



Ricerca di Sistema elettrico

Linee Guida per la preparazione delle proposte degli interventi di riqualificazione energetica nella Pubblica Amministrazione Centrale

G. Centi, D. Iatauro, C. Romeo, P. Signoretti, L. Terrinoni

LINEE GUIDA PER LA PREPARAZIONE DELLE PROPOSTE DEGLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA NELLA PUBBLICA AMMINISTRAZIONE CENTRALE

G. Centi, D. Iatauro, C. Romeo, P. Signoretti, L. Terrinoni (ENEA)

Settembre 2017

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2016

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

Progetto: Studi sulla riqualificazione energetica del parco esistente di edifici pubblici (scuole, ospedali, uffici della PA centrale e locale) mirata a conseguire il raggiungimento della definizione di edifici a energia quasi zero (nZEB)

Obiettivo: Linee Guida per la preparazione delle proposte degli interventi di riqualificazione energetica nella PAC

Responsabile del Progetto: ing. Luciano Terrinoni, ENEA

Indice

SOMMARIO.....	4
1 INTRODUZIONE	5
2 LA DEFINIZIONE DELLE PROPOSTE PROGETTUALI PER IL PREPAC	6
2.1 GLI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA E LE SPESE AMMISSIBILI	6
2.1.1 <i>Gli interventi ammissibili</i>	6
2.1.2 <i>Le spese ammissibili</i>	7
2.2 I CONTENUTI DELLE PROPOSTE PROGETTUALI.....	8
2.3 I PROGETTI ESEMPLARI.....	11
2.4 LA PRESENTAZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE	12
3 CRITERI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI	13
3.1 L'EDIFICIO E L'EFFICIENZA ENERGETICA	13
3.2 LA DIAGNOSI ENERGETICA	13
3.3 LE MODALITÀ DI RIPARTIZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI.....	15
3.3.1 <i>Esempio di ripartizione dei consumi energetici</i>	16
3.4 GLI IMPIANTI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI (FER) E LA COGENERAZIONE	18
3.4.1 <i>Gli impianti fotovoltaici</i>	19
3.4.2 <i>Gli impianti solari termici</i>	21
3.4.3 <i>Gli impianti di cogenerazione</i>	23
3.5 LE SCHEDE FORMAT PER GLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA	26
4 LA VALUTAZIONE DELLE PROPOSTE PROGETTUALI	28
4.1 CRITERI PER LA VALUTAZIONE DELLE PROPOSTE PROGETTUALI	28
4.2 LA DURATA DI VITA UTILE DEGLI INTERVENTI.....	29
4.3 LE MODALITÀ DI CALCOLO DEL RISPARMIO ENERGETICO E DELLE EMISSIONI DI CO ₂ EVITATE	30
4.3.1 <i>FASE I : Calcolo del risparmio percentuale atteso per ciascuna delle fonti energetiche utilizzate dai servizi dell'edificio RFi%</i>	32
4.3.2 <i>FASE II : Calcolo del risparmio annuo di energia primaria e delle emissioni annue di CO2 evitate</i>	35
4.4 LE MODALITÀ DI CALCOLO DEL KWH RISPARMIATO	37
ALLEGATO. SCHEDE FORMAT	39
APPENDICE. UNA COSTRUZIONE RAZIONALE DI UN INDICE SINTETICO PER LA DEFINIZIONE DELLE GRADUATORIE DELLE PROPOSTE PROGETTUALI DEGLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA	67
RIFERIMENTI	70

Sommario

Il Decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102, in attuazione della Direttiva 2012/27/UE promuove la riqualificazione energetica degli immobili pubblici, prevedendo che il Ministero dello Sviluppo Economico, di concerto con le Amministrazioni competenti, predisponga ogni anno, a partire dal 2014 e fino al 2020, un Programma per la Riqualificazione Energetica degli edifici della Pubblica Amministrazione Centrale (PREPAC) in grado di conseguire la riqualificazione energetica di almeno il 3% annuo della superficie coperta utile climatizzata.

Per la realizzazione di questo programma è stato emanato il Decreto Ministeriale 16 settembre 2016 *"Modalità di attuazione del programma di interventi per il miglioramento della prestazione energetica degli immobili della pubblica amministrazione centrale"* (Decreto PREPAC) che disciplina la predisposizione e l'attuazione dei programmi per la riqualificazione energetica degli immobili della Pubblica Amministrazione Centrale (PAC).

Alla Pubblica Amministrazione in generale è stato assegnato il ruolo guida nella realizzazione di edifici nZEB, avendo anticipato di due anni l'obbligo previsto al 2021, in caso di ristrutturazioni rilevanti.

Le presenti Linee Guida, in attuazione dell'art. 16, comma 3, del decreto PREPAC, illustrano i criteri generali e le indicazioni operative per la predisposizione e la presentazione delle proposte progettuali ai fini dell'ammissione al Programma.

Nel primo capitolo sono brevemente introdotti gli aspetti riguardanti la genesi, gli obiettivi, il coordinamento, il monitoraggio e l'attuazione del PREPAC.

Nel secondo capitolo sono illustrate le modalità di redazione della proposta progettuale, relativamente ai contenuti minimi previsti e alla documentazione necessaria a soddisfarli, gli interventi e le spese ammissibili per l'accesso al PREPAC.

Nel terzo capitolo sono forniti alcuni specifici criteri, desunti dai principi generali riferibili ai progetti di riqualificazione energetica, finalizzati alla predisposizione della diagnosi energetica e alla valutazione del contributo delle fonti rinnovabili di energia.

Nell'ultimo capitolo, è descritta la metodologia di calcolo del principale parametro di valutazione delle proposte progettuali presentate in ambito PREPAC (costo per kWh risparmiato). Questa metodologia si fonda sulla definizione di vita utile degli interventi e sulla stima del risparmio di energia primaria conseguibile.

In Allegato sono riportate le schede format, anagrafica e di sintesi, e quelle relative alle diverse tipologie di interventi previsti.

In appendice è proposta una breve dissertazione sulla costruzione di un possibile indice per la definizione delle graduatorie delle proposte progettuali degli interventi di riqualificazione energetica.

"Quod scripsi scripsi " Vangelo secondo Giovanni 19,22

1 Introduzione

Il decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102, recante attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, individua le disposizioni e le misure volte a garantire la piena attuazione agli impegni assunti a livello comunitario per il miglioramento dell'efficienza energetica del patrimonio edilizio nazionale.

In particolare, questo decreto promuove la riqualificazione energetica degli immobili per la Pubblica Amministrazione, a cui è stato assegnato il ruolo guida nella realizzazione di edifici nZEB, avendo anticipato di due anni l'obbligo previsto al 2021, in caso di ristrutturazioni rilevanti.

A tal proposito, l'art. 5 del suddetto decreto legislativo prevede che il Ministero dello Sviluppo Economico, di concerto con le Amministrazioni competenti, predisponga ogni anno (a decorrere dal 2014), un **Programma per la Riqualificazione Energetica degli edifici della Pubblica Amministrazione Centrale - PREPAC** - in grado di conseguire la riqualificazione energetica almeno pari al 3% annuo della superficie coperta utile climatizzata.

Il coordinamento e monitoraggio dello stato di avanzamento del Programma è assegnato alla Cabina di Regia per l'efficienza energetica, istituita dal Ministero dello Sviluppo Economico e dal Ministero dell'Ambiente. L'ENEA e il GSE forniscono il supporto tecnico alle attività della Cabina di Regia.

All'attuazione del programma si provvede attraverso l'assegnazione al MISE delle risorse, versate al Bilancio dello Stato dalla Cassa per i Servizi Energetici e Ambientali (CSEA), prelevate dal Fondo di Garanzia di cui all'articolo 22 del D.Lgs. n. 28/2011 (teleriscaldamento e efficienza edifici pubblici). Parte delle risorse necessarie derivano dai proventi per l'allocazione delle aste CO₂.

In attuazione alle disposizioni sopra richiamate, il Decreto Ministeriale 16 settembre 2016 "*Modalità di attuazione del programma di interventi per il miglioramento della prestazione energetica degli immobili della pubblica amministrazione centrale*" (di seguito decreto PREPAC) disciplina la predisposizione e l'attuazione dei programmi per la riqualificazione energetica degli immobili della PA Centrale.

In particolare il decreto PREPAC, oltre ai principi generali per la predisposizione dei progetti di efficienza energetica, indica i criteri per la valutazione delle proposte progettuali ai fini della definizione della graduatoria annuale per l'ammissione al Programma da parte della Cabina di Regia (art. 7).

Attraverso le Linee Guida si forniranno i criteri generali e le indicazioni operative per la predisposizione e la presentazione delle proposte progettuali da parte delle Amministrazioni Centrali.

2 La definizione delle proposte progettuali per il PREPAC

In questo capitolo sono illustrate le modalità di redazione delle proposte progettuali, relativamente ai contenuti minimi previsti e alla documentazione necessaria a soddisfarli, gli interventi e le spese ammissibili per l'accesso al **Programma per la Riqualificazione Energetica degli edifici della Pubblica Amministrazione Centrale (PREPAC)**.

2.1 Gli interventi di efficienza energetica e le spese ammissibili

Ai fini dell'ammissibilità PREPAC le proposte progettuali dovranno essere redatte secondo quanto previsto dal il Decreto Ministeriale 16 settembre 2016 "*Modalità di attuazione del programma di interventi per il miglioramento della prestazione energetica degli immobili della pubblica amministrazione centrale*" (D.M. PREPAC).

In particolare, le proposte di progetto dovranno riguardare:

- Edifici della Pubblica Amministrazione Centrale e da esse occupati, come definiti dal combinato disposto dell'articolo 2, comma 2 lettere aa) e ff) del D.Lgs. 102/2014, inclusi gli immobili periferici inseriti nell'inventario predisposto in attuazione dell'articolo 5, paragrafo 5 della Direttiva 2012/27/UE, contenente informazioni sulle superfici degli immobili della pubblica amministrazione centrale e dei dati sui consumi energetici rilevati nell'applicativo informatico IPER gestito dall'Agenzia del Demanio ai sensi dell'art. 1, comma 387, della L.147/2013;
- Interventi di efficienza energetica espressamente indicati nell'Attestato di Prestazione Energetica (APE) *ante operam* (se obbligatorio e/o se predisposto) o, in alternativa, nella Diagnosi Energetica preliminare, pur se combinati o compresi in progetti di riqualificazione più estesi.

Ai fini dell'accesso al finanziamento, devono essere rispettati i requisiti minimi di cui al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192 e s.m.i., nonché ai decreti del Ministro dello sviluppo economico 26 giugno 2015 concernenti "*Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi negli edifici*" e "*Linee guida per la certificazione energetica degli edifici*".

2.1.1 Gli interventi ammissibili

Gli interventi ammissibili al Programma (art. 3 D.M. PREPAC) riguardano le tre seguenti tipologie.

❖ Tipologia 1

- a. Isolamento termico di superfici opache delimitanti il volume climatizzato;
- b. Sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi delimitanti il volume climatizzato;
- c. Installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento di chiusure trasparenti con esposizione da Est-Sud-Est a Ovest, fissi o mobili, non trasportabili;
- d. Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzando generatori di calore a condensazione;
- e. Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale dotati di pompe di calore, elettriche o a gas, utilizzando energia aerotermica, geotermica o idrotermica;

- f. Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale dotati di generatore di calore alimentato da biomassa;
- g. Installazione di impianti di cogenerazione o trigenerazione;
- h. Installazione di collettori solari termici, anche abbinati a sistemi di *solar cooling*;
- i. Sostituzione di scaldacqua elettrici con scaldacqua a pompa di calore;
- l. Riqualificazione degli impianti di illuminazione;
- m. Installazione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore;
- n. Installazione di sistemi BACS di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici, anche unitamente a sistemi per il monitoraggio della prestazione energetica.

❖ Tipologia 2

Interventi sugli immobili e sugli impianti non ricompresi nell'elenco precedente, purché gli stessi comportino una riduzione dei consumi di energia.

❖ Tipologia 3

Impianti di produzione di energia elettrica o termica.

Questi sono ammissibili limitatamente al contributo per il soddisfacimento, per il medesimo vettore energetico, dell'effettivo fabbisogno dell'edificio per la climatizzazione, la produzione di acqua calda sanitaria, l'illuminazione, la ventilazione e il trasporto di persone, valutato nell'ambito di un bilancio energetico mensile.

2.1.2 Le spese ammissibili

Sono ammissibili a finanziamento i costi, comprensivi di IVA, strettamente connessi alla realizzazione degli interventi di efficienza energetica secondo quanto sopra riportato (Art. 4 D.M. PREPAC).

A titolo non esaustivo, s'intendono ammissibili le spese per:

- I. *la fornitura e la messa in opera del materiale, degli impianti e dei dispositivi per il monitoraggio, ivi comprese le relative opere edili;*
- II. *la demolizione e ricostruzione degli elementi costruttivi, nonché lo smontaggio e la dismissione degli impianti esistenti;*
- III. *le prestazioni professionali connesse alla realizzazione degli interventi (es. progettazione), per la redazione dell'attestato di prestazione energetica APE, nonché di diagnosi energetiche;*
- IV. *la cantierizzazione, gli oneri per la sicurezza, il collaudo, ecc.;*
- V. *programmi di formazione e informazione sulle norme comportamentali per il risparmio energetico rivolti agli utilizzatori degli immobili oggetto di intervento, subordinatamente alla realizzazione di progetti di efficientamento, e comunque sino ad un massimo del 5% dell'importo totale del progetto.*

Si evidenzia che, come previsto dall'articolo 4, comma 3 del D.M. PREPAC, ai fini della definizione dell'importo del finanziamento per ciascun intervento, le spese ammissibili sono riconosciute sulla base delle evidenze fornite in sede di istruttoria tecnico-economica e spetta al proponente riproporzionare l'importo sulla base delle eventuali integrazioni richieste.

2.2 I contenuti delle proposte progettuali

Le proposte di intervento devono riguardare edifici o parti di edifici di proprietà della pubblica amministrazione centrale e da essa occupati i cui dati siano stati preliminarmente inseriti nel portale IPER (<https://portalepa.agenziademanio.it/PortalePA/>) dell'Agenzia del Demanio, conformemente a quanto previsti dall'articolo 1, comma 387 della legge 147/2013.

L'articolo 5 del D.M. Prepac stabilisce i contenuti minimi della proposta, pertanto la mancanza di uno o più di questi contenuti, senza comprovata motivazione, comporta l'inammissibilità al programma PREPAC.

Oltre alla compilazione e invio delle schede anagrafica, interventi e sintesi che sono riportate nell'Allegato A, le proposte progettuali dovranno prevedere la predisposizione e l'invio dei documenti di seguito specificati.

- 1) ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA (APE)¹ se il progetto di riqualificazione riguarda un immobile soggetto all'obbligo di cui all'articolo 6, comma 6 del D.Lgs. 192/2005 e s.m.i.

Nei casi non soggetti all'obbligo, in alternativa all'APE, dovrà essere fornita una Diagnosi Energetica; infatti, come previsto all'art. 3 del Decreto, ai fini dell'ammissibilità al Programma, gli interventi di efficienza energetica per i quali si richiede l'accesso al finanziamento devono essere espressamente indicati, quali misure per migliorare la prestazione energetica dell'immobile oggetto di riqualificazione, nell'APE o nella Diagnosi.

- 2) DIAGNOSI ENERGETICA

La Diagnosi Energetica va sempre presentata per quei casi di miglioramento della prestazione energetica degli edifici che ricadono negli obblighi previsti dal Decreto Interministeriale 11 aprile 2008, n. 135 e s.m.i.

È consigliabile comunque, anche nei casi non soggetti all'obbligo, realizzare una diagnosi energetica, il cui rapporto deve entrare a far parte della documentazione inviata.

- 3) DATI FORNITI ALL'AGENZIA DEL DEMANIO ATTRAVERSO L'APPLICATIVO IPER (ai sensi dell'articolo 1, comma 387 della L.147/2013), relativamente ai consumi energetici, alle superfici e ai volumi climatizzati.

- 4) RELAZIONE TECNICA comprensiva di:

- a) *Stato di fatto dell'immobile oggetto di intervento*

Questa parte descrittiva riguarda la situazione ante intervento e deve contenere:

- i. Una descrizione del sito oggetto di intervento, con indicazione del contesto di riferimento, del numero e della destinazione d'uso degli immobili oggetto di intervento, anche mediante planimetrie del sito alla scala adeguata;
 - ii. Una descrizione accurata di ogni edificio oggetto di intervento, con riguardo ai componenti dell'involucro edilizio (es. muratura esterna, chiusure trasparenti, solai di copertura e contro terra), se possibile anche con dettaglio della stratigrafia, e di tutti gli impianti tecnici presenti;

¹ In alternativa ACE in corso di validità, redatto prima dell'entrata in vigore dei Decreti del Ministero dello Sviluppo Economico del 26 giugno 2015.

L'eventuale inserimento di alcuni rilievi fotografici deve essere mirato ad agevolare la lettura e deve contenere una didascalia con il riferimento su una planimetria del punto di rilievo;

- iii. Una sintesi, anche mediante tabelle, dei dati sulle superfici/volumi coperti e climatizzati e dei dati sui consumi energetici annui rilevati per ogni vettore energetico, relativi alla superficie coperta climatizzata e al netto delle superfici non adibite a pubblico servizio (es. alloggi di servizio).

