

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

SCUOLA POLITECNICA

DICCA

**Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica,
e Ambientale**



TESI DI LAUREA

IN

INGEGNERIA EDILE - ARCHITETTURA

**Proposta di un modello di scelta per la pubblica
amministrazione nella valutazione energetica ed
economica delle priorità di intervento sugli edifici
scolastici**

Relatore:

Prof. Annalisa Marchitto

Ing. Linda Pagani

Correlatore:

Dott. Ing. Paolo Cavalletti

Allievo:

Giorgia Tumminello

Dicembre 2018

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

SCUOLA POLITECNICA

DICCA

**Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica,
e Ambientale**



TESI DI LAUREA

IN

INGEGNERIA EDILE - ARCHITETTURA

**Proposta di un modello di scelta per la pubblica
amministrazione nella valutazione energetica ed
economica delle priorità di intervento sugli edifici
scolastici**

Relatore:

Prof. Annalisa Marchitto

Ing. Linda Pagani

Correlatore:

Dott. Ing. Paolo Cavalletti

Allievo:

Giorgia Tumminello

Dicembre 2018

Un sentito ringraziamento allo staff del Settore Politiche Energetiche del Comune di Genova ed in particolare all'Ing. Linda Pagani che con il suo prezioso aiuto ha assistito, guidato e collaborato allo sviluppo della tesi, mettendo a disposizione i dati necessari allo studio.

Un ringraziamento va al Professor Cavalletti che ha suscitato in me l'interesse per l'argomento.

Inoltre ringrazio la mia famiglia, che mi ha sempre sostenuto in tutti questi cinque anni.

Proposta di un modello di scelta per la pubblica amministrazione nella valutazione energetica ed economica delle priorità di intervento sugli edifici scolastici

Sommario

Il presente lavoro di tesi affronta il tema dell'efficienza energetica degli edifici scolastici. In una prima parte viene analizzato l'iter normativo che dalla direttiva 2012/27/UE arriva al recepimento nella legislazione italiana con il decreto legislativo del 19 agosto 2005 e i relativi decreti attuativi. In questa parte ampio spazio è dedicato a due degli strumenti più importanti: il sistema di finanziamento per la pubblica amministrazione e la diagnosi energetica.

Successivamente dai risultati di 204 diagnosi energetiche, finanziate dal "Fondo Kyoto Scuole 3", è stata condotta una prima analisi relativa alla caratterizzazione del patrimonio scolastico del Comune di Genova e un secondo studio basato sui costi e i consumi energetici degli stessi.

La rielaborazione di tali informazioni ha portato a proporre un modello di scelta per la pubblica amministrazione nella valutazione delle priorità di intervento per la realizzazione di interventi di efficientamento energetico sugli edifici scolastici.

Sommario.....	1
1 Introduzione.....	4
2 Il patrimonio edilizio scolastico in Italia	5
3 Le normative europee ed italiane sull'efficienza energetica negli edifici	6
3.1 La direttiva europea 2012/27/UE	6
3.2 Il D. lgs 19 agosto 2005 e s.m.i.....	10
4 Gli strumenti di finanziamento per l'efficienza energetica per la pubblica amministrazione.....	13
4.1 Conto Energia Termico	14
4.2 Titoli di Efficienza Energetica	16
4.3 European Local ENergy Assistance (ELENA)	18
4.4 Fondo Kyoto : finanziamento efficientamento scuole	19
4.5 Fondo Kyoto Scuole: Applicazione al patrimonio scolastico del Comune di Genova.....	21
5 La diagnosi energetica.....	22
5.1 Definizione di Diagnosi energetica.....	22
5.2 Differenza tra diagnosi energetica e attestato di prestazione energetica.....	23
5.3 Scopo della diagnosi energetica	24
6 Procedura della diagnosi adottata dal Comune di Genova	25
6.1 Metodologia della diagnosi	27
6.2 Struttura del Report	32
7 Risultati della DE:Caratterizzazione del patrimonio scolastico del Comune di Genova	33
7.1 Inquadramento geografico	33
7.2 Destinazione d'uso degli edifici.....	34
7.3 Tipologia istituti scolastici	36
7.4 Anno di costruzione	38
7.5 Vincoli architettonici e paesaggistici	40
7.6 Dati Dimensionali	42
7.7 Dati Climatici di riferimento.....	45
7.8 Dati climatici reali.....	46
7.9 Tipologia costruttiva	50
7.10 Tipologie impiantistiche.....	52
8 Risultati della DE: Consumi e costi energetici.....	58
8.1 Consumi energetici storici.....	58
8.2 Indicatori di performance energetici ed ambientali	66

8.3	Baseline dei Costi.....	70
9	Benchmark	75
9.1	Indicatori di performance in funzione dei consumi storici dell’edificio.....	75
9.2	Indicatori di performance in condizioni standard di utilizzo	96
9.3	Metodologia di calcolo adottata e validazione dei modelli di calcolo	100
10	Strategie di miglioramento della prestazione energetica	109
10.1	Analisi di convenienza	112
10.2	Identificazione delle soluzioni integrate d’intervento e scenari d’investimento 116	
11	Individuazione di una modello di scelta per la PA	124
11.1	Struttura della metodologia	125
11.1	Campo di applicazione	126
11.2	Definizione dei criteri.....	127
11.3	Risultati.....	132
12	Monitoraggio e controllo dei consumi energetici.....	136
12.1	Il concetto di KPI.....	137
12.2	I requisiti dei KPI	138
12.3	KPI individuato	139
13	Attuazione interventi.....	145
13.1	GEN-IUS	145
13.2	Edifici scolastici rientrati in GEN-IUS.....	147
14	Conclusioni.....	150
	Sitografia.....	152
	Allegato A – Edifici finanziati dal “Fondo Kyoto”	153
	Allegato B – Punteggio ottenuto	164

1 Introduzione

L'efficienza energetica è ormai un argomento quotidiano, di cui si sente molto parlare e su cui l'umanità sta investendo tanto, a fronte di un passato poco sensibile su questo tema, che ha causato l'insorgere di evidenti vincoli ambientali ed economici dai quali oggi non si può più prescindere. Tra i diversi settori, uno fra quelli maggiormente rilevanti in campo energetico in termini di consumi, è quello civile a cui negli ultimi anni si attribuisce un contributo sul totale dei consumi energetici pari al 40%: ecco perché le Istituzioni già da tempo stanno dando segnali di un impegno sempre più deciso in questo campo. A partire dalle politiche mondiali, sino a quelle strategie messe in campo dall'UE, tutti i paesi sono ormai vincolati a muoversi in un'ottica di cambiamento e di evoluzione del proprio patrimonio energetico, in particolare nel settore edile. Ovviamente dapprima la Pubblica Amministrazione è stata invitata dall'UE a porsi come esempio per questi interventi di efficientamento energetico (si vedano i contenuti della Direttiva 2010/31/UE). Adottando politiche opportune, gli Enti pubblici locali sono stati in grado di esprimere un grande potenziale in termini di risparmio energetico, ottenendo notevoli risultati con interventi ad esempio sull'involucro e sugli impianti degli edifici, con l'utilizzo di fonti rinnovabili e con interventi sull'illuminazione pubblica; e con questo atteggiamento hanno fornito esempi virtuosi anche per i singoli cittadini. Si tratta di azioni che ripagano in tempi brevi gli investimenti necessari e permettono di ottenere benefici sociali e di immagine. Inoltre, da non trascurare sono i fondi incentivanti messi a disposizione dall'UE e dai singoli Stati per tali azioni virtuose che sono così rese particolarmente interessanti. Il presente elaborato di tesi è frutto dell'attività svolta durante un periodo di tirocinio formativo in collaborazione con il Comune di Genova, Direzione Ambiente – Settore Politiche Energetiche. Viene proposto un modello di scelta per la pubblica amministrazione nella valutazione energetica ed economica delle priorità di intervento degli edifici scolastici. Sono state analizzate le diagnosi energetiche degli istituti scolastici del Comune di Genova, rientrati tra i progetti finanziati dal “Fondo Kyoto Scuole 3”(D.M. 40/2016). In particolare, il caso reale oggetto di studio riguarda i 204 edifici finanziati di cui, a fronte dei dati specifici raccolti in sito, vengono messe in luce le criticità, e vengono discusse opportune misure d'intervento di efficientamento energetico.

2 Il patrimonio edilizio scolastico in Italia

La direttiva europea 2012/27/UE indirizza gli stati membri verso lo sviluppo di una incisiva attività di riqualificazione del patrimonio pubblico, e fissa una soglia minima di diffusione degli interventi sul 3% del parco di proprietà statale.

In Italia il patrimonio immobiliare pubblico è composto da due grandi categorie, i terreni e i fabbricati; questi ultimi sono costituiti da circa 543.000 unità immobiliari, e comprendono una serie estesa di tipologie, alloggi, caserme, magazzini, ospedali, e altre costruzioni.

Ad oggi risulta complesso ricostruire con certezza come questi immobili siano suddivisi in termini di destinazione d'uso; secondo alcune delle stime disponibili circa il 47% di questo totale risulta adibito a residenza e circa 1000 unità sono occupate da caserme. Altre fonti quantificano intorno ai 13700 edifici la quota destinata agli uffici mentre gli immobili per l'istruzione sono costituiti da oltre 41000 scuole in funzione.

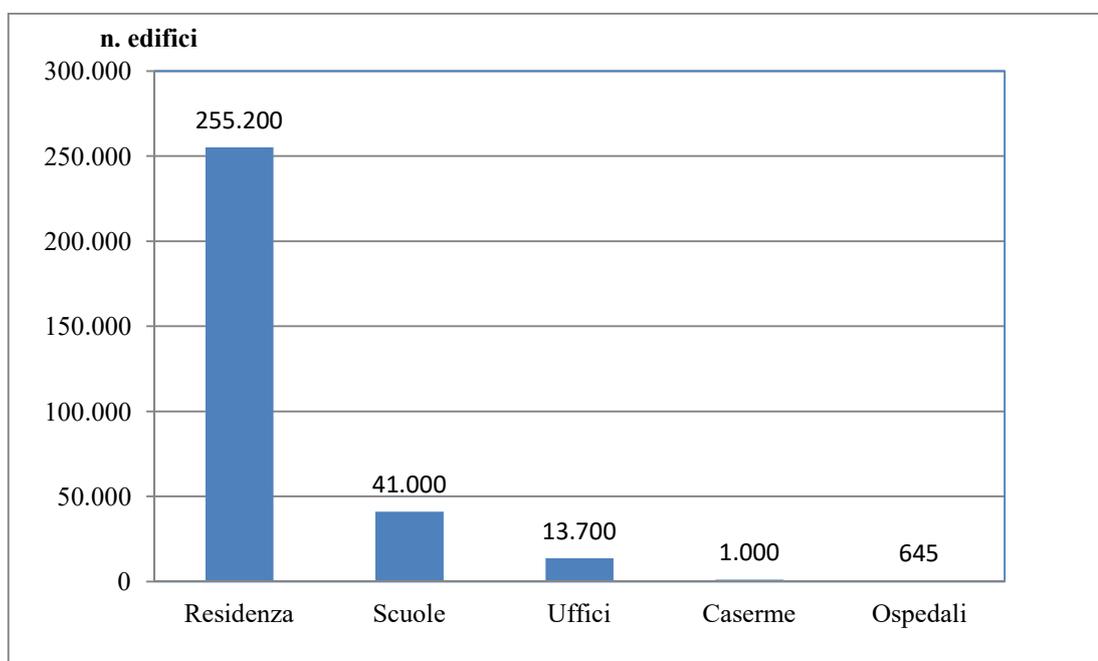


Fig. 2.1- Elaborazione dati ISTAT - Suddivisione del Patrimonio immobiliare pubblico italiano

In questo contesto, escludendo la quota ingente costituita dagli edifici residenziali, l'edilizia scolastica rappresenta un ambito di ricerca estremamente significativo, non solo perché si tratta di un parco edilizio quantitativamente rilevante, ma anche per la valenza sociale nei confronti della collettività.

3 Le normative europee ed italiane sull'efficienza energetica negli edifici

3.1 La direttiva europea 2012/27/UE

Il tema dell'efficienza energetica ha assunto un'importanza sempre crescente nel dibattito e nelle politiche energetiche dei paesi industrializzati, poiché l'energia rappresenta un fattore di crescita economica, benessere e progresso tecnologico e sociale. A partire dal 1980, l'evoluzione industriale e sociale ha avuto come denominatore comune il ricorso sempre maggiore all'utilizzo di energia primaria, cresciuto a livello mondiale del 40% tra il 1980 e il 2010 e con una tendenza destinata a confermarsi anche nel ventennio che conduce al 2030.

A livello comunitario e nazionale le politiche sviluppate sono orientate a favorire l'efficienza energetica come mezzo per garantire tre aspetti fondamentali: la sicurezza energetica, l'accesso all'energia a prezzi competitivi, la sostenibilità ambientale degli usi energetici.

Dal punto di vista normativo regolamentare, la centralità del tema ha portato l'Unione Europea a formulare piani strategici di medio lungo periodo per la diffusione dell'efficienza energetica, mediante l'elaborazione di obiettivi quantitativi.

Tale processo è costituito da tre provvedimenti:

- La Direttiva 2002/91/CE del 16 dicembre 2002 “sul rendimento energetico nell'edilizia”, che prevede per gli Stati Membri la definizione di requisiti minimi di prestazione energetica, l'individuazione di un metodo di calcolo e l'obbligo di certificare il fabbisogno energetico degli edifici;
- La Direttiva 2010/31/UE del 19 maggio 2010 “sulla prestazione energetica nell'edilizia (rifusione)” che modifica quella precedente;
- La Direttiva Europea 2012/27/UE del 25 ottobre 2012, punto di arrivo del percorso disciplinare, che ha dettagliato un quadro di misure atte a garantire il conseguimento dell'obiettivo relativo all'efficienza energetica del 20% entro il 2020;
- La Direttiva Europea 2018/844/UE del 30 maggio 2018, modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica.

L'attività normativa comunitaria ha la funzione di indirizzare le politiche dei singoli stati membri nella condivisione di obiettivi comuni, da perseguire mediante il recepimento nel corpo legislativo specifico di ogni paese.

In tema di efficienza energetica il consiglio europeo ha sottolineato che gli immobili rappresentano da soli il 40 % del consumo finale di energia dell'Unione e pertanto risulta di fondamentale importanza che ogni stato imposti un piano strategico di azione sul parco immobiliare, finalizzato al miglioramento della prestazione energetica.

La direttiva 2010/31/UE fissava già per gli edifici esistenti la necessità di favorire gli interventi finalizzati al miglioramento dei requisiti minimi di prestazione energetica ma non imponeva un obbligo di azione sul patrimonio di proprietà pubblica. Il passo avanti svolto dalla nuova direttiva coinvolge direttamente l'ente pubblico come promotore di azioni di riqualificazione energetica. Il vincolo sancito ha validità a partire dal primo gennaio 2014 e impegna ciascuno stato a mettere in campo strategie di rinnovamento per almeno una quota pari al 3% della superficie coperta utile totale degli edifici riscaldati e/o raffrescati di proprietà.

Il raggiungimento di questo obiettivo passa necessariamente attraverso una fase di audit energetico finalizzata al calcolo della prestazione energetica di ciascun edificio e al reperimento dei dati pertinenti; la costruzione di un quadro conoscitivo esaustivo, costituito da una rassegna degli edifici riscaldati e/o raffrescati di proprietà pubblica aventi le caratteristiche indicate dalla normativa, è un passaggio ineludibile ai fini di tracciare la strada verso il miglioramento atteso.

La tendenza è quella di impostare le condizioni per una significativa diffusione di interventi di ristrutturazione profonda di edifici non solo residenziali, al fine di migliorare nel complesso la prestazione energetica del parco immobiliare, riducendo i consumi in modo significativo rispetto ai livelli precedenti gli interventi.

Si tratta di un obbligo ma anche di un'opportunità per favorire la crescita e l'occupazione nei settori legati all'edilizia, alla produzione di prodotti edili e alle attività professionali connesse, come l'architettura e l'ingegneria. In quest'ottica la direttiva europea 2012/27/UE sottolinea la necessità di mettere a punto una strategia a lungo termine, strutturata sulla base di uno sguardo che va oltre il termine minimo del 2020 e che riguarda gli investimenti nel settore della riqualificazione e ristrutturazione degli edifici.

“È necessario aumentare il tasso delle ristrutturazioni di immobili, in quanto il parco immobiliare esistente rappresenta il settore individuale con le maggiori potenzialità di risparmio energetico. Inoltre, gli edifici sono fondamentali per conseguire l'obiettivo dell'Unione di ridurre dell'80–95 % le emissioni di gas serra entro il 2050 rispetto al 1990. Gli edifici di proprietà degli enti pubblici rappresentano una quota considerevole del parco immobiliare e godono di notevole visibilità nella vita pubblica. È pertanto opportuno fissare un tasso annuo di ristrutturazione per gli edifici di proprietà del governo centrale nel territorio di uno Stato membro e da esso occupati in modo da migliorarne la prestazione energetica.”

Tra i metodi che la comunità europea individua per favorire il recepimento degli obiettivi di risparmio energetico si trova il ruolo esemplare da attribuire agli edifici di proprietà degli enti pubblici, una quota significativa del parco immobiliare di ciascuno stato.

Ogni stato è tenuto ad elaborare una propria linea di azione che deve comprendere i seguenti aspetti:

- Una rassegna del parco immobiliare nazionale eventualmente basata su campionamenti statistici;
- L'individuazione di approcci efficaci alla riqualificazione in relazione al tipo di edificio e alla zona climatica;
- Politiche e misure volte a stimolare le ristrutturazioni profonde degli edifici, efficaci in termini di costi;
- Una prospettiva rivolta al futuro per guidare le decisioni di investimento dei singoli individui;
- Una stima fondata su prove del risparmio energetico atteso e dei benefici ottenibili.

Il 2020 è definito l'anno degli edifici a energia quasi zero promossi dalla 2010/31/UE secondo cui tutti gli edifici di nuova costruzione dovranno avere altissime prestazioni e possedere elevati standard di risparmio energetico, consentendo un evidente vantaggio economico in termini di costi di mantenimento a fronte di elevati livelli di confort e ridotte emissioni di CO₂. Questo traguardo è anticipato al 31 dicembre 2018 per le nuove realizzazioni occupate da enti pubblici e di proprietà di questi.

L'edilizia scolastica costituisce in Italia una quota significativa del patrimonio pubblico e rientra pienamente nel campo di azione degli indirizzi comunitari, sul fronte delle nuove scuole ma anche nell'ambito degli interventi di riqualificazione. Gli obiettivi prefissati dall'Europa per il 2020, inerenti il raggiungimento dell'efficienza energetica dell'Unione pari al 20 % sono da intendersi come un passaggio intermedio di un processo più ampio di ulteriore miglioramento dell'efficienza oltre questa soglia temporale.

Con la direttiva 2018/844/UE i Paesi europei dovranno elaborare nei prossimi anni una strategia a lungo termine per sostenere la ristrutturazione degli edifici residenziali e non residenziali, sia pubblici che privati, al fine di ottenere un parco immobiliare decarbonizzato e ad alta efficienza energetica entro il 2050, e dovranno facilitare la trasformazione degli edifici esistenti in edifici a energia quasi zero.

La direttiva ha l'obiettivo di:

- rendere più efficaci le strategie di ristrutturazione degli immobili a lungo termine che dovranno avere obiettivi chiari e misurabili per un settore edile decarbonizzato e un parco di edifici NZEB al 2050;
- promuovere investimenti per il recupero del patrimonio edilizio esistente;
- sostenere lo sviluppo delle infrastrutture per l'elettromobilità;
- innalzare le soglie per l'obbligo delle ispezioni degli impianti di riscaldamento e di condizionamento dell'aria grazie anche all'apporto dei sistemi automatici di monitoraggio e controllo;
- incoraggiare l'uso delle tecnologie informatiche per edifici efficienti;
- migliorare la trasparenza delle metodologie di calcolo della prestazione energetica definite dagli stati membri;
- accrescere il ruolo dei consumatori, informandoli e proteggendoli dalla povertà energetica.

attraverso:

- la promozione di ristrutturazioni economicamente efficienti;
- l'introduzione di un "indicatore di intelligenza" per gli edifici che, grazie all'interazione con la rete, potrà adattare il consumo energetico alle esigenze reali degli abitanti;
- la semplificazione delle ispezioni degli impianti di riscaldamento e di condizionamento dell'aria;
- la promozione dell'elettromobilità mediante l'istituzione di un quadro per i posti auto destinati ai veicoli elettrici.

L'obiettivo complessivo della nuova direttiva 2018/844/UE è quello di abbattere dell'80-95%, rispetto ai livelli del 1990, le emissioni di gas serra entro il 2050, con target intermedi al 2030 e 2040. L'obiettivo è quello di produrre il 32% di energia rinnovabile entro il 2030.

3.2 Il D. lgs 19 agosto 2005 e s.m.i.

Il rinnovamento del patrimonio edilizio scolastico trova uno dei maggiori campi applicativi nel tema della riqualificazione energetica, come insieme di strategie applicabili nell'ottica di ridurre i consumi di energia, risparmiando risorse economiche ed ambientali.

Nel caso degli edifici scolastici, la valutazione della prestazione energetica rientra dal punto di vista normativo nell'ambito della costruzione di nuovi edifici o ristrutturazione di quelli esistenti, pubblici o ad uso pubblico.

In Italia, le prime Leggi sul risparmio energetico possono essere considerate la Legge n.373 del 1976 e la Legge n.10 del 1991 "Norme in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia", nata con l'intento di regolamentare l'intero settore termotecnico e razionalizzare il più possibile i consumi di energia.

La recente normativa sul risparmio energetico parte invece dal cosiddetto "Protocollo di Kyoto" del 1997, anno in cui le nazioni partecipanti si impegnarono a ridurre le emissioni di biossido di carbonio per una maggiore salvaguardia dell'ambiente.

Attualmente i riferimenti legislativi derivano dal recepimento su scala nazionale delle direttive europee e sono costituiti dal D.Lgs 192/2005 "attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia" integrato con il D.Lgs 311/2006, provvedimenti che sostituiscono integralmente la precedente legislazione in materia.

Le ultime modifiche sono quelle apportate dal decreto legge n. 63/2013 convertito in legge dalla norma n. 90 del 3 agosto 2013: fra le variazioni apportate vi è la sostituzione dell'attestato di certificazione energetica (ACE) con l'attestato di prestazione energetica (APE) e l'estensione dell'obbligo, per il soggetto responsabile della gestione di edifici aperti al pubblico o utilizzati da pubbliche amministrazioni, di produrre l'APE e affiggerlo in modo visibile all'ingresso dell'edificio, quando la superficie è superiore a 500 mq, dimezzati a 250 a partire dal 9 luglio del 2015.

L'attestato di prestazione energetica secondo l'art. 2 del D.Lgs del 19/08/2005 è definito come il "*documento, redatto nel rispetto delle norme contenute nel presente decreto e rilasciato da esperti qualificati e indipendenti che attesta la prestazione energetica di un edificio attraverso l'utilizzo di specifici descrittori e fornisce raccomandazioni per il miglioramento dell'efficienza energetica*".

A sua volta, per prestazione energetica si intende la "*quantità annua di energia primaria effettivamente consumata o che si prevede possa essere necessaria per soddisfare, con un uso standard dell'immobile, i vari bisogni energetici dell'edificio, la climatizzazione invernale e estiva, la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, la ventilazione e, per il settore terziario, l'illuminazione. Tale quantità viene espressa da uno o più descrittori che tengono anche conto del livello di isolamento dell'edificio e delle caratteristiche tecniche e di installazione degli impianti tecnici. La prestazione energetica*

può essere espressa in energia primaria non rinnovabile, rinnovabile, o totale come somma delle precedenti”.

L’obbligo di comunicare al pubblico il livello di classificazione energetica dell’edificio è concepito come uno strumento di promozione e diffusione delle tematiche relative all’efficienza energetica; a prescindere dalla classe ottenuta la consapevolezza può essere incisiva per esempio sul comportamento degli utenti nell’uso degli ambienti. Il tema è significativo in riferimento alla casistica degli edifici scolastici dove l’utenza ha un coinvolgimento anche di tipo pedagogico.

L’amministrazione ha quindi interesse a rendere pubblici i risultati, perché consentono di evidenziare i costi sostenuti e le difficoltà nel caso di classificazioni energivore, al contrario il virtuosismo quando la scuola rientra fra le prime categorie, classi A e B. Tali aspetti possono essere integrati nelle dinamiche di apprendimento mediante scelte architettoniche adeguate o sistemi di comunicazione dei consumi, schermi, tabelloni o altro che ne riportano il monitoraggio.

L’applicazione dei requisiti previsti dal D. Lgs 192/2005 come integrato e modificato, è consentita dalla emanazione dei decreti attuativi, il DPR 59/2009 del 2 aprile 2009 e il D.M. 26 giugno 2009. Sono provvedimenti che fissano i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici, inclusi gli edifici pubblici o ad uso pubblico, le metodologie di calcolo di calcolo della prestazione energetica, i criteri nazionali e le procedure per l’emissione degli attestati di certificazione energetica degli edifici. Essi trovano applicazione su tutto il territorio nazionale, ad eccezione delle Regioni che hanno adottato i propri provvedimenti in materia.

La valutazione della prestazione energetica è un processo obbligatorio nel caso degli interventi di nuova costruzione o di parziale ristrutturazione degli elementi edilizi e/o degli impianti di climatizzazione e produzione dell’acqua calda sanitaria.

Nel caso delle scuole la valutazione della prestazione energetica è inoltre uno strumento utile ai fini della diagnosi energetica e della valutazione economica degli investimenti da realizzarsi, e della relazione tra condizioni di comfort reali e consumi energetici.

Il DM 26/06/2015 ha in seguito riportato alcuni aggiornamenti riguardo la prestazione energetica degli edifici che deve essere calcolata secondo le norme tecniche nazionali standardizzate riconosciute.

Per quanto riguarda il calcolo dei parametri, degli indici di prestazione energetica e dei rendimenti, si procede nel rispetto dell’articolo 11 del decreto legislativo, secondo i seguenti metodi di calcolo:

- a) Raccomandazione CTI 14/2013 “Prestazioni energetiche degli edifici - Determinazione dell’energia primaria e della prestazione energetica EP per la classificazione dell’edificio”, o normativa UNI equivalente e successive norme tecniche che ne conseguono;
- b) UNI/TS 11300 – 1 Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell’edificio per la climatizzazione estiva e invernale;
- c) UNI/TS 11300 – 2 Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, la ventilazione e l’illuminazione;
- d) UNI/TS 11300 – 3 Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;

- e) UNI/TS 11300 – 4 Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione acqua calda sanitaria;
- f) UNI EN 15193 - Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione. Il metodo di calcolo di progetto è applicabile a tutte le tipologie edilizie, sia per gli edifici nuovi che per quelli esistenti, indipendentemente dalla loro dimensione.

La UNI TS 11300, norma tecnica di riferimento per il calcolo dei fabbisogni e delle prestazioni energetiche degli edifici costituita oggi da quattro norme, è stata completata nella UNI 10349 del 2016 dalle attese parti 5 e 6:

- e) UNI TS 11300-5: Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 5: Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili.
- f) UNI TS 11300-6: Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 6: Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili.

4 Gli strumenti di finanziamento per l'efficienza energetica per la pubblica amministrazione

In questo capitolo, si riporta l'analisi dei principali strumenti di natura finanziaria attualmente disponibili a beneficio della pubblica amministrazione (PA) per la realizzazione di interventi di efficienza energetica.

Le diverse forme di supporto possono essere classificate sulla base di due dimensioni:

Finalità dello strumento: si fa riferimento all'obiettivo che intende perseguire lo strumento, che tipicamente può riguardare

- Promozione di progetti a carattere sperimentale (R&D);
- Realizzazione delle attività preliminari ad un intervento di efficienza energetica (es. studio di fattibilità, audit energetico, predisposizione gara d'appalto);
- Realizzazione vera e propria dell'intervento di efficienza energetica.

Tipologia di strumento: si fa riferimento alla divisione tra:

- Strumenti di finanziamento, i quali tipicamente concorrono (in una parte più o meno rilevante) al reperimento delle risorse finanziarie necessarie per realizzare gli investimenti;
- Strumenti di incentivazione, i quali tipicamente migliorano il ritorno economico associato all'investimento.

Ragionando in termini di numero di strumenti esistenti per categoria (data dall'incrocio tra finalità e tipologia), si nota come vi sia una netta prevalenza per gli strumenti che supportano le attività propedeutiche agli interventi di efficienza energetica e la realizzazione vera e propria degli interventi, con una prevalenza di strumenti di finanziamento (come ad esempio l'European Energy Efficiency Fund – EEEF). Ciò rappresenta un aspetto indubbiamente positivo se letto nell'ottica dei Comuni, i quali tipicamente – come si avrà modo di discutere nella sezione dedicata alle barriere all'utilizzo di tali strumenti – non di rado auspicano di realizzare interventi di efficienza energetica riguardanti tecnologie consolidate, in grado di far raggiungere importanti riduzioni della spesa per l'energia (piuttosto che interventi a carattere sperimentale, i quali hanno prevalentemente ricadute d'immagine). D'altro canto, va sottolineato che l'unico programma che a livello europeo finanzia attività a carattere sperimentale (Horizon 2020) ha ricevuto moltissima attenzione (e fondi) da parte del legislatore europeo, il quale non dovrà trascurare – al pari del *policy maker* nazionale – di garantire la continuità nel tempo a quegli strumenti che consentano la realizzazione di interventi di efficienza energetica nei Comuni riguardanti tecnologie consolidate, auspicabilmente da adottare su ampia scala.

4.1 Conto Energia Termico

Il Conto Energia Termico è un sistema di incentivazione disposto dal DM 28/12/12 per incentivare la realizzazione di interventi di efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili. In particolare, le tipologie di interventi incentivabili sono:

1. Interventi di incremento dell'efficienza energetica in edifici esistenti;
2. Interventi di piccole dimensioni relativi a impianti per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili e sistemi ad alta efficienza.

L'incentivo per gli interventi di incremento dell'efficienza energetica consiste in un contributo pari al 40% della spesa ammissibile sostenuta (suddiviso in 5 annualità di pari importo), tenendo conto che ad ogni tipologia di intervento sono associati costi massimi ammissibili unitari ed un valore massimo dell'incentivo erogabile. Per la categoria 2, l'incentivo è calcolato sulla base della "dimensione" dell'intervento.

I Comuni – e più in generale le Pubbliche Amministrazioni - possono accedere all'incentivo per entrambe le categorie di interventi. In particolare, le Amministrazioni pubbliche possono accedere agli incentivi attraverso due procedure alternative:

- Accesso diretto: il soggetto responsabile (ossia colui che ha sostenuto le spese per la realizzazione degli interventi) presenta richiesta al GSE attraverso la compilazione della "scheda-domanda" sul portale internet dedicato (applicazione web Portaltermico) entro 60 giorni dalla fine dei lavori;
- Prenotazione: il soggetto responsabile può presentare al GSE una scheda-domanda a preventivo, resa disponibile dal GSE su un portale internet dedicato. In questo caso, il soggetto responsabile richiede l'accesso agli incentivi prima della realizzazione dell'intervento/i ma successivamente alla definizione del contratto di rendimento energetico stipulato con la ESCo o della convenzione con la CONSIP, oppure con la centrale di acquisiti regionale a cui si è rivolto per l'affidamento del servizio energia per l'esecuzione degli interventi.

Per quanto concerne gli interventi di sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale dotati di pompa di calore o generatori di calore alimentati a biomasse con potenza termica nominale complessiva superiore a 500 kW e fino a 1 MW, il soggetto responsabile deve presentare al GSE una richiesta di iscrizione ad appositi registri informatici (attraverso la medesima applicazione informatica Portaltermico, il cui bando è pubblicato dal GSE 30 giorni prima della data di avvio del periodo per la presentazione delle domande di iscrizione ai registri, che è fissato in 60 giorni), a valle della quale il GSE forma le graduatorie degli impianti iscritti, secondo specifici criteri di priorità. A valle della comunicazione di esito positivo della procedura, gli impianti inclusi nelle graduatorie devono entrare in esercizio entro 12 mesi.

L'interesse ridotto mostrato sinora dalle Pubbliche Amministrazioni è ascrivibile ad una serie di criticità che esse riscontrano nella realizzazione degli interventi di efficienza energetica.

In generale, non è prevista la cumulabilità con altri incentivi statali, ad eccezione dei fondi di garanzia, dei fondi di rotazione e dei contributi in conto interesse. Limitatamente agli edifici pubblici ad uso pubblico, gli incentivi sono cumulabili con gli incentivi in conto capitale. Nei casi di interventi beneficiari di altri incentivi non statali cumulabili, l'incentivo è attribuibile nel rispetto della normativa comunitaria e nazionale vigente.

Il D.M. 16 febbraio 2016 Conto Termico 2.0 ha aggiornato il precedente decreto, favorendo un più ampio accesso alle risorse per imprese, famiglie e Pubblica Amministrazione, e ha recepito le disposizioni normative adottate negli ultimi anni aventi impatto sulle tipologie d'investimento incentivate. Inoltre, ha introdotto significativi elementi di potenziamento con l'aggiunta di nuovi interventi incentivabili, per alcuni dei quali, ad esempio per la trasformazione degli edifici pubblici in nZEB, sono ammissibili anche le spese sostenute per interventi di adeguamento sismico che contribuiscono all'isolamento termico. È stata anche innalzata la soglia delle dimensioni degli interventi incentivabili ed è stata ampliata la gamma dei soggetti ammessi a beneficiare degli incentivi, consentendo anche alle cooperative sociali e alle società a patrimonio interamente pubblico (cui è conferita la gestione di reti e servizi locali di rilevanza pubblica) di accedere al sistema d'incentivazione per gli interventi riservati alle Pubbliche Amministrazioni.

Infine, sono state riviste le modalità di pagamento: la nuova disciplina ha confermato l'erogazione del contributo in 1, 2 o 5 rate annuali, in funzione della taglia e della tipologia d'intervento, introducendo, per le richieste presentate dai privati, il pagamento in un'unica soluzione per importi fino a 5.000 euro, mentre per la PA sono previsti pagamenti in un'unica soluzione anche per valori eccedenti questa cifra.

4.2 Titoli di Efficienza Energetica

I Titoli di Efficienza Energetica (TEE), detti anche Certificati Bianchi, sono i titoli che attestano il risparmio di energia e sono rilasciati in misura pari all'energia primaria risparmiata. Introdotto nel 2005 e successivamente modificato attraverso diversi provvedimenti, il meccanismo di funzionamento dei TEE fa riferimento al decreto entrato in vigore in data 4 aprile 2017 emesso dal Ministero dello sviluppo Economico ("MiSE").

Il Decreto TEE 2017 è diretto a dare attuazione a quanto previsto dalla Direttiva Europea 2012/27/UE e dall'articolo 7 del D. Lgs. n. 2012 del 2014; in particolare, inter alia, ai sensi dell'Art. 1, il Decreto TEE 2017:

- determina gli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico che devono essere conseguiti nel periodo 2017-2020 attraverso il meccanismo dei TEE;
- determina gli obblighi annui di incremento dell'efficienza energetica degli usi finali di energia a carico dei distributori di energia elettrica e di gas nel periodo 2017-2020;
- stabilisce le nuove Linee Guida per la preparazione, l'esecuzione e la valutazione dei progetti di efficienza energetica e per la definizione dei criteri e delle modalità per il rilascio dei TEE;
- definisce la metodologia di valutazione e certificazione dei risparmi conseguiti e le modalità di riconoscimento dei Certificati Bianchi;
- individua i soggetti che possono essere ammessi al meccanismo dei Certificati Bianchi e le modalità di accesso allo stesso;
- introduce misure per potenziare l'efficacia complessiva del meccanismo dei Certificati Bianchi;
- aggiorna le disposizioni in materia di controllo e verifica dell'esecuzione tecnica ed amministrativa dei progetti ammessi al meccanismo dei Certificati Bianchi ed il relativo regime sanzionatorio.

Gli obiettivi nazionali annui di risparmio energetico da conseguire attraverso il meccanismo dei TEE per il periodo 2017-2020, come stabilito ai sensi dell'Articolo 4, comma 1 di cui al Decreto TEE 2017, sono riportati nella tabella seguente, secondo le seguenti scadenze annuali, per un totale di 36,36 milioni di Tonnellata Equivalente di Petrolio (o "TEP") da risparmiarsi su base quadriennale.

Il Decreto TEE 2017 prevede l'emissione nel 2017 di 7.14 milioni di TEP di CB che dovranno crescere fino a 11.19 milioni di TEP nel 2020, cioè una crescita di circa il 57% cumulato sul periodo in esame. Ai sensi dei commi 4 e 5 del medesimo Articolo, i distributori di energia elettrica e gas naturale che, alla data del 31 dicembre di due anni antecedenti all'anno d'obbligo considerato, hanno più di 50.000 clienti finali connessi alla propria rete di distribuzione (i c.d. "Soggetti Obbligati", come definiti ai sensi dell'Articolo 3 del Decreto TEE 2017) devono conseguire circa il 67% (circa 24 milioni di

TEP) degli obiettivi nazionali annui di risparmio energetico attraverso il meccanismo dei TEE, secondo le quantità e le cadenze riportate nella seguente tabella:

Tab. 4.1 - Obiettivi quantitativi annui di risparmio energetico nel periodo 2017-2020

Risparmi da CB	2017	2018	2019	2020
[Mtep]	7,14	8,32	9,71	11,19

Tra i soggetti che possono accedere al meccanismo dei Titoli di Efficienza Energetica, in qualità di “soggetti volontari”, si annoverano gli Enti pubblici – compresi i Comuni – i quali devono aver proceduto alla nomina dell’energy manager oppure essere certificati ISO 50001 e mantenere in essere tali condizioni per tutta la durata della vita tecnica degli interventi per i quali ottengono i TEE.

I TEE, insieme al Conto Energia Termico, rappresentano il principale strumento di incentivazione dell’efficienza energetica nella Pubblica Amministrazione definito a livello nazionale. In particolare, i TEE coprono ambiti di intervento che non rientrano nell’ambito di applicazione del Conto Energia Termico (limitato agli edifici), quali la pubblica illuminazione e gli impianti strumentali (ad esempio impianti di depurazione o acquedotti).

4.3 European Local ENergy Assistance (ELENA)

Il Programma European Local ENergy Assistance - ELENA - è stato lanciato dalla Commissione europea e dalla Banca europea degli investimenti (BEI) nel Dicembre 2009 al fine di fornire assistenza tecnica alle autorità locali e regionali (o a raggruppamenti di esse) volte alla successiva realizzazione di investimenti su ampia scala nei settori dell'efficienza energetica, delle fonti di energia rinnovabili e del trasporto urbano sostenibile. Al fine di poter ottenere tale supporto, l'ente locale o regionale (o altro organismo pubblico o un consorzio di enti pubblici) deve contribuire, mediante il programma di investimenti che realizzerà grazie all'assistenza tecnica ricevuta, al conseguimento degli obiettivi di riduzione di CO₂ fissati all'interno del "Covenant of Mayors" ed ai risultati fissati a livello comunitario al 2020.

Il supporto fornito da ELENA finanzia a fondo perduto fino al 90% dei costi per l'assistenza tecnica - ossia di misure quali studi di fattibilità e di mercato, strutturazione dei programmi d'investimento, audit energetici e preparazione di procedure d'appalto – riferita ad un predefinito programma di investimenti da parte dell'ente pubblico. Pertanto ELENA non fornisce finanziamenti per la realizzazione dei programmi d'investimento scaturiti dall'assistenza tecnica, bensì li predispose per il successivo finanziamento proveniente da altre fonti, siano esse pubbliche o private.

I criteri da rispettare per usufruire del meccanismo sono:

- Predisposizione di un programma di investimenti precedente alla richiesta di ottenimento del Finanziamento ELENA;
- raggiungimento di un “fattore di leva” minimo pari a 25;
- Taglia minima del progetto pari a 30 milioni di euro. Progetti di scala più piccola sono supportati solo se integrati in programmi di finanziamento di più ampia scala.

Non è previsto un termine di scadenza per l'accesso al finanziamento, in quanto le richieste vengono accettate fino all'esaurimento dei fondi disponibili (“a sportello”).

Inoltre, l'accesso allo strumento ELENA non preclude la possibilità di accedere contestualmente ad altri fondi europei o nazionali, purché non abbiano per oggetto l'assistenza tecnica per lo sviluppo di un programma di investimento.

4.4 Fondo Kyoto : finanziamento efficientamento scuole

Il Fondo rotativo Kyoto consiste nella concessione di finanziamenti agevolati per interventi nel settore delle rinnovabili, dell'efficienza energetica, della ricerca e della gestione forestale. Il fondo ha avuto una gestazione piuttosto travagliata, dal momento che è stato concepito a fine 2006 dalla Finanziaria 2007 ma – dopo una serie di necessari provvedimenti ministeriali intermedi - la Circolare applicativa necessaria per l'avvio del meccanismo è stata pubblicata in Gazzetta Ufficiale in data 1° marzo 2012.

L'ammontare complessivo del Fondo rotativo è di 600 milioni di euro, distribuiti in tre annualità di 200 milioni di euro l'una. La possibilità di accesso alle risorse del Fondo riguardale imprese (tra cui le ESCo), i soggetti pubblici, i privati cittadini, i condomini, le associazioni e le fondazioni private. Tuttavia, dal 2013 le risorse residue dalla prima annualità del Fondo Kyoto (460 milioni di euro) sono state convogliate nel "Fondo per l'occupazione giovanile nel settore della green economy".

Il nuovo Fondo, operativo dal 25 gennaio 2013 a seguito della pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale della Circolare n. 5505 del 18 gennaio 2013, eroga finanziamenti a tasso agevolato per la realizzazione di progetti e interventi nei settori della green economy ed in settori di attività connessi con la messa in sicurezza del territorio dai rischi idrogeologico e sismico. Una delle principali novità introdotte (rispetto al Fondo Kyoto) riguarda il fatto che tra i beneficiari si annoverano esclusivamente le imprese, tagliando fuori quindi, tra gli altri soggetti, la Pubblica Amministrazione.

Il Fondo Kyoto per l'efficientamento energetico degli edifici scolastici, ai sensi dell'articolo 9 del d.l. 91/2014 disciplina la possibilità di concedere finanziamenti a tasso agevolato, nel limite di 350 milioni di euro, a valere sulle risorse del Fondo rotativo per il finanziamento delle misure finalizzate all'attuazione del Protocollo di Kyoto (cd. Fondo Kyoto), al fine di realizzare interventi di incremento dell'efficienza energetica degli edifici scolastici, inclusi gli asili nido, e universitari, nonché degli edifici dell'Alta formazione artistica, musicale e coreutica.

Possono accedere ai prestiti agevolati:

- i Soggetti pubblici proprietari degli immobili;
- i Soggetti pubblici che a titolo oneroso o gratuito hanno in uso gli immobili pubblici sopra descritti;
- i Fondi di investimento chiusi, costituiti ai sensi dell'articolo 33, comma 2, del decreto legge 6 luglio 2001, n. 98, convertito con modificazioni, dalla legge 15 luglio 2011, n. 111 e s.m.i.

Possono essere ammessi a finanziamento i seguenti interventi, i cui costi siano stati sostenuti in data successiva all'entrata in vigore del DM 40/2016:

- Analisi, monitoraggio, audit e diagnosi energetica (max € 30.000 per edificio – durata massima finanziamento agevolato 10 anni)

- Interventi relativi alla sostituzione dei soli impianti (max € 1.000.000 per edificio – durata massima finanziamento agevolato 20 anni)
- Interventi di riqualificazione energetica dell'edificio inclusi gli impianti e l'involucro (max € 2.000.000 per edificio – durata massima finanziamento agevolato 20 anni).

Gli interventi dovranno garantire (pena la revoca) il miglioramento del parametro dell'efficienza energetica dell'edificio oggetto di intervento di almeno 2 classi in un periodo massimo di 3 anni dalla data di inizio dei lavori di riqualificazione energetica.

La PA che intende presentare la domanda di finanziamento deve:

- Individuare l'edificio su cui intervenire, effettuando una diagnosi energetica e certificandone la classe energetica di partenza tramite l'APE; l'assenza della diagnosi e/o dell'APE è inderogabile causa di inammissibilità della domanda;
- Predisporre un progetto di livello almeno preliminare, con una relazione tecnica che individui chiaramente gli interventi da effettuare, il miglioramento di due classi energetiche dopo gli interventi, il crono programma dei lavori, il rispetto dei requisiti tecnici e dei massimali di costo del conto termico; dovrà inoltre essere allegato un quadro economico. Qualora il costo complessivo del progetto di intervento sia superiore agli importi massimi previsti, il soggetto richiedente è tenuto a dichiarare che l'integrale copertura dell'intervento è assicurata da ulteriori risorse finanziarie rientranti nelle proprie disponibilità;
- Inviare la domanda con gli allegati secondo le modalità previste dal decreto entro il 30 dicembre 2018; la domanda dovrà essere firmata digitalmente dal legale rappresentante, ovvero, nel caso altri referenti ne abbiano la delega, la stessa va allegata;

4.5 Fondo Kyoto Scuole: Applicazione al patrimonio scolastico del Comune di Genova

Il Comune di Genova, in attuazione alle politiche di miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici pubblici di sua proprietà, ha individuato negli edifici scolastici, la possibilità di intervenire, ai fini di ridurre gli attuali consumi, in quanto tali edifici risultano essere particolarmente energivori. Il Comune ha pertanto approvato la partecipazione al bando ministeriale per l'ammissione al finanziamento per la realizzazione di interventi di efficientamento energetico sugli edifici di proprietà pubblica destinati ad uso scolastico, a valere sul Fondo Kyoto, ai sensi dell'articolo 9 del D.L. 91/2014.

Con decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 26 Agosto 2016 n.197/CLE è stato quindi riconosciuto al Comune di Genova un finanziamento a tasso agevolato pari a € 1.127.506,00 per l'elaborazione delle Diagnosi Energetiche (DE) di 204 edifici scolastici di proprietà dell'amministrazione.

L'amministrazione ha indetto una gara di appalto a procedura aperta per l'affidamento di audit e diagnosi energetiche e ha individuato 204 edifici suddivisi in 9 lotti. Sono state individuate nove imprese, dove a ciascuna è stato assegnato un lotto comprensivo di una ventina di edifici scolastici.

Le DE oggetto di gara sono state svolte secondo una procedura ben definita dalla PA, al fine di ottenere una standardizzazione del processo che potesse rendere il più possibile confrontabili tra loro i risultati delle analisi sviluppate dalle nove diverse società incaricate.

5 La diagnosi energetica

5.1 Definizione di Diagnosi energetica

Il D.Lgs. 115/08 definisce “diagnosi energetica” una procedura sistematica volta a:

- fornire un’adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di un’attività o impianto industriale o di servizi pubblici o privati;
- individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici;
- riferire in merito ai risultati.

Tale definizione, con riferimento all’edificio, può essere estesa e dettagliata come segue:”diagnosi energetica” è una procedura sistematica che si propone di:

- definire il bilancio energetico del sistema edificio-impianto e individuare i possibili recuperi delle energie disperse;
- valutare le condizioni di benessere termoisometriche e di sicurezza necessarie ed individuare appropriate soluzioni di risparmio energetico;
- valutarne le opportunità dal punto di vista tecnico-economico ed ottimizzare le modalità di gestione del sistema edificio-impianto (contratti di fornitura di energia, modalità di conduzione, ecc.) ai fini di una riduzione dei costi di gestione.

5.2 Differenza tra diagnosi energetica e attestato di prestazione energetica

Sebbene in prima analisi l'attestato di prestazione energetica (l'attestato di certificazione energetica, ACE, è stato recentemente sostituito dall'attestato di prestazione energetica, APE, con il Decreto legge 63/2013) possa essere considerato simile alla diagnosi energetica, in quanto offrono entrambi una caratterizzazione energetica di un sistema edificio/impianto, in realtà hanno obiettivi, condizioni al contorno e competenze richieste differenti.

La certificazione energetica ha come obiettivo principale quello di rappresentare in forma più semplice possibile una qualità energetica di un sistema edificio/impianto riferita a condizioni standard normalizzate, in modo da rendere comprensibili anche ai soggetti non tecnici gli indicatori che esprimono tale qualità energetica. La finalità ultima è quella della confrontabilità, ovvero della definizione di una prestazione energetica rispetto ad una metodologia standardizzata e dell'inserimento di questa in una scala di classificazione, in modo da comprendere se la prestazione energetica dell'edificio è elevata e quindi rappresentante un valore aggiunto per l'immobile oppure mediocre, per cui necessita di interventi di riqualificazione. Solo secondariamente ha la finalità di dare delle indicazioni di massima sui possibili interventi di risparmio energetico attuabili, ovvero sul come aumentare la qualità energetica del sistema edificio/impianto in oggetto: l'obiettivo in questo caso non è definire tecnicamente un intervento di miglioramento, quanto descrivere genericamente una soluzione di risparmio energetico che possa essere da stimolo ad una eventuale successiva richiesta di miglioramento energetico.

La diagnosi energetica si pone l'obiettivo di effettuare un'analisi approfondita e sistematica sulla quantificazione e le modalità di utilizzo dell'energia al fine di valutare le potenziali soluzioni di risparmio energetico secondo una logica di miglior rapporto costi-benefici. Si tratta, quindi, di esaminare il comportamento "reale" del sistema edificio-impianto, analizzando i dati storici di consumo, i profili di utilizzo specifici, le condizioni climatiche, le tipologie impiantistiche presenti in modo da costruire un modello energetico dell'edificio che rispecchi l'effettivo" utilizzo dell'energia. La metodologia di calcolo non può più quindi essere standardizzata, ma deve adattarsi alle diverse condizioni al contorno di ciascun edificio ed al grado di approfondimento che si vuole ottenere. La finalità ultima di una diagnosi energetica è la valutazione delle possibili Misure di Efficienza Energetica (EEM), secondo un'analisi non incentrata soltanto sul risparmio puramente energetico, ma su un insieme di criteri (economici, energetici, ambientali, di immagine) a cui viene dato un peso diverso in relazione alle esigenze della committenza.

5.3 Scopo della diagnosi energetica

La DE è pertanto uno strumento di fondamentale importanza per la valutazione del comportamento energetico dell'edificio e degli impianti in esso presenti, e l'individuazione di possibili Interventi di Efficienza Energetica, (Energy Efficiency Measures - EEM), da applicare al sistema edificio-impianti, al fine di ottenere un notevole risparmio economico, generato da una sostanziale diminuzione dei consumi e dall'eventuale riduzione degli oneri per la Conduzione e Manutenzione, (Operation & Maintenance - O&M), del sistema edificio-impianti.

Nell'ambito della riqualificazione energetica degli edifici pubblici, la DE è fondamentale per dotare la Pubblica Amministrazione (PA) di un'analisi tecnico-economica di dettaglio delle EEM identificate, con lo scopo di consentire l'individuazione dei possibili strumenti di finanziamento delle stesse, sia tramite finanziamento proprio, sia tramite proposte di *Energy Performance Contract* (EPC) da parte di Società di Servizi Energetici (*Energy Service Company* – ESCO) abbinate all'istituto del Finanziamento Tramite Terzi (FTT). In tale ambito trova espressione l'applicazione del Partenariato Pubblico Privato (PPP).

La DE analizza, pertanto anche, le possibili soluzioni tecniche e contrattuali, che potrebbero portare alla realizzazione di interventi di miglioramento dell'efficienza energetica volti ad una riduzione dei consumi e ad un conseguente abbattimento delle emissioni di CO₂.

La redazione della DE, è inoltre, in alcuni casi, obbligatoria per l'accesso ai sistemi di incentivazione previsti per le PA (Conto Termico 2.0 - D.I. 16/02/2016 e Fondo Kyoto - DM 40/2016).

6 Procedura della diagnosi adottata dal Comune di

Genova

Con Delibera di Giunta Comunale n. 225 del 17/09/2015 l'amministrazione ha partecipato al bando ministeriale e con decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 26 Agosto 2016 n.197/CLE è stato riconosciuto al Comune di Genova un finanziamento a tasso agevolato pari a € 1.127.506,00 per l'elaborazione delle diagnosi energetiche di 204 edifici scolastici necessarie per la programmazione futura degli interventi di riqualificazione energetica degli edifici stessi.

Sono stati stipulati contratti di mutuo con la Cassa Depositi e Prestiti ed è stata pubblicata la Procedura aperta per l'affidamento in appalto del servizio di Audit e diagnosi energetiche relative agli edifici scolastici di proprietà del Comune di Genova finanziate ai sensi dell'art. 9 del D.L. 91/2014 (Fondo Kyoto) - Lotti 1,2,3,4,5,6,7,8,9.

