

Judit Kimpian, Director of Sustainable Architecture & Research, Aedas R&D

Paola Marrone, Dipartimento di Architettura, Università Roma Tre

Lucia Martincigh, Dipartimento di Architettura, Università Roma Tre

Dejan Mumovic, University College of London (UCL), Faculty of Built Environment, Bartlett School of Graduate Studies, London

Judit.Kimpian@aedas.com

paola.marrone@uniroma3.it

lucia.martincigh@uniroma3.it

d.mumovic@ucl.ac.uk

Abstract. La qualità ambientale e l'efficienza energetica sono obiettivi strategici che possono far luce sulla 'bontà' di scelte progettuali e tecnologiche, sull'impatto delle strategie di gestione e del comportamento degli utenti. Ricerche dimostrano che il divario tra consumi energetici attesi e in uso può essere ridotto se si considerano in modo integrato prestazioni tecniche, comportamento degli occupanti e sistemi di gestione. Nel Regno Unito, industrie e università hanno realizzato "Carbon Buzz" secondo i principi dell'*Evidence Based Design*. A seguito di questa esperienza, l'Università Roma Tre con l'UCL e Aedas R&D sta sviluppando una piattaforma che, attraverso dati strutturati e confronti, aiuta a mettere in relazione scelte progettuali, tecnologiche e di gestione con le prestazioni energetiche e le emissioni di CO₂.

Parole chiave: Qualità ambientale, Prestazioni in uso, Efficienza energetica, Consumi energetici, *Benchmark*

Dal monitoraggio alle prestazioni

La qualità ambientale e l'efficienza energetica sono obiettivi ormai strategici, non solo a livello europeo, definiti da

protocolli e direttive che hanno fissato, com'è noto, una riduzione dei consumi di energia primaria e delle emissioni di CO₂, nonché un incremento nell'uso delle fonti rinnovabili, del 20% al 2020. Il monitoraggio delle prestazioni energetiche del patrimonio edilizio sembra essere lo strumento più appropriato per mettere in luce sia l'effettiva validità delle soluzioni progettuali e tecniche, scelte allo scopo di ridurre i consumi energetici e le emissioni di CO₂, garantendo il *comfort indoor*, sia l'impatto delle strategie gestionali adottate e dei comportamenti assunti dagli utenti (Gupta et al., 2010).

Occorre osservare, tuttavia, come recenti studi hanno dimostrato, che gli sforzi attuali nel realizzare edifici a basse emissioni, pur mantenendo livelli accettabili di qualità ambientale interna, abbiano avuto scarso successo (Dasgupta et al., 2011). Inoltre, l'assenza di dati facilmente disponibili sui consumi energetici

combinati con descrittori della forma fisica, delle caratteristiche ambientali interne, dell'uso dello spazio e dei comportamenti degli utenti influisce sull'accuratezza delle previsioni di progetto dei consumi energetici e impedisce lo sviluppo di strategie trasparenti e validate per la modellizzazione degli usi energetici negli edifici (Prodromou et al., 2009). Queste considerazioni sono state suffragate dall'opinione di 286 professionisti britannici, che hanno reputato l'incapacità di prevedere i reali consumi degli edifici come uno dei fattori di rischio chiave per la progettazione di edifici a basse emissioni (Dasgupta et al., 2011). La discordanza tra prestazione di progetto e in uso, ulteriormente evidenziata dalle valutazioni in fase d'esercizio POE (*Post Occupancy Evaluation*), spinge progettisti e ingegneri a dover fornire sia la stima accurata dei consumi energetici, sia indicazioni per raggiungere l'obiettivo di riduzione delle emissioni. Sebbene gli studi di POE, che già dai primi anni '80 si prefiggono di valutare le prestazioni degli edifici dopo un certo tempo dalla loro occupazione (Preiser e Vischer, 2005), siano essenziali, essi sono condotti dai pochi interessati, in ambito accademico e industriale, su un numero limitato di edifici, perché richiedono campagne di indagine lunghe e costose, limitando la possibilità di formulare linee guida progettuali su solide prove. I dati raccolti, inoltre, sono raramente organizzati in un database e utilizzati per sviluppare ricerca.

Per questa ragione, soprattutto in ambito anglosassone, sul modello dei protocolli decisionali dell'*Evidence-Based Medicine*, si sta sviluppando l'*Evidence-Based Design* (EBD) fondato su decisioni responsabili, motivate da informazioni significative, tratte dalla letteratura scientifica e dalla buona pratica delle realizzazioni nel campo della progettazione edilizia (Hamilton e

From design to management: a benchmarking process for the energy efficiency of buildings

Abstract: Environmental quality and energy efficiency are strategic objectives which can highlight the 'effectiveness' of design and technological choices, as well as the impact of management strategies and user behaviour. Studies show it is possible to narrow the gap between expected and actual energy consumption if technical performance, occupant behaviour, and management systems are considered together. In the United Kingdom, industries and universities have created 'Carbon Buzz' based on the principles of *Evidence Based Design*. Following on from this project, Rome Tre University, together with UCL and Aedas R&D, are developing a platform using structured data and comparisons to create a link between energy performance and CO₂ emissions, and choices regarding design, technology, and management.