I consumi energetici dovranno essere ripartiti, oltre che per consumi elettrici e di combustibile anche per il singolo servizio energetico (riscaldamento, raffrescamento, ACS, illuminazione, ventilazione e trasporto di persone). I dati possono derivare da misure se è presente un sistema di monitoraggio, o in alternativa da un'analisi dei carichi energetici mediante studio dello stato di fatto. Si specifica inoltre che i dati sui consumi energetici devono essere attribuiti alla porzione oggetto di intervento e devono riferirsi alla media degli ultimi anni (almeno tre, se disponibili).

Lo stato di fatto dell'immobile oggetto di intervento dovrà essere descritto anche tramite la scheda format "Anagrafica immobile", riportata nell'Allegato A

b) Descrizione degli interventi di miglioramento della prestazione energetica

Questa parte descrittiva riguarda la proposta di intervento di riqualificazione energetica e deve contenere:

- i. Una descrizione dell'intervento proposto per singole misure di efficienza energetica con l'indicazione delle opere strettamente connesse alla loro realizzazione. Le opere strettamente connesse includono anche le opere di finitura, purché, con accurata motivazione, siano ritenute indispensabili per la realizzazione dell'intervento, così come le opere provvisorie necessarie;
- ii. Opportuni elaborati grafici dell'edificio, anche sotto forma schematica, da cui si evincano le superfici oggetto dell'intervento e/o gli schemi impiantistici per meglio illustrare alcune tipologie di intervento;
- iii. Le caratteristiche tecniche delle misure di efficienza energetica proposte, come evidenziate nelle schede intervento di cui all'Allegato A, da cui si evidenzia il rispetto dei requisiti minimi di legge.

Gli interventi di efficienza energetica per i quali si richiede l'accesso al finanziamento dovranno essere descritti anche tramite le schede format "Interventi" riportate nell'Allegato A

c) Metodologia e modello di calcolo per la stima del risparmio energetico

Questa parte è riferita al calcolo del risparmio energetico, relativo al valore complessivo della proposta progettuale.

La metodologia di calcolo dovrà essere esplicitata sulla base delle risultanze dell'Attestato di Prestazione Energetica *ante* e *post operam* o, in alternativa, sulla base della Diagnosi Energetica.

In entrambi i casi, si ricorda che il risparmio energetico dovrà essere calcolato a partire dai consumi reali dell'immobile oggetto di intervento, come meglio specificato al paragrafo 2.7, sia nel caso in cui la metodologia usata si basi sulle raccomandazioni dell'APE/ACE che sulle indicazioni dalla diagnosi energetica;

d) Computo metrico dei costi stimati per la realizzazione dell'intervento

Il computo metrico dovrà avere forma disaggregata per ogni singola misura di efficienza energetica.

e) Modalità di finanziamento, esecuzione e gestione

Vanno descritte le modalità previste per il finanziamento, l'esecuzione e la gestione dell'intervento con l'indicazione e la descrizione delle eventuali forme di cofinanziamento come incentivi nazionali, risorse proprie o altre forme di supporto e in che misura percentuale. È inoltre richiesta l'indicazione di un'eventuale partecipazione alla realizzazione dell'iniziativa di una Esco e l'eventuale presenza di un contratto EPC, con indicazione della percentuale delle spese di cui si chiede il finanziamento.

f) Tempo previsto per la realizzazione dell'intervento

Oltre all'indicazione del tempo previsto per la realizzazione degli interventi, espresso in settimane, va presentata la relativa articolazione temporale.

Ai fini del Programma, si considera che la data di avvio dei lavori sia fissata pari alla data di erogazione del finanziamento; tale data rappresenta il tempo $T = 0$ della successiva articolazione temporale.

La tempistica prevista per realizzazione del progetto va illustrata per mezzo di un cronoprogramma in cui gli interventi vanno disaggregati per fasi specifiche, indicando per ciascuna l'inizio e la durata.

La relazione tecnica dovrà inoltre contenere:

- ✓ La valutazione del tempo di ritorno economico semplice dell'investimento;
- ✓ L'indicazione del responsabile del progetto dell'intervento, se diverso dal responsabile del procedimento di cui all'articolo 5, comma 4 del Decreto Legislativo 102/2014 e dei recapiti di contatto (email, telefono);
- ✓ Indicazioni sull'impatto ambientale (stima della CO₂ risparmiata) e il grado di innovazione;
- ✓ L'indicazione di eventuali autorizzazioni necessarie per la realizzazione dell'intervento, come ad esempio in caso di edifici vincolati.

- 5) ASSEVERAZIONE di un tecnico abilitato riportante indicazioni sul rispetto dei requisiti tecnici e ambientali minimi di cui al D.Lgs. 192/2005 e s.m.i. e al D.Lgs. 28/2011, nonché ai decreti del Ministro dello sviluppo economico 26 giugno 2015 concernenti «Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi negli edifici» e «Linee guida per la certificazione energetica degli edifici».

Nel caso che l'Amministrazione pubblica abbia affidato l'incarico ad un soggetto esterno l'asseverazione si rende necessaria per assicurare che la proposta progettuale sia stata formulata nel rispetto della normativa vigente. Nel caso in cui la proposta progettuale sia sviluppata da tecnici interni all'Amministrazione potrà essere predisposta una dichiarazione a carico del Responsabile del Procedimento.

6) QUADRO TECNICO ECONOMICO (art. 16 del DPR 207/2010)

Il quadro tecnico economico generale dei lavori, che evidenzia anche i costi di gestione degli interventi previsti, deve essere predisposto secondo le modalità previste dall'art.16 del DPR 207/2010 sulla base delle seguente articolazione del costo complessivo:

a.1) lavori a misura, a corpo, in economia;

a.2) oneri della sicurezza, non soggetti a ribasso d'asta;

b) somme a disposizione della stazione appaltante per:

1. lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura;
2. rilievi, accertamenti e indagini;
3. allacciamenti ai pubblici servizi;
4. imprevisti;
5. acquisizione aree o immobili e pertinenti indennizzi;
6. accantonamento di cui all'articolo 133, commi 3 e 4, del codice;
7. spese di cui agli articoli 90, comma 5, e 92, comma 7 bis, del codice, spese tecniche relative alla progettazione, alle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza, in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità, l'importo relativo all'incentivo di cui all'articolo 92, comma 5, del codice, nella misura corrispondente alle prestazioni che dovranno essere svolte dal personale dipendente;
8. spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e validazione;
9. eventuali spese per commissioni giudicatrici;
10. spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche;
11. spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici;
12. I.V.A., eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge.

7) SCHEDA DI SINTESI DEGLI INTERVENTI PROPOSTI (vedi Allegato A)

2.3 I progetti esemplari

Sono definite esemplari, quelle proposte progettuali per cui si hanno contemporaneamente:

1. *interventi sull'involucro edilizio;*
2. *interventi sugli impianti tecnici presenti;*
3. *risparmi di energia primaria $\geq 50\%$ dei consumi annuali ex ante;*
4. *il rispetto dei criteri ambientali minimi (CAM) applicabili previsti dal Decreto Interministeriale 11 aprile 2008, n. 135.*

Alle proposte con la qualifica di progetti esemplari, è riconosciuta una priorità di finanziamento nella graduatoria, fino ad un ammontare di spesa massima del 20% delle risorse annualmente disponibili.

Tali progetti sono inseriti in una graduatoria in relazione al minor valore del rapporto tra finanziamento erogato e il risparmio energetico stimato nell'arco della vita tecnica dell'intervento.

2.4 La presentazione della documentazione

Ai fini dell'accesso al Programma, le proposte di intervento presentate dalle Amministrazioni Pubbliche Centrali dovranno essere trasmesse entro il 15 luglio di ciascun anno esclusivamente in formato digitale attraverso una delle due seguenti modalità di invio:

Servizio postale

a: *Ministero dello Sviluppo Economico
Direzione generale per il mercato elettrico, le rinnovabili e l'efficienza, il
nucleare - Divisione VII: Efficienza energetica e risparmio energetico
via Molise 2 - 00187 Roma*

Posta elettronica certificata (PEC)

a: *div07@pec.mise.gov.it*

In merito al rispetto delle scadenze, fa fede la data di spedizione delle proposte identificata dal timbro postale o dalla ricevuta emessa all'atto dell'invio a mezzo di posta elettronica certificata.

La proposta progettuale dovrà essere inviata avendo cura di segnalare il nominativo e tutti i contatti del responsabile del procedimento (indicando anche i contatti del tecnico di riferimento), conformemente alle indicazioni per la predisposizione della documentazione tecnica come meglio specificate nei paragrafi seguenti e secondo i format allegati.

Ai fini dell'ammissibilità al Programma, le proposte progettuali dovranno risultare conformi alle disposizioni del D.M. PREPAC e complete dei contenuti minimi elencati all'articolo 5 del medesimo decreto. In caso contrario, le proposte non potranno essere ammesse al Programma.

L'Amministrazione proponente è tenuta a predisporre i documenti specificati al capitolo successivo e a compilare le schede format *anagrafica, interventi*, per gli interventi previsti oggetto della proposta, e la *scheda di sintesi* (vedi Allegato A).

La documentazione dovrà essere inviata esclusivamente in formato *pdf*; la documentazione proveniente da altri tipi di formato (file di testo, Excel, CAD, immagine, ecc.) deve essere convertita in file *pdf*.

3 Criteri di riqualificazione energetica degli edifici

Il presente capitolo si concentra su connotazioni specifiche assunte, in ambito PREPAC, da concetti generali riferibili ai criteri di riqualificazione energetica degli edifici. L'obiettivo è quello di fornire indicazioni per soddisfare quanto richiesto nei contenuti minimi del Decreto, in merito alla predisposizione della diagnosi energetica e alla valutazione del contributo delle fonti rinnovabili di energia.

3.1 L'edificio e l'efficienza energetica

Per edificio si intende, il *"sistema costituito dalle strutture edilizie esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti e dispositivi tecnologici che si trovano stabilmente al suo interno; la superficie esterna che delimita un edificio può confinare con tutti o alcuni di questi elementi: l'ambiente esterno, il terreno, altri edifici; il termine può riferirsi ad un intero fabbricato e relativi impianti ovvero a parti di fabbricato e relativi impianti progettate o ristrutturate per essere utilizzate come unità immobiliari a sé stanti"* (D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192 e s.m.i).

L'efficienza energetica è il rapporto tra i risultati in termini di rendimento, servizi, merci o energia, da intendersi come prestazione fornita, e l'immissione di energia².

Maggior efficienza energetica e risparmio energetico possono essere conseguiti sia mediante l'applicazione di tecnologie, componenti e sistemi più o meno complessi, sia mediante il comportamento (maggiormente) consapevole e responsabile degli utenti finali.

Le principali inefficienze nel settore civile sono dovute a:

- bassa efficienza energetica dei sistemi impiantistici (termici ed elettrici);
- alti livelli dispersione termica dell'involucro edilizio.

Il fabbisogno termico è legato alla necessità di riscaldamento degli ambienti e alla produzione di acqua calda sanitaria mentre il fabbisogno elettrico è legato principalmente alla climatizzazione estiva, all'illuminazione, al funzionamento di apparecchiature (pc, stampanti, fotocopiatrici, ventilatori, ecc) e dispositivi (pompe di circolazione, attuatori, comandi elettrici ecc.).

Pur mantenendo gli stessi livelli di comfort, è possibile ridurre in modo significativo i consumi energetici attraverso interventi che rendano efficiente l'involucro dei fabbricati. Altri interventi riguardano l'utilizzo di impianti più efficienti (pompe di calore, caldaie a condensazione, ecc.) e/o l'utilizzo di fonti rinnovabili (solare termico, fotovoltaico, ecc.)

3.2 La diagnosi energetica

La Diagnosi Energetica è una procedura sistematica volta a fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di un'attività e/o impianto industriale di servizi pubblici o privati, ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici e riferire in merito ai risultati (D.Lgs. 115/08).

I criteri minimi che deve possedere una diagnosi energetica di qualità sono quelli previsti nell'Allegato 2 del D.Lgs.102/2014 che si riportano di seguito:

² In altre parole, l'efficienza energetica rappresenta il rapporto tra quanto ottenuto in termini di prodotti e servizi e l'energia impiegata allo scopo.

- a) sono basati su dati operativi relativi al consumo di energia aggiornati, misurati e tracciabili e (per l'energia elettrica) sui profili di carico;
- b) comprendono un esame dettagliato del profilo di consumo energetico di edifici o di gruppi di edifici;
- c) ove possibile, si basano sull'analisi del costo del ciclo di vita, invece che su semplici periodi di ammortamento, in modo da tener conto dei risparmi a lungo termine, dei valori residuali degli investimenti a lungo termine e dei tassi di sconto;
- d) sono proporzionati e sufficientemente rappresentativi per consentire di tracciare un quadro fedele della prestazione energetica globale e di individuare in modo affidabile le opportunità di miglioramento più significative.

La normativa tecnica di riferimento è rappresentata dalla serie delle UNI 16247 "Diagnosi energetiche".

Operativamente la diagnosi energetica prevede una serie di azioni che riguardano il rilievo e l'analisi di dati relativi al sistema edificio in condizioni di esercizio (dati geometrico-dimensionali, termo-fisici dei componenti l'involucro edilizio, prestazionali del sistema impiantistico, ecc.), l'analisi e le valutazioni economiche dei consumi energetici, l'individuazione delle possibili misure di efficienza energetica e la valutazione della loro fattibilità tecnico-economica.

Dal punto di vista procedurale queste azioni si possono così riassumere:

- rilevare i parametri significativi del sistema edificio;
- acquisire e analizzare i dati storici di fatturazione energetica;
- valutare i contratti di fornitura dell'energia;
- calcolare i fabbisogni e gli utilizzi di energia primaria per gli impianti elettrici, l'illuminazione, il riscaldamento, il raffrescamento, la produzione di acqua calda sanitaria, la ventilazione, il trasporto di persone;
- calcolare l'energia prodotta da fonti rinnovabili (fotovoltaico, solare termico, biomasse);
- individuare i sottosistemi in cui le energie disperse sono maggiori;
- individuare le migliori modalità di conduzione e gestione dell'edificio;
- valutare, da un punto di vista tecnico-economico, gli interventi di riqualificazione energetica;
- valutare l'opportunità di impiego di metodi più accurati per stimare i flussi energetici (campagne di misure e monitoraggio, simulazioni dinamiche del sistema);
- relazionare in merito ai risultati.

Per quanto riguarda i risultati da esporre, nel report di diagnosi energetica vanno evidenziati gli interventi di cui si richiedono i finanziamenti, che devono risultare prioritari, sotto il profilo dell'analisi costi-benefici, nell'ambito delle possibili azioni di incremento di efficienza energetica attuabili.

Il report deve contenere calcoli dettagliati, in modo da fornire informazioni chiare sui potenziali risparmi e *in ogni caso deve comprendere almeno i dati necessari alla compilazione delle Schede format allegate alle presenti Linee Guida.*

Come strumento di supporto alla diagnosi energetica degli edifici, può essere un utile riferimento il software gratuito SEAS 3.0. acronimo di Software Energetico per Audit Semplificati (Simplified Energy Auditing Software), nato da una collaborazione tra ENEA e il Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni (DESTEC) dell'Università di Pisa.

SEAS 3.0 svolge il calcolo dei fabbisogni dei vettori energetici per i servizi di riscaldamento (esclusi gli impianti aeraulici, con la sola eccezione di quelli misti aria-acqua noti comunemente come impianti ad aria

primaria), per la produzione di acqua calda sanitaria e dell'energia elettrica per illuminazione e per altre utenze.

Nel calcolo è incluso anche il contributo delle eventuali fonti rinnovabili impiegate, quali pannelli solari termici, moduli fotovoltaici, pompe di calore, generatori di calore a biomassa.

3.3 Le modalità di ripartizione dei consumi energetici

Per le tipologie di interventi previste dall'articolo 3 del Decreto, il calcolo dell'energia risparmiata va riferito ai consumi relativi ai servizi energetici considerati dal D.M. 26 giugno 2015 "*Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici ai sensi dell'articolo 4, comma 1, del decreto legislativo 19 agosto 2005, n.192 e s.m.i.*"³

Interventi		Servizi energetici previsti	
Tipologia di interventi ammissibili (art. 3)	Gli impianti di produzione di energia elettrica e termica da fonti rinnovabili sono ammessi limitatamente al contributo per il soddisfacimento, per il medesimo vettore energetico	1	Climatizzazione invernale
		2	Climatizzazione estiva
		3	Produzione di acs
		4	Illuminazione
		5	Ventilazione meccanica
		6	Ascensori e scale mobili

Tabella 1. Servizi energetici previsti

I consumi di energia elettrica e di combustibile della situazione ante interventi (ex-ante) devono essere attribuiti alla porzione di edificio oggetto di riqualificazione e riferirsi alla media degli ultimi anni (*almeno tre*, se disponibili).

I consumi ex-ante di energia elettrica e di combustibile vanno ripartiti secondo i servizi energetici presenti.

Successivamente vanno esclusi quei consumi che non si riferiscono ai servizi energetici previsti dal D.M. 26 giugno 2015 (Requisiti minimi).

In questo modo si determinano i **Consumi energetici effettivi (Cee)** da utilizzare per il calcolo dell'energia risparmiata che riguardano esclusivamente i servizi energetici di:

- Climatizzazione invernale;
- Climatizzazione estiva;
- Produzione di ACS;
- Illuminazione;
- Ventilazione meccanica;
- Ascensori e scale mobili.