Nell'allegato A vengono riportati tutti gli edifici oggetto di analisi identificati da un codice edificio.

Delle 204 Diagnosi Energetiche inizialmente finanziate dal Fondo Kyoto ne sono state realizzate 203 in quanto è stata esclusa la scuola materna "Gaslini" di Via Bolzaneto 11 con codice edificio E1133/1 poiché durante il sopralluogo è emerso che la suddetta attività scolastica non era più svolta all'interno del complesso scolastico analizzato.

Esistono diverse tipologie di diagnosi dettate dalla norma UNI16247, tra cui le linee guida Muvita, elaborate dalla Fondazione Muvita in collaborazione con l'Agenzia Regionale per l'Energia della Liguria e l'Università di Genova – DIME e le linee guida AiCARR adottate dal Comune di Genova.

Esse sono differenti tra loro non solo per il livello di dettaglio, ma anche per la durata del procedimento e della spesa economica che ne deriva.

Tre elementi, in particolare, influiscono sulla scelta della tipologia di diagnosi: l'ambito d'intervento, il grado di accuratezza e gli obiettivi, questi ultimi riferiti dal cliente alla ESCo, sui quali essa baserà la diagnosi.

Esistono, quindi, tre livelli di diagnosi energetica: leggera o di I livello, standard o di II livello e dettagliata o di III livello.

Tab. 6.1- Caratteristiche diagnosi energetica "Linee Guida Muvita e DIME "

	Walkthrough	Standard	Simulation
Caratteristiche dimensionali edificio	Planimetrie di massima	Planimetrie, sezioni e prospetti di dettaglio	Planimetrie, sezioni e prospetti di dettaglio
Caratteristiche impiantistiche	Consigliate (di massima)	Consigliate (di dettaglio)	Consigliate (di dettaglio)
Dati sui consumi energetici	Necessari	Necessari	Necessari
Misure da effettuarsi	Caratteristiche dimensionali (di massima) Temperatura aria Temperatura superficiale Illuminamento Misure elettriche	Caratteristiche dimensionali Temperatura aria Temperatura superficiale Velocità dell' aria Portata aria Illuminamento Analizzatore di rete (elettrica) Analisi combustione Termografiche (consigliato) Termoflussimetriche (consigliate)	Caratteristiche dimensionali Temperatura aria Temperatura superficiale Velocità dell' aria Portata aria Illuminamento Analizzatore di rete (elettrica) Analisi combustione Termografiche (consigliato) Termoflussimetriche (consigliate)
Sistemi di monitoraggio (data logger)	Nessuno	Consigliati	Consigliati
Modulistica	Check - list di base	Check - list di dettaglio	Check - list di dettaglio
Strumenti di calcolo	Nomogrammi, fogli di calcolo semplici	Modelli di calcolo semplificati, semplici algoritmi o modelli semplificati	Modelli di simulazione dinamica (es. DOE2, EnergyPlus, ecc.)
Risultati attesi	Report sintetico con individuazione delle inefficienze impiantistiche e gestionali, prima lista di interventi, indicazioni sull' opportunità approfondire ulteriormente l'indagine	Report esteso con descrizione dello stato di fatto (strutture ed impianti), individuazione delle inefficienze strutturali impiantistiche e gestionali, definizione e descrizione degli interventi, valutazioni economiche	Report esteso con descrizione dello stato di fatto (strutture ed impianti), individuazione delle inefficienze strutturali impiantistiche e gestionali, definizione e descrizione degli interventi, valutazioni economiche
Tempi medi previsti	Pochi giorni	Poche settimane	Diverse settimane
Costo	Basso	Medio	Elevato

Il Comune di Genova per la realizzazione delle DE svolte dagli Auditors, ha adottato le modalità prescritte per le DE di II livello.

6.1 Metodologia della diagnosi

Per la procedura delle diagnosi energetiche dal punto di vista dell'approccio metodologico generale e delle modalità di calcolo relativamente a tutti i sistemi e sottosistemi degli edifici, oltre a fare riferimento a quanto previsto dalla normativa tecnica nazionale italiana ed Europea, il Comune di Genova ha deciso di fare riferimento alle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - elaborato da AiCARR (Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria Riscaldamento e Refrigerazione) per Agesi, Assital, Assopetroli e Assoenergia.

Il testo contiene le modalità con cui gli operatori potranno fare efficienza energetica secondo un percorso logico ottimizzato. Il percorso infatti si sviluppa nelle seguenti fasi:

- Diagnosi energetica
- Progettazione
- Riqualificazione energetica
- Gestione, manutenzione e monitoraggio

La diagnosi energetica si sviluppa nelle fasi di processo di seguito riportate. L'utilizzo di tale processo di diagnosi energetica permette al responsabile della diagnosi energetica (REDE) di impostare una metodologia operativa standardizzata.

Lo schema seguente è semplificato e corrisponde ai passaggi che l'operatore deve seguire durante una diagnosi energetica di I livello; in livelli di dettaglio maggiore, le fasi sono maggiormente articolate, ma l'impostazione di base rimane analoga.

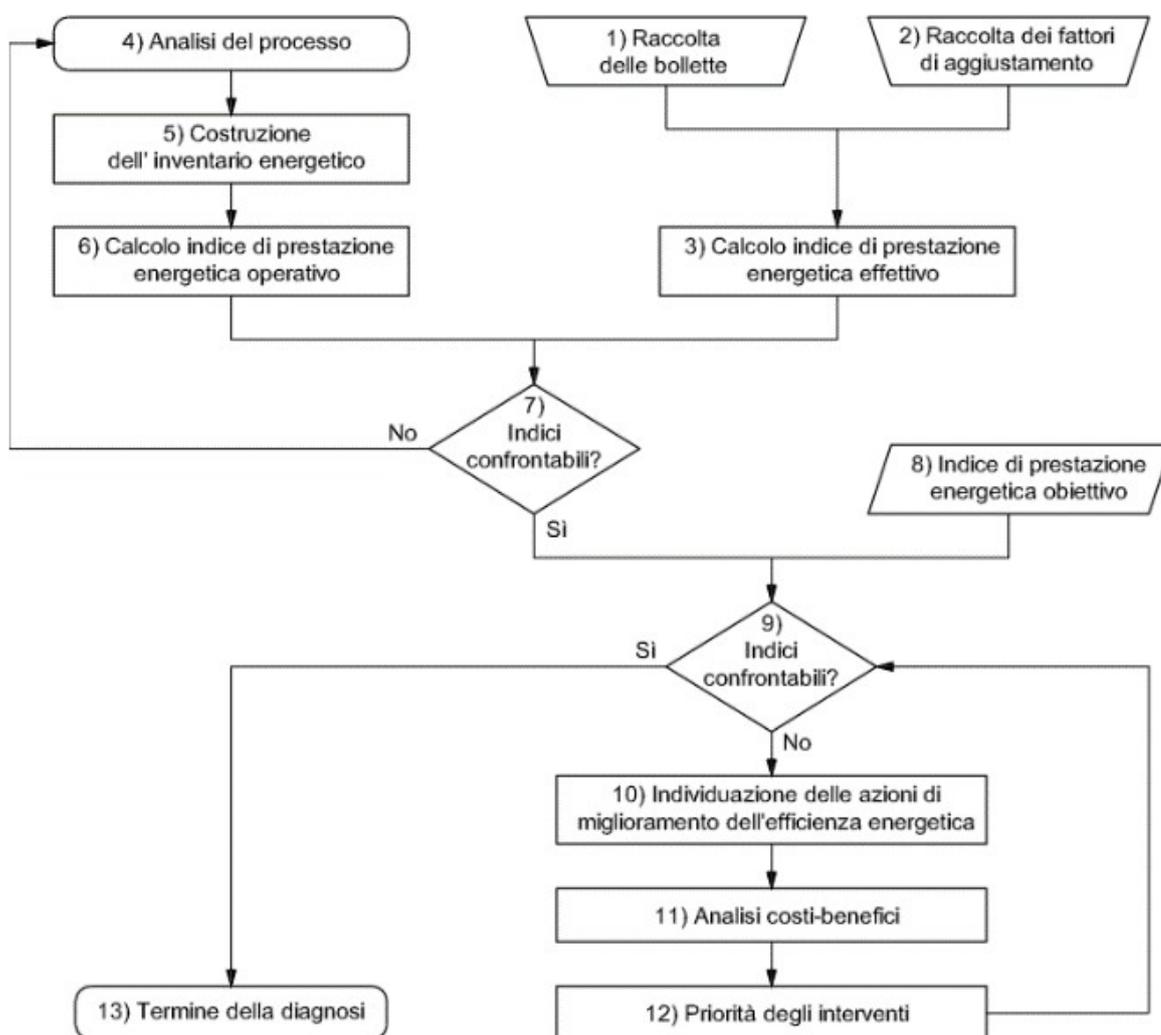


Fig. 6.1- Fasi DE secondo le linee guida AiCARR

Per mezzo dei risultati della diagnosi energetica si può eseguire la progettazione degli interventi sull'edificio, consci di quali sono i reali bisogni del sistema edificio-impianto, secondo le esigenze e le disponibilità della committenza.

La progettazione di uno o più interventi di riqualificazione energetica, sia che riguardino l'impianto che l'involucro dell'edificio, deve tenere in considerazione le specifiche condizioni al contorno che ciascuna realizzazione comporta. Tali condizioni possono essere di natura esclusivamente tecnica (legislazione in materia impiantistica, energetica), ma possono anche riguardare anche altri ambiti coinvolti in un processo di ristrutturazione: l'adempimento alla normativa urbanistica e al codice civile, l'osservanza della legislazione inerente alla prevenzione incendi, il rispetto del regolamento di igiene comunale e del regolamento di condominio; sulle Linee guida è riportato un elenco esaustivo della normativa di riferimento.

La procedura di realizzazione della DE è stata quindi svolta dagli Auditor, secondo le modalità prescritte dalle LGEE per le DE di II livello, nelle seguenti fasi operative:

- a) Acquisizione della documentazione utile, fornita dalla PA;
- b) Analisi del quadro normativo di riferimento, incluso la verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici interferenti sull'immobile interessato dall'intervento;
- c) Visita agli edifici, con verifica degli elaborati forniti e rilievo dei dati relativi alle caratteristiche degli elementi disperdenti ed impiantistici costituenti il sistema edificio-impianto;
- d) Visita alla centrale termica con il supporto del personale incaricato della conduzione e manutenzione degli impianti e rilevamento dei dati utili;
- e) Preparazione e compilazione delle schede di Audit previste per la diagnosi di livello II di cui all'appendice A delle LGEE - Linee Guida per l'Efficienza Energetica negli Edifici - sett. 2013 - elaborato da AiCARR per Agesi, Assistal, Assopetroli e Assoenergia;
- f) Elaborazione del comportamento termico ed elettrico dell'edificio, realizzata utilizzando i software commerciali in possesso di certificato di conformità rilasciato dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i.;
- g) Analisi dei profili annuali di consumi e costi dei servizi energetici reali dell'edificio, comprensivi della fornitura dei vettori energetici sia elettrici che di gas e degli oneri di O&M, relativamente alle annualità 2014-2015-2016;
- h) Analisi dei dati climatici reali del sito ove è ubicato l'edificio con conseguente calcolo dei Gradi Giorno reali (GG_{real}), utilizzando le temperature esterne rilevate dalla stazioni meteo ;
- i) Individuazione della "baseline termica" di riferimento (e relative emissioni di CO_2) tramite opportuna ripartizione del consumo di combustibile tra le varie utenze a servizio dell'edificio e destagionalizzazione dello stesso, utilizzando i relativi GG reali (GG_{real}), e conseguente normalizzazione secondo i GG di riferimento (GG_{rif});
- j) Individuazione della "baseline elettrica" di riferimento (e relative emissioni di CO_2) calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per tre le annualità 2014, 2015, 2016;
- k) Validazione del modello elaborato mediante il confronto con le baseline energetiche, al fine di ottenere uno scostamento inferiore al 5%;
- l) Analisi delle possibili EEM necessarie per la riqualificazione energetica del sistema edificio-impianto analizzando gli aspetti tecnici, energetici, ed ambientali.
- m) Simulazione del comportamento energetico dell'edificio a seguito dell'attuazione delle varie EEM proposte singolarmente, ed individuazione della nuova classe energetica raggiungibile;
- n) Definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell'edificio superiore a due classi energetiche e tempi di ritorno inferiori uguale rispettivamente a 25 e a 15 anni.
- o) Analisi costi-benefici e di redditività finanziaria derivanti dalla realizzazione delle EEM previste singolarmente, con riferimento ai principali indicatori finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;
- p) Valutazione economico-finanziaria dei due scenari ottimali previsti, a partire dal "baseline di costi" e con riferimento ai principali indicatori finanziari e di sostenibilità finanziari ed ai possibili sistemi di incentivazione;

- q) Identificazione dell'eventuale canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale attraverso un Energy Performance Contract, con lo scopo di analizzare il possibile interesse nella realizzazione degli interventi studiati, tramite l'intervento di una ESCo;
- r) Realizzazione di una relazione tecnica descrittiva di dettaglio dell'analisi effettuata (Rapporto di DE);
- s) Realizzazione di un report dei Benchmark.

Scopo della DE è quindi la definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposte al fine di conseguire un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell'edificio superiore a due classi e tempi di ritorno inferiori uguali rispettivamente a 25 o a 15 anni.

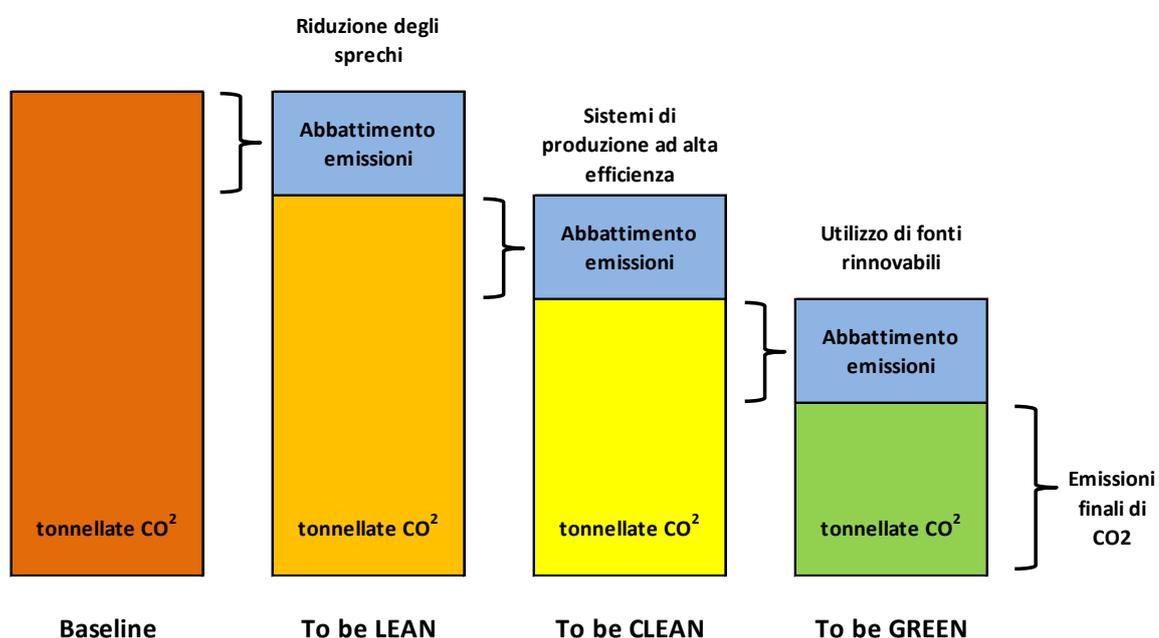


Fig. 6.2- Principio della Gerarchia Energetica: “To Be Lean – To Be Clean – To Be Green” (fonte: London Plan 2011).

Secondo tale modello possono essere definite delle strategie di intervento al fine di conseguire un efficace riduzione dei consumi energetici e conseguente abbattimento delle emissioni di CO₂, secondo tre livelli consequenziali:

- To be Lean: Utilizzo di EEM che limitino gli sprechi ed ottimizzino il funzionamento del sistema edificio-impianto (es: illuminazione a led, coibentazione strutture, efficientamento serramenti, termoregolazione, variazioni nelle modalità di utilizzo, ecc.);
- To be Clean: Aumento dell'efficienza dei sistemi di produzione in loco dell'energia tramite lo sfruttamento di tecnologie ad alto rendimento (es: sostituzione generatore di calore con uno ad alta efficienza, chiller ad alta efficienza, teleriscaldamento, teleraffrescamento, cogenerazione);

- To be Green: Produzione di energia da fonti rinnovabili (es: pompe di calore, fotovoltaico, ecc.).

Secondo questo modello di gerarchica energetica non è raccomandato riqualificare gli impianti di generazione della climatizzazione e gli impianti rinnovabili se non a partire da rinnovate e ridotte condizioni del fabbisogno energetico, conseguenti all'adozione di EEM preliminari atte a ridurre il fabbisogno energetica primario.

Per tanto, nel caso di soluzioni integrate, dapprima si è valutata la fattibilità di ridurre gli sprechi mediante misure sull'involucro e sulla domande d'utenza (anche relativamente ai sistemi di emissione, regolazione, distribuzione, accumulo), partendo dal baseline e a approdando a un nuovo valore di baseline ridotto, ("to Be Lean"). In seguito, da questo valore ridotto di baseline si è valutato il dimensionamento delle apparecchiature e il risparmio conseguibile dapprima dalla riqualificazioni degli impianti di generazione per la climatizzazione e, dopo, dall'installazione di tecnologie di generazione da fonti rinnovabili.

Una volta esaminate le possibili EEM si è realizzata una analisi economica delle stesse, ponendo particolare attenzione nella valutazione dei possibili sistemi incentivanti applicabili (Conto Termico, Titoli di Efficienza Energetica, ecc) individuando i principali indicatori economici d'investimento di seguito elencati, (la descrizione e le formule sono riportate nel Capitolo 10.1) :

- TRS (Tempo di rientro semplice);
- TRA (Tempo di rientro attualizzato);
- VAN (Valore attuale netto);
- TIR (Tasso interno di rendimento);
- IP (indice di profitto).

Inoltre per i soli scenari ottimali, si è provveduto alla formulazione del Piano Economico-Finanziario indicativo (PEF) ed alla valutazione della sostenibilità finanziaria, utilizzando i seguenti indicatori di bancabilità (la descrizione e le formule sono riportate nel Capitolo 10.2):

- DSCR (Debt Service Cover Ratio) medio di periodo;
- LLCR (Loan Life Cover Ratio) medio di periodo.

La definizione di bancabilità delle EEM viene associata agli scenari che realizzino valori positivi di DSCR nell'intorno di 1,3 e valori positivi di LLCR maggiori di 1.

Si è poi individuata una possibile tipologia di contratto che potesse rendere realizzabili le EEM identificate, ipotizzando la partecipazione di ESCo attraverso l'utilizzo di contratti EPC.

Dal punto di vista dell'individuazione dei capitali per la realizzazione delle misure, si è invece posta l'attenzione sulle varie alternative finanziarie, individuando nel Finanziamento Tramite Terzi (FTT) una valida opportunità, nel caso in cui la PA non abbia le risorse necessarie a sostenere gli investimenti per la riqualificazione energetica dell'edificio.

6.2 Struttura del Report

Il rapporto di DE, con riferimento alla norma UNI CEI EN 16247-2:2014, è stato conseguentemente articolato nelle seguenti parti:

- Una prima parte nella quale sono descritti lo scopo ed i confini della DE e le metodologie di analisi adottate;
- Una seconda parte in cui sono riportate le informazioni dell'edificio rilevate in sede di sopralluogo e le valutazioni effettuate al fine di identificare le caratteristiche tecniche dei componenti del sistema edificio-impianto.
- Una terza parte contenente l'analisi dei consumi storici dell'edificio oggetto della DE, con la conseguente identificazione degli indici di prestazione energetica effettivi;
- Una quarta parte relativa alla definizione del modello energetico, e del procedimento di convalida dello stesso, al fine di renderlo conforme a quanto identificato nell'analisi dei consumi storici;
- Una quinta parte in cui sono descritte le caratteristiche tecniche ed i costi delle EEM proposte e gli scenari ottimali, individuabili tramite la valutazione dei risultati dell'analisi economico-finanziaria.
- Una parte conclusiva contenente i risultati dell'analisi ed i suggerimenti dell'Auditor per l'attuazione degli scenari proposti da parte della PA, definendo le opportune priorità di intervento.

7 Risultati della DE: Caratterizzazione del patrimonio scolastico del Comune di Genova

7.1 Inquadramento geografico

Ai fini della definizione delle caratteristiche del patrimonio scolastico del Comune di Genova si è reso necessario valutare innanzi tutto la contestualizzazione geografica ed urbana degli edifici oggetto di Audit.

E' stata quindi utilizzata una mappa satellitare all'interno della quale sono state individuate le ubicazioni dei complessi edilizi analizzati.

Dall'analisi dell'elaborato cartografico è possibile infatti rilevare l'esatta individuazione del contesto naturale in cui gli edifici sono ubicati, l'orografia del territorio, la presenza di piante, di flussi d'acqua, di infrastrutture viarie ed energetiche, di schermature.

Si può inoltre notare come gli edifici analizzati siano dislocati all'interno di tutto il territorio del Comune di Genova, offrendo una panoramica completa dei possibili contesti presenti.

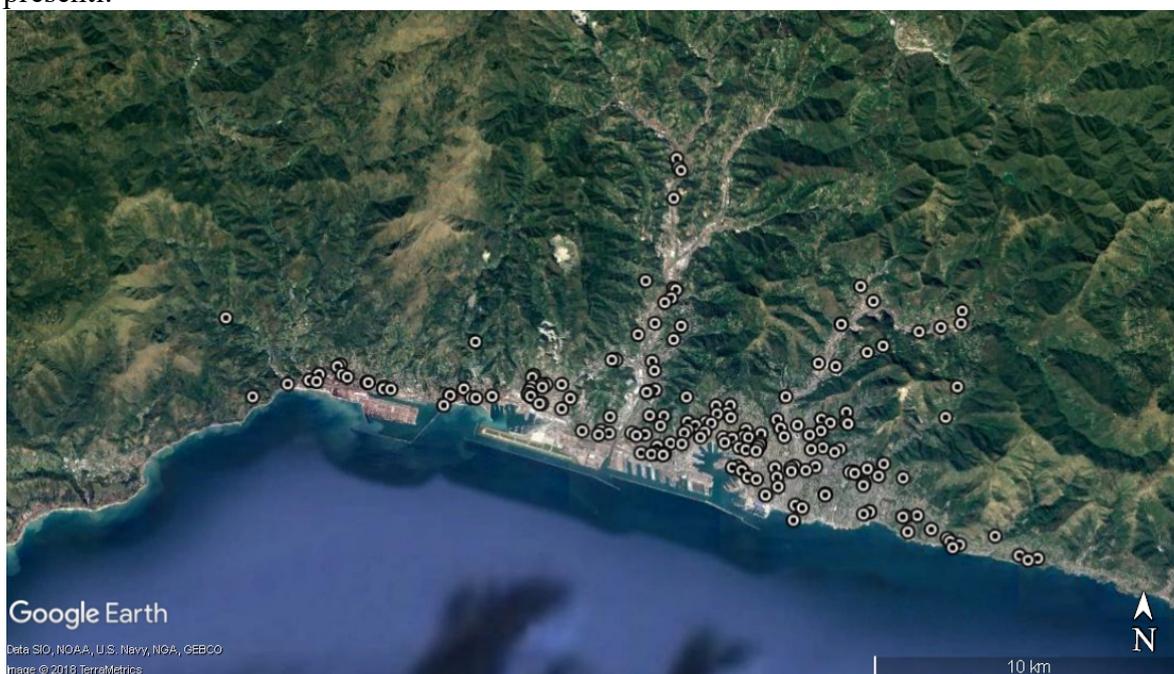


Fig. 7.1 - Mappa satellitare in cui sono localizzati gli edifici oggetto di studio

7.2 Destinazione d'uso degli edifici

Il DPR 412/93 definisce le destinazioni d'uso degli edifici:

E.1 Edifici adibiti a residenza e assimilabili:

E.1 (1) abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali, collegi, conventi, case di pena, caserme;

E.1 (2) abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, finesettimana e simili;

E.1 (3) edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari;

E.2 Edifici adibiti a uffici e assimilabili: pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite anche ad attività industriali o artigianali, purché siano da tali costruzioni scorporabili agli effetti dell'isolamento termico;

E.3 Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili ivi compresi quelli adibiti a ricovero o cura di minori o anziani nonché le strutture protette per l'assistenza ed il recupero dei tossicodipendenti e di altri soggetti affidati a servizi sociali pubblici;

E.4 Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto e assimilabili:

E.4 (1) quali cinema e teatri, sale di riunioni per congressi;

E.4 (2) quali mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto;

E.4 (3) quali bar, ristoranti, sale da ballo;

E.5 Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili: quali negozi, magazzini di vendita all'ingrosso o al minuto, supermercati, esposizioni;

E.6 Edifici adibiti ad attività sportive:

E.6 (1) piscine, saune e assimilabili;

E.6 (2) palestre e assimilabili;

E.6 (3) servizi di supporto alle attività sportive;

E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;

E.8 Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili.

Ai sensi di tale decreto, gli edifici scolastici analizzati, ricadono per la maggior parte nella destinazione d'uso *E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili*.

Dai sopralluoghi effettuati da parte degli Auditors è emerso che alcuni edifici presentavano in parte o prevalentemente destinazioni d'uso differenti da quella scolastica, ovvero appartenenti alle seguenti categorie:

- E.4 - Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto e assimilabili
- E.4 (2) - Mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto
- E.2 - Edifici adibiti a residenze collettive, a uffici e assimilabili.

La presenza di edifici con destinazione d'uso diversa da quella scolastica può essere dovuta al fatto che negli anni si sono verificate delle variazioni di utilizzo degli edifici i quali possono essere stati adibiti in parte ad altri scopi.

Di seguito viene riportato il grafico in cui si evidenzia la percentuale di edifici analizzati la cui destinazione d'uso prevalente risulta essere differente rispetto a quella scolastica. Tali edifici sono stati esclusi dalle successive analisi in quanto i relativi parametri energetici possono presentare caratteristiche fortemente differenti rispetto a quelli ad uso interamente scolastico.

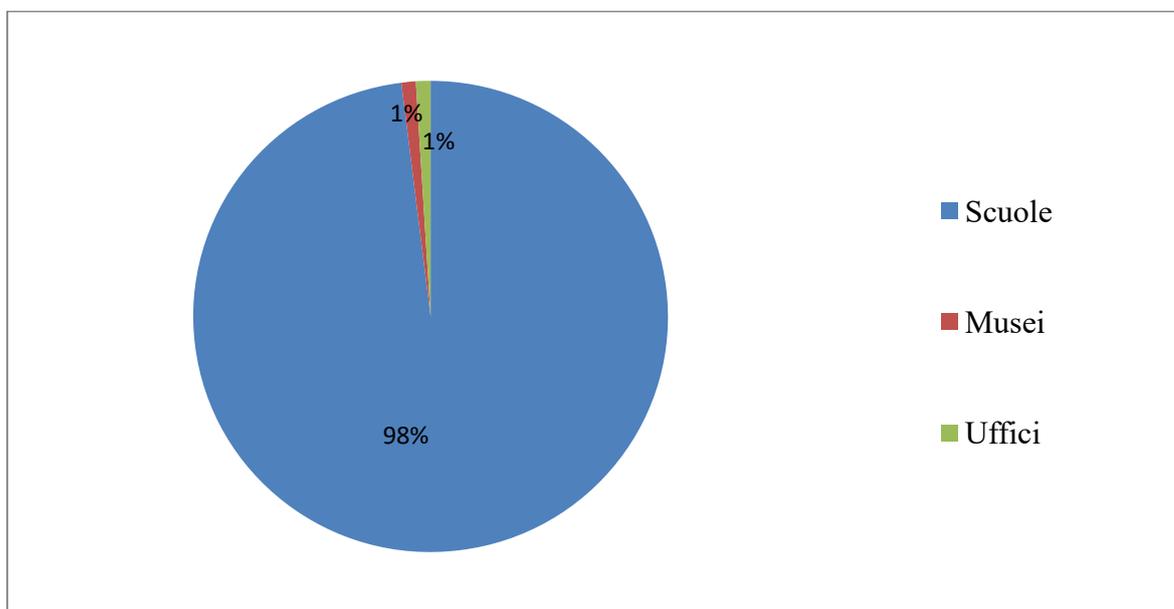


Fig. 7.2 - Grafico "Tipologie di destinazioni d'uso"

Tab. 7.1- Edifici esclusi dall'analisi per differente destinazione d'uso

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E1165	5	Via Costantino Reta 3g	Sede Municipio - Vigili
E1641/2	1	Corso Firenze 24	"ISTITUTO TELECOMUNICAZIONI - Polizia Municipale Castelletto - ATS 42 - Ambito Territoriale Sociale Municipio I Centro Est - ex Distretto Sociale"
E64/1	9	Via Capolungo	VILLA GRIMALDI (Museo)

7.3 Tipologia istituti scolastici

Gli edifici scolastici di proprietà del Comune di Genova comprendono strutture destinate a diverse tipologie di istituzione scolastica, che vanno dal nido e scuola d'infanzia, alle scuole primarie e secondarie di primo grado e spesso includono aggregazioni di due o più di queste.

Si tratta di un elemento distintivo importante in quanto in relazione all'età dei bambini possono o potrebbero variare le caratteristiche spaziali degli edifici che li ospitano.

Come mostra il grafico a seguire, la tipologia di scuole prevalente è quella mista, a seguire, il 18% del totale corrisponde alla scuola materna, mentre il 15% fa riferimento alle scuole primarie rivolgendosi ai bambini dai 6 ai 10 anni e scuole secondarie di primo livello con una fascia di età compresa tra gli 12 e i 15 anni.

Sono invece pochi gli istituti dedicati a fasce di età a partire dai 16 anni in quanto tali tipologie di istituti risultano ubicati tipicamente in edifici di proprietà di altri enti pubblici.

Si sottolinea che complessivamente i sistemi scolastici multipli, cioè non dedicati ad un'unica fascia anagrafica di utenti e quindi appartenenti alla tipologia mista, costituiscono il 43% dei 196 casi esaminati.

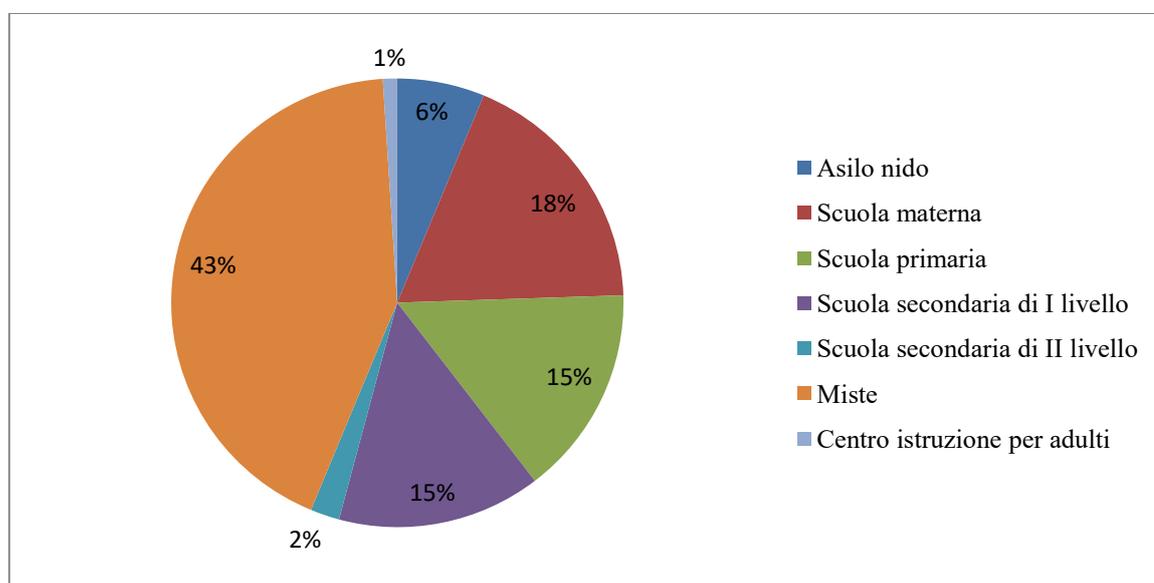


Fig. 7.3 - Grafico "Tipologie di istituto"

Ulteriormente ai 3 edifici esclusi precedentemente per diversa destinazione di utilizzo si è reso necessario escludere dalla presente analisi anche quelli riportati nella Tab. 7.2 in quanto in sede di sopralluogo da parte degli Auditors è emerso che l'attività scolastica non risultava operativa.

Tab. 7.2 - Edifici esclusi dalla diagnosi energetica perchè non operativi

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E843	7	Via Podesta', 2	Scuola media "QUASIMODO"
E554/1	4	Via Trossarelli 68	Scuola comunale VESPERTINA "STAGLIENO"
E1363	8	Via San Giorgio 1	SEDE DI ASSOCIAZIONI VARIE
E834	7	Via Martiri del Turchino 127	Asilo Nido "SMERALDO"

La scuola media "Quasimodo" si trova attualmente in stato di non agibilità. Per tale motivo in fase di sopralluogo non è stato possibile effettuare un rilievo all'interno dell'edificio, ma solamente dall'esterno. La diagnosi è stata condotta in condizioni standard di utilizzo e la mancanza di dati relativi ai consumi reali dell'edificio (dovuti al non utilizzo della struttura) ha limitato lo studio e pertanto è stato escluso dall'analisi.

Per quanto riguarda invece gli edifici E554/1 ed E834 è stata effettuata la diagnosi energetica ma essendo attualmente non utilizzati non sono presenti i dati di fatturazione relativi ai due vettori energetici, pertanto non è stato possibile effettuare l'analisi dei consumi storici termici ed elettrici dell'edificio. Si è ritenuto quindi di escludere anche questi due complessi scolastici.

Diverso il caso di Via San Giorgio (E1363) di cui è stata realizzata la DE analizzando i consumi della parte di edificio adibita ad Uffici e al centro di associazione musicale, perché i primi tre piani, adibiti ad uso scolastico, sono ad oggi inutilizzati.

7.4 Anno di costruzione

Un altro aspetto determinante nella definizione di un quadro conoscitivo completo è lo studio della distribuzione anagrafica degli immobili.

Nel caso specifico delle scuole analizzate i dati relativi al periodo di costruzione non sono sempre disponibili e quando lo sono, presentano diversi gradi di precisione.

Complessivamente il patrimonio edilizio si connota per un grado significativo di anzianità degli immobili, a cui fa fronte un numero molto limitato di interventi di ristrutturazione complessiva segnalati; circa il 5% degli edifici ha subito interventi di ristrutturazione o ampliamento significativi, quasi tutti realizzati fra la fine degli anni Novanta.

Dall'analisi effettuata è quindi emerso che gli edifici costruiti prima della seconda metà del Novecento risultano un numero abbastanza significativo, il 24%. Gli edifici di recente costruzione, realizzati dopo il 2005, occupano soltanto un 1% e sono due asili nidi.

Si tratta dell' asilo nido "Bruco Pellegrino" (E1360) e l' asilo nido Piazza Sarzano (E1922), costruiti rispettivamente nel 2007 e nel 2014.



Fig. 7.4- Edificio E1360



Fig. 7.5 – Edificio E1922

Ai fini di una caratterizzazione del patrimonio edilizio scolastico si è reso necessario definire alcune fasce di anni di costruzione in base anche alla diffusione nel corso di tempo delle principali tipologie costruttive, che saranno analizzata in seguito.

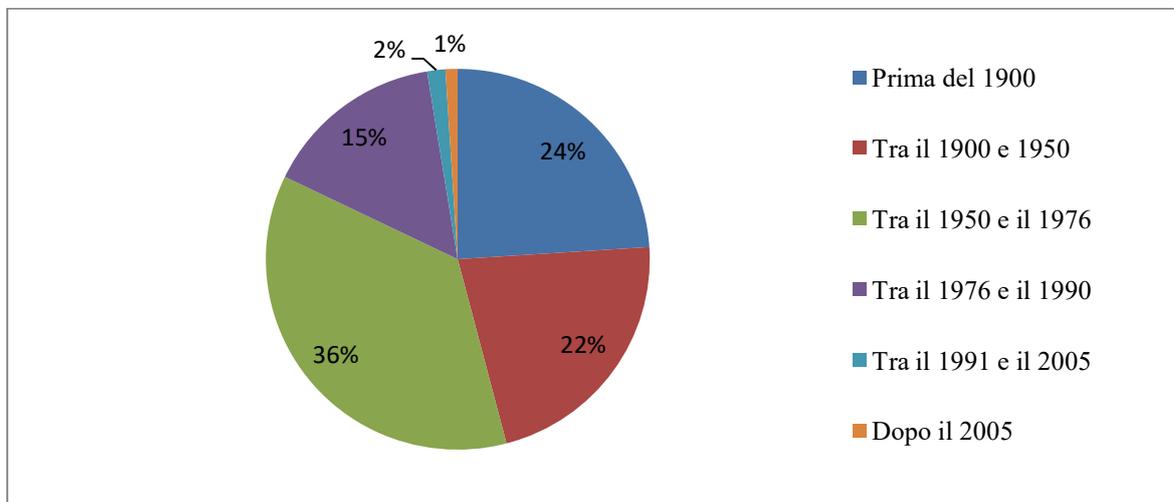


Fig. 7.6 - Grafico "Anno di costruzione"

7.5 Vincoli architettonici e paesaggistici

Dalla ricerca effettuata sugli strumenti urbanistici comunali e sul portale dei Vincoli Architettonici, Archeologici e Paesaggistici della Regione Liguria, emerge che degli edifici analizzati circa il 40% e quindi un numero abbastanza significativo risulta soggetto a vincoli di diversa tipologia.

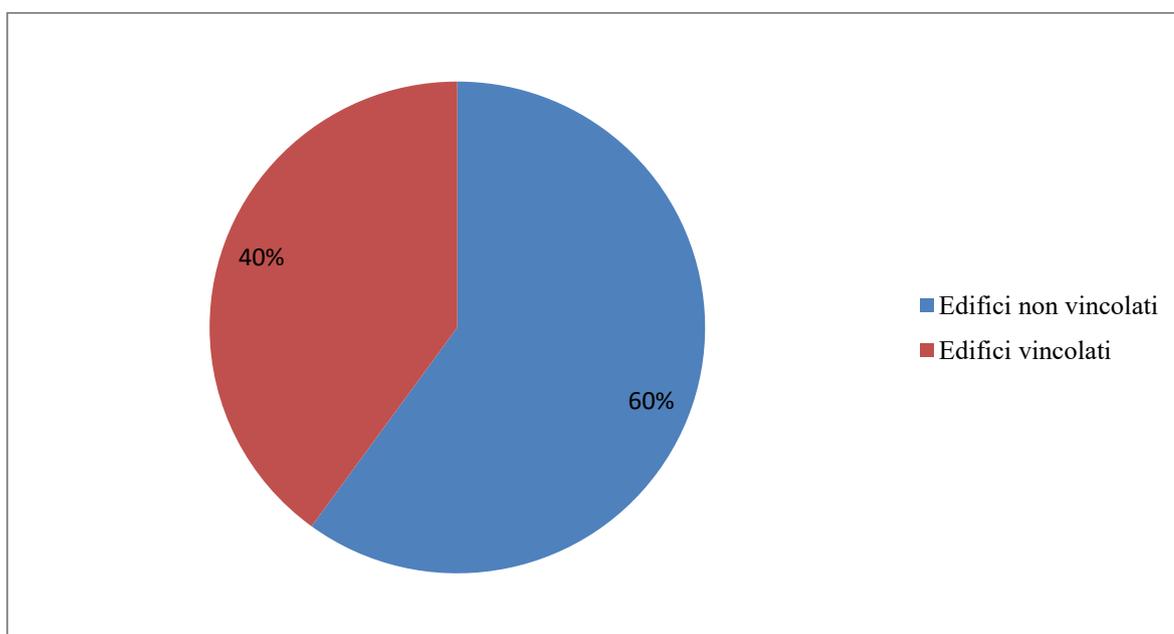


Fig. 7.7 - Grafico "Edifici vincolati e non vincolati"

Gli edifici soggetti a vincoli architettonici puntuali sono il 21% mentre il 37% sono quelli inseriti in un'area di notevole interesse paesaggistico in quanto "Bellezza Singola o Individuale" e tutelata ai sensi dell'art.136 del D. Lgs. 42/2004 "Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio" con opportuno decreto dirigenziale.

Il 6% degli edifici ricade invece all'interno di una zona soggetta a vincolo idrogeologico e presenta interferenze con gli aspetti geologici, geotecnici, idraulici o idrogeologici della zona.

L' 8% degli edifici analizzati fanno parte dell'Ambito di Conservazione del Centro Storico. In questo caso gli immobili sono inseriti nell'area SUQ – Struttura Urbana Qualificata, ossia quelle aree territoriali estese che comprendono siti di particolare pregio quali gli ambiti del paesaggio urbano strutturato, a partire dal centro fino alle propaggini a levante e a ponente, laddove i rapporti tra assetto insediativo, edificato storico e spazi verdi costituiscono un'immagine consolidata da preservare.

Un'altra percentuale significativa è composta dal 28% degli edifici che presentano un vincolo storico artistico.

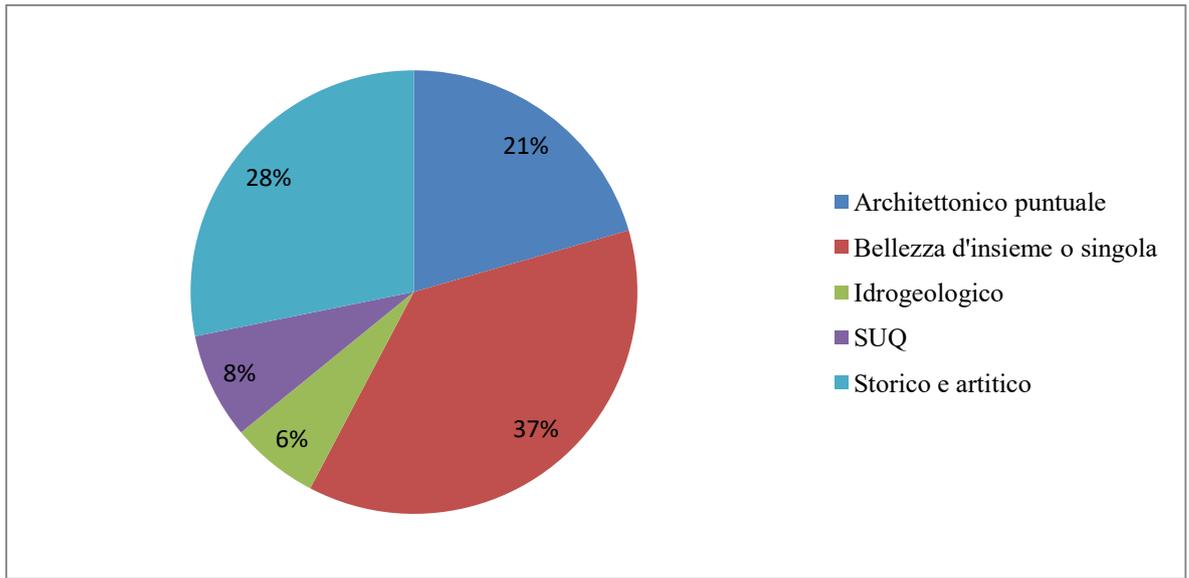


Fig. 7.8 - Grafico "Tipologia di vincolo"

7.6 Dati Dimensionali

Per capire la consistenza del patrimonio scolastico analizzato e avere qualche indicazione utile sulle caratteristiche di tipo geometrico che lo contraddistinguono, l'indagine è stata focalizzata su due aspetti:

- l'estensione, considerando come riferimento la superficie utile riscaldata (S_u) ;
- il rapporto di forma, inteso come il rapporto tra la Superficie disperdente (S) ed il volume lordo riscaldato (V) .

Al fine di analizzare l'estensione tipica delle scuole sono state definite diverse fasce di superficie utile, così come riportate nella tabella e nel grafico sottostante.

Tab. 7.3 - Superficie utile riscaldata e relativo numero di scuole

Superficie mq.	N° scuole	Tipologia prevalente
<500	21	Nidi/Materne
>500 e <800	26	Materne
>800 e <1000	25	Mista
>1000 e <3000	73	Mista
>3000 e >4000	27	Mista
>4000	27	Mista

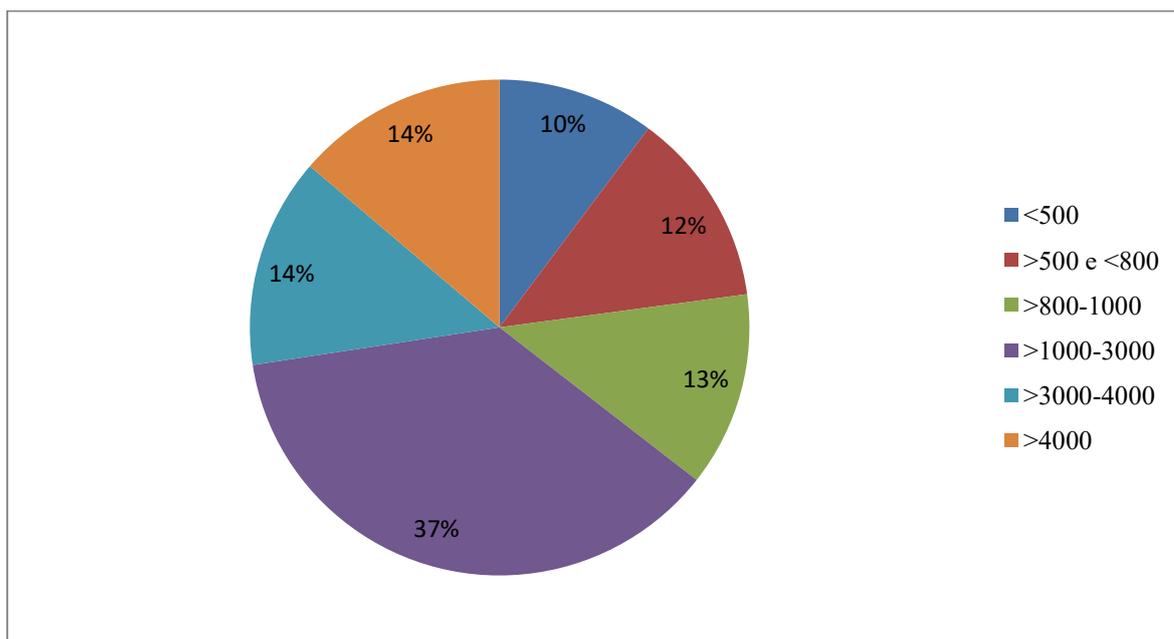


Fig. 7.9 - Grafico "Superficie utile riscaldata"

Dalle valutazioni effettuate è inoltre emerso che tendenzialmente nidi e scuole dell'infanzia hanno dimensioni contenute e sviluppi monopiano mentre le strutture che integrano più ordini di scuola hanno estensioni maggiori sia da un punto di vista planimetrico che in alzato.

Le caratteristiche geometriche degli edifici possono inoltre essere definite tramite il rapporto di forma (S/V), che si definisce come il rapporto fra superficie disperdente (S) di un edificio ed il volume lordo riscaldato in esso racchiuso (V).

In sintesi questo valore è rilevante perché esprime l'attitudine di un corpo a disperdere il calore contenuto al suo interno in relazione alle sue caratteristiche geometriche.

Il calore si disperde attraverso la superficie a contatto con l'esterno, pertanto quanto più è estesa tale superficie in relazione al volume e tanto maggiore sarà la dispersione termica specifica per unità di volume. Ne deriva che gli edifici più compatti hanno fattori di forma minori e sono meno disperdenti; si verifica inoltre che, a parità di morfologia costruttiva, il fattore di forma decresce all'aumentare delle dimensioni in quanto la superficie varia con il quadrato della sua dimensione (m^2) mentre il volume varia con il cubo (m^3). Il fattore di forma, inoltre, può essere ridotto limitando l'estensione delle superfici in contatto con l'esterno, per esempio attraverso costruzioni contigue ed addossate ad altri fabbricati.

Il grafico sottostante mostra la distribuzione dei valori del rapporto di forma sugli edifici analizzati: il 45% delle strutture ha una forma compatta in quanto il rapporto fra i due parametri geometrici risulta minore dello 0,4 e una buona percentuale pari al 43% si attesta su valori medi compresi fra 0,4 e 0,6. Valori elevati di tale parametro sono invece attribuibili a 25 edifici, pari al 12% del totale, i quali che superano il valore di 0,6.

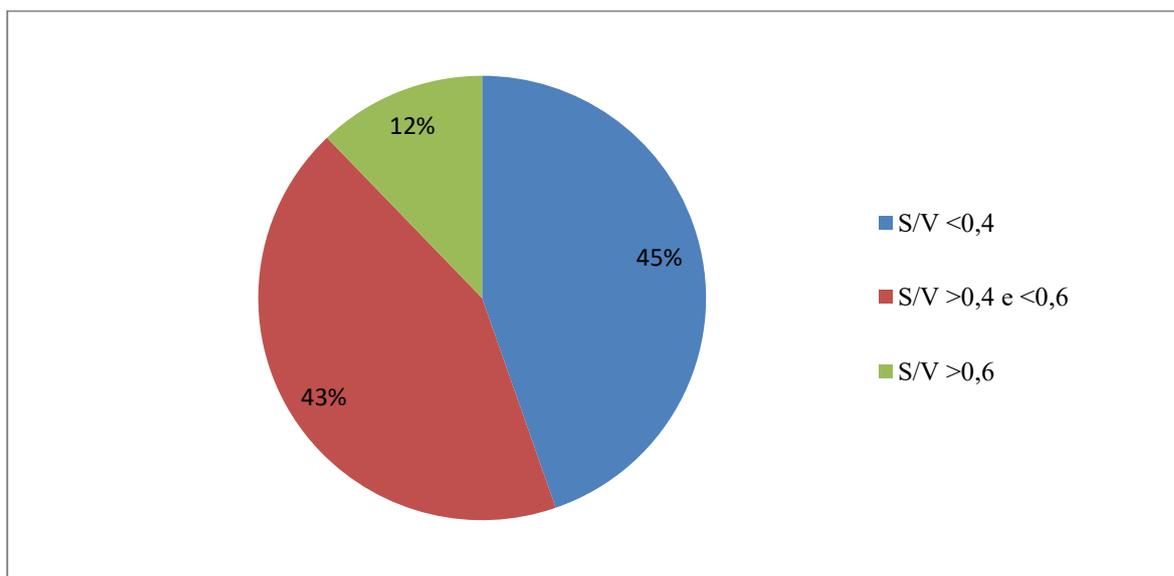


Fig. 7.10 - Grafico "Rapporto Superficie/Volume"

7.7 Dati Climatici di riferimento

Gli edifici oggetto della DE sono ubicati nel Comune di Genova, il quale ricade nella zona climatica D, a cui corrispondono 1435 Gradi Giorno (GG) (D.P.R. 412/93 - allegato A) ed una stagione di funzionamento degli impianti compresa tra il 1 Novembre e il 15 Aprile con un periodo di accensione consentito degli impianti di 12 ore al giorno (DPR 74/2013).

La UNI 10349/2016 ha aggiornato i dati climatici per il calcolo dei fabbisogni annuali di energia per il riscaldamento e per il raffrescamento, fornendo, per le provincie italiane valori di irradiazione solare giornaliera media sul piano orizzontale diretta e diffusa, valori medi mensili e annuali di velocità del vento e direzione predominante, valori medi mensili di pressione parziale media giornaliera di vapore dell'aria esterna, la procedura di calcolo dei dati climatici dei comuni non capoluogo ed altro ancora.

Inoltre stabilisce i dati climatici necessari per la progettazione delle prestazioni energetiche e termoigrometriche degli edifici, inclusi gli impianti tecnici per la climatizzazione estiva ed invernale ad essi asserviti.