Keywords: Environmental quality, Actual performance, Energy efficiency, Energy consumption, Benchmark

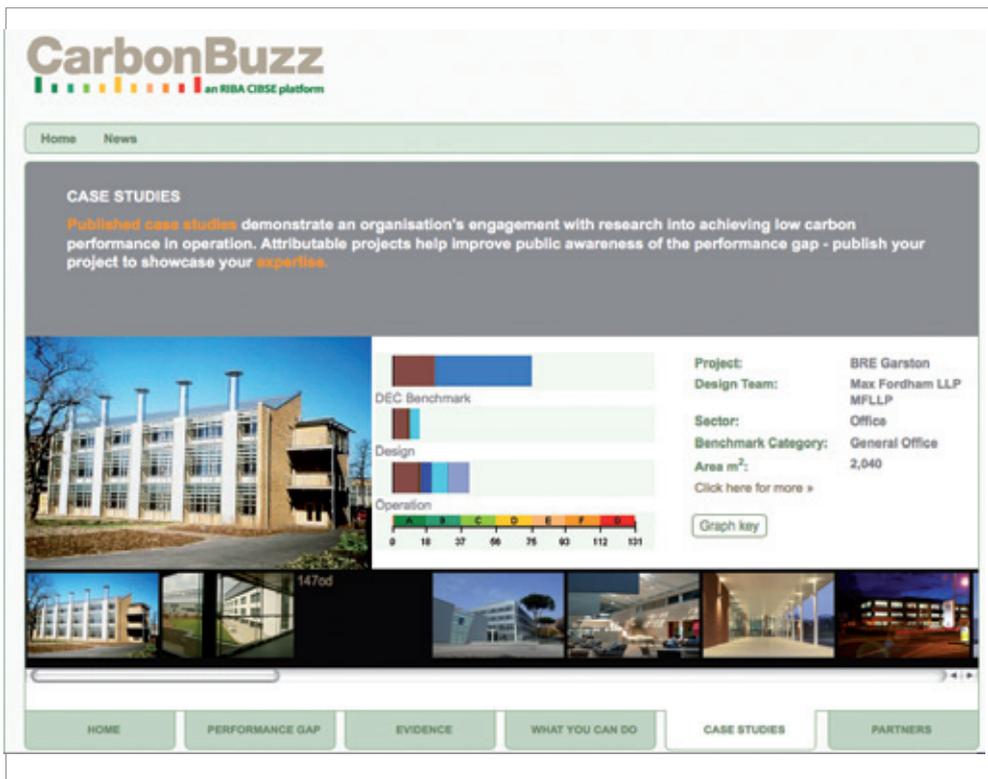
From monitoring to performance

Environmental quality and energy efficiency are strategic objectives not only in Europe; they are defined by protocols and directives which, as we all know, promote a reduction in primary energy consumption and CO₂ emissions, and a 20% increase in the use of renewable sources before 2020. Monitoring the energy performance of the housing stock appears to be the most appropriate tool to highlight the effective validity of design and technical solutions, adopted to reduce energy consumption and CO₂ emissions and thereby guarantee indoor comfort, and also the impact of management strategies and user behaviour (Gupta et al., 2010).

However, recent research studies have shown that ongoing efforts to deliver low carbon buildings have had little success, despite the fact they

maintain acceptable levels of indoor environmental quality (Dasgupta et al., 2011). Furthermore, the absence of readily available energy use data matched with descriptors of physical form, indoor environmental quality parameters, use of space, and user behaviour, affects the accuracy of predicted energy consumption at the design stage and prevents the development of transparent and validated strategies for modelling the energy use of buildings (Prodromou et al., 2009). This has been further substantiated by the opinion of 286 British professionals who consider that one of the key risks in the design of low carbon buildings is the inability to predict the actual energy consumption of the buildings (Dasgupta et al., 2011).

The discrepancy between design figures and actual readings, further



01 | Un caso studio della piattaforma Carbon Buzz
A case study of the Carbon Buzz platform

Watkins, 2008). Parimenti, in campo energetico, si stanno sperimentando e coordinando processi (es. *The Softlandings Framework*), programmi (es. *Building Energy End-Use Study*, BEES) e strumenti di supporto alla progettazione (es. *The Building performance sketch*), che cercano di utilizzare in modo efficace le lezioni delle procedure di *Monitoring & Evaluation* (M&E) e POEs, dal progetto alla gestione (Donn et al., 2012).

Dall'esperienza anglosassone alla messa a punto di un prototipo di benchmark italiano

Nell'ambito di questi studi, un'interessante esperienza è rappresentata dalla piattaforma anglosassone "Carbon Buzz"¹ che raccoglie e confronta casi studio (a oggi circa 400); condivide i dati con le diver-

emphasised by post occupancy evaluation (POE), has forced designers and engineers to provide not only an accurate estimation of energy use, but also indications about how to achieve emission reduction. Although POE studies are crucial – and as far back as the early eighties these studies were already evaluating post-occupancy building performance (Preiser and Vischer, 2005) - they are conducted by very few interested academic or industrial parties on a limited number of buildings due to the fact that campaigns take time and are expensive; this limits the possibility to develop design guidelines based on solid evidence. Furthermore, collected data is seldom organised in a database and used for research.

This is why, above all in the Anglo-Saxon world, the decisional protocol models of Evidence-Based Medicine

are being used as a template to develop Evidence-Based Design (EBD) based on responsible decision-making backed by meaningful information in scientific literature and by best practices of site-specific building design (Hamilton and Watkins, 2008). Likewise, as regards energy, experimentation and coordination involve processes (e.g., *The Softlandings Framework*), programmes (e.g., *Building Energy End-Use Study*, BEES), and design support tools (e.g., *The Building performance sketch*), which try to efficiently use the procedural lessons of M&E and POEs, from design to management (Donn et al. 2012).

