

L'innovazione per la progettazione sostenibile

a cura di
Renata Morbiducci



Responsabile collana

Christiano Lepratti

(Università di Genova)

Renata Morbiducci

(Università di Genova)

Comitato scientifico

Carmen Andriani

(Università di Genova)

Thomas Auer

(Technische Universitaet Muenchen, Germania)

Umberto Berardi

(Ryerson University, Toronto, Canada)

Enrico Dassori

(Università di Genova)

Andrea Giachetta

(Università di Genova)

Marylís Nepomechie

(Florida International University - Miami, USA)

Thomas Spiegelhalter

(Florida International University - Miami, USA)

L'innovazione per la progettazione sostenibile

a cura di
Renata Morbiducci

con i contributi di
Clara Vite,
Salvatore Polverino,
Vittoria Bonini



è il marchio editoriale dell'Università di Genova



Per la realizzazione del capitolo 3, Salvatore Polverino ringrazia il Programma operativo nazionale (PON) «Ricerca e Innovazione 2014-2020» Azione IV.6 «Contratti di ricerca su tematiche Green» in quanto RTD-A (DM1062/2021, CUP D31B21008360007 – progetto «Sistemi costruttivi a base di materiali bidimensionali per un comportamento efficiente e resiliente delle costruzioni» SC 08/C1, SSD ICAR/10) presso il Dipartimento Architettura e Design dell'Università di Genova.

© 2023 GUP

I contenuti del presente volume sono pubblicati con la licenza
Creative commons 4.0 International Attribution-NonCommercial-ShareAlike.



Alcuni diritti sono riservati

e-ISBN (pdf) 978-88-3618-232-9

Pubblicato ad agosto 2023

Realizzazione Editoriale

GENOVA UNIVERSITY PRESS

Via Balbi, 6 – 16126 Genova

Tel. 010 20951558 – Fax 010 20951552

e-mail: gup@unige.it

<https://gup.unige.it>

INDICE

Parte I Innovazione e sostenibilità

1. Introduzione 9
Renata Morbiducci
2. Strumenti e normative per la valutazione delle sostenibilità 19
Clara Vite
3. Materiali innovativi per il progetto sostenibile 40
Salvatore Polverino
4. Sul disegno tecnico: progetto e costruzione 66
Vittoria Bonini

Parte II Esempi di applicazioni nella didattica

1. Introduzione 84
Renata Morbiducci
2. Edificio di nuova costruzione 89
*Salvatore Polverino, Vittoria Bonini, Clara Vite,
Renata Morbiducci*
3. Edificio esistente 116
Clara Vite, Renata Morbiducci
4. Intervento sul costruito. Un complesso residenziale 145
Clara Vite, Renata Morbiducci
5. Intervento sul costruito. Un quartiere storico: la Maddalena 179
Vittoria Bonini, Salvatore Polverino, Renata Morbiducci

2. Strumenti e normative per la valutazione delle sostenibilità

Clara Vite

A più di trent'anni dalla definizione di sviluppo sostenibile¹, l'impatto previsto sull'ambiente dovuto all'evoluzione della civiltà umana è immutato, se non peggiorato. L'Agenda 2030 rinnova l'impegno a proteggere il pianeta dal degrado, anche attraverso il consumo e la produzione sostenibili, gestendo in modo sostenibile le risorse naturali e agendo con urgenza sui cambiamenti climatici, in modo che possa soddisfare i bisogni delle generazioni presenti e future².

L'aumento delle temperature globali, l'innalzamento del livello del mare e la desertificazione sono alcuni degli impatti più preoccupanti del cambiamento climatico. A questi vanno aggiunti gli inevitabili effetti dovuti all'aumento della popolazione mondiale³ e alla crescita delle aree urbane esistenti o alla creazione di nuove.

¹ UN. Secretary-General and World Commission on Environment and Development, «Report of the World Commission on Environment and Development : Note / by the Secretary-General», vol. 55 (New York, 1987).

² *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*, risoluzione dell'Assemblea generale delle Nazioni Unite, New York, NY, USA, 2015.

³ United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables*; Working Paper No. ESA/P/WP/248; United Nations: New York, NY, USA, 2017.

La mitigazione dei cambiamenti climatici è quindi una delle sfide più importanti del nostro tempo e tutti i settori dell'attività umana sono chiamati a dare il loro apporto.

Il settore delle costruzioni può dare un contributo essenziale, a tal proposito le responsabilità e implicazioni ambientali, sociali ed economiche sono infatti significative. Da ciò nasce un complesso quadro di azioni e strumenti messi a disposizione di ciascuna figura coinvolta, dai progettisti sino agli utilizzatori finali, al fine di perseguire gli obiettivi dello sviluppo sostenibile.

2.1 Strategie politiche e normative

La limitatezza delle risorse e la sfida alla mitigazione degli effetti dei cambiamenti sono diventati nel tempo elementi chiave delle azioni politiche e sono stati trasformati in vere e proprie strategie per il nostro futuro.

Il tema può essere affrontato guardando due dei principali motori trainanti di questa trasformazione.

Da un lato abbiamo una spinta dall'alto che arriva dalle Nazioni Unite e dalla Comunità Europea affinché tutti gli Stati adottino nel concreto azioni che portino a risultati fattivi nel breve termine. Tra queste vi sono le normative e le leggi che pongono obiettivi, ad esempio relativi all'efficienza degli edifici, all'utilizzo e produzione di energia da fonti rinnovabili, ecc.