*Tab. 7.4 - Temperature esterne giornaliere medie mensili per il Comune di Genova [°C]
(UNI 10349:2016)*

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUGL	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
10,4	10,5	11,1	15,3	18,7	22,4	24,6	23,6	22,2	18,2	13,3	10,0

Tali temperature sopra indicate sono quelle utilizzate per la creazione del modello energetico termico, a cui corrispondono 1421 GG di riferimento, valutati in condizioni standard di utilizzo dell'edificio, come la sommatoria, estesa a tutti i giorni del periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 1 Novembre e il 15 Aprile, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura interna di 20°C e quella esterna giornaliera media mensile riportata in *Tab. 7.4*.

Considerando che il profilo di utilizzo degli impianti di riscaldamento prevede alcuni giorni di mancata accensione dell'impianto, in quanto trattandosi di edifici scolastici gli impianti di riscaldamento degli ambienti sono tipicamente spenti il sabato e la domenica, i GG sono stati ricalcolati in funzione del numero di giorni effettivi di accensione dell'impianto termico.

Tali GG sono valutati come la sommatoria estesa ai soli giorni di effettivo utilizzo degli impianti di riscaldamento nel periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 1 Novembre e il 15 Aprile, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura interna di 20°C e quella esterna giornaliera media mensile riportata in *Tab. 7.4*.

7.8 Dati climatici reali

Ai fini della realizzazione dell'analisi energetica si è resa necessaria la definizione delle condizioni climatiche reali, ovvero dei GG calcolati in funzione della temperatura esterna media oraria del sito effettivamente rilevata, con lo scopo di creare una normalizzazione dei consumi in funzione delle caratteristiche climatiche della zona.

I dati climatici utilizzati sono stati rilevati dalle seguenti centraline meteo climatiche ARPAL presenti sul territorio genovese:

- Genova - Centro Funzionale-Foce (GECF);
- Genova Quezzi (GEQU),
- Genova Pegli (PEGLI);
- Genova Pontedecimo (PONT);
- Genova Righi (RIGHI),
- Genova Sant'Ilario (SILA);
- Genova Bolzaneto (BOZN);

Per alcuni edifici si è invece fatto riferimento alla stazione meteo di Villa Cambiaso (centralina DICCA).

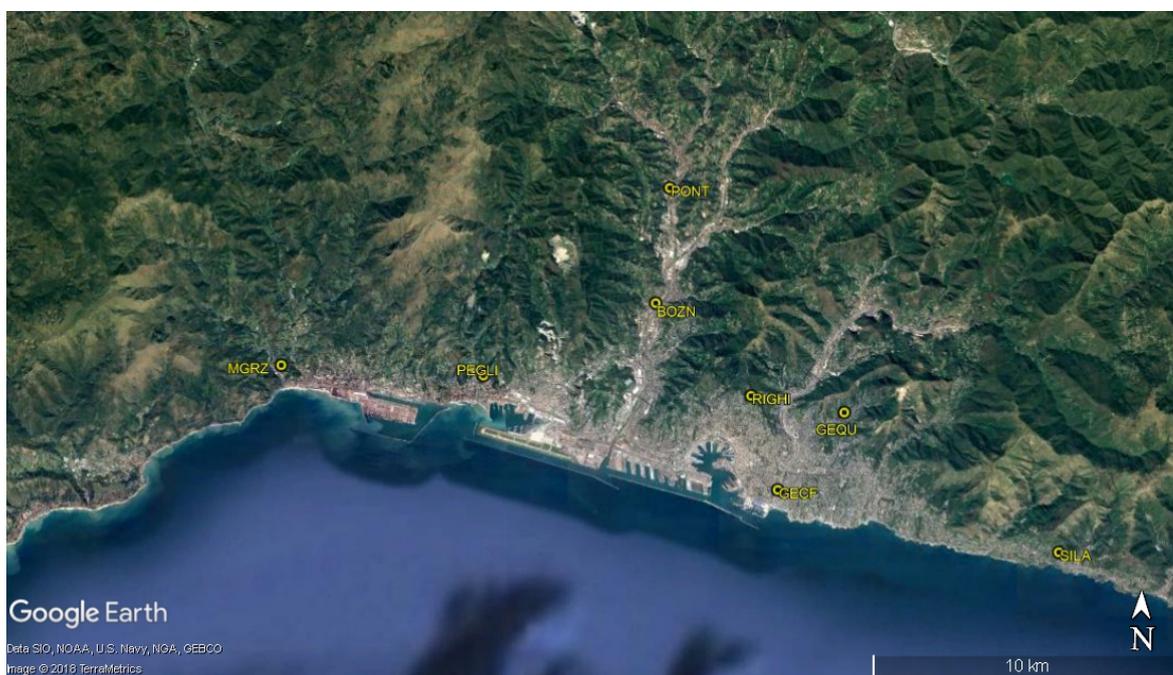


Fig. 7.11 - Posizionamento delle centraline meteo climatiche

Nella Tab. 7.5 di seguito si riportano i valori mensili dei GG reali, per il triennio di riferimento (2014 - 2015 - 2016), valutati come la sommatoria, estesa a tutti i giorni del periodo annuale di riscaldamento compreso tra il 1 Novembre e il 15 Aprile, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura interna di 20°C e quella esterna

giornaliera media mensile calcolata in funzione delle temperature orarie rilevate dalla centralina meteo climatica.

Tab. 7.5 - GG calcolati nel triennio di riferimento nelle diverse centraline meteo climatiche

Centralina	GG 2014 (166 Giorni)	GG 2015 (166 Giorni)	GG 2016 (166 Giorni)
GECF	1347	1297	1310
DICCA	1383	1455	1501
BOZN	1494	1519	1594
GEQU	1408	1455	1512
PEGLI	1423	1504	1576
PONT	1738	1687	1781
RIGHI	1853	1784	1854
SILA	1359	1381	1394

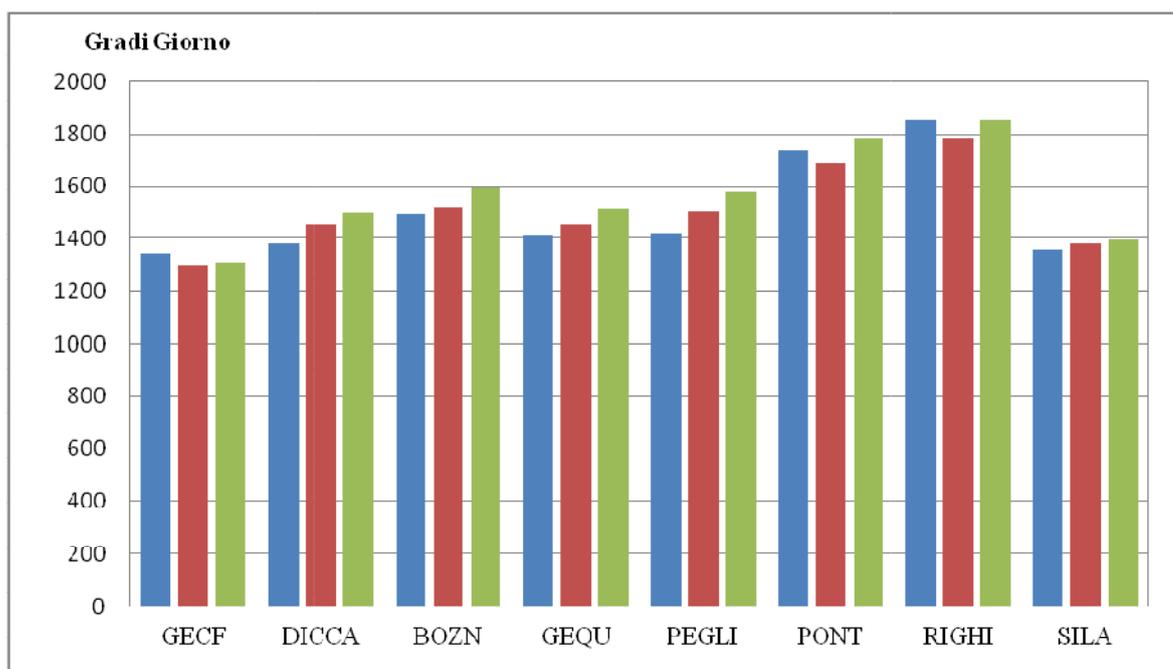


Fig. 7.12 - GG calcolati nei tre anni per le diverse centraline meteo climatiche

Per ogni edificio oggetto della DE è quindi stato necessario identificare la centralina climatica più significativa, valutando sia che la centralina si trovasse vicino all'edificio analizzato, sia che si fosse in simili condizioni orografiche.

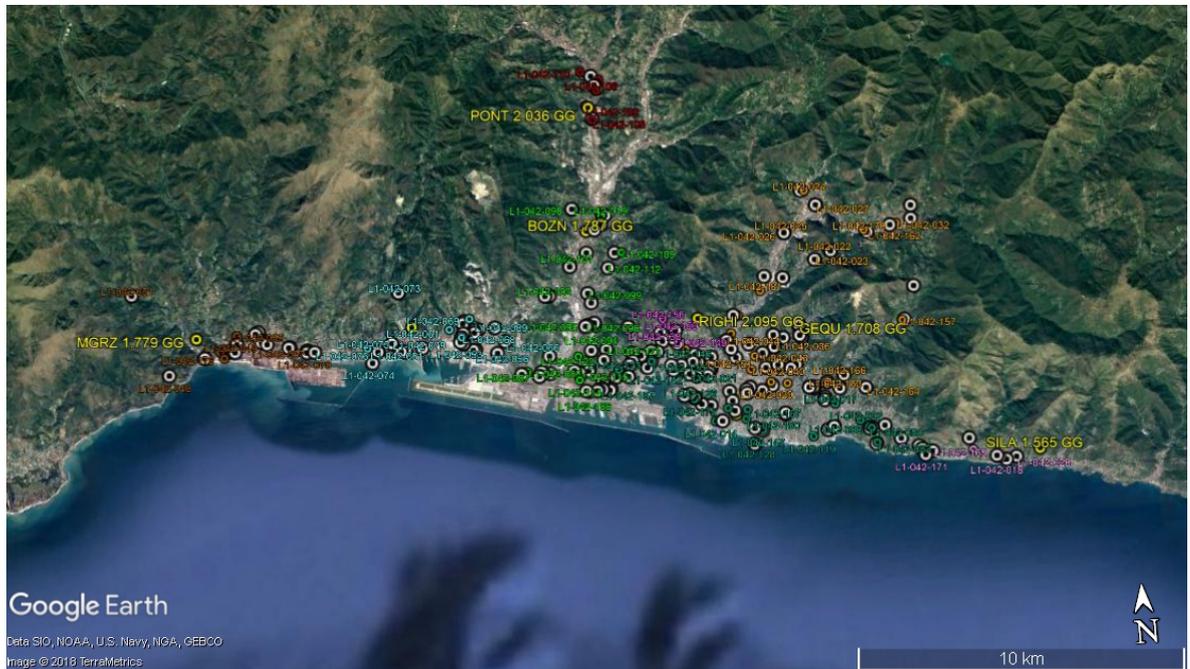


Fig. 7.13 - Posizionamento delle centraline meteo climatiche con gli edifici associati

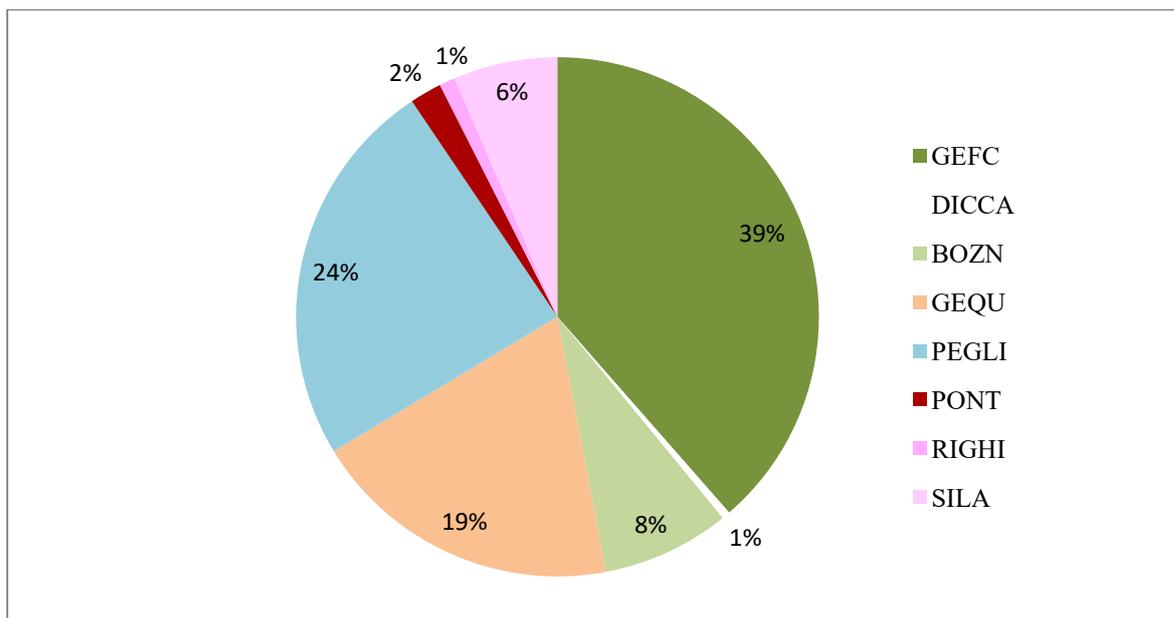


Fig. 7.14 - Grafico "Edifici assegnati alle centraline meteo climatiche ARPAL"

Come viene evidenziato in Fig. 7.13 il 39% degli edifici fa riferimento alla centralina climatica di Genova Foce, a seguire il 24% delle scuole in base alla collocazione utilizza i GG calcolati secondo la centralina meteo climatica di Genova Pegli. Il 19% è composto dagli edifici situati nelle zone di Genova Quezzi mentre l' 8% e il 6% rispettivamente a Bolzaneto e Righi. I restanti 1% sono composti dagli edifici che fanno riferimento alla stazione meteo di Sant' Ilario e a quella presso di Villa Cambiaso (centralina DICCA).

7.9 Tipologia costruttiva

Le tipologie costruttive emerse dall' analisi dei 196 edifici scolastici esaminati, sono state definite definite dagli Auditors, sulla base della propria esperienza e tramite la valutazione delle informazioni rilevate in sede di sopralluogo (anche tramite la realizzazione di indagini diagnostiche non invasive, ad esempio la termografia), con il supporto della letteratura e della normativa tecnica.

Per ciascuna tipologia di componente edilizio sono forniti in *Tab. 7.6.* la descrizione, il periodo di massima diffusione e il valore di trasmittanza (U) per i componenti opachi.

Esse corrispondono alle tecnologie di involucro che si considerano tipiche all' interno di un dato periodo storico.

Ai fini della definizione di queste e dei loro parametri termo – fisici è quindi necessario specificare quanto segue:

- Le costruzioni genovesi sono tipicamente strutture massive;
- I materiali tradizionali che costituiscono i componenti edilizi sono laterizi (pieni e forati), pietra e calcestruzzo;
- Il periodo di costruzione, precedentemente analizzato, è fondamentale per la definizione del livello di isolamento termico dei componenti edilizi. Si considera la seguente classificazione:
 - Prima del 1976 non è presente materiale isolante termico all' interno delle strutture;
 - Tra il 1976 e il 1991 si considera un basso livello di isolamento;
 - Tra il 1991 e il 2005 si considera un medio livello di isolamento termico;
 - Dopo il 2005 il livello di isolamento termico è determinato dalla legislazione nazionale in vigore D.Lgs 192/2005 e s.m.i. attraverso i valori di trasmittanza termica.

Le tipologie costruttive sono state individuate con il supporto della letteratura ed in riferimento alla normativa tecnica NTC2008 . Di ciascun componente edilizio è definito il periodo di massima diffusione e il valore di trasmittanza termica (U).

Tab. 7.6 - Tipologie costruttive evidenziate negli involucri edilizi

Descrizione Involucro Edilizio	Periodo di maggiore diffusione	U [W/(m ² K)]
Muratura in pietra	Fino al 1900	2,40 – 2,00 in base allo spessore
Muratura in pietra con mattoni	Fino al 1950	1,61- 1,19 in base allo spessore
Muratura con mattoni pieni	Dal 1900 al 1950	2,01 – 1,02 in base allo spessore
Muratura con mattoni forati	Dal 1950 al 1976	1,76 – 1,26 in base allo spessore
Muratura a cassavuota con mattoni forati	Dal 1900 al 1976	1,26 – 1,15 in base allo spessore
Muratura in calcestruzzo	Dal 1950 al 1976	3,40 -2,80 in base allo spessore
Muratura in mattoni forati con basso livello di isolamento	Dal 1976 al 1990	0,78 – 0,59 n base allo spessore e al tipo di isolante utilizzato
Muratura in calcestruzzo prefabbricato con medio livello di isolamento	Dal 1991 in poi	0,34

Per gli edifici analizzati si è riscontrato che la muratura più utilizzata (con una percentuale di diffusione pari al 25%) è quella in muratura con mattoni forati, diffusa principalmente negli anni dal 1950 al 1975. Tale situazione conferma quanto già emerso nell'analisi riguardante l'anno di costruzione, precedentemente affrontato, in quanto gli edifici scolastici genovesi di quegli anni ricoprono il 36%.

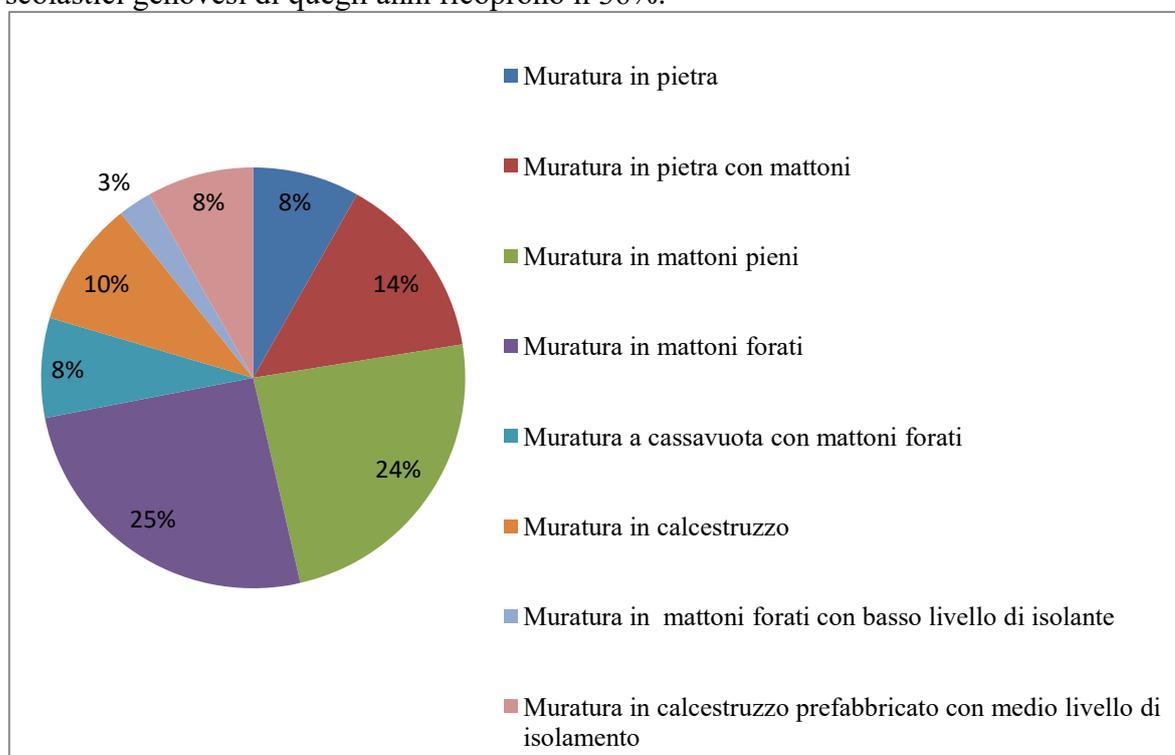


Fig. 7.15 - Grafico "Tipologie costruttive"

7.10 Tipologie impiantistiche

Impianti di riscaldamento degli ambienti

Nell'ambito della diagnosi energetica sono state rilevate, da parte degli Auditors, le caratteristiche degli impianti termici ed elettrici a servizio degli edifici, con lo scopo di determinare i rendimenti, le perdite ed il consumo energetico degli ausiliari di ogni sottosistema e l'impatto che ognuno di questi ha sulla prestazione energetica totale del sistema edificio-impianto.

Relativamente agli impianti di riscaldamento degli ambienti sono quindi stati rilevati i seguenti dati:

- Sottosistema di emissione: la tipologia, il numero e la potenza dei terminali per ogni zona termica, l'esponente n (curva di emissione) e la potenza degli ausiliari elettrici;
- Sottosistema di regolazione: la tipologia di sistema di regolazione in ambiente (climatica, di zona, di locale) e il tipo di regolatore in uso (on/off, proporzionale, PI, PID);
- Sottosistema di distribuzione: la tipologia di fluido termovettore (aria, acqua), le caratteristiche tubazioni/canalizzazioni: diametro, materiale, coibentazione, lunghezza, dislocazione (ambiente riscaldato/non riscaldato), trasmittanza termica lineare, la temperatura di mandata, la potenza idraulica di progetto, lunghezza di tubazione posta rispettivamente in ambiente riscaldato e non riscaldato ed infine la potenza elettrica elettropompa/elettrocircolatore;
- Sottosistema di accumulo: le dimensioni, coibentazione, dislocazione (ambiente riscaldato/non riscaldato), trasmittanza termica lineare e la temperatura di accumulo;
- Sottosistema di generazione: la tipologia di generatore (a combustione, pompa di calore a compressione, pompa di calore ad assorbimento, gruppo frigorifero, centrale di trattamento aria), la configurazione di sistemi misti e multipli, il tipo di combustibile e la potenza ausiliari elettrici.

In particolare per i generatori a combustione è stata rilevata la tipologia, da cui è emerso che 154 edifici sono dotati di generatore di calore tradizionale di tipo standard, a seguire 24 edifici hanno un generatore di calore a condensazione mentre i restanti usufruiscono di sistemi a pompa di calore o teleriscaldamento. E' emerso inoltre che un solo edificio utilizza fan coils elettrici.

Di seguito vengono riportate le ripartizioni percentuali tra le varie tipologie di generatori di calore adibiti al riscaldamento degli ambienti a servizio dei 196 edifici considerati.

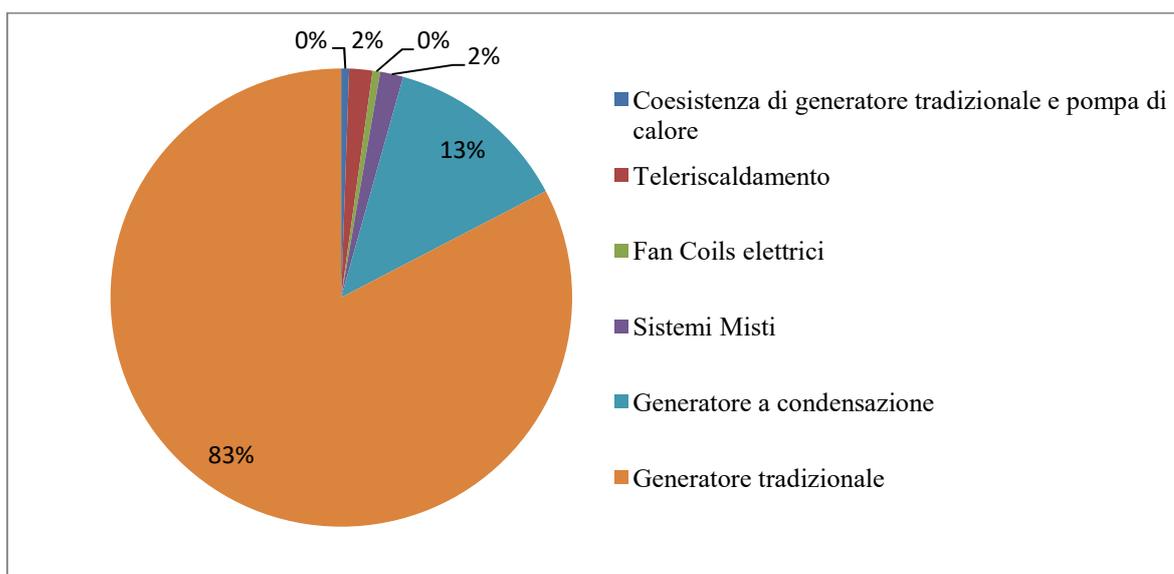


Fig. 7.16 - Grafico "Tipologia di generatore di riscaldamento"

Per identificare le caratteristiche degli impianti presenti è stata valutata anche la potenza termica (Pt), espressa in kW, dei generatori per il riscaldamento degli ambienti e le tipologie di combustibili utilizzati.

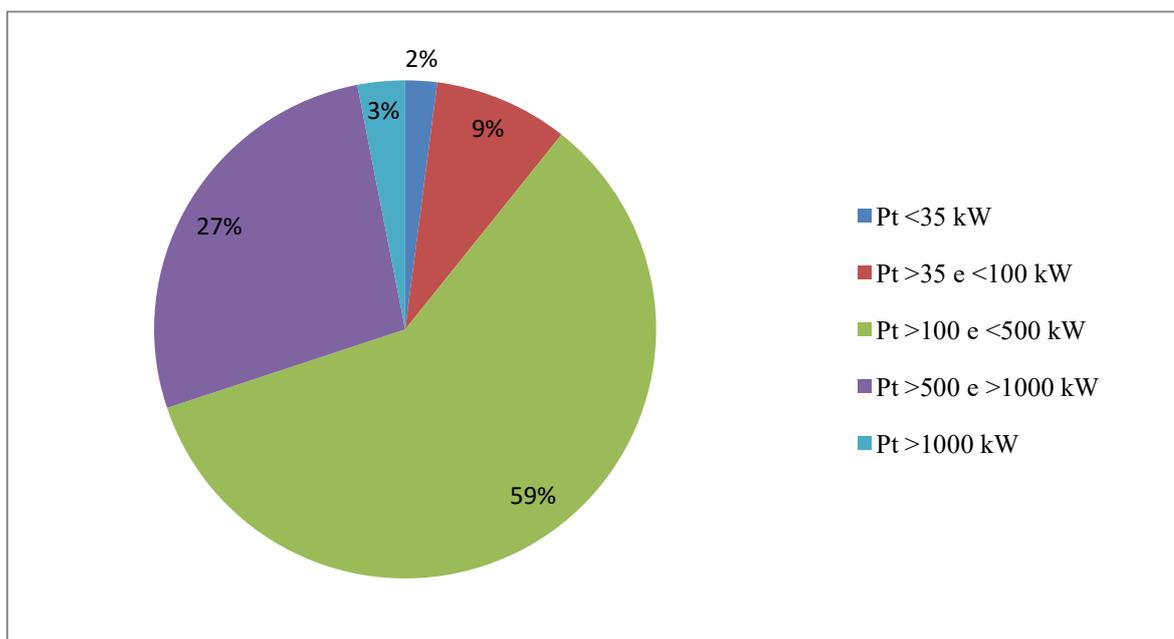


Fig. 7.17 - Grafico "Potenza termica degli impianti"

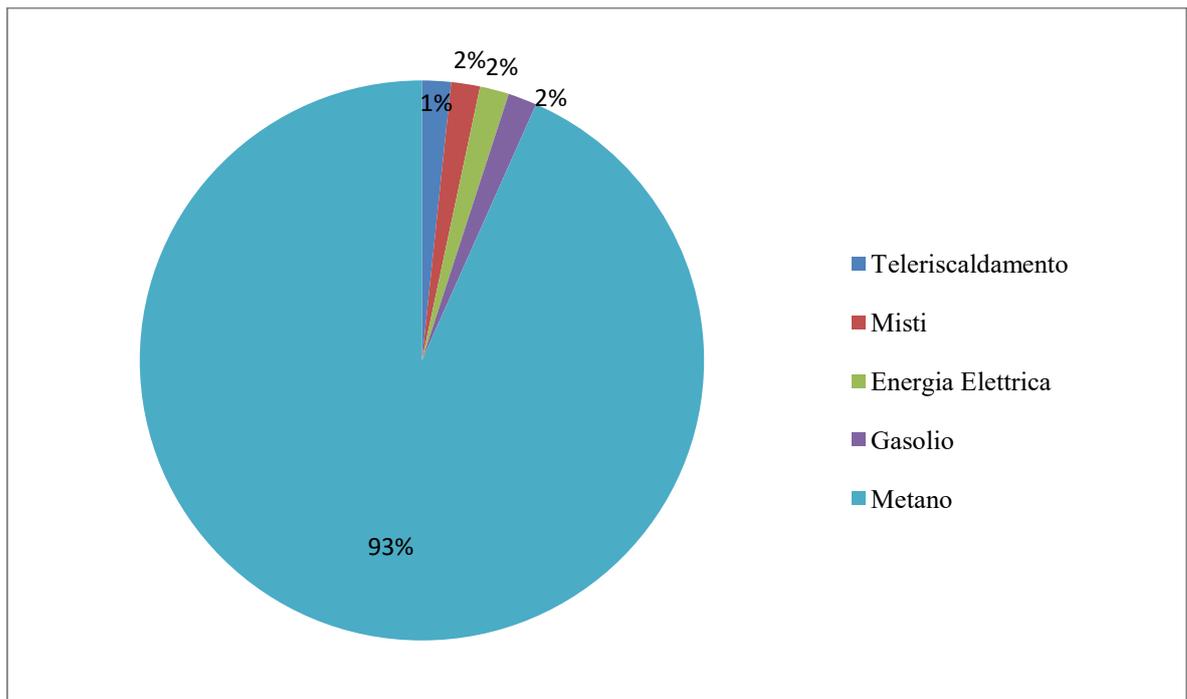


Fig. 7.18 - Grafico "Tipologia di combustibile"

Un altro parametro fondamentale per analizzare i consumi è il rendimento di riscaldamento calcolato secondo il DM 26/06/2015 come:

$$\eta_H = \frac{(Q_{H,idr,em,out} + Q_{H,risc,nd} + Q_{H,hum,nd})}{Q_{H,gen,in}}$$

Dove:

- $Q_{H,idr,em,out}$ = fabbisogno in uscita dall'emissione dell'impianto di riscaldamento idronico [kWh_t];
- $Q_{H,risc,nd}$ = fabbisogno per il preriscaldamento dell'aria [kWh_t];
- $Q_{H,hum,nd}$ = fabbisogno per umidificazione [kWh_t];
- $Q_{H,gen,in}$ = fabbisogno in ingresso alla generazione per riscaldamento [kWh_t].

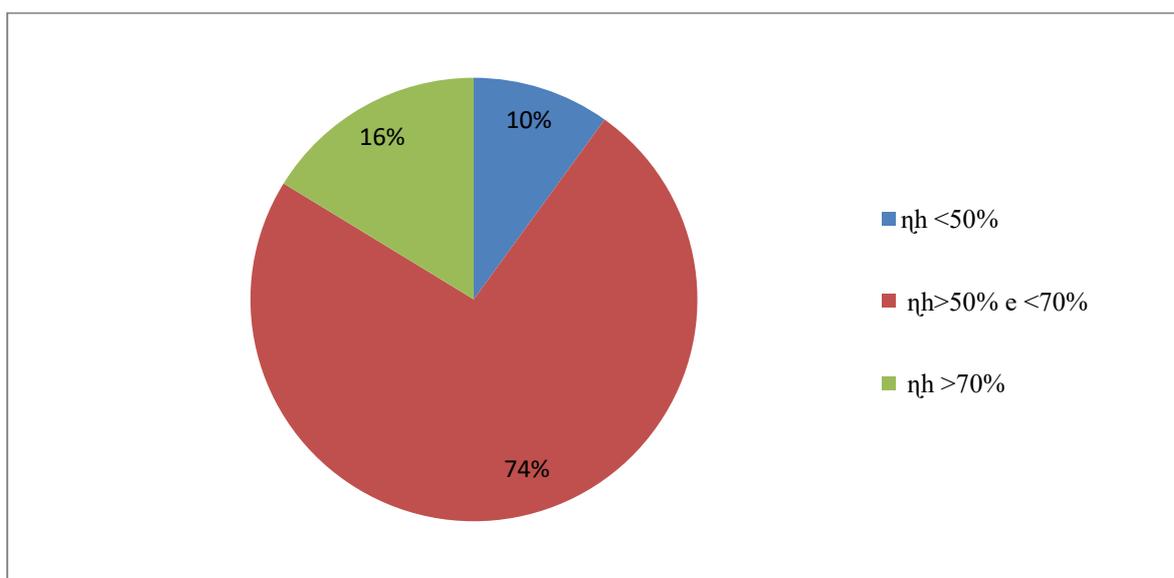


Fig. 7.19 - Grafico "Rendimento impianti di riscaldamento"

Impianti di produzione acqua calda sanitaria

Per quanto riguarda gli impianti per la produzione di Acqua Calda Sanitaria (ACS) sono state rilevate le caratteristiche di tutti i sottosistemi che li compongono.

Con particolare riferimento al sottosistema di distribuzione ACS sono state rilevate le caratteristiche delle tubazioni: diametro, materiale, coibentazione, lunghezza, dislocazione (ambiente riscaldato/non riscaldato), trasmittanza termica lineare. Mentre per il sottosistema di generazione ACS è stata analizzata la configurazione di sistemi misti e multipli.

Per quanto riguarda le tipologie impiantistiche presenti, dall'analisi è emerso che la maggior parte degli edifici utilizza boiler elettrici, un 11% sistemi misti, ossia la coesistenza di diverse tipologie di generatori e a seguire il 7% utilizza la produzione combinata riscaldamento ed acqua calda sanitaria. Il 5% degli istituti scolastici utilizza un generatore tradizionale mentre il 2% il generatore a condensazione e l'impianto di teleriscaldamento. A queste ultime appartengono gli edifici di recente costruzione o che hanno subito delle recenti ristrutturazioni negli impianti.

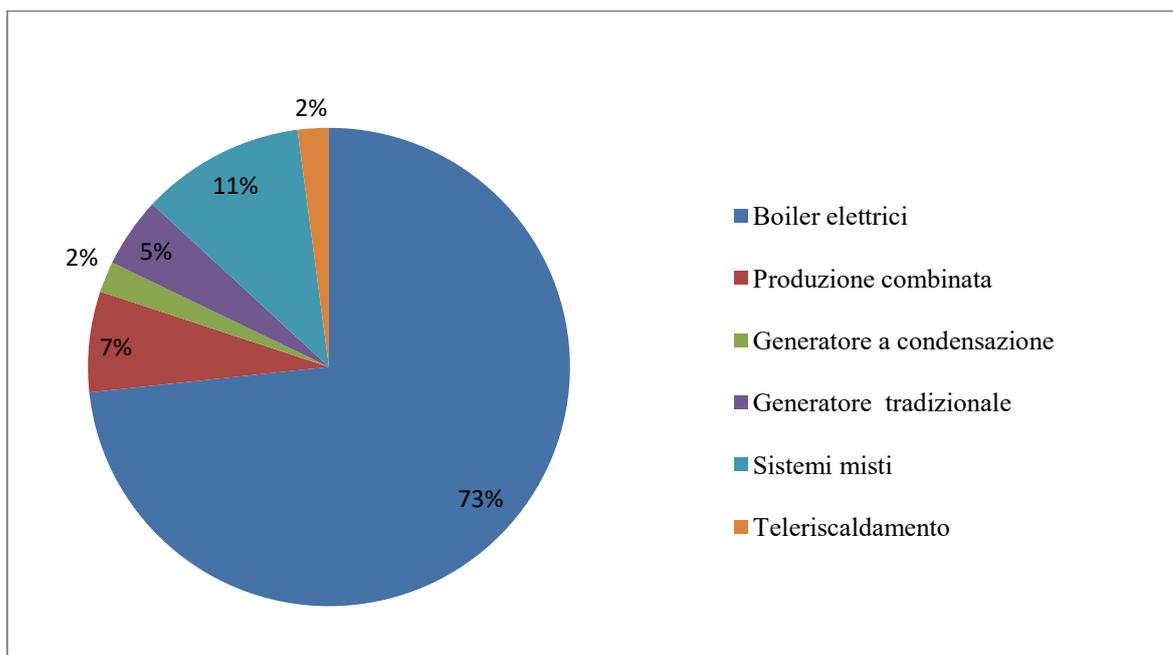


Fig. 7.20 - Grafico "Tipologia di impianto per ACS"

Impianti elettrici

Nelle diagnosi energetica sono state rilevate, da parte degli Auditors, anche le caratteristiche degli impianti elettrici a servizio degli edifici, con particolare riferimento a:

- Illuminazione;
- Pompe e ausiliari;
- FEM e altre utenze elettriche;
- Climatizzazione estiva (Chiller + Torre Evaporativa), se presente;
- Ventilazione meccanica controllata/trattamento aria, se presente;
- Perdite al trasformatore, se presente;
- Elettricità per uso esterno all'edificio, se presente;
- Produzione di elettricità da fonti energetiche rinnovabili, se presenti;

Per la valutazione del fabbisogno e del consumo energetico per l'illuminazione è stato necessario individuare una serie d'informazioni concernenti le caratteristiche degli impianti, l'ubicazione dell'edificio e il contributo della luce diurna (daylight). Sono stati inoltre raccolti tutti i dati richiesti dalla metodologia di calcolo prevista dalla norma UNI EN 15193 2008.

I metodi di misura considerati sono di carattere generale e prevedono la possibilità di una misura diretta attraverso strumentazione dedicata oppure tramite l'utilizzo di sistemi di gestione dell'illuminazione (elaborazione dati specifici, misura dei consumi, ecc.).

I metodi possibili sono:

- Misure dirette;
- Contatori di energia o analizzatori di rete sui circuiti della distribuzione elettrica dedicati all'illuminazione;

- Wattmetri accoppiati o integrati alle centraline di illuminazione di un sistema di gestione dell'illuminazione.

Impianti a fonti rinnovabili

Nel caso di presenza di generatori di energia elettrica da fonti rinnovabili (ad esempio solare fotovoltaico, cogenerazione, ecc.) possono essere utilizzati i dati di produzione da misure dirette (contatori di produzione) o mediante stime di producibilità effettuate secondo i metodi di calcolo previsti dalle rispettive norme tecniche di settore o da database di validità riconosciuta (es. PV-GIS, ENEA). I dati di produzione a consuntivo possono essere recuperati attraverso le informazioni disponibili presso il G.S.E. nel caso si tratti di impianti incentivati.

Installare un impianto fotovoltaico in una scuola è la soluzione ottimale per permettere all'edificio scolastico di ridurre costi di gestione, consumi e impatto ambientale. L'irraggiamento solare, infatti, è sfruttato proprio nel momento in cui si ha maggiore bisogno di energia, ovvero durante la mattina in cui si svolgono le lezioni, permettendo di ottenere una produzione di energia elettrica immediata sia nella generazione che nella sua fruizione e consumo. Dalla realizzazione delle diagnosi energetiche è stato rilevato che attualmente nell' 11% degli edifici del Comune di Genova sono stati installati pannelli solari fotovoltaici.

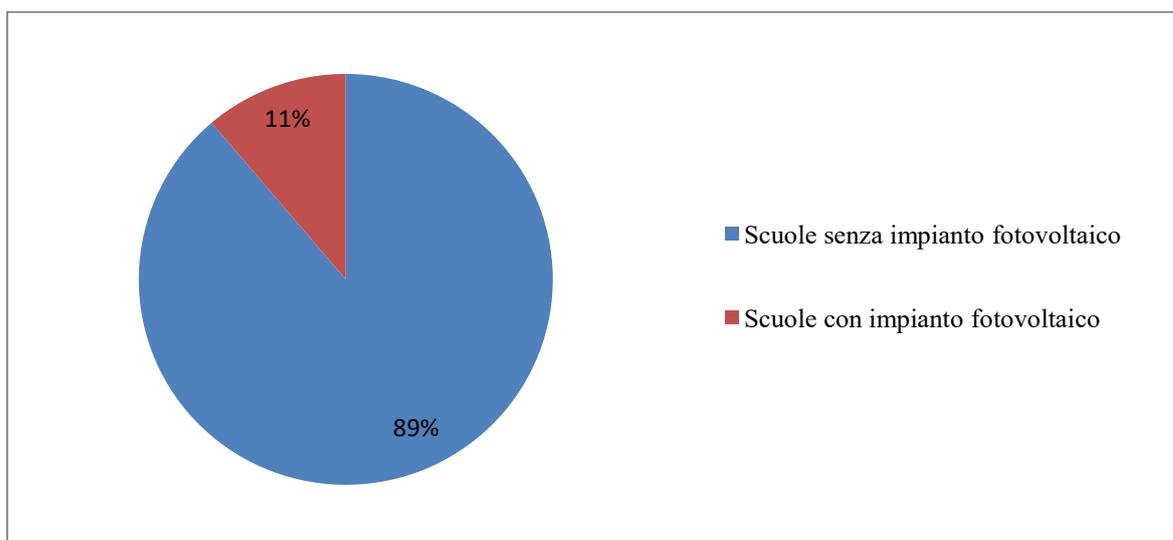


Fig. 7.21 - Grafico "Edifici con impianto fotovoltaico"

8 Risultati della DE: Consumi e costi energetici

8.1 Consumi energetici storici

L'analisi dei consumi storici termici ed elettrici degli edifici oggetto della DE è stata effettuata facendo riferimento al triennio 2014, 2015 e 2016.

I vettori energetici analizzati sono i seguenti:

- Gas metano;
- Energia elettrica;
- Gasolio;
- Teleriscaldamento.

Consumi termici

Il vettore termico utilizzato per la climatizzazione invernale della struttura e per la produzione di ACS nella maggior parte dei casi è il gas Metano come riportato dalle analisi precedenti (Fig. 7.18).

Nella Tab. 8.1 sono riportati i valori di Potere Calorifico Inferiore (PCI) forniti dalla norma UNI TS 11300-2:2014 ed utilizzati ai fini della conversione in kWh.

Tab. 8.1 - Valori di PCI utilizzati ai fini della conversione in kWh

TIPO COMBUSTIBILE	PCI	DENSITÀ	PCI	FATTORE DI CONVERSIONE	PCI
	[kWh/kg]	[kWh/Sm ³]	[kWh/Nm ³]	[Sm ³ /Nm ³]	[kWh/Sm ³]
Metano	n/a	n/a	9,94 (*)	1,0549	9,42
Gasolio	11,87 (*)	0,85	n/a	n/a	10,09

Nota () Fonte: Prospetto B.19 UNI TS 11300-2:2014*

L'analisi dei consumi storici di gas metano si basa sulla base de m³ di gas rilevati dalla società di distribuzione nel triennio di riferimento.

Considerando che i consumi di gas metano a servizio degli impianti di riscaldamento degli ambienti sono soggetti a variazioni dovute all'andamento degli effettivi dati climatici che hanno caratterizzato il triennio di riferimento, si è reso necessario riportare tali consumi ad un comportamento normalizzato e non più strettamente dipendente dalle caratteristiche climatiche dell'anno a cui si riferiscono.

Per effettuare tale processo di normalizzazione si sono utilizzati i GG reali del triennio di riferimento ed i GG di riferimento, definendo il fattore di normalizzazione \bar{a}_{rif} come di seguito riportato:

$$\bar{a}_{rif} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{real,i}}{\sum_{i=1}^n GG_{real,i}}$$

Dove:

- $GG_{real,i}$ = Gradi giorno valutati considerando le temperature esterne reali, nell'anno *i-esimo*;
- n = numero di annualità di cui si hanno a disposizione i consumi.
- $Q_{real,i}$ = Consumo termico reale per riscaldamento dell'edificio nell'anno *i-esimo*, kWh/anno.

Si è poi valutato il consumo destagionalizzato, come di seguito riportato:

$$Q_{baseline} = \bar{a}_{rif} \times GG_{rif} + \bar{Q}_{ACS} + \bar{Q}_{ALTRO}$$

- GG_{rif} = Gradi giorno di riferimento utilizzati nella modellazione dell'edificio;
- \bar{Q}_{ACS} = Consumo termico reale per ACS dell'edificio, kWh/anno, valutato come la media dei consumi per l'ACS nel triennio di riferimento;
- \bar{Q}_{ALTRO} = Consumo termico reale per eventuali altri utilizzi dell'edificio, kWh/anno, valutato come la media dei consumi per altri usi, nel triennio di riferimento.

Viene in seguito mostrato in Fig. 8.1 l'andamento dei consumi termici specifici, ovvero dei consumi di Baseline rapportati alla superficie utile riscaldata dell'edificio (S_u), relativi dai 196 edifici analizzati.

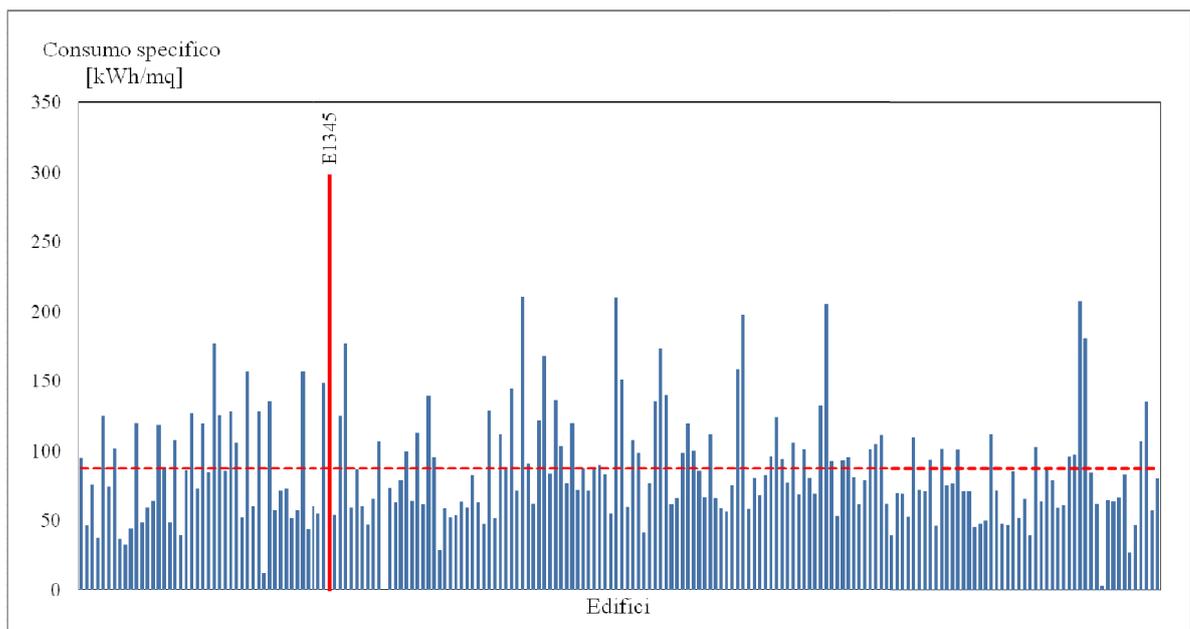


Fig. 8.1 - Grafico "Analisi di consumo termico specifico "

Nella *Fig. 8.1* viene riportato l'andamento di tutti gli edifici analizzati in cui in rosso è rappresentato l'edificio E1345, che già da questa prima analisi è emerso che ha dei consumi termici molto elevati rispetto agli altri e al valore medio degli istituti scolastici, rappresentato con una linea tratteggiata rossa, pari a 87 kWh/mq.

Tabella 8.2 – Edifici con valori di consumi termici di baseline elevati

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E1345	2	Corso Luigi a Martinetti 77g	Scuola elementare "TAVIANI" e scuola media di Sampierdarena



Fig. 8.2 - Edificio E1345

L'edificio E1345 presenta un consumo specifico di energia termica elevato, pari a 299 [kWh_{th}/mq]. Si tratta di un edificio della seconda metà del 900 composto da una parete a cassa vuota con mattoni pieni. Inoltre presenta una forma molto particolare a cui corrisponde un rapporto di forma (S/V) molto elevato, pari a 0,7.

L'involucro trasparente che costituisce l'edificio è composto da serramenti in alluminio senza taglio termico con vetro singolo, questi presentano notevoli problematiche di tenuta all'aria e all'acqua, oltre che elevate dispersioni termiche e problemi di sicurezza dovuti alla loro obsolescenza e al telaio a spigolo vivo. Inoltre l'impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da una caldaia a basamento a gas metano e radiatori senza valvole termostatiche e questo fa sì che il consumo termico specifico risulta molto alto.

Per tutti gli edifici analizzati è stato valutato anche la relazione tra il consumo specifico di Baseline ed il suo valore assoluto relativo al consumo termico, da cui sono emersi alcuni edifici con un rapporto di consumo termico particolarmente elevato.

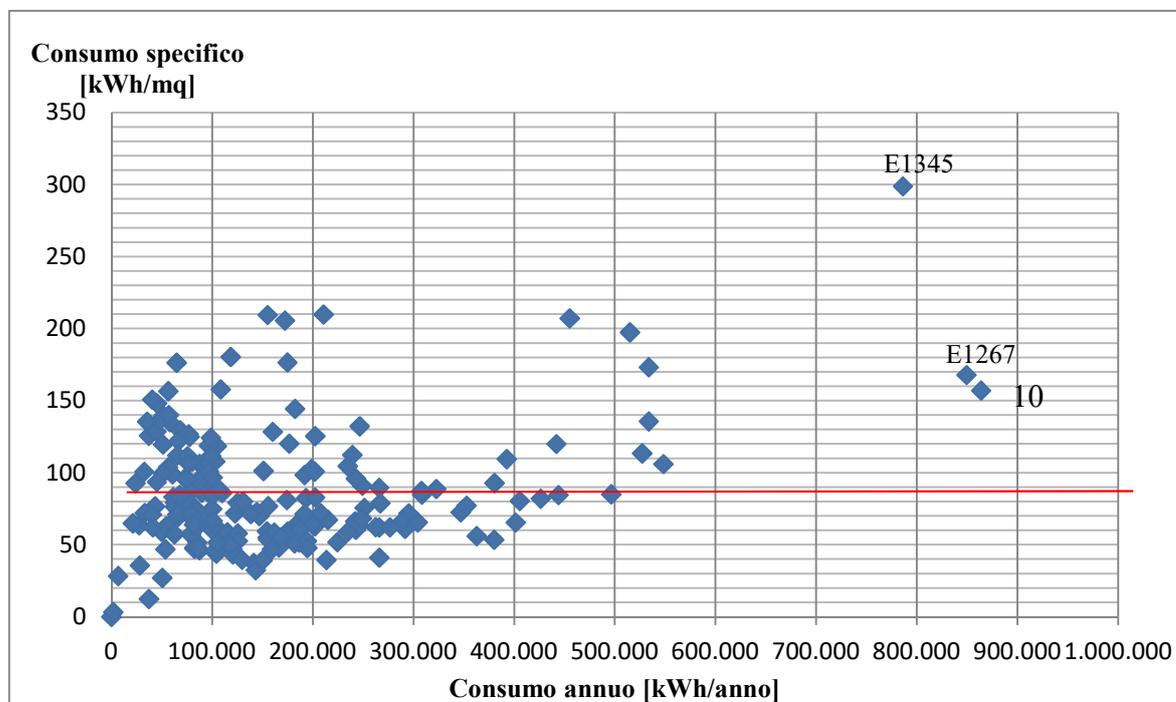


Fig. 8.3 - Grafico " Relazione tra il consumo termico specifico di Baseline ed il suo valore assoluto "

Tab. 8.2 - Edifici con consumi di Baseline di energia termica elevati

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E1267	5	Via Coni Zugna 2b	Scuola media "DON ORENDO"
E1345	2	Corso Luigi a Martinetti 77g	Scuola elementare "TAVANI" e scuola media di Sampierdarena
E175	2	Via Rinaldo Rigola 52	Scuola elementare "L.CICALA"

Oltre l'edificio E1345 emerso precedentemente dall'analisi dei consumi termici di compaiono anche gli edifici E1267 ed E175.



Fig. 8.4 – Edificio E175



Fig. 8.5 - Edificio E1267

Entrambe le scuole presentano due diverse peculiarità: il primo, l'edificio E175 ospita nella stessa struttura un asilo nido privato e come tale presenta consumi elevati, non esclusi da quelli analizzati, mentre per quanto riguarda l'edificio E1267, presenta all'interno una piscina riscaldata e di conseguenza anche i consumi termici risultati elevati.

Consumi elettrici

L'analisi dei consumi storici di energia elettrica è calcolata sulla base dei kWh ottenuti dai dati di fatturazione rilevati nel triennio di riferimento (2014 – 2015 e 2016).

Tali consumi annuali sono riportati con indicazione dei POD associati ai diversi edifici.

