



Ricerca di Sistema elettrico

Gli edifici nZEB nella Pubblica Amministrazione

E. Biele, D. Di Santo, A. Petraccaro, G. Tomassetti, C. Romeo

GLI EDIFICI nZEB NELLA PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

Enrico Biele, Dario Di Santo, Antonella Petraccaro, Giuseppe Tomassetti (FIRE), Carlo Romeo (ENEA)

Settembre 2016

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2015

Area: Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici

Progetto: Edifici a energia quasi zero (nZEB), Studi sulla riqualificazione energetica del parco esistente di edifici pubblici

Obiettivo: Gli edifici nZEB in Italia

Responsabile del Progetto: Luciano Terrinoni, ENEA

Responsabile scientifico: Carlo Romeo, ENEA

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di Collaborazione: "Gli edifici nZEB in Italia"

Si ringrazia per la collaborazione l'ing. Luca Degiorgis

Indice

INTRODUZIONE.....	4
nZEB: OBBLIGHI E OPPORTUNITÀ.....	5
nZEB A LIVELLO EUROPEO.....	5
nZEB A LIVELLO NAZIONALE	7
FORME INCENTIVANTI PER L'EDILIZIA EFFICIENTE	10
CERTIFICATI BIANCHI	10
CONTO TERMICO	14
DECRETO RINNOVABILI ELETTRICHE NON FOTOVOLTAICHE.....	16
FONDO NAZIONALE PER L'EFFICIENZA ENERGETICA	18
RICOGNIZIONE EDIFICI PUBBLICI EFFICIENTI	20
EDIFICI SCOLASTICI	20
EDIFICI SANITARI.....	26
EDIFICI PUBBLICI AD USO RESIDENZIALE	27
PUELL: PREFABBRICATO USO UFFICI ENERGETICAMENTE EFFICIENTE IN LEGNO	29
EDILIZIA EFFICIENTE NEL COMPARTO SCOLASTICO.....	35
GLI ASPETTI ENERGETICI DEL SETTORE SCOLASTICO	35
INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO E INIZIATIVE.....	36
ESEMPIO DI PIANO SU SCUOLA SECONDARIA.....	38
IMPIEGHI DELL'ENERGIA ELETTRICA E GENERAZIONE DISTRIBUITA	39
REPERIMENTO DELLE RISORSE ED ESECUZIONE DEI LAVORI.....	41
CONCLUSIONI	44
ABBREVIAZIONI E ACRONIMI.....	46
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	47
COLLEGAMENTI UTILI	48
NOTA SUGLI AUTORI.....	49

INTRODUZIONE

Diversi provvedimenti a livello comunitario e nazionale hanno negli ultimi anni concentrato l'attenzione sull'efficienza energetica in edilizia, con particolare enfasi per gli aspetti connessi alla Pubblica Amministrazione (P.A.). Uno di questi, la Direttiva 2010/31/UE (anche detta EPBD, Energy Performance of Buildings Directive), ha previsto che gli Stati membri provvedano affinché dal 1 gennaio 2021 tutti gli edifici di nuova costruzione siano edifici a energia quasi zero e a partire dal 1 gennaio 2019 gli edifici di nuova costruzione occupati da enti pubblici e di proprietà di questi ultimi siano edifici a energia quasi zero, altrimenti detti nZEB. Nello svolgere il proprio compito istituzionale, la P.A. si vede assegnati due ruoli distinti: il primo è la responsabilità della gestione immobiliare e di una serie di servizi tra i quali gli uffici pubblici (municipio, scuole inferiori e medie, piscine, strutture sanitarie, uffici etc.), l'illuminazione pubblica e semaforica e le infrastrutture di servizio (enti locali) e i trasporti. Tali servizi possono essere forniti in maniera diretta oppure tramite un terzo al quale siano affidati.

Il secondo ruolo riguarda la regolazione dei consumi dei cittadini. La maggior parte dei consumi di energia nei paesi industrializzati avviene in città ed è strettamente correlato oltre che ai trasporti e alla climatizzazione, anche alle caratteristiche strutturali degli edifici.

Il presente lavoro riguarda il primo dei due punti, procedendo, negli scopi previsti dall'incarico, con un'analisi degli obblighi e delle opportunità connesse all'edilizia pubblica efficiente ed effettuando una ricognizione degli edifici pubblici esistenti con prestazioni energetiche meritevoli di interesse, al fine di trarne buone pratiche e suggerimenti per definire i dettagli a livello di policy (con particolare riferimento ad un caso studio), centrando l'attenzione sul comparto scolastico. È stata in primo luogo condotta un'analisi della legislazione vigente, per meglio inquadrare il concetto di nZEB, e dei potenziali legati a tali edifici, con anche un quadro della situazione a livello europeo; accanto agli obblighi si è voluto prestare attenzione alle opportunità a disposizione, procedendo ad un'analisi degli incentivi disponibili che risultano applicabili al concetto di edificio ad energia quasi zero.

Segue una ricognizione del parco di edifici della P.A. con la presentazione sintetica di alcune best-practice, con l'analisi maggiormente dettagliata di un caso studio.

Infine, anche sulla base dell'analisi di alcuni dei casi presentati sinteticamente nel secondo capitolo, viene trattato il comparto scolastico, di particolare interesse sociale e che vede una forte attenzione da parte del legislatore.

nZEB: OBBLIGHI E OPPORTUNITÀ

nZEB a livello europeo

La Direttiva sul rendimento energetico degli edifici (Direttiva 2010/31/UE), recepita nell'ambito della revisione del D.Lgs. 192/2005 prodotta dal D.L. 4 giugno 2013, n. 63, richiede che tutti gli edifici di nuova costruzione siano a energia quasi zero a partire dal 1 gennaio 2021. Per gli edifici pubblici l'obbligo entrerà in vigore dal 1 gennaio 2019.

La direttiva, più in generale, pone attenzione sul fatto che la Commissione elabori un quadro comparativo che permetta di calcolare livelli ottimali in funzione dei costi per i requisiti minimi di prestazione energetica, dunque senza limiti aprioristici che non tengano della loro reale applicabilità, in maniera da fornire ai singoli Stati un framework per comparare i risultati del calcolo con i requisiti minimi di prestazione energetica da essi adottati. In caso di significativa discrepanza, valutata nella misura del 15% tra il risultato del calcolo dei livelli ottimali in funzione dei costi per i requisiti minimi di prestazione energetica e i requisiti minimi di prestazione energetica vigenti, gli Stati membri dovrebbero giustificare la differenza o adottare misure adeguate per ridurre la differenza stessa. Viene altresì stabilito un altro concetto fondamentale, ossia che risulta opportuno che gli Stati membri dovrebbero determinare il ciclo di vita economico stimato di un edificio (dunque non solo soffermarsi sui costi di investimento) o di un elemento edilizio tenendo conto delle pratiche attuali e dell'esperienza acquisita in materia di definizione di tipici cicli di vita economici.

I Paesi dell'Unione Europea (UE) sono tenuti a elaborare dei propri piani nazionali per aumentare il numero di edifici quasi a zero-energia. La Commissione Europea, con l'ottica di monitorare i progressi, ha proceduto nel 2013 a redigere una relazione che ha rilevato che i paesi dell'UE avevano necessità di intensificare significativamente i loro sforzi per sfruttare le opportunità offerte da quasi edifici a zero energia.

Nel 2014, la Commissione europea ha esaminato i progressi nei Paesi dell'UE nel perseguimento dell'obiettivo di arrivare a costruzioni ad energia quasi zero. Queste informazioni aggiornate sono codificate in due modelli.

Il primo modello presenta informazioni su obiettivi intermedi e le misure politiche per quasi edifici a zero energia. Il secondo modello fornisce informazioni sull'applicazione nazionale, della definizione di quasi edifici a zero energia dalla direttiva sull'efficienza energetica degli edifici.

Di particolare importanza risulta uno studio commissionato nel 2012 che ha fornito una guida per i vari Paesi UE e per la stessa la Commissione europea per la normalizzazione di definizioni e principi [1]. Tale studio ha anche analizzato l'opportunità di investire o meno in nZEB con due scenari, uno con prezzi attuali (2010) e uno con prezzi futuri (2020), giungendo alla conclusione che è un buon investimento economico continuare a sostenere la politica di stimolo dell'industria dell'edilizia per continuare a migliorare le prestazioni e per ridurre completamente il divario di costi. Edifici con bassi consumi hanno vantaggi aggiuntivi di solito trascurati, sottovalutati o comunque non esplicitamente menzionati, quali: distribuzione termica più uniforme, una maggiore disponibilità di luce naturale, e in generale superiore comfort termico e visivo e migliore utilizzo delle superfici disponibili.

Nel mese di ottobre 2014, la Commissione europea ha pubblicato un rapporto sulle informazioni comunicate dagli Stati membri sugli edifici a energia quasi zero: il documento sintetizza lo sviluppo dei template creati nel 2013 per facilitare la presentazione dei piani nazionali, nonché la raccolta di informazioni consolidate dagli Stati membri. Inoltre il documento valuta la qualità dei modelli e presenta alcune proposte di miglioramento [2].

Questa versione del Progress Report fornisce una panoramica delle differenze in corso tra gli Stati membri concernenti l'attuazione dei requisiti nZEB (EPBD articolo 9), mostrando un netto miglioramento, sia quantitativamente che qualitativamente, delle informazioni presentate alla Commissione europea in preparazione della relazione della Commissione del 28 giugno 2013.

L'analisi delle informazioni disponibili mostra una situazione variegata, con più della metà degli Stati membri che aveva già implementato una definizione in qualche forma. Diversi Stati membri erano giunti ad una definizione contenente sia un obiettivo numerico per l'utilizzo di energia primaria (o energia usi

finali/domanda di energia utile) e considerando la quota di energie rinnovabili in maniera quantitativa o qualitativa. La Figura 1 fornisce un sintetico quadro della situazione e informa riguardo a quali criteri sono stati adottati dagli Stati membri.

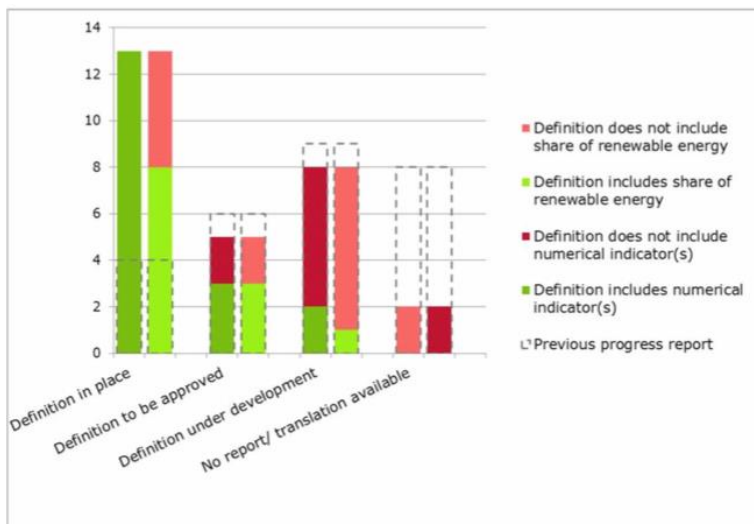


Figura 1 stato di avanzamento dell'adozione di definizioni nZEB [2]

Come accennato, rispetto al 2013 ci sono segnali positivi chiari in termini di quantità e qualità delle informazioni presentate alla Commissione. Alla data di presentazione del rapporto, ad eccezione di Grecia e Spagna, tutti gli Stati membri avevano presentato i piani nazionali e quasi tutti gli Stati membri avevano presentato le informazioni richieste. I template prodotti in precedenza per reperire le informazioni, ovviamente, hanno contribuito a strutturare le informazioni e rendere valutabili e confrontabili le stesse. Tuttavia, in molti piani nazionali, ancora parti delle informazioni erano mancanti o non ben descritte, creando un ostacolo ad una valutazione coerente, dettagliata e di possibile confronto di tutti i piani nazionali sugli nZEB in questa fase. Un maggior dettaglio per singolo Stato membro è rappresentato dalla Figura 2.

Sui progressi compiuti dagli Stati membri per conseguire livelli ottimali costo/beneficio con riferimento ai requisiti minimi per gli edifici (sia nuovi che esistenti) si è recentemente espressa la Commissione Europea nel Rapporto al Parlamento e al Consiglio del 29 luglio 2016 [3].

La Commissione segnala che tutti gli Stati membri, eccetto la Grecia, hanno inviato le informazioni necessarie per la determinazione dei livelli di costo-efficacia. Nella maggior parte dei casi, i requisiti sono stati rispettati sia per la direttiva sul rendimento energetico degli edifici sia per il regolamento delegato sulla metodologia da adottare.

I calcoli sui costi ottimali hanno dimostrato che vi è ancora un potenziale significativo per il risparmio energetico in termini di costo-efficacia che può essere raggiunto, colmando il divario tra i requisiti minimi correnti e livelli di costo ottimali. Dal confronto dei livelli di costo ottimali segnalati ed i requisiti minimi di rendimento energetico, si può concludere che circa la metà degli Stati membri hanno fissato dei requisiti minimi di prestazione che si trovano all'interno della soglia del 15% (soglia sopra la quale il gap viene considerato significativo).

Considerando i gap medi tra i livelli di costo ottimali e requisiti minimi per tutte le categorie (es. nuova costruzione, ristrutturazione, elementi costruttivi) e tipologie di costruzione (ad esempio abitazioni unifamiliari, condomini ed edifici non residenziali) risultano al di sotto della soglia la Danimarca, la Finlandia e la Spagna.

Member State	Full Definition in Place	Numerical Indicator	Share of Renewable Energy
Austria	Yes	Yes	Yes
Belgium - BXL	Yes	Yes	Yes
Belgium - Walloon	Under development	No	No
Belgium - Flemish	Yes	No	Yes
Bulgaria	Still to be approved	No	Yes
Croatia	Yes	Yes	Yes
Cyprus	Under development	No	No
Czech Republic	Yes	Yes	Yes
Denmark	Yes	Yes	Yes
Estonia	Yes	Yes	No
Finland	Under development	No	Yes
France	Yes	Yes	Yes
Germany	Under development	No	No
Greece	No	Yes	Yes
Hungary	Still to be approved	Yes	Yes
Ireland	Yes	Yes	Yes
Italy	Still to be approved	No	Yes
Latvia	Yes	Yes	Yes
Lithuania	Yes	Yes	Yes
Luxembourg	Yes	Yes	No
Malta	Under development	Yes	Yes
Netherlands	Yes	Yes	Yes
Portugal	Yes	No	No
Poland	Still to be approved	Yes	Yes
Romania	Under development	Yes	Yes
Slovenia	Still to be approved	Yes	No
Slovakia	Yes	Yes	Yes
Spain	No	Yes	Yes
Sweden	Under development	No	No
United Kingdom	Under development	No	No

Figura 2 Stato di sviluppo delle definizioni applicate di nZEB nei vari Stati membri [2]

nZEB a livello nazionale

In Italia la definizione di nZEB è fornita dal decreto legge numero 63 del 2013, convertito nella legge n. 90 dello stesso anno, che oltre alla definizione fissa i nuovi criteri per l'aggiornamento e la programmazione di standard prestazionali degli edifici (sia involucro e impianti che fonti rinnovabili) con lo scopo di raggiungere gli obiettivi fissati a livello comunitario in materia di edifici a energia quasi zero. L'edificio a energia quasi zero è definito come "edificio ad altissima prestazione energetica, calcolata conformemente alle disposizioni del presente decreto, che rispetta i requisiti definiti al decreto di cui all'articolo 4, comma 1. Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta in situ".

Il D.L. 63/13 ha previsto gli obblighi di riqualificazione spinta degli enti pubblici, prevedendo¹ che, a partire dall'inizio del 2019, gli edifici di nuova costruzione occupati da pubbliche amministrazioni e di proprietà di queste ultime, ivi compresi gli edifici scolastici, devono essere edifici a energia quasi zero. Dal 1 gennaio 2021 la predetta disposizione è estesa a tutti gli edifici di nuova costruzione.

Viene anche stabilita l'adozione, con decreto interministeriale, di un Piano d'azione destinato ad aumentare il numero di edifici a energia quasi zero. Il piano può includere obiettivi differenziati per tipologia edilizia, e deve essere trasmesso alla Commissione Europea per le opportune valutazioni. Il Piano d'azione deve contenere necessariamente una serie di elementi: l'applicazione della definizione di edifici a energia quasi zero alle diverse tipologie di edifici e indicatori numerici del consumo di energia primaria, le politiche e le misure finanziarie o di altro tipo previste per promuovere gli edifici a energia quasi zero, comprese le informazioni relative alle misure nazionali previste per l'integrazione delle fonti rinnovabili negli edifici, in attuazione della direttiva 2009/28/CE, e l'individuazione, sulla base dell'analisi costi-benefici sul costo di vita economico, di casi specifici per i quali non si applica l'obbligo previsto per gli enti pubblici.

¹ Mediante modifica del D.Lgs. 192/05.

Il D.M. 26 giugno 2015 ha successivamente precisato dal punto di vista tecnico è considerato “edificio a energia quasi zero” ogni edificio, sia esso di nuova costruzione o esistente, che risponda ai seguenti requisiti tecnici:

1. tutti i seguenti indici, calcolati secondo i valori dei requisiti minimi vigenti dal 1° gennaio 2019 per gli edifici pubblici e dal 1° gennaio 2021 per tutti gli altri edifici, risultano inferiori ai valori dei corrispondenti indici calcolati per l’edificio di riferimento (edificio virtuale geometricamente equivalente a quello di progetto ma dotato dei parametri energetici e delle caratteristiche termiche minime vigenti):
 - il coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (H'_T);
 - l’area solare equivalente estiva per unità di superficie utile;
 - l’indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (EP_H), l’indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva, compreso l’eventuale controllo dell’umidità (EP_C), l’indice di prestazione energetica globale, espresso in energia primaria (EP_{gl}), sia totale che non rinnovabile;
 - i rendimenti dell’impianto di climatizzazione invernale (η_h), di climatizzazione estiva (η_c) e di produzione di acqua calda sanitaria (η_w).
2. sono rispettati gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili nel rispetto dei principi minimi di cui all’Allegato 3, paragrafo 1, lettera c), del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28.

Sul tema della quota di fonti rinnovabili da valutare ai fini della definizione di nZEB, se per singola unità immobiliare o edificio, è stata recentemente pubblicata dal Ministero dello sviluppo economico (MiSE) una faq che prevede che la quota vada valutata per l’intero edificio nel caso in cui i singoli servizi energetici siano soddisfatti esclusivamente da impianti a servizio di tutte le unità immobiliari e per singola unità immobiliare nel caso in cui i succitati servizi siano soddisfatti solo o anche da impianti a servizio, in maniera esclusiva, di singole unità immobiliari [4]. La faq sottolinea anche che l’obbligo del comma 3 dell’allegato 3 del D.Lgs. 28/11 (potenza elettrica degli impianti alimentati da fonte rinnovabile) sia invece da applicarsi all’intero edificio. Vale la pena ricordare che, anche in caso di nZEB, le raccomandazioni sono un elemento obbligatorio del certificato da prodursi: anche un nZEB infatti potrebbe migliorare la prestazione energetica (sebbene possa non risultare conveniente dal punto di vista economico). Sarà responsabilità del certificatore inserire le raccomandazioni con tempo di ritorno più breve e sarà discrezione dell’utente capire che interventi con tempo di ritorno elevato o con miglioramenti di prestazione molto ridotti saranno poco appetibili [5].

Riguardo al potenziale di risparmio energetico sugli nZEB alcune stime sono riportate nel Rapporto annuale sull’efficienza energetica del 2016 (ENEA) [6] e nel Piano d’azione nazionale sugli nZEB del 2015 (MiSE) [7], in cui si parte dalla considerazione che oltre il 60% dell’intero patrimonio edilizio esistente è stato costruito prima dell’entrata in vigore della Legge 373/76 che prevedeva i primi vincoli sull’isolamento termico degli edifici e sugli impianti termici e sistemi di controllo. Assunto che la vita media di un edificio è stimabile in circa sessant’anni e che i costi connessi alla voce energia assumono valori crescenti, ci si attenderebbe un sensibile incremento degli interventi di riqualificazione energetica e di ristrutturazione importante degli edifici esistenti. Sulla base dell’andamento del mercato delle costruzioni e dei dati ISTAT del 2011 e di altri operatori del settore, per gli edifici di nuova realizzazione o esistenti soggetti ad un’azione di riqualificazione energetica o ristrutturazione importante, viene ipotizzato che una percentuale dell’un per cento all’anno assolve alle prescrizioni previste per gli nZEB prima dell’entrata in vigore dell’obbligo.

Per i nuovi edifici viene stimato per il periodo 2015-2020 un livello di interventi di realizzazione di nuovi edifici di circa 7,2 milioni di metri quadrati per anno, di cui circa il 60% in edifici monofamiliari. Nel settore residenziale viene stimato un risparmio di oltre 2.000 tep ottenibile al 2020 mentre in quello non residenziale risulta un risparmio complessivo ottenibile al 2020 di oltre 1.800 tep.

Per gli edifici esistenti sulla base dell'analisi dei risultati dei meccanismi incentivanti si rileva che le superfici di edifici residenziali sottoposte a riqualificazione energetica saranno circa 11,2 milioni di metri quadrati, con un 60% relativo a edifici monofamiliari e un 40% a edifici plurifamiliari. Riguardo al settore non residenziale viene stimato che si realizzeranno annualmente (fino al 2020), riqualificazioni energetiche su circa 8,5 milioni di m² suddivisi tra settore pubblico e privato con 5 milioni di m² dedicati alle scuole e 1,5 m² agli uffici. Per la quota residenziale di edifici esistenti è stimato un risparmio complessivo di oltre 3.000 tep dal rispetto dei requisiti nZEB facendo riferimento ad una azione di riqualificazione secondo i requisiti minimi a normativa vigente, mentre per il settore non residenziale il risparmio totale ottenibile ammonta a circa 5.000 tep.

Sotto il profilo dei costi, si rilevano in particolare aumenti connessi tipicamente ad un più elevato isolamento termico dell'involucro edilizio rispetto a quanto si avrebbe col solo rispetto della normativa vigente, ad infissi e serramenti più efficienti e ad impianti termici che garantiscano il rispetto dei requisiti in termini di energia prodotta da impianti a fonti rinnovabili, con le percentuali previste per ciascuna di esse.

Nel Rapporto annuale sull'efficienza energetica di ENEA (dati PANZEB) [6] [7] è stimato e riportato il costo aggiuntivo occorrente alla realizzazione di un edificio ad energia quasi zero nei casi di nuova costruzione o riqualificazione. Tale stima è realizzata su alcune tipologie di edifici che sono rappresentative della realtà nazionale, secondo i dati riportati in Tabella 1. Come sovraccosto medio per trasformare un edificio esistente in nZEB rispetto ad una ristrutturazione importante di primo livello si ha per l'involucro un incremento compreso tra il 4-5% a seconda del tipo di edificio: 4,2% per un monofamiliare, 4,6% per un condominio e 5,3% per un ufficio; per gli impianti un sovraccosto compreso tra il 27-50%: 50,2% per un monofamiliare, 27,4% per un condominio e 14 % per un ufficio.

	Epoca di costruzione		Superficie utile (m ²)	Volume lordo (m ³)	Rapporto $S_{involucro}/V_{lordo}$	Rapporto $S_{vetrata}/S_{involucro}$	I.P.E. globale (kWh/m ²)	
							Zona B	Zona E
Edifici residenziali								
Monofamiliare	Esistente	1946-76	162	584	0,74	0,05	113	168
	Nuovo	2015	98	371	0,99	0,03	99	120
Grande condominio	Esistente	1946-76	1.552	5.949	0,46	0,07	100	114
	Nuovo	2015	1.778	6.662	0,43	0,09	99	95
Edifici non residenziali								
Ufficio	Esistente	1946-76	363	1.339	0,6	0,12	145	160
	Nuovo	2015	1.536	6.077	0,35	0,20	131	115

Tabella 1: panel di edifici rappresentativi della realtà nazionale [6][7]

Forme incentivanti per l'edilizia efficiente

L'efficientamento energetico dell'edilizia esistente e, in alcuni casi, delle nuove realizzazioni, viene promosso a livello nazionale con numerose forme incentivanti. Viene anche incentivato il ricorso a fonti rinnovabili per la produzione di energia termica ed elettrica.

Il quadro degli incentivi a livello nazionale è riportato in Figura 3 e vede un incentivo dedicato alla produzione elettrica da fonte rinnovabile non fotovoltaica (D.M. 23 giugno 2016), un incentivo dedicato alla cogenerazione ad alto rendimento (D.M. 5 settembre 2011) e un gruppo di incentivi che coprono più aree, con particolare attenzione all'efficienza energetica e alle rinnovabili termiche: conto termico, detrazioni fiscali, certificati bianchi e altre forme incentivanti, tra cui il fondo nazionale per l'efficienza energetica in via di attuazione.

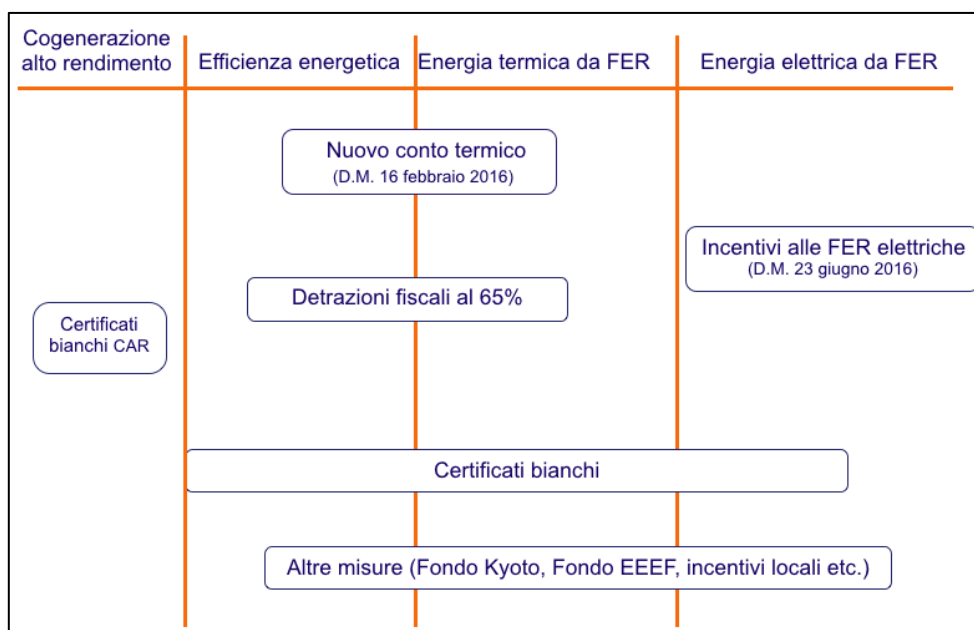


Figura 3: incentivi per l'uso razionale dell'energia

Nei seguenti paragrafi sono riportate informazioni sugli schemi vigenti applicabili alla Pubblica Amministrazione, con particolare riferimento all'efficientamento energetico in edilizia e all'impiantistica connessa al soddisfacimento dei bisogni di climatizzazione, acqua calda sanitaria e illuminazione.

Certificati bianchi

Il meccanismo dei certificati bianchi o dei titoli di efficienza energetica, è il principale schema nazionale di incentivazione per l'efficienza energetica negli usi finali che, secondo le previsioni del D.Lgs. 102/14, dovrà contribuire per almeno il 60% agli obiettivi di risparmio al 2020. Il meccanismo è strutturato in maniera tale che ad ogni progetto che venga presentato e approvato dalle competenti autorità venga riconosciuto un numero di certificati bianchi calcolato in base al risparmio effettivo a parità di usi finali, della vita tecnica degli interventi e di aspetti collegati alla legislazione vigente e alla media di mercato per il prodotto installato o la soluzione utilizzata.

Il soggetto responsabile del meccanismo e della valutazione dei progetti è il Gestore dei servizi energetici (GSE), mentre per quanto riguarda l'erogazione dei titoli e gli aspetti di mercato il riferimento è il Gestore dei mercati energetici (GME).

Sul piano energetico un certificato equivale a una tonnellata equivalente di petrolio (tep) "addizionale", su quello economico dipende dal particolare momento di incontro domanda-offerta. Un certificato bianco può

essere venduto a un soggetto obbligato o a un trader sulle piattaforme di scambio gestite dal GME o mediante un accordo bilaterale tra le parti. Il valore economico del titolo non è predefinito, essendo soggetto all'andamento del mercato. Tuttavia come valore indicativo si può tener presente che dal 2010 alla metà del 2016 sulla piattaforma di mercato del GME il prezzo non è sceso sotto i 90 euro/TEE e ha avuto un picco massimo di poco superiore a 145 euro/TEE (Figura 4).

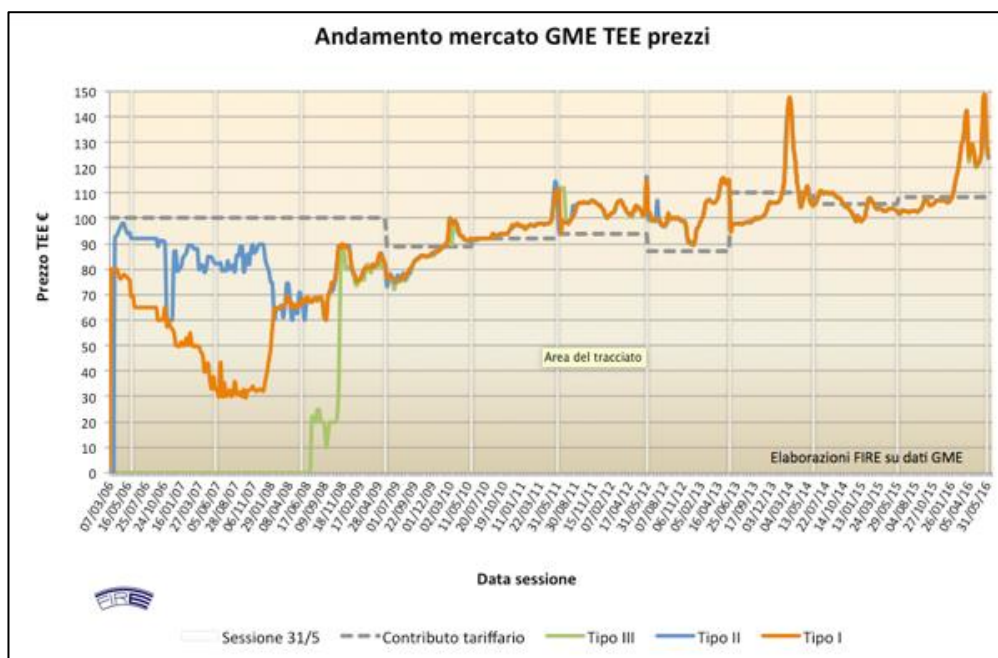


Figura 4 andamento dei prezzi dei TEE sul mercato del GME, elab. FIRE su dati AEEGSI e GME

I certificati bianchi possono essere richiesti da due gruppi di soggetti specificamente identificati dalla normativa: soggetti obbligati e soggetti volontari.

I soggetti obbligati a conseguire gli obblighi quantitativi nazionali annui di incremento dell'efficienza energetica sono:

- distributori di energia elettrica che, alla data del 31 dicembre di due anni antecedenti a ciascun anno d'obbligo, abbiano connessi alla propria rete di distribuzione più di 50.000 clienti finali;
- distributori di gas naturale che, alla data del 31 dicembre di due anni antecedenti a ciascun anno d'obbligo, abbiano connessi alla propria rete di distribuzione più di 50.000 clienti finali.

I soggetti obbligati possono assolvere agli obblighi sia realizzando in proprio progetti di efficienza energetica - con la relativa emissione di certificati bianchi - che acquistando i certificati bianchi da altri soggetti. I soggetti obbligati costituiscono il "lato domanda" del meccanismo.

Possono accedere al meccanismo dei certificati bianchi e presentare progetti di efficienza energetica anche i soggetti volontari, che costituiscono il "lato offerta" del meccanismo. I soggetti volontari sono:

- società di servizi energetici;
- soggetti con obbligo di nomina dell'energy manager;
- società controllate dai distributori obbligati;
- distributori di energia elettrica o gas non soggetti all'obbligo;
- imprese operanti nei settori industriale, civile, terziario, agricolo, trasporti e servizi pubblici, compresi gli Enti pubblici, purché provvedano alla nomina dell'energy manager oppure siano certificate ISO 50001 e mantengano in essere queste condizioni per tutta la durata della vita tecnica dell'intervento.

Dal 19 luglio 2016 (ovvero due anni dall'entrata in vigore del D.Lgs. 102/14) le società di servizi energetici devono obbligatoriamente essere certificate ai sensi della norma UNI CEI 11352 per poter partecipare al

meccanismo, così come i soggetti con energy manager devono provvedere affinché l'energy manager o altro soggetto facente riferimento alla realtà nominante, sia certificato come esperto in gestione dell'energia ai sensi della norma UNI CEI 11339 [8].

Per il calcolo del numero di certificati bianchi ottenibili a seguito di un'iniziativa di efficientamento energetico si applica la formula:

$$R_{\text{eff}} = R_{\text{lordo}} \cdot C_{\text{addiz}} \cdot \tau$$

Il coefficiente di addizionalità C_{addiz} può avere valori minori o uguali a 1. È massimo quando la baseline legislativa o di mercato per il progetto considerato coincide con la situazione precedente all'intervento. C_{addiz} è definito nelle schede di valutazione, mentre va determinato dal proponente nei progetti a consuntivo.

Un elemento importante è il coefficiente di durabilità τ , che riconosce un moltiplicatore dei titoli ottenuti rispetto al risparmio addizionale annuale conteggiando i risparmi attesi dopo i cinque o gli otto anni di riconoscimento dei titoli. Il valore del τ è definito nelle schede di valutazione o nelle linee guida del meccanismo e varia fra 1 e 4,58 in funzione della tecnologia.

Per contabilizzare i risparmi sono previste tre modalità di valutazione:

- standardizzata;
- analitica;
- consuntivo.

I metodi di valutazione standardizzata consentono di quantificare il risparmio specifico lordo annuo dell'intervento attraverso la determinazione dei risparmi relativi ad una singola unità fisica di riferimento, senza procedere a misurazioni dirette e continuative.

I metodi di valutazione analitica consentono di quantificare il risparmio lordo conseguibile attraverso una tipologia di intervento sulla base di un algoritmo di valutazione predefinito e della misura diretta di alcuni parametri di funzionamento del sistema dopo che è stato realizzato l'intervento.

I metodi di valutazione a consuntivo consentono di quantificare il risparmio netto conseguibile attraverso uno o più interventi che devono essere presentati con una "Proposta di Progetto e Programma di Misura" (PPPM) e valutati da ENEA/RSE. Hanno una complessità maggiore poiché necessitano della determinazione di un algoritmo ad hoc per la quantificazione dei risparmi e misure ante e post intervento.

I progetti, siano essi standard, analitici o a consuntivo, vanno presentati al GSE che li valuta con il supporto di ENEA ed RSE.

Per presentare un progetto è necessario che si raggiungano le seguenti dimensioni minime (R_{eff} , quindi incluso il τ):

- 20 tep per progetti standard;
- 40 tep per progetti analitici;
- 60 tep per progetti a consuntivo.

In generale (sia per la Pubblica Amministrazione che per i soggetti privati) una consistente parte degli interventi di efficientamento energetico per il sistema edificio-impianto è rendicontabile tramite schede tecniche, la maggior parte delle quali afferenti al metodo di valutazione standardizzato. Si riporta in Tabella 2 l'elenco delle schede di interesse utilizzabili dalla Pubblica Amministrazione alla data di pubblicazione del presente documento.

N°	Titolo	Tipo
5T	Sostituzione di vetri semplici con doppi vetri	S
6T	Isolamento delle pareti e delle coperture	S
7T	Impiego di impianti fotovoltaici di potenza < 20 kW	S
8T	Impiego di collettori solari per la produzione di acqua calda sanitaria	S
19T	Installazione di condizionatori ad aria esterna ad alta efficienza con potenza frigorifera inferiore a 12 kWf	S
20T	Isolamento termico delle pareti e delle coperture per il raffrescamento estivo in ambito domestico e terziario	S
22T	Applicazione nel settore civile di sistemi di teleriscaldamento per la climatizzazione ambienti e la produzione di acqua calda sanitaria	A
26T	Installazione di sistemi centralizzati per la climatizzazione invernale e/o estiva di edifici ad uso civile	A

Tabella 2 Schede tecniche applicabili all'efficientamento dell'involucro-impiantistica della P.A.

Le schede possono presentare valori del rapporto incentivo/costo d'investimento che può arrivare anche ad alcune decine di punti percentuali (ad esempio nel il caso del solare termico) ma parte delle schede presenta impatti del ricavo dei titoli sul costo d'investimento di scarso interesse [3], anche in presenza del fattore di durabilità introdotto dalla delibera AEEGSI EEN 9/11.

Va segnalata inoltre una limitata possibilità applicativa delle schede in quanto per buona parte degli interventi considerati è applicabile anche il conto termico, appositamente pensato per incentivare interventi di efficientamento energetico rivolti alla Pubblica Amministrazione e interventi di adozione di fonti rinnovabili termiche per Pubblica Amministrazione e privati, su edifici esistenti.

Si segnala che, sebbene non siano oggetto di interesse primario del presente lavoro (rivolto all'efficientamento degli edifici pubblici), per la P.A. sono applicabili anche alcune schede sui sistemi tecnologici.

Le schede sulla pubblica illuminazione rappresentano un'interessante strumento per la richiesta di certificati bianchi da parte degli Enti Locali, atteso che con le stesse, è possibile coprire quasi tutta la casistica di interventi di efficientamento dell'illuminazione esterna su strade dedicate al traffico motorizzato (schede 28T, 29Ta e 29Tb); buona parte dell'illuminazione esterna in generale mediante la scheda 17T dedicata ai regolatori di flusso luminoso; alcuni casi di illuminazione a led di aree pedonali tramite la scheda 46E.

Le schede che appaiono di maggior interesse, data la vastità dell'ambito applicativo, sono le 28T, 29Ta e 29Tb, approvate con delibera EEN 4 del 2010 dall'Autorità per l'energia elettrica, il gas e il sistema idrico. La scheda 28T è dedicata all'illuminazione di gallerie stradali e autostradali con illuminazione permanente. Le altre due schede, 29Ta e 29Tb, premiano in generale l'illuminazione efficiente di strade destinate al traffico motorizzato: la prima riguarda la realizzazione di nuovi sistemi di illuminazione e interventi di rifacimento completo, la seconda interventi di retrofit di sistemi di illuminazione per strade esistenti. Oltre al fatto di essere applicabili a una buona parte degli interventi di pubblica illuminazione, ovvero quasi tutta l'illuminazione stradale, tali schede coprono ambiti di rilevante interesse per gli operatori, tra cui l'illuminazione a led.

Qualora si volesse installare un sistema di cogenerazione ad alto rendimento, eventualmente abbinandolo ad una rete di teleriscaldamento, è disponibile il D.M. 5 settembre 2011, che riconosce dei benefici sotto forma di certificati bianchi alla produzione energetica (elettrica e termica) di impianti di cogenerazione che rispettino i requisiti previsti dal D.M. 4 agosto 2011.

Il numero di certificati bianchi è calcolato sulla base della produzione combinata di energia elettrica e termica opportunamente normalizzate, e tenuto conto della taglia degli impianti con un coefficiente che premia le quote di potenza più basse. Il numero di anni solari di riconoscimento è pari a 10 per la

cogenerazione ad alto rendimento e 15 nel caso in cui si abbia una rete di teleriscaldamento con particolari condizioni. Per i certificati bianchi per la cogenerazione ad alto rendimento, secondo quanto previsto dall'art. 9, comma 2 del D.M. 5 settembre 2011, è possibile optare per il ritiro da parte del GSE, in alternativa alla vendita sulla borsa elettronica del GME o alla contrattazione bilaterale. Il prezzo di ritiro, costante per l'intero periodo di incentivazione, viene stabilito annualmente dall'AEEGSI ed è pari al contributo tariffario erogato ai distributori obbligati ai sensi dei DD.MM. 20 luglio 2004 e s.m.i.

Conto termico

Il conto termico è un incentivo dedicato ad interventi di piccole dimensioni per l'incremento di efficienza energetica e impiego di fonti rinnovabili termiche, a cui possono accedere le Pubbliche Amministrazioni, per entrambe le tipologie di interventi, e i soggetti privati soltanto per gli interventi sulle rinnovabili termiche.

Sia le P.A. che i soggetti privati, qualora lo ritengano opportuno, possono ricorrere ad una ESCO; le ragioni per ricorrere ad una ESCO possono essere molteplici, tra cui, ad esempio, la mancanza di know-how interno o nel caso in cui gli interventi di interesse dovessero ricadere all'interno un contratto più ampio che comprenda la gestione degli incentivi da parte della ESCO stessa. A partire dal 19 luglio 2016 le ESCO hanno obbligo di certificazione UNI CEI 11352.

Sono definite come Pubbliche Amministrazioni "tutte le amministrazioni di cui all'art. 1, comma 2 del decreto legislativo 30 marzo 2001, n. 165 compresi gli ex Istituti autonomi case popolari comunque denominati e trasformati dalle regioni nonché, ai sensi della legge 11 novembre 2014, n. 164, le cooperative di abitanti iscritte all'Albo nazionale delle società cooperative edilizie di abitazione e dei loro consorzi costituito presso il Ministero dello sviluppo economico in base all'art. 13 della legge 31 gennaio 1992, n. 59. Ai fini del presente decreto sono inoltre ricomprese le società a patrimonio interamente pubblico, costituite ai sensi dell'art. 113, comma 13, del decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 267, così come modificato dalla legge 24 novembre 2003, n. 326, nonché le società cooperative sociali costituite ai sensi dell'art.1, della legge 8 novembre 1991, n. 381 e successive modificazioni e iscritte nei rispettivi albi regionali di cui all'art. 9, comma 1 della medesima disposizione".

In sintesi sono qualificabili all'interno della categoria della P.A. ai fini del conto termico:

- a) Pubbliche Amministrazioni di cui all'articolo 1, comma 2 del Decreto legislativo 30 marzo 2001, n. 165;
- b) Ex Istituti Autonomi Case Popolari comunque denominati e trasformati dalle Regioni;
- c) Cooperative di abitanti (introdotte dalla Legge 164/14), iscritte all'Albo nazionale delle società cooperative edilizie di abitazione e dei loro consorzi costituito presso il Ministero dello Sviluppo Economico;
- d) Società a patrimonio pubblico (società in house).
- e) Società cooperative sociali iscritte nei rispettivi albi regionali.

Le figure operanti all'interno del meccanismo sono principalmente due, il GSE e il soggetto responsabile: il GSE è il soggetto istituzionale deputato alla gestione del meccanismo nonché dell'erogazione dell'incentivo; il soggetto responsabile è il soggetto che ha sostenuto le spese per l'esecuzione degli interventi e che ha diritto all'incentivo e stipula il contratto (accordo riportante le condizioni e le modalità di accesso agli incentivi) con il GSE.

Il soggetto responsabile può operare attraverso un soggetto delegato, per la compilazione della scheda-domanda (scheda anagrafica che caratterizza tecnicamente gli interventi realizzati, gli edifici ed i soggetti coinvolti) e per la gestione dei rapporti contrattuali con il GSE.

La durata dell'incentivo, ossia il numero di anni nel quale l'incentivo viene erogato con rate costanti, è diversificata in base alla tipologia di intervento e a parametri caratteristici dello stesso (es. soglia espressa in funzione della superficie per il solare termico, o in termini di potenza per le caldaie).

Gli interventi di efficienza energetica in edifici esistenti, parti di edifici esistenti o unità immobiliari esistenti di qualunque categoria catastale, dotati di impianto di climatizzazione, sono i seguenti (accanto ad ogni intervento è riportato in parentesi il numero di anni di percepimento dell'incentivo):

- isolamento termico di superfici opache delimitanti il volume climatizzato (5 anni);
- sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi delimitanti il volume climatizzato (5 anni);
- sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzanti generatori di calore a condensazione (5 anni);
- installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento di chiusure trasparenti con esposizione da Est-sud-est a Ovest, fissi o mobili, non trasportabili (5 anni);
- trasformazione degli edifici esistenti in «edifici a energia quasi zero» (5 anni);
- sostituzione di sistemi per l'illuminazione d'interni e delle pertinenze esterne degli edifici esistenti con sistemi efficienti di illuminazione (5 anni);
- installazione di tecnologie di gestione e controllo automatico (building automation) degli impianti termici ed elettrici degli edifici, ivi compresa l'installazione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore (5 anni).

Gli interventi di produzione di energia termica da fonti rinnovabili e sistemi a elevata efficienza in edifici esistenti, parti di edifici esistenti o unità immobiliari esistenti di qualsiasi categoria catastale, dotati di impianto di climatizzazione, a cui possono accedere sia le P.A. che i soggetti privati, sono:

1. sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale, anche combinati per la produzione di acqua calda sanitaria, dotati di pompe di calore, elettriche o a gas, utilizzanti energia aerotermica, geotermica o idrotermica (2 anni fino a 35 kW e 5 anni da 35 kW a 2 MW);
2. sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti o di riscaldamento delle serre e dei fabbricati rurali esistenti con impianti di climatizzazione invernale dotati di generatore di calore alimentato da biomassa (2 anni fino a 35 kW e 5 anni da 35 kW a 2 MW);
3. installazione di impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria e/o ad integrazione dell'impianto di climatizzazione invernale, anche abbinati a sistemi di solar cooling, per la produzione di energia termica per processi produttivi o immissione in reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento (2 anni fino a 50 m² e 5 anni tra 50 m² e 2.500 m²);
4. sostituzione di scaldacqua elettrici con scaldacqua a pompa di calore (2 anni);
5. sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con sistemi ibridi a pompa di calore (2 anni fino a 35 kW e 5 anni da 35 kW a 2 MW).

Con riferimento agli interventi incentivabili, sono state introdotte diverse e importanti novità: riguardo alle annualità di erogazione del conto termico è stata prevista l'erogazione dello stesso in un'unica rata per tutti gli importi che non superino i 5.000 euro.

Va anche segnalato che le P.A. che decidano di utilizzare, anche per il tramite di una ESCO la procedura di accesso diretto possono richiedere l'erogazione dell'incentivo in un'unica rata anche per importi del beneficio superiori a 5.000 euro.

Con riferimento agli edifici ad energia quasi zero nella loro interezza (fermo restando la possibilità ai fini dell'efficienza energetica in edilizia utilizzando le singole voci soprariportate), è concesso dal conto termico l'intervento di trasformazione degli edifici esistenti in edifici a energia quasi zero, nel rispetto della seguente definizione: intervento di ristrutturazione edilizia, compreso l'ampliamento fino ad un massimo del 25% della volumetria e nel rispetto degli strumenti urbanistici vigenti, finalizzato a trasformare gli edifici di proprietà della pubblica amministrazione in "edifici a energia quasi zero". Sono ammissibili gli interventi di incremento dell'efficienza energetica che concorrono alla diminuzione dei fabbisogni di energia per la climatizzazione invernale ed estiva, l'illuminazione degli interni e delle pertinenze esterne degli edifici, la produzione di acqua calda sanitaria, gli interventi di produzione di energia termica ed elettrica da fonti

rinnovabili volti alla copertura dei fabbisogni. In caso di demolizione e ricostruzione dell'edificio, qualora la ricostruzione avvenisse in un luogo diverso dall'ubicazione dell'edificio demolito, bisognerà verificare quanto stabilito nel pertinente titolo autorizzativo.

Per gli edifici ad energia quasi zero, anche a testimonianza della particolare attenzione concessa agli stessi dal legislatore in questa fase storica, si segnala il notevole limite superiore di valore dell'incentivo complessivamente riconoscibile, maggiore di alcuni ordini di grandezza (da uno a tre ordini) rispetto ai valori limite degli altri interventi. Per nZEB in zone climatiche A, B e C il costo massimo unitario ammissibile è pari a 500 €/m² con un tetto di 1.500.000 € di valore massimo dell'incentivo, mentre per nZEB in zone climatiche D, E ed F il costo massimo unitario sale a 575 €/m² con un tetto di 1.750.000 € di incentivo complessivamente erogabile.

È anche previsto dal D.M. 16 febbraio 2016 che per interventi di ristrutturazione importante o riqualificazione, tali da trasformare gli edifici esistenti in "edifici a energia quasi zero", l'attestato di prestazione energetica redatto dopo la realizzazione degli interventi, debba riportare la classificazione di "edificio a energia quasi zero" ovvero l'edificio debba rispettare i requisiti indicati al paragrafo 3.4, del decreto del Ministro dello sviluppo economico 26 giugno 2015 concernente le metodologie di calcolo della prestazione energetica e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.

Le spese ammissibili, da rendicontare nelle fatture relative agli interventi oggetto della richiesta di incentivo, sono da considerare comprensive di imposta sul valore aggiunto dove essa costituisce un costo.

Le spese ammissibili sono:

- Fornitura e messa in opera di materiali e tecnologie finalizzati al conseguimento della qualifica di «edifici a energia quasi zero», comprensiva dei costi sostenuti per le opere provvisoriale ed accessorie.
- Demolizione, recupero o smaltimento e ricostruzione degli elementi costruttivi dell'involucro e degli impianti per i servizi di riscaldamento, raffrescamento, produzione di acqua calda e illuminazione (ove considerata per il calcolo della prestazione energetica), ove coerente con gli strumenti urbanistici vigenti fornitura e messa in opera di materiali ordinari, necessari alla realizzazione di ulteriori strutture murarie a ridosso di quelle preesistenti realizzate contestualmente alle opere di cui al punto precedente, per il miglioramento delle caratteristiche termiche delle strutture esistenti.
- Demolizione e ricostruzione delle strutture dell'edificio.
- Eventuali interventi per l'adeguamento sismico delle strutture dell'edificio, rafforzate o ricostruite, che contribuiscono anche all'isolamento.
- Prestazioni professionali connesse alla realizzazione degli interventi.
- Spese di trasporto.

Decreto rinnovabili elettriche non fotovoltaiche

Allo scopo di promuovere la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili diverse dal fotovoltaico è stato di recente prodotto e pubblicato in Gazzetta Ufficiale il D.M. 23 giugno 2016, che agisce in coerenza col perseguimento degli obiettivi stabiliti nella Strategia energetica nazionale procedendo anche a un graduale adattamento alle Linee guida in materia di aiuti di Stato per l'energia e l'ambiente. Il decreto regola l'accesso agli incentivi sia per impianti nuovi che per impianti integralmente ricostruiti, riattivati, oggetto di interventi di potenziamento o di rifacimento. Per meglio comprendere il campo di applicabilità del decreto sono identificati come segue i concetti di ricostruzione, rifacimento, potenziamento e riattivazione.

- **Integrale ricostruzione:** intervento che prevede la realizzazione di un impianto alimentato da fonti rinnovabili in un sito sul quale, prima dell'avvio dei lavori, preesisteva un altro impianto di produzione di energia elettrica, del quale può essere riutilizzato un numero limitato di infrastrutture e opere preesistenti, come specificato, in relazione a ciascuna fonte e tipologia di impianto,

nell'allegato 2; l'intervento deve essere realizzato utilizzando componenti nuovi o rigenerati.

- Rifacimento di un impianto alimentato da fonti rinnovabili: intervento finalizzato al mantenimento in piena efficienza produttiva dell'impianto e può includere sostituzioni, ricostruzioni e lavori di miglioramento di varia entità e natura, da effettuare su alcuni dei principali macchinari ed opere costituenti l'impianto; il rifacimento è considerato totale o parziale a seconda del rilievo dell'intervento complessivamente effettuato, come specificato, in relazione a ciascuna fonte e tipologia di impianto, nell'allegato 2.
- Potenziamento di un impianto alimentato da fonti rinnovabili: intervento che prevede la realizzazione di opere sull'impianto volte ad ottenere un aumento della potenza dell'impianto, come specificato, in relazione a ciascuna fonte e tipologia di impianto, nell'allegato 2.
- Riattivazione di un impianto alimentato da fonti rinnovabili: messa in servizio di un impianto, dismesso da oltre dieci anni, anche mediante impiego di componenti rigenerati.

Il D.M. 23 giugno 2016 incentiva la produzione di energia elettrica netta che l'impianto immette in rete, che viene computata come il valore più basso tra la produzione netta e l'energia elettrica effettivamente immessa in rete. La modalità di calcolo dell'incentivo è funzione della taglia dell'impianto:

- Per impianti fino a 0,5 MW è prevista una tariffa omnicomprensiva, comprendente dunque anche il valore dell'energia elettrica, che si ottiene sommando una tariffa incentivante base con dei premi (eventuali) previsti dal decreto.
- Per gli impianti di potenza superiore a 0,5 MW un incentivo che si ottiene dalla differenza tra la tariffa incentivante base più eventuali premi e il prezzo orario zonale dell'energia. A differenza della tariffa omnicomprensiva in questo caso l'energia elettrica prodotta resta nella disponibilità del produttore.

I soli impianti di potenza fino a 0,5 MW hanno facoltà di scegliere una delle due modalità e cambiare opzione al massimo due volte in tutto il periodo di incentivazione.

Le modalità di accesso ai benefici del D.M. 23 giugno 2016 sono l'accesso diretto, i registri e le aste.

- Accesso diretto dopo dell'entrata in esercizio: è fruibile nel caso di impianti nuovi, oggetto di intervento di riattivazione, integrale ricostruzione, potenziamento o rifacimento, con potenza minore di specifici valori di soglia, differenziati per tipologia di fonte.
- Iscrizione a Registri e successiva richiesta di incentivo per gli impianti ammessi in posizione utile: si applica nel caso di impianti nuovi, oggetto di intervento di integrale ricostruzione, riattivazione, potenziamento, con potenza ricompresa in specifici valori di soglia, differenziati per tipologia di fonte; vale anche nel caso di impianti oggetto di rifacimento, con potenza ricompresa in specifici valori di soglia, differenziati per tipologia di fonte.
- Aggiudicazione di aste al ribasso: vale nel caso di impianti nuovi, oggetto di intervento di riattivazione, integrale ricostruzione, potenziamento, con potenza maggiore di 5 MW, stabilito per specifiche tipologie di fonte rinnovabile.

Gli impianti ammessi in posizione utile nei registri o aggiudicatari delle aste possono presentare domanda di accesso agli incentivi entro 30 giorni dalla data di entrata in esercizio (artt. 11, 16 e 17 del decreto). Sia i bandi per i registri che per le aste vengono aperti sul portale GSE, e trascorsi 10 giorni dalla pubblicazione degli stessi si hanno a disposizione 60 giorni per iscriversi ai registri e 90 giorni per partecipare alle aste.

La richiesta di accesso agli incentivi è concessa fino al 31 dicembre 2017 per accesso diretto o comunque decorsi 30 giorni dalla data del raggiungimento di un costo indicativo massimo di 5,8 miliardi di euro l'anno. Tale valore è rappresentato dalla sommatoria degli incentivi complessivamente riconosciuti, in attuazione del D.M. 23 giugno 2016 e dei precedenti provvedimenti di incentivazione, agli impianti alimentati da fonti rinnovabili diverse dalla fonte fotovoltaica, calcolato secondo specifiche modalità descritte nell'articolo 27.

Nella tabella seguente (fonte GSE) sono schematizzate le modalità di accesso agli incentivi e tariffe incentivanti sia per il D.M. 6 luglio 2012, che continua a restare attivo nei casi previsti in tabella, che per il D.M. 23 giugno 2016.

	TARIFE INCENTIVANTI DM 6 luglio 2012	TARIFE INCENTIVANTI DM 23 giugno 2016
MODALITA' E CONDIZIONI DI ACCESSO AI SENSI DEL DM 6 luglio 2012	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti iscritti in posizione utile a seguito delle Procedure d'Asta e Registro del DM 6 luglio 2012 • Impianti in accesso diretto ai sensi del DM 6 luglio 2012 entrati in esercizio tra il 31 maggio e il 29 giugno 2016, a condizione che abbiano presentato o presentino domanda di accesso agli incentivi entro 30 giorni dalla data di entrata in esercizio 	
MODALITA' E CONDIZIONI DI ACCESSO AI SENSI DEL DM 23 giugno 2016	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti in accesso diretto ai sensi del DM 23 giugno 2016 che entrano in esercizio entro il 29 giugno 2017, fermo restando il termine per la presentazione delle richieste di cui all'art. 3, comma 2 del DM 23/06/2016 • Impianti iscritti in posizione utile a seguito delle procedure dei Registri del DM 23 giugno 2016 che entrano in esercizio entro il 29 giugno 2017 	<ul style="list-style-type: none"> • Impianti in accesso diretto ai sensi del DM 23 giugno 2016 che entrano in esercizio oltre il 29 giugno 2017 • Impianti iscritti in posizione utile a seguito delle procedure dei Registri del DM 23 giugno 2016 che entrano in esercizio oltre il 29 giugno 2017 • Impianti aggiudicatari di Asta del DM 23 giugno 2016

Tabella 3 modalità di accesso e transizione D.M: 6 luglio 2012 e D.M. 23 giugno 2016 (fonte GSE)

Le attività di controllo della regolarità delle esecuzioni per il diritto di accesso alle tariffe incentivanti sono svolte dallo stesso GSE ai sensi del D.M. 31 gennaio 2014.

Fondo nazionale per l'efficienza energetica

Il D.Lgs. 102/14 ha previsto l'istituzione di un fondo di rotazione per diversi interventi di efficientamento energetico, compresa l'edilizia per la Pubblica Amministrazione. Gli aspetti fondamentali del fondo (che alla data di redazione del rapporto non risulta attivato) sono descritti nell'articolo 15 del citato decreto. Il Fondo è destinato a sostenere il finanziamento di interventi di efficienza energetica coerentemente con gli obiettivi nazionali, promuovendo sia il coinvolgimento delle ESCO che la partecipazione di istituti finanziari e investitori privati sulla base di un'adeguata condivisione dei rischi.

Tra le categorie di interventi coperte dal fondo ve ne sono alcune dedicate, o strettamente attinenti, al settore edilizio. Il fondo è infatti applicabile, tra le varie misure, anche alle azioni di miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici della Pubblica Amministrazione e di interi edifici destinati ad uso residenziale, inclusa l'edilizia popolare. Sebbene i dettagli e le modalità operative saranno definite da un apposito decreto interministeriale, è già stabilito che particolare attenzione dovrà essere dedicata ad interventi che presentino specifiche caratteristiche volte a creare nuova occupazione, alle reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento a biomassa e in ambito agricolo, e a diverse interessanti azioni in campo edilizio quali: miglioramento dell'efficienza energetica dell'intero edificio, promozione di nuovi edifici a energia quasi zero, introduzione di misure di protezione antisismica abbinate alla riqualificazione energetica. Lo stesso D.Lgs. 102/14 all'art. 4 ha previsto l'istituzione di una cabina di regia volta, tra le altre cose, a promuovere le misure di efficienza comprese nello stesso Decreto e assicurare il coordinamento del Fondo Nazionale per l'Efficienza Energetica con il Fondo Kyoto.

La cabina di regia, regolata dal Decreto interministeriale 9 gennaio 2015 - Efficienza energetica, è composta da quattro membri del Ministero dello sviluppo economico (MISE) e quattro del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (MATTM), con l'avvalimento di ENEA e GSE che designano un rappresentante ciascuno.

All'individuazione delle priorità, dei criteri, delle condizioni, delle modalità di funzionamento del Fondo, e per il monitoraggio dei risultati conseguiti, collaborano con il MISE e il MATTM anche i Ministeri delle infrastrutture e dell'Economia.

Riguardo alle coperture, è previsto che le risorse del fondo di garanzia a sostegno del teleriscaldamento (D.Lgs. 28/11) sono versate all'entrata del bilancio dello Stato per l'importo di 5 milioni di euro nell'anno 2014 e di 25 milioni di euro nell'anno 2015, per essere riassegnate nei medesimi esercizi al Fondo.

La dotazione del Fondo può essere integrata, per il periodo 2015-2020, a valere sulle risorse annualmente confluite nel fondo del teleriscaldamento e fino a 15 milioni euro annui per il periodo 2014-2020 a carico del MiSE e fino a 35 milioni di euro annui, per lo stesso periodo, a carico del Ministero dell'ambiente a valere sui proventi annui delle aste delle quote di emissione di CO₂.

Complessivamente, la dotazione del fondo è di circa 70 milioni di euro l'anno per il periodo 2014-2020.

È previsto inoltre che la dotazione del fondo possa essere incrementata tramite versamento volontario di contributi da parte di Amministrazioni Centrali e locali, oltre che con i proventi derivanti dalle sanzioni comminate ai soggetti che non ottemperino agli obblighi del D.Lgs. 102/14.

Riguardo allo stato di avanzamento dei lavori e sulle tempistiche di attuazione, lo scorso 12 maggio il MiSE ha fornito delucidazioni con una risposta ad un'interrogazione parlamentare, la "5-04805: Misure in tema di riduzione dei consumi di energia e di efficientamento degli usi finali dell'energia". Sul fondo, in risposta all'interrogazione, è stato riferito che l'istruttoria tecnica è terminata e che, con l'obiettivo di massimizzare l'efficacia di utilizzo delle risorse allocate, sono stati effettuati degli approfondimenti su eventuali possibilità di sinergie tra il Fondo per l'efficienza e il Fondo europeo per gli investimenti strategici; sulle tempistiche, è stato riferito che sono legate alla fase di concertazione tra le amministrazioni coinvolte e all'emanazione del provvedimento.

RICOGNIZIONE EDIFICI PUBBLICI EFFICIENTI

Sono riportati di seguito alcuni esempi di edilizia efficiente nel campo della Pubblica Amministrazione, al fine di renderne noti i risultati principali e, a seguito dell'analisi dei casi, trarne conclusioni e indicazioni generali e mirate alla riqualificazione energetica degli edifici scolastici.

Si tratta di otto edifici scolastici, un centro diurno per anziani, una residenza sanitaria e due casi di social-housing, a cui si aggiunge la descrizione dell'edificio dell'IPLA in Piemonte (col cortese contributo dell'ing. Luca Degiorgis).

Ai casi sotto riportati si aggiungono i dodici casi di scuole efficienti riportati nella Guida alle scuole sostenibili dell'ENEA reperibile al link www.energiaenergetica.enea.it/scuolesostenibili/SMES_19_04.pdf.

EDIFICI SCOLASTICI

SCUOLA PRIMARIA "Antonio Salvetti", Colle Val d'Elsa, Siena

Fonte dati: Progetto ZEMEDS

Fonte immagine: google maps



Edificio di due piani fuori terra, situato in area urbana, di circa 2.300 m². Priorità principali sono state il contenimento energetico e la riqualificazione architettonica. Gli interventi operati sono stati:

- Riduzione della trasmittanza termica delle pareti opache verticali attraverso isolamento termico a "cappotto" con pannelli in polistirene e lana di roccia;
- Tetto di copertura efficientato attraverso la realizzazione di un "tetto verde", riduzione dispersioni del 15%;
- Sostituzione degli infissi in legno a vetro singolo con vetri basso-emissivi per ridurre le dispersioni termiche;
- Fogli di alluminio riflettenti posti all'interno dell'edificio, dietro i radiatori (alimentati da boiler a gas) per ridurre le dispersioni di calore con un aumento del 10% delle prestazioni;
- Installazione di deumidificatori in tutti gli ambienti e di ventilatori a soffitto in mancanza di impianto a ventilazione meccanica;
- Sostituzione del sistema di illuminazione con lampade a LED, con un risparmio del 20%.

LICEO SCIENTIFICO "A.VALLISNERI", Lucca

Fonte dati e immagini: TEENERGY school project



Si tratta di un intervento complesso e articolato che ha comportato un investimento pari a circa 3.160.000 euro e che è stato realizzato in due fasi: la prima riguardante l'adeguamento sismico, la seconda la riqualificazione energetica e architettonica dell'edificio. Risparmio stimato del 30%.

Gli interventi volti al contenimento energetico sono stati:

- Rifacimento delle facciate con tecnologia a secco, attraverso l'utilizzo di parete ventilata esterna e isolamento a "cappotto" della parete interna ($U= 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$);
- Sostituzione degli infissi esistenti in alluminio e vetro singolo con infissi a taglio termico, doppio vetro basso-emissivo e bocchette per l'areazione, schermati all'esterno da lamelle orizzontali antiabbagliamento ($1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$);
- Sostituzione dell'impianto di riscaldamento a ventilconvettori, con un sistema a soffitto radiante suddiviso in quattro zone autonome. L'impianto è dotato di termostato ambiente in tutte le stanze;
- Sistema di regolazione dell'illuminazione artificiale con rilevatori di presenza.

LICEO SCIENTIFICO "E. Majorana", Capannori, Lucca

Fonte dati e immagine: TEENERGY school project



Si tratta di un progetto di ampliamento dell'edificio esistente con le seguenti strategie per il raggiungimento dell'efficienza energetica:

- Involucro edilizio iper-isolato verso l'esterno con utilizzo del sistema a facciata ventilata ($U= 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$);
- Sistema di riscaldamento a soffitto radiante;
- Integrazione di impianto fotovoltaico amorfo in copertura con sistema a tetto ventilato;
- Infissi a taglio termico con vetri basso-emissivi con argon e pellicola assorbente $g 0,5$ ($U= 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$);
- Schermature mobili con lamelle in alluminio per evitare fenomeni di abbagliamento.

CAMPUS SCOLASTICO, Solferino, Mantova

Fonte dati e immagine: CENED



Il progetto riguarda un nuovo polo scolastico che si è inserito in un programma di intervento più esteso. A fronte della necessità di garantire condizioni confortevoli per gli utenti della scuola nella stagione invernale (nei mesi più caldi l'edificio non dovrebbe essere usato con continuità), sono state messe in atto strategie volte a disperdere il meno possibile il calore all'interno dell'edificio verso l'esterno sfruttando anche gli apporti solari gratuiti.

Le strategie principali adottate sono state:

- Innalzamento dei livelli di isolamento dell'involucro rispetto agli standard descritti dalle normative (sono paragonabili a quelli delle sperimentazioni europee più avanzate in materia);
- Orientamento dell'edificio est-ovest così da permettere il soleggiamento in tutte le aule;
- Taglia degli impianti ridotta grazie a un corretto dimensionamento dell'involucro;
- Pompa di calore aria-acqua collegata a un sistema di pannelli radianti a pavimento utilizzati sia per la climatizzazione estiva sia per quella invernale;
- Ventilazione meccanica controllata con recuperatori di calore entalpico;
- Collettori solari piani con superficie captante di $13,5 \text{ m}^2$.

SCUOLA PER L'INFANZIA, Bareggio, Milano

Fonte dati e immagine: CENED



È uno dei primi edifici scolastici nel panorama italiano (iniziato nel 2007) ad alte prestazioni energetiche in grado di garantire il comfort non solo in inverno ma anche in estate. La progettazione energetica dell'involucro integrata a impianti efficienti ha ridotto il fabbisogno di energia. Tra le scelte energetiche abbiamo:

- Pompa di calore geotermica reversibile che fornisce calore in inverno e acqua refrigerata in estate;
- Pannelli radianti a pavimento;
- Impianto fotovoltaico in silicio policristallino, integrato sulla copertura dell'edificio mensa per una superficie captante di 115,3 m² e potenza di picco di 19,8 kW, per la produzione di energia elettrica e alimentazione, in parte, della pompa di calore;
- Copertura progettata per sfruttare al meglio l'illuminazione naturale;
- Camino di ventilazione naturale.

ASILO NIDO, Cologno Monzese, Milano

Fonte dati e immagine: CENED



Il nuovo asilo nido costituisce sia la riqualificazione di una struttura scolastica esistente inutilizzata sia l'integrazione con un elemento di ampliamento.

Le scelte di progetto hanno contribuito notevolmente a determinare le prestazioni energetiche (classe energetica A+) che, considerando la tipologia di utenza, sono molto elevate.

Le strategie adottate sono state le seguenti:

- Isolamento termico dell'involucro "a cappotto" con pannelli in lana di roccia di elevato spessore che ha consentito di ridurre le dispersioni di calore e di limitare i ponti termici;
- Pompa di calore alimentata ad acqua di falda;
- Impianto fotovoltaico con pannelli monocristallini, con superficie captante di 110 m² e potenza di picco di 14,8 kW, che contribuisce a ridurre i prelievi dalla rete;
- Impianto di pannelli radianti a pavimento per la distribuzione del calore;
- Ventilconvettori utilizzati per affrontare picchi energetici e per il raffrescamento estivo: l'acqua fredda viene prelevata direttamente dalla falda in free-cooling;
- Ventilazione meccanica con recuperatore di calore e controllo dell'umidità relativa sia in estate che in inverno;
- Utilizzo dell'illuminazione naturale e artificiale a basso consumo.

Per le sue caratteristiche, questo progetto è stato inserito nel GreenBuilding Programme, un'iniziativa della Commissione europea con lo scopo di stimolare l'efficienza energetica e favorire l'integrazione delle energie rinnovabili negli edifici non-residenziali in Europa.

ISTITUTO TECNICO COMMERCIALE CARRARA, Lucca

Fonte dati e immagine: TECHNE



Il progetto ha interessato principalmente l'involucro del complesso scolastico costituito da tre corpi di fabbrica. La soluzione tecnologica utilizzata è quella dell'isolamento a cappotto, in modo da isolare l'edificio nei mesi invernali senza gravare sul peso dell'edificio stesso nel rispetto delle norme antisismiche richieste. La stratigrafia è così costituita, dall'interno verso l'esterno:

- Intonaco di 1,5 cm di spessore;
- Laterizio forato di 20 cm;
- Isolante in polistirene espanso di 20 cm;
- Intonaco di rifinitura e pittura esterna di 2 cm di spessore.

Questa scelta ha permesso di ridurre i costi d'investimento, con un ritorno economico entro i 20 anni.

Per mancanza di risorse l'amministrazione ha rimandato la riqualificazione degli impianti a una fase successiva. Tuttavia sono stati predisposti degli scambiatori di calore a parete per ogni ambiente così da garantire ricambi d'aria riducendo il fabbisogno per il riscaldamento.

Nella tabella seguente è possibile vedere l'analisi del fabbisogno energetico, emerge come su aula tipo è possibile ridurre le dispersioni per trasmissione nei mesi invernali da 71 kWh/m² a 19,30 kWh/m², portando l'Indice Involucro per il riscaldamento (E_{Pi}, involucro) da 52 kWh/m² anno a 8,60 kWh/m².

		BUILDING BEFORE THE RETROFIT	BUILDING AFTER THE RETROFIT
Dispersion for Heat Transmission	kWh/sq	71	19,3
Dispersion for ventilation	kWh/sq	13,3	13,3
Internal Supply	kWh/sq	18,3	18,3
Solar Supply	kWh/sq	20,4	14,6
Time constant	h	13,1	33,2
Net Thermal Requirement	kWh/sq	52	8,6
Global Energy Performance	kWh/sq	122,5	77,1
Heating Energy Performance	kWh/sq	72,9	27,5

COMPLESSO SCOLASTICO DI Sale Marasino, Brescia

Fonte dati: Nuova Energia

Fonte immagine: Bresciaoggi.it



Per questo progetto di efficientamento è stato messo in opera un innovativo sistema di riscaldamento e raffrescamento dell'edificio scolastico. La soluzione tecnologica adottata, il teleriscaldamento a freddo, è una soluzione ideale per riqualificare energeticamente gli impianti di produzione calore di edifici esistenti o da ristrutturare, utilizzando fonti energetiche rinnovabili in modo semplice, veloce e non invasivo. La rete di teleriscaldamento a freddo parte da un pozzo di prelievo posto a 50 m di profondità in grado di attingere 40 metri cubi/ora di acqua e si conclude con un pozzo di restituzione a 40 m di profondità. Nel mezzo tre pompe di calore, per una capacità complessiva di picco pari a 300 kW, soddisfano le esigenze dei tre edifici serviti da radiatori in ghisa e pavimento radiante (nell'edificio più recente).

Prima dell'intervento il solo edificio adibito a scuola elementare richiedeva una potenza termica di 350 kW, mentre dopo i lavori l'impianto con 277 kW termici di punta soddisfa tutti e tre gli immobili (scuola elementare, materna e palazzetto dello sport).

È un investimento costato 230 mila euro, ma che consente un risparmio di oltre 8 mila euro l'anno.

EDIFICI SANITARI

RESIDENZA SANITARIA ASSISTITA, Lecco

Fonte dati e immagine: CENED



Il progetto è stato realizzato secondo principi di bioarchitettura, di eco-compatibilità e di sostenibilità. Il nuovo padiglione è ampliamento di una struttura sanitaria già esistente. Le scelte energetiche di progetto riguardano sia l'involucro che gli impianti per una forte riduzione dei consumi di energia.

Le principali scelte energetiche sono:

- Isolamento termico involucro edilizio con materiali naturali e riciclabili;
- Sfruttamento passivo della radiazione solare e dei venti;
- Impianto fotovoltaico di silicio riciclato integrato in copertura fornisce gran parte dell'energia elettrica, con superficie captante di 400 m² e potenza di picco 19.58 kW;
- Pompa di calore terra-acqua geotermica per riscaldamento e acqua calda sanitaria, collegata al sistema di pannelli radianti a soffitto e pavimento;
- Ventilazione meccanica controllata;
- Sistema domotico di controllo;
- Illuminazione a basso consumo, con controllo automatico in funzione dell'intensità dell'illuminazione naturale.

CENTRO DIURNO PER DISABILI, Sesto San Giovanni, Milano

Fonte dati e immagine: CENED



L'edificio s'inserisce in un progetto di ampliamento. L'obiettivo di ottenere la classe energetica A ha orientato le scelte progettuali all'incremento dell'efficienza energetica. La strategia adottata è stata quella di ottimizzare le caratteristiche termofisiche dell'intero involucro edilizio.

Per quanto riguarda gli impianti:

- Per il riscaldamento invernale e la produzione di ACS sono collegati a quelli esistenti e centralizzati;
- Pompa di calore reversibile aria-aria per climatizzazione estiva con terminali multisplit;
- Ventilazione meccanica a doppio flusso con recuperatore di calore;
- Frangisole e tende meccanizzati.

EDIFICI PUBBLICI AD USO RESIDENZIALE

HOUSING SOCIALE, Brescia

Fonte dati e immagine: CENED



È un progetto sperimentale B.i.r.d. (Bioedilizia, inclusione, risparmio energetico e domotica), e nasce dall'esigenza dell'ALER (Azienda locale per l'edilizia residenziale) di Brescia di trovare nuovi spazi abitativi a disposizione degli anziani.

Per quanto riguarda le scelte strategiche di efficienza energetica adottate per portare l'edificio in classe energetica A+ sono state:

- Pompe di calore geotermiche a elevata efficienza per ciascun edificio, sia per il riscaldamento, sia per il raffrescamento, con utilizzo di sonde geotermiche a bassa profondità e avvolte a spirale;
- Impianto a pannelli radianti a pavimento, sia per riscaldamento sia per raffrescamento;
- Ventilazione meccanica controllata con recuperatori di calore entalpici a soffitto (1 volume/h di ricambio d'aria);
- Ventilazione meccanica controllata con recuperatori di calore rotativi igroscopici per il blocco servizi;
- Impianto solare termico con tubi sotto vuoto per produzione ACS di 76 m²;
- Impianto solare fotovoltaico integrato sulla copertura del blocco servizi in silicio amorfo e fotovoltaico monocristallino sulle stecche residenziali che alimentano l'energia elettrica per le utenze (120 m² con potenza di picco di 15 kW);
- Tecnologia costruttiva "Struttura e Rivestimento": materiali leggeri, assemblati a secco, riciclabili;
- Involucro ben isolato attraverso l'utilizzo di materiali eco-compatibili.

HOUSING SOCIALE DI CASE FINALI, Cesena (fonte EEERG)

Fonte dati: Passive house

Fonte immagine: Archeifice associati



L'intervento è stato promosso dalla Cassa di Risparmio di Cesena su un'area assegnata dal Comune. Scopo del progetto è unire costi energetici e gestionali minimi a qualità e comfort abitativo. È il primo edificio passivo concepito nel territorio di Cesena e contribuisce al raggiungimento degli obiettivi del Piano Energetico Comunale (PEC) che considera gli edifici in classe A, una priorità per seguire le indicazioni date dalla Direttiva Europea 2020.

Il raggiungimento delle prestazioni necessarie per la certificazione Passive House è consentito grazie all'utilizzo di:

- fibrogesso e legno posati a secco con 20 cm di materiale isolante "a cappotto" per i muri esterni e copertura;
- infissi a taglio termico con triplo vetro;
- rete di teleriscaldamento per l'acqua calda sanitaria e impianto di ventilazione;
- servizi comuni alimentati da impianto fotovoltaico;
- recupero delle acque meteoriche.

Il fabbisogno per il riscaldamento è di 11 kWh/m², per il raffrescamento è di 4 kWh/m², con una domanda di energia primaria pari a 111 kWh/m² (che comprende riscaldamento, acqua calda sanitaria, energia elettrica domestica e ausiliaria), che viene calcolato utilizzando Il Passive House Planning Package (PHPP), uno strumento di progettazione per edifici a ridotto consumo energetico.

PUELL: Prefabbricato Uso Uffici Energeticamente Efficiente in Legno

IPLA S.p.A

GRUPPO DI LAVORO:

REGIONE PIEMONTE DIREZIONE RISORSE UMANE E PATRIMONIO

Via Viotti 8- 10121 Torino

Ing. Carlo Savasta - Coordinatore gruppo progettazione

Geom. Giuliano Ricchiardi - Coordinatore per la sicurezza in fase di progetto

Arch. Paola Bertino - Redazione documenti tecnico-amministrativi

CONSULENTI E SUPPORTO TECNICO

Arch. Claudio Perino - Studio Torpego, c.so Vittorio Emanuele II 30, 10123 (TO)

Progetto architettonico

Ing. Luca Degiorgis - Studio SGI Engineering s.r.l., c.so Francia 84

10143 (TO)

Progettazione della termofisica dell'edificio e degli impianti meccanici ed elettrici

IPLA - Istituto per le Pianta da legno e l'Ambiente, c.so Casale 476 - 10142 (TO)

Supporto alla elaborazione del Capitolato Tecnico

ENVIRONMENT PARK s.p.a., via Livorno 60 - 10144 (TO)

Supporto tecnico per la scelta dei materiali e tecnologie bio-edili ed assistenza al montaggio

Geol. giancarlo bortolami - STUDIO TECNICO ASSOCIATO, Via Peano 11 - 10129 (TO)

Indagini geologiche

SITO DELL'INTERVENTO

L'edificio, sede dell'IPLA S.p.a., è situato all'interno della Tenuta Millerose a Torino, di proprietà della Regione Piemonte, in via Corso Casale 476. La zona climatica in cui ricade l'opera in oggetto è "E", con gradi giorno pari a 2617, determinati in base al D.P.R. 412 del 26/08/1993 e successive modifiche e integrazioni. Le temperature minime invernali sono di circa - 9 °C con Umidità Relativa pari al 90%, mentre nel periodo estivo si hanno temperature massime di circa 31 °C con Umidità Relativa del 60%.

Precedentemente adibito a uso uffici e spogliatoi per operai impiegati all'interno dell'IPLA S.p.a., si tratta di un capannone prefabbricato, con struttura interamente in legno, realizzato su una base perimetrale in calcestruzzo armato. La costruzione risale alla metà degli anni '80, dapprima come struttura temporanea e in seguito trasformata in definitiva.

In relazione agli obiettivi perseguiti all'epoca della realizzazione, il comfort interno è insufficiente, a causa di un riscaldamento invernale intermittente (caldaia a legna a carica manuale, effettuata da un incaricato, se presente, in pessime condizioni di manutenzione), di una coibentazione quasi inesistente (feltro in lana di roccia di 2 cm) e da un sistema di raffrescamento con condizionatori solo in alcune stanze. Inoltre, i due corpi dell'edificio non comunicano tra loro dall'interno, ma solo attraverso il ballatoio esterno.



TECNOLOGIE GENERALI DELL'INTERVENTO

L'intervento in oggetto prevede la trasformazione dell'edificio per uso uffici e sale riunioni. Le tecnologie utilizzate saranno volte al contenimento dei fabbisogni energetici per il riscaldamento, il raffrescamento estivo e delle utenze elettriche. Ulteriori obiettivi dell'intervento sono stati:

- Recupero di spazi utili;
- Miglioramento caratteristiche dell'involucro edilizio;
- Rifacimento servizi;
- Rifacimento impianti;
- Consolidamento della struttura;
- Messa a norma dell'edificio;
- Partecipazione attiva nella filiera Legno – Energia Regionale (utilizzo legno locale);
- Sperimentazione diretta di materiali e sistemi di costruzione innovativi.

In dettaglio è stato previsto il ricorso a tecnologie diverse, alcune più affermate, altre poco utilizzate, per la realizzazione di un sistema integrato, all'interno del quale sia confortevole lavorare, effettuare attività didattiche ed allo stesso tempo sperimentare soluzioni differenti e complementari, misurando gli effetti degli interventi. Per quanto riguarda il sistema impiantistico si hanno:

- Collettori solari per acqua calda sanitaria e integrazione al sistema di riscaldamento e raffrescamento attraverso pavimentazione radiante;
- Recuperatore di calore attivo;
- Impianto Fotovoltaico;
- Motori elettrici a regolazione elettronica per circolatori;
- Monitoraggio;
- Illuminazione a LED;
- Computer a basso consumo;

Per quanto riguarda gli interventi sull'involucro, si hanno:

- Materiali naturali per l'isolamento dell'involucro e per la struttura;
- Phase Change Material (PCM);
- Infissi a taglio termico.

La progettazione dell'involucro edilizio e dei sistemi impiantistici ha permesso di realizzare una costruzione a bassissimo fabbisogno energetico per il riscaldamento invernale (minore di 15 kWh/m² anno). Tale valore permette di dichiarare l'edificio progettato una casa "passiva". Trattandosi in questo caso di edificio a uso uffici, i fabbisogni sono dati in rapporto al volume, e ammontano a 14,5 kWh/m³, circa.

CARATTERISTICHE GENERALI DELL'EDIFICIO

Superficie totale	170 m ²
Superficie da climatizzare	140 m ²
Altezza media piano	4 m
Volume	490 m ³
N° piani fuori terra	1
N° locali	4

QUADRO ENERGETICO: STATO CONSUMI ANTE E POST OPERAM

ANTE OPERAM	
CONSUMI PER CALORE	
Potenza installata	30 kW
Potenza necessaria	19,6 kW
Rendimento caldaia e impianto	0,6 η
Energia consumata	33.973 kWh
Consumo legna	8.154 kg
CONSUMI ELETTRICI PER PRODUZIONE DI FREDDO E ACS E CIRCOLATORI	
Energia per ACS	1.890 kWh
Utilizzo boiler elettrico	945 kWh
Uffici con climatizzatori	n° 2
Energia per raffrescamento	986 kWh
Totale consumi elettrici (con ausiliari)	
	2.191 kWh

POST OPERAM	
CONSUMI PER CALORE / FREDDO	
Energia annua per riscaldamento	2.563 kWh
Energia per produzione freddo	2.464 kWh
CONSUMI ELETTRICI PER CIRCOLATORI E VENTILATORI	
Energia per ventilazione	792 kWh
Energia condensatore frigo	370 kWh
Totale consumi elettrici	
	2.356 kWh
PRODUZIONE ENERGIA DA IMPIANTI A FONTE RINNOVABILE	
Energia da solare termico	13.860 kWh
Energia da Fotovoltaico (immessa in rete)	7.700 kWh
ENERGIA PRIMARIA	
Consumi combustibili solidi, liquidi, gassosi	0
Surplus en. elettrica, al netto dei consumi termici ed elettrici (utilizzata per altri usi)	5.400 kWh

DESCRIZIONE TECNOLOGIE UTILIZZATE

L'involucro è realizzato in legno locale (Regione Piemonte), in larice e castagno, nell'intento di realizzare una costruzione confortevole per gli occupanti e rispettosa per l'ambiente, in quanto si sono considerati gli impatti delle fasi di costruzione e (futura) demolizione, in un'ottica dalla "culla alla tomba". L'utilizzo

del legno locale, non fa pesare sul materiale l'incidenza energetica del trasporto e contribuisce allo sviluppo della "filiera corta" legno-energia.

I ponti termici dell'involucro sono stati annullati grazie all'utilizzo di un isolamento a "cappotto" e alla realizzazione di una continuità di isolamento tra le varie superfici. Le pareti verticali hanno uno spessore di 35 cm con una trasmittanza compresa tra 0,14 e 0,17 W/m²K e l'isolante è in fibra di legno. Una caratteristica importante della fibra di legno è il coefficiente di conducibilità termica molto basso, che permette un efficace isolamento. Tra le altre caratteristiche si rilevano:

- Insonorizzazione;
- Permeabilità al vapore acqueo, quindi controllo umidità;
- Facile da applicare;
- Resistenza al fuoco.

La stratigrafia dall'interno verso l'esterno è così composta:

- Lastre di cartongesso da 2,6 cm;
- Lastre di PCM;
- Lana di roccia da 14 cm;
- Pannello in legno da 1,8 cm;
- Fibra di legno da 12 cm;
- Strato di guaina per la tenuta all'aria;
- Rivestimento in larice.

In combinazione con i materiali naturali, infatti, sono stati applicati sulla facciata interna delle pareti perimetrali materiali a cambiamento di fase (PCM): concorrono ad aumentare la capacità termica delle pareti su cui sono applicati, smorzando le oscillazioni termiche dell'ambiente climatizzato, con ripercussioni positive sul comfort e sulle potenze degli impianti. Dove per esigenze costruttive non si è riusciti a posare tutto l'isolante previsto sarà applicata una barriera agli infrarossi realizzata in sottile multistrato di alluminio.

DATI PROGETTO PCM	
Massa Superficiale	120 kg/m ²
Resistenza termica totale	8,073 m ² K/W
Trasmittanza termica stazionaria	0,124 W/m ² K
Conduttanza	0,126 W/m ² K
Trasmittanza termica dinamica	0,004 W/m ² K
Fattore di decremento	0,032
Sfasamento	21,68 t (h)
Capacità termica areica	231 kJ/m ² K

Per quanto riguarda le altre componenti dell'involucro è stata realizzata una copertura a tetto ventilato dello spessore di 41 cm e un solaio su vespaio dello spessore di 54 cm. Entrambi, così come per le pareti, con una trasmittanza compresa tra 0,14 e 0,17 W/m²K.

Il tetto ventilato è un'ottima soluzione in chiave di risparmio energetico, buon compromesso tra investimento di risorse economiche e coibentazione termica, oltre a costituire un impianto a basso impatto ambientale. Parte fondamentale di questa struttura è l'intercapedine d'aria in movimento tra la copertura e lo strato isolante: l'aria entra dalle gronde ed esce dal colmo o scossalina. La circolazione dell'aria migliora le qualità termiche dei tetti, ottimizzando le prestazioni dell'edificio sia in estate che in inverno, assicurando anche alte prestazioni a livello energetico.

Anche per quanto riguarda i serramenti abbiamo infissi con telaio in legno a taglio termico e triplo vetro, con trasmittanza inferiore a 0,8 W/m²K. Gli infissi in legno sono quelli con prestazioni migliori, la camera d'aria presente tra i vetri riduce la trasmittanza, quindi migliora l'isolamento. Il profilo particolare (detto a

taglio termico) consente d'interrompere il flusso termico quindi i ponti termici che altrimenti si creerebbero in corrispondenza degli infissi.

GLI IMPIANTI TECNICI

Perfettamente integrato alla copertura è l'impianto di collettori solari, che non solo presenta un'ottima integrazione estetica, ma ha anche funzione di protezione dagli agenti atmosferici e ombreggiamento della superficie del tetto interessata dall'intervento. La superficie coperta dai collettori è di circa 30 m², in accoppiamento all'accumulo di calore di 4 m³, permette di fornire una significativa integrazione al riscaldamento, mantenere in temperatura l'edificio di notte o nel periodo ferie, riducendo i consumi e le potenze termiche da fornire per portare l'edificio di nuovo in regime. I collettori sono dimensionati in modo da alimentare il gruppo frigorifero ad assorbimento con temperatura non inferiore ai 60 °C. Il gruppo è espressamente concepito per lavorare in abbinamento a un impianto solare, presenta COP nominale 0,6 e produce una potenza frigorifera di 5,5 kW, con raffreddamento ad aria. La produzione di calore e di freddo da parte dei collettori solari ne allunga il periodo di utilizzo durante l'anno, evitando surriscaldamenti e contribuendo a ridurre il tempo di ritorno economico dell'investimento. I collettori sono di tipo preassemblato.

CARATTERISTICHE COLLETTORI SOLARI	
Superficie unitaria	10m ² (l'uno)
Indice trasmissione luce	>91, 6%
Emissività	e= 7%
Assorbimento	a= 96%
Isolamento posteriore lana di roccia (EN12975-2)	120 cm
Pressione operativa	6 bar
Pressione massima	10 bar
Peso	ca. 30kg/m ²
Portata nominale (LOW-FOW)	12 - 20 litri/ora (per m ²)
Salto termico	30 - 50 K

RICAMBI D'ARIA MECCANICI	
Locali uffici	2 vol/h
Bagni	8 vol/h
Locali antibagno	5 vol/h

Integrato al solaio vi è l'impianto a pannelli radianti annegati nel massetto dei locali riscaldati, direttamente collegato all'impianto solare termico. Il sistema è alimentato dall'accumulo di calore durante la stagione di riscaldamento e dall'accumulo a freddo durante la stagione estiva. La regolazione è climatica. Il sistema di riscaldamento è diviso in tre zone termiche, servite da tre collettori idraulici, dotati di valvole di zona e di termostato di regolazione centralizzato, e regolatore locale per interventi di +/- 3 °C sulle temperature interne.

Il ballatoio esterno realizzato lungo la facciata principale in legno di castagno, necessario per consentire l'accesso ai disabili, costituisce la struttura tecnica per il supporto dei moduli fotovoltaici "VETRO-VETRO" che svolgono anche una funzione di ombreggiamento.

L'impianto di ventilazione meccanica controllata (VCM) è elemento indispensabile in un edificio a basso fabbisogno energetico, nel quale le portate d'aria non possono essere incontrollate.

L'edificio in oggetto, adibito a uso uffici, necessita di importanti volumi di ricambio, pari a 2 volumi di aria ricambiata ogni ora. Un sistema di canali provvede a estrarre l'aria viziata dall'interno degli ambienti e ad espellerla verso l'esterno, assicurando nel frattempo che la stessa quantità d'aria sia immessa. Per

ottimizzare il bilancio energetico dell'edificio e ridurre le perdite legate ai ricambi d'aria, un recuperatore di calore attivo a pompa di calore è inserito all'interno di questo circuito di canalizzazioni, con lo scopo di scambiare calore tra i fluidi caldi estratti e quelli freddi immessi in inverno, viceversa in estate.



MONITORAGGIO

Per monitorare i principali dati di funzionamento del sistema è stato realizzato un sistema informativo semplificato su display elettronico posto all'ingresso dell'edificio. Il display riporta informazioni circa la struttura dell'impianto, l'energia fornita, la potenza istantanea prodotta, la CO₂ risparmiata, a partire da un dato impostato. Il monitoraggio costante permette di redigere bilanci annui misurati, effettuare modifiche mirate all'impianto, sviluppare competenze sui sistemi innovativi. I dati registrati saranno resi evidenti tramite rete internet ed eventuali segnali di guasto saranno inviati via GSM all'incaricato della manutenzione.

COSTI

Un edificio come il PUELL costa circa il 10% in più rispetto a un edificio realizzato con caratteristiche tradizionali. Questo edificio è molto particolare, perché si è scelto di realizzare questa struttura con fini sperimentali, così come il sistema di solar cooling è un tipo d'impianto che attualmente è difficilmente ripagabile in termini di pay-back time. Questo progetto sperimentale può essere utile come esperienza anche per evitare di commettere errori successivi e per far crescere aziende che devono ancora acquisire esperienza in questo settore, soprattutto in quanto trattasi di un edificio pubblico.

EDILIZIA EFFICIENTE NEL COMPARTO SCOLASTICO

Gli aspetti energetici del settore scolastico

Lo stato dell'arte del settore "scuole", assieme a quello "direzionale", è stato analizzato dall'ENEA e dal CRESME nell'ambito del programma sulla Ricerca di Sistema Elettrico, e i risultati prodotti sono stati pubblicati nel rapporto "Indagine sui consumi degli edifici pubblici (direzionale e scuole) e potenzialità degli interventi di efficienza energetica" [9].

Per le scuole è possibile considerare come numero complessivo circa 43.000 unità, ripartite come segue: al Nord 17.000 unità, al Centro 9.500, al Sud 16.500. La suddivisione, nella succitata indagine, è stata effettuata prendendo come riferimento il dato della suddivisione territoriale degli addetti (fonte CONSIP).

Con riferimento ai costi energetici, e sotto le ipotesi riportate nello studio di cui si raccomanda la lettura, si ha a disposizione una valutazione realizzata dalla CONSIP (citata nell'indagine ENEA), che però non tiene conto della fetta rilevante di consumi relativa agli apparati da ufficio (computer, stampanti, ecc.) e dei sistemi di sollevamento (ascensori e montacarichi).

Con riferimento alle scuole, lo studio ipotizza un intervento su circa 15.000 edifici (circa il 35% del totale), con una prevalenza degli edifici più vecchi e con percentuali di intervento maggiori al Sud che al Nord. L'iniziativa comporta un investimento di circa 6.500 milioni di Euro. La Figura 5 e la Figura 6 riportano i risultati ottenibili con la strategia di intervento descritta, sia in termini di riduzione dei consumi energetici, che in termini di costi.

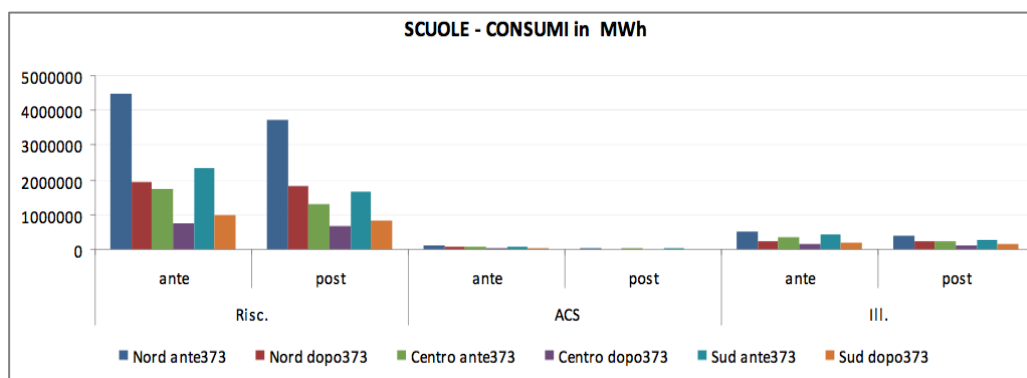


Figura 5 Valutazione risparmi per il settore scuole [9]

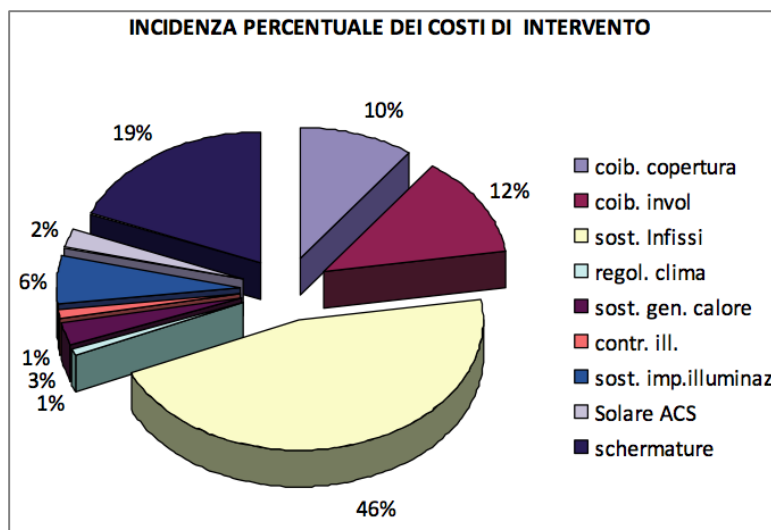


Figura 6 Incidenza percentuale dei costi di intervento [9]

Riguardo ai risparmi economici, è stimabile, a seguito degli interventi di efficientamento, un risparmio annuo dell'ordine dei 300 milioni di euro. I risultati complessivi, su entrambi i fronti direzionale e scuole, consentono un risparmio in termini di energia primaria dell'ordine del 20% (intervenendo sul 35% degli edifici).

Il risparmio annuale, in termini di energia elettrica, sarebbe dell'ordine del 23% mentre quello di energia termica sarebbe pari a circa il 18%. Il costo complessivo della bolletta energetica per riscaldamento, illuminazione e condizionamento passa da 1,79 Miliardi a 1,37 Miliardi di euro, circa 420 Milioni di euro/anno in meno, con una diminuzione del 23%.

Interventi di efficientamento e iniziative

Si propone di seguito un elenco di possibili interventi per l'efficientamento energetico delle strutture scolastiche, sia come interventi di efficientamento energetico che come interventi mirati di ricorso a fonti energetiche rinnovabili. Ad oggi si rileva ancora nella P.A. una scarsa conoscenza, e impiego, delle tecniche della domotica, dei sistemi di telegestione e telecontrollo, e di una corretta illuminazione efficiente.

Gli interventi possibili sono:

- Sostituzione del generatore di calore con uno ad alta efficienza (e.g. caldaie a condensazione);
- Adeguamento del sistema di regolazione dell'impianto di climatizzazione (valvole termostatiche e simili), purché col corretto posizionamento dei sensori, non nelle nicchie dei radiatori sotto le finestre, e laddove possibile bloccati;
- Adozione di impianti di climatizzazione (per es. pompe di calore) con coefficienti di prestazione elevati;
- Isolamento termico del solaio di copertura e delle pareti opache perimetrali;
- Sostituzione degli infissi (e.g. doppi o tripli vetri);
- Schermature solari esterne sulle facciate Sud e Sud-Est/Sud-Ovest;
- Miglioramento dell'efficienza energetica dell'illuminazione interna, possibilmente con l'impiego della luce naturale, e delle aree perimetrali;
- Impiego delle tecniche di building automation;
- Telegestione e telecontrollo;
- Efficientamento degli impianti di sollevamento (ascensori e scale mobili);
- Impianti di piccola e micro cogenerazione per fabbisogno dell'edificio, eventualmente abbinati ad una rete di teleriscaldamento ad uso interno.
- Adozione di dispositivi atti all'impiego di fonti energetiche rinnovabili in luogo di fonti non rinnovabili (es. pannelli solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria);

Per rendere realizzabili gli interventi previsti occorre affrontare nella miglior maniera possibile tre tipi di problemi:

- 1) sensibilizzare la proprietà della scuola;
- 2) sensibilizzare la direzione della scuola;
- 3) sensibilizzare gli studenti ed il personale.

Questa prima fase riguarda gli interventi di tipo gestionale e non quelli con investimenti: la particolare struttura gestionale delle scuole richiede di affrontare in modo integrato i vari aspetti amministrativi, gestionali e tecnici.

La proprietà deve permettere l'accesso ai dati relativi alla spesa storica, ai contratti di fornitura, all'eventuale contenzioso con le ditte appaltanti ed ai responsabili degli eventuali contratti. Il proprietario

deve decidere quale quota dell'eventuale riduzione di spesa sarà destinata ad investire nel settore e/o a stimolare personale ed utenti a comportamenti attenti e partecipativi:

- 1.1) Accesso alle bollette elettriche e del gas, alle forniture di gasolio;
- 1.2) Accesso ad eventuali contratti di servizio calore o servizio energia;
- 1.3) Accesso al responsabile contrattuale del controllo delle forniture ed ai responsabili del controllo delle prestazioni;
- 1.4) Convenzione per l'utilizzo delle minori spese a seguito di interventi gestionali;
- 1.5) Disponibilità ad esaminare la possibilità di accedere a finanziamenti tramite terzi.

La direzione delle scuole ha finora gestito le scuole senza curarsi delle conseguenze sui consumi energetici delle varie scelte. Occorre allora che si crei un'attenzione al problema ed una responsabilità per il raggiungimento degli obiettivi per il personale tutto.

- 2.1) Ricostruzione del materiale relativo ai consumi storici;
- 2.2) Ricostruzione delle responsabilità di gestione dell'illuminazione;
- 2.3) Ricostruzione delle responsabilità di gestione del riscaldamento;
- 2.4) Ricostruzione delle modalità di controllo delle prestazioni;
- 2.5) Individuazione del gruppo di docenti incaricato di seguire le attività;
- 2.6) Attività di formazione dei docenti e degli allievi;
- 2.7) Valutazione delle proposte di modifica della gestione;
- 2.8) Attivazione della proposta di migliore gestione.

I docenti che partecipano all'iniziativa e le classi interessate possono essere sensibilizzati all'iniziativa anche all'interno delle attività didattiche per matematica-informatica (diagrammi, statistiche, elaborazione dati), per fisica o scienza (rilievo dati, conoscenza apparecchiature, progettazione della gestione, controllo delle prestazioni, etc.), per disegno (edifici, impianti), in modo anche integrato.

- 3.1) Rilievo grafico delle strutture;
- 3.2) Ricostruzione dei volumi degli edifici;
- 3.3) Valutazione dei consumi storici sulla base dei documenti;
- 3.4) Ricostruzione delle prestazioni precedenti (temperatura, illuminazione);
- 3.5) Definizione dei consumi di riferimento secondo letteratura di settore;
- 3.6) Individuazione dello schema dell'impianto elettrico e del contratto di fornitura;
- 3.7) Individuazione dello schema dell'impianto elettrico e del contratto di fornitura;
- 3.8) Rilievo dei dati dai contatori e creazione di diagrammi;
- 3.9) Individuazione delle modalità orarie e temporali di gestione delle varie zone (occupazione, accensione e spegnimento luci, apertura e chiusura finestre etc.);
- 3.10) Individuazione delle modalità di controllo dei consumi (interruttori, valvole di intercettazione);
- 3.11) Individuazione delle possibilità di migliorare la gestione degli interruttori elettrici;
- 3.12) Individuazione delle possibilità di migliorare la gestione delle aperture delle finestre;
- 3.13) Individuazione delle possibilità di stima delle efficienze delle caldaie;
- 3.14) Sensibilizzazione degli allievi e del personale di assistenza;
- 3.15) Controllo del livello delle prestazioni;
- 3.16) Rilievo periodico dei contatori dopo l'opera di sensibilizzazione;
- 3.17) Individuazione delle possibili modifiche nell'uso delle aule e nella regolazione del riscaldamento;
- 3.18) Valutazione annuale dei risultati;
- 3.19) Presentazione dei risultati alla proprietà e definizione dell'incentivo per l'anno successivo.

Esempio di piano su scuola secondaria

Si presenta di seguito un possibile piano di interventi in una scuola secondaria superiore, con l'elenco delle varie fasi.

Avvio dell'iniziativa

Informazione agli operatori e agli allievi;
Formazione dei gruppi di interesse;
Collegamenti con le attività didattiche;
Collegamenti con esperti esterni
Acquisizione dei dati.

Impianto elettrico

Potenza contrattuale;
Potenza dell'illuminazione;
Potenza servizi;
Schema dell'impianto;
Modalità di controllo (aspetti tecnici sugli interruttori, definizione delle zone controllate);
Modalità gestionali.

Impianto idraulico

Schema di massima dell'impianto;
Posizione dei contatori;
Modalità di controllo (aspetti tecnici, tipo e posizione dei rubinetti);
Controllo delle perdite.

Impianto di riscaldamento

Tipologia di contratto;
Schema dell'impianto;
Caldaie e loro controllo (combustibile, tipo e modalità di misura consumo);
Controllo della temperatura nei locali;
Gradi giorno per la località della scuola;
Schema regolazione impianto (posizione dei termostati, definizione delle zone controllate);
Modalità operative del gestore.

Organizzazione dell'attività didattica

Aspetti di diritto e amministrazione

Conoscenza della struttura e gestione delle risorse energetiche della scuola;
Conoscenza della struttura dell'accordo scuola-proprietà;
Conoscenza dei contratti di fornitura e di gestione e loro eventuale miglioramento;
Evoluzione dei rapporti fra scuola e struttura di gestione del riscaldamento;
Conoscenza della modalità di gestione dei fondi interni alla scuola;

Aspetti operativi

Sensibilizzazione al risparmio energetico;
Ricostruzione dei consumi;
Lettura contatori elettrici, acqua, gas;
Registrazione temperature interne alla scuola;

Definizione dell'utilizzo ottimale delle fonti energetiche;
Elaborazione dati.

Tipologia interventi

Interventi a breve termine

Analisi di ottimizzazione uso impianti elettrico, idrico e riscaldamento;
Sensibilizzazione del personale, della scuola e degli utenti;
Acquisto o prestito strumentazione per diagnosi;
Programmazione interventi gestionali;
Esecuzione dei lavori e valutazione dei risultati.

Interventi a lungo termine

Ridefinizione contratti di gestione delle risorse energetiche;
Definizione del fabbisogno energetico per ogni locale della scuola;
Progettazione degli interventi;
Esecuzione modifiche e valutazione dei risultati.

Valorizzazione e pubblicizzazione

Interventi a breve termine

- Presentazione dei risultati a fine anno agli allievi, alla direzione, al personale, all'ente proprietario;
- Portare a conoscenza del lavoro tutti gli enti che si occupano di ambiente e ricerca;
- Valorizzazione dei programmi didattici nel quadro delle autonomie scolastiche;
- Collegamento con altre scuole vicine e lontane;
- Valutazione dei risultati in sede locale.

Impieghi dell'energia elettrica e generazione distribuita

Gli impieghi dell'energia elettrica nelle scuole e negli edifici pubblici in genere sono strettamente legati alle funzioni principali che si svolgono in essi, sebbene vadano tenute anche in debito conto le funzioni accessorie.

Le scuole hanno come funzione principale l'attività didattica che si svolge usualmente nelle ore del mattino, con una rilevante interruzione nel periodo natalizio e una lunga interruzione nei mesi estivi da metà giugno a metà settembre. Va ricordato però che gli uffici di segreteria e di direzione continuano il loro funzionamento anche nel periodo di sospensione dell'attività didattica, quindi queste parti dell'edificio hanno orari ed esigenze più continuative rispetto alle aule. Va ugualmente ricordato che le scuole per l'infanzia, asili nido e scuole materne hanno orari prolungati e sono dotate di mense con conseguente presenza di frigoriferi e di attrezzature di lavaggio, anche se la preparazione dei cibi è in molti casi stata esternalizzata. In ogni caso vanno poi considerate le fasi temporali dedicate giornalmente alla pulizia.

Gli edifici scolastici sono spesso luogo di attività accessorie rispetto alla pura didattica; in particolare le sale riunioni, le palestre, i campi sportivi e le piscine, ove presenti, sono usualmente parti aperte al territorio in ore diverse dalla didattica, pomeriggio e sera, sia durante il periodo di apertura didattica che in altri periodi. L'utilizzo degli spazi e delle attrezzature può essere limitato a gruppi sportivi interni come prevedere accordi con associazioni esterne. Queste attività possono comportare oltre ad impieghi energetici per l'illuminazione e le docce anche richieste di sorveglianza e di pulizia.

Costituiscono invece realtà del tutto diverse le scuole che prevedono una residenza continua per gli allievi come le scuole alberghiere ed alcuni istituti agrari, così come le scuole professionali con apparecchiature tecnologiche, macchine utensili e funzionamento anche nel pomeriggio o specificamente serale.

Gli edifici per uffici pubblici hanno, in larga maggioranza, funzionamento solo diurno, esteso però a tutto l'anno, a volte con presenze limitate il sabato e nelle ore notturne, generalmente con chiusura nel fine settimana; vanno sempre considerate le esigenze per le operazioni quotidiane di pulizia dei locali e di raccolta dei rifiuti che possono richiedere oltre all'illuminazione anche il mantenimento della ventilazione.

Sulla base della previsione delle attività svolte nell'edificio si ha la previsione delle richieste di energia elettrica.

Sulla base delle diverse tipologie di attività i consumi di elettricità possono essere così schematizzati:

- L'illuminazione interna è sempre presente e nelle scuole può rappresentare il carico prevalente, nonostante esse siano previste con grande luminosità naturale, sia per il periodo invernale, sia per ottenere una illuminazione omogenea in tutta l'aula e nelle grandi sale. Negli edifici pluripiano per uffici l'illuminazione ha un ruolo rilevante sia per la diversa esposizione, sia per la presenza di sale interne, sia per necessità di omogeneizzazione in grandi ambienti, sia perché in estate si deve ridurre l'insolazione dall'esterno con necessità quindi di luce artificiale.
- L'illuminazione esterna può essere necessaria per motivi di sicurezza negli accessi dalle strade pubbliche, per le attività nei campi sportivi o per motivi di sorveglianza.
- Gli apparati di condizionamento estivo possono essere presenti per l'intero volume nelle scuole per l'infanzia o solo nei locali con presenza anche estiva e nella direzione in buona parte delle altre scuole. Negli edifici per uffici di recente costruzione generalmente il condizionamento estivo è presente con impianti centralizzati, incaricati anche della ventilazione, mentre per gli edifici di vecchia costruzione si impiegano spesso condizionatori stanza per stanza, secondo l'esposizione e le funzioni.
- Le centrali termiche hanno il loro assorbimento per pompe e bruciatori.
- L'acqua calda sanitaria, ove non esista una rete di distribuzione è prodotta con resistenze elettriche.
- Ci sono, secondo le aree climatiche e secondo le attività, un certo numero di stufe elettriche, di frigobar, di macchine per il caffè, di distributori di bevande refrigerate e snack, di apparecchiature di lavaggio e di frigoriferi per la conservazione delle vivande.
- Le attrezzature informatiche e di comunicazione, associate a copiatrici, stampanti, caricabatterie spesso sempre accesi, hanno consumi rilevanti mentre sono irrilevanti i consumi della domotica.

Le scuole professionali, specie residenziali, hanno inoltre il consumo delle loro apparecchiature di processo. L'energia elettrica ha aspetti sia di bene (l'energia assorbita e consumata) sia di servizio (la potenza che si è impegnata e che si ha a disposizione anche se non la si usa); nel settore dei servizi spesso prevale questo secondo aspetto, con un basso fattore di carico (kWh consumati/kW impegnati). Questa situazione si riflette nella struttura della tariffa elettrica che produce costi unitari, per kWh consumato, molto più alti, tipicamente da 4 a 6 volte il valore di borsa del kWh.

Da queste considerazioni deriva che gli edifici scolastici e degli uffici pubblici hanno le potenzialità per installare impianti di generazione elettrica distribuita (tipicamente con le tecnologie fotovoltaiche sui tetti e/o con la cogenerazione di elettricità e calore) ma che queste potenzialità producono un beneficio economico adeguato solo se l'elettricità è autoconsumata direttamente, nello stesso momento nella quale è generata, senza passare per la rete elettrica esterna. Per impianti di piccola potenza è possibile lo scambio in tempi diversi con la rete, ma questo avviene su base economica fra tariffe di acquisto e di vendita quindi è molto meno conveniente. La possibilità di autoconsumo è quindi vincolata ad una conoscenza precisa ed abbastanza garantibile del profilo della propria domanda elettrica e delle caratteristiche del profilo di generazione dell'apparato installato. Purtroppo questo tipo di conoscenze è pochissimo diffuso nelle scuole dove chi le utilizza non è necessariamente interessato ai costi di gestione che sono totalmente a carico delle Amministrazioni comunali o provinciali.

Gli impianti fotovoltaici generano nelle ore diurne, tutti i giorni della settimana, in base all'insolazione, massima d'estate: dal 1 maggio al 31 settembre si genera il poco meno del 60% della produzione annua.

Una scuola in questi mesi ha consumi ridottissimi, salvo che per la segreteria, quindi non potrebbe autoconsumare quasi nulla; per il periodo autunno, inverno, primavera, considerando la chiusura pomeridiana, la scuola potrebbe autoconsumare, dalle ore 10 alle 13 circa i tre quarti della produzione

giornaliera, per 5/7 della settimana, pari al 53% dell'energia generata nel periodo, complessivamente solo il 22% della generazione totale. Da queste considerazioni deriva che le campagne per installare solare fotovoltaico nelle scuole hanno una corretta funzione di visibilità delle tecnologia ma limitatissime ricadute economiche sui Comuni che pagano le bollette.

Ben diversa è la situazione di un edificio pubblico per uffici, per esempio un palazzo comunale con sede dei vigili urbani, con orario continuato, con condizionamento estivo, apertura parziale anche il sabato e molti consumi per stand-by. Questo edificio, con attento dimensionamento, parziale rispetto al fabbisogno totale, potrebbe autoconsumare circa 6/7 della disponibilità in estate e 9/10 nel resto dell'anno, globalmente l'87% del generato. In attesa di capacità di accumulo a basso costo è fondamentale una progettazione che valuti correttamente le potenzialità dell'autoconsumo rispetto ai prelievi dalla rete.

La cogenerazione pone problemi simili: un impianto per recuperare i suoi costi deve operare almeno 3-4.000 ore l'anno, e risulta economicamente sostenibile solo se entrambi sono valorizzati, o dal consumo diretto e da immagazzinamento in loco per uso dilazionato. Purtroppo cedere elettricità alla rete da un piccolo generatore non è economicamente conveniente ed il rapporto fra calore ed elettricità è fissato dal tipo di macchina.

Ora una scuola classica è "aperta" circa 6-7 ore al giorno per circa 180 giorni all'anno dei quali non più di 100 riscaldati, durate insufficienti per giustificare un impianto di cogenerazione; con le tecnologie attuali e col nostro clima, questa tecnologia può essere proposta solo in scuole permanentemente aperte, tipo collegi alberghieri ed agrari o strutture dotate di piscine, ottime per l'accumulo di calore anche in estate.

La situazione degli uffici può offrire prospettive un po' migliori quando si accoppiano più funzioni sia nel tempo che nello spazio.

Riguardo alla regolazione, va considerato che negli edifici la riduzione dei consumi tramite l'efficientamento delle strutture e degli impianti è di regola prioritaria rispetto all'utilizzo di fonti rinnovabili, facile per coprire i fabbisogni di calore ma molto più difficile per coprire i bisogni di energia elettrica.

Le prospettive esposte per essere realizzate richiedono una attenta progettazione non solo degli impianti ma anche della gestione, con il coinvolgimento degli occupanti ben istruiti e ben motivati, nella movimentazione delle aperture, nella messa a punto dei termostati, nella lettura dei contatori, nella valutazione dei risultati, nel controllo qualitativo e quantitativo delle forniture, nella ricerca di una possibile valorizzazione esterna all'edificio del calore dell'elettricità non utilizzabili.

Si può ritenere che questo sia l'aspetto finora più trascurato, sul quale concentrare gli sforzi, specie per gli edifici di proprietà pubblica che hanno utilizzatori finora quasi mai coinvolti nei risultati.

Reperimento delle risorse ed esecuzione dei lavori

Gli investimenti in efficienza energetica, se ben progettati, producono risultati in termini ambientali, energetici e, non da ultimo, di sviluppo di mercati locali, oltre ad avere il vantaggio di poter essere recuperati economicamente in tempi ragionevoli se comparati con la vita tecnica degli interventi stessi. Nonostante questo sono sottoposti come gli altri tipi di progetti ai vincoli del Patto di stabilità interno, che dà luogo ad un evidente problema: la spesa per i consumi energetici degli enti è andata aumentando a causa dell'aumento del prezzo dei combustibili e dell'energia elettrica, e ciò nonostante, accanto a già noti problemi (scarsa attenzione o conoscenza dell'efficienza), gli interventi continuano a non essere eseguiti proprio per i citati vincoli, col risultato che la spesa corrente connessa all'energia cresce e contribuisce a peggiorare il quadro rispetto al vincolo di stabilità. Una soluzione a breve termine, tralasciando le modifiche normative al Patto di stabilità, potrebbe essere mettere su un piatto della bilancia tale spesa corrente sostanzialmente garantita per un numero di anni tali che possano riuscire a stimolare l'interesse di un'impresa che si occupi di efficientamento e costruzione di nuovi impianti, facendo ricorso al modello delle ESCO e del finanziamento tramite terzi (FTT).

Il finanziamento tramite terzi (FTT) è uno strumento che va incontro alle esigenze dei consumatori di energia, la cui caratteristica principale è che chi opera l'investimento non è il consumatore stesso, ma un

agente esterno impegnato nel business energetico e che, proprio per questo, può permettersi di investire anche a lungo termine. In questo modo, l'utente interessato risolve i suoi problemi di investimento senza assumersi alcun rischio né tecnico né finanziario e può rivolgere le proprie risorse verso i progetti relativi al proprio core business. Il FTT è molto interessante quando sono previsti più progetti che richiedono grandi investimenti, sia pure a fronte di un futuro considerevole risparmio d'energia.