I criteri di ripartizione dei consumi secondo i servizi energetici presenti, possono derivare da misure, se è presente un sistema di monitoraggio, o in alternativa da un'analisi dei carichi presenti attraverso lo studio dello stato di fatto⁴.

³ Il riferimento al rispetto dei requisiti minimi è previsto all'articolo 3 comma 4 del Decreto.

⁴ Le ripartizioni possono essere realizzate anche attraverso modelli di stima dei consumi, desunti dalla letteratura; in questo caso i risultati attesi devono essere congruenti con lo stato di fatto.

3.3.1 Esempio di ripartizione dei consumi energetici

Ufficio della PA centrale Milano (superficie utile 2000 m² circa).

Consumi elettrici: 50.000 kWh/anno;

Consumi di combustibile: 21.000 m³ di metano/anno

Climatizzazione invernale: caldaia a gas metano per il riscaldamento e la produzione di ACS combinata con sistema di emissione a fancoil.

Climatizzazione estiva: chiller

Impianto di illuminazione: lampade fluorescenti T8 con alimentatore elettromagnetico.

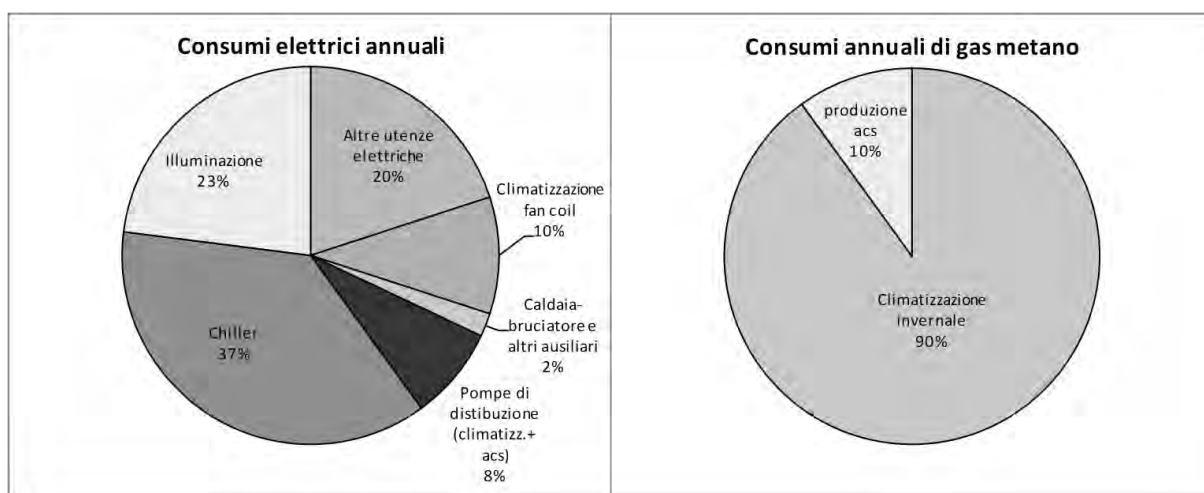


Figura 1 Ripartizione dei consumi secondo i servizi energetici presenti

Interventi previsti

Isolamento a pavimento del sottotetto;

sostituzione degli infissi;

installazione di caldaia a condensazione per la climatizzazione invernale e la produzione di ACS;

sostituzione dei corpi illuminanti presenti con sistemi a led.

Riferimento art.3 comma1

a), b), d), l)

Servizi energetici da considerare

Climatizzazione invernale;

Climatizzazione estiva;

Produzione di ACS;

Illuminazione;

Ventilazione meccanica;

Ascensori e scale mobili.

Consumi elettrici

Dai servizi energetici da considerare devono essere esclusi quelli relativi ai servizi energetici non previsti (es. apparecchiature elettroniche) che, nel caso presentato, valgono circa il 20% dei consumi elettrici annuali di energia elettrica.

Climatizzazione: fan coils	10%
Caldaia-bruciatore e altri ausiliari	2%
Pompe di distribuzione (climatizzazione e acs)	8%
Chiller	37%
Illuminazione	23%
Consumi elettrici da considerare	80%
Cee energia elettrica:	40.000 kWh/anno

Consumi di combustibile (gas metano)

Consumi di combustibile da considerare rappresentano il 100% dei consumi annuali di gas metano essendo utilizzato per la sola climatizzazione invernale e produzione di ACS.

Cee gas metano: 21.000 m³

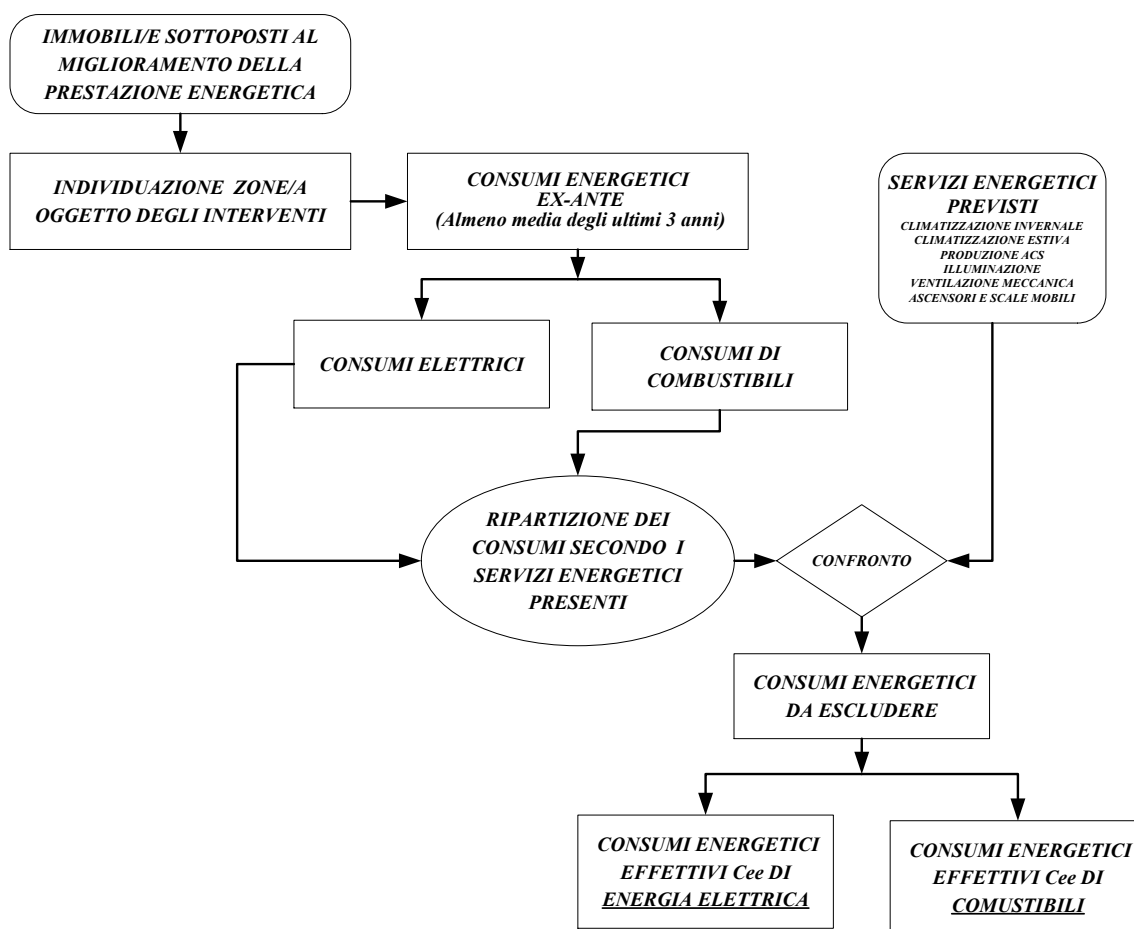


Figura 2. Diagramma di flusso per la definizione dei Cee

3.4 Gli impianti da fonti energetiche rinnovabili (FER) e la cogenerazione

Per gli impianti da fonti energetiche rinnovabili devono essere rispettati gli obblighi di copertura dei fabbisogni di acqua calda sanitaria e climatizzazione con fonti rinnovabili previsti dal D.Lgs. 28/2011 e s.m.i. (vedi contenuti della proposta di progetto: asseverazione).

Per gli interventi che prevedono la produzione di energia elettrica o termica da fonte rinnovabile, ai fini del calcolo dei kWh risparmiati, si fa riferimento alla Norma UNI/TS 11300-5:2016 "Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 5: Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili".

In particolare, l'energia da fonte rinnovabile prodotta all'interno del confine del sistema si calcola (come energia primaria) per singolo servizio energetico (climatizzazione estiva ed invernale, produzione di acqua calda sanitaria, illuminazione, ventilazione meccanica e trasporto delle persone), con intervalli di calcolo mensili.

Si opera la compensazione tra i fabbisogni energetici e l'energia da fonte rinnovabile prodotta e utilizzata all'interno del confine del sistema solo per contribuire ai fabbisogni del medesimo vettore energetico.

Esempi di compensazioni previste in caso di produzione di energia elettrica da FER		
Riscaldamento e/o ACS	caldaia, generatori di calore in generale	fino a copertura dei consumi di energia elettrica per gli ausiliari
	Pompa di calore elettrica ⁵	fino a copertura di tutti i consumi elettrici ad esclusione dell'energia assorbita da eventuali resistenze di integrazione alla produzione di calore utile per l'impianto
	produzione di calore per effetto Joule, boiler elettrico	nessuna compensazione
Raffrescamento	Pompa di calore/Chiller	fino a copertura di tutti i consumi elettrici ad esclusione dell'energia assorbita da eventuali resistenze di integrazione.
Ventilazione meccanica controllata		fino alla copertura dei consumi relativi agli ausiliari elettrici
UTA		fino alla copertura dei consumi elettrici corrispondenti (escluso eventuale calore prodotto per effetto Joule)
Illuminazione		fino a copertura dei consumi per l'illuminazione
Trasporto delle persone		fino a copertura dei consumi per il trasporto delle persone (ascensori e scale mobili)

Tabella 2. Produzione di energia elettrica da FER: esempi di compensazioni previste

Nel caso di impianti di generazione centralizzati, ovvero che alimentino una pluralità di utenze, oppure nel caso di impianti di generazione da fonte rinnovabile che contribuiscano per servizi diversi, per ogni intervallo di calcolo (mese) si attribuiscono quote di energia rinnovabile per ciascun servizio e per ciascuna unità immobiliare in proporzione ai rispettivi fabbisogni termici all'uscita dei sistemi di generazione ovvero ai rispettivi fabbisogni elettrici.

Per le proposte progettuali che includono, oltre alla presenza di un impianto da fonti energetiche rinnovabili e/o di cogenerazione, anche altre tipologie di interventi di riqualificazione energetica, il dimensionamento di tali impianti, e conseguentemente il contributo alla riduzione dei consumi di energia primaria, va effettuato considerando il fabbisogno energetico ex-post a valle degli altri interventi di riqualificazione energetica.

3.4.1 Gli impianti fotovoltaici

Per gli impianti fotovoltaici, **la potenza nominale dell'impianto P_{NFV} (kWp)** non può essere superiore al valore minimo tra il rapporto

$$P^* = \frac{\text{Consumo medio annuale di energia elettrica (kWh)}}{1500 (h)}$$

e la potenza elettrica impegnata riportata nel contratto elettrico P_i

$$P_{NFV} \leq \min(P_i; P^*)$$

(Il consumo deve riferirsi alla media dei consumi degli ultimi anni, almeno tre, se disponibili)

⁵ Rientrano in questa categoria anche i sistemi ad espansione diretta VRF/VRV.

Qualora gli interventi comprendano anche l'installazione di pompe di calore elettriche/chiller, la potenza dell'impianto va ridefinita per tener conto della nuova configurazione impiantistica; per gli interventi che comprendono anche misure di riduzione dei consumi di energia elettrica, il consumo da considerare è quello relativo alla situazione ex-post.

L'eccedenza di energia rispetto al fabbisogno mensile, prodotta in situ e che viene esportata, non concorre alla prestazione energetica dell'edificio, pertanto nel calcolo del fabbisogno energetico annuale globale l'eventuale energia prodotta da fonte rinnovabile in eccedenza ed esportata in alcuni mesi, non può essere computata a copertura del fabbisogno nei mesi nei quali la produzione sia invece insufficiente.

Inoltre il corrispettivo economico di tale eccedenza di energia venduta in rete non potrà essere conteggiata come entrata nel conto economico della proposta di intervento.

In presenza di sistemi di accumulo di energia elettrica, previa relazione tecnica giustificativa, è possibile derogare al limite previsto per la potenza installata; rimangono comunque inalterate le modalità di calcolo dell'energia risparmiata.

Esempio di bilancio energetico in presenza di impianto fotovoltaico (Località:Cagliari - Potenza impianto 40 kWp)

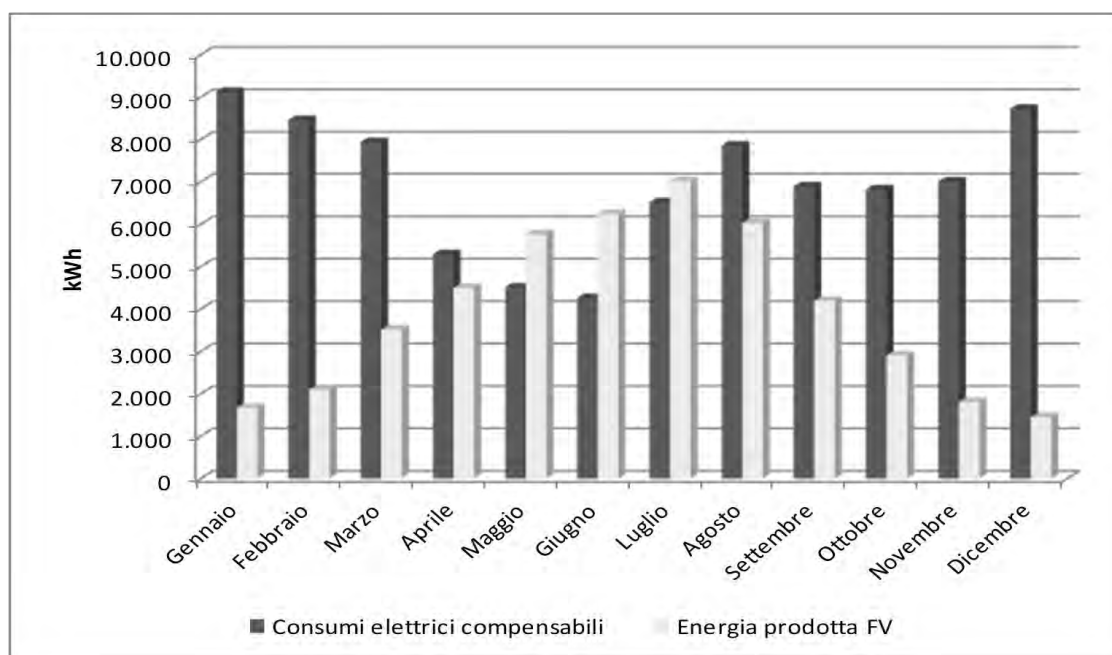


Figura 3. Esempio di confronto tra consumi elettrici mensili ed energia prodotta da impianto fotovoltaico

Mese	Consumi elettrici mensili (a)	Consumi elettrici non compensabili (b)	Consumi elettrici compensabili (c) = (a) - (b)	Energia prodotta da impianto FV (d)	Bilancio consumi/energia elettrica prodotta (e) = (c) - (d)	Consumi elettrici compensati (f)
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Gennaio	11.624	2.500	9.124	1.670	7.454	1.670
Febbraio	10.963	2.500	8.463	2.099	6.364	2.099
Marzo	10.438	2.500	7.938	3.515	4.423	3.515
Aprile	7.791	2.500	5.291	4.497	794	4.497
Maggio	7.010	2.500	4.510	5.758	- 1.248	4.510
Giugno	6.766	2.500	4.266	6.245	-1.979	4.266
Luglio	9.018	2.500	6.518	7.016	- 498	6.518
Agosto	10.360	2.500	7.860	6.033	1.827	6.033
Settembre	9.393	2.500	6.893	4.194	2.699	4.194
Ottobre	9.323	2.500	6.823	2.904	3.919	2.904
Novembre	9.505	2.500	7.005	1.806	5.199	1.806
Dicembre	11.222	2.500	8.722	1.451	7.271	1.451
Totale	113.413	30.000	83.413	47.188	36.225	43.463

Tabella 3. Esempio di bilancio energetico annuale in presenza di impianto fotovoltaico

I consumi elettrici non compensabili (b) sono quei consumi dedicati ai servizi energetici diversi dalla climatizzazione, produzione di ACS, illuminazione e ventilazione

Il bilancio riportato nell'esempio mostra come l'energia elettrica fotovoltaica prodotta dall'impianto (d), risulta superiore a quella necessaria per coprire i consumi elettrici compensabili (c) nei mesi di maggio, giugno, luglio. Per questi mesi i consumi elettrici compensati (f) risultano pari ai consumi elettrici compensabili (c) ovvero quelli dedicati alla climatizzazione, la produzione di ACS, l'illuminazione, la ventilazione ed il trasporto di persone; per i restanti mesi i i consumi elettrici compensati (f) risultano pari all'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico (d).