I consumi elettrici forniti dalla PA comprendono sia quelli di riscaldamento che quelli di illuminazione. Questo porterà ad un notevole consumo negli edifici che utilizzano la pompa di calore come generatore di riscaldamento o negli edifici in cui sono presenti impianti di trattamento aria.

L'individuazione della Baseline elettrica di riferimento è calcolata sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per il triennio di riferimento.

Viene in seguito riportato il grafico in cui viene mostrato l'andamento dei consumi elettrici specifici, ovvero dei consumi di Baseline rapportati alla superficie utile riscaldata dell'edificio (Su), relativi dai 196 edifici analizzati.

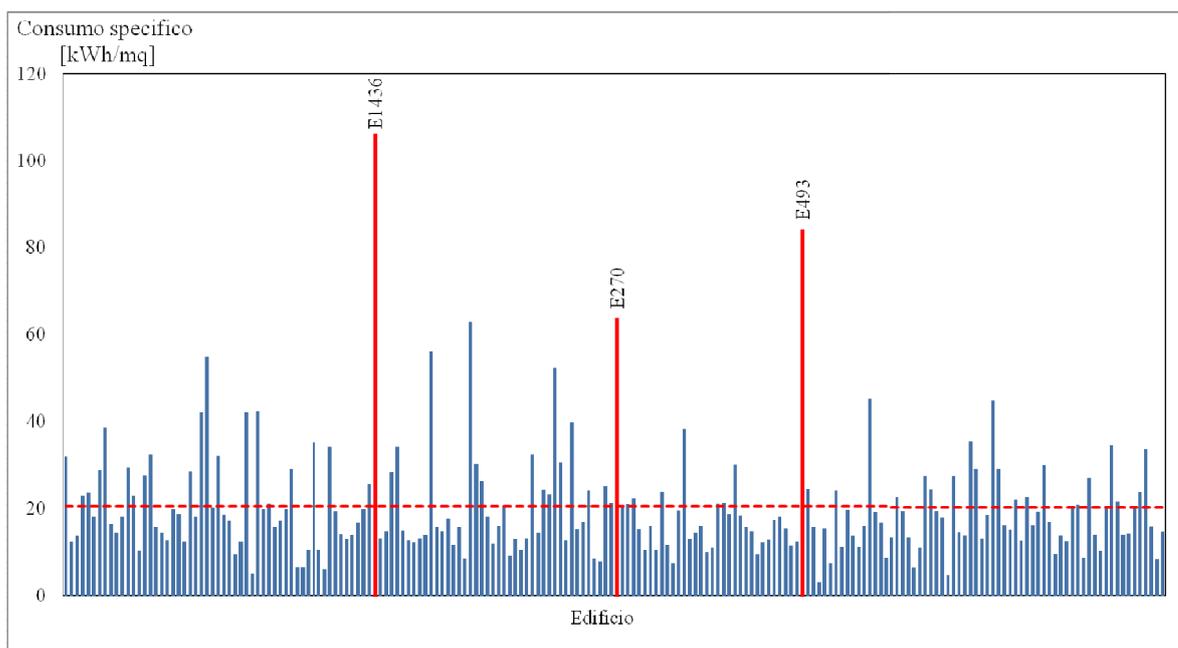


Fig. 8.6 - Grafico "Analisi di consumo termico specifico "

In questa prima analisi è emerso che gli edifici evidenziati in rosso, rispettivamente l'E1436, l' E20 e l' E493 presentano consumi di energia elettrica molto elevati rispetto alle altre scuole analizzate e al valore medio riportato dalla linea tratteggiata in rosso pari a 20 kWh/mq.

Tab. 8.3 - Edifici con valori di consumi termici di baseline elevati

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E1436	8	Via del Molo 65a	PALAZZO VERDE
E493	3	Via San Fruttuoso 74	Scuola comunale infanzia "RODARI" e primavera tempo pieno "RODARI"
E270	9	Via Casale 11b	Scuola elementare "GIOIOSA"



Fig. 8.7 - E1436



Fig. 8.8 - E493



Fig. 8.9 - E270

Dal grafico si denota che ad avere il consumo elettrico maggiore è l'edificio E1436, si tratta di "Palazzo Verde" costruito nel 1500 vincolato architettonicamente. Il vettore energetico è utilizzato, oltre che per il funzionamento delle varie utenze elettriche, anche per la climatizzazione invernale della struttura e la produzione di ACS.

A seguire con un consumo leggermente inferiore ma decisamente al di sopra della media c'è l'edificio E493 si tratta della scuola materna "Rodari" vincolata architettonicamente e risalente al 1500. Ospita oggi nello stesso stabile la Biblioteca Lercari, dove sono presenti due unità di trattamento dell'aria (UTA) e dei fan coils per il riscaldamento. Inoltre la fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di un contatore il quale risulta a servizio dell'intero edificio. La Biblioteca utilizza dispositivi con alto consumo elettrico rispetto ad un edificio scolastico.

L'edificio che corrisponde a l'E270, scuola elementare "Gioiosa" costruita nella prima metà degli anni ottanta, a cui in seguito è stato aggiunto (collegato con una manica di corridoio) un altro edificio al fine di ampliare gli spazi di scolarizzazione e di garantire servizi accessori quali la mensa e una palestra. La fornitura di energia elettrica avviene tramite la presenza di 1 contatore il quale risulta a servizio della scuola elementare "Gioiosa" e della scuola materna "Bavari". Il consumo elettrico rilevato è uguale alla somma dell'edificio E270 e dell'edificio E271 che ne condividono il POD, pertanto la necessità di ripartire il consumo tra i due edifici può aver portato ad un'erronea valutazione del consumo attribuibile al solo edificio E270.

Per tutti gli edifici analizzati è stato valutato anche la relazione tra il consumo specifico di Baseline ed il suo valore assoluto relativo al consumo elettrico, da cui sono emersi alcuni edifici con un rapporto di consumo termico particolarmente elevato.

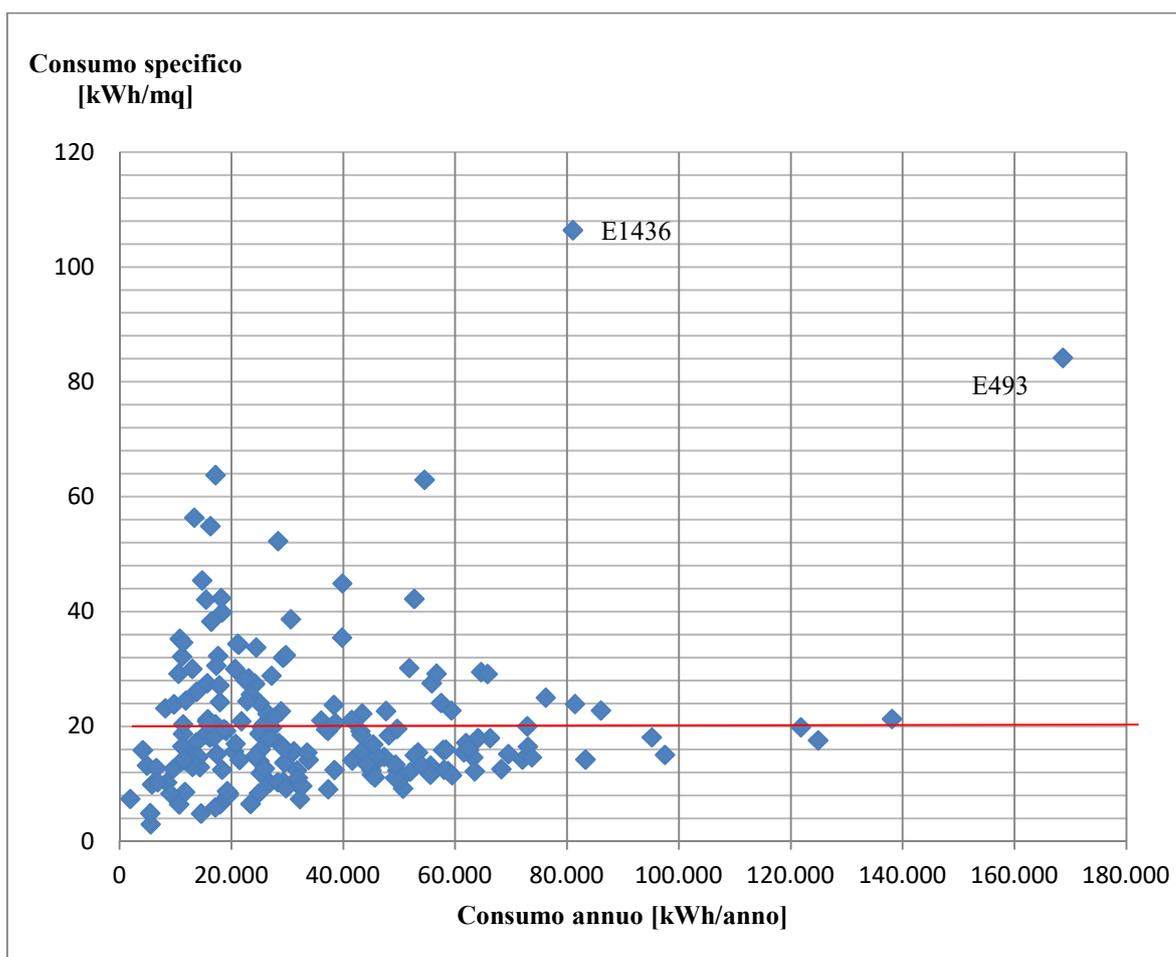


Fig. 8.10 - Grafico " Relazione tra il consumo elettrico specifico di Baseline ed il suo valore assoluto"

Tab. 8.4 - Edifici con consumi di Baseline di energia elettrica elevati

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E1436	8	Via del Molo 65a	PALAZZO VERDE
E493	3	Via San Fruttuoso 74	Scuola comunale infanzia "RODARI" e primavera tempo pieno "RODARI"

Dall'analisi del grafico in Fig. 8.10 emergono gli stessi edifici analizzati per gli elevati consumi elettrici specifici di baseline.

8.2 Indicatori di performance energetici ed ambientali

L'esito della DE deve inoltre consentire la valutazione del fabbisogno energetico caratteristico del sistema edificio-impianto ed individuare gli indicatori specifici di performance energetica ed ambientale caratteristici della prestazione energetica dell'edificio, rispetto ai consumi energetici reali.

Al fine di valutare le emissioni di CO₂ derivanti dai consumi energetici degli edifici analizzati è necessario convertire il consumo, valutato in kWh, tramite l'utilizzo di opportuni fattori di conversione.

I fattori di emissione di CO₂ utilizzati nell'ambito delle diagnosi energetiche sono riportati nella Tab. 8.5.

Tab. 8.5 - Fattori di emissione di CO₂

COMBUSTIBILE	FATTORE DI CONVERSIONE
	kgCO ₂ /kWh
Energia elettrica	* 0,467
Gas naturale	* 0,202
GPL	* 0,227
Olio combustibile	* 0,267
Gasolio	* 0,267
Benzina	* 0,249
* da "Linee Guida Patto dei Sindaci" per anno 2010	

Applicando tali fattori di conversione è stato possibile valutare la Baseline delle emissioni di CO₂:

$$Emissione\ CO_2 = Q_{baseline} \times fattore\ di\ conversione$$

Ai fini del calcolo degli indici di performance è necessario effettuare la conversione dei consumi di Baseline in energia primaria, utilizzando i fattori di conversione indicati dal Decreto Interministeriale 26 giugno 2015 "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici"

Tab. 8.6 - Fattori di conversione in energia primaria dei vettori energetici

Vettore energetico	fP,nren	fP,ren	fP,tot
Gas naturale (1)	1,05	0	1,05
GPL	1,05	0	1,05
Gasolio e Olio combustibile	1,07	0	1,07
Carbone	1,10	0	1,10
Biomasse solide (2)	0,20	0,80	1,00

Biomasse liquide e gassose (2)	0,40	0,60	1,00
Energia elettrica da rete (3)	1,95	0,47	2,42
Teleriscaldamento(4)	1,5	0	1,5
Rifiuti solidi urbani	0,2	0,2	0,4
Teleraffrescamento(4)	0,5	0	0,5
Energia termica da collettori solari (5)	0	1,00	1,00
Energia elettrica prodotta da fotovoltaico, mini-eolico e mini-idraulico (5)	0	1,00	1,00
Energia termica dall'ambiente esterno – free cooling (5)	0	1,00	1,00
Energia termica dall'ambiente esterno – pompa di calore (5)	0	1,00	1,00
<p>(1) I valori saranno aggiornati ogni due anni sulla base dei dati forniti da GSE.</p> <p>(2) Come definite dall'allegato X del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.</p> <p>(3) I valori saranno aggiornati ogni due anni sulla base dei dati forniti da GSE.</p> <p>(4) Fattore assunto in assenza di valori dichiarati dal fornitore e asseverati da parte terza.</p> <p>(5) Valori convenzionali funzionali al sistema di calcolo.</p>			

La valutazione degli indicatori di performance è stata effettuata parametrizzando i consumi reali di Baseline, in funzione dei fattori:

- Superficie netta riscaldata
- Superficie netta complessiva delle aree interne (riscaldate e non riscaldate)
- Volume lordo complessivo (aree interne riscaldate e non riscaldate)

Applicando tali fattori di conversione è stato possibile valutare il rapporto tra la Baseline delle emissioni di CO₂, e la superficie utile riscaldata dell'edificio, dove in rosso emergono gli edifici E270 ed E91 che riportano valori molto elevati rispetto agli altri considerati e al valore medio rappresentato dalla linea tratteggiata rossa, pari a 0,03 t/mq.

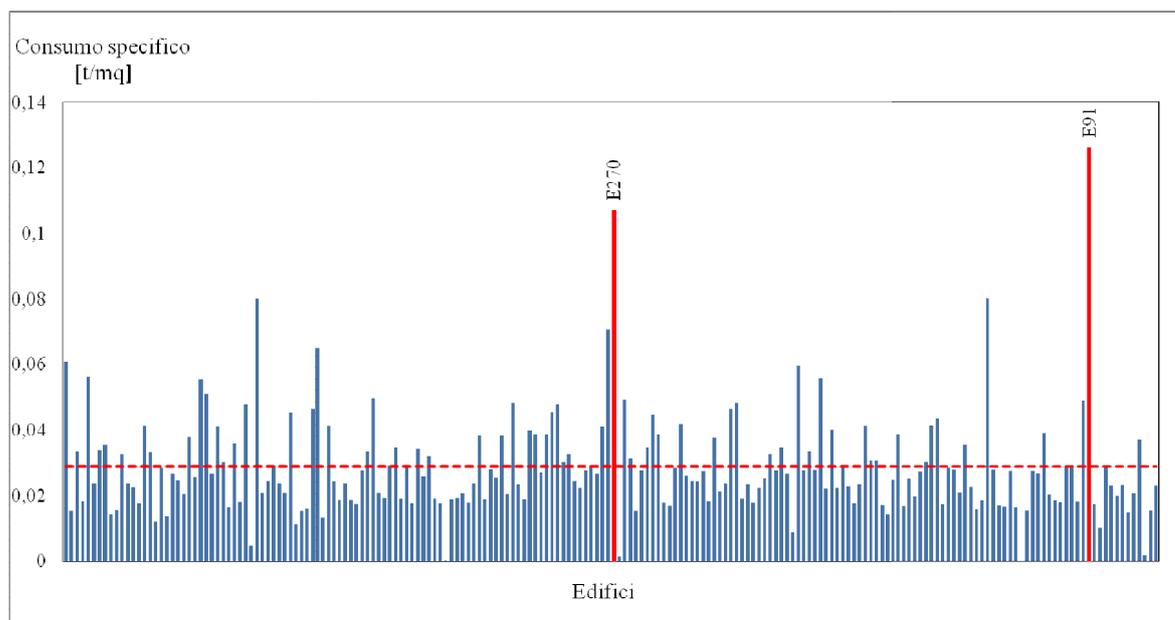


Fig. 8.11 - Grafico "Analisi di consumo specifico di emissione CO₂

Tab. 8.7 - Edifici con valori di emissione di CO₂ elevati

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E270	9	Via Casale 11b	Scuola Elementare "GIOIOSA"
E91	9	Via Bottini 43	Scuola Materna Statale "V.BOTTINI" e Scuola Elementare "GIUSTINIANI"



Fig. 8.12 - Edificio E270



Fig. 8.13 – Edificio E91

Dall'analisi di emissione di CO₂ emerge che l'edificio con codice E270 ha valori molto elevati, questo perché come precedentemente evidenziato, ha dei consumi di energia elettrica parecchio elevati, ma anche perché presenta consumi termici rilevanti. Si tratta infatti di una struttura con un rapporto S/V molto elevato, pari a 0,8, con notevoli dispersioni termiche date dalla mal conservazione dello stesso.

Un'altra scuola ad avere indicatori di performance ambientali elevati è la scuola di Via Bottini (E91) risalente al 1950, nonostante abbia consumi di ACS abbastanza ridotti, un impianto di riscaldamento costituito da una caldaia di tipo tradizionale, alimentata a metano ed asservita alla climatizzazione invernale dell'intero edificio, risulta parecchio disperdente, questo probabilmente può essere dovuto dal suo involucro edilizio in pietra con valori di trasmittanza molto elevati.

Per tutti gli edifici analizzati è stato valutato anche la relazione tra il consumo specifico di Baseline ed il suo valore assoluto relativo all'emissione di CO₂, da cui sono emersi alcuni edifici con un rapporto di emissione di CO₂ particolarmente elevato.

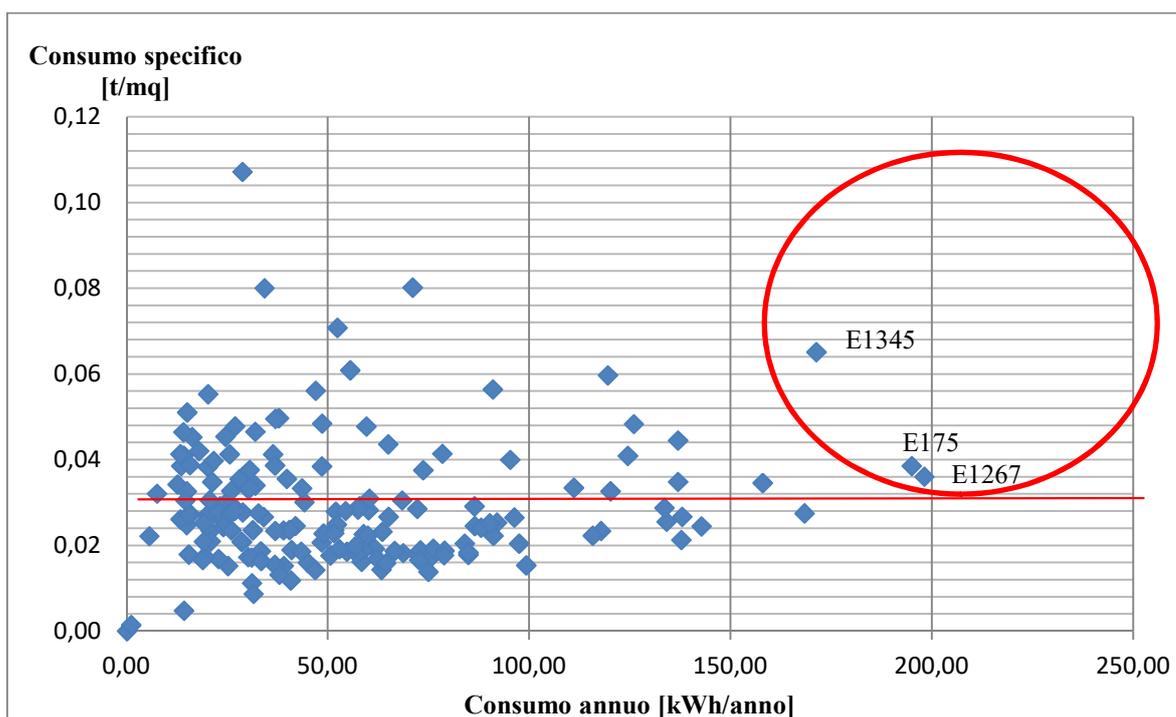


Fig. 8.14 - Grafico " Relazione tra l'emissione di CO₂ specifico di Baseline ed il suo valore assoluto"

Tab. 8.8 - Edifici con consumi di Baseline di emissione di CO₂ elevati

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E1267	5	Via Coni Zugna 2b	Scuola media "DON ORENZO"
E1345	2	Corso Luigi a Martinetti 77g	Scuola elementare "TAVANI" e scuola media di Sampierdarena
E175	2	Via Rinaldo Rigola 52	Scuola elementare "L.CICALA"

Rapportando gli edifici al valore assoluto di baseline, si nota che emergono scuole differenti da quelle con valori specifici di emissione di CO₂ elevati. Si tratta di scuole già analizzate precedentemente, in quanto emerse dall'analisi dei consumi termici.

8.3 Baseline dei Costi

I costi unitari dei vettori energetici sono stati ricavati dalla fatturazione nel triennio di riferimento e per le mensilità dell'anno 2017 per cui è stato possibile ricavare i costi unitari forniti dall'ARERA (Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente). Questi sono stati moltiplicati per i consumi normalizzati di Baseline al fine di definire la Baseline dei costi energetici, utilizzata per la definizione dei risparmi economici conseguibili a seguito della realizzazione delle EEM proposte.

La Baseline dei Costi è quindi definita come la somma della componente di costo di riferimento per la fornitura dei vettori energetici pre - intervento e la componente di costo di riferimento per la gestione e manutenzione ordinaria e straordinaria pre - intervento.

Per la componente energetica vale la seguente formula:

$$C_E = Q_{baseline} \times Cu_Q + EE_{baseline} \times Cu_{EE}$$

Dove:

- $Q_{baseline}$ è il consumo dell' energia termica destagionalizzato di Baseline (*Cap. 8.1*)
- $EE_{baseline}$ è il consumo dell' energia elettrica di Baseline calcolato sulla media aritmetica dei valori relativi ai consumi elettrici reali per il triennio di riferimento;
- Cu_{EE} , [€/kWh] è il costo unitario dell'energia elettrica: si considera il valore relativo all'ultimo anno a disposizione;
- Cu_Q , [€/kWh] è il costo unitario dell'energia termica: si considera il valore relativo all'ultimo anno a disposizione.

La Baseline dei Costi per il sistema edificio/impianti pre - intervento è pertanto uguale a:

$$C_{baseline} = C_E + C_{MO} + C_{MS}$$

Dove:

- C_{MO} , [€/anno] è il costo per la gestione e manutenzione ordinaria: si considerano il corrispettivo annuale relativo al contratto O&M in essere;
- C_{MS} , [€/anno] è il costo per la manutenzione straordinaria: si considera la media relativa a gli stessi anni considerati per il rilevamento dei consumi storici.

In seguito, come è mostrato nelle *Fig. 8.15* e *Fig. 8.16* viene riportato il Baseline dei costi della PA e la loro ripartizione.

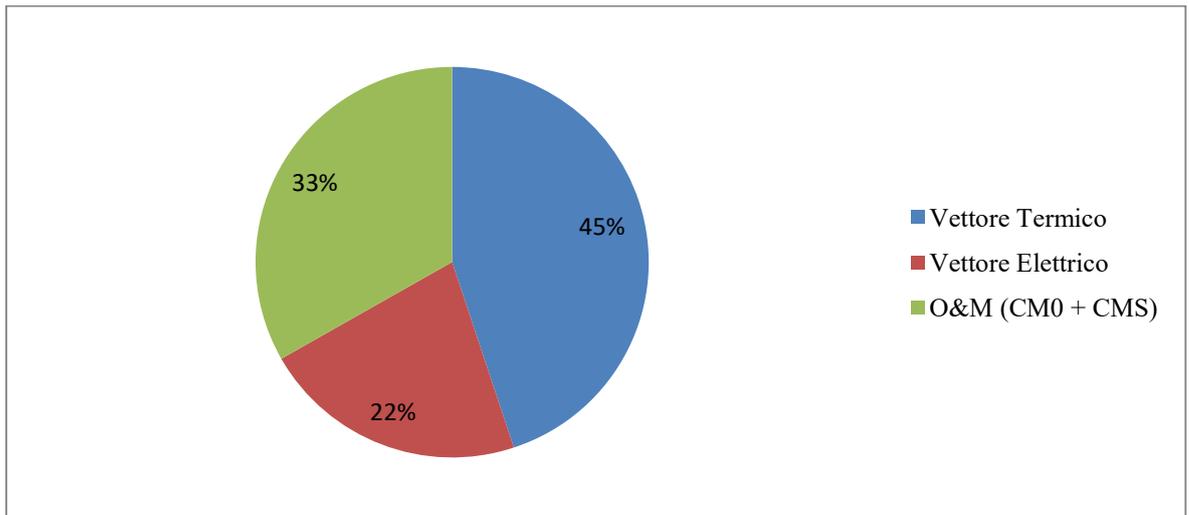


Fig. 8.15 – Grafico “Ripartizione dei costi energetici globali”

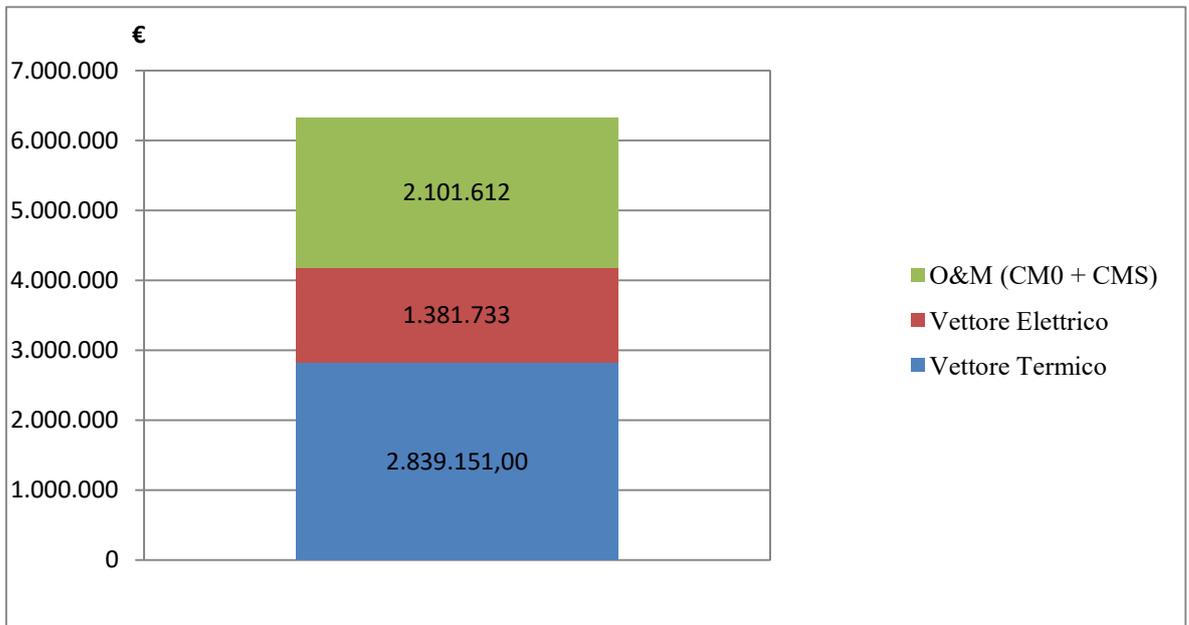


Fig. 8.16 - Grafico "Ripartizione dei costi dei energetici globali"

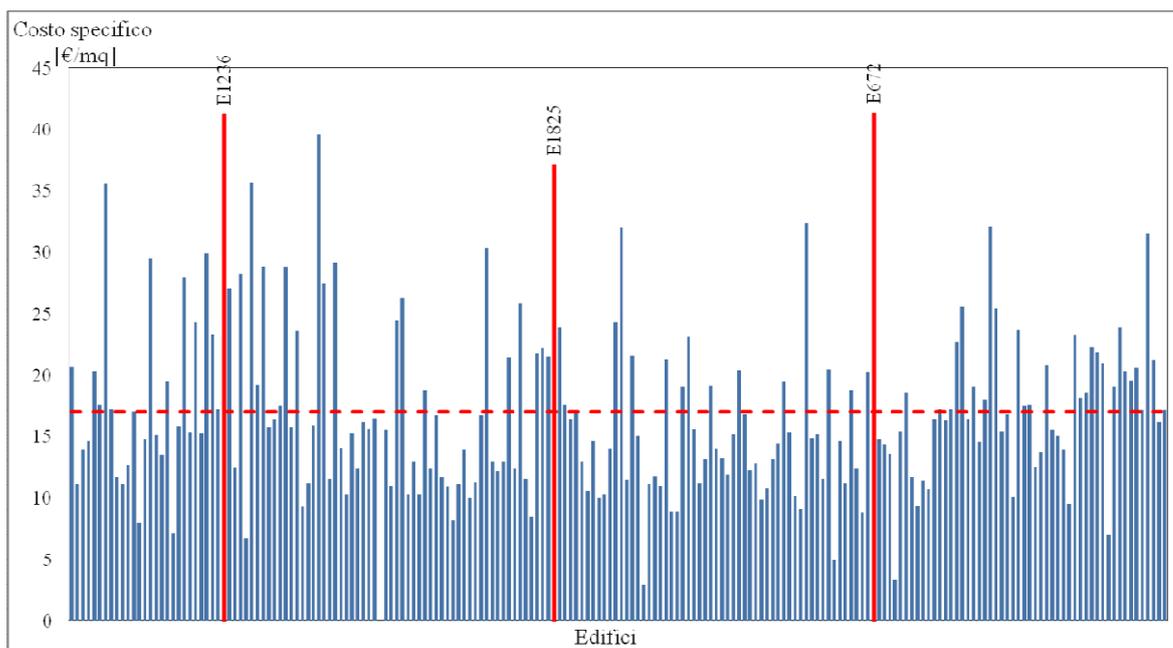


Fig. 8.17 - Grafico "Analisi dei costi di baseline specifici"

Tab. 8.9 - Edifici con costi di Baseline elevati

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E1236	5	Via Isocorte 10a	Asilo nido "ALICE"
E1344	2	Corso Luigi a Martinetti 129	Scuola comunale infanzia "FANTASIA"
E672	3	Viale Centurione Bracelli 61	Scuola infanzia comunale "QUARTIERE CAMOSCIO"



Fig. 8.18 – Edificio E1344



Fig. 8.19 – Edificio E672



Fig. 8.20 – Edificio E1236

Ciò che emerge dall' analisi della Baseline dei costi è che l'edificio E1236 ha costi elevatissimi, circa il 59% è dato dai costi di manutenzione. Si tratta di un edificio indipendente utilizzato come asilo nido e con un rapporto di forma (S/V) abbastanza elevato.

Altro edificio dispendioso è l'E1344 con elevati costi di manutenzione e di riscaldamento, circa il 44% e il 33%. Si tratta di un edificio della seconda metà del Novecento, con un involucro edilizio con discreti valori di trasmittanza e un rapporto di forma (S/V) molto elevato pari a 0,8.

L' ultimo edificio che emerge con consumi al di sopra della media è l'edificio E672 anche questo con un rapporto di forma (S/V) molto alto pari a 0,8 e un costo di manutenzione del 51% rispetto al Baseline dei costi.

Per tutti gli edifici analizzati è stato valutato anche la relazione tra il costo specifico di Baseline ed il suo valore assoluto relativo, da cui sono emersi alcuni edifici con un rapporto di costi particolarmente elevato.

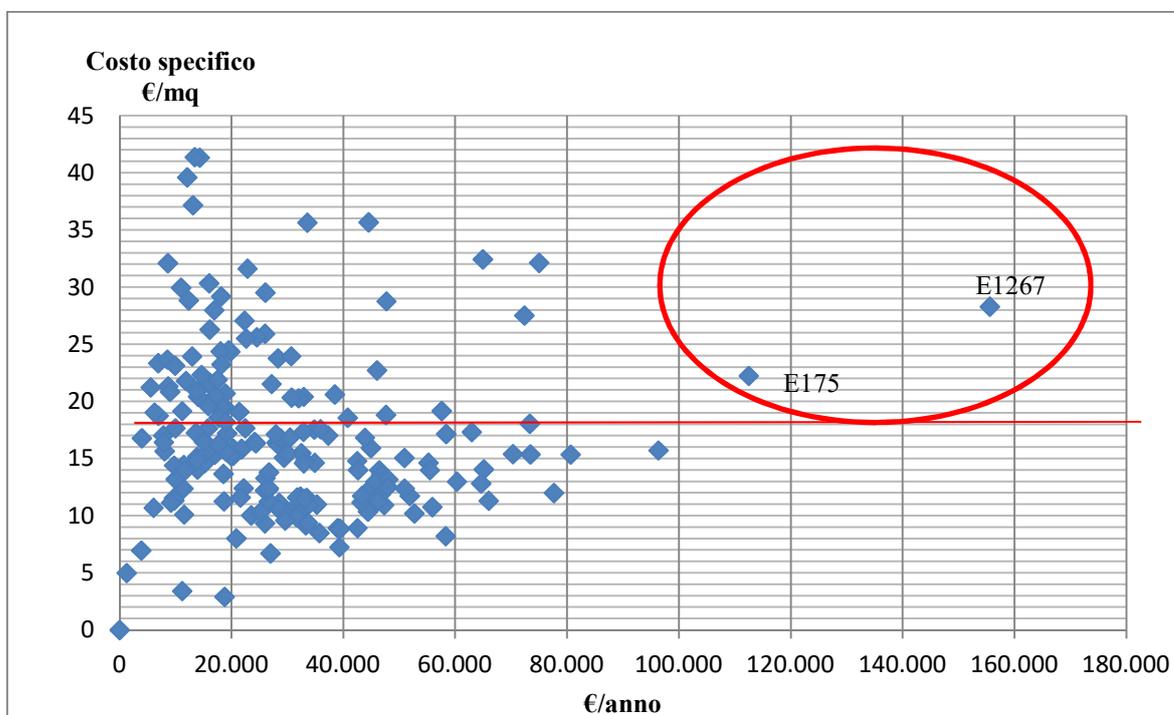


Fig. 8.21 - Grafico " Relazione tra il costo specifico di Baseline ed il suo valore assoluto"

Tab. 8.10 - Edifici con consumi di Baseline dei costi elevati

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E1267	5	Via Coni Zugna 2b	Scuola media "DON ORENGO"
E175	2	Via Rinaldo Rigola 52	Scuola elementare "L.CICALA"

Dal grafico che riporta la relazione tra il consumo specifico di Baseline ed il suo valore assoluto emergono edifici differenti rispetto all' analisi dei costi di Baseline specifici (Fig. 8.17). In quest' ultimo, riportato in Fig. 8.21, si ritrovano nuovamente gli edifici E1267 ed E175 emersi dai grafici relativi alla relazione tra il consumo termico specifico e di emissione di CO2 specifico ed il loro valore assoluto.

9 Benchmark

9.1 Indicatori di performance in funzione dei consumi storici dell'edificio

I parametri di benchmark identificati in funzione dei consumi storici degli edifici sono stati valutati secondo quanto previsto dalle linee guida ENEA-FIRE “Guida per il contenimento della spesa energetica nelle scuole”.

Il metodo di analisi proposto per valutare i consumi energetici delle scuole in esame è di rapida e facile esecuzione, richiede pochi dati di base e tutti facilmente reperibili:

- Volumetria lorda riscaldata;
- Superficie lorda calpestabile,
- Superficie disperdente dell'edificio;
- Consumi annui di combustibile e di energia elettrica degli ultimi tre anni, nel nostro caso degli anni 2014, 2015 e 2016;
- Gradi giorno della località del comune di ubicazione degli edifici.

La valutazione di merito della qualità energetica delle scuole in esame avviene attraverso un confronto dei consumi energetici specifici di queste, opportunamente “normalizzati, con quelli medi ottenuti da un campione rappresentativo di scuole simili. In particolare i consumi specifici della scuole esaminate vengono valutati in base alle loro collocazioni nelle “classi di merito”, elaborate con consumi specifici del campione. Da questo confronto emerge la “qualità energetica” delle scuole nell’ ambito delle scuole simili.

IEN_R

Trattandosi di edifici scolastici infatti, l’indicatore proposto dalla Guida ENEA-FIRE si basa sui consumi di energia per gas naturale normalizzati in funzione dei seguenti fattori di aggiustamento:

- Fattore di forma dell'edificio, rapporto fra superficie disperdente e volume riscaldato S/V (fattore F_e);
- Ore di occupazione dell'edificio scolastico (fattore F_h);
- Gradi Giorno convenzionali della località (1435 GG) così come definiti D.P.R. 412/93 ;
- Volume riscaldato (V_{risc}).

La formula definita è sotto riportata:

$$IEN_R = \frac{\text{Consumo_annuo_riscaldamento} \times F_e \times F_h \times 1000}{GG \times V_{risc}}$$

Tab. 9.1 - Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per riscaldamento [Wh_t/m³*GG*anno]

TIPO DI SCUOLA	BUONO Wh _t /m ³ *GG*anno	SUFFICIENTE Wh _t /m ³ *GG*anno	INSUFFICIENTE Wh _t /m ³ *GG*anno
Materne	IEN _R < 18,5	18,5 < IEN _R < 23,5	IEN _R > 23,5
Elementari	IEN _R < 11	11 < IEN _R < 17,5	IEN _R > 17,5
Medie, Secondarie Sup.	IEN _R < 11,5	11,5 < IEN _R < 15,5	IEN _R > 15,5

Per le tipologie di scuole è stato possibile esprimere la classe di merito dei consumi specifici di riferimento per il riscaldamento. In seguito vengono riportati i grafici.

Agli **asili nido** sono stati applicati i parametri di performance energetici definiti dalla Guida ENEA – FIRE per i consumi di energia termica delle scuole materne poiché le ore di utilizzo e i consumi possono essere considerati similari.

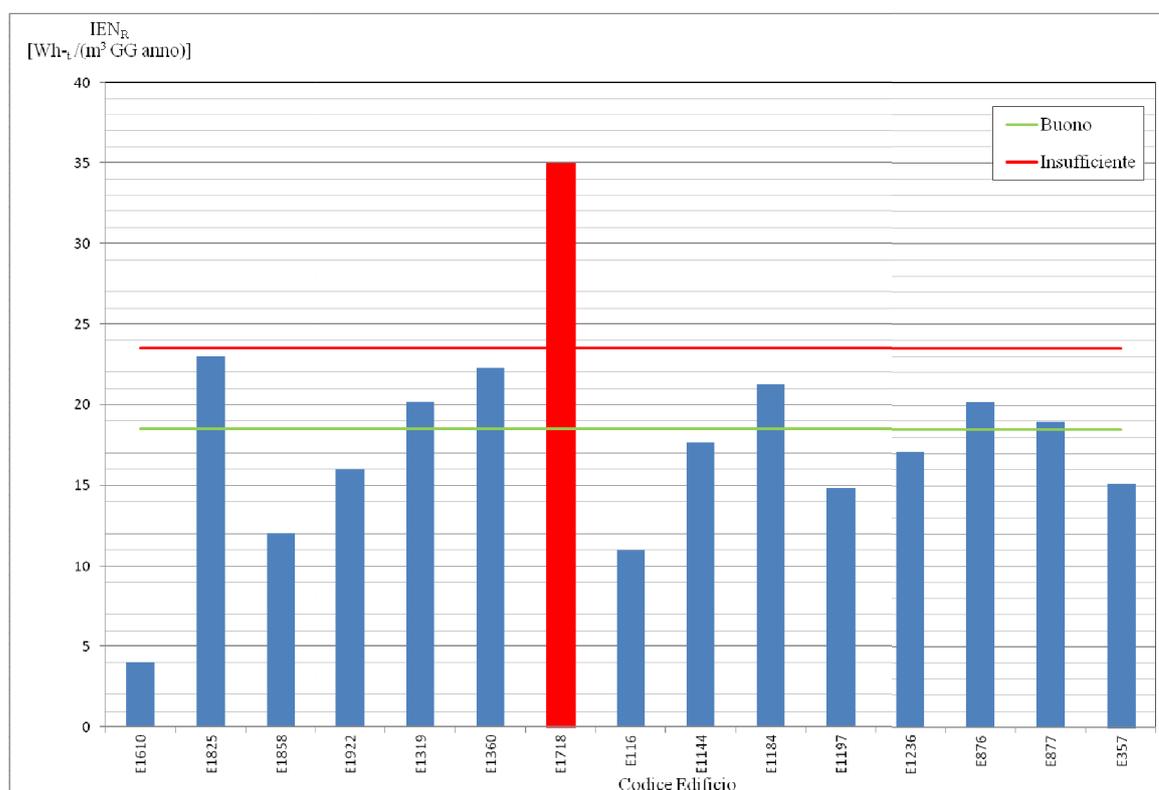


Fig. 9.1 - Grafico “Consumi specifici di riscaldamento con classi di merito relativo agli asili nido”



Fig. 9.2 - Edificio E1718

Dalla *Fig. 9.1* riguardante gli asili nido, l'unico edificio risultato insufficiente è l' E1718. Si tratta di una scuola costruita nel 1840 con un impianto di riscaldamento costituito da un caldaia tradizionale a basamento a gas metano e radiatori senza valvole termostatiche. Il consumo di riscaldamento specifico risulta piuttosto elevato, probabilmente perché si tratta di un edificio molto vecchio e con un consumo di ACS abbastanza elevato, nonostante il suo utilizzo e la produzione è eseguita tramite lo stesso generatore a servizio del riscaldamento e prevede un sistema di accumulo in centrale termica.

Per quanto riguarda invece le **scuole materne** sono stati applicati i parametri di performance energetici definiti dalla Guida ENEA – FIRE per i consumi di energia termica in cui sono emersi 9 edifici evidenziati in rosso, insufficienti.

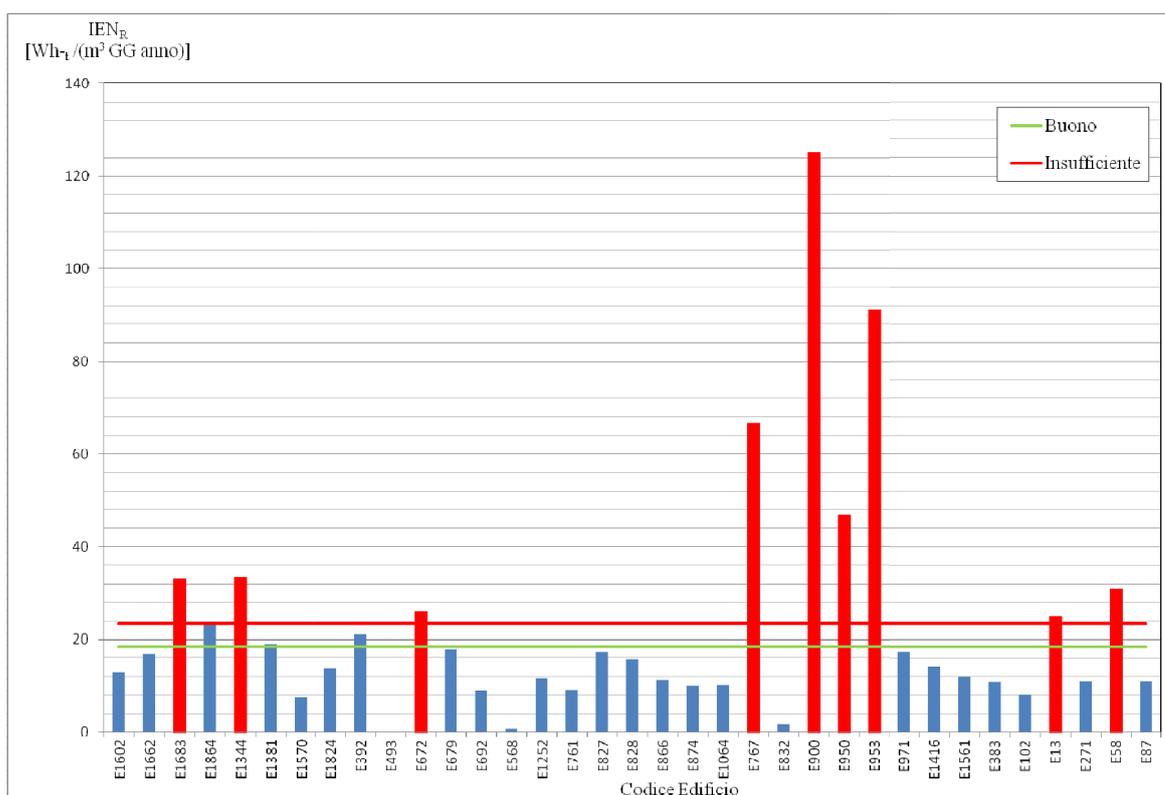


Fig. 9.3 - Grafico "Consumi specifici di riscaldamento con classi di merito relative alle scuole materne"

Sono stati analizzati in particolare gli edifici che risultano avere un indice di performance energetico relativo ai consumi termici molto elevato.

Tab. 9.2 - Scuole materne con IEN_R insufficiente

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E767	7	Via Gaspare Buffa 2	Scuola comunale per l'infanzia "VILLA LETIZIA"
E900	7	Via Cravasco 7	Scuola comunale dell'infanzia "LANTERNA"
E950	7	Via Granara 10	Scuola materna statale "LE PRATOLINE"



Fig. 9.4 - Edificio 767



Fig. 9.5 - Edificio E900

La scuola materna E767 costruita nei primi anni del 1900 e composto da un unico blocco strutturale storico con un rapporto di forma (S/V) pari a 0,6. Il comportamento termico dell'edificio è dovuto essenzialmente alla sua morfologia: pareti molto spesse, copertura non coibentata e serramenti datati. L'edificio si trova all'interno di una proprietà e quindi non confina direttamente con altre strutture. Va inoltre detto, sempre in riferimento all'involucro edilizio, che trattandosi di un edificio di valenza storica e oggetto di un recente intervento architettonico, non è possibile procedere a sostanziali interventi di efficientamento dell'involucro stesso.

Un altro istituto scolastico che risulta insufficiente è l'E900 risalente al 1977 con un rapporto di forma (S/V) parecchio elevato, pari allo 0,7. Presenta un involucro sostanzialmente composto da un unico corpo strutturale realizzato in calcestruzzo armato intonacato. L'involucro trasparente che costituisce l'edificio è composto da serramenti con telaio metallico e vetri singoli.

Lo stato di conservazione degli stessi è abbastanza buono, ma le scarse prestazioni che garantiscono danno forma infiltrazioni d'aria all'interno degli ambienti, causando dispersioni termiche e creando disagio per gli utenti presenti all'interno dell'edificio.

L'impianto di riscaldamento presente nella struttura è costituito da una caldaia tradizionale e radiatori senza valvole termostatiche con un rendimento globale medio stagionale pari al 47%.

L'edificio E950 presenta sempre valori insufficienti molto elevati, si tratta di un edificio costruito ad inizio 900 con caratteristiche peculiari all'edificio E767 precedentemente analizzato, anch'essi caratterizzato da un involucro opaco realizzato in mattoni e sassi intonacati e vincolato architettonicamente.



Fig. 9.6 - Edificio E950

Per quanto riguarda le **scuole elementari** applicando i parametri di performance energetici definiti dalla Guida ENEA – FIRE per i consumi di energia termica sono emersi molteplici casi insufficienti, rappresentati in rosso.

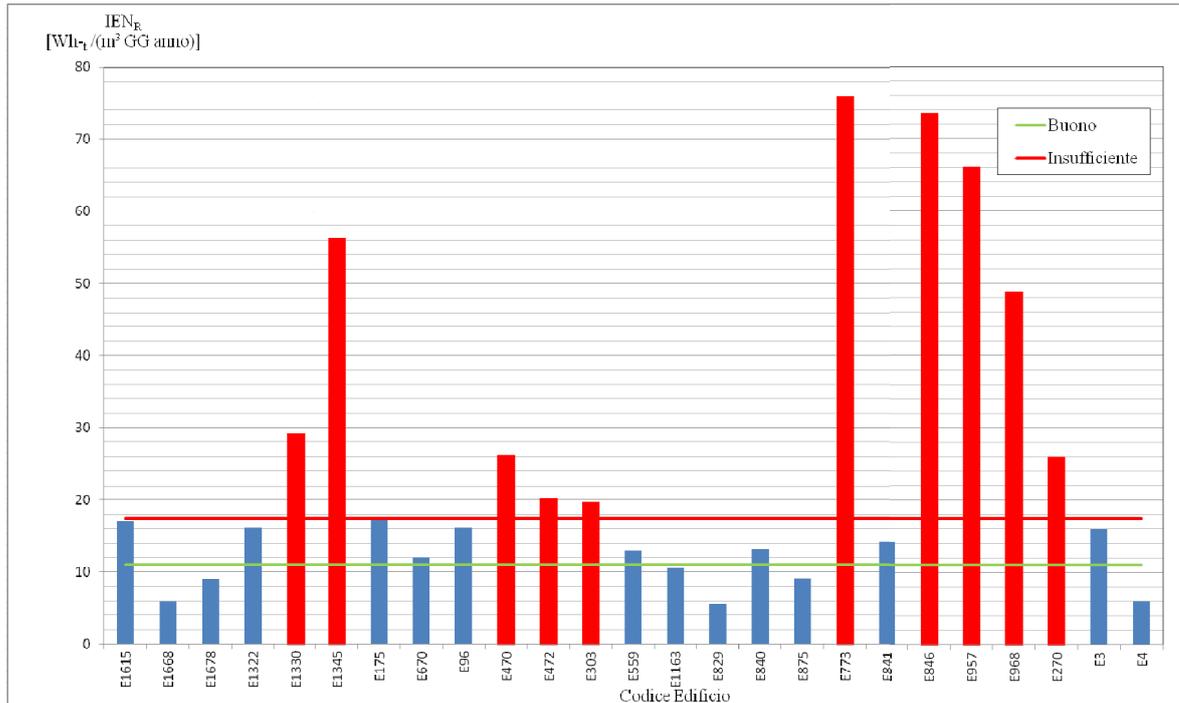


Fig. 9.7 – Grafico “Consumi specifici di riscaldamento con classi di merito relativo alle scuole elementari”

Le scuole materne che risultano avere elevati parametri di performance energetici relativi ai consumi di energia termica sono:

Tab. 9.3 - Scuole elementari con IEN_R insufficiente

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E773	7	Via Gaspare Buffa 36	Scuola elementare "D'ALBERTIS"
E846	7	Via Martiri del Turchino 40	Scuola elementare "PAGANINI"
E957	7	Viale Giorgio Modugno 18	Scuola elementare "ADA NEGRI" "EX VILLA ROSA"



Fig. 9.8 – Edificio E773

La scuola materna “D’Albertis” è stata costruita nella seconda metà del 1900 in cemento armato e sono presenti superfici vetrate di notevoli dimensioni caratterizzate da un telaio in alluminio causando rilevanti infiltrazioni d’aria all’interno degli ambienti e di conseguenza elevate dispersioni termiche.



Fig. 9.9 - Edificio 846

L’edificio E846 risale al 1969, si tratta di una scuola composta da un unico corpo strutturale in mattoni pieni con un rapporto di forma (S/V) pari allo 0,5 e un impianto di riscaldamento composto da una caldaia tradizionale.



Fig. 9.10 - Edificio E957

L’edificio E957 è composto da un unico corpo strutturale realizzato con le tecniche del’600 e quindi mattoni e sassi debitamente intonacati. L’impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da una caldaia tradizionale per la climatizzazione invernale.

Per quanto riguarda le **scuole medie e superiori** i parametri di performance energetici definiti dalla Guida ENEA – FIRE per i consumi di energia termica sono emersi diversi edifici insufficienti, evidenziati in rosso.

