doppi e di persiane, il miglioramento del sistema di riscaldamento e di raffrescamento, il miglioramento dell'efficienza energetica di camini e focolari domestici, l'installazione di collettori solari per l'acqua calda sanitaria nuovi o in sostituzione di quelli vecchi, l'introduzione di moduli fotovoltaici. Gli interventi sono stati accompagnati da campagne d'informazione e sensibilizzazione rivolte ai residenti sulle buone pratiche per evitare sprechi di energia in ambito domestico, e il monitoraggio dei consumi effettivi attraverso contatori intelligenti. I pannelli fotovoltaici installati in 11 abitazioni sono predisposti per l'autoconsumo di energia elettrica, alleggerendo in tal modo il peso della bolletta sul bilancio familiare.

Il progetto è stato co-finanziato all'85% dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (ERDF), tramite l'iniziativa ELIH-Med, corrispondente in media a 8.925 € per abitazione, e al 15% da fondi municipali, corrispondenti a una spesa media di 1.500 € per abitazione. L'acquisto e l'installazione dei contatori è stato sovvenzionato dall'Autorità Elettrica cipriota.

La fase di monitoraggio, eseguita tramite letture mensili dei contatori (uno per abitazione) e l'invio ai residenti di resoconti mensili sui propri consumi, ha rilevato una riduzione consistente dei consumi elettrici in tutte le abitazioni monitorate, per una media di -27% per il 2013 e -32% per il 2014, rispetto agli anni immediatamente precedenti all'intervento. Questa è stata la prima esperienza condotta a Cipro di installazione e raccolta dati sui consumi delle famiglie tramite contatori "smart".

## Conclusioni e sviluppi futuri

I progetti pilota condotti nell'ambito dell'iniziativa ELIH-Med hanno dimostrato come le azioni di efficientamento energetico di unità residenziali a basso reddito producano molteplici risultati.

Gli inquilini, oltre ad ottenere una riduzione dei costi delle utenze, hanno beneficiato di un evidente miglioramento del loro comfort abitativo, sia estivo sia invernale. La diffidenza iniziale, con cui avevano accolto il progetto, si è trasformata, una volta compresi i benefici, in sincera riconoscenza e attiva collaborazione. Le esperienze hanno confermato quanto sia importante una corretta informazione nell'obiettivo di accrescere la consapevolezza sulle problematiche energetiche.

Il progetto ha riscontrato approvazione in tutti i paesi in cui si sono svolte le azioni pilota.

La diffusione delle esperienze e delle lezioni acquisite dai partner è culminata nella stesura di due documenti: le linee guida, per rendere ELIH-Med un modello trasferibile, da poter adottare in altri contesti, ed il Policy Paper, che si rivolge ai decisori, a livello europeo, nazionale e locale.



Il Policy Paper e la sua sintesi, la “Carta di Lubiana” [5], sottoscritta dai 19 partner del progetto, forniscono una serie di raccomanda-

zioni sui temi dell'*energy poverty*, dell'edilizia popolare, sulle modalità di coinvolgimento dei privati, al fine di promuovere azioni siner-

giche e stabilire priorità comuni, nei programmi e nelle iniziative europee in materia di efficienza energetica.

**BIBLIOGRAFIA**

[1] M. Garcia, R. Campbell, L. Donaldson, M. Brolis, S. Ghidorzi, D. Van Ing, M. Wart, D. Chérel, S. de Canson, P. Nolay, E. Salesse-Gauthier, S. Burési, E. Poussard, (2009), “Tackling Fuel Poverty in Europe. Recommendations Guide for Policy Makers”, *European fuel poverty and energy efficiency*, 24 pp.

[2] European fuel poverty and energy efficiency Project, WP 5 (2009), “Diagnosis of causes and consequences of fuel poverty in Belgium, France, Italy, Spain and United Kingdom”, Report EIE/06/158/Sl2.447367, 68 pp.

[3] J. D. Healy, (2002), “Housing conditions, energy efficiency, affordability and satisfaction with housing. A pan-european analysis”. *Environmental studies research series working papers*. University College Dublin, 53 pp.

[4] S. Lechtenböhmer, A. Schüring, (2011), “The potential for large-scale savings from insulating residential buildings in the EU”, *Energy Efficiency*, 4(2), 257-270

[5] <http://www.elih-med.eu>



# Local climate change: Assessing the impact and mitigating the heat

The main characteristics of the local climatic change and, in particular, of the urban heat island phenomenon. The implications of the urban heat island on energy consumption in buildings, and on the indoor and outdoor environmental quality and health. The actual research and the existing application aiming to develop and apply mitigation technologies to counterbalance the urban temperature increase and its impact on man

DOI 10.12910/EAI2016-034

by **M. Santamouris**, *Group Building Environmental Studies, Physics Department, University of Athens*

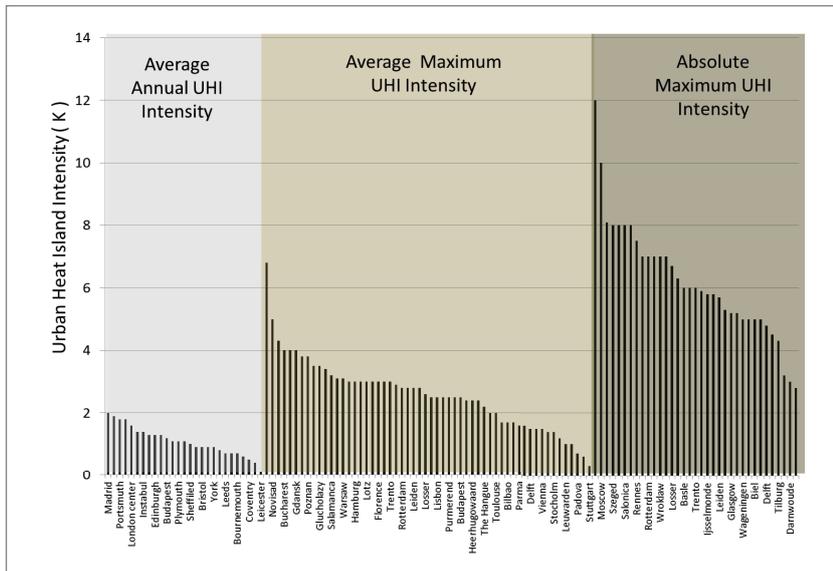


Fig 1 Measurements based on Standard Fixed Stations

The urban heat island is the most documented phenomenon of climate change. Actually, there are more than 400 cities around the world where specific measurements are performed and the existence and the characteristics of the phenomenon are documented and analysed. Urban heat island deals with the development of higher ambient temperatures in the dense zones of cities compared to the surrounding suburban and rural areas as a result of the more positive thermal balance in the urban than in the rural environment. Accumulation of solar heat in the dense urban fabric, excessive generation of anthropogenic heat, lack of green spaces and water, and reduced convective flows because of the inability of the wind to penetrate into the city are among the main reasons contributing to the development of the phenomenon (Santamouris, 2001).

### The Urban Heat Island Phenomenon

Urban heat island exists in all geographic locations, from low to high latitudes, it reaches its maximum during the warm summer period and may be present during the day or the night as a function of the local thermal balance. It achieves its maximum peak during clear days with low wind speed, whereas it is highly affected by the sea breeze and precipitations. Its magnitude is measured in terms of 'Urban Heat Island Intensity', which is the maximum measured difference between the urban and the reference rural station. Unfortunately, there is not a universal agreement on the way that the Urban Heat Island Intensity has to be measured and reported. Such an inconsistency creates a certain confusion and results in false interpretations. Actually, three experimental protocols are used to determine the characteristics of the phenomenon.

The first one is based on the use of standard meteorological stations usually installed in undisturbed urban and rural zones, the second on non-standard stations placed in various zones of the city fabric, and the third one involves the use of mobile stations moving inside the city to map the temperature distribution. The first protocol has the advantage of multiyear measurements, however, the position of the stations does not permit to collect temperature information in the dense urban zones. The second experimental protocol offers data of limited time period, compared to the first protocol, however it allows to map the temperature regime of the thermally sensitive urban zones. Finally, the third protocol may offer data for a very short time period, but can collect information in most of the urban areas. The magnitude of the urban heat island intensity is reported either as a function of the average maximum annual temperature difference between the specific urban zone and the reference station, or the absolute maximum difference between the corresponding stations. In rare cases, the average annual temperature difference is reported. The intensity of the local climate change in the European cities is quite high and may reach values close to 10 K, depending on the measurement protocol and the reporting format used. Figure 1 summarizes the known magnitude of almost all European cities where urban heat island measurements are carried out using standard fixed stations, and reported in credible scientific fora. As shown, an average intensity of the phenomenon varies between 4 to 7 K. It is evident that such a temperature increase may have a serious im-

pact on the energy consumption of buildings during the summer period and also on the overall environmental quality of the cities.