Dall'altro lato però vi è una crescente spinta da parte degli utenti finali degli edifici, che chiedono sempre più evidenza dell'efficienza e della sostenibilità delle costruzioni e dei materiali utilizzati.

2.1.1 Quadro normativo di riferimento

I negoziati internazionali sul clima e le linee guida per affrontare il cambiamento climatico sono tradotti in direttive, leggi e standard tecnici nei singoli paesi. Il quadro di riferimento è ampio e complesso perché vengono trattati diversi aspetti della sostenibilità e si possono trovare

molteplici differenze in base all'ambito geografico, al contesto sociale, alle caratteristiche degli edifici, alle tecniche di costruzione, ecc.

Seppur già nei primi anni successivi al 1990 in Europa diversi stati hanno emanato leggi relative allo studio del comportamento energetico degli edifici, il vero cambio di passo è avvenuto dagli anni 2000 in poi. Nel contesto europeo dall'inizio del nuovo millennio, sono state emanate diverse direttive per tracciare una direzione comune per gli Stati membri sull'efficienza degli edifici. Ad essi viene poi affidato il compito di tradurre e attuare i concetti contenuti nelle direttive attraverso leggi e regolamenti nazionali.

È un passaggio cruciale che detta un cambio di rotta e che dà inizio all'introduzione dei temi legati alla sostenibilità nel settore delle costruzioni. La Commissione Europea ha iniziato tale processo delineando le regole più significative con la direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico degli edifici (EPBD), non più in vigore dal 2012. Questa Direttiva è una traduzione dei principi del Protocollo di Kyoto per il contesto europeo e per le caratteristiche specifiche del settore delle costruzioni. L'obiettivo di questo documento è quello di «promuovere il miglioramento del rendimento energetico degli edifici all'interno della Comunità, tenendo conto delle condizioni climatiche esterne e locali, nonché dei requisiti climatici interni e dell'efficacia dei costi»⁴. La direttiva ha quindi indirizzato il settore verso l'efficienza energetica e ha richiesto agli Stati membri di elaborare le proprie misure di attuazione e stabilire un sistema di certificazione energetica.

Nel 2006 è stata elaborata la Direttiva 2006/32/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sull'efficienza degli usi finali dell'energia e

⁴ Direttiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell'edilizia, *Gazzetta ufficiale delle Comunità europee* L. 1, 2002, pp. 65-71.

sui servizi energetici⁵. Questa direttiva, valida fino al 2014, definiva il quadro normativo e operativo per permettere ad ogni Stato membro di raggiungere gli obiettivi di risparmio energetico negli usi finali dell'energia per il 2015.

Il 23 aprile 2009 è stata introdotta la Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili che stabilisce un quadro comune⁶. Importante anche questo passaggio poiché si inizia concretamente a promuovere la produzione di energia da fonti rinnovabili e a fissare obiettivi precisi. Nella direttiva infatti si trovano inoltre gli obiettivi nazionali obbligatori per la quota complessiva di energia da fonti rinnovabili nel consumo finale lordo di energia e per la quota nei trasporti, nonché i criteri di sostenibilità per i biocarburanti e i bioliquidi.

Nel luglio 2010 entra in vigore la Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio europeo sulla prestazione energetica degli edifici, che aggiorna e sostituisce la direttiva 2002/91/CE⁷. Si aggiunge al cosiddetto pacchetto di norme tecniche a sostegno della direttiva EPBD. L'obiettivo di questa direttiva è quello di mettere ancora più a fuoco il tema dell'efficienza delle costruzioni sulla base delle condizioni climatiche dei singoli Stati membri introducendo la richiesta per gli edifici di nuova costruzione di essere ad energia 'quasi' zero.

⁵ Direttiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 5 aprile 2006 concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e recante abrogazione della direttiva 93/76/CEE del Consiglio, *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea* L. 114, 2006, pp. 64-85.

⁶ Direttiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 aprile 2009 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE, *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea* L. 140, 2009, pp. 16-62.

⁷ Direttiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia, *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea* L. 153, 2010, pp. 13-35.

Il 25 ottobre 2012, l'Unione europea adotta la nuova Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica⁸, che conclude il processo legislativo, iniziato dalla Commissione europea nel giugno 2011, con la proposta di un testo contenente misure giuridicamente vincolanti per prescrivere un maggiore impegno degli Stati membri a utilizzare l'energia in modo più efficiente in tutte le fasi della catena energetica, dalla sua trasformazione alla sua distribuzione e al consumo finale.

La direttiva fa parte del Pacchetto Clima ed Energia 2020, con il quale l'Unione Europea si era prefissata di raggiungere tre importanti obiettivi entro il 2020:

- la riduzione delle emissioni di gas serra del 20% rispetto ai livelli del 1990;
- l'aumento dell'uso di fonti di energia rinnovabile (eolica, solare, biomassa, ecc.) e il raggiungimento di una quota del 20% di energia rinnovabile sul totale del consumo energetico europeo;
- l'aumento dell'efficienza energetica attraverso la riduzione del consumo di energia del 20%.