From the Anglo-Saxon experience to the fine-tuning of an Italian benchmarking prototype

Of all these studies, the Anglo-Saxon platform "Carbon Buzz"¹ is an inter-

se organizzazioni coinvolte (674 organizzazioni); traccia il consumo energetico di edifici appartenenti a diverse tipologie e destinazioni d'uso, dalla fase di progetto a quella in uso, associandolo alle emissioni di CO₂; fornisce informazioni su come migliorare le prestazioni energetiche attraverso un processo di *benchmarking*, ossia di confronto con edifici simili in rapporto a prestazioni di riferimento definite da specifiche norme.

La piattaforma è organizzata in due parti: dati della fase di progetto e di esercizio, descritti in dettaglio per ciascun caso studio. La struttura dei dati si basa sul sistema del Display Energy Certification (DEC) e sull'Energy Assessment and Reporting Methodology (CIBSE TM22) (Fig. 1).

Anche se le caratteristiche morfologiche e geometriche, costruttive e tecnologiche non sono ancora ben rappresentate nella

esting project which collects and compares case studies (now roughly 400), shares data across the organisations (674 organisations), and tracks energy consumption and associated CO₂ emissions according to apartment type and function, from the design stage to occupancy; it provides information about how to improve energy performance using benchmarking, in other words by comparing the building in question with other buildings according to the reference performance defined by specific norms. The platform is divided into two parts: detailed description of the design figures and actual readings of each case study. The data is structured according to the *Display Energy Certification* (DEC) system and the *Energy Assessment and Reporting Methodology* (CIBSE TM22) (Fig. 1).

Even if the morphological, geometric,

building, and technological characteristics are not well illustrated in the current version², and case study data is sometimes incomplete, the platform provides a thorough and structured picture of the main characteristics (size, technology, use, function) of the equipments which need to be monitored.

The aim of the research conducted by Roma Tre University together with Aedas R&D and the Bartlett School was to develop a similar computer-based platform in Italy. By benchmarking design solutions, products, and technologies, the platform was intended to help architects, engineers, producers, and builders make more informed and conscious choices regarding their role in improving the energy efficiency of buildings by not considering theoretical values alone³ (Fasano, 2011). It is a well-known

versione attuale² della piattaforma, e i dati sui casi studio sono a volte incompleti, la piattaforma restituisce un organico e strutturato quadro delle principali caratteristiche dimensionali e tecnologiche, d'uso e di funzionamento degli impianti cui prestare attenzione.

La ricerca, condotta dall'Università Roma Tre con Aedas R&D e la Bartlett School, si è posta l'obiettivo di sviluppare anche in Italia un'analoga piattaforma informatica che, attraverso il *benchmarking* di soluzioni progettuali, prodotti e tecnologie, potesse indirizzare sia architetti e ingegneri, sia produttori e costruttori verso scelte più consapevoli del loro reale contributo al miglioramento della prestazione energetica degli edifici, non tenendo conto solo dei valori teorici³ (Fasano, 2011). È noto, infatti, come l'Italia, rispetto ad altri paesi (per es. Regno Unito), soffra della mancanza di adeguate procedure di M&E, di protocolli di POE o di *benchmarking*, finalizzati a monitorare e comparare le prestazioni di un edificio.

La piattaforma italiana Attraverso la condivisione dei dati sui consumi di energia, stimati e reali, di edifici realizzati e il confronto tra le singole caratteristiche dei casi inseriti, la piattaforma che l'Università Roma Tre sta sviluppando intende contribuire a fornire 'prove' utili per la valutazione dell'efficacia delle soluzioni progettuali e per il contenimento dei consumi energetici. È un'applicazione on line accessibile a tutti, che può essere utilizzata anche da semplici utenti, fruitori degli edifici inseriti nel database e diventare, quindi, in linea con gli sviluppi della *crowd science*, uno strumento per ottenere un feedback anche dal punto di vista della gestione e dell'utilizzo dell'edificio stesso.

fact that compared to other countries (e.g., the United Kingdom), Italy has insufficient and inadequate Monitoring & Evaluation (M&E) procedures, and POE or benchmarking protocols to monitor and compare building performance.

The Italian platform

By sharing forecast and actual data about the energy consumption of buildings and comparing the individual characteristics of the case studies in the project, the platform currently being developed by Roma Tre University intends to supply useful 'evidence' to evaluate the effectiveness of design solutions to reduce energy use. Anyone can use the online application, from simple users to individuals who use the buildings in the database; in line with developments in crowd science, the platform is a tool to ob-

tain feedback including data regarding the management and use of the building itself.

In fact, the platform allows a double comparison: on the one hand, by selecting a certain number of buildings, for example all used for the same purpose, it is possible to compare energy use (electric and other energy types) and CO₂ emissions; on the other, it is possible to compare the project data of each building, including the energy certificates issued prior to use, as well as monitor consumption data based on actual invoicing.

During the next more in-depth stage, the data can be broken down and separated according to final energy use, thereby identifying where to intervene to achieve greater efficiency of the building in question.

This systematic comparison of solutions and technologies is designed

La piattaforma permette, infatti, un duplice confronto: da un lato, selezionando un certo campione di edifici, per esempio appartenenti alla stessa destinazione d'uso, si possono comparare i consumi energetici, elettrici e non, e le emissioni di CO₂; dall'altro, si possono confrontare per ogni singolo edificio i dati di progetto, inclusi quelli relativi ai certificati energetici precedenti all'utilizzazione, e i dati in uso, relativi al monitoraggio dei consumi attraverso la bollettazione effettiva.