### Impact of the Urban Heat Island Phenomenon

Higher urban temperatures increase energy consumption in buildings during the summer period, intensify the peak electricity demand, deteriorate indoor and outdoor thermal comfort conditions, increase the concentration of harmful pollutants and especially of the tropospheric ozone, affect the health of vulnerable populations, and has a negative impact on the local economy while it increases the ecological footprint of urban areas.

Exposure of population to high ambient temperatures has a significant impact on health and increases mortality rates. Medical research carried out in Southern and Northern European zones has concluded that over a threshold ambient temperature mortality rates increase rapidly. The critical temperature is found to be much higher in the Mediterranean countries, 29.4 °C, than in the Northern and Continental European areas where it was close to 23.3 °C, (Baccini et al, 2008). It is characteristic that a possible increase in the ambient temperature by 1 K above the threshold temperature may increase the mortality rate by 3.12% and 1.84% in the Mediterranean and Northern Europe, respectively.

The impact of the local and global climate change on energy consumption in buildings has been recently assessed using almost all available published data (Santamouris, 2014). It was found that for the 1970-2010 period, the increase in the cooling

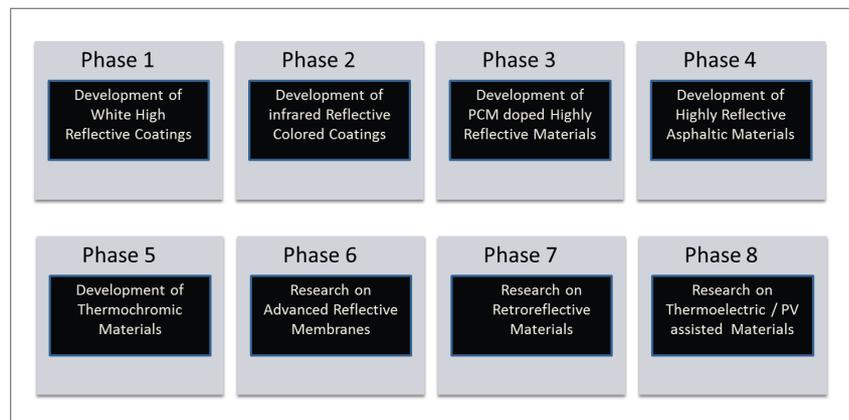


Fig 2 Eight different clusters of the research on reflective materials

demand of buildings induced by the global climate change was significantly higher than the corresponding decrease of the heating load. On average, the calculated increase in the cooling demand of selected buildings was 23 %, while the total increase in the heating and cooling load was 11%. In parallel, it was calculated that the increase in the cooling load induced by the urban heat island is in the order of 13%. Finally, it was found that the global energy penalty caused by the UHI per unit of the city surface and per degree of the UHI intensity is 0.74 kWh/m<sup>2</sup>, ( $\pm 0.67$ ) while the Global Energy Penalty per person, is close to 237( $\pm 130$ ) kW h/p.

### Urban Heat Island Mitigation Technologies

Several techniques and technologies are proposed to mitigate the urban heat island. The main technologies used to deal with the implementation of green spaces in the city scale like additional parks and trees in the streets, or the use of green roofs in buildings and also the use of reflective materials for buildings and open spaces that reflect the incoming so-

lar radiation back in space. In many cases, the use of environmental heat sinks presenting a temperature lower than the ambient one is proposed (Santamouris and Kolokotsa, 2015). Among the different proposed mitigation technologies, the development and use of reflective materials has gained the highest scientific interest. In general, research on reflective materials can be classified in eight different clusters, as shown in Figure 2.

During the first phase of the research, white coatings were developed in an effort to enhance the solar reflectance of the external surface of buildings and pavements. The specific coatings have an increased solar reflectance value by 15% compared to the commercially available white coatings. Comparative measurements of the surface temperature of the advanced white coatings showed that during the day period, the maximum temperature difference between the white coatings was around 5 °C as a function of their reflectivity. The difference between the white and aluminum tiles was up to 11 °C. During the night period, the maximum temperature differ-

ence between the white coatings was around 2 °C, while the maximum temperature difference between the white and the aluminum base paints was around 5 °C. In this case, the role of the emissivity is dominant. During the second phase of the research, coloured coatings presenting a high reflectivity in the infrared were developed. The coatings were tested extensively in terms of durability, age problems and optical degradation, while the thermal performance of the coatings against conventional materials of similar color was extensively tested. During the day, all the cool colored coatings had surface temperatures lower than the colored-matched standard coatings. The best performing cool coatings were black, chocolate brown, blue and anthracite, which maintained differences in mean daily surface temperature from their respective standard color-matched coatings by 5.2, 4.7, 4.7 and 2.8 °C, during the month of August. The highest temperature difference was observed between cool and standard black and was equal to 10.2 °C, corresponding to a difference in their solar reflectance of 22%. The lowest temperature difference was observed between cool and standard green and was equal to 1.6 °C (for August) corresponding to a difference in their solar reflectance of 7%. During the third phase of the research, and in order to further decrease the surface temperature of highly reflective colored coatings, phase change microcapsules containing parafins (phase change  $T = 18\text{ °C}$ ), were incorporated in the cool coatings. Microcapsules have a diameter of 17-20  $\mu\text{m}$  and are protected externally by a polymeric material. The optical and thermal per-

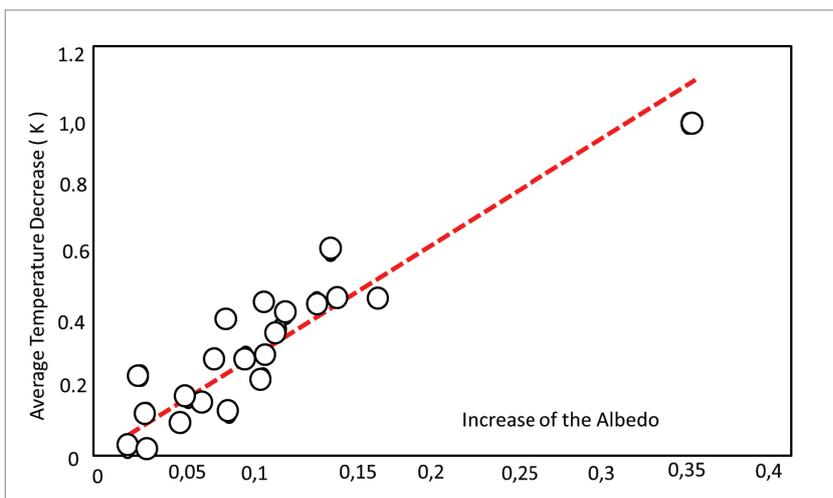


Fig 3 Increase in the local albedo and average temperature decrease

formance of the materials was tested extensively. The surface temperature of the black cool material with PCM microcapsules was almost 3.8 °C lower than the temperature of the cool black and 13.3 °C lower than the common black. Also, the surface temperature of blue cool material with PCM microcapsules was almost 1.8 °C lower than the temperature of the cool blue.

During the fourth phase of the research, cool asphaltic materials were developed and tested. The materials can replace conventional asphaltic materials and are available in different colours. They present a much higher reflectivity and also a lower surface temperature compared to conventional asphalt materials.

During the fifth phase, thermochromic coatings were developed and tested. Thermochromic coatings change colour as a function of the ambient temperature. For low outdoor winter temperatures, the coatings may be dark, presenting a high absorptivity. For higher ambient temperatures, summer, the coating becomes white, presenting a high

reflectivity. Thus, when applied on roofs or walls, it may present the best performance all year round. Thermochromism is the reversible colour change of a substance induced by temperature change. The composition of organic thermochromic dyes includes: a) *the color former*: usually a cyclic ester which determines the color of the final product in its colored state, b) *the color developer*: usually a weak acid that imparts the reversible color change of the thermochromic material and is responsible for the colour intensity of the final product, and c) *the solvent*: usually an alcohol or an ester, that, when reaching the melting point, control the temperature at which the colour change occurs. Thermochromic coatings present a high reflectivity both in the visible and infrared spectrum, and a very strong absorption in the near-ultraviolet range of the spectrum.

The sixth phase of the research aimed at optimising cool membranes under varying conditions. Analysis of five different prototype membranes: (i) standard white, (ii) standard grey,

(iii) standard white with additional 30% white paste, (iv) standard white with additional 30% optimized white paste, and (v) standard white with 10% integrated paraffin as PCM material. The optimization of the cooling potential was performed by increasing specific components, i.e. titanium dioxide ( $\text{TiO}_2$ ) and hollow ceramic microspheres. Additionally, the superficial finishing of the membrane, named “white paste”, was improved in sample (iv) to minimize its sticky effect, typical of polyurethane-based products, affecting their self-cleaning capability.

During the next phase of the work, retroreflective materials were developed and tested. Different materials were investigated and tested and very promising results were obtained regarding the desired reflection angle.

Finally, there is an important research on the use of thermoelectric nanomaterials for pavements. The research has given some first interesting results that are not yet in the phase of exploitation. The developed materials have been applied extensively in various large-scale projects around the world. A recent evaluation of the existing results from all monitored projects showed that it is possible to decrease the average ambient temperature in a place by 0.2 to 0.5 °C using a moderate increase in the local albedo (Santamouris 2014b).

