

Università degli Studi Roma Tre

SMART ENVIRONMENTS

Valorizzazione della ricerca e crescita del territorio
negli ambienti intelligenti

a cura di

STEFANO PANZIERI, PAOLA MARRONE,
GIANCARLO DELLA VENTURA, STEFANO CARRESE



Roma TrE-Press

2017

Con il supporto della REGIONE LAZIO
Assessorato Formazione, Ricerca, Scuola e Università
Direzione Regionale Formazione, Ricerca e Innovazione
Scuola e Università, Diritto allo Studio
Area Ricerca e Innovazione per la Programmazione Regionale

AVVISO PUBBLICO RELATIVO A
PROGETTI DI RICERCA PRESENTATI DA
UNIVERSITA' E CENTRI DI RICERCA – LR 13/2008

(Prot. FILAS-RU- 2014 – 1024 del 06/03/2014- Convenzione del 23/07/2015, registrata il
29/07/2015 con Vs. n°. reg. cronologico 18072 – CUP F82I15000450002)

Coordinamento editoriale:
Gruppo di Lavoro *Roma TrE-Press*

Edizioni: Roma TrE-Press ©
Roma, dicembre 2017
ISBN: 9788894376364

<http://romatrepress.uniroma3.it>

Quest'opera è assoggettata alla disciplina *Creative Commons attribution 4.0 International Licence* (CC BY-NC-ND 4.0) che impone l'attribuzione della paternità dell'opera, proibisce di alterarla, trasformarla o usarla per produrre un'altra opera, e ne esclude l'uso per ricavarne un profitto commerciale.



Sommario

Prefazione	7
Giuseppe Di Battista	
Introduzione	11
Stefano Panzieri	
Trasferimento Tecnologico tra Università e Imprese	15
Aleardo Furlani	
Energia e Sostenibilità	19
Paola Marrone	
Beni Culturali	25
Giancarlo Della Ventura	
Mobilità sostenibile	33
Stefano Carrese	
ENERGIA E SOSTENIBILITA'	39
1. <i>Smart Buildings: Edifici Intelligenti per Migliorare l'Efficienza Energetica e il Comfort degli Utenti</i>	41
Chiara Foglietta, Dario Masucci, Cosimo Palazzo, Stefano Panzieri, Federica Pascucci	
2. <i>La valutazione di soluzioni progettuali e tecnologiche per l'efficienza energetica del patrimonio costruito</i>	53
Laura Calcagnini, Paola Marrone	
3. <i>Ottimizzazione della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili a basso impatto ambientale</i>	67
Antonino Laudani, Gabriele Maria Lozito, Francesco Riganti Fulginei, Alessandro Salvini	
4. <i>GIS per il rischio climatico e l'efficienza energetica</i>	79
Daniela De Ioris, Simone Ombuen	
5. <i>Sviluppo di un modello GTAP economico-energetico per la valutazione di politiche di sostegno delle nuove tecnologie pulite in campo energetico</i>	87
Valeria Costantini, Elena Paglialunga, Giorgia Sforza	
6. <i>Riqualficazione ambientale degli spazi aperti: proposta di uno strumento multicriteria di supporto alla progettazione</i>	97
Paola Marrone, Federico Orsini	
7. <i>Tecnologie Big Data per Data-Driven Smart Environment</i>	111
Luca Cabibbo, Donatella Firmani, Riccardo Torlone	

8. <i>Studio delle caratteristiche geotermiche del sottosuolo romano</i> Claudio Baffioni, Andrea Bonamico, Guido Giordano, Alessandro Vona	125
9. <i>Verso un sistema indossabile autonomo per il riconoscimento intelligente di parametri relativi alle attività fisiche</i> Bernabucci, D. Bibbo, C. Caramia, S. Conforto C. De Marchis, A. Proto M. Schmid	135
MOBILITA'	147
10. <i>Ingegneria dei trasporti per la mobilità sostenibile nel settore dei beni culturali</i> Stefano Carrese, Andrea Gemma	149
11. <i>MUSE: turisti e mobilità pedonale</i> Lorenzo Barbieri, Andrea Filpa	161
12. <i>Fruizione dei beni culturali a Roma: un approccio smart</i> Angelo Panno, Ylenia Passiatore, Giuseppe Carrus	173
13. <i>Analisi economica della mobilità sostenibile nel settore dei beni culturali: focus sulla mobilità pedonale dei turisti a Roma</i> Valerio Gatta, Michela Le Pira, Edoardo Marcucci	183
BENI CULTURALI	195
14. <i>Banca dati per aspetti normativi in tema di beni culturali</i> Maria Chiara Buttiglione, Luigi Moccia	197
15. <i>Laboratorio virtuale su piattaforma telematica per ottimizzare e facilitare la fruizione di apparati sperimentali finalizzati alla tutela dei beni culturali</i> Andrea Benedetto, Maria Giulia Brancadoro	207
16. <i>Personal Museum: proposte per un museo personalizzato ed interattivo</i> Chiara Di Stefano, Alessandro Neri	217
17. <i>Analisi ipermediali e regia automatica</i> Enrico Menduni, Giacomo Ravesi	227
18. <i>Un Sistema di Raccomandazione Sociale basato su Linked Open Data per la Fruizione di Beni Culturali</i> Alessandro Micarelli, Giuseppe Sansonetti	241
19. <i>Diagnostica per il restauro e la conservazione: danni ambientali e di origine biologica</i> Giulia Caneva, Annalaura Casanova Municchia, Giancarlo Della Ventura, Maria Antonietta Ricci, Armida Sodo	253
20. <i>Metodologie integrate per la prevenzione sismica del costruito storico</i> Gianmarco de Felice, Bartolomeo Pantò	261