Da queste analisi è possibile, in una fase più approfondita, separare gli usi finali dell'energia per capire dove agire per rendere maggiormente efficiente l'edificio analizzato.

Attraverso il confronto sistematico di soluzioni e tecnologie, dunque, si cerca di mettere in condizione i progettisti e le aziende produttrici che usano la piattaforma a compararsi con i progettisti e le aziende migliori e, soprattutto, ad apprendere da questi per migliorare.

Il progetto italiano è partito dalle premesse di quello britannico, ponendosi l'obiettivo di:

- individuare logiche comuni al sistema italiano;
- modificare i parametri che non trovano riscontro nella legislazione italiana;
- sviluppare, in una fase successiva, ulteriori parametri.

Per raggiungere questi obiettivi, la ricerca si è posta come primo traguardo quello di comprendere la finalità dell'inserimento dei dati in entrambe le piattaforme. Nella piattaforma inglese la finalità è verificare che l'emissione di CO₂, relativa ai dati di consumo calcolati in fase di progetto e in fase di esercizio, sia inferiore a un valore di *benchmark* (DEC), definito in base alla categoria di edificio e alla sua destinazione d'uso e calcolato in CO₂ kg/m² anno.

to allow the designers and manufacturing companies using the platform to work with designers and state-of-the-art companies and, above all, to learn from the latter to improve and progress.

The Italian project is based on the same premises as the British project; its objectives are:

- identify approaches similar to the Italian system;
- modify the parameters not present in Italian legislation;
- develop further parameters at a later stage.

To achieve the above goals, the research began by trying to understand the reason why data was inserted in both platforms. In the British platform the objective was to verify whether CO₂ emissions, based on consumption data calculated during design and actual use, was

lower than a benchmark value (DEC) defined according to building type and function, and calculated in CO₂ kg/sq m · year.

In Italy, relevant legislation has still not elaborated an effective CO₂ rated output (despite it being indicated in the new Directive 2010/31/EU): legal limits are established based only on the Energy Performance Index (EPI_{lim}) of winter heating indicated in kWh/sq m · year (residential buildings) and kWh/cu m · year (non-residential buildings).

To date the National Guidelines for the Energy Certification of Buildings (Ministerial Decree 26/06/2009) only specify that the energy class of a building be calculated using the Global Performance Index formula.

To make this complex calculation procedure compatible with the English benchmarking concept and

ENGLISH PLATFORM 

VS

ITALIAN PLATFORM 

PROJECT
DETAILS

Project Name
Completion Date
Location
Value in M £s
Gross Internal Floor Area
Net Internal Floor Area
Region
Design Net Lettable Area (NLA)
Actual Net Lettable Area (NLA)
Comments

Project Name ✓
Completion Date ✓
Location ✓
Value in M euro ○
Gross Internal Floor Area ✓
Net Internal Floor Area ✓
Region ○
Volume +
Form Ratio +
Climatic zone +
Degree days +
Comments ✓

SECTOR

Sector
Benchmark Category
Building Type

Sector ○
Building Type ○

CARBON
RELATED
FEATURES

Total number of occupants
Operating Hours
Total number of person hours
Separable Functions
Ventilation Strategy
Facility Management
Number of Storeys
Floor to floor height
Total water use
Embodied CO2
Recycled content
Low and Zero Carbon Technologies

Total number of occupants ✓
Operating Hours ✓
Total number of person hours ✓
Separable Functions ✓
Ventilation Strategy ✓
Facility Management ✓
Number of Storeys ✓
Floor to floor height ✓
Total water use ✓
Embodied CO2 ✓
Recycled content ✓
Low and Zero Carbon Technologies ✓

DATA
QUALITY

Source of energy use data
Sustainability rating
Improvement on
Analysis Software
Calculation Method

Source of energy use data ○
Sustainability rating ○
Analysis Software ○
Calculation Method ○

ANNUAL
ENERGY USE
DETAIL:
ELECTRICAL
CONSUMPTION

Electrical energy use
Electrical Sources
Electrical end uses

Electrical energy use ✓
Electrical Sources ✓
Electrical end uses ✓

ANNUAL
ENERGY USE
DETAIL:
NON ELECTRICAL
CONSUMPTION

Non Electrical energy use
Non Electrical Sources
Non Electrical end uses

Non Electrical energy use ✓
Non Electrical Sources ✓
Non Electrical end uses ✓

Legend

✓ confirmed and translated field

○ adapted or modified field

+ added field

02 | Confronto della struttura dei dati nelle due piattaforme
Comparison between structure of the data in both platforms

In Italia la legislazione in materia non ha ancora elaborato output di calcolo relativi alle emissioni di CO₂ (nonostante ciò sia un'indicazione della nuova Direttiva 2010/31/UE): i limiti di legge sono fissati sull'Indice di Prestazione Energetica (EPI lim) che valuta in kWh/m² anno (per edifici residenziali) e kWh/m³anno (per edifici non residenziali) esclusivamente le prestazioni per il riscaldamento invernale.

A oggi, le Linee Guida Nazionali per la Certificazione Energetica degli Edifici (D.M. 26/06/2009) prescrivono solamente che la classe energetica di un edificio sia calcolata secondo la formula dell'Indice di Prestazione globale.