In sintesi i consumi elettrici mensili compensati (f) coincidono con l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico (d) solo nel caso in cui tale energia risulti uguale o inferiore all'energia elettrica mensile compensabile (c), in caso contrario i consumi elettrici mensili compensati (f) coincidono con quest'ultima.

3.4.2 Gli impianti solari termici

Gli impianti solari termici dovranno essere progettati in modo da minimizzare l'eventuale surplus dell'energia termica richiesta; questo esclude la possibilità di dimensionare le superfici dei collettori nelle condizioni di funzionamento più gravose (esempio: compensazione del carico termico per ACS nel mese di gennaio), perché si avrebbe un sovradimensionamento eccessivo, che per il costo dei collettori renderebbe la scelta non economicamente accettabile e non assicurerebbe in ogni caso la piena autonomia dalle altre fonti energetiche.

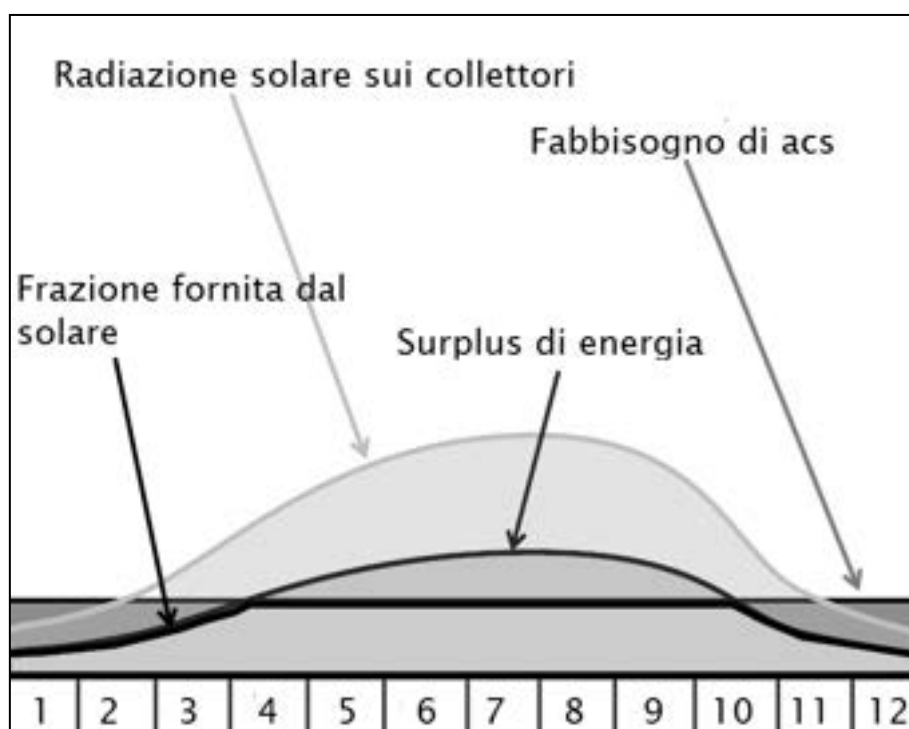


Figura 4. Esempio di confronto tra fabbisogno di ACS ed energia prodotta da impianto solare termico

Generalmente, nel caso di impianti dedicati alla produzione di ACS e riscaldamento di piscine per utenze con uso continuativo la superficie va dimensionata in modo da coprire il carico richiesto nei mesi primaverili (aprile – maggio) con la sola fonte solare, mentre per impianti ad uso stagionale (aprile – ottobre), il dimensionamento deve garantire la copertura del carico nei mesi a più alta insolazione.

In considerazione anche degli obiettivi e degli ambiti di intervento del decreto PREPAC, come prescrizione specifica per gli impianti solari termici, viene richiesto di contenere il surplus di energia generato.

Per gli impianti destinati alla sola produzione di ACS, il dimensionamento delle superfici dei collettori solari deve essere realizzato in modo da contenere il quantitativo massimo di energia termica annuale fornita dall'impianto e non utilizzata (surplus) entro il valore del 10% dell'energia prodotta.

Per gli altri impianti (es. produzione di ACS e/o integrazione degli impianti di climatizzazione invernale ed estiva, solar cooling, ecc.) è invece ammesso un surplus di energia termica (su base annua) superiore al 10%, purché nella documentazione inviata venga giustificato il criterio di dimensionamento adottato e indicate le quote di energia termica che si prevede possano integrare (o coprire) quella richiesta per il riscaldamento invernale e/o la climatizzazione estiva.

Ai fini del bilancio energetico, e della compensazione derivante da fonte rinnovabile, le quote di energia termica, prodotta dai collettori solari e destinata ai vari usi finali (riscaldamento, ACS e climatizzazione estiva) saranno comunque valutate e computate su base mensile.

Di seguito si riporta un esempio di compensazione tra i fabbisogni energetici per la sola produzione di ACS e l'energia termica prodotta da un impianto solare termico.

Esempio di bilancio energetico per impianto solare termico (Località: Venezia - Area impianto 85 m²)

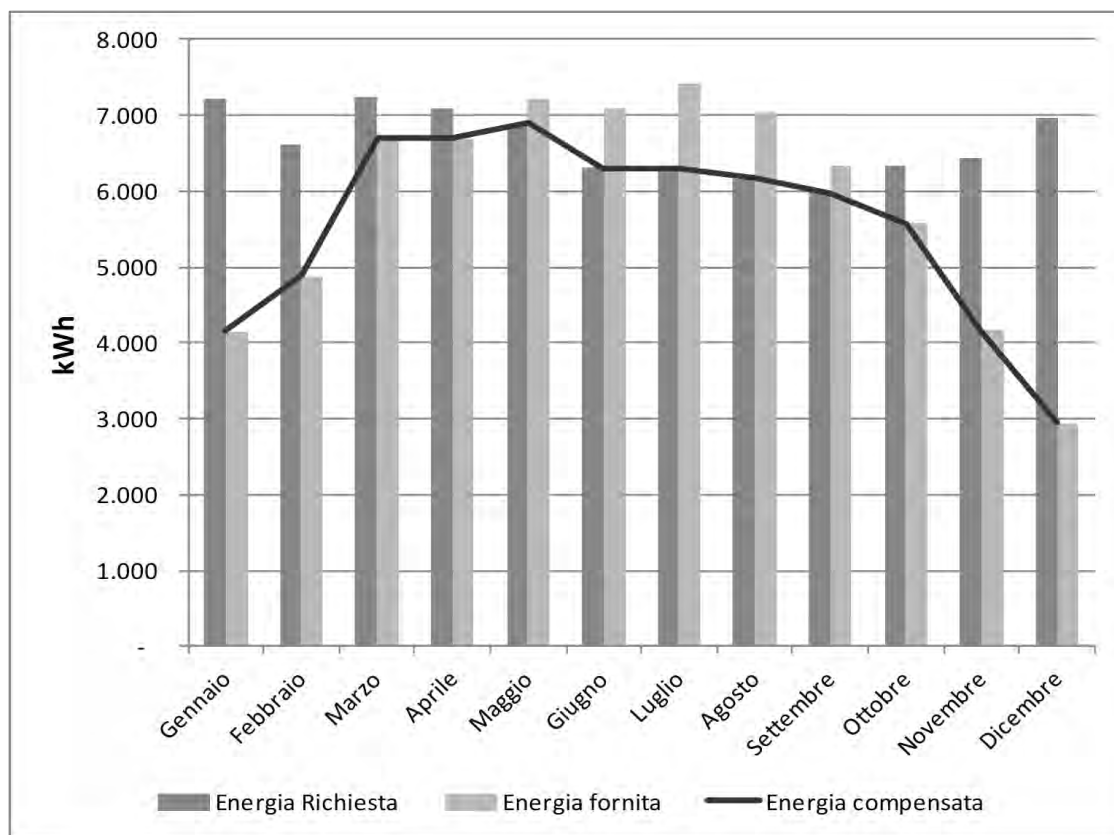


Figura 5. Esempio di confronto tra energia termica richiesta per ACS ed energia prodotta da impianto solare

Mese	Energia richiesta	Radiazione solare sui collettori	Energia fornita dall'impianto	Energia compensata	Surplus di energia	Frazione fornita dal solare (FS)
	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh	kWh	%
Gennaio	7.220	89	4.146	4.146	-	57,4%
Febbraio	6.609	106	4.883	4.883	-	73,9%
Marzo	7.232	149	6.687	6.687	-	92,5%
Aprile	7.100	150	6.690	6.690	-	94,2%
Maggio	6.900	165	7.216	6.900	316	100,0%
Giugno	6.308	164	7.078	6.308	770	100,0%
Luglio	6.291	174	7.405	6.291	1.114	100,0%
Agosto	6.159	165	7.039	6.159	880	100,0%
Settembre	5.972	146	6.330	5.972	358	100,0%
Ottobre	6.342	125	5.572	5.572	-	87,9%
Novembre	6.441	91	4.169	4.169	-	64,7%
Dicembre	6.964	64	2.950	2.950	-	42,4%
Totale	79.538	1.589	70.166	66.728	3.438	83,9%

Tabella 4. Esempio di bilancio energetico annuale in presenza di impianto solare termico

Surplus di energia termica = 3.438 kWh
 Energia fornita dall'impianto = 70.166 kWh
 Surplus % di energia termica = $100 \cdot (3.438 / 70.166) = 4,9\% \leq 10\%$

3.4.3 Gli impianti di cogenerazione

La produzione combinata di energia elettrica e calore in uno stesso impianto, definita generalmente cogenerazione, può incrementare l'efficienza di utilizzo del combustibile fossile generando minori costi per l'approvvigionamento del combustibile stesso e minori emissioni di inquinanti e di gas ad effetto serra, rispetto alla produzione separata di elettricità e di calore.

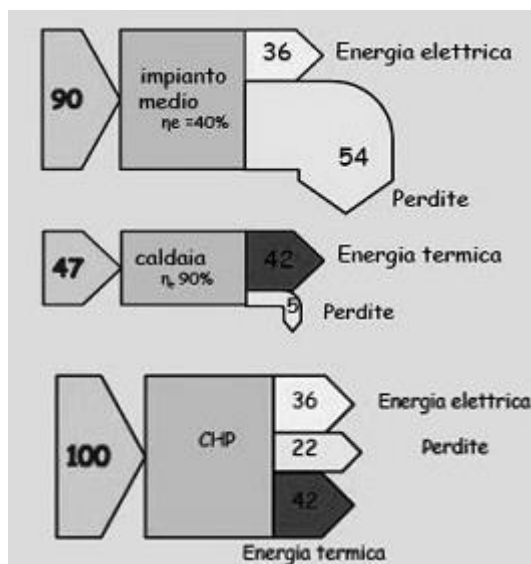


Figura 6. Cogenerazione e produzione energetica tradizionale (separata)

Il ricorso alla cogenerazione porta ad una convenienza economica solo in particolari condizioni di applicazione in cui vi è una “permanente concomitanza” del fabbisogno di energia elettrica e termica tale da permettere un intenso sfruttamento dell'impianto.

Vista la particolarità della tecnologia considerata, è necessario dimostrare che la sua introduzione porti ad un'effettiva riduzione dei consumi di energia primaria rispetto al caso di assenza di cogenerazione. Questa dimostrazione può essere omessa nel caso di cogenerazione ad Alto Rendimento (CAR) nel rispetto dei requisiti stabiliti dal Decreto Legislativo 8 febbraio 2007, n. 20 come integrato dal D.M. 4 agosto 2011

Analogamente a quanto previsto per le fonti rinnovabili, si opera la compensazione tra i fabbisogni energetici e l'energia da cogenerazione prodotta e utilizzata all'interno del confine del sistema, in ambito di un bilancio mensile, solo per contribuire ai fabbisogni del medesimo vettore energetico (elettricità con elettricità, energia termica con energia termica).

In considerazione anche degli obiettivi e degli ambiti di intervento del D.M. PREPAC, come prescrizione specifica per il dimensionamento degli impianti di cogenerazione, viene richiesta una adeguata potenza del cogeneratore in modo da contenere il surplus di energia generato.

Per quel che concerne i criteri di dimensionamento dell'impianto di cogenerazione valgono i seguenti limiti:

- Dimensionamento **termico**: il quantitativo annuale dell'energia termica prodotta e non utilizzata (surplus) deve essere contenuta entro un massimo del **10%**;
- Dimensionamento **elettrico**: la potenza elettrica nominale del cogeneratore P_{Ncog} (kW_e) non può essere superiore al valore minimo tra il rapporto

$$P'' = \frac{\text{Consumo medio annuale di energia elettrica (kWh)}}{\text{numero ore di funzionamento cogenerazione previste (h)}}$$

e la potenza elettrica impegnata riportata nel contratto elettrico P_i

$$P_{Ncog} \leq \min(P_i; P'')$$

(Il consumo deve riferirsi alla media dei consumi degli ultimi anni, almeno tre, se disponibili)

Analogamente a quanto visto per gli impianti fotovoltaici, i limiti sopra descritti vanno ridefiniti per tener conto della configurazione che si verrebbe a creare in conseguenza degli altri interventi di efficienza energetica previsti (valutazione ex-post).

3.5 Le Schede Format per gli interventi di riqualificazione energetica

Il processo di valutazione della richiesta di accesso al finanziamento PREPAC consiste nella valutazione tecnico-economica-amministrativa dei dati e delle informazioni inerenti gli interventi proposti fornite attraverso la presentazione della documentazione richiesta che prevede anche la compilazione di “Schede Format”, che sono state predisposte e fornite in Allegato A alle presenti Linee Guida.

La valutazione delle proposte di intervento avviene nel rispetto di quanto previsto dal Decreto e dal quadro normativo in vigore al momento dell’invio della richiesta.

La compilazione delle Schede Format segue il processo sinteticamente indicato nello schema di seguito riportato.

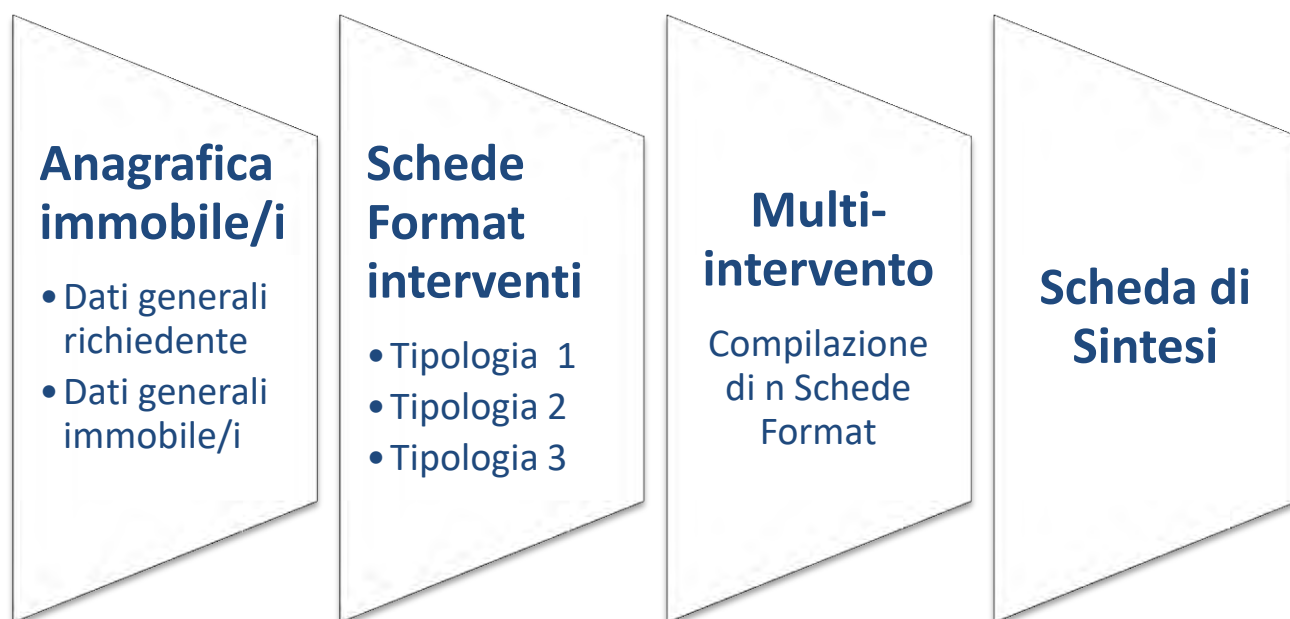


Figura 7. Processo di compilazione delle Schede Format

I tipi di schede previste sono:

1. Anagrafica dell’immobile/i (Stato di fatto)

- Dati generali soggetto richiedente;
- Dati generali Immobile/i oggetto di riqualificazione:
 - Dati Involucro Edilizio;
 - Dati impianti installati;
 - Dati di consumo energetico.

2. Schede Interventi delle proposte di riqualificazione.

Nel caso di più interventi, nell'ambito della stessa proposta progettuale, occorre compilare una scheda per ogni intervento. Le schede proposte appartengono alle tre tipologie di interventi ammessi:

- Tipologia 1: Interventi sul sistema edificio (involucro edilizio e impianti);
- Tipologia 2: Altri interventi: Scheda Aperta;

- Tipologia 3: Produzione energia elettrica da fonti rinnovabili.