21. <i>Cervantes dal verbo all'immagine-movimento: una piattaforma interculturale</i> Daniele Corsi, Giuseppe Grilli	273
SMART FOOD	291
22. <i>Metrologia dell'olio extra vergine di oliva</i> Maurizio Caciotta, Barbara Orioni	293
23. <i>Studio degli effetti di alimenti arricchiti col flavanone naringenina sulla prevenzione di patologie degenerative</i> Manuela Cipolletti, Marco Fiocchetti, Maria Marino, Maria Teresa Nuzzo	299
PAESAGGI CULTURALI	309
24. <i>Sistema informativo integrato multipiattaforma per la promozione e l'esperienza consapevole del territorio laziale</i> Sara Carallo, Claudio Cerreti	311
25. <i>I paesaggi rurali tradizionali nel Lazio. Tutela e valorizzazione di un patrimonio "vivente"</i> Giorgia De Pasquale, Elisabetta Pallottino	325
26. <i>Strumenti e metodi di indagine per la conoscenza dei paesaggi culturali. Il centro urbano di Manziana ed il suo contesto ambientale</i> Matteo Flavio Mancini, Giovanna Spadafora	337
27. <i>Un contributo alla costruzione di un quadro unitario del paesaggio storico laziale, sulla base dei documenti del Catasto Gregoriano: il Sistema Informativo Territoriale della città storica di Tivoli</i> Antonio Cimino, Elisabetta Pallottino	349
AMBIENTE E MATERIALI	361
28. <i>Pericolosità geochimica da gas endogeni e sostanze radioattive nelle aree perivulcaniche del Lazio ed impatto sull'ambiente</i> M. Castelluccio, G. De Simone, G. Galli, C. Lucchetti, E. Pollinzi F. Pompilj, M. Soligo, P. Tuccimei, P. Tufoni	363
29. <i>Indomatic: prototipo di una piattaforma community-based per la fruizione di conoscenze avanzate sulla tecnica della nanoindentazione</i> Edoardo Bemporad, Daniele Toti	375
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE	387
30. <i>Strumenti e procedure per rendere gli ambienti digitali un moltiplicatore dello sviluppo</i> Fabio Bassan, Maria Letizia Magno	389

31. *La brevettabilità dell'innovazione biotecnologica nello spazio giuridico europeo, tra simmetrie normative e asimmetrie interpretative* 401
Giandonato Caggiano, Daniela Vitiello
32. *La disciplina europea dei "segreti commerciali" come tutela delle innovazioni delle imprese in alternativa ai brevetti* 415
Giandonato Caggiano, Ilenia Italiano
33. *L'accordo istitutivo del Tribunale Unificato dei Brevetti* 429
Giandonato Caggiano, Ilaria Ottaviano

6 Riqualficazione ambientale degli spazi aperti: proposta di uno strumento multicriteria di supporto alla progettazione

Paola Marrone, Federico Orsini³⁴

6.1 *Abstract*

Le normative GPP e CAM, recepite in Italia dal nuovo Codice appalti (D.lgs. 50/2016), introducono nuovi requisiti ambientali, validi anche per il settore edilizio, e hanno ampie conseguenze per Professionisti, Tecnici, Imprese di Costruzione e Pubbliche Amministrazioni. Se da una parte, tali normative rafforzano il ruolo della sostenibilità nel processo edilizio, dall'altra richiedono maggiori competenze nella scelta delle strategie progettuali da seguire, nei materiali e nelle tecnologie da adottare. Queste scelte risultano essere sempre più complesse sia per la necessità di verificare le prestazioni dei prodotti rispetto alle normative nazionali (ISO, CAM, etc.) e locali (RUE, PSC, etc.), sia per l'ampiezza ed eterogeneità del mercato dei materiali per l'edilizia. Per supportare progettisti e imprese, la ricerca sta proponendo al mercato e agli operatori del settore edilizio metodologie di lavoro interdisciplinari e strumenti di supporto alla progettazione (modelli di simulazione, BIM software, LCA, etc.) capaci di semplificare il processo edilizio e controllarne la complessità.