Tale strumento è nato a metà degli anni '80 negli Stati Uniti allo scopo di promuovere interventi finalizzati alla razionalizzazione energetica e alla sostituzione dei tradizionali idrocarburi con le fonti rinnovabili nell'ottica di migliorare o l'efficienza energetica del Paese (nel caso di istituzioni pubbliche) o la bolletta energetica aziendale (nel caso di società private). Tali interventi possono riguardare sia il settore industriale che quello residenziale o terziario. Il promotore tipico di questi interventi, soggetti al FTT, è una ESCO che finanzia i costi e le spese del programma (ricerche, ingegneria, materiale, costi di lavoro, avviamento delle operazioni, valutazione e utilizzazione dei risultati) e recupera il costo totale dell'investimento, incluso il proprio profitto, in proporzione e in base al risparmio che risulta dal progetto.

Al termine del periodo previsto da contratto, l'ente tornerà in possesso o diverrà possessore del sistema di teleriscaldamento, o in alternativa beneficerà vita natural durante di una riduzione dei costi energetici. A ciò si aggiungono i risultati tipici degli interventi di efficientamento, quali il contributo a raggiungere gli obiettivi nazionali, la minor dipendenza energetica dall'estero, l'occupazione (l'efficienza energetica offerta in un'ottica di servizio prevede una parte non trascurabile di gestione e manutenzione, che tipicamente ha ricadute sul territorio), l'innovazione nel territorio come stimolo a possibili repliche, la riduzione delle emissioni e i conseguenti vantaggi in termini ambientali e di salute. Sono aspetti che, in ottica di intervento da parte di soggetto pubblico, sono importanti quanto il risparmio energetico, se non di più.

La fase più delicata del FTT è la redazione vera e propria del contratto che andrà a prevedere gli obblighi ed i diritti di tutti i firmatari. Esistono diverse dinamiche secondo le quali è possibile suddividere, tra i diversi attori, i benefici economici. La competenza della ESCO viene messa al servizio del cliente (la proprietà della scuola in questo caso) attraverso uno strumento contrattuale particolare: gli Energy Performance Contract (EPC), ossia dei contratti che garantiscono al cliente un livello di prestazioni predefinito (in genere viene assicurato o un risparmio energetico o un risparmio economico rispetto alla situazione pre-esistente). Esistono varie forme di EPC che possono essere impiegate, a seconda della situazione considerata. Ciò che cambia è sostanzialmente il rapporto intercorrente fra i tre soggetti principali: ESCO, cliente, finanziatore.

In base alla definizione del D.Lgs. 30 maggio 2008, n. 115, art. 2, lettera l), un Energy Performance Contract viene definito come «contratto di rendimento energetico», ovvero un accordo contrattuale tra il beneficiario e il fornitore riguardante una misura di miglioramento dell'efficienza energetica, in cui i pagamenti a fronte degli investimenti in siffatta misura sono effettuati in funzione del livello di miglioramento dell'efficienza energetica stabilito contrattualmente. Una ESCO che intraprende un rapporto con un suo qualsiasi cliente si andrà a caricare, dunque, sia del rischio tecnico che di quello finanziario degli interventi concordati. In questo tipo di contratti il committente mette a disposizione la possibilità di fare efficienza; la sostanziale differenza rispetto agli altri contratti di fornitura è la condivisione con il cliente dell'esigenza di risparmiare.

Gli EPC mancano di una tipologia contrattuale prestabilita, è infatti un contratto di matrice anglosassone basato su un accordo tra le parti, ma meno vincolato se confrontato con i contratti schematici afferenti al codice civile. Tali contratti sono consensuali tra le diverse parti che lo stipulano (cliente, ESCO, istituti di credito, assicurazioni) ed hanno una prefissata durata nel tempo; la caratteristica più importante è la garanzia del risultato che deve essere assicurato dalla ESCO.

La numerosità e complessità delle variabili che influenzano il tema dell'efficientamento energetico di una struttura, efficace in termini di investimenti e di risultati ottenuti, prevede una elevata qualificazione sia del personale che si occuperà dei lavori, anche nell'affrontare situazioni non previste, sia dalla qualità della direzione dei lavori e dalla preparazione della committenza. Come previsto dal comma 6 dell'art.12 del D.Lgs. 102/14, sarà reso in futuro disponibile sul sito web dell'ENEA un elenco di ESCO certificate secondo un protocollo che sarà cura di ENEA, in collaborazione con ACCREDIA, il GSE, la FIRE e il CTI, stabilire entro il 31 dicembre 2014. Attualmente un elenco di ESCO certificate ai sensi della norma UNI CEI 11352:2014 è disponibile sul portale FIRE nella sezione dedicata alle ESCO. Appare molto importante che gli occupanti

dell'edificio (docenti, personale amministrativo, studenti) siano a conoscenza dei lavori da compiere e delle logiche dei sistemi di regolazione, in particolare laddove vi sia interazione umana, per consentire il funzionamento ottimale delle misure adottate. Gli interventi di efficientamento energetico hanno un secondo vantaggio all'interno del settore scolastico, che è quello di formazione ed educazione alla cultura dell'uso razionale delle risorse. In istituti secondari superiori di stampo tecnico inoltre, il coinvolgimento degli studenti nell'osservazione dell'esecuzione dei lavori e del monitoraggio dei risultati assocerà al fine educativo anche uno scopo didattico spendibile in successivi studi o nell'attività professionale.

CONCLUSIONI

La riqualificazione energetica spinta degli edifici e le nuove costruzioni efficienti saranno sempre più oggetto di attenzione da parte del legislatore, non tanto in termini di fissazione requisiti minimi, già sufficientemente ben definiti, ma di attuazione dei programmi previsti.

L'analisi ha mostrato che ci sono esempi che, sebbene ancora non rappresentino la norma, possono fungere da traino, così come gli incentivi possono sensibilmente spostare le decisioni nel verso favorevole delle iniziative; si ritiene comunque che sarà necessario un duro lavoro se si vuol arrivare pronti alle scadenze rispettate, in particolare per le riqualificazioni.

La Commissione Europea, con la raccomandazione del 29 luglio 2016 [10], ha ribadito che gli edifici sono elementi fondamentali per le politiche di efficienza energetica dell'Unione, in quanto rappresentano circa il 40% [11] del consumo di energia finale, raccomandando gli Stati membri seguano gli orientamenti contenuti nell'allegato della presente raccomandazione. Gli orientamenti contribuiranno ad assicurare che, entro il 31 dicembre 2020, tutti gli edifici di nuova costruzione siano a energia quasi zero e aiuteranno gli Stati membri a elaborare i piani nazionali per aumentare il numero di tale tipologia di edifici.

Gli incentivi potranno avere un ruolo rilevante nel supporto agli nZEB, in particolare se accompagnati dal lancio del fondo per l'efficienza e da una politica mirata alla conoscenza delle opportunità legate agli stessi da parte delle Pubbliche Amministrazioni. Un ruolo di primo piano potrà essere giocato dal nuovo conto termico, che prevede interessanti opportunità proprio per le Pubbliche Amministrazioni ancor più che per i privati. Oltre alle interessanti opportunità previste per le P.A., va segnalato che si è ancora lontani dal raggiungimento della soglia di incentivo annuo cumulato di 900 milioni di euro (200 milioni per le P.A.), e che quindi c'è ancora molto spazio per iniziative incentivabili. Al 1 agosto 2016 risultano infatti ammesse all'incentivo circa 21.500 richieste, per un totale di incentivi complessivamente impegnati pari a circa 80 milioni di euro, di cui circa 64 milioni di euro riconducibili ad interventi effettuati da soggetti privati e circa 16 milioni di euro a interventi effettuati da Amministrazioni pubbliche.

Un Paese come l'Italia, caratterizzato da un clima molto variabile sia stagionalmente, sia nell'arco delle ventiquattro ore, rende la progettazione di edifici a consumi quasi zero non banale. Mutuare dai modelli costruttivi del Nord Europa, come già accaduto in passato [13], rischia di portare a realizzazioni sulla carta ottime, ma nella pratica poco vivibili per il raggiungimento di temperature eccessive nei periodi estivi o con prestazioni effettive lontane da quelle teoriche per via dei diversi comportamenti. Questo suggerisce di sfruttare questi pochi anni per compiere delle campagne di monitoraggio strumentale delle prestazioni effettive degli edifici nZEB realizzati di recente, nonché di indagine presso gli occupanti, per verificare la percezione del comfort ambientale. I sistemi di building automation presenti in questi edifici possono rappresentare una prima base di raccolta di dati da confrontare con i fabbisogni energetici calcolati in conformità alle norme tecniche vigenti, e in particolare al pacchetto UNI TS 11300. Sarebbe inoltre utile che i capitolati di appalto prevedano esplicitamente un'azione di monitoraggio e raccolta dati, insieme ad un'azione di sensibilizzazione sugli occupanti degli edifici, in aggiunta ai contratti di servizio.

I comportamenti sono un altro aspetto centrale quando si parla di edifici molto spinti in termini di prestazioni energetiche. Queste sono infatti connesse ad un uso corretto del sistema edificio-impianto, per garantire il giusto ricambio di aria e la corretta regolazione dei sistemi. Ciò presuppone spesso un cambio comportamentale rispetto ad un edificio tradizionale, ad esempio nell'apertura delle finestre, nella percezione dei livelli di illuminazione e temperatura, etc. Il rischio altrimenti è di ottenere un livello di comfort e/o di consumi lontano da quello ipotizzato.

D'altro canto, parlando di edifici innovativi (non tanto nelle tecnologie e nei materiali, quanto nella diffusione) è fondamentale che siano messi in atto programmi di informazione dei professionisti e degli operatori di settore (e.g. studi di progettazione e architettura, ESCO, aziende attive nella costruzione e ristrutturazione degli immobili, etc.), che assicurino uno scambio utile di buone pratiche e di errori di progettazione da evitare.

Si ritiene utile segnalare infine che a parere di FIRE maggiori benefici potrebbero ottenersi da una maggiore disponibilità di fondi di garanzia e di strumenti di risk sharing, dall'individuazione di schemi di finanziamento per soluzioni con un CAPEX limitato, e dallo sviluppo di green bonds e crowdfunding.

Abbreviazioni e acronimi

AEEGSI: Autorità per l'energia elettrica, il gas e il sistema idrico
AIRU: Associazione italiana riscaldamento urbano
CTI: Comitato termotecnico italiano
D.L.: decreto legge
D.M.: decreto ministeriale o interministeriale
D.Lgs.: decreto legislativo
ENEA: Agenzia nazionale per le nuove tecnologie l'energia e lo sviluppo economico sostenibile
EPC: Energy performance contract
FIPER: Federazione italiana produttori da energie rinnovabili
FIRE: Federazione italiana per l'uso razionale dell'energia
FTT: Finanziamento tramite terzi
GME: Gestore dei mercati energetici
GSE: Gestore dei servizi energetici
P.A.: Pubblica Amministrazione o Pubbliche Amministrazioni
MATTM: Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare
MiSE: Ministero dello sviluppo economico
nZEB: edificio ad energia quasi zero
RSE: Ricerca sul sistema energetico

Riferimenti bibliografici

- [1] Ecofys, EERG, University of Wuppertal: "Towards nearly zero- energy buildings Definition of common principles under the EPBD Final report – Executive Summary", 2013.
- [2] Ecofys: "Overview of Member States information on nZEBs Working version of the progress report - final report", 2014.
- [3] European Commission: COM (2016) 464 final, "Report from the Commission to the European Parliament and the Council", 2016.
- [4] CTI, ENEA, MiSE: "Chiarimenti in materia di efficienza energetica in edilizia", agosto 2016.
- [5] CTI, ENEA, MiSE: "Chiarimenti in materia di efficienza energetica in edilizia", II ediz. ottobre 2015.
- [6] ENEA: "Rapporto annuale efficienza energetica", 2016.
- [7] CTI, ENEA, MiSE, RSE: "Piano d'Azione Nazionale per incrementare gli edifici ad energia quasi zero", 2015.
- [8] GSE, faq n.7 sezione "Aspetti normativi" (Chiarimenti EGE ed ESCO), area Certificati bianchi del sito web www.gse.it (luglio 2016).
- [9] Citterio Marco, Fasano Gaetano, ENEA: "Indagine sui consumi degli edifici pubblici (direzionale e scuole) e potenzialità degli interventi di efficienza energetica", Ricerca di Sistema Elettrico 2009.
- [10] RACCOMANDAZIONE (UE) 2016/1318 DELLA COMMISSIONE sugli edifici nZEB, luglio 2016.
- [11] Commissione europea: "Energy, transport and environment indicators", edizione 2012.
- [12] GSE, contatore "Conto Termico" pubblicato e aggiornato sul sito web www.gse.it , agosto 2016.
- [13] ENEA: "Edilizia bioclimatica in Italia: 115 edifici solari passivi", 1992.

Collegamenti utili

Agenzia del Demanio: www.agenziademanio.it

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA): www.enea.it

Associazione nazionale costruttori edili (ANCE): www.ance.it

Associazione nazionale comuni italiani (ANCI): www.anci.it

Associazione nazionale degli industriali dei laterizi (ANDIL): www.andil.it

Autorità per l'energia elettrica, il gas e il sistema idrico (AEEGSI): www.autorita.energia.it

CENED (Infrastrutture Lombarde): www.cened.it

Conferenza Regioni e Province autonome: www.regioni.it

CRESME: www.cresme.it

Department of energy (DOE)- sezione "Building Technologies Office":

<http://energy.gov/eere/buildings/building-technologies-office>

European Commission (EC)- sezione edifici: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings>

Federazione Industrie Prodotti Impianti Servizi ed Opere Specialistiche per le Costruzioni (FINCO): www.fincoweb.org

Federazione italiana per l'uso razionale dell'energia (FIRE): www.fire-italia.org

Gestore dei servizi energetici (GSE): www.gse.it

Habitech: www.habitech.it

International energy agency (IEA)- sezione "Building energy efficiency policy": www.iea.org/beep

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (MATTM): www.minambiente.it

Ministero dello sviluppo economico (MISE): www.sviluppoeconomico.gov.it

Unione delle province italiane (UPI): www.upinet.it

Nota sugli autori

Enrico Biele: laurea specialistica in ingegneria energetica e abilitazione alla professione di ingegnere, lavora presso la Federazione italiana per l'uso razionale dell'energia dal 2009, dove coordina l'area tecnologie efficienti e incentivi per l'uso razionale dell'energia. Sul tema delle tecnologie efficienti e dei meccanismi incentivanti è autore di pubblicazioni scientifiche, in atti di convegni e per la Ricerca di sistema elettrico. Svolge attività di supporto tecnico-legislativo agli energy manager (art.19 legge 10/91) e ai soci della Federazione.

Dario Di Santo: laureato in ingegneria meccanica con indirizzo energia alla Sapienza, si è dedicato fin dalla tesi di laurea svolta all'ENEA alle fonti rinnovabili ed all'efficienza energetica. Nel corso degli anni ha svolto, prima per conto ENEA, quindi come collaboratore FIRE e libero professionista, attività volte a promuovere buone pratiche per favorire lo sviluppo di una cultura orientata allo sviluppo. Collabora con la FIRE dal marzo 2000 e ne è direttore dal 2007, con un impegno crescente che ha visto, oltre alle attività di gestione della Federazione, l'ideazione del portale web, l'introduzione di varie iniziative rivolte ai soci ed agli energy manager, la definizione e gestione di progetti europei sui temi dell'efficienza e delle fonti rinnovabili e di nuove proposte formative e di comunicazione, l'avvio e la conduzione di gruppi di lavoro e la realizzazione di indagini e studi sul mercato dell'energia.

Antonella Petraccaro: laurea in Architettura alla Sapienza nel 2015 e abilitazione alla professione di architetto, si è dedicata fin dalla tesi al tema dell'efficienza energetica degli edifici. Ha in seguito approfondito le tematiche energetiche frequentando un Master in Management dell'Energia e dell'Ambiente presso la Business School de Il Sole 24 Ore. Collabora con la FIRE fornendo supporto negli ambiti della riqualificazione energetica degli edifici e della diffusione di buone pratiche.

Giuseppe Tomassetti: nato a Macerata nel 1936, si è laureato in ingegneria a Torino nel 1961 e ha operato da allora alla pensione presso l'ENEA, dapprima come tecnico, quindi come dirigente. Nel corso degli anni si è occupato dapprima di tecnologie per la sperimentazione (anni 60), quindi nei venti anni successivi ha coordinato ricerche sulla sicurezza dei componenti ed è stato impegnato nello sviluppo di componenti per l'efficienza energetica e nel trasferimento tecnologico ai settori tradizionali; negli anni 90 si è rivolto all'uso efficiente dell'energia in Italia e all'estero, per poi dedicarsi, una volta andato in pensione, al potenziamento della FIRE.