### Use of Advanced Cool Materials in Buildings

Reflective materials are suitable for the roof of buildings in order to reflect solar radiation and decrease the heat input during the summer period. The cooling potential of the so-called ‘cool roofs’ strongly depends

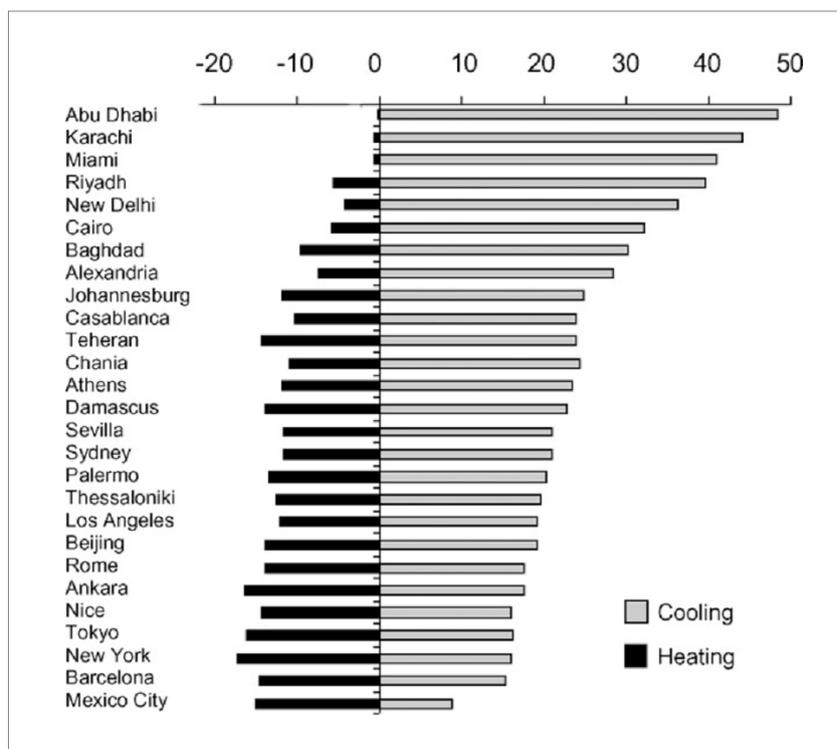


Fig 4 Changes in cooling and heating energy loads (kWh/m² year)

on the thermal conditions of the building, the local climatic conditions and the optical characteristics of the used cool roof. Thousands of applications have been performed all around the world and this is a very well established market that helps to decrease energy consumption in buildings.

An extended study aiming to investigate the cooling potential of cool roofs under different climatic and building boundary conditions is carried out and given in Synnefa et al., 2007. It was found that by increasing the roof solar reflectance the cooling loads are decreased by 18–93% and the peak cooling demand in air-conditioned buildings by 11–27%. In parallel, indoor thermal comfort conditions improve considerably by decreasing the hours of discomfort

by 9–100% and the maximum indoor temperatures in non air-conditioned residential buildings by 1.2–3.3 °C. The contribution of cool roofs was found to be more significant for non-insulated buildings. The calculated heating penalty (0.2–17 kWh/m² year) was less important than the cooling load reduction (9–48 kWh/m² year).

### Conclusions

The Urban Heat Island is an extremely well documented phenomenon that affects the quality of life of cities and creates important energy and environmental problems. Significant research carried out especially during the last 30 years has allowed first to understand and quantify in detail the specific impact of the phe-

nomenon, and second to develop advanced mitigation technologies that are commercially available. Large-scale mitigation projects aiming to

decrease the ambient temperature during the warm period have been undertaken and extensive monitoring has shown that the achieved re-

sults are quite spectacular.

*Contact author:  
msantam@phys.uoa.gr*

## REFERENCES

Baccini M, A. Biggeri, G. Accetta, T. Kosatsky, K. Katsouyanni, A. Analitis, H.R. Anderson, L. Bisanti, D. D'Ippoliti, J. Danova, et al., Heat effects on mortality in 15 European cities, *Epidemiology* 19 (2008) 711–719

Santamouris M, (Editor), *Energy and Climate in the Urban Built Environment*, Earthscan Publishers, London, UK, 2001

Santamouris M, On The Energy Impact of Urban Heat Island and Global Warming on Buildings, *Energy and Buildings*, Volume 82, October 2014, Pages 100-113, 2014

M. Santamouris, Cooling the Cities, A Review of Reflective and Green Roof Mitigation Technologies to Fight Heat Island and Improve Comfort in Urban Environments, *Solar Energy*, 103 (2014b) 682–703, 2014

Santamouris M and Kolokotsa D, *Urban Mitigation Technologies*, Taylor and Francis, London, UK, 2015

Synnefa. A, M. Santamouris and H.Akbari, Estimating the effect of using cool coatings on energy loads and thermal comfort in residential buildings in various climatic conditions, *Energy and Buildings*, 39,11, 1167-1174, 2007

**Chicco Testa**

*Presidente  
di Assoelettrica*



**Rosa Filippini**

*Presidente  
di Amici della Terra*

.....  
Punto & Contropunto è mediata da una tradizione anglosassone. In molte riviste, ma anche in testi divulgativi, si mettono a confronto sullo stesso argomento le opinioni di personalità provenienti da approcci empirici e culturali differenti. Anche la nostra rivista intende proporre questa modalità  
.....

## **1. Ritenete che esista una sufficiente consapevolezza sia sul tema che sui termini: efficienza, risparmio e uso razionale dell'energia?**

**T:** No, purtroppo no. Ma non nel senso che i consumatori finali, siano essi imprese o singole persone o famiglie o istituzioni locali, non sappiano che è opportuno e conveniente risparmiare energia, piuttosto nel senso che hanno idee spesso completamente fuorviate di come si possano conseguire i risultati attesi. Anzitutto c'è una terribile confusione sui termini: risparmio vuol dire consumare meno e in qualche caso spendere meno; efficienza vuol dire fare le stesse cose usando meno energia primaria; uso razionale vuol dire scegliere la fonte e la tecnologia migliore per ottenere un certo risultato. In genere si ha in mente solo il concetto di risparmio e non ci si rende conto che l'uso razionale è la strada dell'avvenire e uso razionale significa elettrificazione dei consumi finali, a livello domestico, a livello dei trasporti collettivi ed individuali. L'elettricità è oggi il vettore energetico più efficiente, meno costoso, più razionale. Ed è il solo che può permettere di ridurre le emissioni climalteranti senza tornare al medio evo.

**F:** Tutti e tre questi termini godono di una immagine positiva presso la pubblica opinione ma in modo indistinto

e per niente consapevole. Che l'efficienza energetica caratterizzi l'industria italiana fin dalla prima crisi petrolifera del 1973, che l'Italia mantenga una serie di primati mondiali in tema di efficienza, dalla produzione di elettricità al parco auto circolante, che il nostro sia il primo paese al mondo per lo sviluppo della cogenerazione, sono dati che ancora lasciano stupefatta la gran parte degli interlocutori, anche quelli che per mestiere o per interesse, come i giornalisti o i politici, dovrebbero esserne a conoscenza. Ciò costituisce un problema perché è chiaro che non si può sviluppare una capacità che non si sa di possedere e non si può mantenere a lungo un primato che non si sa di aver conquistato. Soprattutto, il nostro paese non riesce a "mettere a sistema" le proprie esperienze e capacità per assumere un ruolo guida a livello europeo su questi temi. Così finiamo per "subire" obiettivi imposti da altri sulla base dei propri tornaconti.

## **2. Quanto possono contribuire i meccanismi di incentivazione per l'efficienza energetica al processo di decarbonizzazione imposta dall' UE al 2030 e al 2050?**

**T:** Sicuramente i sistemi di incentivazione hanno ed avranno un ruolo importante, siano essi gli sgravi fiscali per le famiglie che isolano termicamente gli edifici e si dotano di



tecnologie più efficienti, come le pompe di calore, siano i titoli di efficienza energetica riservati alle imprese. Ma, come sempre, bisogna prevenire e reprimere le storture: è possibile che pretendano i TEE anche quelli che asfaltano una strada in base al principio che così le auto consumano meno? Oppure che li pretenda e li ottenga qualsiasi impresa che modifica il proprio ciclo produttivo ottimizzandolo con le migliori tecnologie le quali, ovviamente, richiedono meno energia? Se si segue questa strada si sprecano soldi inutilmente, come è in parte accaduto con il fotovoltaico, e non si conseguiranno mai gli obiettivi europei. E comunque, qualora li si realizzi, lo si farà al costo maggiore invece che a quello minore.