Infine, per completare la panoramica sulle normative di riferimento europee, nel giugno 2018 è stato pubblicato il documento UE 2018/844⁹, che apporta alcune modifiche alle direttive 2010/31/UE e 2012/27/UE ancora in vigore. Questo documento nasce dalla necessità di delineare una nuova direzione e dei nuovi obiettivi per i paesi membri al fine di promuovere lo sviluppo di un sistema

⁸ Direttiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 ottobre 2012 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, *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea* L. 315, 2012, pp. 1-56.

⁹ Direttiva (UE) 2018/844 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 maggio 2018 che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea* L. 156, 2018, pp. 75-91.

energetico sostenibile, competitivo, sicuro e decarbonizzato entro il 2050 e per ridurre le emissioni di gas serra di almeno il 40% entro il 2030. A tal fine, gli Stati membri sono stati invitati a recepire e attuare i requisiti della direttiva entro il 20 marzo 2020.

Tra le principali novità ci sono due indicazioni chiave:

- l'obbligo di migliorare il rendimento energetico degli edifici nuovi ed esistenti e di raggiungere un parco edilizio fortemente decarbonizzato entro il 2050; a tal fine, gli Stati membri sono tenuti a sviluppare strategie nazionali a lungo termine per promuovere l'efficienza degli edifici residenziali e non residenziali, sia pubblici che privati, al fine di ridurre le emissioni dell'UE (rispetto ai livelli del 1990) dell'80-95%;
- l'introduzione di un «indicatore di prontezza per gli edifici intelligenti» nelle strategie nazionali con l'obiettivo di sensibilizzare i proprietari e gli occupanti sul valore dell'automazione degli edifici e del monitoraggio elettronico dei sistemi tecnici degli edifici e di rassicurare gli occupanti sui risparmi reali di queste nuove funzionalità migliorate.

2.2.2 Quadro normativo italiano

Il quadro nazionale italiano sulle misure introdotte dalle direttive sull'efficienza e il rendimento energetico degli edifici è costituito da una serie di leggi che si sono susseguite dal 2005 sino ad oggi con l'adozione della prima direttiva 2002/91/CE.

Il primo passo di questo percorso è stato fatto con l'introduzione del Decreto Legislativo 192/2005¹⁰ che stabilisce i criteri, le condizioni e le modalità per migliorare il rendimento energetico degli edifici al fine di promuovere lo sviluppo, la valorizzazione e l'inte-

¹⁰ Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia, Decreto Legislativo, n. 192, approvato il 19 agosto 2005.

grazione delle fonti rinnovabili e la diversificazione energetica. Il successivo è stato l'approvazione del Decreto Legislativo 311/2006¹¹ che ha modificato e rafforzato vari aspetti del precedente, quali ad esempio:

- l'obbligo di certificare il rendimento energetico degli edifici sia in caso di vendita sia di locazione;
- l'obbligo di attestare la certificazione energetica nei contratti per la gestione degli impianti di climatizzazione negli edifici pubblici;
- l'inserimento di valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (E_{Pi}) più restrittivi di quelli del D.lgs. 192/2005, diversificandoli per rapporto S/V¹², data di costruzione dell'edificio e zona climatica di appartenenza.

Nel 2008 è stata inoltre recepita la direttiva 2006/32/CE con il Decreto Legislativo 115/2008¹³, che introduce i seguenti punti:

- procedure semplificate per l'installazione di impianti eolici con altezza complessiva non superiore a 1,5 metri e diametro non superiore a 1 metro, impianti solari termici o fotovoltaici aderenti o integrati nelle coperture degli edifici con la stessa inclinazione e orientamento della falda, e autorizzazione alla costruzione e all'esercizio di impianti di generazione con potenza < 300 MW;
- incentivi volumetrici per i nuovi edifici e deroghe alle distanze di confine per gli edifici nuovi ed esistenti se è realizzata una riduzione minima del 10% dell'indice di prestazione energetica;

¹¹ Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia, Decreto legislativo, n. 311, approvato il 29 dicembre 2006.

¹² Il rapporto tra la superficie disperdente (S) e il volume riscaldato (V).

¹³ Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE, Decreto legislativo, n. 115, approvato il 30 maggio 2008.

- obblighi del settore pubblico in materia di *audit* e certificazione energetica per gli edifici pubblici, acquisto di elettrodomestici, sistemi e veicoli ad alta efficienza energetica, utilizzo di strumenti finanziari per il risparmio energetico;
- sistemi di certificazione per esperti in gestione dell'energia, sistemi di gestione dell'energia e diagnosi energetiche.

Il Decreto del Presidente della Repubblica del 2 aprile 2009 n. 59¹⁴, entrato in vigore il 25 giugno 2009, relativo all'attuazione della direttiva comunitaria 2002/91/CE sul rendimento energetico nell'edilizia, ha completato i criteri, i metodi di calcolo e i requisiti minimi di efficienza energetica degli edifici. Il testo fissa i requisiti minimi per la prestazione energetica degli impianti e degli edifici nuovi ed esistenti, confermando quelli già stabiliti nell'allegato I del D.lgs. 192/2005, con l'aggiunta però di un valore massimo di prestazione energetica ammissibile per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio.

Nello stesso anno il Decreto Ministeriale 26 giugno 2009¹⁵ ha emanato le prime linee guida nazionali di riferimento per la certificazione energetica degli edifici nuovi e vecchi e per la definizione dei metodi di calcolo, sancendo definitivamente l'entrata in vigore della certificazione energetica su tutto il territorio nazionale, introducendo:

- una nuova classe energetica A+, che si aggiunge alle sette esistenti;
- una nuova classificazione energetica che indica le prestazioni dell'involucro (obbligatoria anche in estate per gli edifici superiori ai 200 m²).

¹⁴Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia, Decreto del Presidente della Repubblica, n. 59, approvato il 2 aprile 2009.

¹⁵Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici, Decreto Ministeriale approvato il 26 giugno 2009.

Il 29 marzo 2011 è entrato in vigore il Decreto legislativo 28/2011¹⁶ che recepisce la direttiva 2009/28/CE e definisce gli strumenti, i meccanismi, gli incentivi e il quadro istituzionale, finanziario e giuridico necessari per raggiungere gli obiettivi di energia da fonti rinnovabili fino al 2020.

Il quadro si è completato più recentemente con il Decreto legge 63/2013¹⁷, poi convertito nella legge 90/2013¹⁸, recante misure urgenti per l'attuazione della direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure di infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale. Tali disposizioni sono state attuate con la pubblicazione del Decreto Ministeriale 26 giugno 2015 sui seguenti tre argomenti:

- requisiti minimi e definizione dell'edificio a energia quasi zero;
- linee guida nazionali per la certificazione energetica, metodi di classificazione e nuovo modello di attestato di prestazione energetica;
- nuovi modelli per la relazione tecnica.

Infine, il recepimento della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica è demandato al Decreto legislativo 102/2014¹⁹ e le disposizioni

¹⁶ Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE, Decreto legislativo, n. 28, approvato il 3 marzo 2011.

¹⁷ Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, Decreto-Legge, n. 63, approvato il 4 giugno 2013.

¹⁸ Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63., Legge n. 90, approvato il 3 agosto 2013.

¹⁹ 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, Decreto legislativo, n. 102, approvato il 4 luglio 2014.

integrative e correttive del Decreto legislativo 141/2016²⁰, che contiene nuove disposizioni in materia di prestazione energetica degli edifici della pubblica amministrazione, audit energetici, misurazione e fatturazione, finanziamenti per l'efficienza e sanzioni.

2.2.3 Iniziative su base volontaria

L'Accordo di Parigi e l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile rappresentano entrambi strategie politiche universalmente approvate che segnano un cambiamento di paradigma con un approccio dall'alto verso il basso dei mandati internazionali alle nazioni e, di conseguenza, ai loro cittadini.

Ci sono, tuttavia, diverse iniziative che seguono il percorso opposto (*bottom-up*) costituito da cittadini e consumatori che sono sempre più consapevoli e preoccupati riguardo i temi della sostenibilità. Si uniscono e manifestano per spingere i governi e le industrie ad accelerare la rivoluzione dei loro processi e prodotti verso la transizione ecologica e lo sviluppo sostenibile.

L'urgenza del problema ha fatto sì che le proteste e le azioni si siano diffuse quasi in modo virale, e i promotori sono soprattutto i giovani. In Italia, l'85% dei giovani nati dopo il 1997 si dichiara interessato alle questioni ambientali; il 70% sceglie aziende impegnate nella tutela dell'ambiente; l'82% è attento ai rifiuti e l'85% fa la raccolta differenziata²¹.

2.3 Strumenti

Analogamente a quanto visto prima anche questo paragrafo relativo agli strumenti messi a disposizione per valutare la sostenibilità delle

²⁰ Disposizioni integrative al decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102, Decreto Legislativo, n. 141, approvato il 18 luglio 2016.

²¹ «GENZ Monitor», Nomisma, <https://www.nomisma.it/servizi/osservatori/osservatori-realizzati-ad-hoc/genz-monitor/> (ultimo accesso 21 giugno 2023).

costruzioni e perseguire gli obiettivi dello sviluppo sostenibile, verrà trattato da due punti di vista. Saranno riportati gli strumenti obbligatori vigenti, che derivano dalle richieste normative, e quelli volontari che possono essere impiegati per far fronte alle richieste dell'utente finale.

2.3.1 Obbligatori

2.3.1.1 Appalti pubblici verdi

Sulla base delle indicazioni europee secondo il modello di Politica Integrata di Prodotto, negli ultimi anni si sono susseguiti in Italia una serie di provvedimenti politici in materia di *Green Public Procurement* (GPP) volti a integrare, accanto ai tradizionali parametri di prestazione e prezzo, considerazioni di carattere ambientale nelle procedure di acquisto di prodotti e servizi del settore pubblico. Alla luce della grande incidenza che questi acquisti hanno sul mercato comunitario, risulta evidente l'importanza del ruolo che ricoprono le pubbliche amministrazioni nell'orientare il sistema produttivo verso soluzioni sostenibili. I cosiddetti 'appalti verdi' possono infatti essere un motore importante per l'innovazione, dando all'industria incentivi reali per sviluppare prodotti e servizi 'verdi', in particolare in settori in cui le amministrazioni pubbliche sono tra i maggiori acquirenti sul mercato (ad esempio i settori dell'edilizia, della sanità e dei trasporti). Viene riportato esplicitamente nel Libro Verde della Commissione Europea sulla Politica Integrata di Prodotto: «le Amministrazioni Pubbliche devono assumersi le proprie responsabilità ed essere le prime a creare una domanda di prodotti ecologici».

Insieme agli evidenti vantaggi ambientali in termini di riduzione della quantità e della pericolosità dei rifiuti e dell'inquinamento, l'adozione di politiche volte ad acquisti verdi porterebbe vantaggi economici con la riduzione dell'utilizzo di materiali vergini ed energia nonché stimolando la crescita e creando nuovi posti di lavoro nelle imprese che sviluppano tecnologie innovative attente all'ambiente.

2.3.1.2 Criteri Ambientali Minimi

All'interno del PAN GPP²², è stata introdotta, tramite il Decreto 24 dicembre 2015²³ poi aggiornato con il Decreto Ministeriale 23 giugno 2022²⁴, la definizione dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici nonché per la gestione di cantieri nelle opere pubbliche. In conformità a quanto richiesto dal nuovo codice degli appalti, si è entrati nello specifico della materia, stabilendo i campi d'applicazione dei CAM nonché fissando i valori limite da soddisfare per la partecipazione ai bandi pubblici. L'applicazione dei CAM è prevista nei documenti di gara delle opere pubbliche sul 100% del valore d'asta e nell'aggiudicazione degli appalti secondo l'offerta economicamente più vantaggiosa. Gli ambiti a cui vengono richiesti dei criteri minimi ambientali negli appalti pubblici sono:

- Selezione dei candidati;
- Specifiche tecniche progettuali di livello territoriale-urbanistico;
- Specifiche tecniche progettuali per gli edifici;
- Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione;

²² Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Piano Nazionale d'Azione sul Green Public Procurement (PAN GPP), 2013, <https://gpp.mite.gov.it/Home/PianoAzioneNazionaleGPP> (ultimo accesso 21 giugno 2023).

²³ Adozione dei criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione e criteri ambientali minimi per le forniture di ausili per l'incontinenza, Decreto del Ministero dell'ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, approvato il 24 dicembre 2015.

²⁴ Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi, Decreto del Ministero della Transizione Ecologica approvato il 23 giugno 2022.

- Specifiche tecniche progettuali relative al cantiere;
- Criteri premianti per l'affidamento del servizio di progettazione;
- Criteri per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi;
- Criteri per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi.

Risulta interessante notare come l'aspetto più innovativo di questo Decreto, più che ai limiti vincolanti richiesti per la partecipazione dei bandi pubblici, sia dovuto all'introduzione dei CAM all'interno dei processi d'aggiudicazione degli appalti secondo offerta economicamente più vantaggiosa. Favorire il confronto tra gli operatori del settore attraverso approcci prestazionali oltre che prescrittivi, infatti, è ritenuto ad oggi il nodo decisivo per incentivare la sperimentazione e la ricerca di innovazioni a beneficio della tutela dell'ambiente.

2.3.2 Volontari

2.3.2.1 *Certificazione ambientale di Prodotto*

Per i produttori che ricadono nell'ambito di una norma armonizzata, la marcatura CE costituisce un obbligo sancito dalla Direttiva comunitaria Prodotti da costruzione 89/106²⁵ sostituita nel 2011 dal Regolamento Prodotti da Costruzione 305/2011 (CPR)²⁶. Tale regolamento fissa le condizioni necessarie per la produzione e la distribuzione dei materiali e prodotti nel mondo dell'edilizia, a tutela della sicurezza e la

²⁵ Direttiva 89/106/CEE del Consiglio del 21 dicembre 1988 relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati Membri concernenti i prodotti da costruzione, *Gazzetta ufficiale delle Comunità europee* L. 40, 1989, pp. 12-26.

²⁶ Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio, *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea* L. 88, 2011, pp. 5-43.

salute dei lavoratori, alla difesa dei consumatori e dell'ambiente. Di fatto quindi, la marcatura CE attesta che le prestazioni del prodotto sono conformi alla normativa tecnica europea e che, pertanto, tale prodotto può essere immesso nel mercato e circolare liberamente all'interno dell'Unione Europea. A differenza delle certificazioni di qualità volontarie, la marcatura CE non viene rilasciata da alcun organo predisposto: il fabbricante stesso del prodotto da costruzione garantisce, per mezzo della dichiarazione di prestazione, la piena conformità ai requisiti richiesti dal CPR. Si parla dunque di «responsabilità dell'immissione del prodotto sul mercato».

La certificazione volontaria di parte terza, diversamente, si basa su una procedura in cui un organismo di certificazione, con la concessione di un marchio, fornisce assicurazione scritta sulla qualità e sulla conformità a determinati requisiti. Questa conformità viene quindi esplicitata attraverso la licenza d'uso di un apposito marchio, la cui presenza sull'oggetto, essendo espressione di controlli periodici anche sui processi produttivi e aziendali, assicura che tutta la produzione è conforme nel tempo a quanto dichiarato dal produttore. Essendo garante delle effettive prestazioni del prodotto, oggi sempre più operatori attenti si avvalgono di questa certificazione nel settore dell'edilizia, al fine di ottenere una maggiore credibilità sul vasto mercato.

L'idoneità del prodotto edilizio si basa su sette requisiti essenziali:

- resistenza meccanica e stabilità;
- sicurezza in caso di incendio;
- igiene, salute, ambiente;
- sicurezza nell'impiego;
- protezione acustica;
- risparmio energetico ed isolamento termico;
- uso sostenibile delle risorse ambientali.

A questi requisiti base se ne aggiungono numerosi altri tra cui le certificazioni sulla percentuale di materiale riciclato, la rintracciabilità dei materiali in ogni fase della produzione ecc. In alcuni casi, vengo-

no adottate valutazioni secondo le procedure del *Life Cycle Assessment* sull'intero ciclo di vita del prodotto.

Tra le certificazioni ambientali di organismi terzi i più diffusi per i prodotti dell'edilizia vi sono:

- Ecolabel nazionali in Europa (Angelo azzurro tedesco, Cigno bianco dei paesi nordici etc.);
- *Environmental Product Declaration* (EPD).

2.3.2.2 *Certificazione ambientale degli edifici*

Gli accordi internazionali tradotti in norme e leggi sono supportati da sistemi di valutazione della sostenibilità degli edifici. Si tratta di sistemi di certificazione volontari che, sulla base di un punteggio assegnato a specifici indicatori prestabiliti e utilizzando una scala di valutazione solitamente organizzata in livelli da raggiungere, permettono di misurare la qualità della costruzione.

I principali promotori della diffusione e dell'utilizzo di questi sistemi sono i clienti stessi, data la loro natura volontaria e non obbligatoria. Il rapporto 2018 su *World Green Building Trends*²⁷ conferma con i risultati dell'indagine che il principale motore delle attività edilizie orientate alla sostenibilità è la richiesta dei clienti.

Le ragioni di questa scelta sono molteplici e riconducibili a tre macro-aspetti: sociale, economico e ambientale. Dal punto di vista sociale, la principale tendenza rilevata nei clienti è quella di ottenere edifici che garantiscano migliori livelli di comfort abitativo e migliorino la salute degli occupanti. Un'altra ragione, che negli anni passati era di primaria importanza, è quella di promuovere e incoraggiare pratiche commerciali sostenibili. Per quanto riguarda le ragioni economiche, il minor costo nella gestione dell'edificio è rilevante, seguito da altre

²⁷ Smart Market Report. «World Green Building Trends 2018», in *Dodge Data & Analytics*, 2018. <https://worldgbc.org/wp-content/uploads/2022/03/World-Green-Building-Trends-2018-SMR-FINAL-10-11.pdf>

ragioni relative al maggior valore dell'immobile, che porta a maggiori entrate dalla sua vendita o affitto. Infine, dal punto di vista ambientale, vi è la possibilità di ridurre il consumo energetico, rimasto pressoché invariato negli anni. Troviamo poi altri motivi legati alla riduzione dell'uso delle risorse naturali e dell'acqua, alla produzione di gas serra e al miglioramento della qualità dell'aria.

Il primo sistema di certificazione, chiamato BREEAM, è stato sviluppato nel 1990 in Inghilterra e da allora molti altri sono stati sviluppati negli anni. Secondo uno studio del 2006, sono disponibili sul mercato più di 34 sistemi di valutazione per la bioedilizia o strumenti di valutazione ambientale, e il numero è ancora in crescita²⁸. Se ora guardiamo anche alle certificazioni di prodotto, si stima che ci siano quasi 600 certificazioni in tutto il mondo e il numero continuerà a crescere nei prossimi anni²⁹.

Tutti i sistemi di classificazione hanno quattro parti principali in comune³⁰:

- le categorie che formano un insieme specifico di voci relative alle prestazioni ambientali considerate durante la valutazione;
- un sistema di punteggio che permette di misurare le prestazioni accumulando punti o crediti quando si raggiungono determinati livelli nei vari aspetti analizzati;
- un sistema di ponderazione che permette di dare una diversa rilevanza ad ogni specifica categoria all'interno del sistema di punteggio complessivo;

²⁸ K. Fowler, E.M. Rauch, *Sustainable Building Rating Systems Summary*, in «Pacific Northwest National Laboratory», 2006.

²⁹ M. Mohamed, *Green Building Rating Systems as Sustainability Assessment Tools: Case Study Analysis*, a cura di M.J. Bastante-Ceca, J.L. Fuentes-Bargues, L. Hufnagel, F.C. Mihai, C. Iatu, Ch. 7. Rijeka, IntechOpen, 2019. <https://doi.org/10.5772/intechopen.87135>.

³⁰ E. Bernardi *et al.*, *An Analysis of the Most Adopted Rating Systems for Assessing the Environmental Impact of Buildings*, in «Sustainability», 9, 7, 2017, pp. 1-27. <https://doi.org/10.3390/su9071226>.

- un *output* finale che ha lo scopo di mostrare, in modo diretto e completo, i risultati delle prestazioni ambientali ottenuti durante la fase di punteggio.

Le pagine seguenti descriveranno le caratteristiche principali di due sistemi a punteggio: BREEAM e LEED. Il primo, come già accennato, è stato il punto di partenza di tutti questi sistemi ed è tuttora utilizzato; il secondo è il sistema più diffuso al mondo³¹.

Tra le altre certificazioni più conosciute a livello mondiale troviamo:

- il WELL sviluppato dall'*International WELL Building Institute*;
- *Excellence in Design for Greater Efficiencies* (EDGE) sviluppata da *International Finance Corporation* (IFC), membro del *World Bank Group*;
- *Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen* (DGNB) sviluppato in Germania;
- *Living Building Challenge* (LBC) sviluppato dall'*International Living Future Institute*;
- *Haute Qualite Environmentale* (HQE) sviluppato in Francia;
- *Green Mark* (GM) sviluppato a Singapore.

BREEAM

Il sistema BREEAM (*Building Research Establishment's Environmental Assessment Method*)³² è stato sviluppato nel 1990 dal BRE (*Building Research Establishment*). Il primo di tutti i sistemi di punteggio è stato usato come base per molti dei sistemi di certificazione. In Inghilterra, è il sistema più usato e il raggiungimento dei punteggi BREEAM è

³¹ Y. Zhang *et al.*, *A Survey of the Status and Challenges of Green Building Development in Various Countries*, in «Sustainability», 11, 19, 2019, pp. 1-29. <https://doi.org/10.3390/su11195385>.

³² BREEAM, Building Research Establishment Group, www.breeam.com (ultimo accesso 21 giugno 2023).

richiesto da diverse organizzazioni britanniche, tra cui *English Partnerships, Office of Government Commerce, Department for Children Schools and Families, Housing Corporation e Welsh Assembly*.

Originariamente BREEAM era disponibile per gli uffici e per le abitazioni mentre ora è anche possibile utilizzarlo per altre categorie di edifici: industriali, multi-residenziali, prigioni, negozi e scuole; inoltre, ora non è solo limitato al Regno Unito, ma è decollato in altri 80 paesi e ha più di 2 milioni di progetti registrati e 565.000 certificati emessi.

Il sistema BREEAM valuta le prestazioni degli edifici misurate in nove categorie e assegna un punteggio in base ai valori raggiunti. Ogni categoria è ponderata per incoraggiare i progetti a concentrarsi sulle categorie con il più alto impatto ambientale e i criteri minimi sono fissati per assicurare che gli aspetti chiave delle prestazioni siano soddisfatte per ottenere i più alti livelli di certificazione. Questo fornisce un livello di flessibilità d'uso pur mantenendo il rigore dello standard.

Infine, l'edificio viene valutato da un ente terzo sulla base del punteggio ottenuto, che può essere espresso da un minimo di 1 a un massimo di 5 stelle, nello specifico: 1 stella - *Pass*, 2 stelle - *Good*, 3 stelle - *Very Good*, 4 stelle - *Excellent* e 5 stelle - *Outstanding*. Sulla base di ciò, viene rilasciato il certificato assegnato al progetto.

LEED

Il secondo sistema in ordine cronologico è LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*)³³, introdotto dal *U.S. Green Building Council* (USGBC) e in uso dal 2000 con la sua prima versione per nuovi edifici (LEED-NC) negli Stati Uniti d'America. LEED è usato in tutto il Nord America e in oltre 30 paesi con più di 6.300 progetti attualmente certificati in tutto il mondo e oltre 21.000 progetti registrati. A settembre 2010, era usato in più di 35 governi statali, 380 città e 58 contee hanno

³³ LEED rating system, U.S. Green Building Council, <https://www.usgbc.org/leed> (ultimo accesso 21 giugno 2023).

emanato leggi, ordinanze o politiche sostenibili, molte delle quali richiedono specificamente la certificazione LEED. Oggi è usato in 167 paesi e ha oltre 80.000 progetti registrati e circa 32.500 certificati emessi.

Una delle peculiarità del sistema LEED è che è stato sviluppato con un processo aperto basato sul consenso, con il contributo di una vasta gamma di professionisti dell'edilizia e altri esperti, tra cui il Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti. Inoltre, un obiettivo dietro la creazione del sistema LEED era quello di stabilire uno standard di misurazione per ciò che è considerato un edificio verde. Al momento della creazione, alcuni professionisti statunitensi avevano difficoltà a decifrare le affermazioni dei loro concorrenti e dei produttori di prodotti per l'edilizia che avevano anche iniziato campagne su quanto fosse ecologico il loro prodotto o edificio.

Per ognuno dei requisiti, considerati caratterizzanti per la sostenibilità di un edificio attraverso una lista di controllo, vengono assegnati dei crediti. Il livello di certificazione ottenuto dipende dalla somma dei crediti accumulati. Nella prima versione con il sistema LEED-NC, gli edifici venivano giudicati attraverso un sistema di 69 punti di credito in cinque categorie di prestazioni ambientali e un'area aggiuntiva per le strategie innovative. Oggi si è giunti alla quarta versione, le categorie sono aumentate e non esiste più solo la versione per edifici nuovi. Oggi esistono sei varianti di LEED che a loro volta sono ulteriormente diversificate per diversi usi o tipologie di intervento, nello specifico sono: BD+C (*Building Design and Construction*), ID+C (*Interior Design and Construction*), O+M (*Operations and Maintenance*), *Residential*, *Cities and Communities* e *Recertification*.

Ogni categoria ha uno o più prerequisiti obbligatori, come la riduzione minima dell'energia e dell'uso dell'acqua, la raccolta dei rifiuti riciclati e il controllo del fumo di tabacco, e una serie di requisiti per specifiche strategie di sostenibilità che danno un punteggio all'edificio. Sommando i crediti ottenuti dalle nove categorie, il punteggio finale e il livello di certificazione si ottengono dalle quattro categorie: Certificato, Argento, Oro e Platino.

Il processo di certificazione LEED si svolge attraverso il sito web LEED-Online basato su quattro fasi: registrazione del progetto e selezione del sistema di valutazione; il team del progetto deve poi compilare la documentazione per dimostrare la conformità ai requisiti LEED e caricare questa documentazione online; la documentazione viene esaminata dal *Green Building Certification Institute* (GBCI); infine, la certificazione LEED si ottiene se si ottengono tutti i prerequisiti e un numero sufficiente di crediti.

2.4 Considerazioni conclusive

In questo capitolo è stato affrontato il tema della sostenibilità nel settore delle costruzioni attraverso l'analisi dell'impianto normativo, delle strategie comunitarie e della struttura legislativa italiana. Si è passati poi a presentare anche gli strumenti obbligatori e volontari che i professionisti sono chiamati ad utilizzare per la valutazione della sostenibilità del costruito.

Il passaggio cruciale in Europa nell'ambito delle normative e delle strategie a lungo termine è avvenuto all'inizio del nuovo millennio con l'introduzione della prima normativa sul rendimento degli edifici. Prima di allora sporadici, e demandati solo ai singoli stati membri, erano gli indirizzi per perseguire gli obiettivi della sostenibilità nel settore delle costruzioni, ma da quel momento inizia un approccio coordinato e sempre più incalzante che pone obiettivi chiari e concreti per il breve e lungo periodo. Ad esso dobbiamo numerose azioni quali ad esempio: il sistema di certificazione degli edifici; una normativa di calcolo armonizzata della prestazione energetica del costruito; requisiti minimi in termini di prestazione globale dell'edificio ma anche dei singoli componenti; requisiti di utilizzo e produzione di energia da fonti rinnovabili; ecc. Fondamentale è sottolineare che tutte queste richieste di miglioramento dell'efficienza degli edifici è stato supportato da un piano economico a sostegno, non solo degli Stati membri, ma anche dei singoli cittadini che hanno potuto beneficiare nel corso degli scorsi anni di Bonus fiscali di diversa natura e finalità.

Al fine di perseguire tali richieste sul rendimento energetico del costruito, si è innescato anche un processo di ricerca e sviluppo di nuovi materiali e tecnologie ma anche di miglioramento di quelli esistenti che oggi permettono ai progettisti di avere una vasta scelta sul mercato di differenti possibilità e opzioni per poter realizzare nuovi edifici o intervenire su quelli esistenti.

Un altro aspetto su cui si è voluto puntare l'attenzione è l'altro motore trainante di questa trasformazione del settore delle costruzioni nell'ambito della sostenibilità, ovvero gli utenti finali. Le richieste che emergono sono quelle di migliorare l'efficienza dell'edificio per avere così una riduzione dei consumi e dei relativi costi, ma anche per incrementare il benessere abitativo e quelle date da una maggiore consapevolezza delle conseguenze del nostro agire sul Pianeta. Gli utenti chiedono di avere evidenza della sostenibilità sia dei singoli prodotti impiegati sia dell'edificio nel suo insieme. Tale richiesta ha dato uno slancio alla diffusione di tutti gli strumenti volontari per la certificazione delle prestazioni di sostenibilità che sono stati presentati e allo sviluppo di nuovi che possano completare il quadro, quali ad esempio protocolli per la certificazione delle infrastrutture³⁴ o sistemi armonizzati per tutto il territorio europeo³⁵.

³⁴ Il protocollo Envision è il primo sistema di rating che valuta la sostenibilità di una infrastruttura. Il protocollo è stato sviluppato in collaborazione tra l'ISI (Institute for Sustainable Infrastructure), un'organizzazione no-profit con sede a Washington e lo Zofnass Program for Sustainable Infrastructure della Graduate School of Design dell'Università di Harvard.

³⁵ Nel 2018 è stato introdotto dalla Comunità Europea il sistema Level(s) con l'obiettivo di fornire un sistema comune per tutta l'UE per la valutazione della sostenibilità degli edifici.

Renata Morbiducci, è architetto, dottore di ricerca in ingegneria delle strutture. Professore ordinario di architettura tecnica e docente per Corsi di Dottorato, di Master e di Corsi universitari in Ingegneria e Architettura. È membro dell'ONG RINGO, Delegazione COP-UNFCCC. È responsabile scientifico di progetti internazionali e nazionali. Ha svolto attività di ricerca presso la University of Colorado (Boulder) e la Northwestern University (Evanston Chicago) ed è stata docente presso la Florida International University (FIU).

Il settore delle costruzioni sta entrando nella nuova era di trasformazione circolare e digitale dell'economia, con un rapido allineamento dei processi di produzione, costruzione e gestione ai principi dell'industria 4.0. La codifica di quelle che possono essere definite «scelte progettuali sostenibili» può essere definita investigando i principali ambiti annessi alla progettazione tecnica dell'architettura e dell'edilizia. A partire degli insegnamenti dei corsi universitari si possono distinguere numerosi ambiti di azione culturale teorica e applicativa dove analizzare gli sviluppi dei diversi aspetti inerenti l'innovazione nella progettazione sostenibile del costruito. Il presente volume contiene contributi di Renata Morbiducci, Clara Vite, Salvatore Polverino e Vittoria Bonini; in tali contributi gli autori analizzano i possibili strumenti al servizio di una progettazione sostenibile dell'architettura e di una sua declinazione nella didattica universitaria dal punto di vista teorico-applicativo.

e-ISBN: 978-88-3618-232-9

In copertina:
Sostenibilità
composizione di Alessandro Castellano, 2023