In queste schede vengono richiesti:

- Specifiche tecniche;
- Indicatori prestazionali;
- Costo totale singolo intervento.

3. **Scheda Sintesi:**

- Dati anagrafici;
- Dati Energetici;
- Elenco Interventi;
- Indicatori Energetici;
- Indicatori Economici.

4 La valutazione delle proposte progettuali

In quest'ultimo capitolo sono forniti degli strumenti metodologici utili per il calcolo del principale parametro di valutazione della qualità delle proposte progettuali in ambito PREPAC, ovvero il costo per kWh risparmiato. La definizione di questo parametro passa attraverso la stima del risparmio di energia primaria, riferito a un periodo di vita tecnica (convenzionale) dell'insieme degli interventi proposti.

4.1 Criteri per la valutazione delle proposte progettuali

Il D.M. PREPAC, all'art. 7, dispone che ai fini dell'ammissione al Programma, le amministrazioni di cui all'articolo 5, comma 2 del D.Lgs. 102/2014, avvalendosi del supporto tecnico di ENEA e GSE, definiscono una graduatoria annuale delle proposte progettuali presentate, secondo i seguenti criteri di valutazione:

1. minor valore del rapporto tra costo ammissibile totale, in euro, e risparmio energetico stimato nell'arco della vita tecnica del progetto, in kWh. A questo criterio è attribuito un peso del 60%;
2. ammontare, rispetto al costo ammissibile totale del progetto, di eventuali forme di cofinanziamento, anche mediante ricorso ai finanziamenti tramite terzi. A questo criterio è attribuito un peso del 30%;
3. minor tempo previsto per l'avvio ed il completamento dell'intervento. A questo criterio è attribuito un peso del 10%.

In tale senso per la definizione della graduatoria si tiene in considerazione che:

- **l'indicatore associato al criterio di valutazione 1**, viene calcolato come valore minimo del rapporto fra l'investimento totale richiesto e la stima dei risparmi primari realizzabili durante la durata della vita tecnica del progetto (€/kWh). Come già illustrato, nel caso di interventi multipli, si applicherà una metodologia che considera il numero di volte che il generico intervento i-esimo dovrà essere riproposto nell'arco della durata di vita tecnica massima.
- **l'indicatore associato al criterio di valutazione 2**, viene calcolato come valore massimo del rapporto fra l'importo del cofinanziamento e l'investimento totale richiesto (€). Come illustrato precedentemente, ai fini del Programma si considerano forme di cofinanziamento sia la partecipazione al progetto di altro soggetto con risorse proprie (ESCo, PPP, etc..) sia il ricorso ad altri incentivi (e.g. Conto Termico, Certificati Bianchi, Bandi regionali, Fondi Strutturali, etc..), previa la cumulabilità della forma di cofinanziamento indicata;
- **l'indicatore associato al criterio di valutazione 3**, viene calcolato come valore minimo previsto per l'avvio e il completamento dell'intervento (settimane). Come già illustrato, ai fini del Programma, per la data di avvio della realizzazione dei lavori si considera che tale data sia fissata convenzionalmente a partire dalla data di erogazione del finanziamento, e in merito ai tempi previsti per realizzazione del progetto si considerano il numero di settimane complessive previste per la conclusione degli interventi.

4.2 La durata di vita utile degli interventi

Al fine di effettuare le opportune analisi tecnico-economiche viene di seguito stabilita la durata della vita utile di ciascuna tipologia di intervento ammessa.

Per gli interventi non espressamente specificati dalle presenti Linee Guida ma che possono rientrare tra quelli indicati all'articolo 3 del D.M. PREPAC,, la corrispondente vita utile deve essere dichiarata dal proponente..

Per gli interventi di cui alla Tipologia 1 dell'Allegato A alle presenti Linee Guida e per l'installazione di impianti fotovoltaici, la durata di vita utile da utilizzare ai fini del calcolo dei kWh di energia primaria risparmiati, è quella riportata nella tabella a seguire. Tale durata di vita è di tipo standardizzato.

Per gli altri interventi va fatto riferimento alla Norma UNI EN 15459 "Prestazione energetica degli edifici - Procedura di valutazione economica dei sistemi energetici degli edifici".

Durata di vita utile per tipologia di intervento			
			anni
INVOLUCRO	a	Isolamento termico di superfici opache delimitanti il volume climatizzato	30
	b	Sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi delimitanti il volume climatizzato	30
	c	Installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento di chiusure trasparenti con esposizione da Est-Sud-Est a Ovest, fissi o mobili, non trasportabili	30
IMPIANTI	d	Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzando generatori di calore a condensazione	15
	e	Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale dotati di pompe di calore, elettriche o a gas, utilizzando energia aerotermica, geotermica o idrotermica	15
	f	Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale dotati di generatore di calore alimentato da biomassa	15
	g	Interventi di cogenerazione/trigenerazione	15
	h	Installazione di collettori solari termici, anche abbinati a sistemi di solar cooling	15
	i	Sostituzione di scaldacqua elettrici con scaldacqua a pompa di calore	15
	l	Riqualificazione degli impianti di illuminazione	
		Corpi illuminanti (lampade)	8
		Sistemi di regolazione e controllo	10
	m	Installazione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore	15
	n	Installazione di sistemi BACS di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici	10
		Installazione impianto fotovoltaico	20

Tabella 5. Durate di vita utile degli interventi di efficienza energetica

4.3 Le modalità di calcolo del risparmio energetico e delle emissioni di CO₂ evitate

Per il calcolo del risparmio energetico, e quindi delle emissioni di CO₂ evitate va ricordato che, come previsto allo stesso art. 3 del D.M. PREPAC, gli interventi di riqualificazione energetica possono accedere ai finanziamenti solo se indicati dall'attestato di prestazione energetica (APE) o in una apposita diagnosi energetica (DE), basata sui criteri minimi previsti nell'Allegato 2 del D.Lgs.102/2014.

Partendo da questi due diversi approcci, si è cercato di rendere omogenee le modalità di calcolo del risparmio energetico, valutando preliminarmente il **risparmio percentuale % (atteso) per ciascuna delle fonte energetiche utilizzate dai servizi dell'edificio $R_{Fi\%}$ (Fase I)**, con schemi di calcolo differenti a seconda che le valutazioni energetiche vengano fatte a partire dall'APE o dalla diagnosi energetica, e calcolando successivamente il **risparmio annuo di energia primaria R_{EP} e le emissioni annue di CO₂ evitate R_{CO2} (Fase II)**.

Lo sviluppo delle due fasi indicate è riportato nel diagramma di flusso proposto nella pagina successiva.

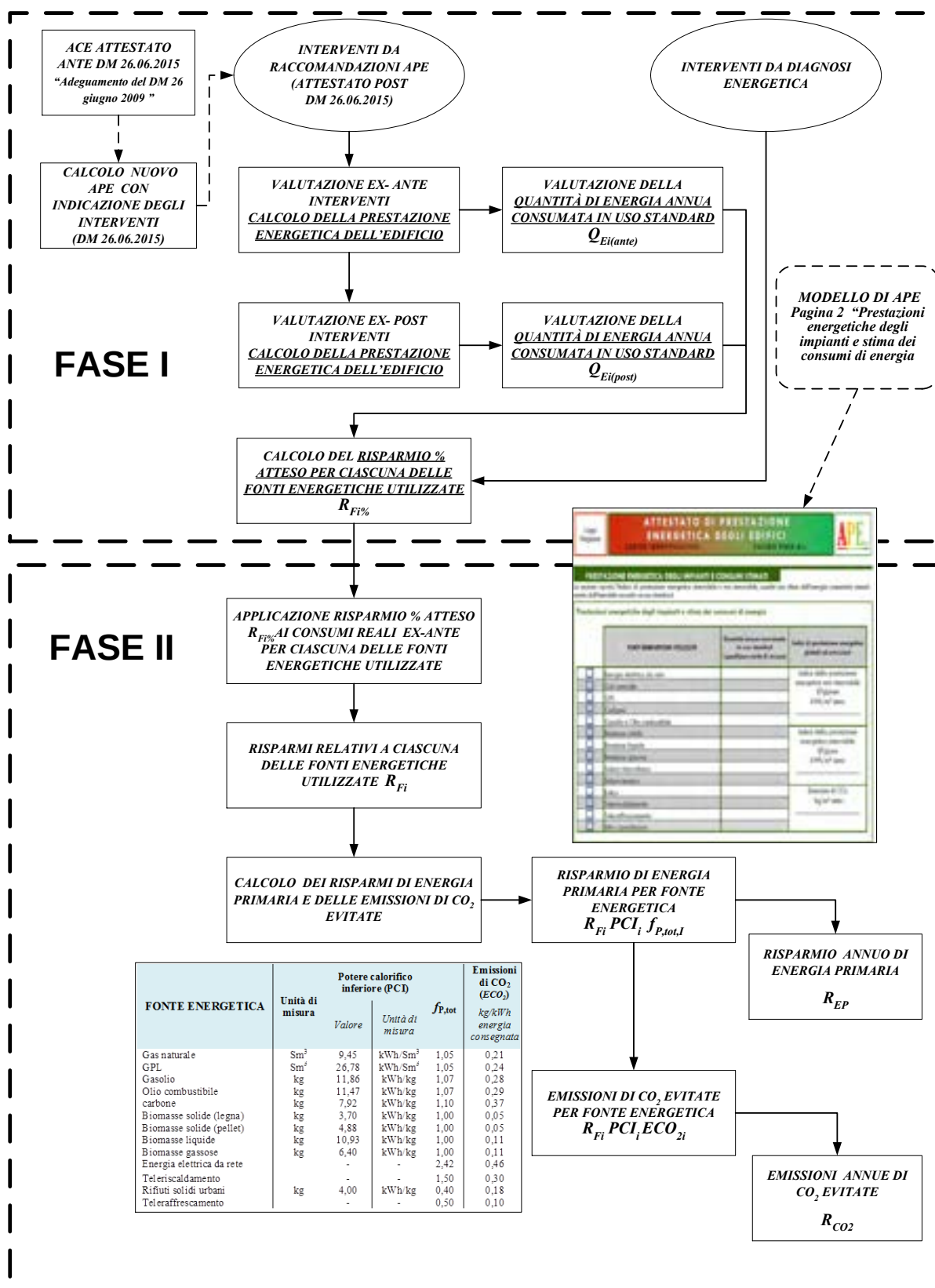


Figura 8. Diagramma di flusso del calcolo del risparmio energetico

4.3.1 FASE I : Calcolo del risparmio percentuale atteso per ciascuna delle fonti energetiche utilizzate dai servizi dell'edificio R_{Fi}%

Ai fini delle valutazioni del risparmio conseguibile attraverso gli interventi di riqualificazione energetica, le fonti energetiche da considerare sono solo quelle che prevedono un consumo di energia primaria non rinnovabile e quindi delle emissioni di CO₂ diverse da zero.

Prendendo a riferimento quanto riportato nella Tabella 1 dell'Allegato 1 al D.M. 26.06.2015, l'elenco delle fonti energetiche da considerare risulta essere il seguente:

- Gas naturale
- GPL
- Gasolio
- Olio combustibile
- carbone
- Biomasse solide (legna)
- Biomasse solide (pellet)
- Biomasse liquide
- Biomasse gassose
- Rifiuti solidi urbani
- Energia elettrica da rete
- Teleriscaldamento,
- Teleraffrescamento

Le modalità di calcolo del risparmio atteso differiscono a seconda che le valutazioni energetiche vengono fatte a partire dall'attestato di prestazione energetica (APE) o dalla diagnosi energetica (DE).

Per quanto riguarda gli interventi che si vanno a progettare, il ricorso alla diagnosi energetica è sempre consigliabile. Questa infatti fornisce una valutazione più vicina al reale comportamento e al consumo energetico del sistema in esame nelle condizioni effettive di utilizzo, a differenza dell'APE che ne fornisce una valutazione in condizioni standard di utilizzo.

In presenza di produzione di energia elettrica e termica da fonti energetiche rinnovabili si ottengono, attraverso la diagnosi energetica, valutazioni più adeguate, così come per interventi che prevedono l'installazione di sistemi BACS (di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici) o per interventi sugli impianti di illuminazione.

Nella tabella che segue è riportato il quadro di sintesi delle modalità di calcolo del risparmio percentuale atteso $R_{Fi\%}$ da prevedere, in funzione della tipologia degli interventi presentati

Interventi		Servizi energetici		Calcolo $RS_{Fi\%}$	
				APE	DE
Tipologia di interventi ammissibili (art. 3)	Commi 1,2 e 3	1	<i>Climatizzazione invernale</i>	X^(*)	X
		2	<i>Climatizzazione estiva</i>		
		3	<i>Produzione di acs</i>		
		4	<i>Illuminazione</i>		
		5	<i>Ventilazione meccanica</i>		
		6	<i>Ascensori e scale mobili</i>		

Tabella 6. Modalità di calcolo dei risparmi previsti

(*) Nel caso in cui siano presenti interventi di produzione di energia elettrica da FER e cogenerazione è necessario, oltre all'APE, effettuare lo studio di cui ai paragrafi precedenti

FASE I.1: Interventi valutati con l'APE

Il sistema di attestazione della prestazione energetica degli edifici (APE) in vigore è quello previsto dal D.M. 26.06.2015 "Adeguamento del D.M. 26 giugno 2009 - Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici".

In presenza di attestato di certificazione energetica (ACE) redatto quindi secondo la normativa precedente al D.M., è richiesto il calcolo dell'APE secondo i nuovi requisiti.

A partire dall'APE ex-ante dell'edificio sottoposto a riqualificazione energetica, e quindi nella condizione dello stato di fatto, si valuta la **Quantità di energia annua ex-ante consumata in uso standard** $Q_{Ei(ante)}$ per ciascuna delle fonti energetiche utilizzate dai servizi dell'edificio.

Energia elettrica da rete : $Q_{E1(ante)}$
 Gas naturale: $Q_{E2(ante)}$

 Altro: $Q_{En(ante)}$

Queste energie sono quelle riportate nella colonna relativa del riquadro "Prestazioni energetiche degli impianti e stima dei consumi di energia" a pagina 2 del format di attestato di prestazione energetica nell'appendice B dell'Allegato1 al D.M. sopracitato.

PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI IMPIANTI E CONSUMI STIMATI			
La sezione riporta l'indice di prestazione energetica rinnovabile e non rinnovabile, nonché una stima dell'energia consumata annualmente dall'immobile secondo un uso standard.			
Prestazioni energetiche degli impianti e stima dei consumi di energia			
	FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE	Quantità annua consumata in uso standard (specificare unità di misura)	Indici di prestazione energetica globali ed emissioni
☐	Energia elettrica da rete		Indice della prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ kWh/m ² anno
☐	Gas naturale		
☐	GPL		
☐	Carbone		
☐	Gasolio e Olio combustibile		Indice della prestazione energetica rinnovabile $EP_{gl,ren}$ kWh/m ² anno
☐	Biomasse solide		
☐	Biomasse liquide		
☐	Biomasse gassose		
☐	Solare fotovoltaico		Emissioni di CO ₂ kg/m ² anno
☐	Solare termico		
☐	Eolico		
☐	Teleriscaldamento		
☐	Teleraffrescamento		
☐	Altro (specificare)		

Figura 9. Format APE -Stralcio della pagina 2

Una volta identificati gli interventi di riqualificazione energetica per i quali viene richiesto il finanziamento, che come ricordato in precedenza dovranno figurare tra quelli riportati nell'APE ex-ante, andrà simulata la prestazione energetica dell'edificio ex-post ad interventi realizzati.

Analogamente a quanto fatto per la condizione ex-ante, con l'APE ex-post dell'edificio sottoposto a riqualificazione energetica, e quindi nella condizione di interventi realizzati, si valutano la **Quantità di energia annua ex-post consumata in uso standard** $Q_{Ei(post)}$ per ciascuna delle fonti utilizzate dai servizi energetici dell'edificio.

<i>Energia elettrica da rete :</i>	$QE1(post)$
<i>Gas naturale:</i>	$QE2(post)$
.....	
<i>Altro:</i>	$QEn(post)$

Partendo dalle quantità di energia annua consumata in uso standard per ciascuna delle fonti utilizzate dai servizi energetici presenti nelle condizione pre e post interventi di riqualificazione energetica, è possibile valutare il valore di **Risparmio percentuale atteso** $R_{Fi\%}$ per ciascuna fonte energetica (in condizioni di uso standard dell'edificio)

<i>Energia elettrica da rete:</i>	$R_{F1\%} = 100 \left(1 - \frac{QE1(post)}{QE1(ante)} \right)$
<i>Gas naturale:</i>	$R_{F2\%} = 100 \left(1 - \frac{QE2(post)}{QE2(ante)} \right)$
.....	
<i>Altro:</i>	$R_{Fn\%} = 100 \left(1 - \frac{QEn(post)}{QEn(ante)} \right)$

FASE I.2: Interventi valutati con Diagnosi Energetica

Gli interventi di riqualificazione energetica, di cui si richiede il finanziamento, possono essere il risultato di una Diagnosi Energetica, che ne evidenzia la priorità, dal punto di vista dell'analisi costi-benefici, tra le possibili azioni realizzabili.

In questo caso è richiesto che la DE contenga le informazioni necessarie per valutare, per ciascuna delle fonti utilizzate dai servizi energetici presenti, il risparmio percentuale atteso relativamente alla condizione pre e post interventi. Anche in questo caso il risparmio sarà identificato, per ciascuna fonte energetica, con il parametro **Risparmio percentuale atteso** $R_{Fi\%}$, per il quale sarà però specificato che deriva da diagnosi energetica.