All'interno di questo stato dell'arte, il presente lavoro descrive la ricerca di uno strumento multicriteria (EASY CAM) di supporto alla progettazione per valutare la qualità ambientale dei progetti di riqualificazione degli ambienti urbani aperti e la loro rispondenza rispetto alle nuove normative CAM. Il prodotto sviluppato, oggi in fase *beta* e destinato a tutti gli operatori del settore edilizio, è stato realizzato basandosi su ampio studio della letteratura scientifica di settore e su alcune sperimentazioni condotte, in questa occasione, su un caso di studio di un'area dell'Università degli Studi Roma Tre.

³⁴ Università degli Studi Roma Tre, Dipartimento di Architettura.

6.2 Sostenibilità e rigenerazione ambientale degli spazi urbani aperti

Il concetto di sviluppo sostenibile si è evoluto negli ultimi decenni fino all'attuale Agenda 2030, definendo priorità per i singoli contesti nazionali, elaborando decisioni sempre più basate sull'evidenza dei dati e considerando la sua dimensione sociale, economica e ambientale.

Il ripristino degli ecosistemi degradati e la protezione del capitale naturale sono così diventati obiettivi primari anche nella Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile in cui, alla riduzione dei consumi energetici del *costruito*, ossia dell'insieme degli edifici che costituiscono la struttura delle nostre città, si sono affiancate azioni destinate a rigenerare anche il sistema del *non costruito*, ovvero quel *tessuto connettivo pubblico* che infrastruttura la città e che ne costituisce gli spazi urbani aperti.

Le esperienze di alcune città europee come Barcellona, Lione e più recentemente Zurigo che, dagli anni '90, hanno avviato molteplici piani di riqualificazione degli spazi urbani aperti, hanno dimostrato come tale approccio permetta di incrementare la sostenibilità ambientale in maniera diffusa all'interno delle città. A Lione, ad esempio, il processo di trasformazione degli spazi urbani aperti fino allora dedicati principalmente alle autovetture, guidato da strumenti innovativi di gestione del territorio come le *Pan Bleu* e le *Plan Verd*, da specifici uffici tecnici per la gestione del verde e dalla collaborazione di studi di architettura e del paesaggio, ha trasformato l'intera città, favorendo non solo processi di rinaturalizzazione, ma anche di riappropriazione sociale, diminuzione delle problematiche ambientali e incremento della qualità urbana.

6.3 GPP e CAM per uno sviluppo urbano sostenibile

Nonostante queste prime esperienze positive, i problemi sempre più evidenti conseguenti, per esempio, al degrado ambientale, al consumo di suolo e delle risorse non rinnovabili, al surriscaldamento globale, ai cambiamenti climatici, all'incremento della forbice sociale, hanno portato l'Unione Europea a incrementare le azioni (ad es., normative, rapporti sulla sostenibilità, finanziamenti di ricerca, fondi per lo sviluppo, ecc.) per

favorire uno sviluppo sostenibile vero e diffuso.

Tra le più recenti e interessanti azioni intraprese, il sistema delle normative “verdi”, definite GPP - *Green Public Procurement* ha l'obiettivo di guidare le pubbliche amministrazioni verso acquisti di forniture sostenibili, l'uso efficiente delle risorse e, più in generale, verso l'Economia Circolare. Considerato che l'UE spende ogni anno circa il 16% in acquisto di materiali, beni e servizi [1] appare chiaro come tali normative siano oggi un pilastro delle politiche *green* [2] per influenzare i comportamenti in chiave sostenibile [3, 4]. Anche in altri Stati, oltre alla UE, sono state adottate normative simili per favorire uno sviluppo sempre più sostenibile [5, 6, 7, 8, 9, 10].

Un'ampia letteratura scientifica sta studiando potenzialità ed effetti delle normative GPP. Alcuni autori, in particolare, hanno valutato gli strumenti capaci di favorire l'implementazione dei GPP nelle politiche pubbliche [5, 11]. Altri autori si sono concentrati, invece, sulla valutazione degli stessi GPP [12, 13, 14, 15, 16] this paper analyzes the two main research questions, derived from literature, on the links between environmental regulation and competitiveness, by focusing on firms operating in the building and construction sector; i.e.: 1, [4, 17, 3, 18]. Tra questi, Lin et Geiser [12] hanno mostrato come incrementando gli acquisti verdi delle pubbliche amministrazioni si possa incoraggiare lo sviluppo delle aziende sostenibili favorendo in generale l'eco innovazione [14, 15]. Inoltre, un recente studio Testa *et al.* [4] ha notato come la presenza delle pubbliche autorità e di *tool* di supporto favoriscano positivamente l'adozione degli stessi GPP durante i processi edilizi. Altri autori ancora hanno evidenziato i limiti e gli ostacoli relativi all'applicazione dei GPP [11, 19, 20, 21, 3].