**F:** L'efficienza energetica incide sui consumi di energia mantenendo le prestazioni e il livello di benessere. Accresce la competitività dei sistemi, favorisce lo sviluppo

dell'innovazione tecnologica dei processi e dei prodotti. Facilita il raggiungimento di obiettivi di consumo di fonti rinnovabili che sono espressi in forma percentuale sul totale dei consumi. **È una condizione per il disaccoppiamento** fra sviluppo economico e consumo di risorse, premessa indispensabile per uno sviluppo sostenibile. Se occorre accelerare il processo di decarbonizzazione e se, per questo, occorre prevedere degli incentivi, i primi incentivi a cui pensare devono essere quelli per l'efficienza. Tutto ciò è già affermato a chiare lettere nella Strategia Energetica Nazionale del 2012 a cui però non è stato dato seguito: nel 2015, oltre 13 miliardi di euro sono stati destinati ad impianti già realizzati di fonti rinnovabili elettriche (il salasso sulle bollette elettriche durerà almeno altri 20 anni) mentre appena 500 milioni sono stati spesi per i Certificati Bianchi, il meccanismo che finanzia l'efficienza energetica con il miglior rapporto costi benefici.

### **3. Ritenete che l'industria italiana sia preparata ad affrontare e a rispondere ai temi relativi all'efficienza, risparmio e uso razionale dell'energia?**

**T.:** L'industria italiana è già pronta a rispondere a queste sfide da decenni. Quando si ha l'energia elettrica ed il gas più caro d'Europa per anni ed anni, è chiaro che qualsiasi imprenditore o si ingegna a risparmiare o delocalizza o rinuncia. Il problema è che per risparmiare, per efficientare, per razionalizzare gli usi energetici servono investimenti. E quindi un sistema creditizio che sia disponibile a scommettere anche sulla piccola e la media impresa, che sono il 90 per cento dell'industria italiana. Occorre, insomma, che quel misto di coraggio e di pazzia che anima tanti imprenditori italiani di successo, contagi anche le banche e i servizi finanziari, altrimenti la grande rivoluzione verso un sistema industriale leggero, poco energivoro, che dia tanto valore aggiunto e tanto lavoro, sarà sempre molto, troppo difficile da seguire.

**F.:** Se si discute di efficienza a livello di politiche pubbliche, lo si deve all'industria che, spontaneamente, ha già fatto molto. Per fare di più occorrono politiche coerenti. Invece, non solo il settore dell'efficienza è mantenuto ad un livello residuale di incentivazione, ma accade anche che gli imprenditori che si sono affidati al meccanismo dei Certificati Bianchi per sostenere il rischio di investimenti in innovazione tecnologica, siano "puniti" con provvedimenti retroattivi dal GSE che, evidentemente, ha ricevuto dal MiSE l'ordine di stringere i cordoni della borsa proprio sull'efficienza. Mentre per le rinnovabili elettriche si prevedono nuove aste e nuovi registri, come se gli attuali 13 miliardi annui fossero pochi ...

### **4. Quale organismo ritenete più idoneo a gestire il processo relativo all'efficienza, risparmio e uso razionale dell'energia?**

**T.:** Su questo credo che le cose siano chiare: vogliamo creare un nuovo ente-carrozzina ad hoc? Vogliamo met-

tere tutto nelle mani delle Regioni, che così non si fa nulla e si spende un patrimonio? C'è l'ENEA, che questo lavoro lo fa da sempre. Che continui a farlo. Semmai serve che l'ENEA diventi più leggera, meno burocratizzata, più agile e capace così di rispondere alle sfide che ci attendono. Direi che serve non l'ennesima riforma dell'ENEA, ma una svolta gestionale capace di imprimergli un vigore manageriale. L'ENEA deve comportarsi come se stesse su un libero mercato, non come il vecchio ente pubblico che esegue, magari contro voglia, gli ordini che giungono dalla politica. Ci riuscirà? Ho la massima stima del mio omonimo Federico Testa e di Tullio Fanelli. Sono gli uomini giusti. Speriamo che il resto dell'ENEA li sappia seguire.

**F.:** Vorrei che ognuno facesse la sua parte, come previsto dalla legislazione vigente. Credo anche che sarebbe necessario un organismo di coordinamento fra le istituzioni che gestiscono i diversi aspetti del meccanismo per interpretare la normativa nel modo più condiviso e utile alla piena funzionalità dello strumento.

### **Su quali fonti energetiche è opportuno puntare per realizzare un programma di efficienza, risparmio e uso razionale dell'energia?**

**T.:** Implicitamente, ho girato risposto: il vettore elettrico. Non esiste una fonte migliore dell'altra, non c'è una tecnologia migliore ed una peggiore. Non dobbiamo fare l'errore francese del tutto nucleare e non dobbiamo perpetuare l'errore italiano del no a tutto e viva le rinnovabili discontinue. Serve un mix intelligente di fonti primarie, con il giusto e necessario equilibrio, che non è dato una volta per tutte, ma che muta nel tempo, in funzione dell'evoluzione dei mercati e delle opportunità che vi si generano. Questo per quanto riguarda le fonti primarie. Poi c'è l'uso dell'energia ed in questo ambito l'elettricità è il vettore più sicuro, sia sotto il profilo accidentale sia sotto quello della continuità di approvvigionamento, è il più facile da distribuire, è il più capace di adeguarsi ai cambiamenti, è il solo

nel quale le fonti rinnovabili possono giungere a dare un contributo fino al 50 per cento, è il più pulito. Soprattutto: è di gran lunga il più efficiente.

**E.:** Su tutte, per rispondere ad ogni esigenza nella maniera più appropriata. Nella nostra visione, come Amici della Terra, abbiamo escluso solo l'energia nucleare a causa degli alti costi che comporterebbe un sistema nazionale di controllo e sicurezza dell'intero ciclo nucleare, che sarebbe necessario mettere in opera anche per un solo impianto. Ma non abbiamo preclusioni di tipo ideologico. Pensiamo

che ogni tecnologia, rinnovabile o fossile che sia, comporti un impatto sull'ambiente. Che ogni fonte debba essere presa in esame in relazione all'uso, alle caratteristiche, al contesto. Ai costi che il suo uso comporta, ai benefici che è in grado di portare, alla compatibilità con il territorio che deve ospitarne l'impianto e le infrastrutture. Una cosa è certa: non è bene risparmiare sulle consultazioni, sull'informazione, sul coinvolgimento dei cittadini. La consapevolezza è condizione indispensabile per comportamenti di responsabilità collettiva.

# I Contratti di fiume per una gestione integrata e partecipata dei bacini/sottobacini fluviali italiani

Dissesto idrogeologico: in Italia dall'ottobre 2013 ad oggi danni per circa 4 miliardi di euro dovuti ad oltre 50 anni di errori nella progettazione di alcune opere idrauliche ma anche ad una burocrazia che impedisce la realizzazione di opere necessarie ed approvate, carenza di pianificazione ed illegalità legalizzata attraverso i condoni

DOI 10.12910/EAI2016-019

di **Massimo Bastiani**, *Coordinatore del Tavolo Nazionale dei Contratti di fiume e EU-EIP Water "Smart Rivers Network"*

**L**a gestione pattizia dei beni collettivi e l'adozione di strumenti come i Contratti di fiume (CdF), intesi anche come di lago e costa, rappresentano oggi in Italia, una concreta alternativa al perdurare del rischio ed all'apparentemente "inevitabile" e progressivo degrado del territorio e dell'ambiente<sup>1</sup>. Rappresentano una spinta dal basso pacifica e democratica, una ri-assunzione di responsabilità collettiva, una forma di democrazia diretta. Il successo dei Contratti di fiume risiede nel fatto che dalle piccole comunità locali fino al Governo nazionale, si sta or-

mai facendo strada la consapevolezza che per trovare nuovi modelli di gestione servono nuovi strumenti di governance partecipativa. In questo secolo nei paesi occidentali abbiamo a disposizione, come mai prima d'ora una tecnologia avanzata, un sistema approfondito di conoscenze ed una articolata legislazione ambientale, eppure ci scopriamo ogni giorno più esposti ai rischi. L'incidenza di fenomeni legati ai cambiamenti climatici, alluvioni ed esondazioni si potrà manifestare con minore o maggiore intensità, ma certamente le conseguenze più rilevanti si avranno là dove le popolazioni risul-

tano più vulnerabili per via dell'assetto territoriale, della crescita edilizia incontrollata, dell'abbandono del territorio agricolo e della scarsa coesione sociale. Tutto ciò ha già prodotto lo stato d'emergenza continuativo al quale stiamo assistendo in questi anni.

*"I danni susseguenti al dissesto idrogeologico in Italia dall'ottobre 2013 ad oggi ammontano a circa 4 miliardi di euro. Le cause vanno cercate nei problemi aperti da oltre 50 anni: errori nella progettazione di alcune opere idrauliche ma anche una burocrazia che impedisce la realizzazione di opere necessarie ed approvate, ca-*

renza di pianificazione ed illegalità legalizzata attraverso i condoni. Per quest'ultimo aspetto si tratta di un fenomeno i cui confini sono ancora estremamente incerti, poiché non esiste un database di quanto è stato condonato negli anni...”<sup>2</sup>.

Paradossalmente è proprio l'innalzamento complessivo dei livelli di rischio con il quale ci troviamo a convivere, ad essere il primo detrattore che ci potrà portare fuori dall'attuale inerzia decisionale. I Contratti di fiume, rappresentano una straordinaria opportunità per canalizzare l'energia che viene dai territori, per condividere le conoscenze e avviare l'opera pubblica nazionale della quale abbiamo più bisogno: la manutenzione del territorio. Per trasformare l'emergenza in programmi di prevenzione dandogli finalmente continuità di intenti e risorse.

### La governance partecipativa dei territori fluviali

I Contratti di fiume iniziano a diffondersi in Francia alla fine degli anni '70 per poi espandersi in pochi anni in Stati come il Belgio, il Lussemburgo, i Paesi Bassi, la Spagna, la Svizzera e l'Italia, in molti casi sotto forma di processi transfrontalieri che interessavano più territori. Una certa diffusione si ha anche al di fuori dei confini europei, poiché esperienze di Contratti di fiume si sono realizzate anche nel Quebec canadese e nello Stato africano del Burkina Faso. Il Contratto di fiume in Francia promuove l'attuazione di una gestione collettiva e coerente dei bacini fluviali e si collega ad una politica di attiva valorizzazione delle “trame verdi e blu” del territorio (Figura 1). È interessante notare come nelle fasi immediatamente precedenti alla

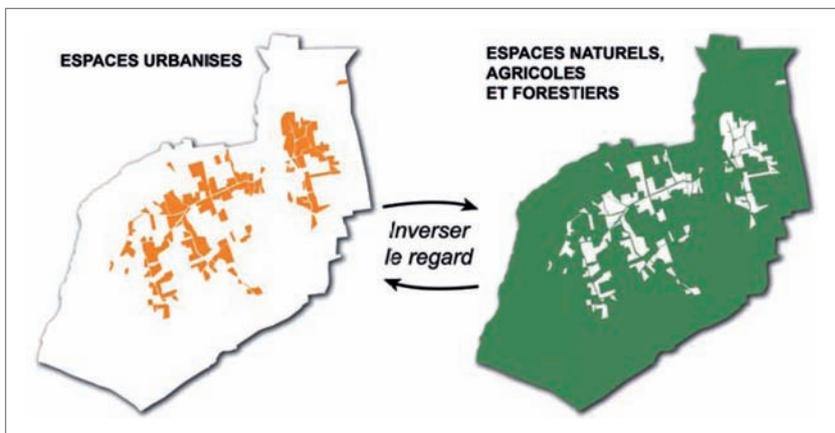


Fig. 1 Trame Verdi e Blu. PLU Arcizac-Adour - Hautes Pyrénées, Nov. 2011

diffusione di questi processi, sia in Francia che in Belgio, l'educazione ambientale e l'innalzamento della consapevolezza delle comunità locali, verso le problematiche relative alla qualità delle acque e più in generale verso gli ambiti fluviali, abbiano giocato un ruolo fondamentale al fine di mobilitare le risorse locali e migliorare il processo decisionale. Un forte slancio alla diffusione dei Contratti di fiume è venuto dalla Direttiva 2000/60/CE “che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque”. La Direttiva all'art. 14 dà una forte enfasi alle diverse forme di consultazione pubblica: “Gli Stati membri promuovono la partecipazione attiva di tutte le parti interessate all'attuazione della presente direttiva, in particolare all'elaborazione, al riesame e all'aggiornamento dei piani di gestione dei bacini idrografici (...)”.

### La via italiana ai Contratti di fiume

In Italia i Contratti di fiume si diffondono nei primi del 2000 a partire da alcune regioni del nord, Lombardia e Piemonte. Ad aver però dato un contributo essenziale alla diffusione

dei Contratti di fiume è stata certamente la nascita nel 2007 del Tavolo Nazionale dei Contratti di fiume (Figura 2). Attraverso: dieci conferenze nazionali, centinaia di convegni e workshop; quattro gruppi di lavoro; la preparazione di una “Carta Nazionale dei CdF”, ai cui principi hanno ormai aderito tredici Regioni; innumerevoli pubblicazioni sul tema, tra cui un libro che ne descrive l'approccio strategico; l'elaborazione di un documento d'indirizzo metodologico coordinato assieme al Ministero dell'Ambiente ed ISPRA; un articolo di legge nazionale che ne riconosce il ruolo all'interno del “testo unico ambientale”; oggi possiamo certamente affermare che i Contratti di fiume italiani, rappresentano una delle realtà più interessanti di innovazione dei processi di governance ambientale.

I corpi idrici rappresentano lo snodo su cui si concentrano gli interessi legittimi dei diversi attori territoriali e dove si sviluppano molteplici conflitti. Basti citare ad esempio la difficoltà, in molti fiumi italiani, di mantenere un deflusso minimo vitale (DMV) tale da soddisfare le esigenze della produzione idroelettrica e

dell'agricoltura con il mantenimento degli habitat naturali e gli utilizzi ricreativi, come la pesca o il canoismo. I Contratti di fiume stanno assumendo un ruolo rilevante, anche in relazione alle strategie riguardanti i cambiamenti climatici. Come indicato dal Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici<sup>3</sup> che include i Contratti di fiume tra le azioni settoriali di tipo trasversale (sia nel medio termine che nel lungo termine) finalizzate ad aumentare la resilienza dei sistemi socio-

grafico, quali strumenti volontari di programmazione strategica e negoziata che perseguono la tutela, la corretta gestione delle risorse idriche e la valorizzazione dei territori fluviali, unitamente alla salvaguardia dal rischio idraulico, contribuendo allo sviluppo locale di tali aree<sup>4</sup>.

Il Tavolo nazionale, in questi anni, ha inoltre sostenuto con forza, in tutti i consessi istituzionali, la necessità di assegnare una priorità nell'attribuzione delle risorse per contrastare il rischio idrogeologico attraverso

dando la priorità a interventi: "...in grado di garantire contestualmente la riduzione del rischio idrogeologico e il miglioramento dello stato ecologico dei corsi d'acqua e la tutela degli ecosistemi e della biodiversità, in ciascun accordo di programma deve essere destinata una percentuale minima del 20 per cento delle risorse. Nei suddetti interventi assume priorità la delocalizzazione di edifici e di infrastrutture potenzialmente pericolosi per la pubblica incolumità".

Sul fronte della gestione dei processi di Contratto di fiume, una particolare attenzione è stata prestata all'approccio metodologico ed ai criteri d'impostazione. Dopo un approfondito studio sulle esperienze in atto, si è intrapreso un lavoro di sintesi condotto con un gruppo di lavoro composto da 35 componenti di diversa estrazione disciplinare. Il gruppo è stato coordinato da Gabriela Scanu del Ministero dell'Ambiente, Andrea Bianco di ISPRA e da Massimo Bastiani, Coordinatore del Tavolo Nazionale<sup>5</sup>. L'esito di questo lavoro si è concretizzato in una opera di armonizzazione che ha portato ad una specifica articolazione delle fasi del processo:

- condivisione di un Documento d'intenti contenente le motivazioni e gli obiettivi generali; la sottoscrizione di tale documento da parte dei soggetti interessati dà avvio all'attivazione del CdF;
- messa a punto di una appropriata Analisi conoscitiva preliminare integrata sugli aspetti ambientali, sociali ed economici del territorio oggetto del CdF; tra le finalità dell'analisi vi è la definizione e/o valorizzazione di obiettivi operativi, coerenti con gli obiettivi della pianificazione esistente, sui quali i sottoscrittori devono impegnarsi;



Fig. 2 Il X° incontro del Tavolo Nazionale dei Contratti di fiume a Milano Expo, 15 ottobre 2015

ecologici.

A fine 2015 i Contratti di fiume hanno finalmente ottenuto il riconoscimento da parte dello Stato italiano con l'inclusione di un apposito articolo nel "Testo Unico Ambientale": *I Contratti di fiume concorrono alla definizione e all'attuazione degli strumenti di pianificazione di distretto a livello di bacino e sottobacino idro-*

*misure integrate.* Un'istanza sostanzialmente recepita dalla legge dell'1 novembre del 2014 n. 164 (di conversione del Decreto Legge n. 133/2014) conosciuta anche, come "Sbocca Italia". L'articolo 7 interviene in materia di rischio idrogeologico prevedendo procedure acceleratorie per la realizzazione delle opere di difesa del suolo e di mitigazione del rischio idraulico

- elaborazione di un Documento strategico che definisce lo scenario, riferito ad un orizzonte temporale di medio-lungo termine, che integri gli obiettivi della pianificazione di distretto e più in generale di area vasta, con le politiche di sviluppo locale del territorio;
- definizione di un Programma d'Azione (PA) con un orizzonte temporale ben definito e limitato (indicativamente di tre anni);
- messa in atto di processi partecipativi aperti e inclusivi che consentano la condivisione d'intenti, impegni e responsabilità tra i soggetti aderenti al CdF ;
- sottoscrizione di un Atto di impegno formale, il Contratto di fiume , che contrattualizzi le decisioni condivise nel processo partecipativo e definisca gli impegni specifici dei contraenti;
- attivazione di un Sistema di controllo e monitoraggio periodico del contratto per la verifica dello stato di attuazione delle varie fasi e azioni, della qualità della partecipazione e dei processi deliberativi conseguenti.
- Informazione al pubblico. I dati e le informazioni sui Contratti di fiume devono essere resi accessibili al pubblico, attraverso una pluralità di strumenti divulgativi, utilizzando al meglio il canale Web.

Nel 2015 il modello italiano dei Contratti di fiume ha visto un suo primo riconoscimento a livello internazionale con l'inserimento nel Rapporto delle Nazioni Unite sullo Sviluppo delle Risorse Idriche Mondiali 2015: "Acqua per un Mondo Sostenibile", curato dal Programma mondiale per la valutazione dell'acqua WWAP UNESCO. Il rapporto ha ospitato tra i casi studio, l'esperienza dei CdF



Fig. 3 Contratto di fiume del Serchio (Prov. di Lucca), Laboratori di partecipazione. Caso Studio inserito nel "United Nations World Water Development Report 2015", UNESCO. Ecoazioni 2012

italiani:<sup>6</sup> "I Contratti di fiume per uno sviluppo sostenibile nel contesto italiano: il caso studio del fiume Serchio" (Figura 3). Il Rapporto WWAP\_UNESCO è stato presentato in anteprima mondiale a New Delhi il 20 marzo 2015 nell'ambito della "Giornata Mondiale dell'Acqua".

### I Contratti di fiume nel Bacino idrografico del Tevere

Il primo incontro del Tavolo Nazionale dei Contratti di fiume si è tenuto nel 2008 ad Umbertide in Umbria, a poche centinaia di metri dal Tevere. In Alta Umbria, nell'ambito del processo di Agenda 21 locale, nasceva contestualmente il primo processo di Contratto di fiume del Bacino del Tevere. Tali iniziative si legavano ad un importante atto di programmazione regionale, il "Disegno Strategico Territoriale (DST)" che assegnava a Tevere e Appennino il ruolo di grandi assi strategici per

lo sviluppo sostenibile della regione. Il Tevere era qui interpretato, come ambito da riqualificare e valorizzare in modo integrato, sul quale investire e concentrare le risorse economiche, e dove consentire agli enti e alle popolazioni rivierasche di riguadagnare un rapporto più stretto con il fiume; sperimentare nuove forme di governance e ricomporre infine, gli indirizzi di pianificazione esistenti. Un'altra interessante esperienza di Contratto di fiume nel bacino del Tevere si è attivata nel 2014 ed ha riguardato il Contratto di fiume del sub bacino del Paglia-Chiani e basso Tevere umbro.

L'avvio di questo Contratto è frutto di una serie di incontri di partecipazione pubblica che si sono ripetuti a seguito dell'alluvione del novembre 2012 (oltre 6 milioni di euro di danni subiti solo dal territorio orvietano) con la finalità di attivare strategie e politiche condivise di prevenzione del rischio idrogeologico, per ri-



Fig. 4 Contratto di fiume Media Valle del Tevere da Orte alla Riserva Tevere-Farfa. I sindaci, la Regione Lazio e l'Autorità di Bacino del Tevere alla cerimonia di firma del Manifesto d'intenti, Ecoazioni 2014

spondere alle problematiche del territorio ed al consumo di suolo. *“Le nuove aree di espansione urbana realizzate negli ultimi anni ‘50 a Ciconia ed Orvieto Scalo, risultano le più colpite e sottoposte a danni maggiori. La recente alluvione ha dimostrato, una volta di più, come una pianificazione urbana caratterizzata da una incondizionata espansione edilizia che non tiene conto dei fattori morfologici del territorio e della dinamiche fluviali, espone beni e persone ad un rischio elevatissimo.”*

L'innovatività del processo di CdF in questo territorio, risiede nel fatto che il Contratto di fiume si integra con la Strategia nazionale per le aree interne<sup>8</sup> del Sud-Ovest Orvietano, in una sinergia tra superamento della marginalità dello sviluppo economico e riduzione del rischio idrogeologico<sup>9</sup>. Tra Umbria e Lazio si è attivato, sempre nel 2014, il Contratto di fiume “Media Valle del Tevere da Orte alla Riserva Tevere-Farfa” (Figura 4). In questo territorio, vi è una vocazionalità turistica ancora inespressa, con i

centri storici di crinale e la piana alluvionale del Tevere in cui il fiume, un tempo navigabile fino a Roma, fa da corridoio e filo conduttore.

Lo sviluppo di un processo di Contratto di fiume sta trovando in questi ultimi anni un certo interesse anche a Roma, in ambito urbano. La valorizzazione del Tevere e dell'Aniene per il quale si sta avviando un ulteriore Contratto di fiume, possono considerarsi una sfida veramente strategica per l'Amministrazione Capitolina, implicando molteplici aspetti di ricerca preliminare e coinvolgimento partecipativo attraverso il quale definire un possibile piano a medio termine dal grande impatto ambientale, culturale e socio-economico. Le valenze interdisciplinari, intersettoriali e interamministrative sono difatti tali e tante da dar luogo a una complessità che inevitabilmente mette in evidenza l'inefficacia di interventi parziali<sup>10</sup>.

Nel collage dei Contratti di fiume del bacino del Tevere, che coinvolge più regioni, emerge la necessità di cre-

are da parte delle Amministrazioni Regionali e dell'Autorità di Distretto Idrografico, un meta-contratto, o “contratto dei contratti” che consenta di operare per singoli ambiti ma all'interno di un quadro di riferimento fortemente integrato. Sono quindi necessari, degli strumenti di raccordo in area vasta, dai quali emergano gli obiettivi strategici ai quali i Contratti stessi possano riferirsi (Figura 5).

In questo senso ha già operato la Regione Umbria attraverso la redazione di un “Atlante regionale degli obiettivi per i Contratti di fiume e di paesaggio”<sup>10</sup> ed analoga iniziativa è in corso presso la Regione Lazio. L'“Atlante degli obiettivi” ha la finalità di mettere a disposizione dei processi partecipativi ed in particolare dei Contratti di fiume, un quadro di riferimento territoriale, ambientale e paesaggistico. Attraverso l'Atlante intende favorire una maggior conoscenza delle previsioni dei piani e programmi già esistenti potenzialmente o direttamente incidenti sulle scelte dei Cdf, portandoli alla scala delle comunità locali. L'Atlante è strutturato per essere un documento rappresentativo/descrittivo delle trasformazioni territoriali in essere e previsionali, declinate per Ambiti territoriali di riferimento. Intende fornire un contributo alla condivisione di Indirizzi e Misure che permettano, ai Contratti di fiume, avviati ed in avvio a livello regionale, di raggiungere obiettivi comuni in merito alla qualità delle acque, difesa dei suoli, sicurezza idraulica, qualità eco sistemica e del contesto agricolo, riqualificazione e valorizzazione paesaggistica e ambientale, sviluppo economico, sensibilizzazione.

È utile evidenziare che l'Atlante, si collega strettamente con il documento d'indirizzo nazionale “Defi-

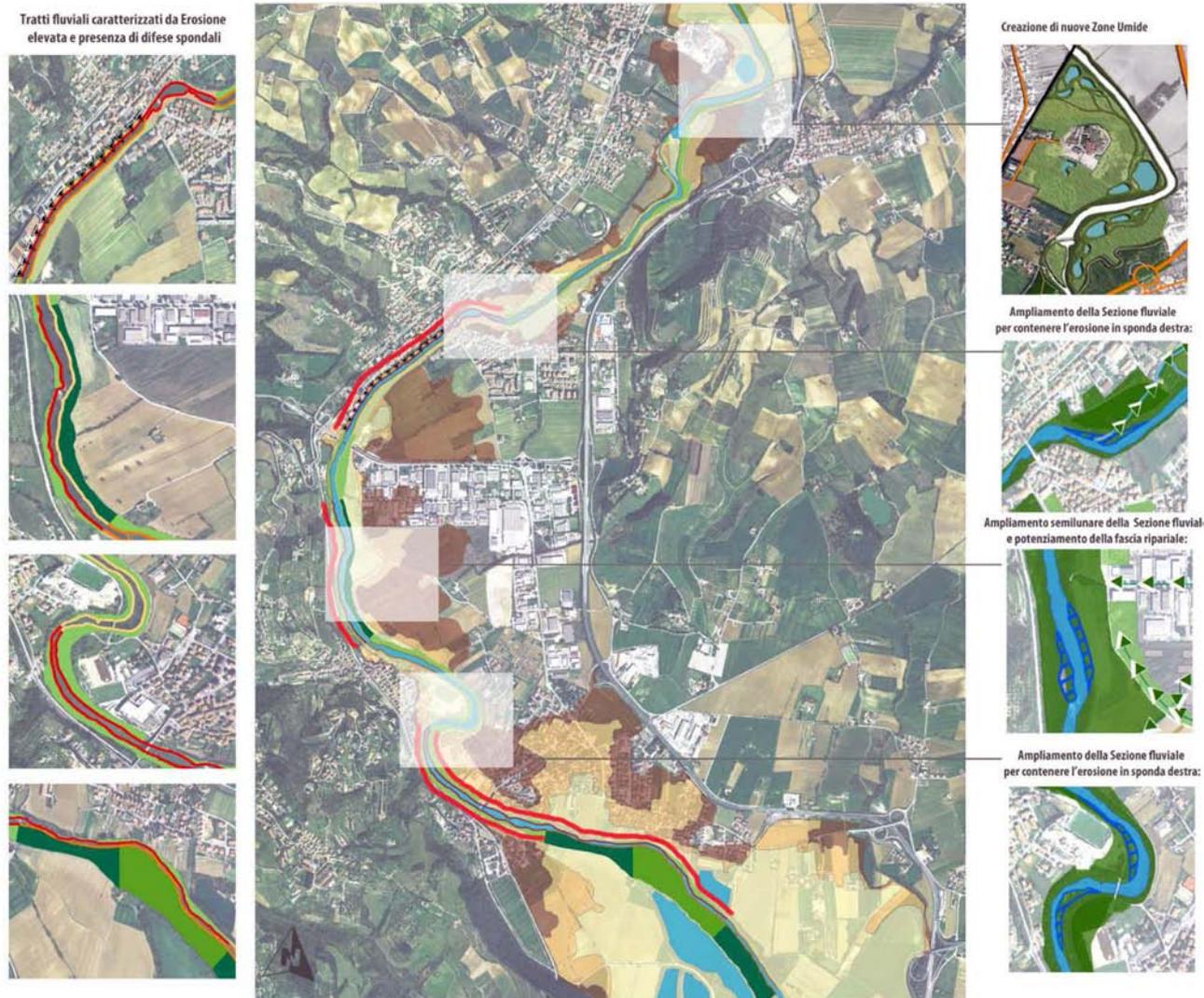


Fig. 5 Il Tevere in Umbria (aree intercluse tra fiume e città). Master Plan Ponte Felcino (Perugia). Regione Umbria, Servizio valorizzazione del territorio e tutela del paesaggio. Progetto: Arch.tti M. Bastiani, F. Nigro, V. Venerucci, 2011

nizioni e Requisiti Qualitativi di base dei Contratti di fiume” ed ha tra le sue principali finalità quella di fornire le basi per lo sviluppo dell’Analisi Conoscitiva Integrata elaborata dal proponente sugli aspetti ambientali, sociali, economici, culturali e ma-

nageriali (capitale umano) relativamente al territorio oggetto del CdF. A partire dall’insieme di queste esperienze il Tevere potrebbe rappresentare nel suo complesso un importante ambito pilota di rilevanza nazionale, per sperimentare

nuovi modelli di gestione a scala di Bacino e sub-Bacino idrografico e per avviare un meta-contratto interregionale.

*Per saperne di più:  
m.bastiani@ecoazioni.it*

<sup>1</sup> Massimo Bastiani (a cura di), *Contratti di fiume. Pianificazione strategica e partecipata dei bacini idrografici*, Dario Flaccovio editore, Palermo 2011

<sup>2</sup> Erasmo D'Angelis durante la Cabina di Regia della Struttura di Missione contro il rischio idrogeologico del 14 dicembre 2014, Palazzo Chigi, Roma

<sup>3</sup> "Strategia Nazionale di adattamento ai Cambiamenti Climatici", documento redatto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con il coordinamento scientifico del CMCC (Centro Euro-Mediterraneo sui cambiamenti climatici), approvato il 30 ottobre 2014 dalle Conferenze Stato Regioni ed Unificata

<sup>4</sup> Collegato ambientale alla legge di stabilità, Legge 28 dicembre 2015, n. 221, e conseguente introduzione dell'art. 68-bis all'interno del Testo Unico Ambientale (D.lgs.152/2006)

<sup>5</sup> Tavolo Nazionale dei Contratti di fiume, Ministero dell'Ambiente, ISPRA, "Definizioni e Requisiti Qualitativi di base dei Contratti di fiume" 12 marzo 2015. Il documento è stato redatto dal Gruppo di Lavoro "Riconoscimento dei CdF a scala nazionale e regionale, definizione di criteri di qualità" del Tavolo Nazionale dei Contratti di fiume

<sup>6</sup> Massimo Bastiani, Endro Martini, Giorgio Pineschi, "The Italian Experience of River Contracts and Case Study of the Serchio Valley". UNESCO's contribution to the United Nations World Water Development Report 2015 "Facing the Challenges. Case Studies and Indicators". Paris, UNESCO

<sup>7</sup> Tommaso Bastiani, "Dinamica Fluviale, sviluppo urbanistico e rischio geologico idraulico nel Basso Paglia (Umbria meridionale)", Tesi di Laurea. Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Fisica e Geologia, Corso di Laurea in Geologia (Relatore Corrado Cencetti), Perugia, Anno Accademico 2013-2014

<sup>8</sup> La Strategia Nazionale Aree Interne è stata avviata nel settembre 2012 dal Ministro per la Coesione con il supporto di un Comitato Tecnico Aree Interne costituito allo scopo. Ne fanno parte il Ministero dei Beni Culturali, il Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, il Ministero del Lavoro, il Ministero dell'Istruzione, il Ministero della Salute, il Ministero Infrastrutture e Trasporti, l'UPI, l'ANCI, l'UNCEM, l'INEA, l'ISFOL e l'ISMEA. Il DPS vi partecipa attraverso l'UVER e l'UVAL, che lo presiede

<sup>9</sup> Massimo Bastiani, Virna Venerucci, "Preliminare di Strategia Area interna Sud-Ovest Orvietano", Assistenza tecnica al Comune di Orvieto, aprile 2016

<sup>10</sup> Consorzio Tiberina, "Il Contratto di fiume del Tevere nell'area urbana di Roma", Strumento di promozione per la qualità della vita e dell'ambiente, 2014

<sup>11</sup> Ambra Ciarapica, Massimo Bastiani (a cura di), "Atlante regionale degli obiettivi per i Contratti di fiume e di paesaggio", Regione Umbria 2016

## BIBLIOGRAFIA

Massimo Bastiani (a cura di) "Contratti di fiume. Pianificazione strategica e partecipata dei bacini idrografici" Dario Flaccovio editore, Palermo 2011

Massimo Bastiani "I Contratti di Fiume come strumento di governance delle acque in ambito urbano" in ISPRA Stato dell'Ambiente 2013 - Qualità dell'ambiente urbano IX rapporto - Focus su Acque e ambiente urbano. Roma 2013

Massimo Bastiani, Endro Martini, Giorgio Pineschi "The Italian Experience of River Contracts and Case Study of the Serchio Valley". UNESCO's contribution to the United Nations World Water Development Report 2015 "Facing the Challenges. Case Studies and Indicators". Paris, UNESCO.

Tommaso Bastiani "Dinamica Fluviale, sviluppo urbanistico e rischio geologico idraulico nel Basso Paglia (Umbria meridionale)" Tesi di Laurea. Università degli Studi di Perugia, Dipartimento di Fisica e Geologia, Corso di Laurea in Geologia (Relatore Corrado Cencetti), Perugia Anno Accademico 2013-2014

Gaetano Borrelli "La sostenibilità ambientale. Un manuale per prendere buone decisioni", Ed. ENEA 2015

Ambra Ciarapica, Massimo Bastiani (a cura di) "Atlante regionale degli obiettivi per i Contratti di fiume e di paesaggio", Regione Umbria 2016

Tavolo Nazionale dei Contratti di fiume, Ministero dell'Ambiente, ISPRA "Definizioni e Requisiti Qualitativi di base dei Contratti di fiume" 12 marzo 2015

Tavolo Nazionale dei Contratti fiume, Regione Lombardia, Regione Piemonte, Autorità di Bacino del Po, Federparchi "Carta nazionale dei Contratti di Fiume", Milano 2010  
*Gulviver firivas troximis audam ret viciptilis. C. Oltum nu mus num pl. Eliusqui tem iae ius hos ne tere impl. Quod postin seri ficon vivigilne et firisus vivitud actorartiam andac omnihiacae*

# La de-carbonizzazione dell'economia

Il Consiglio europeo del 23-24 ottobre 2014 ha definito un quadro di riferimento al 2030 per le politiche su clima ed energia che prevede una serie di misure finalizzate alla riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra e alla promozione dell'efficienza energetica e delle energie rinnovabili

DOI 10.12910/EAI2016-019

di **Raffaele Tiscar**, Vice segretario generale della Presidenza del Consiglio dei Ministri e **Annalidia Pansini**, Segreteria Vice segretario generale

Il quadro europeo prevede l'obiettivo vincolante di ridurre entro il 2030 le emissioni di gas ad effetto serra dell'Unione Europea di almeno il 40% rispetto ai livelli del 1990. Obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra nell'ambito della politica clima-energia europea).

Il quadro europeo prevede l'obiettivo vincolante di ridurre entro il 2030 le emissioni di gas ad effetto serra dell'Unione Europea di almeno il 40% rispetto ai livelli del 1990. Obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra nell'ambito della politica clima-energia europea).

Per raggiungere questo obiettivo:

- i settori interessati dal sistema

di scambio di quote di emissione (ETS) dovranno ridurre le emissioni del 43% rispetto al 2005; a questo scopo l'ETS dovrà essere riformato e rafforzato;

- i settori non interessati dall'ETS dovranno ridurre le emissioni del 30% rispetto al 2005 e ciò dovrà essere tradotto in singoli obiettivi vincolanti nazionali per gli Stati membri (Tabella 1).

L'Unione Europea fissa, inoltre, l'obiettivo vincolante di portare la quota di consumo energetico finale soddisfatto da fonti rinnovabili almeno al 20% entro il 2020 (17% per l'Italia<sup>1</sup>) e al 27% entro il 2030 (Tabella 2).

Sulla base della direttiva sull'effi-

cienza energetica (2012/27/CE) il Consiglio Europeo ha identificato un obiettivo indicativo di riduzione dei consumi primari di energia del 27%, entro il 2030, rispetto al consumo tendenziale risultante dallo scenario di riferimento PRIMES costruito nel 2007 dalla Commissione Europea. L'obiettivo sarà riesaminato nel 2020 al fine di renderlo più stringente (Tabella 3).

Tali attività avviate a livello europeo impattano sulle politiche dell'Italia relative all'energia e al clima e costituiscono la base per definire gli obiettivi e i target a medio e lungo termine di riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra nonché di programmazione energetica nazionale.

Riferimento	Area	Anno target	Settori	Anno riferimento	Target
2008 Climate Action and Renewable Energy Package	EU28	2020	tutti	1990	-20%
	EU28	2020	ETS	2005	-21%
	EU28	2020	non ETS	2005	-10%
	Italia	2020	non ETS	2005	-13%
2030 Framework for climate and energy policies	EU28	2030	tutti	1990	-40%
	EU28	2030	ETS	2005	-43%
	EU28	2030	non ETS	2005	-30%
	Italia	2030	non ETS	2005	da definire
Roadmap for moving to a low carbon economy in 2050	EU28	2050	tutti	1990	-80% e oltre

**Tab. 1** Obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra nell'ambito della politica clima-energia europea  
Fonte: elaborazione Gruppo di Lavoro Tecnico della Presidenza del Consiglio da dati EU

Riferimento	Area	Anno target	Target
2008 Climate Action and Renewable Energy Package	EU28	2020	20%
	Italia	2020	17%
Strategia Energetica Nazionale (2013)	Italia	2020	19-20%
2030 framework for climate and energy policies	EU28	2030	27%
	Italia	2030	da definire
Roadmap for moving to a low carbon economy in 2050	EU28	2050	55%-75%

**Tab. 2** Obiettivi di share delle fonti rinnovabili nell'ambito della politica clima-energia europea e nazionale  
Fonte: elaborazione Gruppo di Lavoro Tecnico della Presidenza del Consiglio da dati EU

Riferimento	Area	Anno target	Target
2008 Climate Action and Renewable Energy Package	EU28	2020	20%
	Italia	2020	-
Strategia Energetica Nazionale (2013)	Italia	2020	24%
2030 framework for climate and energy policies	EU28	2030	27%
	Italia	2030	-
Roadmap for moving to a low carbon economy in 2050	EU28	2050	-

**Tab. 3** Obiettivi di riduzione dei consumi energia primaria nell'ambito della politica clima-energia europea e nazionale rispetto al consumo tendenziale risultante dallo scenario di riferimento Primes del 2007  
Fonte: elaborazione Gruppo di Lavoro Tecnico della Presidenza del Consiglio da dati EU

## Le attività della Presidenza del Consiglio dei Ministri

Vista la complessità del tema e le implicazioni di carattere ambientale ed economico e le ricadute sulla

competitività del sistema industriale italiano, si è deciso di realizzare un “cruscotto di valutazione” che possa essere utilizzato dal decisore pubblico per misurare gli impatti ambientali, economici e sociali degli obietti-

vi proposti a livello comunitario. A tal fine presso la Presidenza del Consiglio è stato istituito un Gruppo di lavoro tecnico nell'ambito del quale sono state riunite competenze e professionalità diverse al fine di



Aaron Sneedon

mettere a sistema e valorizzare le diverse conoscenze in modo interattivo e flessibile. Partecipano al Gruppo di lavoro tecnico rappresentanti delle Amministrazioni centrali competenti per le politiche su clima ed energia nonché esperti di Centri di Ricerca ed Università.

Per poter effettuare una valutazione integrata di tutti gli aspetti legati alla de-carbonizzazione è necessario, a fronte di un processo di simulazione degli scenari energetici ed emissivi, ampliato anche a settori quali industria, agricoltura e trasporti, valutare, in chiave dinamica e di policy,

anche gli impatti indiretti: effetti sulla competitività del sistema industriale e sulle famiglie, impatti ambientali, ruolo della “public acceptance” di alcune nuove tecnologie e dell’inerzia al cambiamento negli utilizzatori finali.

A tal proposito sono state individuate quattro macro aree di lavoro: la realizzazione di un database con le informazioni sulle variabili climatiche, economiche e ambientali che definiscono il set informativo dal quale poi possono essere realizzati gli scenari; la realizzazione di un database che include i dati di

input sulle tecnologie energetiche di domanda o di uso finale nonché la elaborazione di un catalogo sulle tecnologie per la “de-carbonizzazione” che includerà anche le best practices a livello nazionale; l’attività di costruzione dello scenario di riferimento 2015-2030 dove verranno integrati i risultati dei modelli energetici con quelli dei modelli macro – economici; la costruzione di un “cruscotto di valutazione” definito da un set di indicatori che rappresentano benefici e costi dei vari scenari di de-carbonizzazione (gli indicatori potranno essere di costo/

efficacia, dei benefici delle riduzioni dei gas ad effetto serra, di equità/efficienza a livello europeo).

Ci si auspica che il risultato di tale esercizio, basato sull'impegno di

tanti autorevoli soggetti, possa essere la messa a punto di uno strumento tecnico di supporto che possa essere utilizzato dalle Amministrazioni competenti nella pianificazione

delle diverse politiche del Paese su clima ed energia, anche nell'ottica di promuovere filiere tecnologiche e produttive funzionali allo sviluppo economico del paese.

<sup>1</sup> Il *progress report* del 2015, pubblicato dal GSE, ha confermato il raggiungimento dell'obiettivo del 17% per l'Italia già nel 2014



## COSA CI ASPETTA DOMANI

# Uomini e insetti – dalla logica di sterminio all'alleanza per la sostenibilità

di Paola Carrabba e Andrea Sonnino, ENEA

Un'anticipazione del tema trattato nel prossimo numero della rivista

Il terzo numero del 2016 della rivista Energia, Ambiente e Innovazione dell'ENEA, di cui si prevede la pubblicazione a settembre, sarà dedicato alle strategie di convivenza sostenibile con gli insetti. Questi invertebrati sono, infatti, una componente essenziale della biodiversità e offrono molti importanti servizi ecosistemici, tra cui l'impollinazione di piante spontanee e coltivate, la degradazione ed il riciclo della sostanza organica nel terreno e il biocontrollo di agenti patogeni e parassiti. I tentativi di eradicazione degli insetti parassiti di piante coltivate, di animali domestici e dell'uomo, effettuati nella seconda parte dello scorso secolo, hanno mostrato di avere conseguenze deleterie sull'equilibrio degli ecosistemi, anche di quelli disturbati come gli agroecosistemi, dimostrandoci nel lungo termine i danni hanno spesso superato i vantaggi ottenuti.

Oggidi è anche molto difficile separare gli effetti degli interventi sugli agroecosistemi da quelli effettuati su altri ambienti antropizzati, come le disinfestazioni di aree abitate. Si stanno quindi affermando approcci di controllo

degli insetti nocivi e di difesa delle colture più attenti agli equilibri ecologici, volti a minimizzare gli effetti negativi di alcuni insetti sull'uomo e sulle sue attività e nel contempo a valorizzare e massimizzare i servizi ecosistemici offerti da altre specie. A questo scopo vengono utilizzate sia tecnologie già consolidate come l'*Integrated Pest Management*, sia metodi in fase di sviluppo come la *Incompatible Insect Technique*.

Per queste strategie di transizione verso sistemi agricoli sostenibili, assumono un'importanza strategica sia lo studio che la comprensione della biologia, del comportamento e della variabilità genetica degli insetti, sia di quelli considerati come benefici che di quelli annoverati tra gli organismi nocivi.

Il numero monografico di *Energia Ambiente Innovazione* si propone di fare il punto delle conoscenze fin qui acquisite e di discutere i moderni concetti e approcci dei rapporti tra uomini ed insetti. Tali approcci possono essere considerati come prodromi di una alleanza per la sostenibilità.

# La rivista dell'ENEA è disponibile su:

[www.enea.it](http://www.enea.it)

---