Rispetto al caso precedente, va evidenziato che le quantità di energia annua Q_E valutate nelle fasi ex-ante ed ex-post intervento, non riguardano quelle annue consumate in condizioni standard (secondo le UNI-TS 11300), ma si riferiscono ad una valutazione dei consumi in condizioni prossime a quelle di utilizzo effettivo dell'edificio⁶.

<i>Energia elettrica da rete:</i>	$R_{F1\%} = 100 \left(1 - \frac{QE1(post)}{QE1(ante)} \right)$
<i>Gas naturale:</i>	$R_{F2\%} = 100 \left(1 - \frac{QE2(post)}{QE2(ante)} \right)$
.....	
<i>Altro:</i>	$R_{Fn\%} = 100 \left(1 - \frac{QEn(post)}{QEn(ante)} \right)$

⁶ Qualora il modello di edificio costruito nell'ambito della DE dia risultati convergenti con quelli dei consumi energetici effettivi (bollette, dati misurati, ecc.), allora il risparmio valutato risulterà pari a quello previsto dalle modalità di calcolo di questo paragrafo.

4.3.2 FASE II : Calcolo del risparmio annuo di energia primaria e delle emissioni annue di CO₂ evitate

Una volta valutato il risparmio percentuale $R_{Fi\%}$ per ciascuna fonte energetica considerata (energia elettrica, gas, gasolio, ecc) si calcolano i **Risparmi assoluti** (attesi) R_{Fi} a partire dai dati sui **Consumi energetici effettivi C_{ee}** (bollette, dati misurati, ecc) relativi ai servizi energetici previsti dagli interventi proposti (riscaldamento, raffrescamento, ACS, illuminazione, ventilazione, trasporto persone).

Questi, come indicato in precedenza, devono essere attribuiti alla porzione oggetto di intervento e riferirsi alla media degli ultimi anni (almeno tre, se disponibili).

$$\begin{aligned}
 \text{Energia elettrica da rete:} & \quad R_{F1} = R_{F1\%} \text{ Cee (energia elettrica)} & [kWh/anno] \\
 \text{Gas naturale:} & \quad R_{F2} = R_{F2\%} \text{ Cee (gas)} & [Sm^3/anno] \\
 \text{.....} & \quad \text{.....} & \\
 \text{Altro:} & \quad R_{Fn} = R_{Fn\%} \text{ Cee (fonte energetica n-esima)} & [..../anno]
 \end{aligned}$$

Esempio di calcolo dei risparmi assoluti R_{Fi} (caso proposto al paragrafo 3.3.1)

Ufficio della PA centrale Milano (superficie utile 2000 m² circa).

Consumi elettrici: 50.000 kWh/anno

Consumi di combustibile: 21.000 m³ di metano /anno

I Risparmi assoluti R_{Fi} si calcolano considerando i Consumi energetici effettivi **C_{ee}** dei servizi energetici previsti dagli interventi proposti, e quindi l'80% dei consumi elettrici annuali di energia elettrica e il 100% dei consumi di gas metano

$$\begin{aligned}
 \text{Energia elettrica da rete:} & \quad R_{F1} = R_{F1\%} 40.000 [kWh/anno] \\
 \text{Metano:} & \quad R_{F2} = R_{F2\%} 21.000 [Sm^3/anno]
 \end{aligned}$$

Una volta noti i singoli valori di R_{Fi} , si valutano i **risparmi di energia primaria R_{Epi}** e le **emissioni di CO₂ evitate R_{CO2i}** per fonte energetica, utilizzando i parametri riportati nella tabella seguente.

FONTE ENERGETICA	Unità di misura	Potere calorifico inferiore (PCI)		$f_{p,tot}$	Emissioni di CO ₂ (ECO ₂) kg/kWh
		Valore	Unità di misura		
Gas naturale	Sm ³	9,45	kWh/Sm ³	1,05	0,21
GPL	Sm ³	26,78	kWh/Sm ³	1,05	0,24
Gasolio	kg	11,86	kWh/kg	1,07	0,28
Olio combustibile	kg	11,47	kWh/kg	1,07	0,29
Carbone	kg	7,92	kWh/kg	1,10	0,37
Biomasse solide (legna)	kg	3,70	kWh/kg	1,00	0,05
Biomasse solide (pellet)	kg	4,88	kWh/kg	1,00	0,05
Biomasse liquide	kg	10,93	kWh/kg	1,00	0,11
Biomasse gassose	kg	6,40	kWh/kg	1,00	0,11
Energia elettrica da rete		-	-	2,42	0,46
Teleriscaldamento		-	-	1,50	0,30
Rifiuti solidi urbani	kg	4,00	kWh/kg	0,40	0,18
Teleraffrescamento		-	-	0,50	0,10

Tabella 7. Fattori di conversione delle fonti energetiche.

Risparmi di energia primaria R_{EPi} e le emissioni di CO_2 evitate R_{CO2i} per fonte energetica

Energia elettrica da rete:	$R_{EP1} = R_{F1} (2,42)$ $R_{CO21} = R_{F1} (0,46)$	[kWh/anno] [kg/anno]
Gas naturale:	$R_{EP2} = R_{F2} (9,45) (1,05)$ $R_{CO22} = R_{F2} (9,45) (0,21)$	[kWh/anno] [kg/anno]
.....		
Altro:	$R_{EPn} = R_{Fn} (PCI)_n (f_{p,tot})_n$ $R_{CO2n} = R_{Fn} (PCI)_n (ECO_2)_n$	[kWh/anno] [kg/anno]

A partire dai valori annui per fonte energetica, si calcolano infine quelli complessivi:

Risparmio annuo di Energia Primaria

$$R_{EP} = \sum_i^n R_{Fi} (PCI f_{p,tot})_i \quad [kWh/anno]$$

Emissioni annue di CO_2 evitate

$$R_{CO2} = \sum_i^n R_{Fi} (PCI ECO_2)_i \quad [kg/anno]$$

Per le fonti energetiche per le quali non è riportato il valore del Potere Calorifico Inferiore (PCI), in quanto non necessario (es. energia elettrica), le formule riportate si applicano considerando un valore convenzionale di $PCI = 1$.

4.4 Le modalità di calcolo del kWh risparmiato

Tra i criteri di valutazione delle proposte di progetto previsti dall'art. 7 del D.M. Prepac,, il parametro con il maggior peso percentuale è quello relativo al valore del rapporto tra costo ammissibile totale del progetto, in euro, e il risparmio energetico, kWh, stimato nell'arco della vita tecnica della proposta progettuale.

Prendiamo a riferimento un generico progetto con un risparmio atteso annuo di energia primaria R_{EP} , costituito da n interventi distinti, ciascuno dei quali caratterizzato da una durata di vita utile T_i ed un costo specifico pari a C_i .⁷

	Costo singolo intervento	Durata di vita utile
1	C_1	T_1
2	C_2	T_2
i	C_i	T_i
n	C_n	T_n

Indichiamo con T la durata di vita utile massima tra gli interventi previsti (anni), considerandola coincidente con la durata di vita del progetto:

$$T = \text{Max} (T_1, T_2, \dots, T_i, \dots, T_n).$$

Introduciamo il rapporto tra la durata di vita T e quella del singolo intervento i -esimo T_i :

$$k_i = \frac{T}{T_i} \geq 1$$

Assumiamo che il risparmio annuo R_{EP} , dovuto all'insieme degli n interventi, rimanga costante nell'arco della durata di vita T del progetto.

Gli interventi con durata di vita inferiore ($T_i < T$) devono quindi essere riproposti per un numero di volte pari a k_i .⁸

Si definisce allora **una vita tecnica convenzionale** T_{eq} che tiene conto dei costi degli interventi reiterati (non presenti nella valutazione economica della proposta), per i quali $k_i > 1$.

$$T_{eq} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{\sum_{i=1}^n k_i C_i} T \leq T$$

Il costo del kWh risparmiato utilizzato per la valutazione delle proposte progettuali presentate, viene calcolato come il rapporto tra il costo ammissibile totale del progetto, risultante dal Quadro Tecnico Economico, C_{QTE} , e il prodotto tra il risparmio annuo previsto R_{EP} e la durata di vita tecnica convenzionale T_{eq} .

$$\text{Costo del kWh risparmiato (€/kWh)} = \frac{C_{QTE}}{R_{EP} T_{eq}}$$

⁷ Il costo del progetto risultante dal Quadro Tecnico Economico C_{QTE} è evidentemente superiore alla sommatoria dei costi specifici dei singoli interventi C_i .

⁸ Tale rapporto può essere o meno un numero intero.

Esempio di calcolo del costo del kWh risparmiato.

Prendiamo a riferimento un progetto costituito da 5 interventi con un REP = 669.000 kWh e un costo complessivo di $C_{QTE} = 1.200.000$ €.

Tipologia intervento	Costo C_i	Durata di vita	k_i	$k_i C_i$
Miglioramento della coibentazione dei solai di copertura	256.000 €	30 anni	$30/30 = 1$	256.000 €
Sostituzione di infissi con vetrocamera, avvolgibili e cassonetti	407.000 €	30 anni	$30/30 = 1$	407.000 €
Installazione di Pompa di calore e altri interventi sull'impianto termico	200.000 €	15 anni	$30/15 = 2$	400.000 €
Installazione di nuovi corpi illuminanti a LED	53.000 €	8 anni	$30/8 = 3,75$	198.750 €
Realizzazione di un impianto solare fotovoltaico 30 kWp	84.000 €	20 anni	$30/20 = 1,5$	126.000 €

Costo totale interventi $\sum C_i = 1.000.000$ €

Costo ammissibile totale del progetto $C_{QTE} = 1.200.000$ €

Durata di vita utile massima $T = 30$ anni

Totale somma $k_i C_i (\text{€}) = 1.387.750$

Risparmio atteso annuo di energia primaria $R_{EP} = 669.000$ kWh

Durata di vita tecnica convenzionale $T_{eq} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{\sum_{i=1}^n k_i C_i} T = \frac{1.000.000}{1.387.750} 30 = 21,6$ anni

Costo del kWh risparmiato $= \frac{C_{QTE}}{R_{EP} T_{eq}} = \frac{1.200.000}{669.000 \cdot 21,6} \cong 0,08 \text{ €/kWh}$

Allegato. Schede Format

ANAGRAFICA IMMOBILE

Anagrafica e dati generali degli edifici

Aspetti generali e contatti				
Ente richiedente				
Ente utilizzatore				
Denominazione				
Ubicazione	Comune		CAP:	
	Via:		N°:	
Edifici oggetti di intervento				
Destinazione d'uso				
Ente pubblico responsabile della gestione dell'edificio				
Soggetto responsabile del procedimento	Nome e cognome:			
	Tel:		Cell:	
	Fax:		mail:	
Soggetto responsabile del progetto	Nome e cognome:			
	Tel:		Cell:	
	Fax:		mail:	

Edificio oggetto di riqualificazione		Dati geometrici dell'edificio	
☐	Edificio unico	Superficie utile calpestabile [m ²]	
☐	Complesso di più edifici	Superficie utile riscaldata [m ²]	
☐	Edificio/i in agglomerato di più edifici	Superficie utile raffrescata [m ²]	
☐	Altro	Volume lordo riscaldato [m ³]	
Tipologia		Volume lordo raffrescato [m ³]	
☐	Edificio Monopiano	Volume netto riscaldato [m ³]	
☐	Edificio Multipiano	Volume netto raffrescato [m ³]	
☐	Unità immobiliari in edificio multipiano	Numero di piani	
☐	Altro (breve descrizione)	Altezza netta interpiano [m]	
		Superficie disperdente S [m ²]	
		Rapporto S/V [m ⁻¹]	

Involucro Esterno Opaco				
Strutture	Superficie lorda [m ²]	Spessore [m]*	Trasmittanza [W/m ² K]*	Tipologia (sintesi)
Copertura				
Pareti verticali				
Solai basamento				
Solai sottotetto				
Totale				

*Se disponibile

Involucro Esterno trasparente		
	Tipologia (sintesi)	
Telaio		
Vetro		
Schermature		
	Superficie [m ²]	Trasmittanza [W/m ² K]*
Serramenti		

*Se disponibile

Impianti installati				
	Tipologia principale	Tipologia Alimentazione	Potenza nominale installata [kW]	Volume servito [m ³]
Climatizzazione invernale				
Climatizzazione estiva				
ACS				
Illuminazione				
Ventilazione meccanica				
Trasporto di persone o cose				
Altro				

Impianti FER presenti	
☐	Fotovoltaico
☐	Solare termico
☐	Biomassa
☐	Altro

Dati di fornitura energetica			
Amministrazione centrale			
Amministrazione utilizzatrice			
Denominazione			
Sito di fornitura	Comune:	Prov:	CAP:
	Via:		N°:
CF/ Partita IVA			
Tipo di fornitura			
	ENERGIA ELETTRICA ☐		Tipologia contatori/ misuratori
	Codice POD dell'utenza elettrica		☐ Elettronico ☐ Tradizionale ☐ Altro
	Tensione di alimentazione (V)		
	Potenza impegnata (kW)		
	COMBUSTIBILI ☐		☐ Elettronico ☐ Tradizionale ☐ Altro
	Codice PDR (gas Metano)		
	TELERISCALDAMENTO ☐		☐ Elettronico ☐ Tradizionale ☐ Altro
	TELERAFFRESCAMENTO ☐		☐ Elettronico ☐ Tradizionale ☐ Altro
	ALTRO ☐		☐ Elettronico ☐ Tradizionale ☐ Altro
Annotazioni			

Dati di consumo elettrico*						
	kWh				Valore	
Energia elettrica					☐ stimato	☐ misurato
	Annotazioni					
Dati di consumo per uso termico*						
	☐ litri	☐ m3	☐ kWh	☐ kg	Valore	
Gas metano					☐ stimato	☐ misurato
GPL					☐ stimato	☐ misurato
Gasolio					☐ stimato	☐ misurato
Biomasse					☐ stimato	☐ misurato
Teleriscaldamento					☐ stimato	☐ misurato
Teleraffrescamento					☐ stimato	☐ misurato
Altro					☐ stimato	☐ misurato
TOTALE						
	Annotazioni					

*Media dei consumi degli ultimi anni, almeno tre, se disponibili

Tipologia di interventi di riqualificazione energetica parziali

T1 TIPOLOGIA 1		
Categoria	Codice	Descrizione
Interventi sull'involucro edilizio	A	isolamento termico di superfici opache delimitanti il volume climatizzato
	B	sostituzione di chiusure trasparenti comprensive di infissi delimitanti il volume climatizzato
	C	installazione di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento di chiusure trasparenti con esposizione da Est-Sud-Est a Ovest, fissi o mobili, non trasportabili
Interventi sostituzione/implementazione sistemi impiantistici	D	sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzanti generatori di calore a condensazione
	E	sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale dotati di pompe di calore, elettriche o a gas, utilizzanti energia aerotermica, geotermica o idrotermica
	F	sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale dotati di generatore di calore alimentato da biomassa
	G	interventi di cogenerazione/trigenerazione
	H	installazione di collettori solari termici, anche abbinati a sistemi di solar cooling
	I	sostituzione di scaldacqua elettrici con scaldacqua a pompa di calore
	L	riqualificazione degli impianti di illuminazione
	M	installazione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore
	N	installazione di sistemi BACS di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici- Sistemi di monitoraggio

Tipologia 2: altri interventi

T2 TIPOLOGIA 2		
Categoria	Codice	Descrizione
Altri interventi non inclusi nella Tipologia T1		
MHRV	T2.A	Ventilazione Meccanica con recuperatore
Interventi sui sottosistemi dell'impianto termico	T2.B	Distribuzione, Emissione, Regolazione
Altro	T2.X	Esempio di Scheda Aperta

Tipologia 3: interventi di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili

T3 TIPOLOGIA 3		
Categoria	Codice	Descrizione
Produzione energia elettrica da fonti rinnovabili	T3.A	Installazione impianti fotovoltaici

intervento T1.A	ISOLAMENTO INVOLUCRO OPACO*				
	☐	COPERTURA			
	☐	PARETI VERTICALI			
	☐	BASAMENTO			
	☐	SOLAI ORIZZONTALI			
	☐ Vs esterno		☐ Vs amb non risc		
	Isolante		Tipo		
			Spessore		[mm]
	Superficie intervento				[m ²]
	Trasmittanza Totale struttura		ante		[W/m ² K]
			post		[W/m ² K]
	Costo totale intervento				[€]
	Costo specifico intervento				[€/m ²]
Note:					

****La scheda dati si riferisce a un'unica tipologia di involucro opaco. Se installate tipologie diverse, è necessario compilare più schede.**

intervento T1.B		INVOLUCRO TRASPARENTE*			
Superfici trasparenti	N° di chiusure totali				
	Tipologia serramento ante	Telaio		Vetro	
		☐	Legno	☐	Singolo
		☐	Ferro	☐	Doppio vetro
		☐	Alluminio	☐	Triplo vetro
		☐	Alluminio + Legno	☐	Rivestimento basso emissivo
		☐	PVC	☐	Controllo solare
		☐	Taglio termico	altro	
	Tipologia serramento post	Telaio		Vetro	
		☐	Legno	☐	Singolo
		☐	Ferro	☐	Doppio vetro
		☐	Alluminio	☐	Triplo vetro
		☐	Alluminio + Legno	☐	Rivestimento basso emissivo
		☐	PVC	☐	Controllo solare
		☐	Taglio termico	altro	
	Superficie totale serramento				[m ²]
	Superficie Trasparente				[m ²]
	Trasmittanza Serramento	ante			[W/m ² K]
		post			[W/m ² K]
	Fattore solare g _{gl}	post			
Costo totale intervento				[€]	
Costo specifico intervento				[€/m ²]	
Note					