Per omologare questa complessa procedura di calcolo al concetto di *benchmark* inglese e alla tendenza normativa della legislazione comunitaria, la versione italiana si è posta l'obiettivo di trasformare l'EPI lim, relativo ai dati di input dell'edificio, in emissioni misurabili in CO₂ kg/m² anno, utilizzando i fattori di conversione dell'energia impiegata (in kWh) in base al combustibile e al fattore elettrico dell'Italia. In questo modo, è possibile ottenere una sorta di *benchmark* anche per la versione italiana che rende i dati degli edifici inseriti in entrambe le piattaforme confrontabili almeno da un punto di vista delle unità di misura. Rispetto all'impostazione di Carbon Buzz, la piattaforma italiana ha affrontato ulteriori problematiche che hanno richiesto l'inserimento di nuovi campi di dati: a) il modus costruendi della cultura mediterranea che privilegia edifici compatti, massivi, con tamponamenti ad alta inerzia termica; b) la mancanza di una banca dati completa relativa all'embodied carbon⁴ del ciclo di vita secondo la metodologia CEN TC350; c) la presenza di una varietà di protocolli di sostenibilità ambientale (ITACA, BREEAM, LEED Italia, CasaClima, Passivhaus); d) la mancanza di requisiti

the regulatory trend in community legislation, in the Italian version the EPI lim of the building input data was turned into emissions measurable in CO₂ kg/sq m · year, using used energy conversion factors (in kWh) based on the fuel type and related to the emission factor for electricity in Italy. This procedure will provide a sort of benchmark for the Italian version, making the building data in both platforms comparable, at least with regard to unit of measure.

Compared to the Carbon Buzz approach, the Italian platform tackled other problems involving the insertion of new data fields: a) the modus costruendi of Mediterranean culture prefers massive, compact buildings, with high inertia thermal plaster; b) the absence of a comprehensive database of the embodied carbon⁴ of the lifecycle according to the CEN TC350

methodology; c) the presence of several environmental sustainability protocols (ITACA, BREEAM, LEED Italia, CasaClima, Passivhaus); d) the absence of regulatory requirements to develop a method to measure consumption based on final use (heating, cooling, lighting, other loads, etc.). Figure 2 compares the structure of both platforms.

Case studies, data acquisition and processing

During the second stage, the platform and creation of the database were tested using six sample buildings from amongst the ones used by Roma Tre University; they were selected to represent different architectural, morphological, typological, functional, constructive, technological, energy, management, and plant features.

normativi per sviluppare una misurazione dei consumi distinta a seconda degli usi finali (riscaldamento, raffrescamento, illuminazione, altri carichi, ecc.). La Figura 2 confronta la struttura di entrambe le piattaforme.

Casi studio, acquisizione ed elaborazione dei dati

In una seconda fase, è iniziata la sperimentazione della piattaforma e la costruzione del database con sei edifici campione, selezionati nel patrimonio edilizio dell'Università degli Studi Roma Tre, per rappresentare diversi aspetti architettonico-morfologici, tipologici, funzionali, costruttivo-tecnologici, impiantistici, energetici e gestionali.

Tale scelta è stata operata perché:

- l'ateneo è costituito da edifici pubblici diversi per epoca di costruzione, morfologia, sistemi costruttivi, sistemi impiantistici;
- l'ateneo ha un numero significativo di utenti da sensibilizzare sul tema dell'efficienza energetica e della riduzione di consumi, nonché sui comportamenti più sostenibili nell'uso delle risorse energetiche, fungendo da catalizzatore verso una low carbon economy;
- i dati e gli edifici sono facilmente accessibili ed è facile interagire con i responsabili della loro gestione e degli impianti;
- l'università, per la sua stessa essenza, può far evolvere quest'esperienza da progetto pilota a vero e proprio servizio per tutti gli edifici dell'ateneo, nell'ottica di una nuova politica di sostenibilità, e presentarla poi come best practice strutturata e sperimentata da applicare anche in altre realtà pubbliche e private.

In questa seconda fase sono stati effettuati sopralluoghi per raccogliere dati di tipo qualitativo relativi alla gestione dei consumi

This selection was made because:

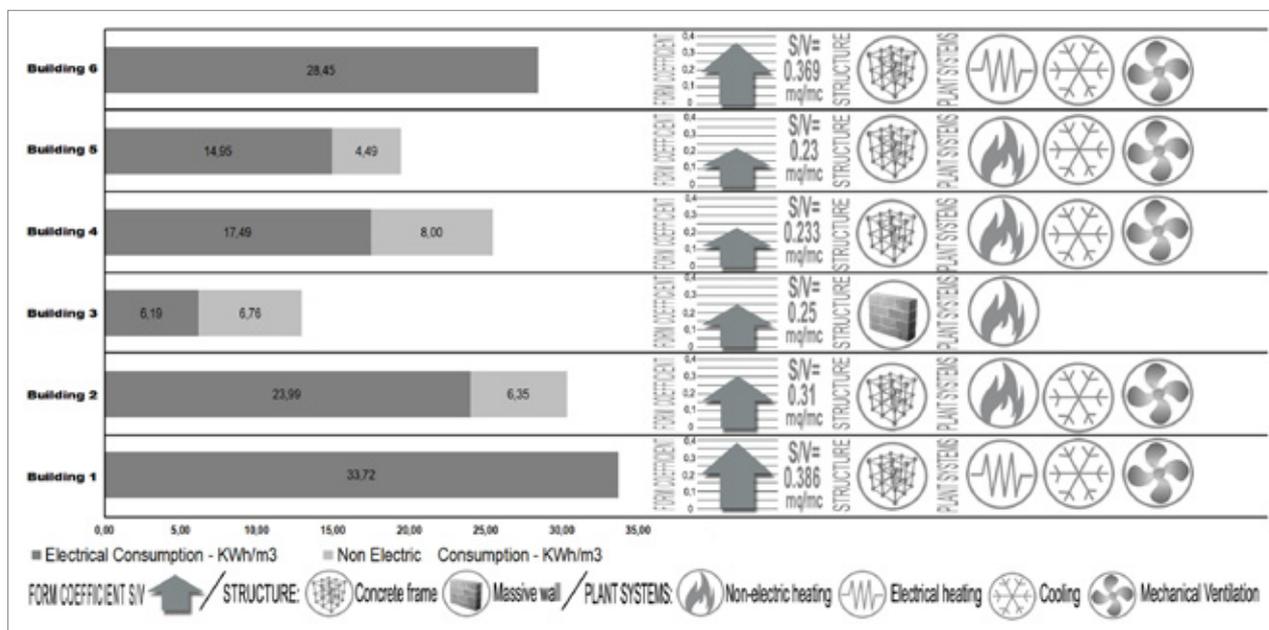
- the university uses several public buildings constructed during different periods in history and with different morphologies, building and plant systems;
- the university has a significant number of users who should be informed regarding energy efficiency, consumption reduction, and more sustainable behaviour vis-à-vis the use of energy resources, and thereby act as a catalyst for a low carbon economy;
- the data and buildings are easily accessed and it is easy to interact with the person responsible for their management and plants;
- the university itself can turn this pilot project into a service which can be used in all university buildings, based on a new policy of sustainability, and then present it as

a structured and tested best practice to be used in other public and private venues.

During this second stage, inspections took place to collect qualitative data regarding energy use management and end users; finally, the data was processed to compare consumption, building characteristics, plants, and use (Fig. 3).

Preliminary results

Early analyses made it possible to establish potential separation between final uses, as well as reflect on the energy performance of the selected buildings. After data was inserted in the platform, it was possible to not only interpret the information provided by the case studies either individually or synoptically, but also compare their characteristics (fig. 4). The forecast consumption or energy



03 | Caratteristiche dei casi studio
 Characteristics of the case studies

energetici e agli utenti finali; infine, sono stati elaborati i dati per mettere in relazione consumi, caratteristiche edilizie, impiantistiche e d'uso (Fig. 3).

Primi risultati

Con le prime analisi si è riusciti a compiere una possibile separazione degli usi finali e a fare alcune riflessioni sulla prestazione energetica degli edifici campione. I dati sono stati inseriti nella piattaforma, in cui è possibile leggere sia singolarmente sia in modo sinottico le informazioni relative ai casi studio, nonché confrontarli per caratteristiche (Fig. 4).

Per il singolo edificio sono stati messi a confronto i dati di consumo di progetto o contenuti nei certificati energetici e quelli in uso derivati dalle bollette (m³ di gas naturale convertiti in KWh di energia primaria). I dati dei certificati energetici (2009), rela-

tivi all'indice di prestazione energetica globale (EPgl) che a oggi si riferisce solo all'aliquota del riscaldamento e della produzione di acqua calda sanitaria, sono stati ridotti, per renderli confrontabili con quelli reali, tramite fattori correttivi che tengono conto dell'“effetto di intermittenza” degli impianti e che sono definiti in funzione dell'inerzia della struttura dell'edificio e delle ore di maggiore utilizzo degli impianti stessi. Dal confronto tra consumi reali e stimati è risultato che i dati reali sono nettamente più bassi. Infine, sono state confrontate entrambe le categorie di dati con il valore di EPI lim: in quasi tutti i casi sia i consumi reali, sia quelli previsti nei certificati energetici sono risultati più alti del limite. Sulla base di questo primo campione di edifici universitari è stato possibile comparare diversi parametri energetici e di consumo divisi per fonte energetica (elettrica/non-elettrica) in rapporto alle caratteristiche dell'involucro, dei sistemi costruttivi e degli

certificate data of each building was compared against actual data based on invoices (cubic metres of natural gas converted into KWh of primary energy). The energy certificate data (2009) regarding the global energy performance index (EPgl) – which today refers only to heating and the production of sanitary hot water – were reduced to make them comparable with actual data; corrective factors, which took into account the “intermittence effect” of the plants, were defined according to the inertia of the building structure, and the hours of greatest plant use. The comparison between forecast and actual consumption showed that actual data is decidedly lower. Finally, both groups of data were compared with the value of EPI: in nearly all cases, both actual use and the forecast use in energy certificates were higher than the limit.

Based on this first sample of university buildings, it was possible to compare different energy and consumption parameters according to the energy source (electric/non-electric) in relation to the characteristics of the envelope, building system, and plants; comparison is currently ongoing regarding management and users. It is therefore possible to begin to understand which are the best measures needed to improve building management and maintenance, as well as user behaviour. Processing is also ongoing to separate the ‘energy vectors’ according to final use (especially heating-cooling-lighting, air conditioning, other electrical uses) and the separated quantification of electric heating and cooling consumption using diagrams based on hour curves.

Conclusions

The research conducted so far has revealed several critical areas and the need for future work to be focused, on the one hand, on fine-tuning the systematic survey system and computerised data management, and on the other, on improving the energy efficiency of the buildings in question. As a result, it is possible to state that:

The advantages of ‘Carbon Buzz’ compared to the Italian version are:

- creation of a category database with which to compare CO₂ emissions data;
- comparison between forecast or certification consumption and actual consumption;
- study of the composition of final energy uses;
- simple use and sharing of data for users;

- use of quality projects such as best practices in future design;
- identification of the gaps and uses not controlled by regulations.

The limits and possible developments of the Italian platform include:

- the need to enhance the importance of data about the envelope and building systems in order to improve comprehension of the building's energy performance;
- the difficulty associated with critically understanding the differences between several buildings with the same function;
- the need to weight user data in relation to presence, timing, available space, and behaviour, so as to understand its influence and succeed in intervening on the unregulated loads not included in regulatory calculations and which reduce usability and

impianti; si sta ora avviando tale comparazione anche per gli aspetti gestionali e fruitivi. Ciò permette di cominciare a capire quali siano gli interventi appropriati a rendere più mirate la manutenzione e gestione degli edifici e più corretti i comportamenti dell'utente. Sono in corso elaborazioni relative anche alla separazione dei 'vettori energetici' in base agli usi finali (in particolare riscaldamento-raffrescamento-illuminazione, trattamento dell'aria, altri usi elettrici) e alla distinzione e quantificazione, tramite i grafici elaborati sulle curve orarie, dei consumi elettrici del raffrescamento e del riscaldamento.

Conclusioni

Il lavoro di ricerca, fin qui svolto, ha evidenziato alcuni aspetti critici e la necessità di future azioni rivolte, da un lato, alla messa a punto del sistema di rilevazione sistematica dei dati e alla loro gestione informatizzata, dall'altro, al miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici presi in esame. Si può, pertanto, osservare che: le potenzialità di 'Carbon Buzz' in rapporto all'esperienza italiana sono:

- creazione di un database per categorie con cui confrontare i dati delle emissioni di CO₂;
- comparazione tra consumi di progetto o di certificazione e di esercizio;
- studio della composizione degli usi finali dell'energia;
- semplicità di utilizzo e di condivisione dei dati per gli utenti;
- acquisizione di progetti di qualità come best practice per la progettazione futura;
- individuazione dei gap e dei consumi al di fuori del controllo della normativa.

I limiti e possibili sviluppi della piattaforma italiana riguardano:

- necessità di rendere significativo l'inserimento dei dati sull'involucro e sui sistemi costruttivi per la comprensione delle prestazioni energetiche dell'edificio;

- difficoltà a cogliere in modo critico le differenze relative a più edifici che hanno la stessa destinazione d'uso;

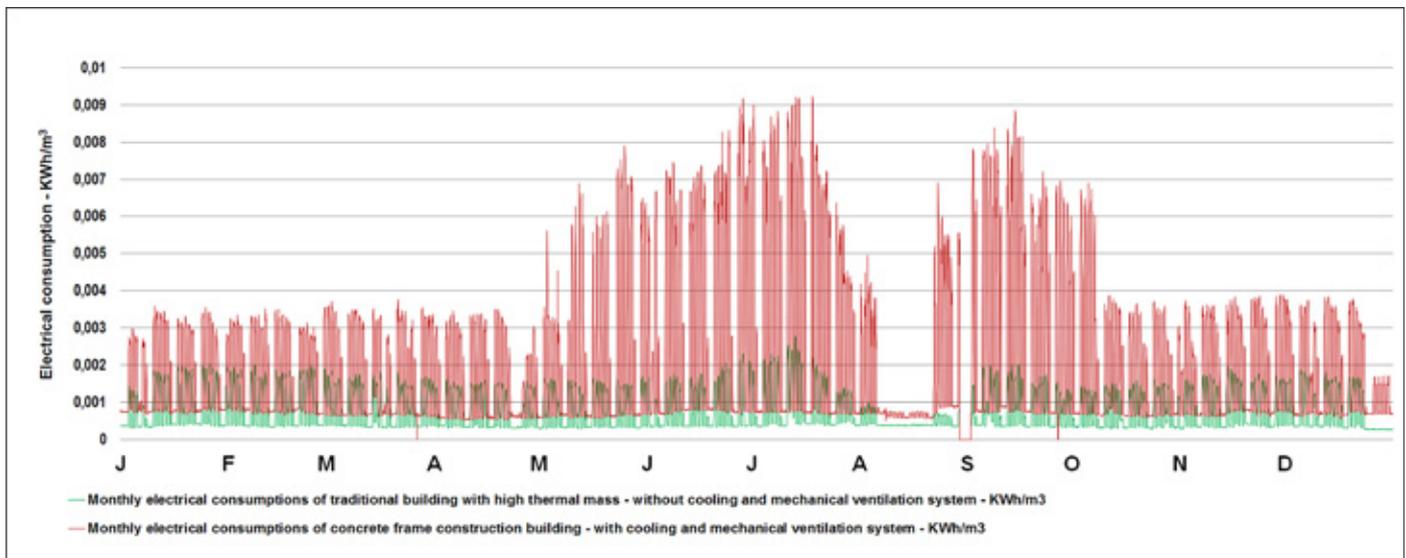
- necessità di dare peso anche ai dati sugli utenti, in rapporto alle presenze, ai tempi, agli spazi fruiti e ai comportamenti, per comprendere quanto questi influiscono, proprio in virtù di riuscire ad agire sui carichi non regolati che esulano dai calcoli normativi e riducono la fruibilità e il comfort;

- possibilità di aggiungere al valore finale risultante, relativo alle emissioni di carbonio dovute ai consumi degli impianti, il valore deducibile dallo studio del cosiddetto embodied carbon che influisce notevolmente sulla carbon footprint complessiva.

Fattori problematici nell'analisi e valutazione degli edifici sono individuabili:

- nella fase progettuale (fattori influenti sull'energia consumata e sulle emissioni CO₂: localizzazione delle superfici maggiormente disperdenti rispetto all'orientamento, disposizione dei locali e localizzazione delle funzioni, morfologia dei volumi rispetto alle superfici a disposizione, scelta dei materiali, dispositivi di controllo, utilizzo di fonti rinnovabili, ecc.);

- nella fase di gestione e di esercizio degli edifici (mancanza di sistemi di contabilizzazione suddivisa per usi finali, di sistemi di termoregolazione degli impianti, di Energy Manager; eccessivo arbitrio nell'accensione e nello spegnimento degli impianti, disponibilità e qualità della documentazione tecnica dell'edificio, ecc.);



- nell'attendibilità dei dati di progetto o contenuti nei certificati energetici (valori di trasmittanza dell'involucro troppo elevati, valori di indici di prestazione energetica che non tengono conto dell'intermittenza degli impianti, ecc.);
- nell'arretratezza delle leggi nazionali e nell'eccessiva parcellizzazione delle normative tecniche locali, che non consente agli strumenti di progetto di essere competitivi in merito alle previsioni dei comportamenti reali.

NOTE

¹ "Carbon Buzz" (www.carbonbuzz.org) è diretta da Aedas R&D con l'University College of London (Bartlett School, Faculty of Built Environment), con il Technology Strategy Board, RIBA, CIBSE e BRE, nonché con numerosi partner industriali.

² Sta per essere pubblicata una nuova edizione nella quale è dato maggior risalto alle caratteristiche tecnologiche dell'edificio.

³ In Italia, accanto all'aggiornamento del quadro legislativo di riferimento (D.Lgs 2005/92, D.Lgs 2006/311, D.Lgs 2008/115, DPR 2009/59, D.Lgs 2011/28) e all'adeguamento delle relative norme tecniche (UNI-TS 11300), ulteriori impegni si rendono ancora necessari per sostenere gli interventi in questo settore. L'Attestato di Qualificazione Energetica (AQE) e quello di Certificazione Energetica (ACE) restano degli strumenti esclusivamente teorici, calcolati con software basati esclusivamente sul calcolo lineare e in regime continuo, senza tener conto dell'intermittenza degli impianti negli usi finali e impostati su temperature stagionali medie.

⁴ Sono in corso ricerche (ITACA, ITC-CNR e Università Politecnica delle Marche) per costruire la prima banca dati istituzionale di materiali e prodotti per l'edilizia secondo l'analisi del ciclo di vita.

comfort;
 - the possibility to add the final value of carbon emissions caused by plant use, the value deduced from the study of so-called embodied carbon which strongly influences the overall carbon footprint.

Building analysis and evaluation problems relate to:

- the design stage (factors influencing energy consumption and CO₂ emissions: identification of surfaces with greater dispersal due to orientation, room layout, location of functions, volume morphology compared to available surfaces, choice of materials, control devices, use of renewable sources, etc.);
- building management and maintenance (absence of separate accounting systems for final use, thermoregulation systems of plants, Energy Man-

ager, excessive arbitrary switching on and off of plants, availability and quality of the technical documents of the building, etc.);

- reliability of forecast or energy certification data (excessively high envelope transmittance values, energy performance index values which do account for plant intermittency, etc.);
- outdated national laws and extreme parcelling of local technical regulations which prevents forecast tools from being competitive vis-à-vis actual behaviour forecasts.

REFERENCES

- Dasgupta, A., Mumovic, D. e Prodromou, A. (2009), *Consultation on the School Carbon Management Plan: UCL Evidence*, Accompanying Evidence Document, CIBSE Knowledge Bank, London.
- Dasgupta, A., Mumovic, D. e Prodromou, A. (2011), "Operational vs. Designed Performance of Low Carbon Schools in England: Bridging a Credibility Gap", *ASHRAE HVAC & Research Journal*, n.1-2, pp.37-50.
- Donn, M. et al. (2012), "The building performance sketch", *Building Research & Information*, 40, 2, pp. 186-208.
- Fasano, G. (2011), *L'Efficienza Energetica nel Settore Civile*, Edizioni ENEA.
- Gupta, R. e Chandiwala, S. (2010), "Understanding occupants: feedback techniques for large-scale low carbon domestic refurbishments", *Building Research & Information*, Vol. 38, n.5, pp. 530-548.
- Hamilton, D. K. e Watkins, D. H. (2008), *Evidence-Based Design for Multiple Building Types: Applied Research-Based Knowledge for Multiple Building Types*, John Wiley & Sons Inc.
- Preiser, W. F. E. e Vischer, J. C. (2005), *Assessing Building Performance*, Elsevier, Oxford.

NOTES

¹ "Carbon Buzz" (www.carbonbuzz.org) is run by Aedas R&D together with the University College of London (Bartlett School, Faculty of Built Environment), and the Technology Strategy Board, RIBA, CIBSE and BRE, as well as several industrial partners.

² The new edition about to be published attributes more importance to the technological characteristics of a building.

³ In Italy, apart from the updating of the regulatory frame work (D.Law 2005/92, D.Law 2006/311, D.Law 2008/115, DPR 2009/59, D.Law 2011/28) and adjustment of related technical rules (UNI-TS 11300), further commitment is still required to support measures in this sector; the Attestation of Energy Qualification (AQE) and Energy Certification

(ACE) are merely theoretical tools, calculated using software based exclusively on linear and continuous calculation, without taking into account the intermittency of the plants in final uses and based on mean seasonal temperatures.

⁴ Research is currently underway (ITACA, ITC-CNR, and the Polytechnic University of the Marche) to create the first institutional database of building materials and products according to their lifecycle.