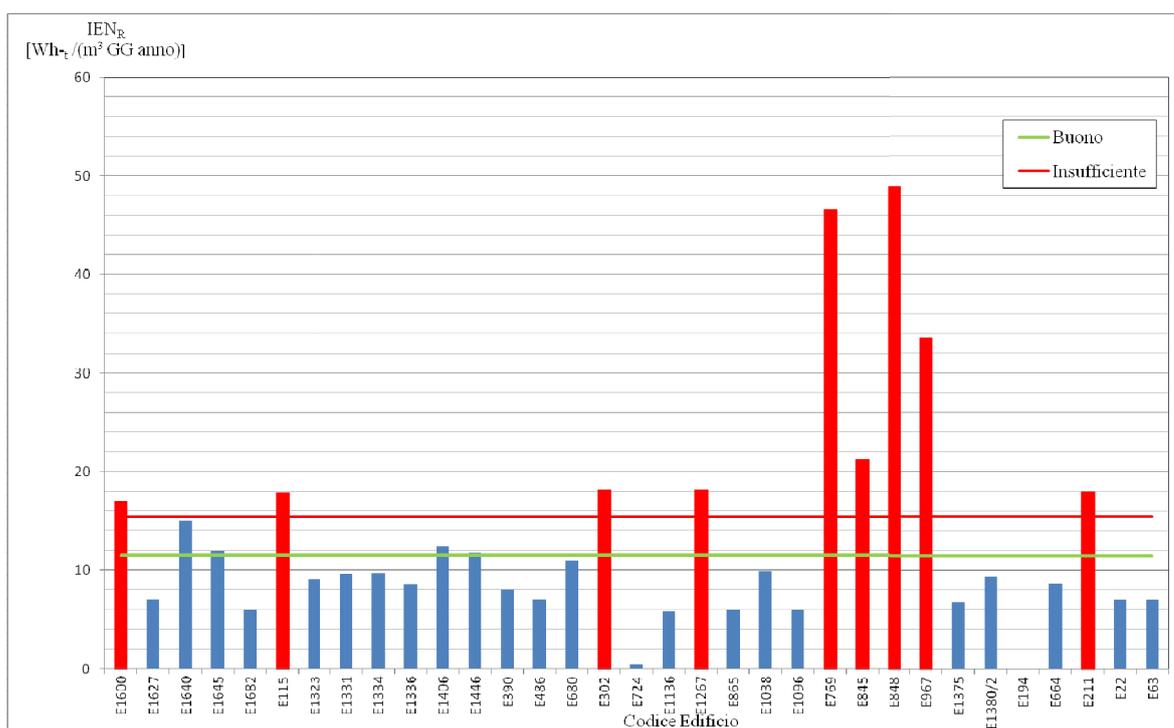


Fig. 9.11 – Grafico “Consumi specifici di riscaldamento con classi di merito relative alle scuole medie e superiori”

Tra le due tipologie di scuole analizzate ad un consumo specifico più elevato sono risultate le scuole medie, in particolare:

Tab. 9.4 - Scuole medie e superiori con IEN_R insufficiente

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E769	7	Salita Egeo 16	Scuola media "A.ANSALDO"
E848	7	Via Branega 10c	Scuola media "ASSAROTTI"
E967	7	P.zza Cristoforo Bonavino 4a	Scuola media "ALESSI-RIZZO"



Fig. 9.12 - Edificio 769

L'edificio E769 è un edificio storico, composto presumibilmente in pietra e mattoni intonacati. La copertura, probabilmente in legno, si affaccia su un sottotetto non isolato.

Una parte dell'edificio è adibita ad archivio storico e quindi non risulta riscaldata. I serramenti di sostituzione recente sono per la maggior parte in telaio di legno con vetro doppio.

Questi elementi portano a presumere elevate dispersioni termiche.

L'edificio E848 che riporta elevati consumi termici e risulta insufficiente all'indice di performance, si mostra con una struttura molto particolare e questo fa sì che il rapporto di forma (S/V) raggiunge un valore pari a 0,5.

Si tratta di una scuola costruita agli inizi degli anni '60 composta da un involucro opaco caratterizzato da un blocco strutturale in calcestruzzo armato intonacato e con mattoni a vista. L'impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da due caldaie tradizionali per la climatizzazione invernale.



Fig. 9.13 - Edificio E848



Fig. 9.14 - Edificio E967

La scuola media “Alessi – Rizzo” costruita nel 1967 è composta da unico corpo strutturale in calcestruzzo armato intonacato. Presenta pareti e copertura non isolate, serramenti poco performanti.

L’impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da una caldaia tradizionale per la climatizzazione invernale, con un rendimento parecchio elevato pari al 95%.

Sono stati applicate le classe di merito per 109 scuole, ossia quelle che presentavano una destinazione d’ uso ben identificata, ciò che è emerso è che a risultare insufficiente sono il 21%.

Per le scuole risultate **miste**, ossia tutte quelle che presentavano la combinazione di diverse tipologie, non è stato possibile applicare i parametri di IEN_E e IEN_R così si è deciso di applicare una media per entrambe i valori per le scuole materne e per le scuole elementari, medie e superiori. In seguito vengono riportate i valori con le classi di merito relative.

Tab. 9.5 - Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per riscaldamento [$Wh_t / m^3 * GG * anno$]

TIPO DI SCUOLA	BUONO	SUFFICIENTE	INSUFFICIENTE
	$Wh_t / m^3 * GG * anno$	$Wh_t / m^3 * GG * anno$	$Wh_t / m^3 * GG * anno$
Miste	$IEN_R < 13,6$	$13,6 < IEN_R < 18,8$	$IEN_R > 18,8$

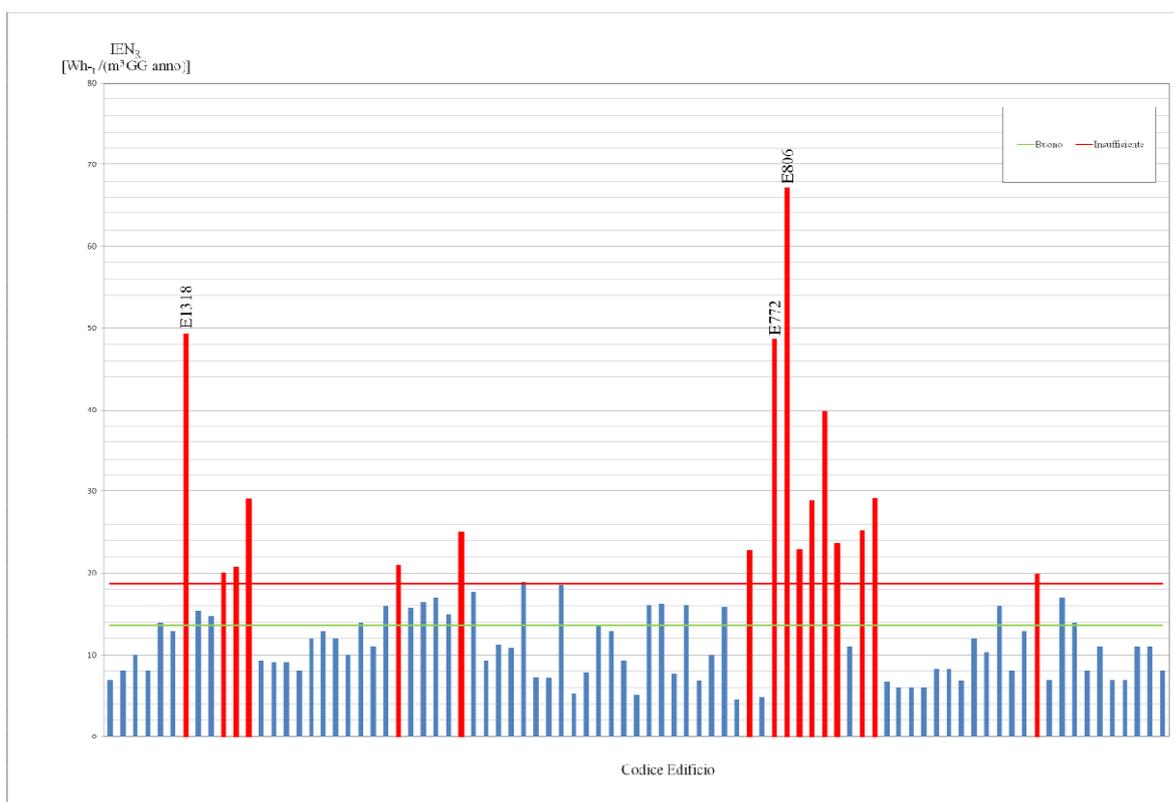


Fig. 9.15 – Grafico “Consumi specifici di energia di riscaldamento con classi di merito relativo alle scuole miste”

Così come per le altre tipologie di scuole fin ora analizzate anche per quelle miste, tra quelle risultate insufficienti, si sono analizzati quelli che riportavano valori di IEN_R molto elevati gli edifici riportati nella tabella seguente.

Tab. 9.6 – Scuole miste con IEN_R insufficiente

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E1318	2	Via Paolo Reti 23 e via d. Gaetano Storace 2 e via Paolo Reti 23	Scuola materna comunale "FIRPO" e scuola materna statale "BACIGALUPO" e scuola elementare "CANTORE"
E722	4	Piazzale Paul Valery 9	Scuola elementare "ANNA FRANK" e scuola materna statale "MARY POPPINS"
E806	7	Via delle fabbriche 189a	Scuola materna statale ed elementare "FABBRICHE"



Fig. 9.16 - Edificio E1318

L'edificio scolastico E1318 risulta costruito con una struttura portante in travi e pilastri in acciaio. L'involucro edilizio opaco di muratura esterna è composto da pannelli prefabbricati in calcestruzzo, rivesti internamente da pannelli di cartongesso con un isolante. L'edificio è composto in gran parte da serramenti in metallo, tutti senza taglio termico. Tutte le finestre sono caratterizzate da vetri singoli, tuttavia la tipologia di vetro e telaio comporta notevoli dispersioni termiche. L'impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da un impianto tradizionale con caldaia a basamento a gas metano e radiatori senza valvole termostatiche.



Fig. 9.17 – Edificio E722

La scuola E722 è composta da più corpi di fabbrica strutturati in forma di rettangolo così da formare un edificio abbastanza regolare, realizzato in cemento armato e tamponature in muratura. Si tratta di un edificio del 1973 con un impianto tradizionale. L'involucro trasparente che costituisce l'edificio è composto da serramenti in parte in alluminio senza taglio termico e con vetro singolo.

Lo stato di conservazione è buono; ma alcuni infissi sono di notevoli dimensioni e causano elevate dispersioni termiche.



Fig. 9.18 – Edificio E806

L'edificio E806 risale al 1957 è composto da una struttura in laterizio intonacata. Il comportamento termico dell'edificio è in gran parte dovuto alla sua morfologia: pareti di spessore notevole e copertura non isolata. L'impianto di riscaldamento degli ambienti è costituito da una caldaia tradizionale per climatizzazione invernale con un rendimento pari al 95%.

Una caratteristica comune alla gran parte degli edifici con un valore di IEN_R elevato è la posizione geografica, poiché tutti gli edifici fanno parte dell'entroterra ligure.

IEN_E

L'indicatore di performance energetico definito dalla Guida ENEA – FIRE per i consumi di energia elettrica è un semplice indicatore normalizzato sui seguenti fattori:

- Superficie lorda ai piani dell'edificio A_p ;
- Fattore F_h relativo all'orario di occupazione, così come precedentemente

La formula per il calcolo dell'indice è la seguente:

$$IEN_E = \frac{\text{Consumo_energia_elettrica} \times F_h}{A_p}$$

La valutazione dei consumi energetici specifici (IEN_R e IEN_E) avviene paragonandoli ai consumi specifici di riferimento relativi ad un campione significativo della realtà nazionale. Nelle tabelle che seguono sono riportati i consumi specifici di riferimento organizzati per tipologia scolastica e per classe di merito rispetto alla qualità energetica.

Tab. 9.7 - Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per energia elettrica [Wh_e /m² anno]*

TIPO DI SCUOLA	BUONO Wh _e /m ² * anno	SUFFICIENTE Wh _e /m ² * anno	INSUFFICIENTE Wh _e /m ² * anno
Materne	$IEN_E < 11,0$	$11,0 < IEN_E < 16,5$	$IEN_E > 16,5$
Elementari, Medie, Secondarie Superiori.	$IEN_E < 9,0$	$9,0 < IEN_E < 12,0$	$IEN_E > 12,0$
Ist. Tec. Ind., Ist. Prof. Ind.	$IEN_E < 12,5$	$12,5 < IEN_E < 15,5$	$IEN_E > 15,5$

E' stata eseguita la stessa analisi con riferimento ai consumi specifici per l'energia elettrica. In seguito vengono riportati i grafici.

Per quanto riguarda gli **asili nido** sono stati applicati i parametri di performance energetici definiti dalla Guida ENEA – FIRE per i consumi di energia elettrica delle scuole materne poiché le ore di utilizzo e i consumi possono essere considerati simili.

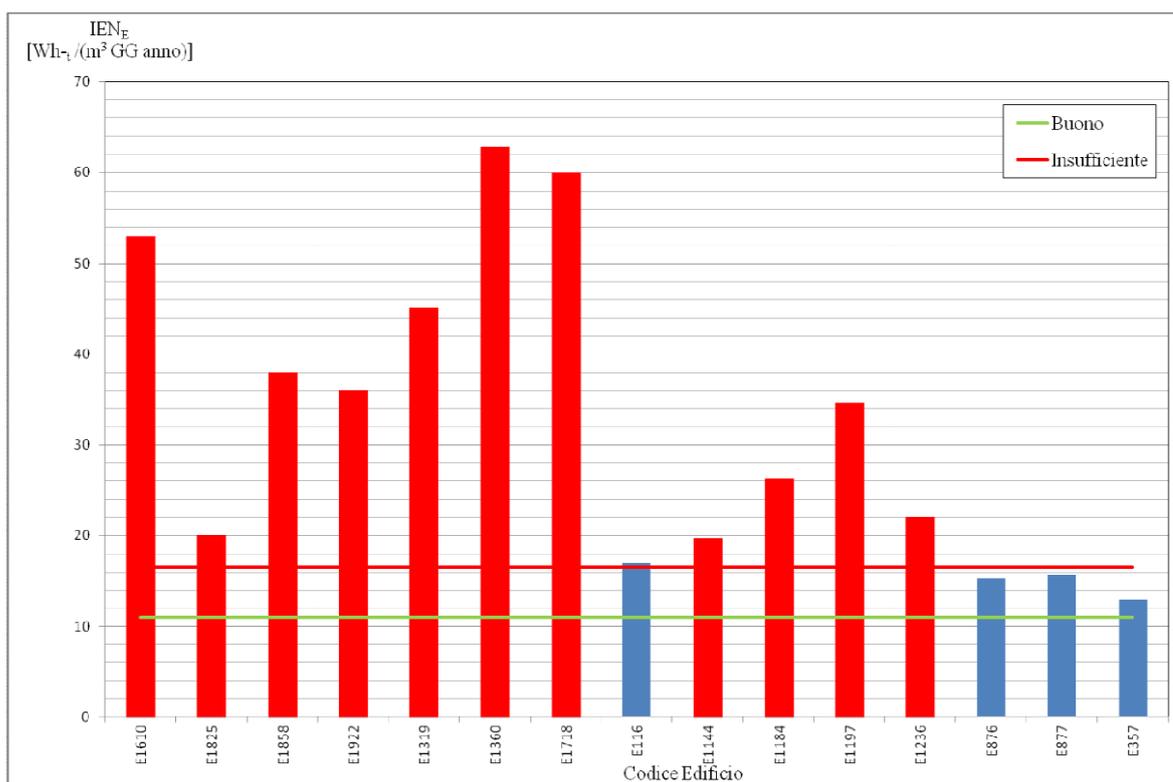


Fig. 9.19 - Grafico "Consumi specifici di energia elettrica con classi di merito relativo agli asili nido"

Dall' analisi relativa ai consumi specifici di energia elettrica risultano insufficienti e con valori molto elevati gli edifici riportati nella tabella seguente.

Tab. 9.8 – Asili nido con IEN_E insufficiente

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E1360	2	Via Antonio Pellegrini 19	Asilo nido "BRUCO PELLEGRINO"
E1610	1	Via al Porto Antico 2	Asilo nido "CENTRO INFANZIA"
E1718	2	Via Bologna 21	Asilo nido "LILLIPUT"



Fig. 9.20 – Edificio E1360



Fig. 9.21 - Edificio E1610

La Baseline elettrica di riferimento dell'edificio E1360, costruito recentemente, è uguale ai consumi dell'anno 2017 in quanto nel 2015 e 2016 l'edificio non era ancora utilizzato. La maggior parte dei consumi è da attribuirsi all'utilizzo FEM e altri carichi interni mentre l'illuminazione interna ha un peso minore sul totale dei consumi in quanto l'impianto è costituito al 90% da lampade led. Le utenze sottese all'impianto elettrico, sono costituite essenzialmente da utenze locali quali LIM, PC, stampanti e altri dispositivi di supporto alle attività specifiche della destinazione d'uso ma tra gli elementi rilevati con una maggiore potenza nominale sono relativi all' utilizzo della mensa, si tratta di una lavastoviglie a 4000W, una lavatrice 900W e un frullatore 700W.

L' edificio E1610, è situato nella zona del Porto Antico e pertanto la fornitura del vettore elettrico avviene tramite la stessa società che gestisce le utenze legate al Porto Antico di Genova. I dati relativi ai consumi fanno riferimento all' edificio Mandraccio che non riguarda soltanto l'asilo nido "Centro Infanzia".

Dall' analisi globale dei consumi elettrici effettuata dall' Auditor si nota che la maggior parte è da attribuita all'utilizzo per la climatizzazione estiva dei locali che è effettuata grazie alla presenza di gruppi frigoriferi posizionati nella centrale termica dell'edificio Mandraccio, al servizio non solo dell'asilo oggetto di DE, ma anche di altri edifici limitrofi.

Per quanto riguarda l'edificio E1718 era già stato analizzato precedentemente in quanto era l' unico asilo nido a riportare un indice di prestazione relativa al consumo termico insufficiente. A livello di consumo elettrico invece, la maggior parte dei consumi è attribuito all'utilizzo FEM e altri carichi interni e all'impianto di illuminazione interna che è costituito da lampade fluorescenti.



Fig. 9.22 - Edificio E1718

Alle scuole materne sono stati applicati i parametri di performance energetici definiti dalla Guida ENEA – FIRE per i consumi di energia elettrica da cui sono emersi diversi casi insufficienti:

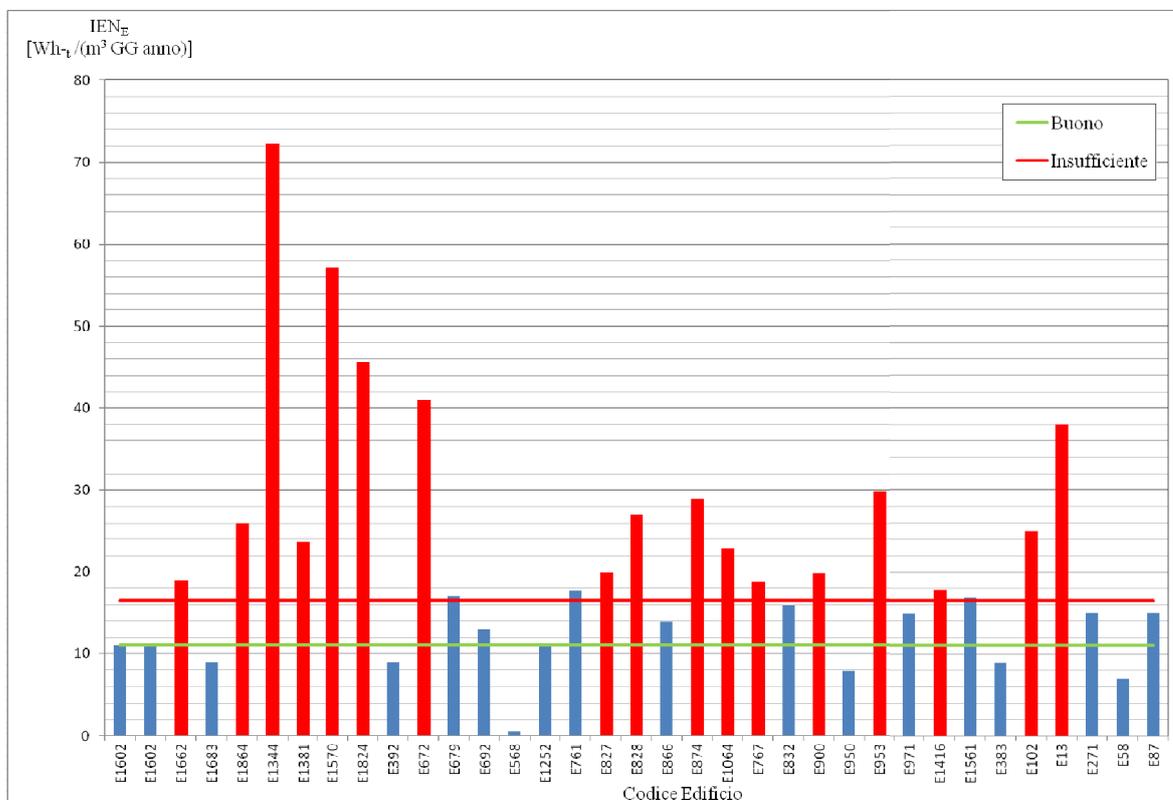


Fig. 9.23 – Grafico “Consumi specifici di energia elettrica con classi di merito relativo alle scuole materne”

Tra gli edifici risultati insufficienti sono stati analizzati quelli che riportavano valori più elevati:

Tab. 9.9 – Scuole materne con IEN_E insufficiente

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E1344	2	Corso Luigi a Martinetti 129	Scuola comunale infanzia "FANTASIA"
E1570	2	Via Asilo D.D.Garbarino 17	Scuola comunale infanzia "GARBARINO" e scuola primavera mista "GARBARINO"
E1824	2	Salita degli Angeli 62	Scuola materna comunale “TOLLOT OCCIDENTALE”

L'edificio E1344, è già risultato un caso anomalo in riferimento al Baseline dei costi. Si tratta di un edificio che riporta consumi elettrici abbastanza elevati da attribuirsi all'utilizzo FEM e altri carichi interni per la presenza della mensa e quindi dovuti all'utilizzo di elettrodomestici come lavastoviglie, microonde ecc. e all'impianto di illuminazione interna costituito da lampade fluorescenti.



Fig. 9.24 - Edificio 1344



Fig. 9.25 - Edificio E1570



Fig. 9.26 - Edificio E1824

L'edificio E1570 presenta un indice di performance relativo al consumo elettrico, parecchio elevato, questo è dovuto principalmente all'impianto di illuminazione costituito da lampade fluorescenti di diversa potenza e all'utilizzo di utenze quali lavastoviglie, stufetta ed altri dispositivi in uso del personale e delle attività specifiche della destinazione d'uso.

Altro edificio risultato insufficiente con valori molto elevati relativi al consumo elettrico è l'E1824 costituito sempre da un impianto ad illuminazione con lampade fluorescenti e utenze elettriche con potenza nominale parecchio elevata.

Per quanto riguarda le **scuole elementari, medie e superiori** sono stati applicati i parametri di performance energetici definiti dalla Guida ENEA – FIRE.

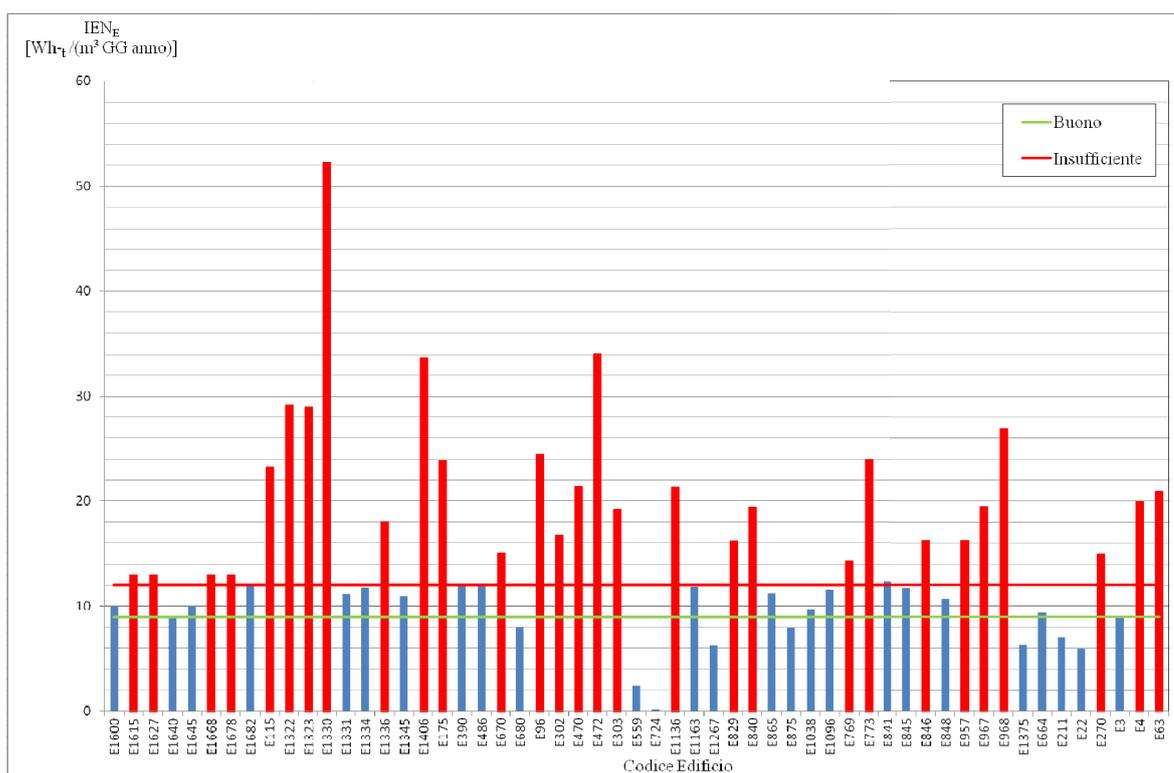


Fig. 9.27 – Grafico “Consumi specifici di energia elettrica con classi di merito relativo alle scuole elementari medie e superiori”

Dall’ analisi relativa ai consumi specifici di energia elettrica risultano insufficienti gli edifici:

Tab. 9.10 - Scuole elementari medie e superiori con IEN_E insufficiente

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E1330	2 9	Via Spinola di san Pietro 1 e Via Luigi Dottesio	scuola comunale infanzia "MAZZINI"
E472	4	Via Val Trebbia 301	scuola elementare "S.EUSEBIO"
E1406	2	Via Nicolo Daste 8a	scuola media "BARABINO"



Fig. 9.28 - Edificio E1330

L’edificio E1330 presenta un elevato indice di performance elettrica relativo appunto al suo consumo elettrico elevato dato dall’impianto ad illuminazione composto da lampade fluorescenti di diversa potenza e dispositivi FEM come macchinette snack, distributori di caffè, lavastoviglie, LIM, PC, stampanti con elevata potenza nominale.



Fig. 9.29 - Edificio E472

L'edificio E472 riporta consumi elettrici per la maggior parte attribuiti all'utilizzo per l'illuminazione dei locali e alla FEM. L'impianto di illuminazione è composto da lampade neon e le utenze sottese all'impianto elettrico, costituite essenzialmente da utenze locali quali ascensori, PC, LIM ed altri dispositivi in uso del personale e degli studenti e delle attività specifiche della destinazione d'uso.



Fig. 9.30 - Edificio E1406

Un altro edificio ad avere un elevato consumo elettrico è l'E1460 poiché si tratta di una struttura che ospita altre destinazioni d'uso. Nell'analisi relativa ai consumi la presenza della biblioteca, del centro civico e degli uffici influenzano la componente elettrica, composta in gran parte dal consumo relativo all'impianto di illuminazione costituito da lampade di diverse tipologie, ovvero fluorescenti ed alogene e situate in funzione della tipologia di utilizzo dei locali.

Come per l'analisi condotta relativa all'indice IEN_R anche per quanto riguarda IEN_E per la tipologia di **scuola mista** sono stati stimati dei parametri applicando una media degli indici forniti per le altre tipologie di scuole:

Tab. 9.11 - Classi di merito dei consumi specifici di riferimento per energia elettrica
[Wh_e /m²* anno]

TIPO DI SCUOLA	BUONO	SUFFICIENTE	INSUFFICIENTE
	Wh _e /m ² * anno	Wh _e /m ² * anno	Wh _e /m ² * anno
Miste	$IEN_E < 10,8$	$10,8 < IEN_E < 14,6$	$IEN_E > 14,6$

In seguito vengono riportati tutti gli edifici classificati come misti che riportano valori considerati insufficienti:

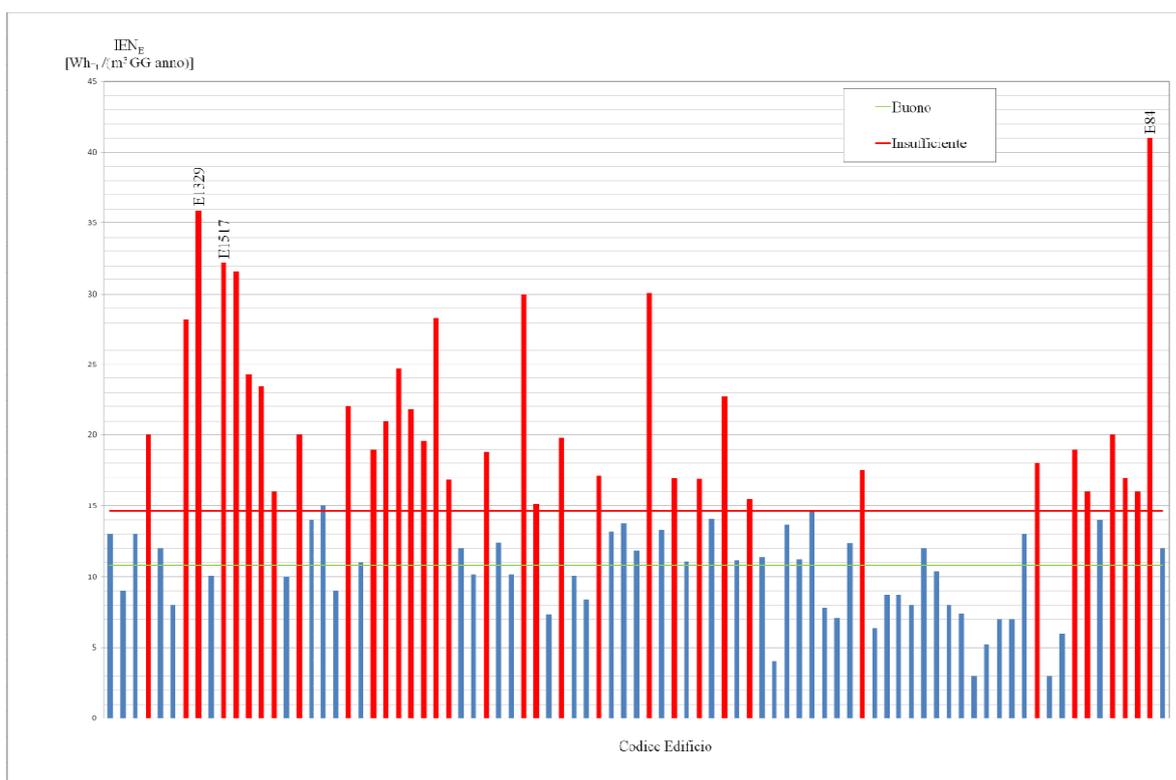


Fig. 9.31 - Grafico "Consumi specifici di energia elettrica con classi di merito relativo alle scuole miste"

Tab. 9.12 - Scuole miste con IEN_E insufficiente

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E1329	2	Via dei Landi 19	Scuola materna statale "ANDERSEN" e scuola elementare "MONTALE"
E1517	2	Via Bologna 6a	Scuola elementare materna statale e media "GARIBALDI"
E84	9	Via Priaruggia 50	Asilo nido e scuola comunale d'infanzia "VILLA STALDER"



Fig. 9.32 - Edificio E1329



Fig. 9.33 - Edificio E1517



Fig. 9.34 - Edificio E84

L'edificio E1329, l' E1517 riportano consumi di energia elettrica parecchio elevati, questo perché si tratta di istituti misti di notevole superficie con consumi elettrici composti per la maggior parte dall' utilizzo di ascensori, PC, lavastoviglie, distributore bevande e snack e all'impianto di illuminazione interna costituito da lampade a fluorescenza di diversa potenza. L'edificio E84, pur essendo associato alla tipologia di scuole miste, a differenza degli altri due istituti analizzati precedentemente, presenta un'utenza leggermente diversa, poiché si tratta di un asilo nido e una scuola materna, questo fa sì che la maggior parte dei consumi elettrici sono attribuibili ai servizi di acqua calda sanitaria, la cui produzione è eseguita tramite quattro bollitori elettrici ad accumulo installati all'interno dei locali adibiti a servizi igienici con una potenza complessiva di 8,1 kW. Altro aspetto rilevante è la componente relativa all' impianto di illuminazione composto da lampade neon installate a soffitto.

9.2 Indicatori di performance in condizioni standard di utilizzo

Al fine di valutare la prestazione energetica del sistema edificio-impianto è stato necessario predisporre un modello energetico (termico ed elettrico) redatto ai sensi della normativa regionale e nazionale vigente per il calcolo della prestazione energetica degli edifici.

La creazione di un modello energetico dell'edificio oggetto della DE ha fornito come output un profilo di fabbisogno energetico valutato in condizioni standard di utilizzo dell'edificio, come definite dal prospetto 2 della norma UNITS 11300 parte 1, considerando le temperature esterne come definite dalla norma UNI 10349:2016 e con una durata del periodo di riscaldamento come da DPR 74/2013.

I risultati di tale modellazione forniscono gli indicatori di performance energetica definiti dal DM 26/06/2015 valutati in funzione dell'energia primaria non rinnovabile e totale, definiti nella tabella sottostante.

Tab. 9.13 - Indicatori di performance energetica e ambientali ricavati dalla modellazione e definiti dal DM 26/06/2015

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA		U.M.
Globale non rinnovabile	EP _{gl}	kWh/mq anno
Climatizzazione invernale	EP _H	kWh/mq anno
Produzione di acqua calda sanitaria	EP _w	kWh/mq anno
Ventilazione	EP _v	kWh/mq anno
Raffrescamento	EP _c	kWh/mq anno
Illuminazione artificiale	EP _L	kWh/mq anno
Trasporto di persone e cose	EP _T	kWh/mq anno
Emissioni equivalenti di CO ₂	CO _{2eq}	Kg/mq anno

L'elaborazione delle diagnosi energetiche comprende il calcolo dell'indice di prestazione energetica dell'edificio e del fabbisogno di energia primaria annua, valutata in condizioni standard.

In sintesi il quadro riferito al patrimonio scolastico del comune di Genova evidenzia che nella maggior parte dei casi gli edifici che lo costituiscono, sottoposti ad un processo di certificazione energetica, risultano in classe E. Si parla di una percentuale pari al 29% del totale.

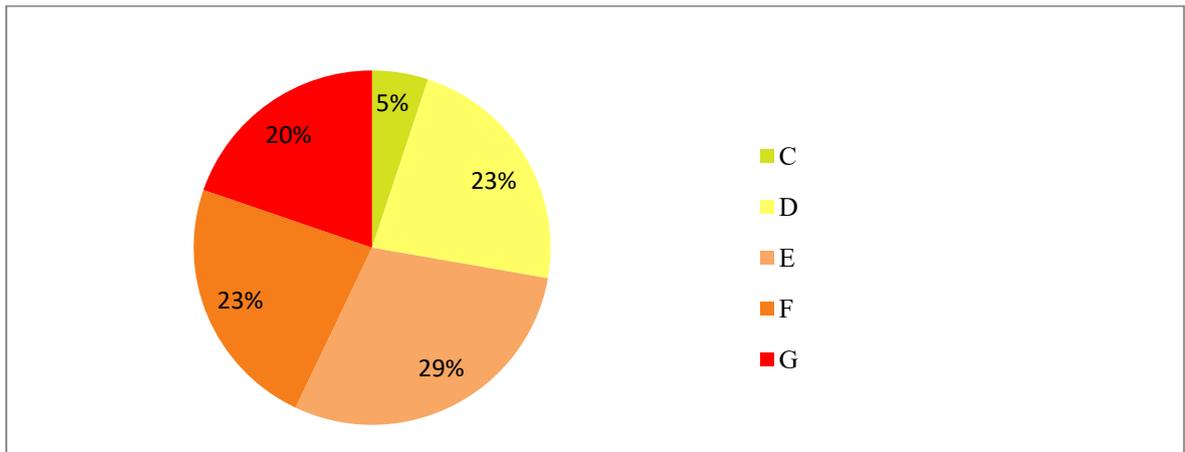


Fig. 9.35 - Grafico "Classe energetica degli edifici"

Nessuno degli edifici attualmente utilizzati presenta un comportamento energetico riconducibile alle classi A e B e solo il 5% si inserisce nel range di valori corrispondente alla classe C. Della parte restante, 45 scuole appartengono alla classe D, 46 alla classe F e 39 si collocano nella fascia peggiore prevista dalla normativa, la classe G.

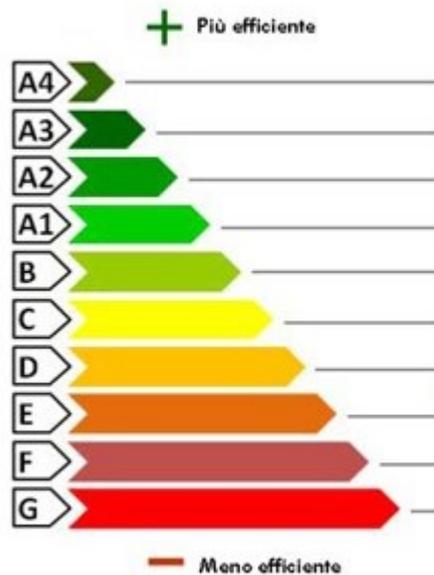


Fig. 9.36 – Classi energetiche definite dal DM 26/06/2015

E' interessante vedere la relazione fra i risultati riferiti alla classe energetica degli edifici e alcuni dei parametri descrittivi esposti precedentemente, come l'età anagrafica e il rapporto di forma.

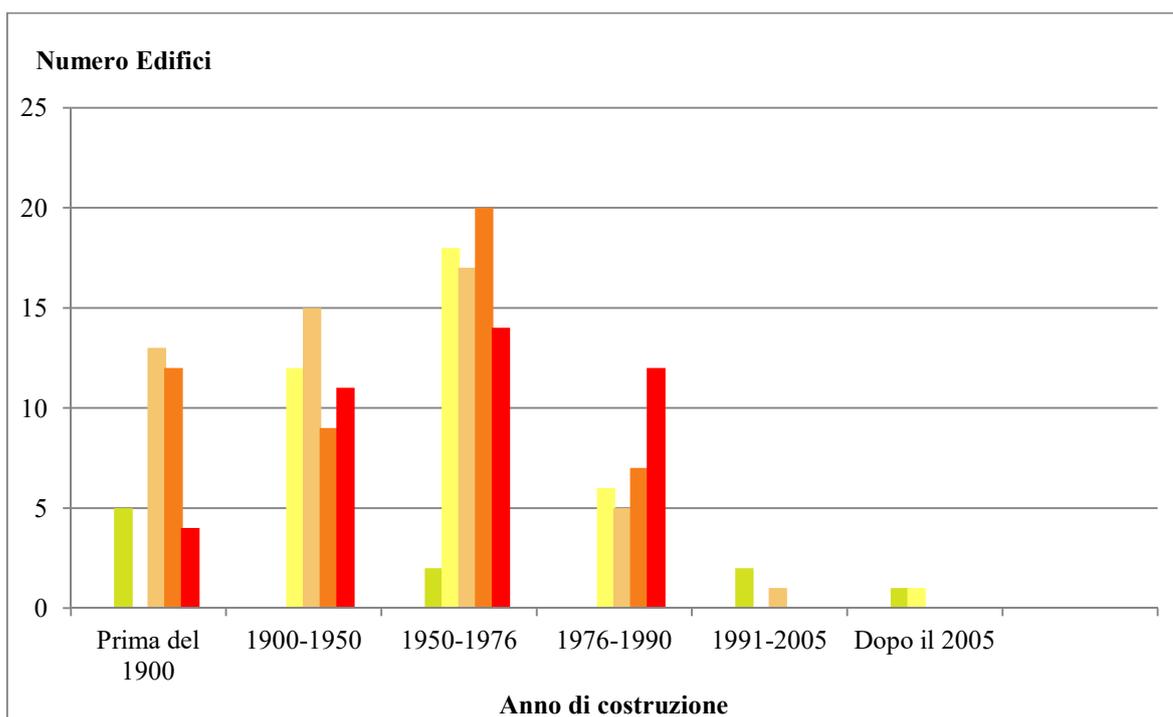


Fig. 9.37 - Grafico "Relazione tra anno di costruzione e indice di prestazione energetica degli edifici"

Stabilendo un rapporto tra il comportamento energetico degli edifici e il periodo di costruzione si osserva l'andamento delle prestazioni delle scuole per ogni fascia di età analizzate precedentemente.

Il grafico evidenzia infatti che le scuole che disperdono più energia non sono necessariamente quelle più vecchie, ma quelle realizzate fra il 1950 al 1976, a cui sono riconducibili la maggior parte degli edifici e la maggior parte degli immobili sarebbe certificato in classe F.

Passando al campo di interesse successivo che va dal 1976 al 1990, a cui sono riconducibili un numero inferiore di edifici, la situazione prestazionale rimane peggiore rispetto alla media, in quanto la barra corrispondente alla classe G supera quella riferita alla classe F.

I pochi casi di edificazione recente mostrano risultati più soddisfacenti in quanto le classi energetiche fanno riferimento perlopiù alla C e alla D.

Un altro aspetto analizzato è il rapporto presente tra il livello di compattezza degli edifici espresso dal rapporto di forma (S/V) e l'indice di prestazione energetica corrispondente alle classi di certificazione, nell'ottica di verificare in che misura la componente derivante da fattori di tipo geometrico e morfologico influisce sul livello prestazionale certificabile.

In riferimento al campione di scuole analizzate emerge che a livelli di compattezza medio-alti corrisponde una maggiore uniformità nella distribuzione dei valori di classe energetica. All'aumentare del valore del rapporto tra superficie dipendente e volume lordo la distribuzione per classe risulta disomogenea e tendenzialmente spostata verso livelli di efficienza molto bassi.

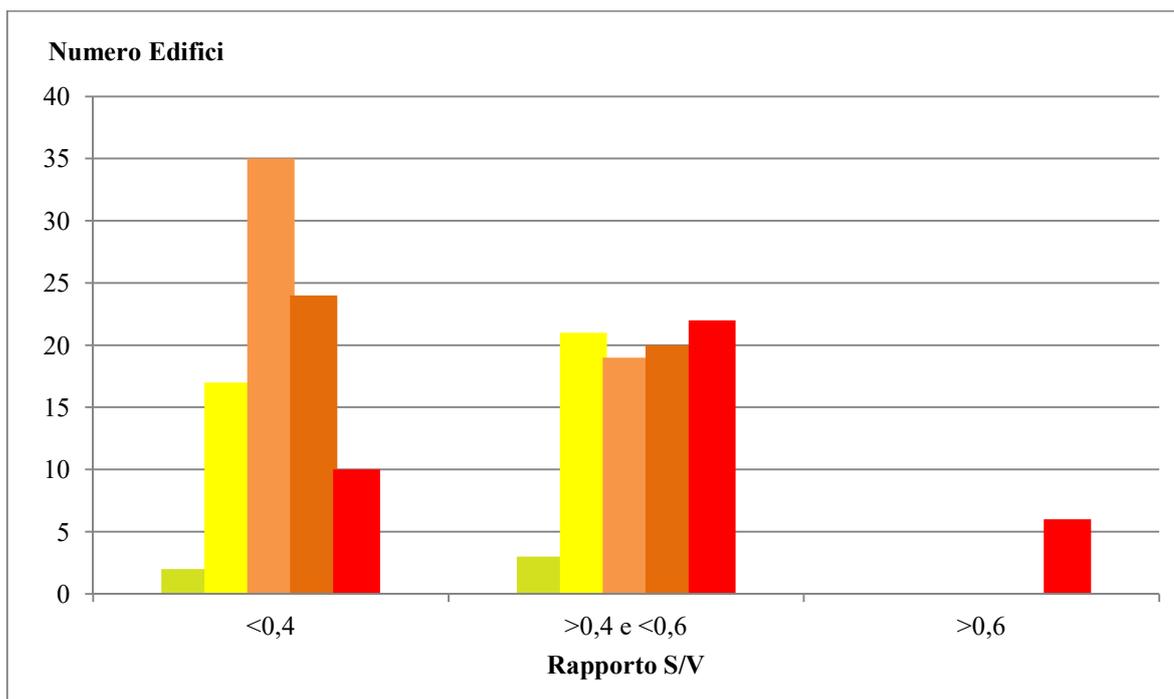


Fig. 9.38 - Grafico "Relazione tra rapporto S/V e indice di prestazione energetica degli edifici"

9.3 Metodologia di calcolo adottata e validazione dei modelli di calcolo

A seguito della realizzazione del modello valutato secondo le modalità “Standard” di utilizzo (Asset Rating), si è provveduto ad effettuare una modellazione dell’edificio in modalità “Adattata all’utenza” (Tailored Rating) così come definita al prospetto 2 della UNI TS 11300-1:2014.

Il modello di calcolo utilizzato deve essere validato attraverso il confronto dei fabbisogno energetici risultanti dal modello con i consumi energetici di baseline, secondo il seguente criterio di congruità:

$$\frac{|E_{teorico} - E_{baseline}|}{E_{teorico}} \times 100 \leq 5\%$$

Dove:

- $E_{teorico}$ è il fabbisogno teorico di energia dell’edificio, come calcolato dal software di simulazione;
- Nel caso di consumo termico, $E_{teorico}$ è assunto pari al fabbisogno di energia per la combustione ($Q_{gn,in}$) così come definito dalla norma UNI TS 11300 parte 2;
- Nel caso di consumo elettrico, $E_{teorico}$ è assunto pari al fabbisogno complessivo di energia elettrica prelevata dalla rete (EE_{in}) valutata come sommatoria dei contributi riportati nella *Tab. 9.14*;
- $E_{baseline}$ è il consumo energetico reale di baseline dell’edificio assunto rispettivamente pari al $Q_{baseline}$ e a $EE_{baseline}$

Tale criterio di congruità deve, pertanto, essere soddisfatto sia per il consumo termico, che per il consumo elettrico.

Tab. 9.14 - Elenco dei fabbisogni che contribuiscono alla valutazione del fabbisogno complessivo di energia elettrica prelevata dalla rete

FABBISOGNO	Corrispondenza UNI TS 11300 [kWh _{el}]
Energia ausiliaria complessiva assorbita dal sottosistema di generazione per la produzione di ACS	$E_{W, aux, gn}$
Energia ausiliaria complessiva assorbita dal sottosistema di generazione per il riscaldamento	$E_{H,aux, gn}$
Fabbisogno di energia elettrica dell'impianto di ventilazione meccanica e dei terminali di emissione	$E_{ve,el} + E_{aux,e}$
Fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari di distribuzione (Riscaldamento e ACS)	$E_{W, aux, d} + E_{W, aux, d}$
Fabbisogno di energia elettrica per l'illuminazione interna dell'edificio	$E_{L,int}$
Fabbisogno di energia elettrica per gli ausiliari degli impianti di climatizzazione	$Q_{c,aux}$
Fabbisogno di energia elettrica per i sistemi di trasporto (+ eventuali altri carichi interni)	$E_T + E_{altro}^{(*)}$
Perdite al trasformatore	$E_{trasf}^{(*)}$
Energia elettrica esportata dall'impianto a fonti rinnovabili	$E_{exp,el}$

Per le tipologie di scuole non è stato possibile esprimere la classe di merito o dei parametri per valutare gli indici di energia primaria globale per i modelli adattati all'utenza calcolati nelle varie DE, ma è stato possibile identificare per ogni categoria di scuola tutti gli edifici con un indice di prestazione energetica globale particolarmente elevato, con particolare riferimento ai valori al di sopra del valore medio identificato per le varie categorie di scuole

Nei seguenti grafici vengono riportati in rosso gli edifici con i casi risultati sopra il valore medio.

Per quanto riguarda gli **asili nido** sono evidenziati in rosso gli edifici che riportano un indice di energia primaria globale al di sopra del valore medio, rappresentato dalla linea rossa tratteggiata e con un valore di 166 kWh/anno.

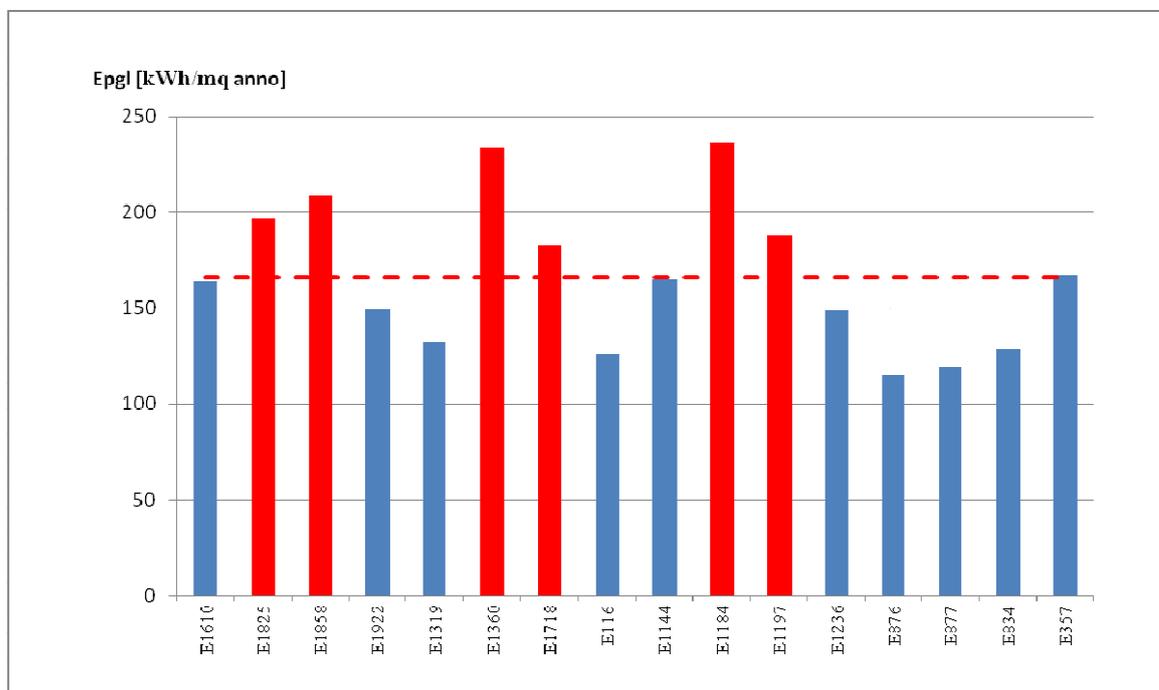


Fig. 9.39 - Grafico "Indice di energia primaria globale del modello adattato all'utenza per gli asili nido"

I valori più elevati sono attribuiti agli edifici riportati nella tabella sottostante.

Tab. 9.15 - Asili nido risultati superiori alla media rispetto all'indice di energia primaria globale

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E1184	5	Via Fratelli di Coronata 7	Asilo nido "GIROTONDO"
E1360	2	Via Antonio Pellegrini 19-	Asilo nido "BRUCO PELLEGRINO"
E1858	1	Vico di Mezzagalera 5, 3 e Vico san donato 9, 10	Asilo nido "SAN DONATO"



Fig. 9.40 - Edificio 1184



Fig. 9.41 - Edificio E1360



Fig. 9.42 - Edificio E1858

L' edificio E1360 era emerso precedentemente nell' applicazione dei Benchmark forniti dall' Enea in particolare, nell'analisi relativa all' indice di performance elettrico.

Per quanto riguarda le **scuole materne** vengono rappresentati in rosso gli edifici che riportano un indice di energia primaria globale elevato rispetto agli istituti analizzati e al valore medio rappresentato dalla linea tratteggiata rossa pari a 149 kWh/anno.