**La scheda dati si riferisce a un'unica tipologia di serramento. Se installate tipologie diverse, è necessario compilare più schede*

intervento T1.C	SCHERMATURE*					
Schermature	Famiglia	Fisso		Mobile		
	Frangisole	☐		☐		
	Persiane/Scuri	☐		☐		
	Avvolgibile	☐		☐		
	Tende	☐		☐		
	Lamelle	☐		☐		
	Microlamelle	☐		☐		
	Pacchetto	☐		☐		
	Installazione					
	Integrata ☐	Esterna ☐		Interna ☐		
	Orientamento					
	Inclinazione				[°]	
	Giacitura	☐ Aggetto orizzontale	☐ Aggetto verticale	☐ Elementi verticali	☐ Elementi orizzontali	
	Materiali					
	Superficie				[m ²]	
	Classe prestazione schermatura	0	1	2	3	4
	g_{tot}	$\geq 0,50$	$0,35 \leq g_{tot} \leq 0,50$	$0,15 \leq g_{tot} \leq 0,35$	$0,10 \leq g_{tot} \leq 0,15$	$< 0,1$
	Trasmittanza energia solare totale $g_{gl} + s_h$ Serramento+schermatura					
	Meccanismi automatici regolazione e controllo					
	Costo totale intervento				[€]	
Costo specifico intervento				[€/m ²]		
Note:						

*La scheda dati si riferisce a un'unica tipologia di schermatura. Se installate tipologie diverse, è necessario compilare più schede

intervento T1.D	GENERATORE DI CALORE A CONDENSAZIONE*					
	Tipologia generatore ex-ante**					
	Tipologia nuovo generatore**					
	Potenza termica nominale				[kW]	
	Rendimento nominale					
	N° generatori installati					
Eventuali Interventi connessi alla sostituzione del generatore						
sistema di distribuzione/emissione/ regolazione	Descrizione sintetica interventi***					
	☐ sistema di distribuzione		☐ sistema di emissione		☐ sistema di regolazione	
	Esempi: • tipologia • isolamento tubazioni • altro		Esempi: • tipologia terminali • temperatura fluido termovettore • altro		Esempi: • Valvole termostatiche • Centralina termoregolazione • altro	
	η_d ex ante		η_e ex ante		η_r ex ante	
	η_d ex post		η_e ex post		η_r ex post	
	Costo totale intervento				[€]	
	Costo specifico intervento				[€/kW]	
	Note: messa a punto/equilibratura sistema distribuzione					

* La scheda dati si riferisce al singolo generatore di una certa tipologia. Se installate tipologie diverse, per potenza o altre caratteristiche, è necessario compilare più schede

** Tipologia di caldaia: basamento, da esterno (interno), modulare, ecc

*** I rendimenti da considerare sono quelli medi stagionali (vedi UNI/TS 11300-2)

intervento T1.E		POMPE DI CALORE*					
N° PdC installate**		1	2	3	4	5	6
Tipologia di scambio termico		☐ Aria/Aria	☐ Aria/Acqua	☐ Terreno/Aria	☐ Terreno/Acqua	☐ Acqua/Aria	☐ Acqua/Acqua
Elettrica a compressione					☐ Gas refrigeranti	☐ Espansione diretta	☐ Altro
Ad assorbimento					☐ Gas	☐ solar cooling	☐ Altro
Riscaldamento	Potenza termica erogata						[kW]
	Potenza elettrica assorbita						[kW]
Raffrescamento	Potenza termica erogata						[kW]
	Potenza elettrica assorbita						[kW]
COP/EER/GUE/ nominale							
SCOP/ESEER stagionale							
Eventuali Interventi connessi alla sostituzione del generatore							
sistema di distribuzione/ regolazione	Descrizione sintetica interventi***						
	☐ sistema di distribuzione		☐ sistema di emissione		☐ sistema di regolazione		
	Esempi: • tipologia • isolamento tubazioni • altro		Esempi: • tipologia terminali • temperatura fluido termovettore • altro		Esempi: • Valvole termostatiche • Centralina termoregolazione • altro		
	η_d ex ante		η_e ex ante		η_r ex ante		
	η_d ex post		η_e ex post		η_r ex post		
	Costo totale intervento						[€]
	Costo specifico intervento						[€/kW]
	Note: messa a punto/equilibratura sistema distribuzione						

***Nel caso di sostituzione di pompa di calore esistente il caso ricade nella TIPOLOGIA 2**

****** La scheda dati si riferisce alla singola pdc di una certa tipologia. Se installate tipologie diverse , per potenza o altre caratteristiche, è necessario compilare più schede

**** *** I rendimenti da considerare sono quelli medi stagionali (vedi UNI/TS 11300-2)

IN PRESENZA DI APPLICAZIONE DI GEOTERMIA:

Geotermia			
dati campo sonde	Tipologia del campo sonde	☐ verticali ☐ orizzontali	
	N° sonde verticali		
	Profondità sonde verticali		[m]
	Lunghezza totale sonde orizzontali		[m]
	Profondità sonde orizzontali		[m]
	Efficienza di scambio del terreno		[W/m]
	Costo		[€]
	Note:		

intervento T1.F	GENERATORI DI CALORE A BIOMASSE				
GENERATORI DI CALORE A BIOMASSE					
	N° generatori installati*				
	Tipologia				
	Potenza termica nominale				[kW]
	Rendimento nominale				
	Alimentazione	☐ Cippato	☐ Pellet	☐ Legna	☐ Biofuels
	Alimentazione	☐ Manuale		☐ Automatica	
	Consumo medio				[kg/ore]
	Note:				
Eventuali Interventi connessi alla sostituzione del generatore					
sistema di distribuzione/emissione/ regolazione	Descrizione sintetica interventi**				
	☐ sistema di distribuzione		☐ sistema di emissione		☐ sistema di regolazione
	Esempi: • tipologia • isolamento tubazioni • altro		Esempi: • tipologia terminali • temperatura fluido termovettore • altro		Esempi: • Valvole termostatiche • Centralina termoregolazione • altro
	η_d ex ante		η_e ex ante		η_r ex ante
	η_d ex post		η_e ex post		η_r ex post
	Costo totale intervento				[€]
	Costo specifico intervento				[€/kW]
	Note:				
	messa a punto/equilibratura sistema distribuzione				

* La scheda dati si riferisce al singolo generatore di una certa tipologia. Se installate tipologie diverse, per potenza o altre caratteristiche, è necessario compilare più schede

** I rendimenti da considerare sono quelli medi stagionali (vedi UNI/TS 11300-2)

intervento T 1.G/1		COGENERAZIONE		
Cogenerazione	Tipologia	☐ Motore a Combustione Interna		
		☐ Turbina a Gas		
		☐ Turbina a Vapore		
		☐ Ciclo Combinato		
		☐ Altro		
	Combustibile			
	T massima mandata		[C°]	
	Emissioni acustiche		[dB(A)]	
	Potenza nominale elettrica		[kW]	
	Efficienza nominale elettrica			
	Potenza nominale termica		[kW]	
	Efficienza nominale termica			
	Ore funzionamento		[h/anno]	
	☐ Presenza Accumulo	Volume		[l]
		Temperatura media fluido		[C°]
	Potenza elettrica assorbita		[W]	
	Potenza Ausiliari elettrici	Corpi scaldanti		[W]
		Distribuzione		[W]
Costo totale impianto		[€]		
Note:				

intervento T 1.G/2		TRIGENERAZIONE		
Trigenerazione	Tipologia COGENERAZIONE	☐ Motore a Combustione Interna		
		☐ Turbina a Gas		
		☐ Turbina a Vapore		
		☐ Ciclo Combinato		
		☐ Altro		
	Combustibile			
	T massima mandata		[C°]	
	Emissioni acustiche		[dB(A)]	
	Potenza nominale elettrica		[kW]	
	Efficienza nominale elettrica			
	Potenza nominale termica		[kW]	
	Efficienza nominale termica			
	Ore funzionamento		[h/anno]	
	☐ Presenza Accumulo	Volume		[l]
		Temperatura media fluido		[C°]
	Potenza elettrica assorbita		[W]	
	Potenza Ausiliari elettrici	Corpi scaldanti		[W]
		Distribuzione		[W]
	Tipologia ASSORBIMENTO	Miscela di fluidi refrigeranti utilizzata	☐ Acqua/Ammoniaca	
			☐ Acqua/Bromuro di Litio	
	N° PdC installate*			
	T acqua calda ingresso		[°C]	
	Portata acqua calda ingresso		[m³/h]	
	Raffrescamento	Potenza termica erogata		[kW]
	Ausiliari elettrici associati	Potenza Pompa alimentazione acqua calda in ingresso		[kW]
	EER/GUE/ nominale			
	SCOP/ESEER stagionale			
Costo totale impianto		[€]		
Note:				

*La scheda dati si riferisce al singolo generatore di una certa tipologia. Se installate tipologie diverse, per potenza o altre caratteristiche, è necessario compilare più schede.

Eventuali Interventi connessi all'intervento di Cogenerazione/Trigenerazione						
sistema di distribuzione/emissione/ regolazione	Descrizione sintetica interventi*					
	☐ sistema di distribuzione		☐ sistema di emissione		☐ sistema di regolazione	
	Esempi: • tipologia • isolamento tubazioni • altro		Esempi: • tipologia terminali • temperatura fluido termovettore • altro		Esempi: • Valvole termostatiche • Centralina termoregolazione • altro	
	η_d ex ante		η_e ex ante		η_r ex ante	
	η_d ex post		η_e ex post		η_r ex post	
	Costo interventi					[€]
	Costo totale (trig.+ interv.)					[€]
	Note: messa a punto/equilibratura sistema distribuzione					

*I rendimenti da considerare sono quelli medi stagionali (vedi UNI/TS 11300-2)

intervento T1.H		SOLARE TERMICO			
SOLARE TERMICO	Utilizzo	☐ ACS		☐ ACS e Riscaldamento	☐ Riscaldamento
	Installazione	☐ Tetto piano	☐ Tetto a falde	☐ Facciata	☐ A terra
	Tipologia Circolazione	Naturale ☐		Forzata ☐	
	Tipologia collettori	☐ Piani		☐ Sottovuoto	☐ Concentrazione
	Serbatoio di accumulo				[l]
	Rendimento collettori				
	Rendimento complessivo impianto				
	Superficie del singolo collettore				[m ²]
	N° totale collettori				
	Fabbisogno di ACS 45°				[litri/giorno]
	Energia prodotta annualmente dall'impianto solare				[kWh]
	Orientamento e inclinazione				[°]
	☐ Solar cooling*	☐ Integrazione dell'impianto termico esistente* (climatizzazione)			
	Costo totale impianto				[€]
	Costo specifico				[€/m ²]
Note:					
Eventuali Interventi connessi alla sostituzione del generatore					
sistema di distribuzione/emissione/ regolazione	Descrizione sintetica interventi**				
	☐ sistema di distribuzione		☐ sistema di emissione		☐ sistema di regolazione
	Esempi: • tipologia • isolamento tubazioni • altro		Esempi: • tipologia terminali • temperatura fluido termovettore • altro		Esempi: • Valvole termostatiche • Centralina termoregolazione • altro
	η_d ex ante		η_e ex ante		η_r ex ante
	η_d ex post		η_e ex post		η_r ex post
	Costo totale intervento				
	Costo specifico intervento				
	Note:				
	messa a punto/equilibratura sistema distribuzione				

* Nel caso l'impianto solare non sia destinato alla sola produzione di ACS, ma anche all'integrazione della climatizzazione e/o solar cooling, indicare i criteri di dimensionamento dei collettori, le quote di energia termica prodotta annualmente per l'ACS e per la climatizzazione e gli eventuali altri componenti installati.

**I rendimenti da considerare sono quelli medi stagionali (vedi UNI/TS 11300-2)

intervento T1.I	POMPE DI CALORE PER LA PRODUZIONE DI ACS*					
	Generatore ACS ex-ante					
	Potenza nominale					[kW]
	N° PdC installate					
	Tipologia					
	Produzione ACS	Potenza termica erogata				[kW]
		Potenza elettrica assorbita				[kW]
	Capacità accumulo Serbatoio					[l]
	COP/GUE/ nominale					
COP/GUE/SCOP stagionale						
Eventuali Interventi connessi alla sostituzione del generatore						
sistema di distribuzione/emissione/ regolazione	Descrizione sintetica interventi**					
	☐ sistema di distribuzione		☐ sistema di emissione		☐ sistema di regolazione	
	Esempi: • tipologia • isolamento tubazioni • altro		Esempi: • tipologia terminali • temperatura fluido termovettore • altro		Esempi: • Valvole termostatiche • Centralina termoregolazione • altro	
	η_d ex ante		η_e ex ante		η_r ex ante	
	η_d ex post		η_e ex post		η_r ex post	
	Costo totale intervento					[€]
	Costo specifico intervento					[€/kW]
	Note: messa a punto/equilibratura sistema distribuzione					

**Nel caso di sostituzione di pompa di calore esistente il caso ricade nella TIPOLOGIA 2; la scheda dati si riferisce alla singola pdc di una certa tipologia. Se installate tipologie diverse, per potenza o altre caratteristiche, è necessario compilare più schede*

*** I rendimenti da considerare sono quelli medi stagionali (vedi UNI/TS 11300-2)*

intervento T 1.L		ILLUMINAZIONE*						
Tipologia delle sorgenti luminose		ANTE			POST			
		N	P _i [W]	ε [lm/W]	N	P _i [W]	ε [lm/W]	
	☐ Incandescenza							
	☐ Alogene							
	☐ Fluorescenti tubolari							
	☐ Fluorescenti compatte							
	☐ LED							
Potenza elettrica installata totale $P_n = \sum P_i$		ANTE				[W]		
		POST						
Periodo operativo annuale t ₀							[h/anno]	
Tempo di operatività diurno t _D							[h/anno]	
Tempo di operatività notturno t _N							[h/anno]	
Fabbisogno dispositivi emergenza (se presenti)		☐		☐		[kWh/m ² anno]		
		Convenzionale		Calcolato				
Eventuale presenza di sistemi automatici di controllo dell'illuminazione artificiale								
SISTEMI DI CONTROLLO DEL DAYLIGHT								
Tipologia dei sistemi di controllo								
Fattore di utilizzo della luce diurna F _D		☐ metodo rapido		☐ metodo completo				
Metodo completo	Disponibilità di luce diurna D					[%]		
			☐ Debole	☐ Media	☐ Forte			
	Livello illuminamento mantenuto		☐ 300 lux	☐ 500 lux	☐ 750 lux			
	Fattore di disponibilità della luce diurna F _{D,S}							
	Efficienza del sistema di controllo F _{D,C,n}		☐ Debole	☐ Media	☐ Forte			
SISTEMI DI CONTROLLO DEL L'OCCUPAZIONE								
Tipologia dei sistemi di controllo		☐ Senza rilevamento automatico ☐ Con rilevamento automatico			(**)			
Fattore di assenza F _A								
Fattore di dipendenza dall'occupazione F _O								
SISTEMI DI ILLUMINAZIONE REGOLABILI								
Tipologia dei sistemi di controllo								
Fattore di illuminamento costante F _C								
ENERGIA ELETTRICA PARASSITA DEI SISTEMI DI CONTROLLO								
Fabbisogno di energia parassita dovuta ai sistemi di controllo		☐ Convenzionale		☐ Calcolato		[kWh/m ² anno]		
Costo sostituzione sorgenti luminose							[€]	
Costo installazione sistemi controllo							[€]	
Costo totale impianto							[€]	
Costo specifico sostituzione sorgenti luminose							[€/W]	
Costo specifico installazione sistemi controllo							[€/W]	
Costo specifico impianto							[€/W]	

	Note:
--	-------

** Dati richiesti secondo quanto previsto dalla UNI EN 15193 e dalla UNI TS-11300-2*

***indicare tipologia da prospetto D1 UNI EN 15193*

intervento T 1.M	TERMOREGOLAZIONE E CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE*					
sistema di distribuzione/emissione/ regolazione	Descrizione sintetica interventi**					
	☐ sistema di distribuzione		☐ sistema di emissione		☐ sistema di regolazione	
	Esempi: • tipologia • isolamento tubazioni • altro		Esempi: • tipologia terminali • temperatura fluido termovettore • altro		Esempi: • Valvole termostatiche • Centralina termoregolazione • altro	
	η_d ex ante		η_e ex ante		η_r ex ante	
	η_d ex post		η_e ex post		η_r ex post	
	Tipologia sistema di contabilizzazione					
	N. contabilizzatori/ripartitori					
	Tipologia sistema di Termoregolazione					
	Costo totale intervento					[€]
	Costo specifico intervento					[€/kW]
	Note: messa a punto/equilibratura sistema distribuzione					