A livello nazionale (Italia), i GPP sono stati recentemente accolti dal nuovo Codice appalti (D.lgs. 50/2016) e dal Correttivo del Codice degli appalti (D.lgs. 56/2017) e introdotti per la prima volta dal “Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione” (PAN GPP, DM n.135/2008). In particolare, i Criteri Ambientali Minimi (CAM) definiti dalle norme GPP, hanno l'obiettivo di incrementare la sostenibilità delle PPAAs: aumentando l'efficienza nell'uso delle risorse (ad es., l'energia, con conseguente riduzione della CO₂); favorendo l'utilizzo di prodotti e sostanze non pericolose o tossiche (ad es., utilizzo di prodotti

biologici); diminuendo i rifiuti prodotti e, in generale, riducendo l'impronta ecologica. Al fine di diffondere l'adozione dei CAM, il PAN GPP ha previsto il coinvolgimento delle associazioni di categoria, delle stazioni appaltanti, dei grandi enti di ricerca (CNR, ENEA, Università, ISPRA), ma anche lo sviluppo di strumenti di analisi e valutazione del costo dei prodotti (LCA) e di sistemi di eco-etichettatura.

I CAM sono basati su un approccio prestazionale-esigenziale, che ha stabilito nuovi requisiti *green* da rispettare in sede di gara pubblica, con forti ripercussioni non solo sull'acquisto di servizi e forniture, ma su tutto il processo edilizio, dalla progettazione alla realizzazione. Nello specifico, la normativa CAM prevede requisiti di carattere qualitativo (ad es., adozione di particolari specifiche strategie progettuali per l'ecosistema esistente) e di carattere quantitativo (ad es., percentuale di permeabilità del suolo). Tali requisiti oggi sono raggruppati in 17 categorie omogenee, che saranno incrementate fino al 2020.

I CAM per il settore edilizio (obbligatori per le PPAA dal 28 gennaio 2017), riguardano lavori di riqualificazione, ristrutturazione e nuova costruzione. I criteri principali sono contenuti nel punto 2 (Arredi per interni), 3 (Arredo urbano), 8 (Edifici), 9 (Illuminazione pubblica), 14 (Servizi energetici per gli edifici), 17 (Verde pubblico). Per ogni specifica categoria la normativa indica le quantità e le modalità di verifica dei requisiti. Ad esempio, per i materiali per l'edilizia (codice 8), è indicata la quantità di materiale riciclato necessario per il soddisfacimento del requisito ambientale (cls > 5%, laterizio 10%, plastiche > 30%, etc.). La verifica della congruenza del progetto rispetto alle normative CAM varia in base alla tipologia di progetto e ricade in capo al progettista che, tramite relazione tecnica, conferma e certifica la rispondenza del progetto.

6.4 CAM e rigenerazione ambientale degli spazi urbani aperti: metodologie innovative di ricerca e progetto

Il PAN GPP integra strutturalmente il *territorio* e l'*ambiente urbano non costruito* all'interno della progettazione sostenibile, introducendo specifici requisiti ambientali minimi. Questi nuovi requisiti considerano le principali problematiche ambientali delle nostre città (ad es., la diminuzione del suolo permeabile, l'incremento dell'isola di calore, l'utilizzo di materiali non riciclati o riciclabili, il dispendio di energia, l'inquinamento atmosferico, le emissioni di CO₂); in base al tipo d'intervento (trasformazione urbana, sia esso di nuova edificazione o di riqualificazione di brani di città esistenti); alla scala del progetto, alla destinazione d'uso, alla componente tecnologica interessata (ad es., suolo, pavimentazioni, margini, viabilità, infrastrutture di servizio, arredo urbano), proponendo limitazioni progettuali quantitative specifiche (ad es., superficie territoriale permeabile non inferiore al 60% della superficie di progetto, articoli di arredo urbano in gomma, plastica o miscele miste con contenuto di materia riciclata pari ad almeno il 50% del peso, etc.) o qualitative (ad es., impossibilità di adottare particolare specie vegetali, etc.).

A partire dai requisiti proposti dal PAN GPP, e nel quadro di un settore di ricerca in evoluzione verso lo sviluppo di modelli di valutazione quali-quantitativi a supporto di strategie e misure tecniche innovative d'intervento, il presente contributo propone uno strumento per la valutazione comparata di materiali e scelte progettuali per la rigenerazione ambientale degli spazi urbani aperti, rivolto a tutti i soggetti coinvolti nel processo edilizio. Questo contributo presenta in sintesi i risultati di una più ampia ricerca che ha messo a sistema sia le conoscenze dedotte dalla letteratura scientifica di settore e dai casi studio analizzati, sia i dati desunti dalle sperimentazioni svolte sul caso campione della sede del Dipartimento di Lettere dell'Università Roma Tre nell'area dell'ex Alfa Romeo. In particolare, il lavoro sperimentale, svolto in collaborazione con alcuni centri di ricerca e laboratori dell'Ateneo Roma Tre³⁵, ha affrontato

³⁵ Non sarebbe stato possibile svolgere il lavoro senza il supporto e la collaborazione di

le tematiche del paesaggio sonoro, dell'isola di calore, del rischio idrico e della gestione delle acque piovane, della produzione di energia da fonti rinnovabili. Durante tale attività sono state condotte attività sperimentali di rilevamento dati (ad es. misure psico-acustiche) e attività di simulazione numerica tramite appositi software (ad es., ENVI-MET, SWIMM). Sulla base dei dati raccolti e dei risultati ottenuti è stato sviluppato un modello di relazioni tra caratteristiche morfologiche e ambientali dell'area da rigenerare, materiali e loro proprietà fisiche, componenti tecnologiche, modelli progettuali e requisiti prestazionali prescritti dalle normative. L'algoritmo, alla base del tool denominato EASY CAM e sviluppato dalla ricerca, permette di aiutare produttori e progettisti nel formulare soluzioni tecnologiche in grado di favorire la qualità ambientale degli ambienti urbani aperti con particolare attenzione alla loro rispondenza alle nuove normative.

Rispetto al quadro delineato, la relazione che si instaura tra i nuovi CAM e la scelta dei materiali e delle nuove tecnologie risulta essere di particolare interesse per le ampie ripercussioni che ha sul settore dell'edilizia nel suo complesso. L'introduzione dei CAM ha, infatti, ampie conseguenze: da una parte, coinvolge professionisti, tecnici, imprese di costruzione e Pubbliche Amministrazioni che sono obbligati a verificare la conformità del progetto rispetto al nuovo quadro esigenziale; dall'altra, impone alle aziende produttrici di materiali e componenti tecnologici in grado di incrementare le prestazioni ambientali dei loro prodotti. La verifica dei requisiti CAM introduce, inoltre, un altro passaggio nel processo di approvazione progettuale, aggiungendo carico di lavoro e incertezze per professionisti, imprese e PPAA, mentre la richiesta di prodotti conformi ai nuovi requisiti può ulteriormente complicare e allungare il processo progettuale. Proprio queste difficoltà possono apparire come elementi di limite all'applicazione della stessa normativa.

Prof. Francesco Asdrubali, Claudia Guattari, Luca Evangelisti, Gianluca Grazieschi (paesaggio sonoro), Prof. Aldo Fiori, Antonio Zarlenga (ciclo dell'acqua), Prof. Alessandro Salvini, Gabriele Maria Lozito, Francesco Riganti Fulginei (energia). A loro va il nostro ringraziamento per il tempo speso e le energie dedicate durante quest'anno di intenso lavoro.

6.5 EASY CAM, un tool multicriteria di supporto alla progettazione

Il tool EASY CAM è stato sviluppato basandosi su:

- lo studio della letteratura scientifica di settore rispetto al tema dei GPP e CAM;
- lo studio della letteratura scientifica rispetto alle performance ambientali dei prodotti per l'edilizia;
- l'analisi delle normative di settore, in particolare D.lgs. 50/2016 e D.lgs. 56/2017;
- l'analisi della letteratura scientifica rispetto all'individuazione di algoritmi di calcolo applicabili per la valutazione dei CAM;
- l'analisi e la raccolta dati, derivanti da studi sperimentali.

È stato così costruito un quadro sinottico per mettere in relazione le principali caratteristiche dello spazio urbano aperto con materiali e componenti tecnologiche, loro proprietà fisiche, algoritmi di calcolo rispetto a singoli criteri ambientali minimi, modelli di valutazione quali-quantitativi. EASY CAM, oggi in versione *beta*, risponde alle esigenze di molteplici *stakeholder* coinvolti nel processo edilizio (v. Tab. I).

Stakeholder	Problematica	Proposta risolutiva
Professionisti e tecnici (Architetti, ingegneri, geometri, etc.)	Scelta dei materiali e dei prodotti rispondenti ai CAM	Ampio data-base di prodotti conformi
	Validazione del progetto rispetto alle normative.	Algoritmi di calcolo per la validazione del progetto
Imprese di costruzione	Scelta dei materiali e dei prodotti rispondenti ai CAM	Ampio data-base di prodotti conformi
	Validazione del progetto rispetto alle normative.	Algoritmi di calcolo per la validazione del progetto
Pubbliche Amministrazioni	Validazione del progetto rispetto alle normative.	Algoritmi di calcolo per la validazione del progetto
Aziende dell'edilizia (aziende produttrici di materiali, aziende produttrici di componenti per l'edilizia, etc.)	Visibilità per i prodotti innovativi rispondenti ai CAM	Definizione di un data base che contiene i prodotti innovativi rispondenti ai CAM collegato al tool EASY-CAM

Tab. I. – La tabella evidenzia come il tool risponde alle esigenze degli utenti

In conclusione, EASY CAM nasce con l'obiettivo di valutare la qualità ambientale dei progetti di Architettura, dalla scala urbana alla scala architettonica. La novità del tema e la complessità delle relazioni che sono alla base di tale modello hanno imposto comunque alcuni processi di semplificazione e/o limitazione delle tematiche affrontate. In questa prima fase, sono stati implementati all'interno di EASY CAM funzioni e algoritmi utili per l'analisi ambientale di progetti di scala urbana (i.e., masterplan) e di paesaggio (i.e., spazi pubblici). Per quanto riguarda la scala architettonica, sono stati implementati all'interno del modello alcuni parametri (i.e. valutazione dei materiali di riuso o riciclati), mentre altri verranno inseriti nel prossimo sviluppo del modello (i.e. valutazione dei consumi energetici dell'edificio).

6.6 EASY CAM, struttura e funzionamento

La struttura di EASY CAM rispecchia le esigenze degli *stakeholder* individuati e gli obiettivi definiti per la realizzazione del *tool*. In particolare EASY CAM è costituito da quattro sezioni:

Sezione 1: database dei prodotti per l'edilizia

La sezione contiene un *open data base* di prodotti per l'edilizia. La scelta di definire una matrice aperta è motivata dalla volontà di lasciare il sistema aperto e implementabile, capace di essere integrato in maniera semplice da utenti e imprese. I prodotti sono inseriti e caratterizzati rispetto a proprietà materiche, fisiche, tecniche (ad es., resistenza meccanica, albedo, Solar Reflectance Index, permeabilità, porosità, etc.). I prodotti inseriti sono classificati in sistemi semplici (ad es., pavimentazioni) e sistemi complessi (ad es., giardini per la pioggia, trincee inerbite, fotovoltaico, etc).

Sezione 2: campi descrittivi del progetto

La sezione permette di inserire i dati di input che vengono processati dal *tool*, descrivendo così il progetto dai punti di vista morfologico, materico, ambientale, tecnologico, etc. La struttura è stata concepita per descrivere dati di tipo qualitativo e dati di tipo quantitativo. Tale sezione

permette in particolare di descrivere:

- le condizioni ambientali al contorno (georeferenziazione del progetto, condizioni di soleggiamento medio, precipitazioni medie, etc.);
- i dati geometrici (superfici totali, particolari condizioni al contorno, etc.);
- la morfologia del progetto (rapporto costruito - spazi aperti, tipologia di usi e funzioni per gli spazi, materiali e tecnologie utilizzate, condizioni di irraggiamento, etc.);
- l'approccio al progetto rispetto alcune specifiche richieste della normativa CAM (presenza di piante allergeniche, etc.).

Sezione 3: algoritmi di calcolo

La sezione contiene le equazioni sulle quali si basa la valutazione finale. Le equazioni inserite permettono valutazioni di carattere semplice (si/no), qualitative (presenza di particolari azioni progettuali o esigenze normative), quantitative (indice di riflettanza, valutazione della temperatura superficiale, valutazione del grado di permeabilità, tempi di corrivazione, etc.). Le equazioni utilizzate fanno riferimento alle normative tecniche contenute nei CAM (ad es., valutazione strategie di recupero aree dismesse), normative tecniche di carattere nazionale (ad es., valutazione di indici di permeabilità), funzioni e algoritmi desunti dalla letteratura scientifica (ad es., valutazione isola di calore).

Sezione 4: output di valutazione

La sezione contiene la visualizzazione grafica del progetto e la rispondenza del progetto stesso rispetto ai requisiti CAM.

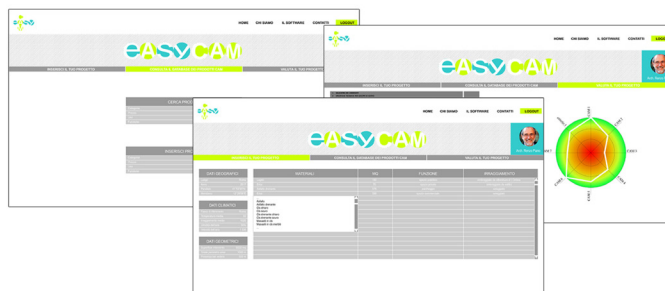


Fig. 1 – L'immagine mostra l'interfaccia di EASY-CAM, il database, l'output di valutazione grafica finale

La Fig. 2 esemplifica il funzionamento e le interrelazioni di EASY CAM. Il tool è stato costruito partendo dai criteri ambientali (CAM) da soddisfare (1) ai quali sono stati associati equazioni e algoritmi necessari e adatti per la loro verifica (4). Definito il modello di calcolo sono poi stati individuati i parametri fisici dei materiali e delle tecnologie applicabili al progetto urbano (2). Tali proprietà fisiche sono state associate ai singoli materiali e inserite in un *database* a disposizione dei progettisti. Con il database contenente i materiali e le loro proprietà fisiche, i progettisti possono descrivere il progetto inserendo caratteristiche morfologiche, materiche, ambientali, funzionali, ecc. (3). La relazione contenuta in EASY CAM tra progetto, materiali, proprietà fisiche e algoritmi, permette di infine di verificare la rispondenza del progetto rispetto ai requisiti ambientali minimi (5).

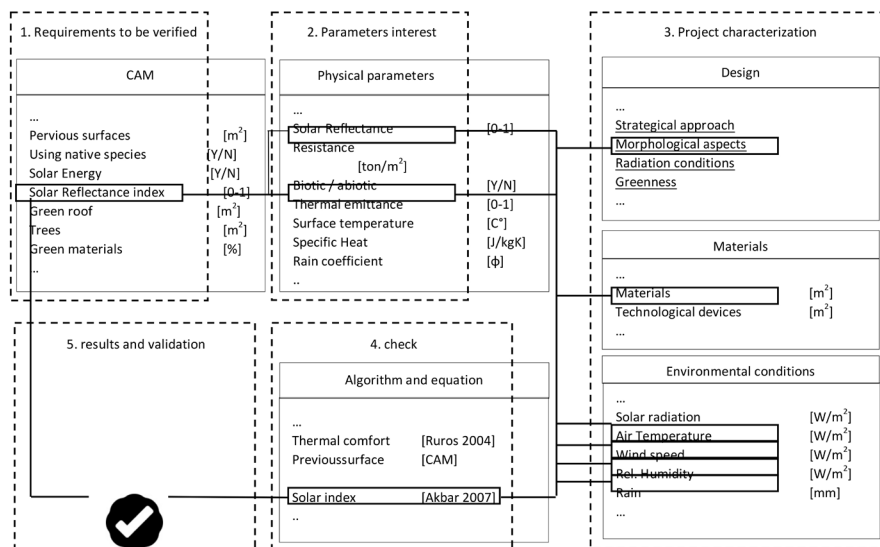


Fig. 1 – L'immagine mostra l'interfaccia di EASY- CAM, il database, l'output di valutazione grafica finale

6.7 Conclusioni

Le normative GGP recepiscono un indirizzo internazionale, introducendo nuovi criteri ambientali (CAM) al fine di incentivare uno sviluppo urbano sempre più sostenibile. Tali normative hanno ripercussioni

sull'intero settore edilizio, coinvolgono soggetti privati (professionisti, imprese di costruzione, aziende produttrici, etc.) e pubblici (Pubbliche Amministrazioni, Enti pubblici, etc.), impongono una verifica del progetto stesso rispetto a nuovi requisiti.

Il presente lavoro propone uno strumento di supporto (EASY-CAM) per progettisti, imprese, aziende e pubbliche amministrazioni, utile alla verifica dei progetti rispetto ai requisiti CAM. Il modello, oltre a verificare i requisiti CAM, può essere utilizzato come strumento generale di supporto alla progettazione, permettendo di dare una valutazione in chiave ambientale quali-quantitativa dei progetti stessi. Ad oggi il modello permette di valutare progetti di scala urbana (masterplan, spazi pubblici, etc.) mentre presenta alcune limitazioni relativamente alla valutazione della scala architettonica (i.e. consumo energetico dell'edificio). EASY-CAM e il *database* di prodotti sul quale si basa permettono, inoltre, di valorizzare le aziende innovative, favorendo il contatto tra la nuova domanda di professionisti e imprese di costruzione e l'offerta di prodotti sostenibili e rispondenti ai nuovi requisiti ambientali.

La realizzazione del *tool* ha permesso, infine, di mettere a sistema le normative CAM e confrontarla con un'ampia letteratura di settore. Da tale confronto emerge come i CAM selezionati potrebbero essere ulteriormente integrati da altri nuovi criteri ambientali (ad es., i criteri che in generale afferiscono al ciclo delle acque meteoriche), al fine di incrementare ancora la loro efficacia e capacità di guidare il cambiamento verso uno sviluppo urbano davvero sostenibile.

Il presente lavoro ha evidenziato come EASY-CAM, nei limiti che inevitabilmente presenta un *tool* in versione *beta*, possa essere un valido strumento di supporto alla progettazione e definisca allo stesso tempo un prodotto con ampi margini di diffusione nel settore delle costruzioni.

Per il *tool* si prevede una fase di sviluppo con l'obiettivo di implementare i CAM mancanti relativi alla scala edilizia e di trasformare il *tool* stesso in un'applicazione da immettere nel mercato.

BIBLIOGRAFIA

- [1] European Commission, "Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the And, Committee of the Regions on the sustainable consumption and production sustainable industrial policy action plan." Brussels, 2008.
- [2] A. Tukker *et al.*, "Fostering change to sustainable consumption and production: an evidence based view," *J. Clean. Prod.*, vol. 16, no. 11, pp. 1218-1225, 2008.
- [3] F. Testa, E. Annunziata, F. Iraldo, and M. Frey, "Drawbacks and opportunities of green public procurement: An effective tool for sustainable production," *J. Clean. Prod.*, vol. 112, pp. 1893-1900, 2016.
- [4] F. Testa, F. Iraldo, M. Frey, and T. Daddi, "What factors influence the uptake of GPP (green public procurement) practices? New evidence from an Italian survey," *Ecol. Econ.*, vol. 82, pp. 88-96, 2012.
- [5] M. Swanson, A. Weissman, G. Davis, M. L. Socolof, and K. Davis, "Developing priorities for greener state government purchasing: A California case study," *J. Clean. Prod.*, vol. 13, no. 7, pp. 669-677, 2005.
- [6] L. W. . Ho, N. . Dickinson, and G. Y. S. Chan, "Green procurement in the Asian public sector and the Hong Kong private sector," *Nat. Resour. Forum*, vol. 34, pp. 24-38, 2010.
- [7] Bolton P., "Government procurement as a policy tool in South Africa.," *J. Public Procure.*, vol. 6, pp. 193-217, 2006.
- [8] Bolton P., "Protecting the environment through public procurement: the case of South Africa," *Nat. Resour. Forum*, vol. 32, pp. 1-10, 2008.
- [9] M. Sambasivan and N. Y. Fei, "Evaluation of critical success factors of implementation of ISO 14001 using analytic hierarchy process (AHP): a case study from Malaysia," *J. Clean. Prod.*, vol. 16, no. 13, pp. 1424-1433, 2008.
- [10] L. Shen, Z. Zhang, and X. Zhang, "Key factors affecting green procurement in real estate development: a China study," *J. Clean. Prod.*, vol. 153, pp. 372-383, 2017.
- [11] H. Walker and S. Brammer, "Sustainable procurement in the United Kingdom public sector.," *Supply Chain Manag. Int. J.*, vol. 14,

- pp. 128-137, 2009.
- [12] L. Li and K. Geiser, "Environmentally responsible public procurement (ERPP) and its implications for integrated product policy (IPP)," *J. Clean. Prod.*, vol. 13, no. 7, pp. 705-715, 2005.
- [13] M. Hall and D. Purchase, "Building or bodging? Attitudes to sustainability in UK public sector housing construction development," *Sustain. Dev.*, vol. 14, no. 3, pp. 205-218, 2006.
- [14] F. Iraldo and F. Testa, "Il Green Public Procurement: le novità normative e le esperienze Verdi., in Italia e In Europa sul tema degli acquisti," *Largo Consum.*, no. 12, pp. 32-39, 2007.
- [15] F. Iraldo, F. Testa, and M. Melis, "L'attuale sviluppo del Green Public Procurement.," *Econ. delle Fonti di Energ. e dell'Ambiente*, vol. 1, pp. 5-19, 2007.
- [16] F. Testa, F. Iraldo, and M. Frey, "The effect of environmental regulation on firms' competitive performance: The case of the building & construction sector in some EU regions," *J. Environ. Manage.*, vol. 92, no. 9, pp. 2136-2144, 2011.
- [17] W. T. Tsai, "Green public procurement and green-mark products strategies for mitigating greenhouse gas emissions – experience from Taiwan," *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Chang.*, pp. 1-14, 2015.
- [18] A. Rainville, "Standards in green public procurement - A framework to enhance innovation," *J. Clean. Prod.*, pp. 1-9, 2016.
- [19] X. Zhang, A. Platten, and L. Shen, "Green property development practice in China: Costs and barriers," *Build. Environ.*, vol. 46, no. 11, pp. 2153-2160, 2011.
- [20] M. R. Gleim, J. S. Smith, D. Andrews, and J. J. Cronin, "Against the Green: A Multi-method Examination of the Barriers to Green Consumption," *J. Retail.*, vol. 89, no. 1, pp. 44-61, 2013.
- [21] L. Shen, Z. Zhang, and Z. Long, "Significant barriers to green procurement in real estate development," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 116, pp. 160-168, 2017.