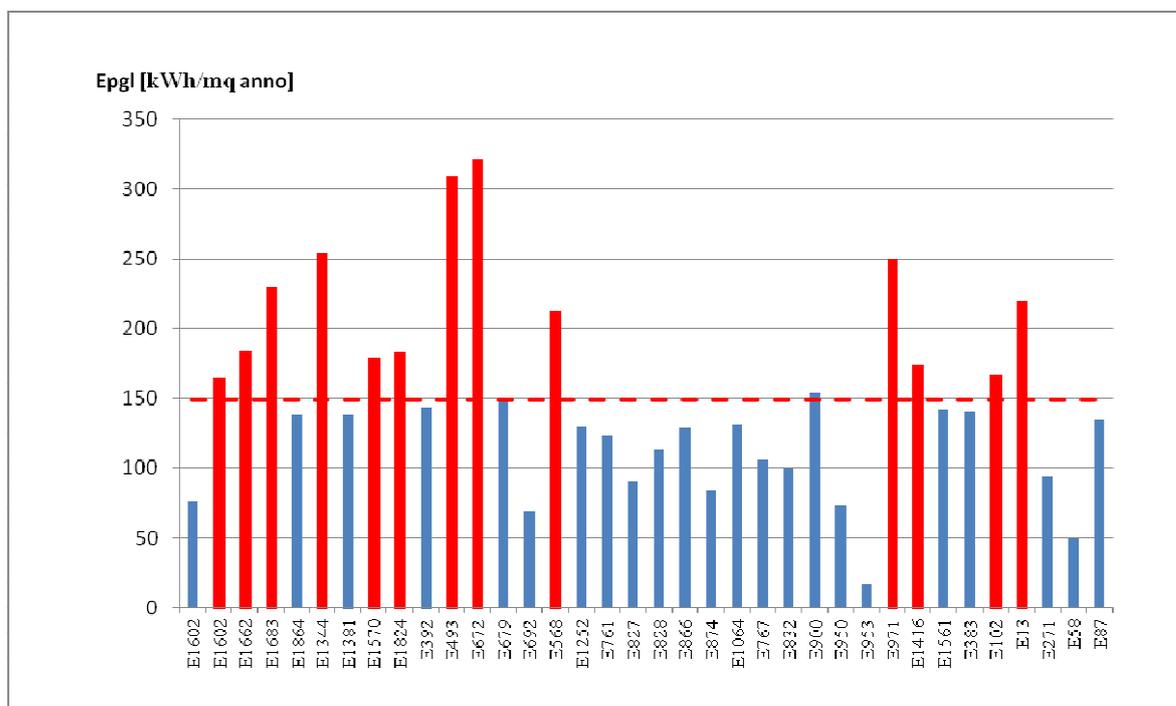


Fig. 9.43 - Grafico "Indice di energia primaria globale del modello adattato all' utenza per le scuole materne"

Le scuole materne con valore di energia primaria elevato sono quelli riportati nella tabella sottostante.

Tab. 9.16 - Scuole materne risultate superiori alla media rispetto all'indice di energia primaria globale

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E1344	2	Corso Luigi a Martinetti 129	Scuola comunale infanzia "FANTASIA"
E493	3	Via San Fruttuoso 74	Scuola comunale infanzia "RODARI" e primavera tempo pieno "RODARI"
E672	3	Viale Centurione Bracelli 61	Scuola infanzia comunale "QUARTIERE CAMOSCIO"



Fig. 9.44 - Edificio E1344



Fig. 9.45 - Edificio E493



Fig. 9.46 - Edificio E672

Si tratta di scuole già analizzate precedentemente: gli edifici E672 e E1344 emergevano dall'analisi di baseline relativo ai costi, mentre l'edificio E493 in riferimento al consumo elettrico di baseline.

Per quanto riguarda le **scuole elementari** sono evidenziati in rosso gli edifici che riportano un indice di energia primaria globale elevato rispetto agli istituti analizzati e al valore medio rappresentato dalla linea tratteggiata rossa, pari a 138 kWh/anno.

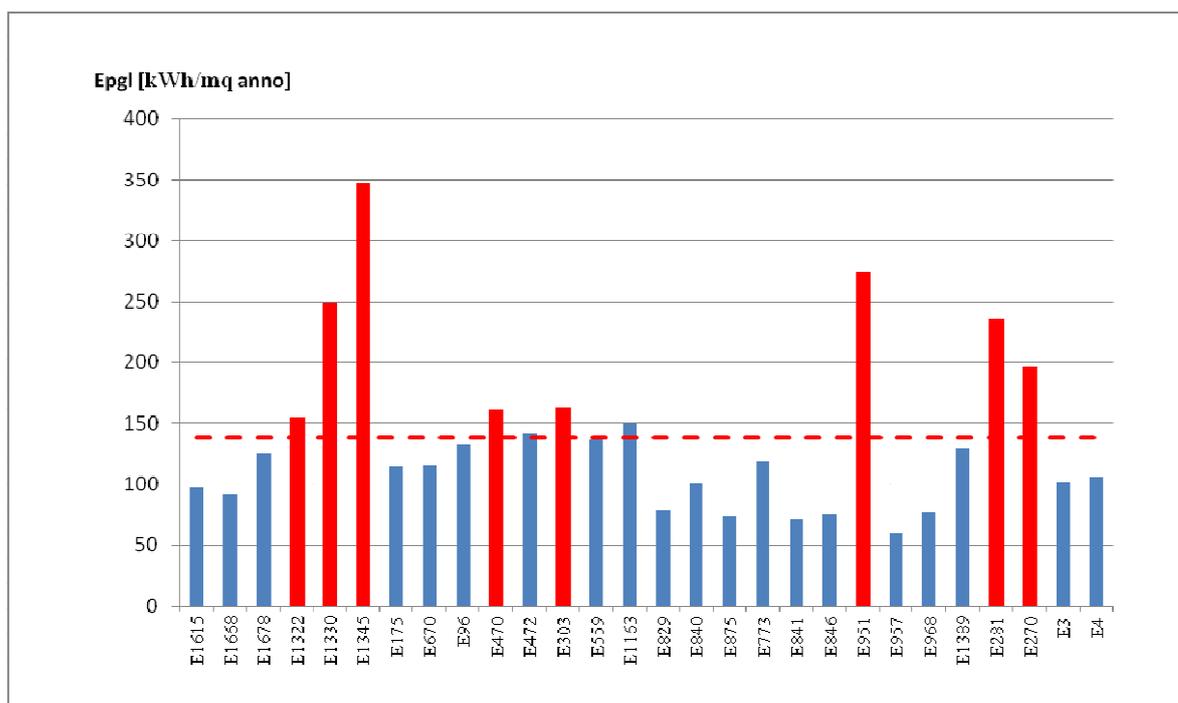


Fig. 9.47 - Grafico "Indice di energia primaria globale del modello adattato all'utenza per le scuole elementari"

Per quanto riguarda le scuole elementari, gli edifici con un elevato indice di energia primaria sono quelli riportati nella tabella sottostante.

Tab. 9.17 - Scuole elementari risultate superiori alla media rispetto all'indice di energia primaria globale

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E1330	2	Via Spinola di San Pietro 1 e via Luigi Dottesio 9	Scuola comunale infanzia "MAZZINI"
E1345	2	Corso Luigi a Martinetti 77g	Scuola elementare "TAVIANI" e scuola media di Sampierdarena
E951	7	Via Pegli 39	Scuola elementare " VILLA BANFI"



Fig. 9.48 - Edificio E1330



Fig. 9.49 - Edificio E1345



Fig. 9.50 - Edificio E951

Si tratta di scuole già emerse precedentemente: l'edificio E1345 in riferimento al consumo termico di basline mentre gli edifici E1330 e E951 riportavano un indice di performance elettrico gravemente insufficiente.

Per quanto riguarda le **scuole medie e superiori** sono evidenziati in rosso gli edifici che riportano un indice di energia primaria globale elevato rispetto agli istituti analizzati e al valore medio rappresentato dalla linea tratteggiata rossa, pari a 118 kWh/anno.

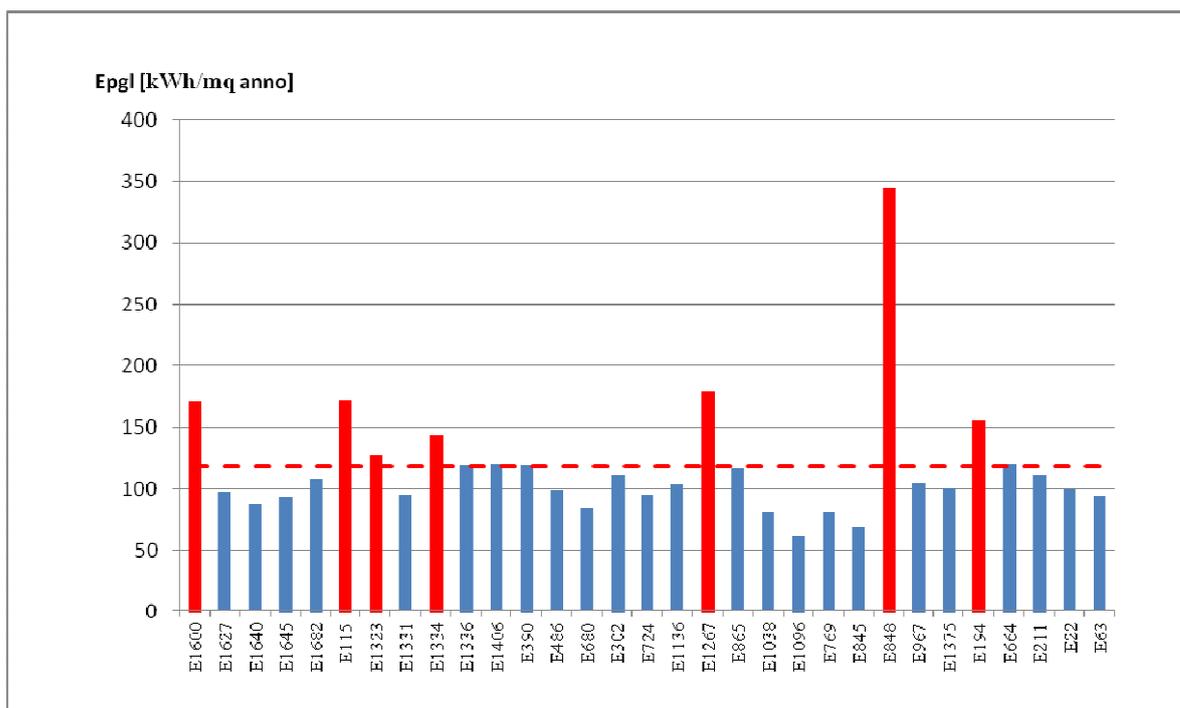


Fig. 9.51 - Grafico "Indice di energia primaria globale del modello adattato all'utenza per le scuole medie e superiori"

Tab. 9.18 - Scuole medie e superiori risultate superiori alla media rispetto all'indice di energia primaria globale

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E115	2	Salita di Granarolo 24	Scuola media succursale "N.BIXIO"
E1267	5	Via Coni Zugna 2b	Scuola media "DON ORENZO"
E848	7	Via Branega 10c	Scuola media "ASSAROTTI"



Fig. 9.52 - Edificio E115



Fig. 9.53 - Edificio E1267



Fig. 9.54 - Edificio E848

L'edificio E848 è già stato analizzato precedentemente, in quanto dall'analisi relativa all'indice di performance elettrico risultava insufficiente.

Le **scuole miste** che presentano valori elevati di energia primaria globale vengono evidenziati in rosso, mentre è rappresentata da una linea tratteggiata rosso il valore medio ottenuto dalla tipologia di scuola considerata, uguale a 129 kWh/anno.

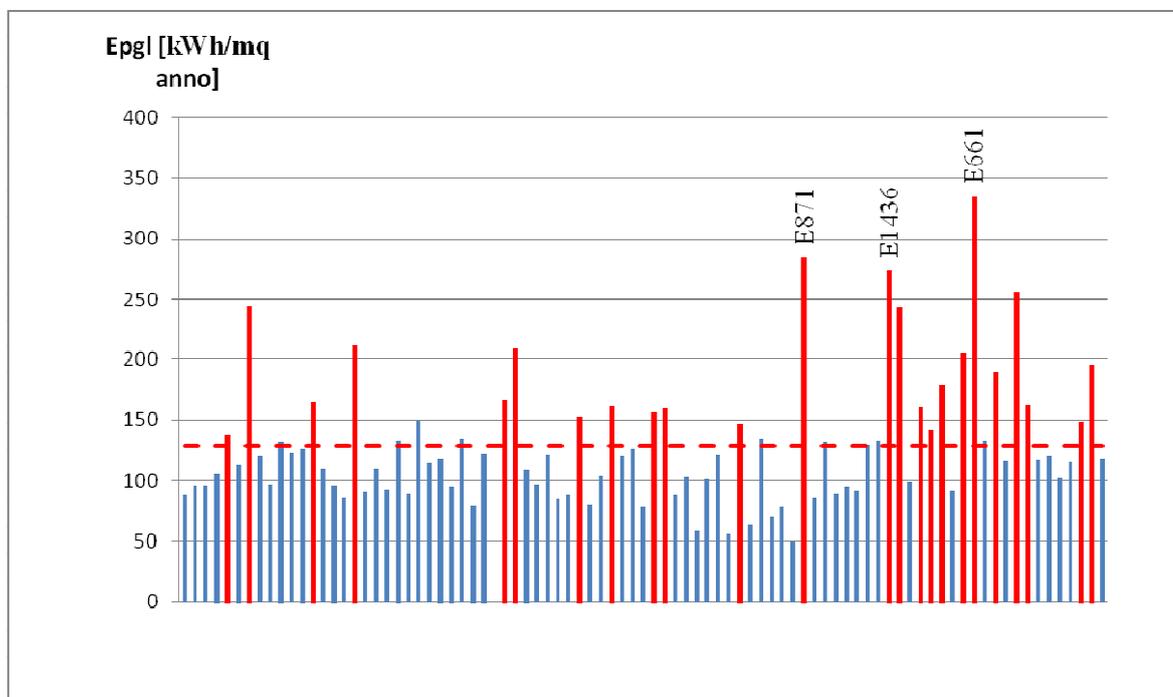


Fig. 9.55 - Grafico "Indice di energia primaria globale del modello adattato all'utenza per le scuole miste"

Gli edifici misti che presentano valori elevati di indice di prestazione energetica sono quelli riportati nella tabella sottostante.

Tab. 9.19 - Scuole miste risultate superiori alla media rispetto all'indice di energia primaria globale

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E1436	8	Via del molo 65a	PALAZZO VERDE
E661	8	Via Angelo Scribanti 2	Scuola materna "SCRIBANTI" e asilo nido "FILASTROCCA"
E871	7	Via Martiri del Turchino 99	Scuola elementare "ALDO MORO" e scuola materna statale "NUOVA CANTINA" e scuola media "ALDO MORO EX QUASIMODO"



Fig. 9.56 - Edificio E1436



Fig. 9.57 - Edificio E661



Fig. 9.58 - Edificio E871

Tra le scuole miste emerse per indice di energia primaria elevato, si trova l'edificio E1436 analizzato precedentemente in quanto risultato con consumi anomali rispetto al consumo elettrico di baseline.

10 Strategie di miglioramento della prestazione energetica

Le indagini svolte sulla prestazione energetica delle scuole di Genova rileva un fabbisogno medio annuo elevato e molteplici problematiche che investono il parco, relativamente ai temi dell'adeguatezza costruttiva e delle dotazioni impiantistiche.

A fronte del quadro ottenuto, gli Auditor che hanno effettuato le DE hanno valutato la possibilità di effettuare alcuni interventi di riqualificazione energetica, di volta in volta studiati in funzione delle peculiarità di ciascuna scuola.

Si tratta di strategie progettuali di adeguamento degli elementi tecnologici di involucro e di impianto, desunte a partire dalle criticità rilevate sul parco; per ogni edificio le proposte di intervento vengono declinate in funzione delle peculiarità rilevate ma possono essere ricondotte ad alcune categorie, elencate di seguito:

- Isolamento a cappotto:
La strategia migliorativa è costituita dall'isolamento dell'involucro edilizio nelle sue componenti verticali, mediante soluzioni tecnologiche diversificate che consentano di rispettare i valori di trasmittanza stabiliti dalla normativa.
- Sostituzione dei serramenti:
L'intervento prevede la sostituzione dei serramenti esistenti con altri ad elevate prestazioni termiche. Possono essere in legno, pvc, alluminio con taglio termico, con vetrocamera basso emissivo e livelli di trasmittanza minori rispetto ai valori stabiliti dalla normativa specifica.
- Installazione di valvole termostatiche:
Installazione di valvole termostatiche per regolare il flusso d'acqua nei radiatori in base alla temperatura richiesta dall'ambiente, allo scopo di evitare sprechi e migliorare il comfort, stabilizzando la temperatura a livelli diversi a seconda delle necessità
- Sostituzione caldaia:
L'intervento comprende la sostituzione del vecchio generatore con caldaia a condensazione, L'installazione di eventuale scambiatore a piastre esterno e di pompe elettroniche (a velocità variabile).
- Installazione di pompe a velocità variabile:
Si tratta dell'installazione di un sistema di pompe elettroniche (a velocità variabile) in grado di regolare la portata erogata in funzione della temperatura di ritorno, al fine di mantenere quest'ultima costante. Ciò permette di sfruttare appieno le potenzialità di una eventuale caldaia a condensazione.
- Isolamento della copertura:
La stratigrafia dei sistemi di chiusura orizzontale e inclinati dell'edificio viene migliorata mediante l'applicazione di materiali per l'isolamento termico, ai fini di rispettare i valori di trasmittanza stabiliti dalla normativa.
- Installazione di sistema fotovoltaico:

Gli impianti fotovoltaici consentono la trasformazione diretta della radiazione solare in energia elettrica sfruttando le caratteristiche di alcuni materiali semiconduttori.

- **Installazione LED:**

L'installazione di nuovi corpi illuminanti all'interno degli edifici consentono di ridurre i consumi elettrici, la scelta progettuale è orientata sull'utilizzo di corpi illuminati con tecnologia a LED, che presentano il vantaggio di diminuire la potenza elettrica impegnata a fronte di uguale resa luminosa.

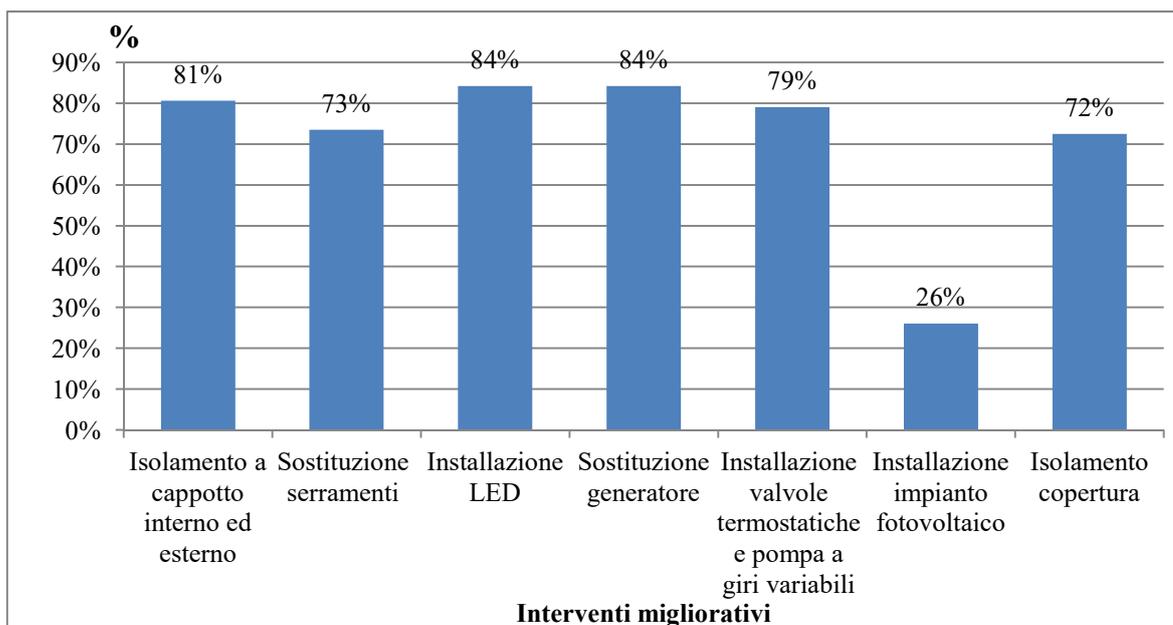


Fig. 10.1 - Grafico "Interventi migliorativi"

Osservando la distribuzione delle proposte migliorative sul parco, si evidenziano le strategie di riqualificazione più ricorrenti ed è possibile ottenere un quadro delle azioni che le amministrazioni saranno tenuti a eseguire nei prossimi anni.

L'installazione di LED e la sostituzione del generatore con l'84% sono le soluzioni proposte per la maggior parte degli edifici. Le scuole sono organizzate tramite contratti di gestione calore che prevedono la conduzione, la manutenzione dell'impianto di riscaldamento e la fornitura del combustibile e spesso includono anche interventi di riqualificazione, come appunto la sostituzione delle caldaie. La sostituzione del generatore avviene nella maggior parte dei casi con una caldaia a condensazione e per rare eccezioni è stata proposta la pompa di calore.

Altro intervento proposto è l'isolamento dell'involucro edilizio che è sicuramente una delle soluzioni ritenute più efficaci e necessarie: il 81% delle scuole genovesi, dovrebbe essere sottoposto a un intervento di riqualificazione dei sistemi di chiusura verticale ed orizzontale, prevedendo l'implementazione di sistemi per la coibentazione. Si tratta di un'operazione che consente di abbattere le dispersioni di calore per trasmissione, che generalmente incidono pesantemente sul fabbisogno energetico di un edificio. Rappresenta inoltre un'interessante opportunità in termini di rinnovamento dell'immagine della scuola, perchè agendo sulla pelle dell'edificio, l'intervento può prevedere soluzioni architettoniche anche diverse da quella preesistente, modificando e migliorando l'aspetto esterno.

Molte sono le scuole dove fra le migliori proposte appare il tema della sostituzione degli infissi. Nel procedimento di valutazione energetica la fase di inserimento delle aperture è spesso una parte critica, perchè le finestre sono elementi che disperdono molto di più delle parti opache, anche quando si tratta di infissi ad elevate prestazioni. Nei casi analizzati parliamo di serramenti datati, con esili profili e frequentemente vetri singoli, spifferi, rotture e frequentemente non schermati. La sostituzione in questi casi può consentire miglioramenti notevoli dell'indice di prestazione energetica, in funzione dell'estensione delle parti vetrate e dell'orientamento.

10.1 Analisi di convenienza

L'analisi di convenienza delle singole EEM analizzate è stata svolta tramite la valutazione dei principali indicatori economici d'investimento secondo il metodo dei flussi di cassa, valutando chiaramente i valori dei costi, ricavi, flussi di cassa e redditività.

Si è inoltre posta particolare attenzione nella valutazione dei possibili sistemi incentivanti applicabili agli scenari (Conto Termico, Titoli di Efficienza Energetica, ecc.), con la quantificazione dell'importo incentivabile e l'analisi dei flussi di cassa e degli indicatori finanziari con e senza il contributo degli incentivi considerati.

Gli indicatori economici d'investimento utilizzati sono:

- TRS (tempo di ritorno semplice);
- TRA (tempo di ritorno attualizzato);
- VAN (valore attuale netto);
- TIR (tasso interno di rendimento)
- IP (indice di profitto);

Essi sono così definiti:

- Tempo di ritorno semplice (TRS):

$$TRS = \frac{I_0}{\overline{FC}}$$

Dove:

- I_0 è il valore dell'investimento iniziale;
- \overline{FC} è il flusso di cassa medio annuale, calcolato come la media aritmetica sugli anni di vita utile della somma algebrica dei costi e dei benefici generati dall'investimento.
 - Tempo di ritorno attualizzato (TRA):

$$TRA = \frac{I_0}{\overline{FC}_{att}}$$

Dove:

- I_0 è il valore dell'investimento iniziale;
- \overline{FC}_{att} è il flusso di cassa attualizzato medio annuale, calcolato come la media aritmetica sugli anni di vita utile della somma algebrica dei costi e dei benefici generati dall'investimento, opportunamente attualizzati tramite il tasso di attualizzazione.

$$FC_{att,n} = FC_n \frac{(1+f)^n (1+f')^n}{(1+R)^n} \approx FC_n \frac{1}{(1+i)^n}$$

Dove:

- FC_n è il flusso di cassa all'anno n-esimo;
- f è il tasso di inflazione;
- f' è la deriva dell'inflazione;
- R è il tasso di sconto;
- $i = R - f - f'$ è il tasso di attualizzazione;
- $\frac{1}{(1+i)^n}$ è il fattore di annualità (FA_n).

- Valore Attuale Netto (VAN) del progetto:

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{FC_n}{(1+i)^n} - I_0$$

Dove:

- n sono gli anni di vita tecnica per la tecnologia di ciascuna EEM, o, 15 anni per lo SCN1, o, 25 anni per SCN2;
- Tasso Interno di Rendimento (TIR), è il valore di i che rende il VAN = 0.
- Indice di Profitto (IP):

$$IP = \frac{VAN}{I_0}$$

I tassi di interesse utilizzati per le operazioni di attualizzazione e analisi economico sono i seguenti:

- Tasso di sconto: $R = 4\%$
- Tasso di inflazione relativa al costo dei vettori energetici e dei servizi di manutenzione: $f = 0.5\%$. Deriva dell'inflazione relativa al costo dei vettori energetici $f'_{ve} = 0.7\%$ e dei servizi di manutenzione $f'_m = 0\%$

I risultati dell'analisi economica tramite flussi di cassa sono poi stati rappresentati mediante tipici grafici a farfalla, dal quale è possibile evincere i flussi di cassa cumulati di progetto, l'investimento capitale iniziale, l' I_0 , e il TRS.

Analogamente la rappresentazione grafica dei flussi di cassa cumulati attualizzati permetterà la visualizzazione del TRA e del VAN.

Oltre agli indicatori finanziari precedentemente descritti, i parametri analizzati dagli auditors sono i seguenti:

- $\% \Delta_E$ è il valore percentuale di riduzione dei consumi energetici rispetto al baseline energetico complessivo (termico + elettrico);
- $\% \Delta_{CO_2}$ è il valore percentuale di riduzione delle emissioni di CO2 rispetto al baseline dell'emissioni complessivo (termico + elettrico);
- Δ_{CE} è il risparmio economico annuo attribuibile alla riduzione dei consumi energetici (termico + elettrico); assume valori positivi;

- Δ_{CMO} è la variazione di costo annuo attribuibile al nuovo costo per la gestione e la manutenzione ordinaria; assume valori positivi per un decremento e valori negativi per un incremento;
- Δ_{CMS} è la variazione di costo annuo attribuibile al nuovo costo previsto per la manutenzione straordinaria; assume valori positivi per un decremento e valori negativi per un incremento;
- I_0 è il valore dell'investimento iniziale per la realizzazione dell'intervento; assume valori negativi;

Per quanto riguarda invece il risparmio ottenibile dalla la PA in termini di riduzione della Baseline dei costi e delle emissioni di CO₂, a seguito della realizzazione degli interventi proposti da parte degli Auditors, vengono riportati i due grafici di seguito.

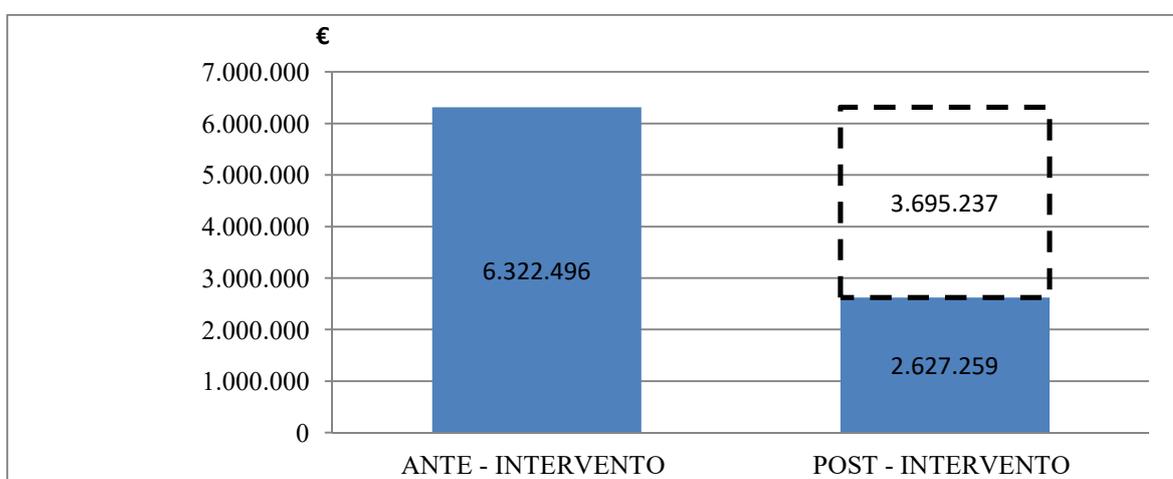


Fig. 10.2 – Grafico “Possibile risparmio economico ottenibile dalla PA a seguito della realizzazione di tutti gli interventi migliorativi”

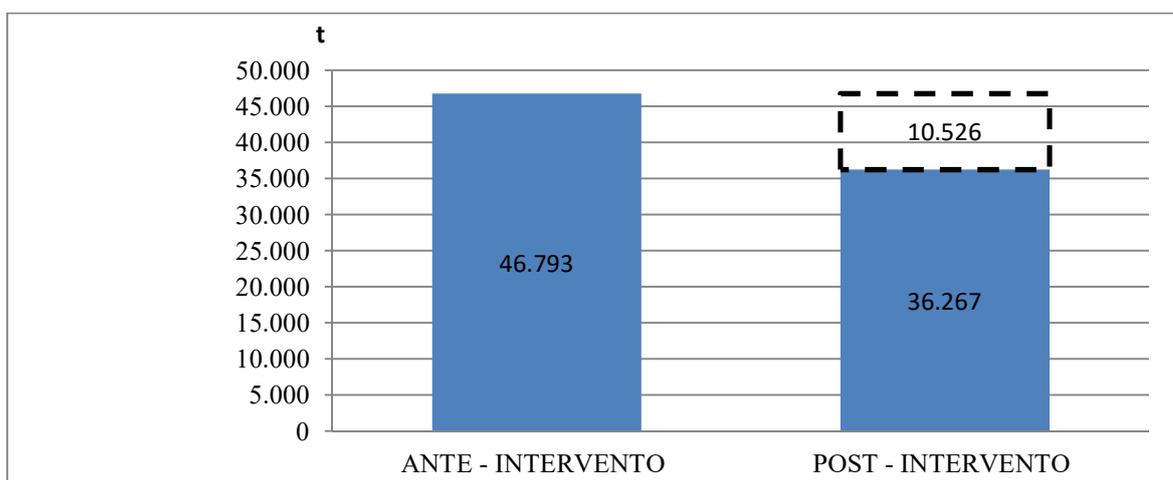


Fig. 10.3 – Grafico “Possibile abbattimento delle emissioni di CO₂ ottenibile dalla PA a seguito della realizzazione di tutti gli interventi migliorativi”

Il risparmio complessivo di costi e CO₂ è stato valutato anche per i soli interventi sostenibili, ossia quelli per i quali si sia ottenuto un VAN>0.

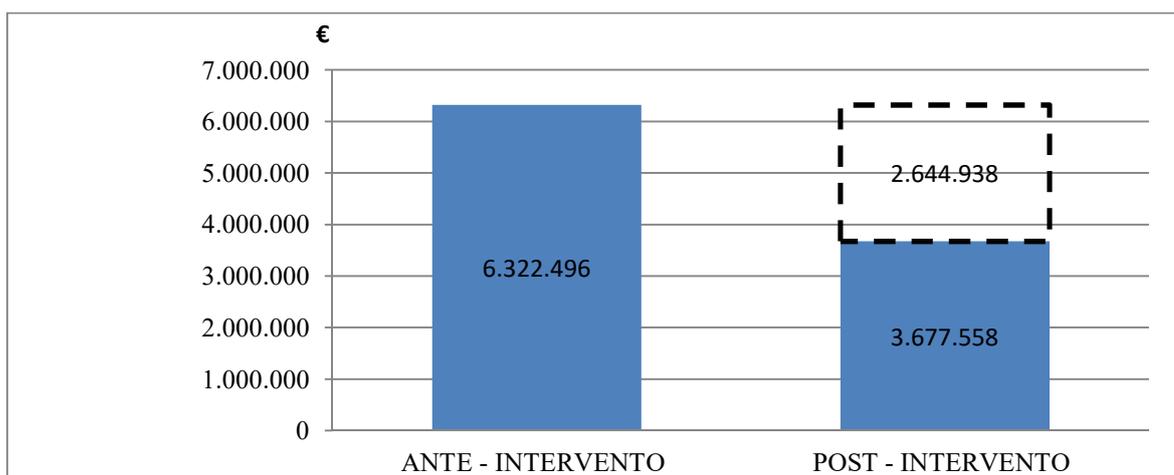


Fig. 10.4 - Grafico " Possibile risparmio economico ottenibile dalla PA a seguito della realizzazione di tutti gli interventi sostenibili"

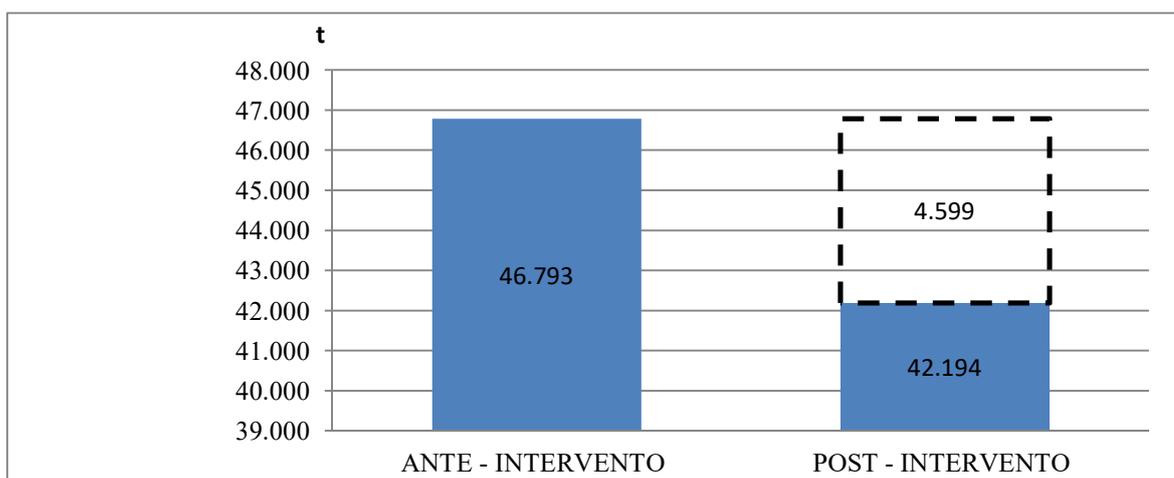


Fig. 10.5 - Grafico "Possibile abbattimento delle emissioni di CO₂ ottenibile dalla PA a seguito della realizzazione di tutti gli interventi sostenibili"

10.2 Identificazione delle soluzioni integrate d'intervento e scenari d'investimento

A seguito dell'analisi delle singole misure di efficienza energetica è stato possibile la definizione di due scenari ottimali a partire dalla combinazione delle singole EEM proposti, di cui sia stata accertata la fattibilità tecnica ed economica, che consentano un miglioramento del parametro di efficienza energetica dell'edificio superiore a due classi.

Nell'ambito della riqualificazione energetica degli edifici scolastici, le DE sono inoltre fondamentali per dotare la Pubblica Amministrazione (PA) di un'analisi tecnico-economica di dettaglio delle EEM identificate all'interno degli scenari ottimali, con lo scopo di consentire l'individuazione dei possibili strumenti di finanziamento delle stesse, sia tramite finanziamento proprio, sia tramite proposte di *Energy Performance Contract* (EPC) da parte di Società di Servizi Energetici (*Energy Service Company* – ESCO) abbinate all'istituto del Finanziamento Tramite Terzi (FTT). In tale ambito trova espressione l'applicazione del Partenariato Pubblico Privato (PPP).

Al fine di effettuare concretamente un'analisi finanziaria preliminare e verificare quindi gli aspetti di convenienza economica e sostenibilità finanziari degli scenari ottimali è stato presentato un modello semplificato di Piano Economico Finanziario (PEF) indicativo per ogni scenario.

Infine, si è proceduto all'identificazione dell'eventuale canone applicabile nel caso di attuazione dello scenario ottimale attraverso la partecipazione di ESCo secondo lo schema di *Energy Performance Contract* (EPC).

Nell'ambito delle diagnosi energetiche effettuate nel rispetto della normativa sulla classificazione energetica degli edifici, si è così osservato che gli edifici analizzati verificassero il miglioramento di due classi energetiche poiché richiesto dall' art. 4 del Fondo Kyoto, per l'ammissione degli edifici scolastici al finanziamento a tasso agevolato.

“i progetti relativi a interventi di incremento dell'efficienza energetica e degli usi finali dell'energia dovranno conseguire un miglioramento del parametro dell'efficienza energetica dell'edificio oggetto di intervento di almeno due classi in un periodo massimo di tre anni dalla data di inizio dei lavori di riqualificazione energetica;”

Per fattibilità economica delle soluzioni integrate si intendere accettabili le soluzioni che verificano i seguenti scenari economici:

- Scenario ottimale 1, (SCN1), per il quale è verificato un tempo di ritorno semplice, $TRS \leq 15$ anni;
- Scenario ottimale 2, (SCN2), per il quale è verificato un tempo di ritorno semplice, $TRS \leq 25$ anni.

Il primo scenario ottimale, con tempi di ritorno del capitale investito maggiore, permetterà la formulazione di soluzione integrate che includono interventi sull'involucro degli edifici, o più in generale, interventi tipicamente caratterizzati da tempi di ritorno lunghi, laddove,

nel caso del secondo scenario ci si aspetta che gli interventi proposti interessino maggiormente investimenti per gli impianti.

La valutazione della fattibilità tecnico-economica è stata effettuata al fine di una gestione diretta da parte della PA o indiretta mediante ESCo.

Nella formulazione del Piano Economico-Finanziario indicativo degli scenari ottimali, si è assunto che i capitali per la realizzazione degli interventi siano resi disponibili da un privato, con una ripartizione dell'investimento al 20% tramite mezzi propri (equity) ed all'80% tramite finanziamento terzi (debito). Nel calcolo del VAN di Progetto il tasso di attualizzazione i usato coincide con il WACC (costo medio ponderato del capitale) ed è posto pari al 4%, sulla base della seguente equazione:

$$WACC = Kd \times \frac{D}{D + E} \times (1 - \tau) + Ke \times \frac{E}{D + E}$$

Dove:

- Kd è costo del debito, sarà ipotizzato pari a 3.82%
- Ke è il costo dell'equity, ossia il rendimento atteso dall'investitore, sarà ipotizzato pari a 9.00%
- D è il Debito, pari a 80% di I_0
- E è l'Equity, pari a 20% di I_0
- $\frac{D}{D+E}$ è la leva finanziaria, sarà quindi pari a 80%
- τ è l'aliquota fiscale, posta pari al 27.9% essendo la somma dell'aliquota IRES, pari al 24%, e quella IRAP pari al 3,9%.

L'ultima dimensione di analisi è la valutazione della sostenibilità finanziaria. Infatti, non tutti gli investimenti economicamente convenienti risultano poi fattibili dal punto di vista finanziario. La sostenibilità finanziaria di un progetto può essere espressa anche in termini di bancabilità ricorrendo a degli indicatori capaci di valutare il margine di sicurezza su cui i soggetti finanziatori possono contare per essere garantiti sul puntuale pagamento del servizio del debito. Per gli scenari ottimali, si è quindi proceduto ad una valutazione della sostenibilità finanziaria. Gli indicatori di bancabilità utilizzati sono:

- DSCR (Debt Service Cover Ratio) medio di periodo. Esprime la capacità dell'investimento di rimborsare il servizio del debito (capitale e interessi) per tutta la durata del finanziamento;
- LLCR (*Loan Life Cover Ratio*) medio di periodo. Esprime la capacità del progetto di generare flussi di cassa positivi dopo aver ripagato il servizio del debito.

Essi sono così definiti:

- Debt Service Cover Ratio (DSCR):

$$DSCR = \frac{FCO_n}{K_n + I_t}$$

Dove:

- FCO_n sono i flussi di cassa operativi nell'anno corrente n-esimo;

- K_n è la quota capitale da rimborsare nell'anno n-esimo;
- I_n è la quota interessi da ripagare nell'anno tn-esimo.

- Loan Life Cover Ratio (LLCR):

$$LLCR = \frac{\sum_{n=s}^{s+m} \frac{FCO_n}{(1+i)^n} + R}{D_n}$$

Dove:

- s è il periodo di valutazione dell'indicatore;
- $s+m$ è l'ultimo periodo di rimborso del debito;
- FCO_n è il flusso di cassa per il servizio del debito;
- D è il debito residuo (outstanding) al periodo t-esimo;
- i è il tasso di attualizzazione dei flussi di cassa;
- R è l'eventuale riserva a servizio del debito accumulata al periodo di valutazione (*Debt Reserve*).

Valori positivi (nell'intorno di 1,3) del DSCR indicano convenzionalmente la capacità dell'investimento di generare risorse sufficienti a ripagare il servizio del debito; valori maggiori di 1 del LLCR indicano la liquidità generata dal progetto dopo aver ripagato il debito. Pertanto, per la proposta di scenari ottimali bancabili sono stati considerati fattibili solo scenari che realizzino valori positivi di DSCR nell'intorno di 1,3 e valori positivi di LLCR maggiori di 1.

Per gli edifici riportati nella *Tab. 10.1* non è stato possibile svolgere gli scenari. Per la scuola elementare "Daneo" non è stato possibile individuare scenari di soluzioni ottimali che rispettassero i requisiti richiesti, ovvero tempi di ritorno di 15 e 25 anni, le cause sono dovute alla recente ristrutturazione dell'edificio, nella quale sono state sostituite le finestre, la caldaia e sono state installate le valvole termostatiche. Per quanto riguarda l'edificio E271, che ha riscontrato anomalie analizzate precedentemente, dai risultati della diagnosi energetica emerge che l'edificio che ospita la Scuola Elementare "Gioiosa" (E270) e Scuola Materna Statale "Bavari" non presenta misure di efficienza energetica che apportino vantaggi significativi in termini di riduzione dei costi e dei consumi energetici nei tempi di ritorno sopra descritti. Non è stato possibile anche per questo edificio individuare, scenari ottimali integrati che permettano di ottenere dei miglioramenti significativi in termini di prestazione energetica ed abbattimento dei costi. Tali conclusioni sono dovute alle scarse possibilità di intervento offerte dall'edificio oggetto di diagnosi. Questo, infatti, è caratterizzato da un rinnovato impianto di generazione a condensazione e da pannelli prefabbricati che rendono impossibile un isolamento a cappotto delle pareti perimetrali.

Un altro immobile di cui non è stato possibile svolgere degli scenari che permettessero buoni risultati è la scuola materna di via del Commercio (E58) poiché l'unica misura individuata e potenzialmente realizzabile non è risultata essere vantaggiosa dal punto di vista economico perché non capace di produrre costi/benefici che potrebbero essere appetibili per un intervento che vede il coinvolgimento di investitori privati ed ESCo.

Tab. 10.1 - Edifici che non presentano scenari

Edificio	Lotto	Indirizzo	Denominazione
E1389	8	Via della Concezione 2	Scuola elementare "DANEO"
E271	9	Via Casale 11b	Scuola materna statale "BAVARI"
E58	9	Via del Commercio 82a	Scuola materna statale "VIA DEL COMMERCIO"

E' stato valutato in un primo momento il miglioramento di due classi dato dallo scenario 1 con tempi di ritorno inferiori ai 15 anni, dove si è notato che per la maggior parte degli edifici non è stato possibile apportare miglioramenti in così breve tempo. Di seguito viene riportato il grafico relativo alle classi energetiche in seguito alla realizzazione delle proposte adottate dallo SCN1.

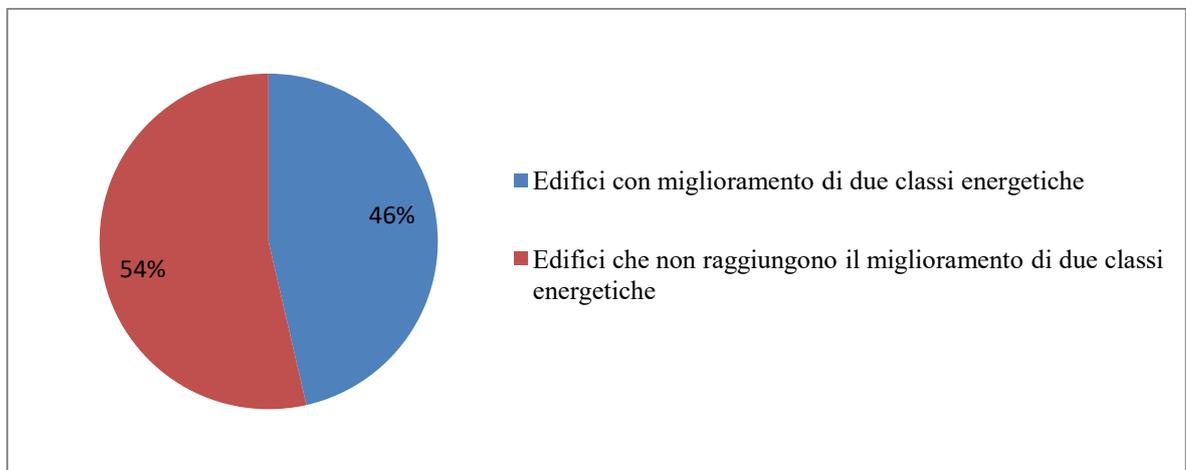


Fig. 10.6 – Grafico “SCN1 che consentono il miglioramento di due classi energetiche”

Dalla realizzazione dello scenario 2 con tempi di ritorno inferiori ai 25 anni si è notato invece che più del 70% degli edifici ha raggiunto il miglioramento di due classi energetiche. In seguito viene riportato il grafico relativo allo SCN2.

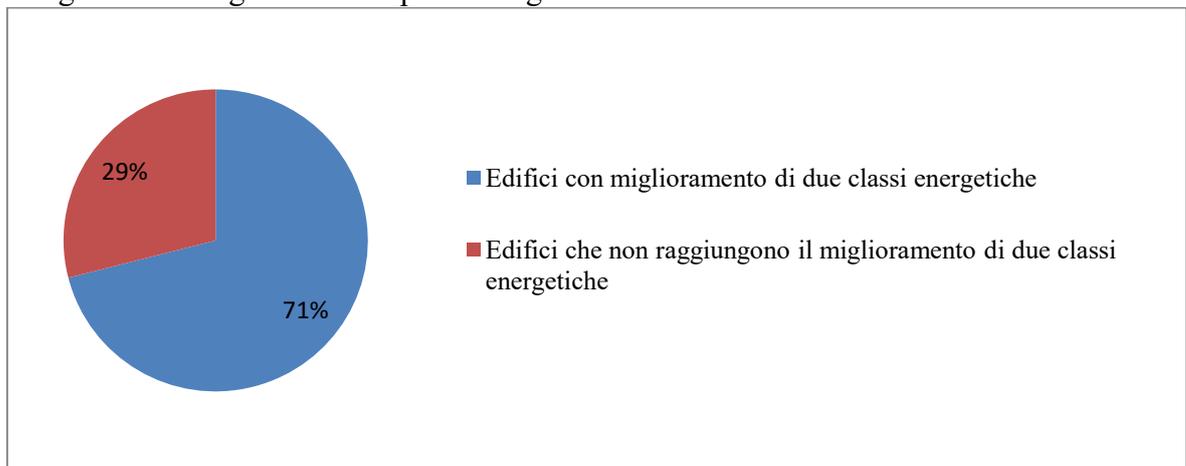


Fig. 10.7 – Grafico “SCN2 che consentono il miglioramento di due classi energetiche”

In conclusione quindi soltanto per 120 edifici si otterrebbe quanto richiesto dal Fondo Kyoto.

La scelta degli scenari ottimale è quindi stata effettuata tramite la comparazione di VAN ed IP dei diversi casi delle singole EEM, valutati per ciascun scenario considerando una vita utile in termini di TRS accettabile e la sostenibilità finanziaria degli investimenti in termini di DSCR e LLCR.

Il comune di Genova ha inoltre utilizzato, come spiegato precedentemente, due indicatori di bancabilità per la valutazione della fattibilità tecnico-economica degli interventi al fine di garantire investimenti sufficienti a ripagare il servizio del debito per la PA o per le ESCo. Per tutte le proposte di scenari ottimali sono stati considerati sostenibili solo scenari che hanno ottenuto valori positivi di DSCR nell'intorno di 1,3 e valori positivi di LLCR maggiori di 1.

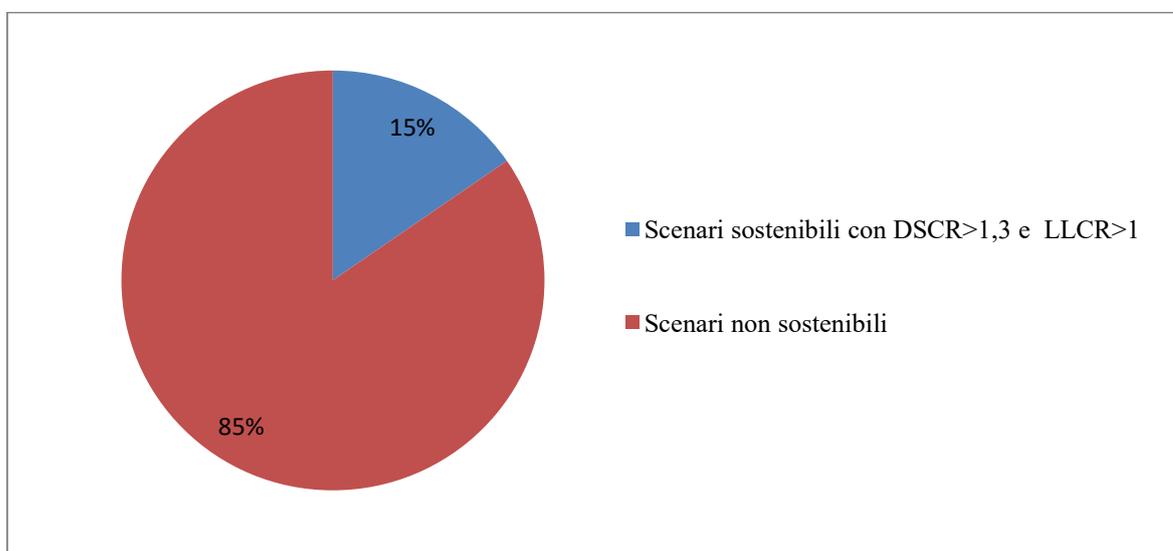


Fig. 10.8 - Grafico "Edifici con DSCR>1,3 e LLCR>1"

Visto che soltanto un 15% degli edifici analizzati otteneva dei risultati soddisfacenti si è deciso di ampliare i parametri degli indicatori di bancabilità portando il DSCR > 1 e il LLCR > 0,8. Così facendo si è notato che il numero di edifici è risultato decisamente maggiore arrivando ad un 41%.

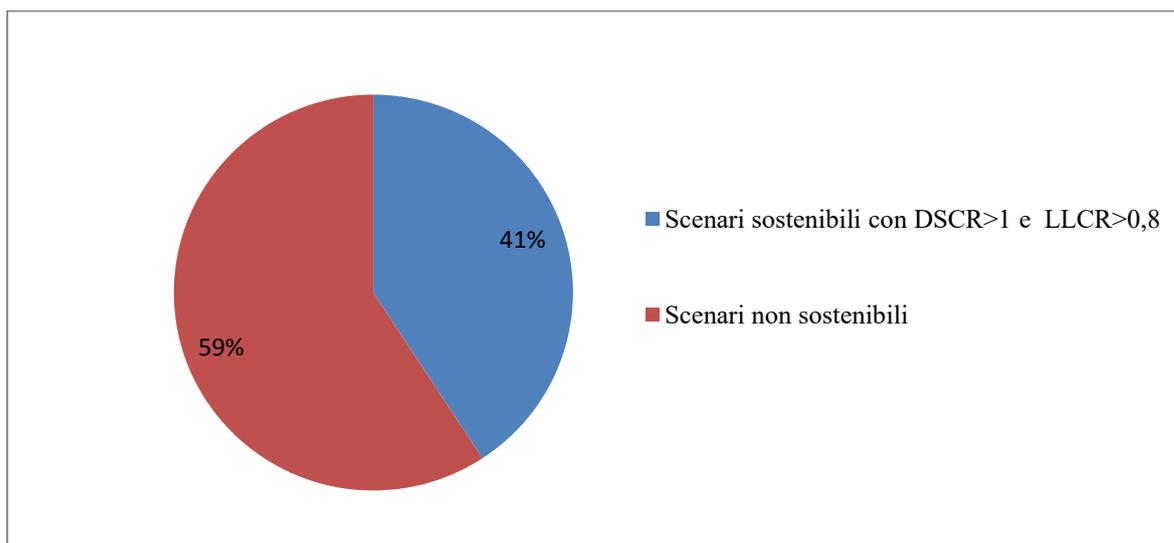


Fig. 10.9 - Grafico "Edifici con DSCR>1 e LLCR>0,8"

Per quanto riguarda invece il risparmio per la PA, come per gli interventi migliorativi, anche per i due scenari vengono riportati i due grafici in termini di riduzione della Baseline dei costi e delle emissioni di CO₂.

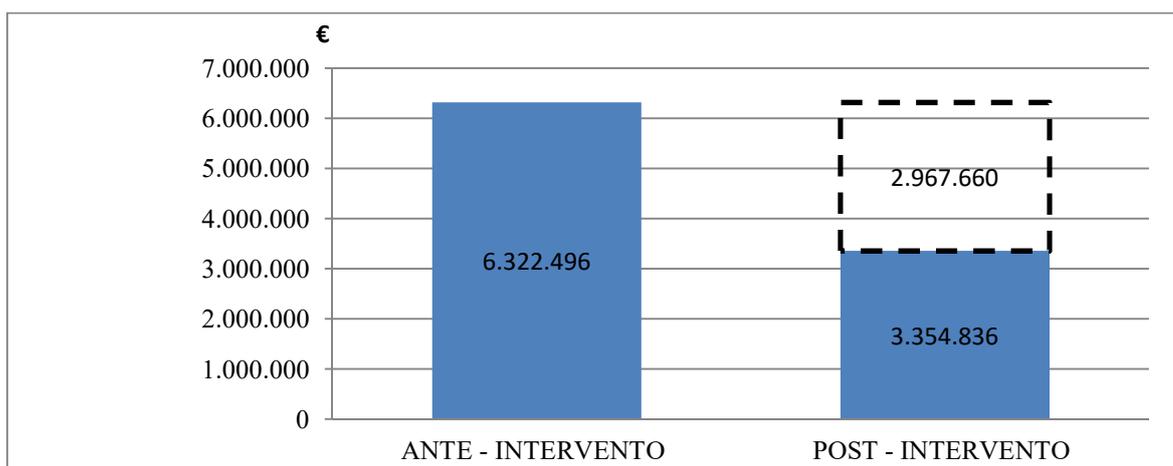


Fig. 10.10 – Grafico “Risparmio complessivo per la PA di € per tutti gli scenari”

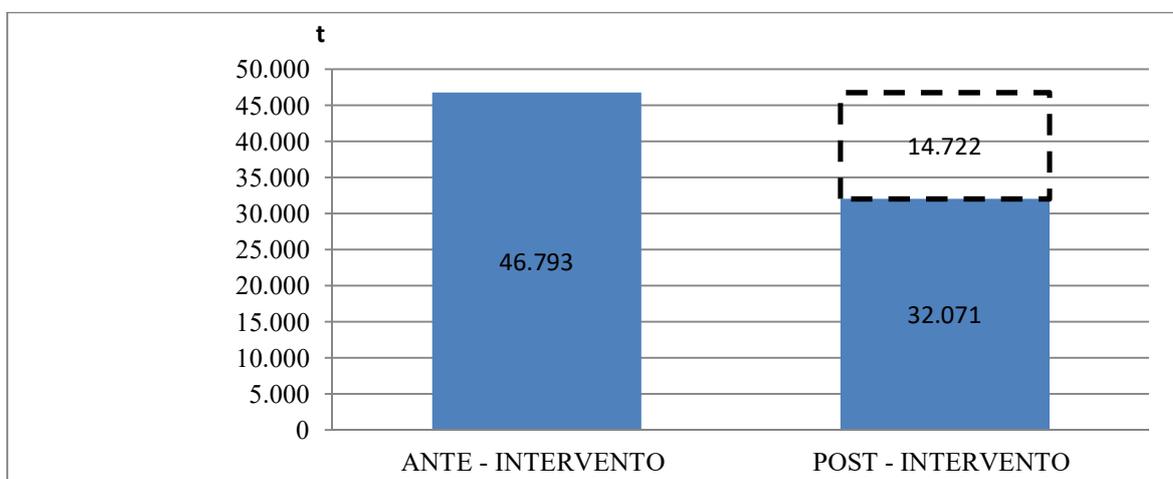


Fig. 10.11 - Grafico “Risparmio complessivo per la PA di CO₂ per tutti gli scenari”

Il risparmio complessivo di costi e CO₂ è stato valutato anche per tutti gli interventi sostenibili, ossia quelli che riportavano una VAN>0.

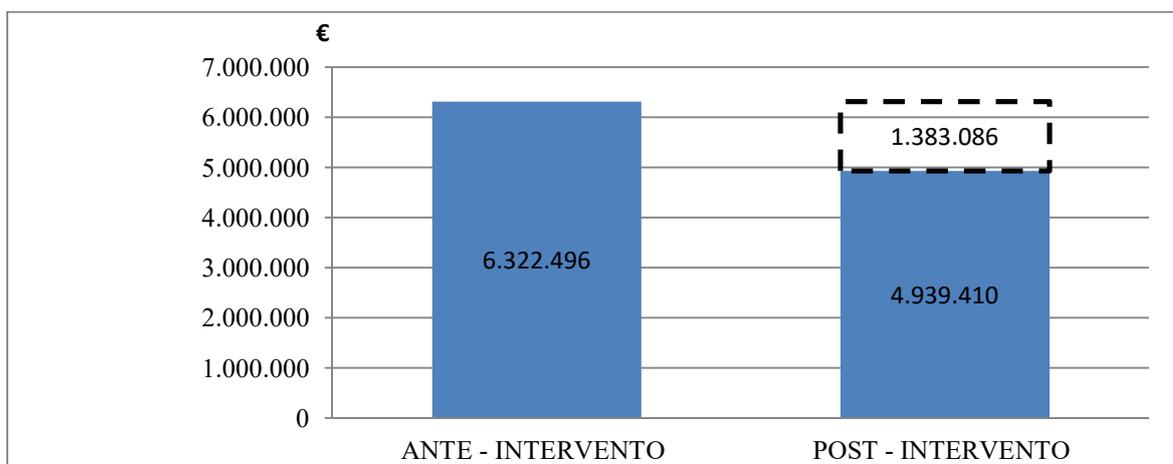


Fig. 10.12 - Grafico " Risparmio complessivo per la PA di € per gli interventi sostenibili"

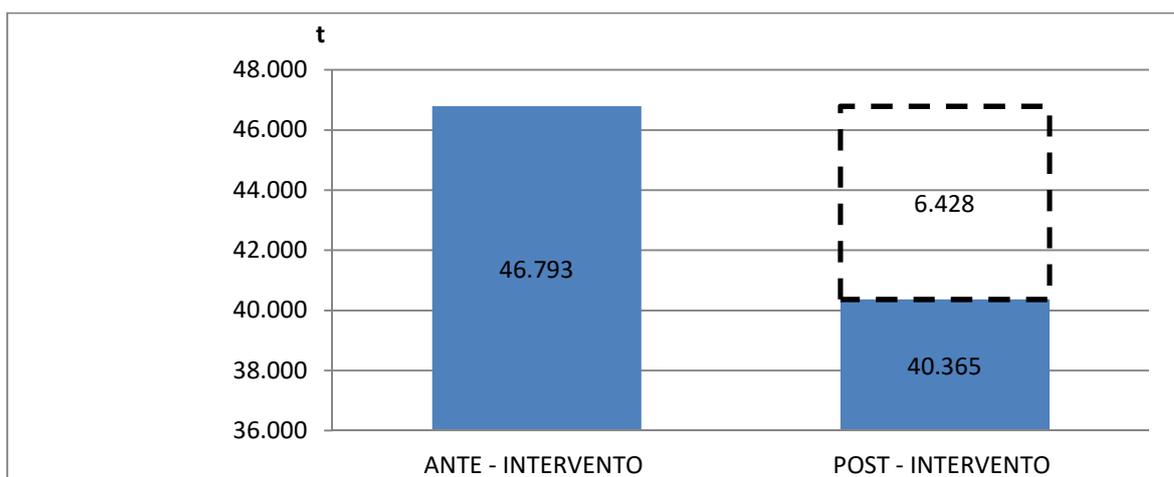


Fig. 10.13 – Grafico "Risparmio complessivo per la PA di CO2 per gli scenari sostenibili"

11 Individuazione di una modello di scelta per la PA

Grazie alla capacità di coniugare risparmio economico e tutela dell'ambiente, l'efficienza energetica è diventata la parola magica che mette tutti d'accordo: i consumatori chiedono efficienza per ridurre i costi, le pubbliche autorità promuovono interventi di efficienza anche con l'erogazione di incentivi pubblici; gli operatori propongono gli interventi basandosi sulle tecnologie che conoscono meglio. Ognuno, giustamente, fa sua parte dal proprio punto di vista ma spesso si perde di vista quello che deve essere la giusta sequenza delle fasi di un percorso decisionale complesso.

Per una PA che ha numerosi edifici la scelta più importante è quella che va fatta a monte: da dove inizio? Dove sto sprecando più energia? Quali edifici sottoporre ad interventi migliorativi?

La scelta dell'edificio dove investire può incidere in maniera determinante sulla qualità della spesa e sui ritorni dell'investimento. Tale scelta presuppone una comparazione degli edifici. Se questi ultimi sono numerosi, gli strumenti più efficienti ed efficaci sono l'utilizzo di benchmark. Purtroppo non sempre per campi più specifici, come in questo caso l'edilizia scolastica, sono presenti dei parametri che permettano di capire quali sono i fattori che portano gli edifici ad avere maggior consumi, maggiori dispersioni e di conseguenza maggiori costi.

Dalle analisi effettuate nei capitoli precedenti è evidente che a seconda degli indicatori analizzati, emergono criticità in edifici differenti. Al fine di definire una caratterizzazione univoca delle priorità di intervento, che possa comprendere al suo interno tutti gli elementi che possono influenzare la necessità di realizzare interventi di efficientamento energetico, si è reso necessario identificare una metodologia che potesse racchiudere, elaborare e confrontare tutte le informazioni emerse dalle DE realizzate.

Trovandoci ad analizzare un parco edilizio di oltre 190 scuole, è stato possibile individuare alcuni parametri, che attraverso un metodo di attribuzione di specifici punteggi, potessero far emergere gli edifici con maggiori anomalie.

11.1 Struttura della metodologia

La ricerca si pone l'obiettivo di costruire un sistema multicriteriale mirato a fornire all'ente pubblico che si occupa della gestione del parco edilizio scolastico un quadro conoscitivo organizzato su livelli di priorità di azione, nell'ambito dell'efficientamento energetico degli edifici.

La programmazione dei lavori da eseguire sul patrimonio pubblico, e nel caso specifico su quello scolastico, comporta necessariamente una fase di analisi dello stato del parco, la definizione degli obiettivi prioritari e la ricognizione della molteplicità delle azioni da intraprendere. Mentre oggi i soggetti decisori spesso determinano le priorità in base ad un generico grado di urgenza, avvalendosi di una metodologia specifica, che consenta di confrontare tra loro aspetti qualitativi e dati quantitativi rilevati sul parco, è possibile ottenere come un elenco gerarchizzato sulla base delle priorità di azione, quindi procedere ad una programmazione delle opere più rapida ed efficace.

La costruzione di un'analisi multicriteri parte dalla necessità di delineare con precisione l'oggetto di valutazione, chiarendo il significato del termine di riferimento, ovvero l'edificio scolastico.

L'analisi multi criteri costituisce un metodo per fornire al soggetto decisore un supporto finalizzato a realizzare un compromesso accettabile fra i diversi obiettivi perseguiti. Operativamente la costruzione di un sistema così definito presuppone l'identificazione della domanda a cui la metodologia stessa intende rispondere, cioè chiarire come lo strumento di valutazione deve essere indirizzato in funzione dell'esito atteso.

Nel caso specifico il risultato che si vuole fornire applicando la metodologia è costituito da un sistema gerarchico in cui le scuole valutate occupano una posizione della graduatoria corrispondente al livello di priorità di intervento. Ciò consente di indirizzare il processo decisionale in funzione di un grado di urgenza predefinito e ottenuto tramite una valutazione operata uniformemente su tutti gli edifici del parco edilizio.

Il problema della riqualificazione energetica del parco edilizio scolastico presenta un elevato livello di complessità in quanto si confronta necessariamente con una molteplicità di aspetti rilevanti.

A partire da quello che è lo stato attuale del patrimonio edilizio scolastico genovese, sono stati definiti gli obiettivi che caratterizzano il problema in esame. Questi obiettivi vengono trasformati in criteri di valutazione in una fase di elaborazione decisiva, in cui vengono stabiliti i parametri attraverso i quali le scuole sono confrontate tra loro rispetto all'obiettivo finale.

11.1 Campo di applicazione

Nel caso specifico l'applicazione della metodica è stata effettuata su un caso studio preso come riferimento, il parco di edifici scolastici del comune di Genova, anche se lo strumento è strutturato per essere efficace su un generico sistema edilizio.

La selezione degli edifici su cui effettuare la verifica si è basata su una preliminare indagine conoscitiva del campione oggetto di studio, effettuata grazie ai dati forniti dal Comune stesso, derivanti dalle diagnosi energetiche finanziate dal Fondo Kyoto, compiute da 9 diversi Auditors.

Tramite la realizzazione delle DE è stato possibile ottenere per ogni scuola alcuni dati strategici, riferiti ad aspetti anagrafici, costruttivi ed energetici, ma anche un pacchetto di informazioni utili a definire il profilo architettonico di ogni scuola, attraverso planimetrie e immagini fotografiche.

Il parco analizzato risulta complessivamente costituito da 196 edifici scolastici molto eterogenei fra di loro sotto molteplici punti di vista, analizzati nei capitoli precedenti.

Tale disomogeneità emerge chiaramente dal lavoro di sistematizzazione a matrice dei dati di input disponibili, che individua profili di varietà relativamente ad aspetti come il periodo di costruzione, la tipologia di scuola, le caratteristiche costruttive.

L'obiettivo di tale metodologia è quello di:

- verificare l'effettiva applicabilità della metodologia, secondo una fase di lavoro che continuamente rimanda agli step precedenti, determinandone la revisione ed implementazione della struttura e della definizione degli indicatori;
- fornire un esempio del funzionamento dello strumento e della tipologia di output finale che l'amministrazione può ottenere.

Si tratta di una metodologia finalizzata ad ottenere uno strumento di lettura del patrimonio immobiliare, in grado di passare dall'analisi del singolo edificio alla restituzione di un quadro di insieme utilizzabile concretamente dall'amministrazione per formulare ipotesi di intervento. L'output è costituito da un duplice sistema gerarchico, uno per livello di applicazione, in cui viene associato ad ogni edificio scolastico un punteggio complessivo; il dato numerico deriva da una valutazione svolta in maniera uniforme sul parco e pertanto consente la comparazione diretta.

11.2 Definizione dei criteri

Ognuno dei criteri selezionati è composto da uno o più indicatori, cioè i parametri di valutazione che vengono operativamente applicati su ciascun edificio;

Sono stati individuati 10 criteri:

- Anno di costruzione
- Ristrutturazione
- Vincoli
- Rapporto Superficie/Volume
- Rendimento globale medio stagionale dell'impianto di riscaldamento (η_H)
- Classe Energetica
- Indici di performance termici (IEN_R)
- Indici di performance elettrici (IEN_E)
- Sostenibilità degli interventi migliorativi (EEM)
- Sostenibilità degli scenari (SCN)

L'assegnazione di pesi relativi ai criteri serve a stabilire un ordine di importanza. In pratica i pesi misurano, attraverso valori numerici adimensionali, le priorità che si assegnano ai vari aspetti e per tale motivo non hanno mai valore assoluto ma solo relativo. Ad ogni indicatore è stato attribuito un punteggio pari ad 1 e in base a questo sono state pesate le sottocategorie a cui è stato assegnato un valore max di 0,5 e minimo di - 0,5.

Tab. 11.1 – Anno di costruzione e relativo punteggio

Anno di Costruzione	Punteggio
Prima del 1900	0
Tra il 1900 e il 1950	+0,25
Tra il 1950 e il 1976	+0,5

Tra il 1976 e il 1990	+0,25
Tra il 1991 e il 2005	-0,25
Dopo il 2005	-0,5

E' stato assegnato un punteggio più alto agli edifici con anno di costruzione compresa tra il 1950 e il 1976 poiché in base alla tipologia costruttiva associata, prevalentemente muratura in calcestruzzo e muratura a cassa vuota con mattoni forati, analizzate precedentemente, risulta la fascia di età ad avere più problematiche legate agli altri valori di trasmittanza termica e quindi per le maggiori dispersioni dell' edificio.

Tab. 11.2 – Tipologia di ristrutturazione e relativo punteggio

Tipologia di ristrutturazione	Punteggio
Nessun intervento	+0,5
Altri interventi	0
Interventi di riqualificazione energetica	-0,5

Si è deciso di inserire come indicatore la presenza e l'eventuale tipologia di ristrutturazione subita nel corso degli anni, assegnando un punteggio massimo agli edifici che non hanno mai avuto interventi di efficientamento energetico, in quanto risulta più significativo e prioritario intervenire, rispetto ad altri edifici che hanno apportato miglioramenti negli corso degli anni, sia soltanto manutentivi, a cui è stato assegnato un punteggio intermedio, sia legati miglioramenti di riqualificazione energetica, come sostituzione dell' impianto o coibentazione.

Tab. 11.3 – Vincolo e relativo punteggio

Vincoli	Punteggio
Architettonico puntuale	-0,5
Bellezza d' insieme	0
Idrologico	+0,25
SUQ	-0,25

Storico - Artistico	-0,5
Senza Vincolo	+0,5

Un altro parametro che si è deciso di inserire è quello relativo ai vincoli, in quanto permette di capire come poter intervenire sull'edificio. Risulta più semplice e sempre attuabile un intervento su edifici non soggetti a vincolo, pertanto a questa categoria è stato assegnato il maggior punteggio, rispetto agli istituti vincolati architettonicamente, i cui interventi sono sicuramente più limitati.

Tab. 11.4 – S/V con relativo punteggio

Rapporto S/V	Punteggio
<0,4	-0,5
>0,4 e <0,6	0
>0,6	+0,5

Il rapporto di forma (S/V) esprime l'attitudine di un corpo a disperdere il calore contenuto al suo interno in relazione alle sue caratteristiche geometriche, pertanto edifici con valori elevati risultano più disperdenti rispetto a quelli con un rapporto più contenuto. Stabilendo quindi una priorità di intervento è stato assegnato un punteggio superiore agli edifici con fattore di forma maggiore.

Tab. 11.5 - η_H con relativo punteggio

η_H	Punteggio
<0,5	+0,5
>0,5 e <0,7	0
>0,7	-0,5

All'interno dell'analisi è stato esaminato anche il rendimento termico degli impianti al quale si è deciso di associare un punteggio alle diverse fasce, in quanto rendimenti elevati sono associati ad impianti con buone prestazioni e spesso di nuova generazione mentre a ridotto rendimento sono impianti di vecchia generazione e con consumi spesso elevati.

Tab. 11.6 – IEN_R con relativo punteggio

IEN _R	Punteggio
Buono	-0,5
Sufficiente	0
Insufficiente	+0,5

Tab. 11.7 - IEN_E con relativo punteggio

IEN _E	Punteggio
Buono	-0,5
Sufficiente	0
Insufficiente	+0,5

Due indicatori sono i Benchmark proposti da ENEA che fanno riferimento ai consumi termici (IEN_R) ed elettrici (IEN_E). Valori insufficienti fanno riferimento a consumi elevati e quindi ad edifici di cui è prioritario intervenire.

Tab. 11.8 – Classe energetica con relativo punteggio

Classe Energetica	Punteggio
C	-0,5
D	-0,25
E	0
F	+0,25
G	+0,5

La classe energetica dello stato di fatto dell'edificio rispecchia quelle che sono le prestazioni energetiche globali dell'edificio. Questa viene espressa mediante un giudizio che va da A a G in base alle caratteristiche e dell'edificio, attribuendo la classe più alta (A) agli edifici con migliore prestazione energetica e la classe più bassa (G) agli edifici meno

performanti. Pertanto un punteggio più basso è stato assegnato a classe energetica C e D mentre un punteggio più alto è stato assegnato alle classi F e G, in quanto queste ultime identificano una prestazione energetica dell'edificio meno performante e quindi che necessita prioritariamente di intervento.

Tab. 11.9 – EEM con VAN >0 e relativo punteggio

EEM	Punteggio
<1 EEM con VAN>0	-0,5
1-3 > EEM con VAN >0	0
>3 EEM con VAN>0	+0,5

Gli Auditor nelle DE hanno proposto diverse misure di miglioramento energetico (EEM) e di ognuno è stato calcolato il VAN, ossia il Valore Attuale Netto dell'intervento. Gli interventi con VAN>0 sono quelli considerati sostenibili, ossia quelli convenienti alla PA. E' stato assegnato un punteggio massimo a quegli edifici di cui sono stati proposti tre o più interventi di riqualificazione sostenibile e un punteggio inferiore ad edifici di cui non è stato possibile prevedere nemmeno un intervento migliorativo.

Tab. 11.10 – SCN con VAN >0 e relativo punteggio

SCN	Punteggio
0 SCN con VAN>0	-0,5
1 SCN con VAN >0	0
2 SCN con VAN >0	+0,5

Per quanto riguarda gli scenari (SCN) ossia la combinazione di due o più EEM, è stato applicato lo stesso criterio degli interventi di miglioramento. All'interno delle DE svolte dagli Auditor, sono stati formulati due scenari e di ognuno è stato valutato il VAN. Si è deciso quindi si attribuire un punteggio maggiore agli edifici con entrambi gli scenari risultati sostenibili mentre un punteggio negativo agli istituti scolastici che non presentavano scenari convenienti.

11.3 Risultati

La fase di verifica e validazione del sistema multicriteriale si è basata sull'applicazione della procedura di valutazione ad ognuna delle 196 scuole selezionate. Per ciascun edificio è stata compilata una tabella di assegnazione dei punteggi, come previsto dalla metodologia.

I criteri sono stati valutati sulla base dei dati ottenuti tramite la realizzazione delle DE, pertanto le valutazioni effettuate derivano da diagnosi energetiche svolte in maniera indipendente e non finalizzata all'applicazione del metodo. L'affidabilità del risultato ottenibile è fortemente influenzata dalla modalità di reperimento dei dati di input, ma considerando che la PA ha definito delle modalità standardizzate di rilevamento ed elaborazione delle informazioni riportate nelle DE si può presumere che i parametri analizzati possano essere ritenuti confrontabili tra loro.

Il risultato massimo ottenibile è quello pari a 15.

Nessun edificio ha ottenuto tale valore ma ci sono state scuole che hanno acquisito punteggi molto elevati arrivando ad ottenere un massimo di 14,5 ottenuto soltanto da un istituto scolastico e un minimo di 7,25. Il punteggio medio ottenuto dalle scuole utilizzate è di 10,96, rappresentato dalla linea rossa tratteggiata della Fig. 11.1.

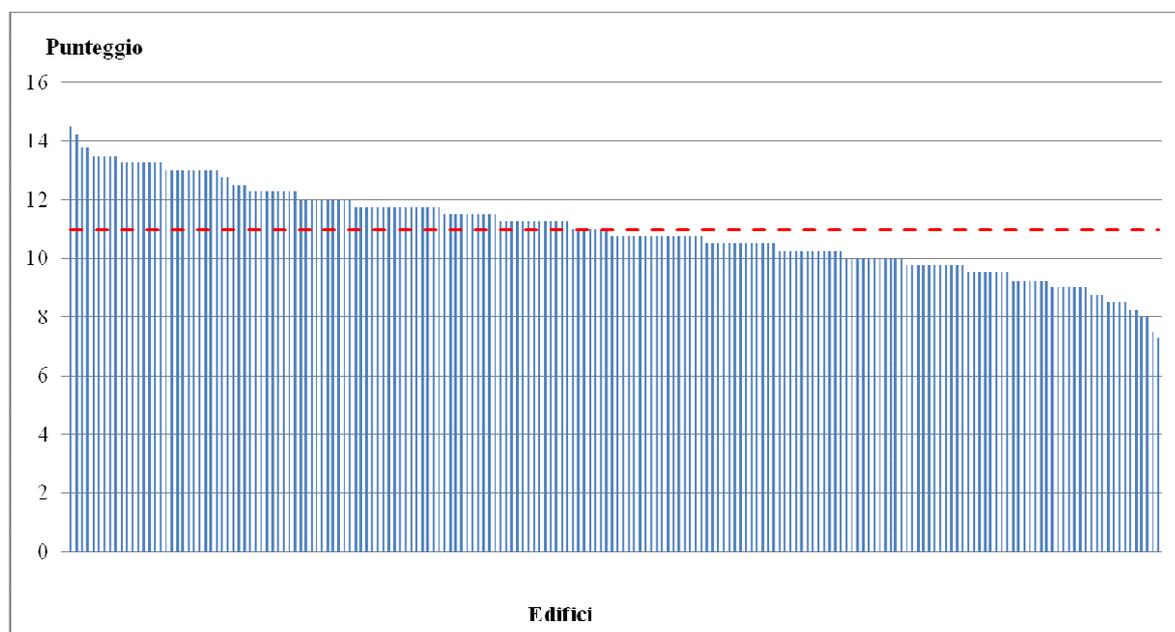


Fig. 11.1 - Grafico "Punteggio ottenuto da ciascun edificio"

Avendo analizzato un parco scolastico di 196 edifici è stata analizzata con maggior attenzione la classifica per tutti quelli con un punteggio complessivo maggiore di 12.

In allegato B vengono riportati gli edifici con il punteggio ottenuto.

Sugli edifici scolastici analizzati 51 sono il numero che secondo i criteri scelti, presentano la necessità di interventi di riqualificazione urgenti, al fine di ridurre i costi e i consumi e assicurare comfort agli utenti.

In seguito, viene mostrato l'andamento degli edifici risultati prioritari agli interventi di miglioramento.

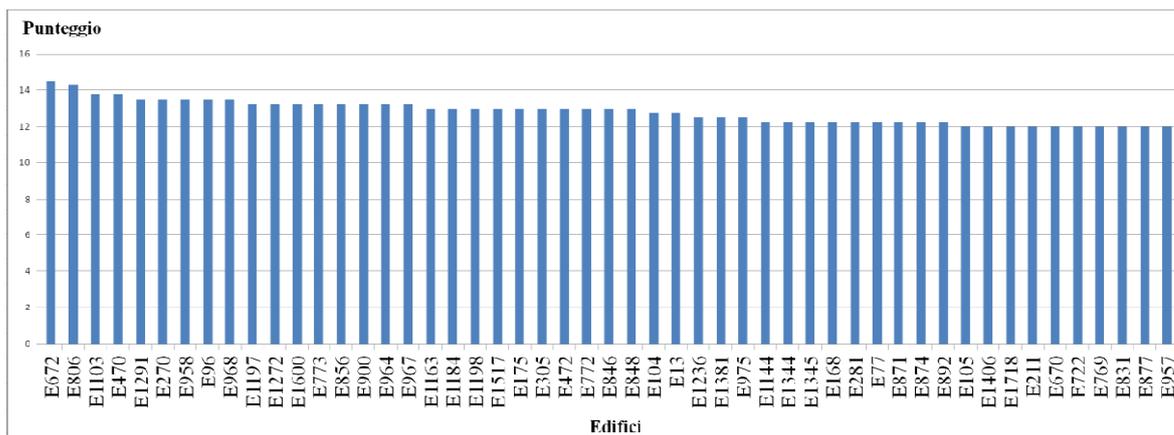


Fig. 11.2 – Grafico “Edifici con priorità di intervento”

Si tratta, di edifici, in parte, già analizzati precedentemente, perché emersi dall’ analisi dei singoli indicatori, mentre altre sono scuole che fin ora non hanno presentato anomalie per consumi eccessivi o costi.

In seguito vengono analizzati i cinque edifici che hanno ottenuto il maggiore punteggio complessivo, al fine di capire quale parametro è stato il più influente rispetto a quelli esaminati.



Fig. 11.3 – Edificio E672

La scuola Infanzia comunale “Quartiere Camoscio” (E672), analizzata precedentemente in quanto emersa dal baseline dei costi e per l’elevato indice di energia primaria, è stato l’edificio ad aver ottenuto un punteggio complessivo più alto. Si tratta di una scuola costruita intorno alla seconda metà del Novecento, con un rapporto di forma (S/V) molto elevato e appartenente alla classe energetica G.



Fig. 11.4 - Edificio E806

L’ edificio E806, scuola materna ed elementare “Fabbriche” è già emerso precedentemente in quanto presentava un valore di IEN_R molto elevato. Si tratta di un edificio del 1957, non vincolato, con un rapporto di forma (S/V) medio pari a 0,4 e quindi non del tutto significativo e appartenente alla classe energetica F.



Fig. 11.5 - Edificio E1103

La scuola E1103 che non risulta emersa dalle analisi precedenti risale al 1975, nel corso degli anni non ha mai subito interventi di miglioramento, pertanto mostra un impianto con un basso rendimento. Appartiene alla classe energetica F.



Fig. 11.6 - Edificio E470

La scuola “Montesignano” (E470) anch’essa mai emersa dalle analisi precedenti, appartiene alla seconda metà del 1900, con un rapporto di forma (S/V) pari a 0,5. Non presenta vincoli né architettonici, né paesaggistici. Non ha mai subito interventi di riqualificazione e appartiene alla classe energetica G.



Fig. 11.7 - Edificio E1291

L'edificio E1291 non risulta mai emerso dalle analisi precedenti. E' stato costruito nel 1956, ha subito di recente un intervento di miglioramento e presenta un rapporto di forma (S/V) abbastanza ridotto. L'impianto presenta un rendimento molto basso e appartiene alla classe energetica G.

Il risultato atteso dall'applicazione della metodologia multicriteriale è costituito da un sistema in cui le scuole analizzate sono organizzate per gerarchia di azione.

L'amministrazione ottiene in questo modo una fotografia del parco utilizzato in cui vengono messe in evidenza le situazioni di maggiore criticità.

L'applicazione sul caso studio fornisce la visualizzazione dell'output atteso dalla metodologia, mediante due tabelle riassuntive dove viene associato ad ogni scuola il punteggio totalizzato per livello di prestazione. In questo modo è possibile individuare in maniera inequivocabile quali sono gli edifici su cui è necessario focalizzare l'attenzione e le risorse.

La metodologia consente di avere una lettura del parco e di capire quali tra i parametri analizzati, portano gli edifici ad avere basse prestazioni e quindi a necessitare di interventi migliorativi. Nelle scuole analizzate i criteri a risultare più incisivi sono:

- I consumi termici ed elettrici insufficienti analizzati attraverso gli indici di performance $IEN_{E/R}$;
- L'anno di costruzione, ossia la seconda metà del Novecento e quindi la tipologia costruttiva di riferimento, muratura in calcestruzzo e muratura a cassa vuota con mattoni morati;
- La classe energetica F o G.

12 Monitoraggio e controllo dei consumi energetici

La realizzazione delle Diagnosi Energetiche e del presente studio ha permesso di ottenere informazioni utili alla definizione dello stato di fatto del parco edilizio scolastico della pubblica amministrazione, identificando le priorità di intervento per l'efficientamento energetico di tali edifici.

Una corretta gestione delle informazioni emerse ed un costante aggiornamento delle stesse, relativamente ad esempio ai costi e consumi energetici oppure ad eventuali interventi migliorativi, può considerarsi il primo e più semplice intervento da attuarsi ai fini di un'ottimizzazione dei costi e dei consumi energetici.

Per quanto riguarda la gestione dei consumi energetici, attualmente non esiste un reale controllo dei consumi capace di identificare problematiche inerenti, non solo agli edifici scolastici, ma all'intero patrimonio edilizio di proprietà del Comune di Genova.

Il consumo energetico per il riscaldamento e il consumo di energia elettrica incidono notevolmente sulla spesa della Pubblica Amministrazione e quindi risulta evidente come si debba intraprendere una politica di controllo che conduca verso una maggiore ottimizzazione dei consumi.

In tal senso, ci si è proposti di creare una procedura che possa guidare la Pubblica Amministrazione nelle azioni da intraprendere per il monitoraggio e l'analisi dei consumi energetici, fondamentale per la progettazione di interventi migliorativi.

La procedura si compone di 2 fasi principali:

- Monitoraggio;
- Analisi.

La fase dell'analisi è il momento fondamentale, in quanto permette di ottenere un quadro complessivo delle prestazioni energetiche degli immobili: il monitoraggio dei consumi e dei costi consente di identificare degli indici di performance (Key Performance Indicator) che possono essere confrontati con standard di riferimento nazionali e con i consumi medi specifici delle scuole.

I dati possono, inoltre, essere utilizzati per la creazione di modelli previsionali in grado di fornire un'indicazione anticipata della spesa che la Pubblica Amministrazione dovrà sostenere, per poter così programmare e pianificare interventi ed investimenti e verificare nel tempo la persistenza delle condizioni di effettiva fattibilità degli stessi. Questo processo ci permette di evidenziare eventuali scostamenti dai valori attesi e intraprendere così ulteriori e più dettagliate indagini.

12.1 Il concetto di KPI

I KPI (Key Performance Indicator) sono una serie di indicatori qualitativi e quantitativi finalizzati a misurare l'intera gamma di prestazioni di un determinato processo. Si tratta di un metodo molto efficace di misurazione di quanto le attività che vengono svolte per il raggiungimento dei risultati di un'organizzazione incontrano gli obiettivi prefissati. I KPI sono le grandezze che meglio esprimono l'obiettivo di un processo: consentono di "vedere" i risultati in maniera aggregata, anziché essere sommersi da grandi quantità di informazioni, spesso inutilizzabili e/o inutilizzate.

All'interno di pochi indicatori semplici da interpretare sono distillati dati che forniscono una diagnosi immediata dei risultati ottenuti: l'utilizzatore ha il continuo controllo delle performance e, nel momento in cui l'indicatore non è allineato al parametro di riferimento, ha la consapevolezza di dover focalizzare azioni di miglioramento in ben precise direzioni.

Misurando e gestendo le prestazioni le PA hanno opportunità maggiori di raggiungere con successo obiettivi operativi e finanziari. Per ottenere ciò è indispensabile identificare dei KPI appropriati, senza i quali è impossibile fornire un valido supporto per ottenere quattro vantaggi chiave:

- Analisi dei processi in corso;
- Valutazione delle performance come profilo di risultato (non esclusivamente di natura economico-finanziaria), grazie al feedback immediato agli utenti sulle capacità di gestire le variabili critiche che stanno alla base del successo;
- Valutazione delle performance come trend, grazie all'identificazione di tendenze e segnali;
- Valutazione delle performance come trend, grazie all'identificazione di tendenze e segnali; l'aspetto temporale conduce a una visione prospettica che parte dai risultati conseguiti e si focalizza sulle condizioni di gestione che si proiettano nel futuro e che costituiscono i presupposti per il mantenimento e il miglioramento delle performance;
- Reperimento di informazioni indispensabili per gestire con metodo la programmazione e la pianificazione delle attività, impostando azioni preventive e correttive.

È inoltre possibile sviluppare specifici output di presentazione dei KPI come report e grafici costruiti con tali indicatori, più o meno dettagliati, più o meno sofisticati, profondi nell'analisi o sintetici nell'esposizione sono strumenti settimanali, se non addirittura quotidiani, di analisi degli scostamenti tra i valori attesi (target) di uno specifico indicatore e il suo valore reale. Tali informazioni, in funzione del livello di dettaglio e/o di aggregazione, consentono ai vari livelli manageriali di effettuare le proprie analisi e di individuare i propri obiettivi di miglioramento continuo.

12.2 I requisiti dei KPI

Affinché siano davvero utili, gli indicatori devono avere alcune caratteristiche. Devono essere:

- Semplici e poco costosi da rilevare, da elaborare e da interpretare;
- Misurabili facilmente, se possibile rapidamente e in maniera oggettiva (ad esempio una quantità, una percentuale, un rapporto, ecc.);
- Significativi e rispondenti ad obiettivi ben precisi;
- Confrontabili con degli standard (valore di riferimento e tolleranza/scostamento accettabile);
- Accessibili da chi deve compiere delle analisi su di essi;
- Elaborabili con strumenti matematici o statistici e riproducibili su tabelle, grafici o diagrammi di chiara e immediata comprensione;
- Condivisibili, cioè trasparenti;
- Sistemati, cioè rilevati puntualmente con periodicità stabilita e aggiornati immediatamente in caso di eventi straordinari.

È sicuramente meglio scegliere poche misure chiave aventi le caratteristiche elencate sopra piuttosto che farsi tentare da un sistema il cui controllo costa più dei benefici che se ne possono ricavare. Per ogni indicatore sarebbe utile avere una tabellina di riferimento che contenga le seguenti informazioni:

- Descrizione dell'indicatore;
- Processo di riferimento;
- Metodo di rilevazione utilizzato;
- Sorgente dei dati;
- Metodo di calcolo;
- Unità di misura;
- Periodicità;
- Responsabilità della gestione dell'indicatore.

12.3 KPI individuato

Per quanto riguarda gli istituti scolastici, i KPI individuati fanno riferimento ai consumi termici e elettrici delle 4 tipologie di scuole analizzate (asili nido, scuole elementari, medie e superiori ed infine miste) in funzione della tipologia costruttiva.

Tab. 12.1 – Individuazione dei KPI

KPI consumo termico ed elettrico	
Metodo di rilevazione utilizzato	Impianto
Sorgente dei dati	Bollette energetiche
Metodo di calcolo	$KPI_{R/E} = \frac{\text{Baseline}_{R/E}}{mq}$
Unità di misura	kWh/mq
Periodicità	Annuale

Asili nido

Tab. 12.2 - $KPI_{R/E}$ relativo gli asili nido

	Tipologia costruttiva	Numero Asili Nido	KPI_R	KPI_E
M1	Muratura in pietra	1	137 kWh/mq	34 kWh/mq
M2	Muratura in pietra con mattoni	1	122 kWh/mq	32 kWh/mq
M3	Muratura con mattoni pieni	2	127 kWh/mq	20 kWh/mq
M4	Muratura con mattoni forati	2	102 kWh/mq	33 kWh/mq
M5	Muratura a cassavuota con mattoni forati	2	127 kWh/mq	27 kWh/mq
M6	Muratura in calcestruzzo	2	131 kWh/mq	22 kWh/mq
M8	Muratura in mattoni forati con basso livello di isolamento	1	72 kWh/mq	20 kWh/mq

Viene in seguito rappresentato l'andamento dei KPI termici ed elettrici in funzione della tipologia costruttiva, per gli asili nido:

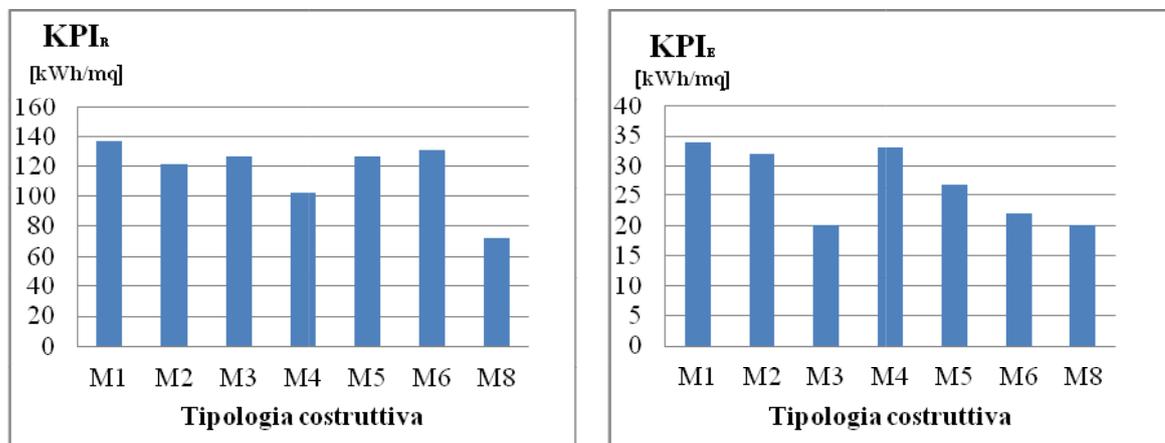


Fig. 12.1 - Grafico "Modello previsionale di consumo termico ed elettrico relativo gli asili nido"

Scuole materne

Tab. 12.3 -KPI_{R/E} relativo alle scuole materne

	Tipologia costruttiva	Numero Materne	KPI _R	KPI _E
M1	Muratura in pietra	3	136 kWh/mq	22 kWh/mq
M2	Muratura in pietra con mattoni	4	64 kWh/mq	27 kWh/mq
M3	Muratura con mattoni pieni	7 (5)	96 kWh/mq	20 kWh/mq
M4	Muratura con mattoni forati	9	96 kWh/mq	25 kWh/mq
M5	Muratura a cassavuota con mattoni forati	2	89 kWh/mq	27 kWh/mq
M6	Muratura in calcestruzzo	3	138 kWh/mq	17 kWh/mq
M7	Muratura in mattoni forati con basso livello di isolamento	2 (1)	67 kWh/mq	14 kWh/mq
M8	Muratura in calcestruzzo prefabbricato con medio livello di isolamento	3	63 kWh/mq	26 kWh/mq

Viene in seguito rappresentato l'andamento dei KPI termici ed elettrici in funzione della tipologia costruttiva, per le scuole materne:

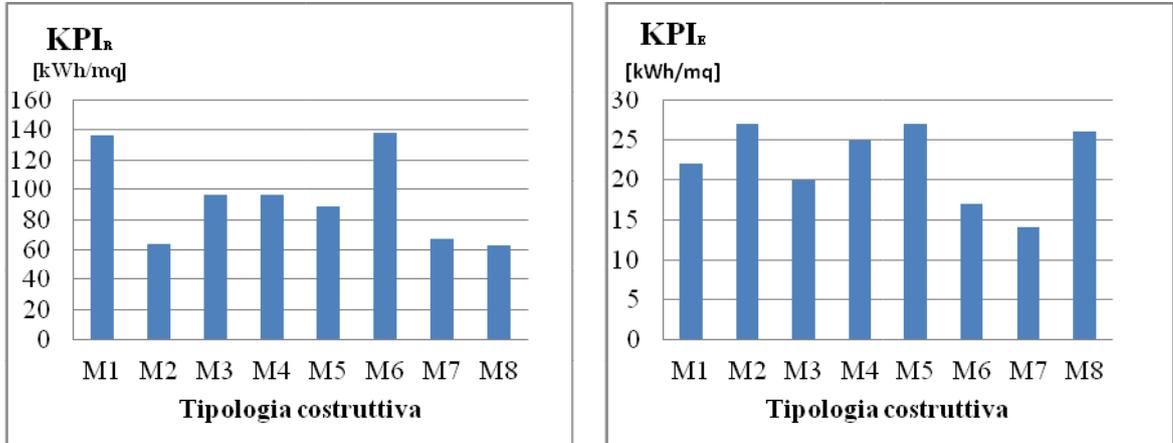


Fig. 12.2 - Grafico "Modello previsionale di consumo termico ed elettrico relativo alle scuole elementari"

Scuole Elementari

Tab. 12.4 - KPI_{R/E} relativo alle scuole elementari

	Tipologia costruttiva	Numero Elementari	KPI _R	KPI _E
M1	Muratura in pietra	1	76 kWh/mq	10 kWh/mq
M2	Muratura in pietra con mattoni	5(4)	68 kWh/mq	21 kWh/mq
M3	Muratura con mattoni pieni	8(6)	95 kWh/mq	17 kWh/mq
M4	Muratura con mattoni forati	4(3)	97 kWh/mq	24 kWh/mq
M5	Muratura a cassavuota con mattoni forati	1	168 kWh/mq	14 kWh/mq
M8	Muratura in calcestruzzo prefabbricato con medio livello di isolamento	4	78 kWh/mq	22 kWh/mq

Viene in seguito rappresentato l'andamento dei KPI termici ed elettrici in funzione della tipologia costruttiva, per le scuole elementari:

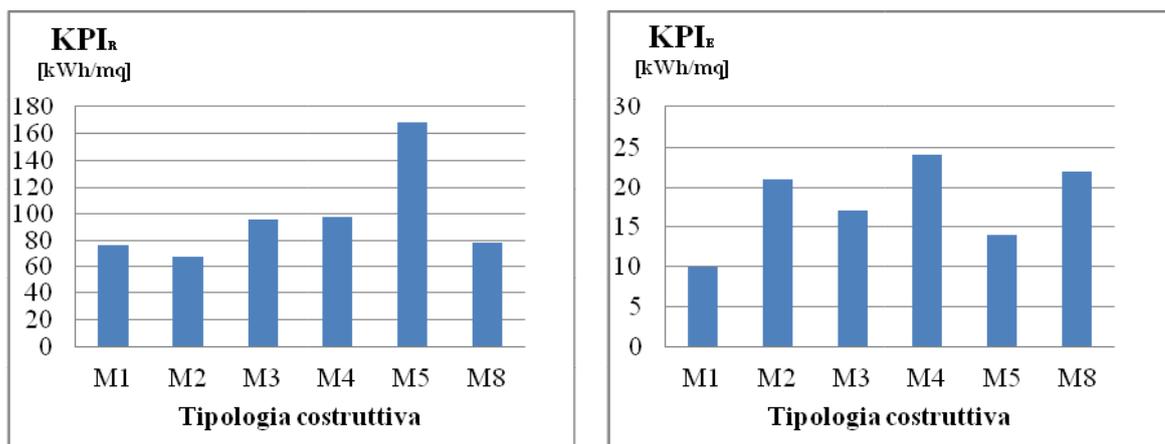


Fig. 12.3 - Grafico "Modello previsionale di consumo termico ed elettrico relativo alle scuole elementari"

Scuole medie e superiori

Tab. 12.5 - KPI_{RE} relativo alle scuole medie e superiori

	Tipologia costruttiva	Numero Medie e Superiori	KPI _R	KPI _E
M2	Muratura in pietra con mattoni	7	57 kWh/mq	20 kWh/mq
M3	Muratura con mattoni pieni	9 (7)	77 kWh/mq	16 kWh/mq
M4	Muratura con mattoni forati	8(6)	81 kWh/mq	11 kWh/mq
M5	Muratura a cassavuota con mattoni forati	4	72 kWh/mq	10 kWh/mq
M8	Muratura in calcestruzzo prefabbricato con medio livello di isolamento	1	48 kWh/mq	29 kWh/mq

Viene in seguito rappresentato l'andamento dei KPI termici ed elettrici in funzione della tipologia costruttiva, per le scuole medie e superiori:

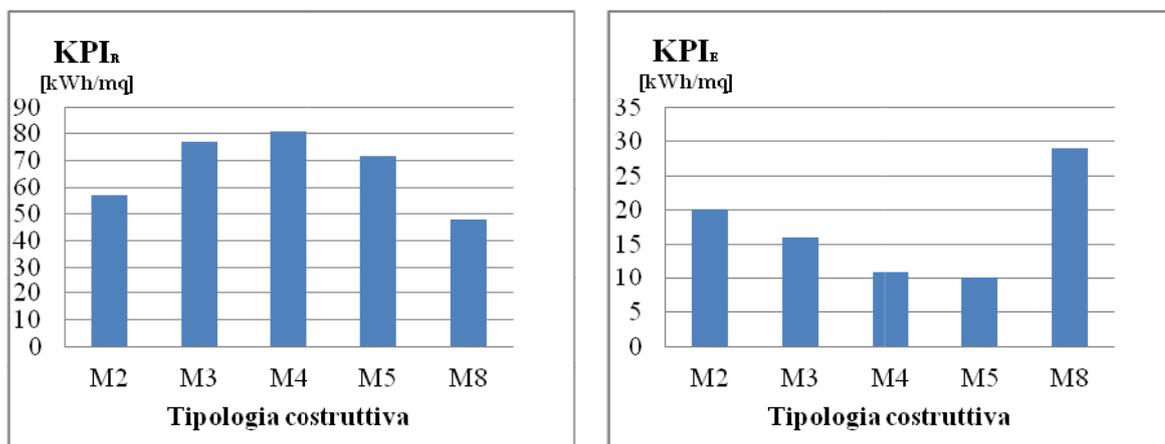


Fig. 12.4 - Grafico "Modello previsionale di consumo termico ed elettrico relativo alle scuole medie e superiori"

Scuole miste

Tab. 12.6 - KPI_{R/E} relativo alle scuole miste

	Tipologia costruttiva	Numero Miste	KPI _R	KPI _E
M1	Muratura in pietra	11	117 kWh/mq	25 kWh/mq
M2	Muratura in pietra con mattoni	5(3)	85 kWh/mq	13 kWh/mq
M3	Muratura con mattoni pieni	23	72 kWh/mq	17 kWh/mq
M4	Muratura con mattoni forati	18(15)	86 kWh/mq	17 kWh/mq
M5	Muratura a cassavuota con mattoni forati	12(11)	70 kWh/mq	16 kWh/mq
M6	Muratura in calcestruzzo	8	60 kWh/mq	11 kWh/mq
M8	Muratura in calcestruzzo prefabbricato con medio livello di isolamento	7	76 kWh/mq	17 kWh/mq

Viene in seguito rappresentato l'andamento dei KPI termici ed elettrici in funzione della tipologia costruttiva, per le scuole miste:

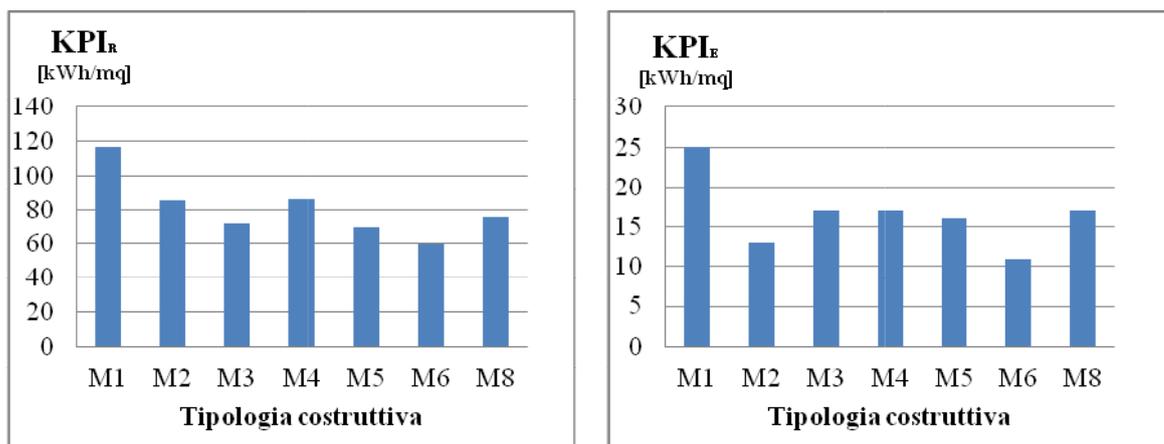


Fig. 12.5 - Grafico "Modello previsionale di consumo termico ed elettrico relativo alle scuole medie e superiori"

Dai consumi elettrici sono stati esclusi tutti gli edifici che utilizzano come impianto di riscaldamento la pompa di calore, mentre per i consumi termici quelli a teleriscaldamento. Come si nota dai dati riportati per le cinque tipologie di scuole analizzate (asili nido, materne, elementari, medie e superiori e miste) quelle miste comprendono un numero più elevato di istituti e riportano una media di quelli che sono i parametri trovati per ciascun grado di scuola in riferimento alla tipologia costruttiva.

Gli asili nido e le scuole materne riportano valori più elevati rispetto ad elementari medie e superiori, questo perché l'utilizzo del riscaldamento ha orari di accensione che ricoprono più ore nell'arco della giornata e sicuramente un altro consumo notevole è l'utilizzo di ACS che è sicuramente maggiore rispetto ad elementari e medie, per orari e per servizi igienici.

Per quanto riguarda i consumi elettrici invece non si nota una grande differenza tra le fasce di scuole considerate e le tipologie costruttive analizzate.

13 Attuazione interventi

Lo scopo finale delle DE fatte realizzare dalla pubblica amministrazione è quello di arrivare all'attuazione degli interventi di efficientamento energetico.

Le modalità di finanziamento degli interventi possono essere realizzati dalla PA tramite i propri fondi, anche grazie alla presenza di finanziamenti agevolati (Fondo Kyoto) oppure tramite l'intervento di soggetti privati (ESCO).

Il Comune di Genova grazie anche alla realizzazione dell'DE finanziate dal Fondo Kyoto sta partecipando al programma GEN-IUS (GENoa - Innovative Urban Sustainability) con l'obiettivo di attuare gli interventi di miglioramento proposti degli Auditor nelle DE.

13.1 GEN-IUS

Con lo scopo di realizzare gli interventi migliorativi individuati all'interno delle DE il Comune di Genova, capofila, nell'ambito del bando europeo ELENA (European Local ENergy Assistance) cofinanziato dal programma Horizon 2020 dell'Unione Europea, ha presentato alla Banca Europea degli Investimenti (BEI) *l'application-form* per un programma di investimento relativo a interventi di riqualificazione energetica per un importo pari a circa 40 mln di euro.

Il programma, denominato GEN-IUS, (GENoa - Innovative Urban Sustainability), comprende la riqualificazione energetica di edifici pubblici (isolamento e riscaldamento) con anche l'efficientamento dell'illuminazione interna integrata a elementi di domotica, l'efficientamento di circa 16000 impianti di pubblica illuminazione, la creazione di distretti energetici afferenti, oltre al Comune di Genova e sue società partecipate (SPIM, Genova Porto Antico, Fondazione Palazzo Ducale), alla Città Metropolitana e altri 26 Comuni dell'Area Metropolitana (Avegno, Bargagli, Bogliasco, Busalla, Camogli, Carasco, Casarza, Cogorno, Coreglia, Davagna, Fontanigorda, Isola del Cantone, Montebruno, Montoggio, Pieve Ligure, Recco, Ronco Scrivia, Savignone, Serra Riccò, Sori, Valbrevenna, Mele, Campoligure, Rossiglione, Masone, Vobbia).

Nel settembre 2017 la Commissione Europea ha approvato la richiesta avanzata dal Comune di Genova per l'ottenimento del finanziamento previsto.

La Commissione Europea autorizza così la BEI a erogare un contributo per assistenza tecnica di 1.297.575,00 euro. Grazie a questo contributo sarà possibile predisporre la documentazione necessaria all'implementazione di progetti di efficienza energetica dislocati su tutta l'Area Metropolitana di Genova per un importo complessivo di circa 40 milioni di euro attraverso finanziamenti tramite terzi, così da superare le attuali difficoltà di indebitamento pubblico da parte degli enti locali. Entro 3 anni, sotto il coordinamento del Comune di Genova saranno lanciate gare ad evidenza pubblica a cui parteciperanno società ESCo (Energy Service Companies) capaci di realizzare investimenti ripagandosi con il risparmio energetico.

ELENA è uno strumento gestito dalla BEI rivolto a quei comuni e regione dell'UE che non hanno le opportune capacità tecnico-organizzative necessarie per progettare e realizzare interventi di efficienza energetica su ampia scala. Mentre i vantaggi derivanti dall'abbattimento dei consumi di energia e delle relative emissioni inquinanti sono evidenti, la sfida che raccoglie ELENA è quella di fornire un valore aggiunto attraverso un supporto tecnico-finanziario che garantisca la bancabilità dei progetti.

13.2 Edifici scolastici rientrati in GEN-IUS

La proposta d'investimento GEN-IUS, comprende la riqualificazione energetica totale di 298 edifici pubblici (isolamento e riscaldamento) con anche l'efficientamento dell'illuminazione interna integrata ad elementi di domotica, oltre che l'efficientamento di circa 16000 impianti di pubblica illuminazione.

Dei 298 edifici che rientrano nel progetto, 201 fanno parte del Comune di Genova di cui 162 edifici riguardano solo interventi di efficientamento dell'illuminazione interna e domotica, mentre per i restanti 34 sono previsti interventi migliorativi che riguardando l'intero involucro edilizio. Di questi, sono state individuate 24 scuole che necessitano di interventi di riqualificazione.

In seguito vengono riportati gli istituti in ordine di priorità di intervento ai quali è stata applicata la metodologia dei punteggi.

Tab. 13.1 – Edifici scolastici rientrati in GEN-IUS

Cod. Edificio	Lotto	Indirizzo	Nome Edificio	Punteggio
E1291	5	Via Isocorte 1b	Scuola elementare."N. GALLINO" e scuola materna statale "FANTASIA"	13,5
E856	7	Via Branega 10d	Scuola materna statale "BRANEGA" e scuola elementare "MONTANELLA"	13,25
E964	7	Via Ignazio Pallavicini 3a e 7	scuola media "RIZZO-ALESSI" e scuola elementare "G.PASCOLI"	13,25
E305	4	Via San Felice 19	Scuola materna "CA'DI VENTURA" scuola elementare "SANTULLO" e scuola media "MOLASSANA EX D'AZEGLIO" succursale	13
E1517	2	Via Bologna 6a	Scuola elementare materna statale e media "GARIBALDI"	13
E848	7	Via Branega 10c	Scuola media "ASSAROTTI"	13
E1345	2	Corso Luigi a Martinetti 77g	Scuola elementare "TAVIANI" e scuola media di Sampierdarena	12,25

E1318	2	Via Paolo Reti 23 e Via D. Gaetano Storace 2 e Via Paolo Reti 23	Scuola materna comunale "FIRPO" e scuola materna statale "BACIGALUPO" e scuola elementare "cantore"	11,75
E1267	5	Via Coni Zugna 2b	Scuola media "DON ORENDO"	11,75
E1574	2	Via Bologna 86	Scuola elementare "A.MAMELI" e scuola materna statale "V.BOLOGNA 86"	11,5
E48	9	Via C. Augusto Vecchi 11	Scuola elementare "PALLI" e scuola "MEDIA QUARTO (ex strozzi - succ.)"	11,25
E302	4	Via Giulia De Vincenzi 26	Scuola media "DA PASSANO"	11,25
E1263	5	Via Carlo Linneo 232	Scuola elementare "MORANTE" e scuola media "GIUSEPPINA TOSCA BERCILLI"	11,25
E459	3	Piazza solari 2	Scuola elementare "SOLARI" e scuola materna statale "P.ZZA SOLARI" e asilo nido "LA RONDINE"	11
E971	7	Via Cialli 9	Scuola materna statale "NEMO"	10,75
E1044	6	Via Nino Cervetto 42	Scuola elementare "FERRERO" e materna "PIAGET"	10,75
E3	9	Via Mario Mastrangelo 2	Scuola elementare "A.GIANELLI"	10,5
E392	3	Piazza Manzoni 2	Scuola comunale infanzia "S. FRUTTUOSO"	10,5
E480	4	Via Mogadiscio 49	Asilo nido "CANTAEGUA" e scuola materna "C.MIMOSA" e scuola elementare "ANDERSEN" e scuola media "LUCARNO"	10
E397	3	Piazza Giovanni Martinez 1, 2	Scuola materna comunale "ALICE" scuola elementare "MARCONI"	9,75
E1372	8	Salita di Carbonara 65	Scuola media "DON MILANI" e scuola materna comunale "SAN LUIGI"	9,5
E401	3	Piazza galileo ferraris 4	Scuola materna ed elementare statale "GIOVANNI XXIII" e scuola media "LOMELLINI-CANTORE"	9,25
E342	8	Salita superiore noce 78	Scuola elementare "PERASSO" e scuola materna statale "SCRIBANTI (succursale)"	9

Considerando che dall'analisi effettuata sono emersi edifici il cui punteggio risulterebbe più alto rispetto a quelli attualmente inseriti all'interno del programma GEN-Ius, potrebbe

risultare conveniente per la PA integrare l'elenco di tali edifici con quelli che a seguito dell'analisi multicriteriale hanno riportato punteggi più elevati.

14 Conclusioni

Dal confronto con gli operatori del settore, ed in particolare con i responsabili delle unità tecniche che nella pubblica amministrazione si occupano quotidianamente ed in prima persona delle problematiche legate al parco edilizio scolastico è emersa, fra le altre, la necessità primaria di organizzare le conoscenze sul patrimonio.

Il tema è tanto più significativo quanto il sistema costruito è ampio e il personale dedicato è frammentato o deve coprire contemporaneamente altre mansioni. In linea generale si nota che, alle difficoltà tecniche, si aggiunge l'assenza di strumenti adeguati per un sistematico monitoraggio del patrimonio edilizio in uso e l'organizzazione delle informazioni, in un quadro conoscitivo unitario.

Le amministrazioni dispongono spesso di dati, relazioni, rilievi e certificazioni legati al proprio patrimonio edilizio; ciò che si rileva pertanto non è la mancanza di informazioni quanto piuttosto l'incapacità e impossibilità di gestirle in maniera integrata e finalizzarle ad un obiettivo di pianificazione strutturata su base territoriale.

Inoltre, dalle indagini svolte nella prima fase della ricerca, attraverso i dati elaborati dalle DE, emerge in maniera netta la multidisciplinarietà del tema trattato.

Significa che la necessità di riqualificare il patrimonio edilizio scolastico non è solo un discorso legato all'efficienza energetica e al risparmio di risorse, ma è un tema attuale e significativo nell'ottica di agire sui costi di manutenzione e gestione e interessa una molteplicità di aspetti che, in molti casi, sono da considerare prioritari.

La diagnosi energetica è uno strumento efficace per l'acquisizione delle informazioni che la pubblica amministrazione deve considerare per capire quali operazioni è opportuno intraprendere sul patrimonio.

A tale proposito la ricerca si è posta l'obiettivo di integrare tra loro i risultati delle singole DE e di fornire quindi uno strumento orientativo, che permetta di guidare il processo di acquisizione delle informazioni necessarie, di elaborazione delle stesse e formulazione di un sistema organizzato di conoscenze sul patrimonio utilizzato.

La risposta che fornisce la ricerca si esplicita nell'utilizzo di una tecnica di supporto dei processi decisionali, la valutazione multicriteri, costruita con la finalità di:

- rilevare sul parco edilizio le prestazioni necessarie per la formulazione di un successivo giudizio sulle azioni da intraprendere;
- organizzare le conoscenze acquisite in un sistema dedicato alla gestione dei dati raccolti;
- fornire una interpretazione del quadro conoscitivo ottenuto attraverso un metodo di lettura delle priorità di intervento.

All'interno di queste categorie sono riconducibili tutte le informazioni necessarie, organizzate come criteri di valutazione: la metodologia di indagine propone per ciascuna tematica a cui viene assegnato un punteggio.

L'associazione stato di fatto – punteggio, regolata da precise condizioni, uniformemente applicate sul parco edilizio, consente la gerarchizzazione delle strutture scolastiche esaminate in una univoca lettura delle priorità di intervento. Il supporto fornito dallo strumento consiste nella possibilità di determinare su quali fronti è necessario orientare le energie disponibili e procedere alla pianificazione delle opere da eseguire.

In primo luogo si prefigura la possibilità di implementare lo strumento di valutazione delle priorità di intervento a partire dalla struttura metodologica definita.

Attualmente il sistema si basa su una selezione di criteri, derivanti dalla duplice necessità di modellare il parco edilizio esistente in maniera affidabile, e di consentire operazioni di rilevamento e applicazione della procedura sufficientemente speditive, tali da essere realmente svolte, anche quando il patrimonio edilizio è complesso e consistente.

Potrebbe quindi essere definito un ulteriore livello di approfondimento che introduce valutazioni più dettagliate degli indicatori o che indaga aspetti attualmente non previsti dalla metodica. (KPI)

Il processo finale che l'operatore della pubblica amministrazione svolge in fase di programmazione dei lavori, si configura in questo modo come una sequenza di operazioni valutative, supportate da strumenti della stessa natura, e prevede:

- la redazione della graduatoria delle scuole, ottenuta in base all'applicazione del sistema multicriteriale;
- la selezione degli edifici su cui operare in base al livello di urgenza evidenziato

La disponibilità di un sistema informatico adeguato, studiato per raccogliere le informazioni acquisite attraverso le operazioni di rilievo e di reperimento dati in un unico database elettronico costituisce un ulteriore sviluppo possibile. L'informatizzazione della procedura, attraverso la costruzione di uno strumento software basato sui contenuti della metodica consentirebbe di:

- procedere rapidamente ed automaticamente all'assegnazione dei punteggi e alla formulazione delle graduatorie, riducendo le possibilità di errore da parte degli operatori;
- consentire un successivo e rapido aggiornamento del quadro conoscitivo, che modifica il sistema della priorità in funzione degli interventi realizzati dall'amministrazione, spostando automaticamente le scuole del parco nella posizione corrispondente.

Sitografia

D. Miroglio, M. Castagna, B. Gatti, M. Badino, M. Fabianelli, L. Marengo, P. Rossodivita, C. Schenone, P. Cavalletti, 2014, “Linee guida per audit energetici su edifici ad uso residenziale e terziario”, <http://www.condominiintelligenti.it/new/wp-content/uploads/2014/05/LineeGuida.pdf>, PDF

D. Chiaroni, V. Chiesa, S. Franzò, F. Frattini, 2013, “Analisi delle barriere che ostacolano l’accesso, da parte dei Comuni italiani, ai fondi disponibili a livello europeo e locale a supporto degli interventi di efficienza energetica nella PA”, http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico/edifici-pa/2013/rds-par2013-112.pdf, PDF

A. Capozzoli, S. P. Corgnati, I. Khan, F. Lauro, D. Raimondo, 2013, “A. Capozzoli, S. P. Corgnati, I. Khan, F. Lauro, D. Raimondo”, http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico/risparmio-energia-settore-civile/2013/rds-par2013-061.pdf, PDF

S. Ferrari, 2012, “Sviluppo di metodologie e strumenti di misura ed analisi dei consumi energetici degli edifici pubblici: linee guida per la stesura di contratti di garanzia (rendimento energetico) con le PA”, http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico/edifici-pa/2012/rds-2013-139.pdf, PDF

S. P. Corgnati, E. Fabrizio, F. Ariaudo, L. Rollino, 2010, “Edifici tipo, indici di benchmark di consumo per tipologie di edificio, ad uso scolastico (medie superiori e istituti tecnici) applicabilità di tecnologie innovative nei diversi climi italiani”, http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico/fabbisogni-consumi-energetici/7-polito.pdf, PDF

<http://www.minambiente.it/pagina/fondo-kyoto-le-scuole-2016>

<https://www.gse.it/servizi-per-te/efficienza-energetica/conto-termico>

<http://www.energiaenergetica-lineeguida.org/>

<http://www.lexenergetica.it/public/documenti-sito/9pghtbaw5zq8klu8v1cs6l9t4nuuirc.pdf>

<http://www.comune.genova.it/content/progetto-gen-ius>

Allegato A – Edifici finanziati dal “Fondo Kyoto”

N°	Lotto	Edificio	Indirizzo	Denominazione
1	1	E1600	VIA BERTANI 5	ACCADEMIA LIGUSTICA
2	1	E1602	VIA AGOSTINO BERTANI 7	SCUOLA MATERNA STATALE "BERTANI"
3	1	E1610	VIA AL PORTO ANTICO 2	ASILO NIDO "CENTRO INFANZIA"
4	1	E1615	VIA VINCENZO RICCI 6	SCUOLA ELEMENTARE "DE SCALZI"
5	1	E1616	P.ZA S.MARIA IN V LATA 12 e VIA FIESCHI 14	SCUOLA MATERNA STATALE "S. MARIA IN VIA LATA" e SCUOLA ELEMENTARE "EMBRIACO"
6	1	E1627	CORSO MENTANA 27	ISTITUTO "DUCHESSA DI GALLIERA"
7	1	E1632	VIA ADAMO CENTURIONE 6 e VIA ADAMO CENTURIONE 8R	SCUOLA MATERNA COMUNALE "MONTICELLI" e SCUOLA ELEMENTARE e MEDIA "DUCA ABRUZZI"
8	1	E1637	VIA AMBROGIO SPINOLA 4	SCUOLA MATERNA STATALE ED ELEMENTARE "SPINOLA"
9	1	E1640	SALITA DI OREGINA 40	SCUOLA MEDIA "GASTALDI"
10	1	E1641/2	CORSO FIRENZE 24	"ISTITUTO TELECOMUNICAZIONI - Polizia Municipale Castelletto - ATS 42 - Ambito Territoriale Sociale Municipio I Centro Est - ex Distretto Sociale"
11	1	E1645	SALITA DI OREGINA 26A	SCUOLA MEDIA "G.SERRA"
12	1	E1646	VIA VINCENZO MACULANO 14	SCUOLA ELEMENTARE "DIECI DICEMBRE" e SCUOLA INFANZIA STATALE INF. FUMAGALLI
13	1	E1662	VIA GIOVANNI BOINE 32 e VIA UMBERTO FRACCHIA 13 e CSO FIRENZE 1	ASILO NIDO "CAMELOT" e SCUOLA ELEMENTARE "MARIA MAZZINI"
14	1	E1668	CORSO FIRENZE 1	SCUOLA ELEMENTARE "MAZZINI"
15	1	E1671	VIA FRANCESCA S CABRINI 2	SCUOLA MATERNA STATALE ED ELEMEMENTARE "S.PAOLO" e SCUOLA MEDIA "BERTANI"
16	1	E1678	SALITA DELLE BATTISTINE 12,16	SCUOLA MEDIA "BERTANI-RUFFINI" e SCUOLA ELEMENTARE "G. GRILLO"
17	1	E1682	VIA BERTANI 6	ISTITUTO "DELEDDA"
18	1	E1683	VIA NAPOLI 46	SCUOLA MATERNA STATALE "DON ACCIAI"

19	1	E1685	VIA NAPOLI 60-	SCUOLA ELEMENTARE E MEDIA "MAZZA"
20	1	E1825	SALITA A PIETRAMINUTA 8	ASILO NIDO 'OLEANDRO '
21	1	E1858	VICO DI MEZZAGALERA 5, 3 e VICO SAN DONATO 9, 10	ASILO NIDO 'SAN DONATO'
22	1	E1864	PASSO COSTANZI 12	SCUOLA MATERNA 'MARIA BONDI'
23	1	E1922	PIAZZETTA NINFEO 30	ASILO NIDO PIAZZA SARZANO
24	2	E115	SALITA DI GRANAROLO 24	SCUOLA MEDIA SUCCURSALE "N.BIXIO"
25	2	E1318	VIA PAOLO RETI 23 e VIA D. GAETANO STORACE 2 e VIA PAOLO RETI 23	SCUOLA MATERNA COMUNALE "FIRPO" e SCUOLA MATERNA STATALE "BACIGALUPO" e SCUOLA ELEMENTARE "CANTORE"
26	2	E1319	VIA PAOLO RETI 25A	ASILO NIDO "LA MONGOLFIERA"
27	2	E1322	LARGO PIETRO GOZZANO 1	SCUOLA ELEMENTARE "MAZZINI"
28	2	E1323	LARGO PIETRO GOZZANO 3	SCUOLA MEDIA "BARABINO"
29	2	E1329	VIA DEI LANDI 19	SCUOLA MATERNA STATALE "ANDERSEN" e SCUOLA ELEMENTARE "MONTALE"
30	2	E1330	VIA SPINOLA DI SAN PIETRO 1 e VIA LUIGI DOTTESIO 9	SCUOLA COMUNALE INFANZIA "MAZZINI"
31	2	E1331	VIA CARLO ROLANDO 12	SCUOLA MEDIA "SAMPIERDARENA" e PRIMARIA STATALE CANTORE
32	2	E1334	VIA ANTONIO CANTORE 29B	SCUOLA MEDIA "BARABINO"
33	2	E1336	PIAZZA DEL MONASTERO 6	SCUOLA MEDIA "SAMPIERDARENA"
34	2	E1344	CORSO LUIGI A MARTINETTI 129	SCUOLA COMUNALE INFANZIA "FANTASIA"
35	2	E1345	CORSO LUIGI A MARTINETTI 77G	SCUOLA ELEMENTARE "TAVIANI" e SCUOLA MEDIA DI SAMPIERDARENA
36	2	E1352	VIA S BARTOLOMEO FOSSATO 45	SCUOLA MATERNA STATALE "W.DISNEY" e SCUOLA ELEMENTARE "S.BARTOLOMEO DEL FOSSATO" e SECONDARIA I GRADO STATALE "BARABINO"
37	2	E1360	VIA ANTONIO PELLEGRINI 19-	ASILO NIDO "BRUCO PELLEGRINO"
38	2	E1381	SALITA SAN BARBORINO 9	SCUOLA ELEMENTARE "SALGARI"
39	2	E1406	VIA NICOLO DASTE 8A	SCUOLA MEDIA "BARABINO"

40	2	E1446	VIA PAGANO DORIA 12	CPIA Centro Ponente (Segreteria Istruzione per adulti)
41	2	E1517	VIA BOLOGNA 6A	SCUOLA ELEMENTARE MATERNA STATALE E MEDIA "GARIBALDI"
42	2	E1570	VIA ASILO D.D.GARBARINO 17	SCUOLA COMUNALE INFANZIA "GARBARINO" e SCUOLA PRIMAVERA MISTA "GARBARINO"
43	2	E1574	VIA BOLOGNA 86	SCUOLA ELEMENTARE "A.MAMELI" e SCUOLA MATERNA STATALE "V.BOLOGNA 86"
44	2	E1576	VIA SAN MARINO 219	ASILO NIDO AQUILONE e SCUOLA MATERNA STATALE ED ELEMENTARE "M.GRAPPA" e SCUOLA MEDIA "BIXIO"
45	2	E1577	VIA ASILO D.D.GARBARINO 1	SCUOLA MATERNA STATALE "EMANUELA LOI" e SCUOLA ELEMENTARE "CHIABRERA" e SCUOLA MEDIA "S.TEODORO"
46	2	E1718	VIA BOLOGNA 21	ASILO NIDO "LILLIPUT"
47	2	E175	VIA RINALDO RIGOLA 52	SCUOLA ELEMENTARE "L. CICALA"
48	2	E1824	SALITA DEGLI ANGELI 62	SCUOLA MATERNA COMUNALE 'TOLLOT OCCIDENTALE'
49	3	E116	SALITA NUOVA NS DEL MONTE 4	ASILO NIDO "ALBERO D'ORO"
50	3	E390	CORSO GALILEO GALILEI 5	SCUOLA MEDIA "PARINI" e "MERELLO"
51	3	E391	VIA ARCHIMEDE 46	SCUOLA VESPERTINA "L'OASI"
52	3	E392	PIAZZA MANZONI 2	SCUOLA COMUNALE INFANZIA "S. FRUTTUOSO"
53	3	E397	PIAZZA GIOVANNI MARTINEZ 1, 2	SCUOLA MATERNA COMUNALE "ALICE"-SCUOLA ELEMENTARE "MARCONI"
54	3	E401	PIAZZA GALILEO FERRARIS 4	SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE STATALE "GIOVANNI XXIII" e SCUOLA MEDIA "LOMELLINI-CANTORE"
55	3	E458	VIA DONGHI 10 e 8	SCUOLA ELEMENTARE "BATTISTI" e SCUOLA MATERNA STATALE "PICCOLO PRINCIPE"
56	3	E459	PIAZZA STANISLAO SOLARI 2	SCUOLA ELEMENTARE "SOLARI" e SCUOLA MATERNA STATALE "P.ZZA SOLARI" e ASILO NIDO "LA RONDINE"

57	3	E463	VIA AURELIANO GALEAZZO 26	SCUOLA MATERNA "INF. NUVOLA OLGA" e SCUOLA ELEMENTARE " XII OTTOBRE"
58	3	E486	VIA PASQUALE BERGHINI 1	SCUOLA MEDIA "SAN FRUTTUOSO"
59	3	E493	VIA SAN FRUTTUOSO 74	SCUOLA COMUNALE INFANZIA "RODARI" e PRIMAVERA TEMPO PIENO "RODARI"
60	3	E499	PIAZZA G.DOM.ROMAGNOSI 2	ASILO NIDO "IL GIRASOLE" e SCUOLA MATERNA STATALE "ROMAGNOSI"
61	3	E669	VIALE CENTURIONE BRACELLI 55	SCUOLA MEDIA "LUCA CAMBIASO" e SCUOLA ELEMENTARE"FANCIULLI"
62	3	E670	VIA FRATELLI CERVI 1	SCUOLA ELEMENTARE "GIOSUE' BORSI"
63	3	E672	VIALE CENTURIONE BRACELLI 61	SCUOLA INFANZIA COMUNALE "QUARTIERE CAMOSCIO"
64	3	E675	SALITA COSTA DEI RATTI 6A	SCUOLA ELEMENTARE "BALL" e SCUOLA MATERNA COMUNALE"GLICINE"
65	3	E679	VIA MARIO ROMAGNOLI 20	SCUOLA COMUNALE INFANZIA "AURORA" e PRIMAVERA TEMPO PIENO "AURORA"
66	3	E680	VIA PIERO PINETTI 68	SCUOLA MEDIA I.C. "QUEZZI" ex "GOVI"
67	3	E692	VIA GINESTRATO 11, 13	SCUOLA MATERNA STATALE "GINESTRATO" e SCUOLA ELEMENTARE"FONTANAROS SA"
68	3	E697	VIA DEL CASTORO 1A e VIA GIACOMO MORESCO 3	SCUOLA COMUNALE INFANZIA "LUZZATI" E PRIMAVERA PART-TIME "LUZZATI"
69	4	E1908	VIA STRUPPA 148	SCUOLA MATERNA "INF. DORIA" e SCUOLA ELEMENTARE "DORIA"
70	4	E301	VIA GIULIA DE VINCENZI 28, 32	SCUOLA ELEMENTARE "SAN GOTTARDO" e SCUOLA MATERNA STATALE "INF. VIA DEI VINCENZI"
71	4	E302	VIA GIULIA DE VINCENZI 26	SCUOLA MEDIA "DA PASSANO"
72	4	E303	VIALE A PINO SOTTANO 20	SCUOLA ELEMENTARE "PINO SOPRANO"
73	4	E305	VIA SAN FELICE 19	SCUOLA MATERNA "CA'DI VENTURA"-SCUOLA ELEMENTARE "SANTULLO" e SCUOLA MEDIA MOLASSANA EX D'AZEGLIO SUCCURSALE
74	4	E440	VIA BOBBIO 68	ASILO NIDO "CASETTA

				ORSACCHIOTTI"
75	4	E446	VIA ANTONIO BURLANDO 1	SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE "GIOVINE ITALIA" e SCUOLA MEDIA "RUFFINI"
76	4	E468	VIA LODI 4	SCUOLA MATERNA COMUNALE "GABBIANO" e SCUOLA ELEMENTARE "MAZZINI" e SCUOLA MEDIA "LUCARNO".
77	4	E470	VIA TERPI 50	SCUOLA ELEMENTARE "MONTESIGNANO"
78	4	E471	VIA TERPI 24	SCUOLA MATERNA "VIA TERPI"
79	4	E472	VIA VAL TREBBIA 301	SCUOLA ELEMENTARE "S.EUSEBIO" e SCUOLA MATERNA STATALE "S. EUSEBIO"
80	4	E480	VIA MOGADISCIO 49	ASILO NIDO "CANTAEGUA" e SCUOLA MATERNA "C.MIMOSA" e SCUOLA ELEMENTARE "ANDERSEN" e SCUOLA MEDIA "LUCARNO"
81	4	E554/1	VIA TROSSARELLI 68	SCUOLA COMUNALE VESPERTINA "STAGLIENO"
82	4	E559	VIA STRUPPA 214A	SCUOLA ELEMENTARE "PRATO"
83	4	E568	VIA BENEDETTO DA PORTO 14A	SCUOLA COMUNALE D'INFANZIA "COCCINELLA" e PRIMAVERA PART TIME "COCCINELLA"
84	4	E660	VIA LEONARDO MONTALDO 8	SCUOLA ELEMENTARE "DA PASSANO" e SCUOLA INFANZIA STATALE "ISOLA CHE NON C'E"
85	4	E722	PIAZZALE PAUL VALERY 9	SCUOLA ELEMENTARE "ANNA FRANK" e SCUOLA MATERNA STATALE "MARY POPPINS"
86	4	E724	CORSO ALES DE STEFANIS 56	SCUOLA MEDIA "CANTORE"
87	4	E758	VIA ANTONIO BURLANDO 48	SCUOLA ELEMENTARE MATERNA "BURLANDO" e SCUOLA MEDIA "BERTANI-RUFFINI"
88	4	E96	VIA INFER. RIO MAGGIORE 1B	SCUOLA ELEMENTARE "S.GIACOMO"
89	5	E1133/1	VIA BOLZANETO 11	SCUOLA MATERNA "GASLINI"
90	5	E1136	VIA BOLZANETO 11	SCUOLA MEDIA "GASLINI"
91	5	E1137	PIAZZA RICCARDO RISSOTTO 2	SCUOLA ELEMENTARE "D.ALIGHIERI" e SCUOLA MATERNA "BONFIENI"

92	5	E1143	VIA GAZ 3	SCUOLA MEDIA "CAFFARO"
93	5	E1144	VIA PIETRO BORSIERI 11	ASILO NIDO "ACQUARELLO"
94	5	E1146	PASSO TORBELLA 12B	SCUOLA MATERNA COMUNALE "RIVAROLO" e SCUOLA MEDIA "RIVAROLO ex CAFFARO SUCCURSALE"
95	5	E1148	VIA LODOVICO ARIOSTO 1	SCUOLA MATERNA STATALE ED ELEMENTARE "L. ARIOSTO"
96	5	E1163	PIAZZA CHIESA DI MURTA 5A	SCUOLA ELEMENTARE "DOGE DA MURTA"
97	5	E1165	VIA COSTANTINO RETA 3G	Sede Municipio - Vigili
98	5	E1168	P.ZA DURAZZO PALLAVICINI 6	SCUOLA ELEMENTARE "DE AMICIS" e SCUOLA MEDIA "RIVAROLO ex FOSCOLO sede" e SCUOLA MATERNA "FASCIOTTI"
99	5	E1180	VIA DEI MOLINUSSI 7	SCUOLA MATERNA STATALE "A.CAPITINI" e SCUOLA ELEMENTARE "VILLA SANGUINETI"
100	5	E1183	VIA FRATELLI DI CORONATA 11	SCUOLA MATERNA COMUNALE "ARCOBALENO" e SCUOLA ELEMENTARE STATALE "2 GIUGNO"- SCUOLA MEDIA "BORZOLI ex SUCCURSALE CAFFARO" e SCUOLA INFANZIA STATALE "VIA FRATELLI CORONATA"
101	5	E1184	VIA FRATELLI DI CORONATA 7	ASILO NIDO "GIROTONDO"
102	5	E1197	VIA MONTE PERTICA 11	ASILO NIDO "LO SCOIATTOLO"
103	5	E1198	VIA TEGLIA 2B	SCUOLA ELEMENTARE e MEDIA "TEGLIA ex SUCCURSALE FOSCOLO" e SCUOLA MATERNA STATALE "8 MARZO"
104	5	E1236	VIA ISOCORTE 10A	ASILO NIDO "ALICE"
105	5	E1252	PIAZZETTA PIETRO CATTANEO 1	SCUOLA COMUNALE DELL' INFANZIA "GARRONE" e PRIMAVERA MISTA "GARRONE"
106	5	E1263	VIA CARLO LINNEO 232	SCUOLA ELEMENTARE "MORANTE" e SCUOLA MEDIA "GIUSEPPINA TOSCA BERCILLI"
107	5	E1267	VIA CONI ZUGNA 2B	SCUOLA MEDIA "DON ORENGO"
108	5	E1272	PIAZZA VITTIME DI BOLOGNA 10	SCUOLA MATERNA COMUNALE "PRIMAVERA" e ASILO NIDO "CENTOFIORI"

109	5	E1291	VIA ISOCORTE 1B	SCUOLA ELEMENTARE."N. GALLINO" e SCUOLA MATERNA STATALE "FANTASIA"
110	6	E1038	VIA CORNIGLIANO 9	SCUOLA MEDIA "VOLTA-GRAMSCI"
111	6	E1044	VIA NINO CERVETTO 42	SCUOLA ELEMENTARE "FERRERO" e MATERNA "PIAGET"
112	6	E1053	VIA GEROLAMO BORDONE 12	SCUOLA ELEMENTARE "S BARBARO" e MATERNA COMUNALE "DUFOUR"
113	6	E1054	VIA FEDERICO GATTORNO 6	ASILO NIDO "CASTELLO RAGGIO" e MATERNA COMUNALE "ROSSA"
114	6	E1064	VIA ANTONIO NEGRO 4	SCUOLA MATERNA COMUNALE "VILLA SCIALLERO"
115	6	E1066	GIARDINI GIANNI RODARI 18	SCUOLA ELEMENTARE "RODARI"
116	6	E1096	SALITA INFERIORE CATALDI 5	SCUOLA MEDIA "CENTURIONE"
117	6	E1103	VIA SIGISMONDO MUSCOLA 23	SCUOLA ELEMENTARE "XXV APRILE" e SCUOLA MATERNA STATALE "XXV APRILE" e SCUOLA MEDIA "BORZOLI ex. SUCCURSALE VOLTA GRAMSCI"
118	6	E1150	VIA MARIO BOEDDU 8	SCUOLA MEDIA "A. GRAMSCI" - ELEMENTARE" TOMMASEO"
119	6	E761	VIA SAN GIOVANNI BATTISTA 36A, 38 4, 38 6	SCUOLA MATERNA STATALE " GIRASOLE "
120	6	E827	VIA S MARIA DELLA COSTA 37	SCUOLA MATERNA STATALE "XVI GIUGNO 44"
121	6	E828	VIA EMANUELE FERRO 2	SCUOLA MATERNA PRIVATA "UMBERTO E MARGHERITA"
122	6	E829	VIALE ERMELINDA RIGON 16	SCUOLA ELEMENTARE "CARDUCCI"
123	6	E840	VIA URSONE DA SESTRI 5	SCUOLA ELEMENTARE SUCCURSALE "FOGLIETTA"
124	6	E855	VIA SANT ALBERTO 18	SCUOLA MATERNA STATALE "PEZZANI" e SCUOLA ELEMENTARE "PEZZANI"
125	6	E865	VIA VADO 39	SCUOLA MEDIA "DANTE ALIGHIERI"
126	6	E866	VIA VADO 39A	SCUOLA MATERNA STATALE "VILLA PARODI"
127	6	E874	VIA ANTONIO SANT' ELIA 108	SCUOLA MATERNA STATALE "VIA SANT'ELIA"
128	6	E875	VIA ANDREA DEL SARTO 20	SCUOLA ELEMENTARE "S.GIOVANNI BATTISTA"

129	6	E876	VIA SAN TOMASO D AQUINO 7	ASILO NIDO "VELIERO"
130	6	E877	PIAZZA VITT CONSIGLIERE 7	ASILO NIDO 'GABBIANO"
131	6	E998	VIA CORONATA 48	SCUOLA ELEMENTARE E MATERNA "DON BOSCO"
132	7	E767	VIA GASPARE BUFFA 2	SCUOLA COMUNALE PER L'INFANZIA "VILLA LETIZIA"
133	7	E769	SALITA EGEO 16	SCUOLA MEDIA "A.ANSALDO"
134	7	E772	VIA PISSAPAOLA 48	SCUOLA MATERNA STATALE "CREVARI" e SCUOLA ELEMENTARE."CANEPA"
135	7	E773	VIA GASPARE BUFFA 36	SCUOLA ELEMENTARE "D'ALBERTIS"
136	7	E806	VIA DELLE FABBRICHE 189A	SCUOLA MATERNA STATALE ed ELEMENTARE "FABBRICHE"
137	7	E831	VIA PIERO CALAMANDREI 57B e 57	SCUOLA.ELEMENTARE "VOLTRI 2", SCUOLA MEDIA "VOLTRI 2"
138	7	E832	VIA CALAMANDREI 57	SCUOLA MATERNA STATALE "VIA CALAMANDREI" e ASILO NIDO "NUVOLA" e ASILO NIDO "SMERALDO"
139	7	E834	VIA MARTIRI DEL TURCHINO 127	ASILO NIDO "SMERALDO" (Attualmente vuoto)
140	7	E841	VIA CESARE AIRAGHI 9	SCUOLA ELEMENTARE "THOUAR"
141	7	E843	VIA PODESTA', 2	SCUOLA MEDIA "QUASIMODO" (attualmente non operativa)
142	7	E845	VIA SAPELLO 3	VILLA RATTO:SCUOLA MEDIA "ASSAROTTI"
143	7	E846	VIA MARTIRI DEL TURCHINO 40	SCUOLA ELEMENTARE "PAGANINI"
144	7	E848	VIA BRANEGA 10C	SCUOLA MEDIA "ASSAROTTI"
145	7	E856	VIA BRANEGA 10D	SCUOLA MATERNA STATALE "BRANEGA" e SCUOLA ELEMENTARE "MONTANELLA"
146	7	E871	VIA MARTIRI DEL TURCHINO 99	SCUOLA ELEMENTARE "ALDO MORO" e SCUOLA MATERNA STATALE "NUOVA CANTINA" e SCUOLA MEDIA "ALDO MORO ex QUASIMODO"
147	7	E892	SALITA LORENZO CAPPELLONI 1	SCUOLA COMUNALE INFANZIA"E.VALLE" e SCUOLA ELEMENTARE"THOUAR VILLINI" e PRIMAVERA TEMPO PIENO "E.VALLE"

148	7	E900	VIA CRAVASCO 7	SCUOLA COMUNALE DELL'INFANZIA "LANTERNA"
149	7	E950	VIA GRANARA 10	SCUOLA MATERNA STATALE "LE PRATOLINE"
150	7	E951	VIA PEGLI 39	SCUOLA ELEMENTARE "VILLA BANFI"
151	7	E953	VIA PEGLI VICINO AL 39	SCUOLA MATERNA STATALE "VILLA BANFI"
152	7	E957	VIALE GIORGIO MODUGNO 18	SCUOLA ELEMENTARE "ADA NEGRI" "EX VILLA ROSA"
153	7	E958	VIALE GIORGIO MODUGNO 18A	SCUOLA ELEMENTARE."ADA NEGRI" e SCUOLA MATERNA STATALE"V.LE MODUGNO18"
154	7	E964	VIA IGNAZIO PALLAVICINI 3A e 7	SCUOLA MEDIA 'RIZZO-ALESSI' e SCUOLA ELEMENTARE "G.PASCOLI"
155	7	E967	P.ZZA CRISTOFORO BONAVINO 4A	SCUOLA MEDIA"ALESSI-RIZZO"
156	7	E968	VIA PIETRO ROSTAN 7	SCUOLA ELEMENTARE "VITTORIO ALFIERI"
157	7	E971	VIA CIALLI 9	SCUOLA MATERNA STATALE "NEMO"
158	7	E975	VIA GIOVANNI OPISSO 37	SCUOLA ELEMENTARE "PASCOLI" e SC.MAT.STATALE "V.OPISSO"
159	8	E127	VIA FELICE CAVALLOTTI 10	SCUOLA MATERNA STATALE "CAVALLOTTI"- SCUOLA ELEMENTARE "GOVI"
160	8	E1363	VIA SAN GIORGIO 1	SEDE DI ASSOCIAZIONI VARIE
161	8	E1372	SALITA DI CARBONARA 65	SCUOLA MEDIA "DON MILANI" E SCUOLA MATERNA COMUNALE "SAN LUIGI"
162	8	E1375	SALITA DI CARBONARA 65B	SCUOLA MEDIA "C.COLOMBO"
163	8	E1380/2	VICO VEGETTI 2 - 2	CPIA (Centro istruzione per gli adulti)
164	8	E1389	VIA DELLA CONCEZIONE 2	SCUOLA ELEMENTARE "DANEO"
165	8	E1416	VIA LOMELLINI 40R	SCUOLA COMUNALE INFANZIA " MADDALENA"
166	8	E1436	VIA DEL MOLO 65A	PALAZZO VERDE
167	8	E1561	CALATA DE MARI 1	SCUOLA MATERNA STATALE " IL DELFINO"
168	8	E168	V MEDAGLIE D'ORO DI LUNGA 2	SCUOLA ELEMENTARE "N.SAURO" E ASILO NIDO "FATA MORGANA"
169	8	E169	VIA CESARE BATTISTI 6	SCUOLA ELEMENTARE "DIAZ" e SCUOLA COMUNALE INFANZIA "S.PIETRO" e SCUOLA MEDIA "DORIA-PASCOLI"

170	8	E194	VIA MONTE ZOVETTO 5, 7	SCUOLA MEDIA "A.G. BARRILI"
171	8	E195	VIA MONTE ZOVETTO 7A	SCUOLA ELEMENTARE "BRIGNOLE SALE" e SCUOLA COMUNALE INFANZIA "ALBARO"
172	8	E201	VIA ALBERTO LIRI 9	SCUOLA ELEMENTARE "SANTINO RICHERI" e SCUOLA COMUNALE INFANZIA "BOCCADASSE"
173	8	E281	PIAZZA PALERMO 11	SCUOLA ELEMENTARE "BARRILI"
174	8	E287	VIA ARMANDO DIAZ 8	LICEO CLASSICO."A.DORIA" e SCUOLA MEDIA "DORIA-PASCOLI"
175	8	E342	SALITA SUPERIORE NOCE 78	SCUOLA ELEMENTARE "PERASSO"e SCUOLA MATERNA.STATALE "SCRIBANTI (SUCCURSALE)"
176	8	E356	VIA GIACOMO BOERO 75	SCUOLA MATERNA STATALE "INF.RADICE" e SCUOLA.ELEMENTARE "RADICE"
177	8	E357	VIALE BERNABO BREA 67	ASILO NIDO "VILLA SAVORETTI"
178	8	E383	VIALE BERNABO BREA 40	SCUOLA COMUNALE DELL'INFANZIA "VILLA BERNABO'BREA"
179	8	E661	VIA ANGELO SCRIBANTI 2	SCUOLA MATERNA "SCRIBANTI" e ASILO NIDO "FILASTROCCA"
180	8	E664	PIAZZA MARCELLO REMONDINI 2	SCUOLA MEDIA "BOCCANEGRA - ENRICO"
181	9	E102	VIA BARTOLOMEO CHIGHIZOLA 15	SCUOLA COMUNALE INFANZIA "CHIGHIZOLA"
182	9	E104	VIA VITTORINO ERA 1	SCUOLA MEDIA "STROZZI"
183	9	E105	VIA VITTORINO ERA 1B	SCUOLA ELEMENTARE"VERNAZZA" e MATERNA STATALE "CAVALLOTTI"
184	9	E13	VIA ANTICA ROMANA QUINTO 130	SCUOLA COMUNALE INFANZIA."GNECCO MASSA"
185	9	E211	PIAZZA ROTONDA 2	SCUOLA MEDIA "BOCCANEGRA-ENRICO"
186	9	E22	VIA ALDO CASOTTI 11A	SCUOLA.MEDIA."DURAZZO"
187	9	E250	VIA APPARIZIONE 16	SCUOLA ELEMENTARE "JESSE MARIO" e SCUOLA COMUNALE INFANZIA "COLOMBO" e PRIMAVERA TEMPO PIENO "COLOMBO"
188	9	E251	VIA ANGELO OLIVIERI 71	SCUOLA MATERNA STATALE "V.OLIVIERI,71"e SCUOLA ELEMENTARE "NOVARO"

189	9	E270	VIA CASALE 11B	SCUOLA ELEMENTARE "GIOIOSA"
190	9	E271	VIA CASALE 11B	SCUOLA MATERNA STATALE "BAVARI"
191	9	E273	VIA AMEDEO CASABONA 3 e 5	SCUOLA MATERNA INFANZIA COMUNALE "S.DESIDERIO" e SCUOLA ELEMENTARE "SAN DESIDERIO"
192	9	E3	VIA MARIO MASTRANGELO 2	SCUOLA ELEMENTARE "A. GIANELLI"
193	9	E4	PIAZZA DUCA DEGLI ABRUZZI 5A, 6A e 6	SCUOLA ELEMENTARE "E. FERMI"
194	9	E41	VIA ANGELO GIANELLI 49	SCUOLA ELEMENTARE "DA VERRAZZANO"
195	9	E48	VIA C AUGUSTO VECCHI 11	SCUOLA ELEMENTARE "PALLI" e SCUOLA "MEDIA QUARTO (EX STROZZI - SUCC.)"
196	9	E54	VIA DONATO SOMMA 73	SCUOLA ELEMENTARE "MANFREDI" e SCUOLA MATERNA STATALE "VIA SOMMA"
197	9	E58	VIA DEL COMMERCIO 82A	SCUOLA MATERNA STATALE "VIA DEL COMMERCIO"
198	9	E63	VIA ANTICA ROMANA QUINTO 63	SCUOLA MEDIA "DURAZZO"
199	9	E64/1	VIA CAPOLUNGO	VILLA GRIMALDI (Museo)
200	9	E72	VIA PRIARUGGIA 12A	SCUOLA MATERNA STATALE "D'ERAMO" e SCUOLA ELEMENTARE "D'ERAMO"
201	9	E77	VIA NICOLA FABRIZI 51	SCUOLA MATERNA STATALE "V.FABRIZI" e SCUOLA ELEMENTARE "FABRIZI"
202	9	E84	VIA PRIARUGGIA 50	ASILO NIDO E SCUOLA COMUNALE D'INFANZIA "VILLA STALDER"
203	9	E87	VIA C AUGUSTO VECCHI 3	SCUOLA COMUNALE DELL'INFANZIA "T. QUAGLIA"
204	9	E91	VIA BOTTINI 43	SCUOLA MATERNA STATALE "V. BOTTINI" e SCUOLA ELEMENTARE "GIUSTINIANI"

Allegato B – Punteggio ottenuto

Edificio	Lotto	Indirizzo	DENOMINAZIONE	Punteggio
E672	3	VIALE CENTURIONE BRACELLI 61	SCUOLA INFANZIA COMUNALE "QUARTIERE CAMOSCIO"	14,5
E806	7	VIA DELLE FABBRICHE 189A	SCUOLA MATERNA STATALE ED ELEMENTARE "FABBRICHE"	14,25
E1103	6	VIA SIGISMONDO MUSCOLA 23	SCUOLA ELEMENTARE "XXV APRILE" E SCUOLA MATERNA STATALE "XXV APRILE" E SCUOLA MEDIA "BORZOLI EX. SUCCURSALE VOLTA GRAMSCI"	13,75
E470	4	VIA TERPI 50	SCUOLA ELEMENTARE "MONTESIGNANO"	13,75
E1291	5	VIA ISOCORTE 1B	SCUOLA ELEMENTARE."N. GALLINO" E SCUOLA MATERNA STATALE "FANTASIA"	13,5
E270	9	VIA CASALE 11B	SCUOLA ELEMENTARE "GIOIOSA"	13,5
E958	7	VIALE GIORGIO MODUGNO 18A	SCUOLA ELEMENTARE."ADA NEGRI" E SCUOLA MATERNA STATALE"V.LE MODUGNO18"	13,5
E96	4	VIA INFER. RIO MAGGIORE 1B	SCUOLA ELEMENTARE "S.GIACOMO"	13,5
E968	7	VIA PIETRO ROSTAN 7	SCUOLA ELEMENTARE "VITTORIO ALFIERI"	13,5
E1197	5	VIA MONTE PERTICA 11	ASILO NIDO "LO SCOIATTOLO"	13,25
E1272	5	PIAZZA VITTIME DI BOLOGNA 10	SCUOLA MATERNA COMUNALE "PRIMAVERA" E ASILO NIDO "CENTOFIORI"	13,25
E1600	1	VIA BERTANI 5	ACCADEMIA LIGUSTICA	13,25
E773	7	VIA GASPARE BUFFA 36	SCUOLA ELEMENTARE "D'ALBERTIS"	13,25
E856	7	VIA BRANEGA 10D	SCUOLA MATERNA STATALE "BRANEGA" E SCUOLA ELEMENTARE "MONTANELLA"	13,25
E900	7	VIA CRAVASCO 7	SCUOLA COMUNALE DELL'INFANZIA "LANTERNA"	13,25
E964	7	VIA IGNAZIO PALLAVICINI 3A E 7	SCUOLA MEDIA 'RIZZO-ALESSI' E SCUOLA ELEMENTARE "G.PASCOLI"	13,25
E967	7	P.ZZA CRISTOFORO BONAVINO 4A	SCUOLA MEDIA"ALESSI-RIZZO"	13,25
E1163	5	PIAZZA CHIESA DI MURTA 5A	SCUOLA ELEMENTARE "DOGE DA MURTA"	13
E1184	5	VIA FRATELLI DI CORONATA 7	ASILO NIDO "GIROTONDO"	13
E1198	5	VIA TEGLIA 2B	SCUOLA ELEMENTARE E MEDIA "TEGLIA EX SUCCURSALE FOSCOLO" E SCUOLA MATERNA STATALE "8 MARZO"	13
E1517	2	VIA BOLOGNA 6A	SCUOLA ELEMENTARE MATERNA STATALE E MEDIA "GARIBALDI"	13
E175	2	VIA RINALDO	SCUOLA ELEMENTARE "L. CICALA"	13

		RIGOLA 52		
E305	4	VIA SAN FELICE 19	SCUOLA MATERNA "CA'DI VENTURA"- SCUOLA ELEMENTARE "SANTULLO" E SCUOLA MEDIA MOLASSANA EX D'AZEGLIO SUCCURSALE	13
E472	4	VIA VAL TREBBIA 301	SCUOLA ELEMENTARE "S.EUSEBIO" E SCUOLA MATERNA STATALE "S. EUSEBIO"	13
E772	7	VIA PISSAPAOLA 48	SCUOLA MATERNA STATALE "CREVARI" E SCUOLA ELEMENTARE."CANEPA"	13
E846	7	VIA MARTIRI DEL TURCHINO 40	SCUOLA ELEMENTARE "PAGANINI"	13
E848	7	VIA BRANEGA 10C	SCUOLA MEDIA "ASSAROTTI"	13
E104	9	VIA VITTORINO ERA 1	SCUOLA MEDIA "STROZZI"	12,75
E13	9	VIA ANTICA ROMANA QUINTO 130	SCUOLA COMUNALE INFANZIA."GNECCO MASSA"	12,75
E1236	5	VIA ISOCORTE 10A	ASILO NIDO "ALICE"	12,5
E1381	2	SALITA SAN BARBORINO 9	SCUOLA ELEMENTARE "SALGARI"	12,5
E975	7	VIA GIOVANNI OPISSO 37	SCUOLA ELEMENTARE "PASCOLI" E SC.MAT.STATALE "V.OPISSO"	12,5
E1144	5	VIA PIETRO BORSIERI 11	ASILO NIDO " ACQUARELLO "	12,25
E1344	2	CORSO LUIGI A MARTINETTI 129	SCUOLA COMUNALE INFANZIA "FANTASIA"	12,25
E1345	2	CORSO LUIGI A MARTINETTI 77G	SCUOLA ELEMENTARE "TAVIANI" E SCUOLA MEDIA DI SAMPIERDARENA	12,25
E168	8	V MEDAGLIE D'ORO DI LUNGA 2	SCUOLA ELEMENTARE "N.SAURO" E ASILO NIDO "FATA MORGANA"	12,25
E281	8	PIAZZA PALERMO 11	SCUOLA ELEMENTARE "BARRILI"	12,25
E77	9	VIA NICOLA FABRIZI 51	SCUOLA MATERNA STATALE "V.FABRIZI" E SCUOLA ELEMENTARE"FABRIZI"	12,25
E871	7	VIA MARTIRI DEL TURCHINO 99	SCUOLA ELEMENTARE "ALDO MORO" E SCUOLA MATERNA STATALE "NUOVA CANTINA" E SCUOLA MEDIA "ALDO MORO EX QUASIMODO"	12,25
E874	6	VIA ANTONIO SANT' ELIA 108	SCUOLA MATERNA STATALE "VIA SANT'ELIA"	12,25
E892	7	SALITA LORENZO CAPPELLONI 1	SCUOLA COMUNALE INFANZIA"E.VALLE" E SCUOLA ELEMENTARE"THOUAR VILLINI" E PRIMAVERA TEMPO PIENO "E.VALLE"	12,25
E105	9	VIA VITTORINO ERA 1B	SCUOLA ELEMENTARE"VERNAZZA" E MATERNA STATALE "CAVALLOTTI"	12
E1406	2	VIA NICOLO DASTE 8A	SCUOLA MEDIA "BARABINO"	12
E1718	2	VIA BOLOGNA 21	ASILO NIDO "LILLIPUT"	12

E211	9	PIAZZA ROTONDA 2	SCUOLA MEDIA "BOCCANEGRA-ENRICO"	12
E670	3	VIA FRATELLI CERVI 1	SCUOLA ELEMENTARE "GIOSUE' BORSI"	12
E722	4	PIAZZALE PAUL VALERY 9	SCUOLA.ELEMENTARE "ANNA FRANK"E SCUOLA MATERNA STATALE "MARY POPPINS"	12
E769	7	SALITA EGEO 16	SCUOLA MEDIA "A.ANSALDO"	12
E831	7	VIA PIERO CALAMANDREI 57B E 57	SCUOLA.ELEMENTARE "VOLTRI 2", SCUOLA MEDIA "VOLTRI 2"	12
E877	6	PIAZZA VITT CONSIGLIERE 7	ASILO NIDO 'GABBIANO"	12
E957	7	VIALE GIORGIO MODUGNO 18	SCUOLA ELEMENTARE "ADA NEGRI" "EX VILLA ROSA"	12