* La sola contabilizzazione non costituisce un intervento di efficienza energetica ammissibile; la scheda va compilata in base alle informazioni inserite nelle schede intervento relative ai generatori termici installati

** I rendimenti da considerare sono quelli medi stagionali (vedi UNI/TS 11300-2)

Intervento T1.N	BACS (UNI EN 15232)			
	Servizi/Sistemi energetici interessati dall'intervento		☐ Riscaldamento	
			☐ ACS	
			☐ Raffrescamento	
			☐ Ventilazione	
			☐ Illuminazione	
			☐ Altro (combinazioni)	
	Metodo di calcolo adottato		☐ Semplificato	
			☐ Dettagliato	
	Metodo semplificato			
	Sistemi di controllo /regolazione previsti (Prospetti 1- 2 Norma UNI EN 15232)		Funzione BACS e TBM	Classe di efficienza
	Calcolo dell'incidenza del sistema di controllo previsto	Energia del sistema interessato (paragrafo 6.2 UNI EN15232)	Fattore di BACS f_{BACS}	Prospetto Norma
Metodo dettagliato				
Fornire dettaglio del metodo seguito <u>secondo quanto previsto nell'Appendice A della UNI EN15232</u>				
Costo totale intervento			[€]	
Costo specifico intervento			[€/kW]	
Note:				

* È necessario compilare le schede per singolo sistema interessati dall'intervento

intervento T.2.A	MHRV - VENTILAZIONE MECCANICA CON RECUPERATORE		
MHRV	Categoria		
	Tipologia di impianto		
	Potenza elettrica assorbita		[kW]
	Ore di funzionamento		[ore]
	Portata di aria fornita		[m ³ /h]
	Numero di locali serviti		
	Tipologia di controllo	☐ Centralizzata	
		☐ Per locale	
	η Efficienza del recuperatore		
	η Efficienza del sistema di filtrazione		
	Presenza di sensori di regolazione		
	Costo intervento		[€]
	Costo specifico intervento		[€/kW]
Note:			

intervento T.2.B	SOTTOSISTEMI IMPIANTI TERMICI					
	Descrizione sintetica interventi*					
	☐ sistema di distribuzione		☐ sistema di emissione		☐ sistema di regolazione	
	Esempi: • tipologia • isolamento tubazioni • altro		Esempi: • tipologia terminali • temperatura fluido termovettore • altro		Esempi: • Valvole termostatiche • Centralina termoregolazione • altro	
	η_d ex ante		η_e ex ante		η_r ex ante	
	η_d ex post		η_e ex post		η_r ex post	
	Costo totale intervento					
	Costo specifico intervento					
			[€]			
			[€/kW]			
Note: messa a punto/equilibratura sistema distribuzione						

* I rendimenti da considerare sono quelli medi stagionali (vedi UNI/TS 11300-2)

intervento T.2X	ESEMPIO DI SCHEDA APERTA: INTERVENTO.....		
	Descrizione intervento		
	Tipologia		
	Vettore energetico		
	Potenza termica generatore		
	Efficienza		
	Altro		
	Costo totale intervento		[€]
	Costo specifico intervento		[€/....]
	Note:		
sistema di distribuzione/emissione/ regolazione	Note: messa a punto/equilibratura sistema distribuzione		
	☐ sistema di distribuzione	☐ sistema di emissione	☐ sistema di regolazione
	• tipologia • isolamento tubazioni	• tipologia terminali • temperatura fluido termovettore	Tipologia • Valvole termostatiche • Centralina termoregolazione • Contabilizzazione energia termica utilizzata •
	Spesa (€):	Spesa (€):	Spesa (€):
	Note:		

intervento T 3.1	FOTOVOLTAICO		
Fotovoltaico	Superficie lorda dell'impianto		[m ²]
	Potenza di picco		[kWp]
	Producibilità annuale		[kWh]
	Ore di funzionamento equivalenti		[h/anno]
	Installazione	Non integrata ☐	integrata ☐
	Collocazione		
	Tipologia moduli (silicio cristallino/amorfo/altro)	☐ Silicio monocristallino ☐ Silicio policristallino	☐ Amorfo ☐ Altro
	Orientamento		[°]
	Inclinazione		[°]
	N° moduli		
	Potenza di picco modulo		[Wp]
	Superficie utile totale		[m ²]
	Rendimento moduli		
	N. Inverter:		
	Costo specifico		[€/kWp]
	Costo totale impianto		[€]
	Note:		

SCHEDA DI SINTESI DEGLI INTERVENTI PROPOSTI

Dati di Riepilogo				
Soggetto richiedente				
Referente del progetto/ RUP			e-mail:	
Anagrafica Edificio in breve	Destinazione d'uso			
	Anno di costruzione			
	Località			
	Superficie utile			[m ²]
	Volume lordo			[m ³]
Dati energetici				
		<i>Ex-ante</i>	<i>Ex-post</i>	
Consumi elettrici				[kWh]
Consumi per usi termici	fonte			
	Unità di misura			
Fabbisogno energetico globale (Energia primaria)				[kWh/m ²]
Risparmio di energia primaria (R_{EP})				[kWh/anno]
Interventi di riqualificazione energetica previsti				
Elenco sintetico degli interventi effettuati	Interventi		Costi *	
				[€]
				[€]
				[€]
				[€]
				[€]
Quadro tecnico economico				
Costo complessivo				
Indicatori energetici ed economici				
Finanziamento totale richiesto				[€]
Tempo di ritorno				[anni]
Indicatori ambientali: riduzione di CO ₂ (R_{CO2})				[kg/anno]
Costo del kWh risparmiato				[€/kWh]
Tempi previsti per il completamento				[settim.]
Copertura economica attraverso cofinanziamenti o incentivi				[€]
				[%]

*I costi degli interventi devono includere tutte le voci di costo connesse ad un determinato intervento di riqualificazione energetica: es. la sostituzione di un generatore, può includere : costo di rimozione della caldaia precedente, sostituzione degli organi di distribuzione (pompe), organi di regolazione e controllo (valvole, ecc) , installazione di una nuova canna fumaria, ecc.

APPENDICE. Una costruzione razionale di un indice sintetico per la definizione delle graduatorie delle proposte progettuali degli interventi di riqualificazione energetica

Si ipotizza di dover costruire una graduatoria di proposte progettuali di interventi di riqualificazione energetica secondo "***N qualsiasi Criteri di valutazione***":

Criterio 1;

Criterio 2;

.....

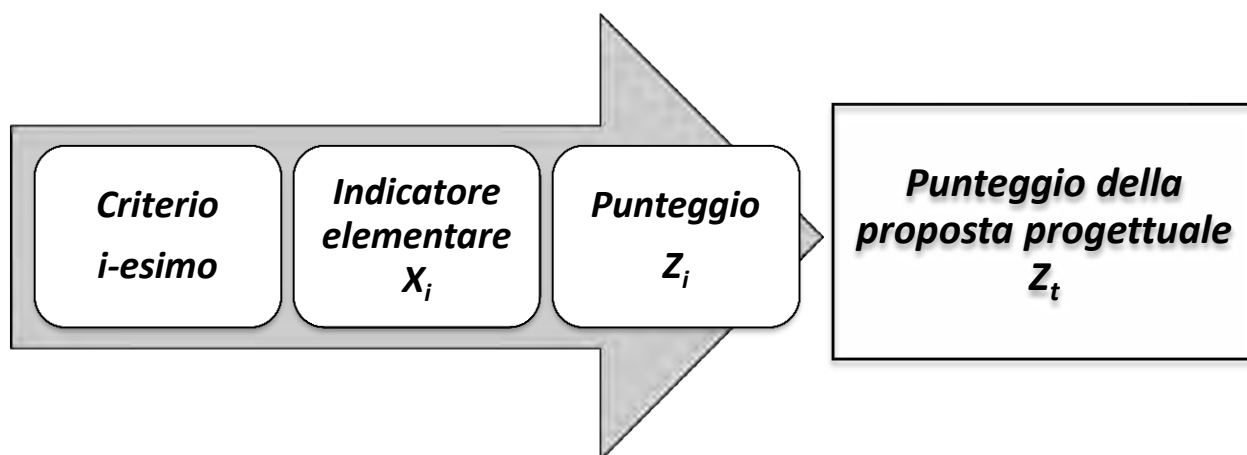
Criterio i-esimo;

.....

Criterio N-esimo.

A ciascuno dei criteri riportati si associa uno specifico indicatore elementare ***X***, con range di valori e relative unità di misura che possono essere tra loro differenti, che quindi non sono direttamente integrabili nella costruzione di un unico indicatore sintetico, indispensabile nella formazione della graduatoria.

A partire dai suddetti criteri, è possibile sviluppare una procedura che consente di definire per ognuno di essi uno specifico punteggio, e attraverso questi il punteggio della proposta progettuale, secondo il flusso di seguito rappresentato.



Questo problema è ben conosciuto in ambito statistico⁹ [1] [2] ed è stato approcciato attraverso le tre seguenti regole:

- 1) ***Standardizzazione*** degli indicatori elementari, in modo da renderli comparabili tra loro;
- 2) ***Ponderazione*** degli indicatori elementari, in modo da applicare a ciascuno un peso proporzionale all'importanza che esso riveste;
- 3) ***Aggregazione*** degli indicatori elementari mediante la costruzione di un opportuno indice sintetico.

Standardizzazione

La standardizzazione è il procedimento che consente di convertire gli indicatori elementari in numeri adimensionali; gli indicatori elementari, per poter essere aggregati, devono essere, infatti, espressi tutti nella stessa unità di misura.

⁹ United Nations Development Programme (UNDP) has encouraged improvement of the indicators used in its formulation: "No index can be better than the data it uses. But this is an argument for improving the data, not abandoning the index." (UN,1992).

In questo modo è, infatti, possibile assegnare agli indicatori elementari un punteggio, riportandone i singoli valori in un intervallo di variazione comune (es. 0 ÷ 100). Questi indicatori elementari possono comunque essere rielaborati in modo da muoversi nella stessa direzione, vale a dire crescente o decrescente all'aumentare della qualità (= bontà) della proposta presentata.

Lo scopo della standardizzazione è quello di associare a ciascun indicatore elementare un punteggio indipendente dalla sua unità di misura (numero adimensionale)

Detto X il generico valore dell'indicatore elementare, si definisce il corrispondente valore standardizzato Z come:

$$Z = \frac{X - \bar{X}}{\sigma_x}$$

dove

$\bar{X}$ = valore medio dei valori assunti dall'indicatore elementare X

σ_x = scarto quadratico medio dei valori assunti dall'indicatore elementare X .

Per evitare di dover trattare valori negativi di Z , è opportuno, senza alterarne il significato, definirlo come:

$$Z = 10 \cdot \frac{X - \bar{X}}{\sigma_x} + 100$$

L'indice Z così definito sarà il punteggio associato all'indicatore elementare della variabile X e avrà valore medio pari a 100, scarto quadratico medio pari a 10 e valori compresi tra 70÷130 nel 99,5% dei casi (intervallo $\pm 3\sigma$ della distribuzione dei valori).

La procedura di standardizzazione va quindi applicata a tutti gli N i criteri di valutazione previsti.

Ponderazione

Con la ponderazione si stabiliscono i pesi $a_1, a_2, \dots, a_N$ da attribuire a ciascun criterio:

Criterio	Punteggio indicatore	Peso indicatore
<i>Criterio 1</i>	Z_1	a_1
<i>Criterio 2</i>	Z_2	a_2
.....		
<i>Criterio i-esimo</i>	Z_i	a_i
.....		
<i>Criterio N-esimo</i>	Z_N	a_N

La regole di ponderazione va elaborata in funzione della rilevanza attribuita a ciascuno dei criteri definiti; il caso più semplice è evidentemente quello che presuppone l'equipollenza tra i diversi criteri ($a_1 = a_2 = \dots = a_i = \dots = a_N$)

Aggregazione

L'aggregazione consente di costruire un indice sintetico in grado di assegnare (direttamente o indirettamente) il punteggio finale della proposta presentata da utilizzare per la definizione di una graduatoria di merito.

La regola di aggregazione di più semplice applicazione per definire un indice Z_t unidimensionale, è quella della combinazione lineare dei punteggi dei singoli indicatori attraverso i coefficienti $a_1, a_2, \dots, a_N$:

$$Z_t = a_1 Z_1 + a_2 Z_2 + \dots + a_i Z_i + \dots + a_N Z_N$$

Nell'ipotesi in cui gli indicatori elementari siano stati scelti in modo da muoversi in direzione crescente all'aumentare della qualità della proposta presentata, allora anche il valore di Z_t crescerà al crescere della bontà del progetto.

Esempio applicativo delle modalità di definizione di una graduatoria di merito basata su tre criteri di valutazione equipollenti ($a_1 = a_2 = a_3 = 1/3$)

	X_1 kWh risparmiati (1000xkWh)	Z_1	X_2 Quota % rinnovabili (%)	Z_2	X_3 Risparmi % CO ₂ X_b (%)	Z_3	Z_t	I	ORDINE GRADUATORIA
P1	10	93,0	5	94,5	3	87,4	91,6	83,0	17
P2	15	100,2	1	86,9	6	95,3	94,1	85,3	15
P3	12	95,9	2	88,8	9	103,3	96,0	87,0	12
P4	25	114,4	9	102,1	12	111,2	109,3	99,0	3
P5	30	121,5	7	98,3	12	111,2	110,4	100,0	1
P6	9	91,6	10	104,0	3	87,4	94,3	85,5	14
P7	5	85,9	15	113,5	12	111,2	103,6	93,8	6
P8	8	90,2	0	85,0	9	103,3	92,8	84,1	16
P9	20	107,3	20	123,1	3	87,4	105,9	96,0	5
P10	11	94,5	8	100,2	4	90,0	94,9	86,0	13
P11	17	103,0	7	98,3	7	98,0	99,8	90,4	7
P12	25	114,4	6	96,4	15	119,2	110,0	99,7	2
P13	20	107,3	9	102,1	12	111,2	106,9	96,8	4
P14	15	100,2	3	90,7	8	100,6	97,2	88,0	10
P15	11	94,5	7	98,3	6	95,3	96,0	87,0	11
P16	8	90,2	15	113,5	5	92,7	98,8	89,5	8
P17	12	95,9	10	104,0	6	95,3	98,4	89,2	9
Valore medio	14,9	100,0	7,9	100,0	7,8	100,0			
sq medio	7,0	10,0	5,3	10,0	3,8	10,0			
Max Z_t							110,4		

Per realizzare una graduatoria più intuitiva, e di più immediata e diretta interpretazione, che assegni al progetto migliore un punteggio pari 100, si è proceduto a una rielaborazione numerica del punteggio calcolato Z_t , attraverso la definizione di un indice sintetico unidimensionale

$$I = 100 \cdot \frac{Z_t}{\text{Max}(Z_t)}$$

dove $\text{Max}(Z_t)$ è il valore massimo di Z_t tra le 17 proposte progettuali.

Riferimenti

1. *OECD (2008). Handbook on Constructing Composite Indicators. Methodology and user guide. OECD Publications, Paris*
2. *ISTAT (2010) Il metodo per la sintesi degli indicatori*
3. *Decreto Legislativo 4 luglio 2014, n.102 e s.m.i.*
4. Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE
5. *Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192 e s.m.i.*
6. Attuazione della direttiva 2002/91/CE e s.m.i relativa al rendimento energetico nell'edilizia
7. *Decreto del Presidente Della Repubblica 16 aprile 2013, n. 75*
8. Regolamento recante disciplina dei criteri di accreditamento per assicurare la qualificazione e l'indipendenza degli esperti e degli organismi a cui affidare la certificazione energetica degli edifici, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192 e s.m.i.
9. *Decreto del Presidente Della Repubblica 16 aprile 2013, n. 74*
10. Regolamento recante definizione dei criteri generali in materia di esercizio, conduzione, controllo, manutenzione e ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva degli edifici e per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e c), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 19 e s.m.i.
11. *Decreto del Ministero dello sviluppo economico 10 febbraio 2014*
12. Modelli di libretto di impianto per la climatizzazione e di rapporto di efficienza energetica di cui al decreto del Presidente della Repubblica n. 74/2013.
13. *Decreto Interministeriale 26 giugno 2015*
14. Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici ai sensi dell'articolo 4, comma 1, del decreto legislativo 19 agosto 2005, n.192 e s.m.i.
15. *Decreto Interministeriale 26 giugno 2015*
16. Adeguamento del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, 26 giugno 2009 - Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici ai sensi dell'articolo 6, comma 12, del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192 e s.m.i.
17. *Decreto Interministeriale 26 giugno 2015*
18. Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici ai sensi dell'articolo 8, comma 1 del decreto legislativo 19 agosto 2005, n.192 e s.m.i.
19. *Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28*
20. Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE
21. *Decreto legislativo 30 maggio 2008, n. 115 e s.m.i.*
22. Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici.
23. *Decreto Interministeriale 11 aprile 2008, n. 135*
24. Approvazione del Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della pubblica amministrazione.
25. *Decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 11 gennaio 2017*
26. Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni per l'edilizia e per i prodotti tessili.
27. UNI CEI EN 16247-1:2012: Diagnosi energetiche: Requisiti generali.
28. UNI CEI EN 16247-2:2014 Diagnosi energetiche: Edifici.
29. UNI CEI EN 16247-3:2014: Diagnosi energetiche: Processi.
30. UNI CEI/TR 11428:2011: Gestione dell'energia - Diagnosi energetiche - Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica.