

PEAR

Allegati

ALLEGATO 1

BILANCIO ENERGETICO REGIONALE E SCENARI EVOLUTIVI - APPROFONDIMENTI

ALLEGATO 2

CARATTERIZZAZIONE ENERGETICA DEL PATRIMONIO EDILIZIO LOMBARDO: STATO DI FATTO E IPOTESI DI RIQUALIFICAZIONE

ALLEGATO 3

ADATTAMENTO DEL SISTEMA ENERGETICO E DELLE INFRASTRUTTURE ENERGETICHE DELLA LOMBARDIA AGLI IMPATTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

ALLEGATO 4

IL DISACCOPPIAMENTO TRA CRESCITA ECONOMICA E CONSUMI ENERGETICI

ALLEGATO 5

IL CONTRIBUTO DELLE TECNOLOGIE NO-DIG ALL'EFFICIENZA ENERGETICA

ALLEGATO 6

TAVOLE SINOTTICHE DEGLI IMPIANTI NON IDONEI E DEGLI IMPIANTI ISTRUIBILI

REGIONE LOMBARDIA

Direzione Generale Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile

con il supporto di INFRASTRUTTURE LOMBARDE - DIVISIONE ENERGIA

PEAR

Allegato 1

BILANCIO ENERGETICO REGIONALE E SCENARI EVOLUTIVI

APPROFONDIMENTI

REGIONE LOMBARDIA

Direzione Generale Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile

con il supporto di Infrastrutture Lombarde - Divisione Energia

Indice

1.	Analisi dei consumi energetici nel settore civile.....	2
1.1	Correlazione tra consumi energetici e temperatura ambientale.....	2
1.2	Correlazione tra consumi e dati relativi a popolazione e abitazioni	5
2.	Interventi di sviluppo della rete elettrica.....	9
2.1	Interventi di sviluppo della rete di trasmissione nazionale	9
2.2	Interventi sulla rete di distribuzione dell'energia elettrica.....	12
2.3	Interventi sulla rete in media tensione	13
3.	Lo scenario tendenziale dei consumi energetici in Lombardia al 2020: analisi per settore	14
3.1	Settore residenziale	14
3.2	Settore terziario	16
3.3	Settore industriale	18
3.4	Settore trasporti.....	21
3.5	Settore agricoltura	22

1. Analisi dei consumi energetici nel settore civile

Nel presente documento sono analizzati nel dettaglio i consumi energetici del settore civile e la loro correlazione con i parametri di temperatura ambientale e volumetria edificata: il rapporto costituisce un approfondimento specifico rispetto all'analisi riportata nel paragrafo 3.2. del PEAR.

1.1 Correlazione tra consumi energetici e temperatura ambientale

I dati di consumo energetico richiedono una lettura che tenga in debito conto l'influenza delle condizioni climatiche stagionali sul fabbisogno termico nel settore civile. Una prima indicazione emerge dall'analisi della temperatura media delle stagioni termiche.

In Figura 1 sono riportate le medie delle temperature registrate in alcune stazioni di rilevamento lombarde nei mesi più freddi (da novembre a marzo): già solo il confronto di questi dati con quelli rappresentati in Figura 2 rende evidente, per il settore residenziale ed il settore terziario, la forte dipendenza dei consumi non elettrici dalla variabilità climatica. Un riscontro numerico evidente si ha dai consumi del settore residenziale nel 2005 e nel 2010 (annualità caratterizzate dai mesi invernali più rigidi), che ammontano rispettivamente a quasi 7.000 ktep, contro una media dell'intero periodo 2000 - 2010 di circa 6.500 ktep.

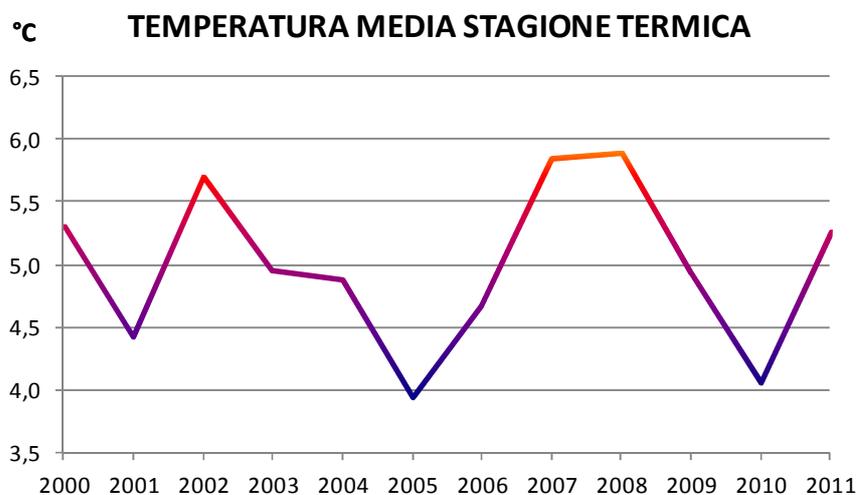


Figura 1 - Media delle temperature novembre-marzo rilevate in 8 stazioni meteorologiche rappresentative del territorio lombardo. (Elaborazioni Divisione Energia Infrastrutture Lombarde su dati ARPA Lombardia).

Una seconda indicazione emerge dall'analisi della temperatura media delle stagioni estive. In Figura 3 sono riportate le medie delle temperature registrate in alcune stazioni di rilevamento lombarde nei mesi più caldi (da giugno ad agosto): confrontando questo andamento con la variazione della domanda annuale di energia elettrica nei settori residenziale e terziario (con l'esclusione di trasporti, comunicazioni e illuminazione pubblica) è possibile notare una

correlazione tra le due serie. Una prima valutazione dei dati può fare supporre che anche gli assorbimenti elettrici, per alcuni settori d'uso (in particolare la climatizzazione estiva), siano soggetti ad una dipendenza dalla variabilità climatica.

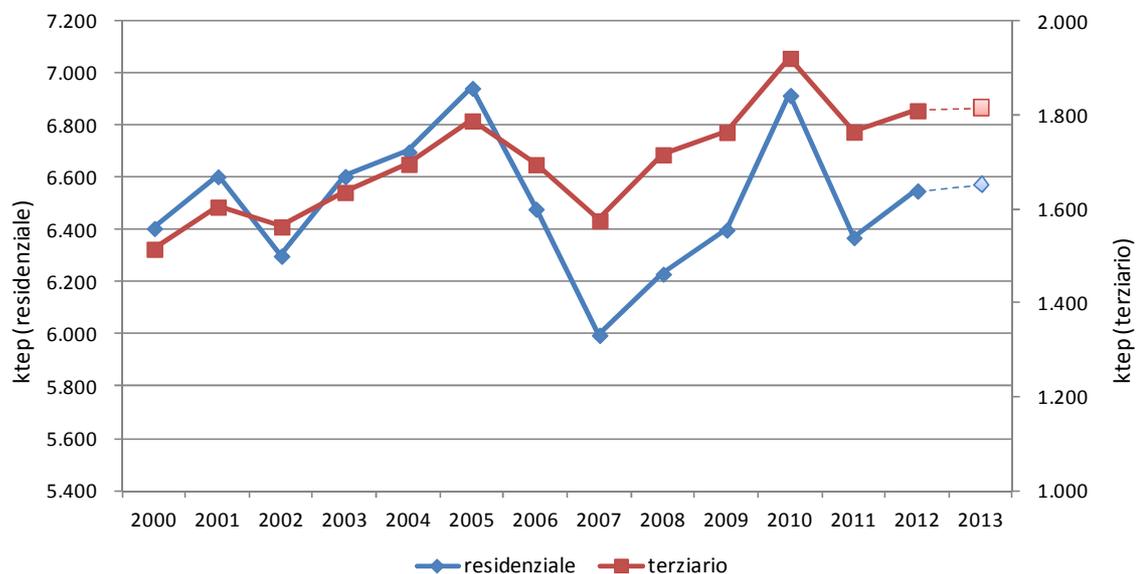


Figura 2 - Domanda di energia nei settori residenziale e terziario in Lombardia nel periodo 2000 - 2013, esclusa energia elettrica (Regione Lombardia, DG Ambiente Energia e Sviluppo Sostenibile - Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, SIRENA20).

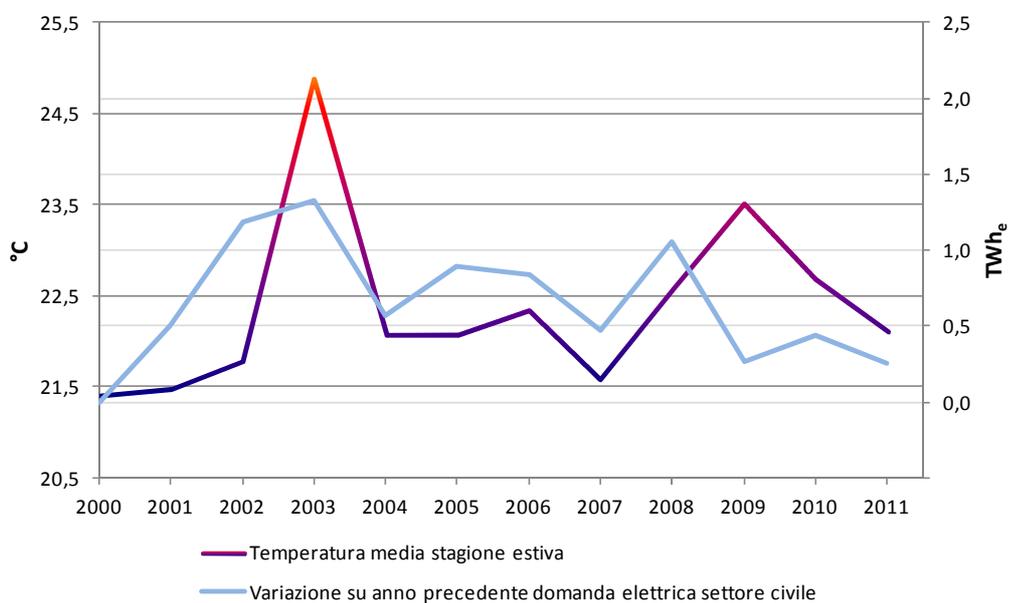


Figura 3 - Variazione rispetto all'anno precedente della domanda di energia elettrica nel settore civile in Lombardia nel periodo 2000 – 2011 e media delle temperature giugno-agosto rilevate in 8 stazioni meteorologiche rappresentative del territorio lombardo. (Elaborazioni Divisione Energia Infrastrutture Lombarde su dati ARPA Lombardia e TERNA).

La disponibilità di dati, riportati in Figura 4, sui consumi elettrici nell'area lombarda a livello mensile (seppure non declinati per settore d'uso) consente in ogni caso di valutare come la domanda regionale di energia elettrica risulti più elevata, in media del 7,5%, nel periodo invernale che in quello estivo. Informazioni dettagliate in merito ai consumi elettrici per settore su base mensile, attualmente non disponibili, potrebbero consentire un'analisi più precisa delle correlazioni individuate negli andamenti indagati.

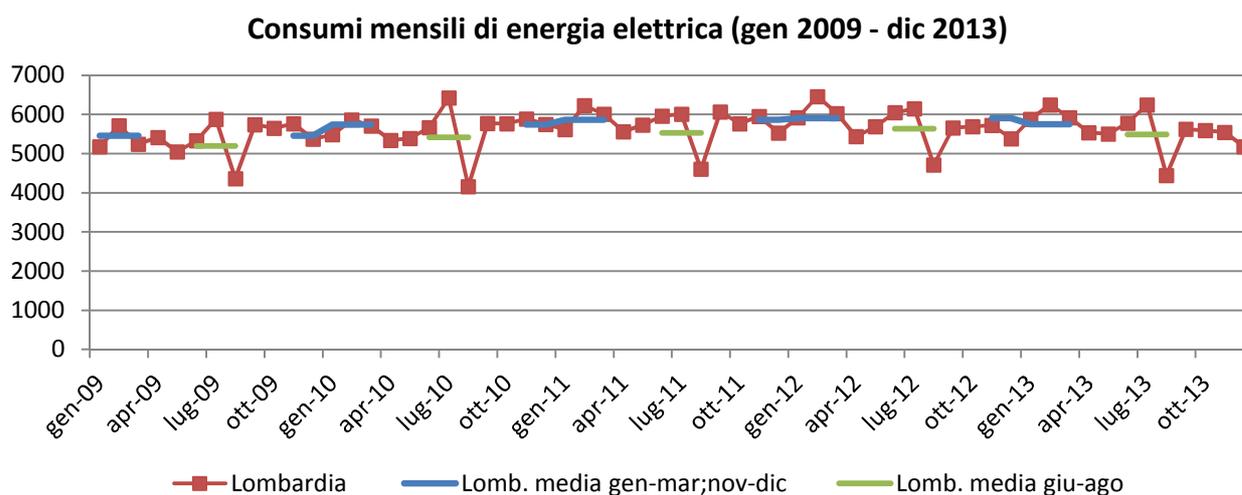


Figura 4 - Consumi mensili di energia elettrica in Lombardia nel periodo 2009 – 2013 e media invernale ed estiva. (Elaborazioni Divisione Energia Infrastrutture Lombarde su dati TERNA).

Un'interessante informazione relativa all'andamento giornaliero della richiesta di potenza elettrica in Italia è riportata nei Rapporti mensili sul sistema elettrico di Terna¹. In Figura 5 si nota chiaramente che il picco di potenza si registra nel mese di luglio: in particolare il 26 luglio 2013 alle ore 12 è stato pari a 53.942 MW. Tale valore è inferiore dello 0,3% al valore di punta registratosi il 10 luglio 2012 alle ore 12 (54.113 MW), a sua volta inferiore del 4,2% alla punta di luglio 2011². La potenza di punta, che fino al 2005 si registrava sempre nei mesi invernali, dal 2006 si registra con una certa alternanza tra estate (2006, 2008, 2010, 2011, 2012, 2013) e inverno (2007 e 2009), confermando la tendenza in atto a livello nazionale di superamento della punta estiva rispetto a quella invernale.

¹ Terna "Rapporto mensile sul sistema elettrico - consuntivo dicembre 2013". I dati estrapolati dai rapporti mensili di Terna hanno natura provvisoria e sono suscettibili di ulteriore e puntuale verifica nei mesi seguenti sulla base di informazioni aggiuntive. Questa operazione di affinamento del valore mensile si traduce, per il dato di fabbisogno progressivo, in un grado di precisione superiore rispetto alla somma dei dati elaborati nei singoli Rapporti Mensili pubblicati sul sito: www.terna.it

² Terna "Previsioni della domanda elettrica e del fabbisogno di potenza necessario" settembre 2012 e Terna "Rapporto mensile sul sistema elettrico – Luglio 2013".

Il picco invernale 2013 si è registrato il 27 novembre alle ore 18 (52.053 MW): -1,4% rispetto alla punta invernale del 2012, registratasi il 13 dicembre.

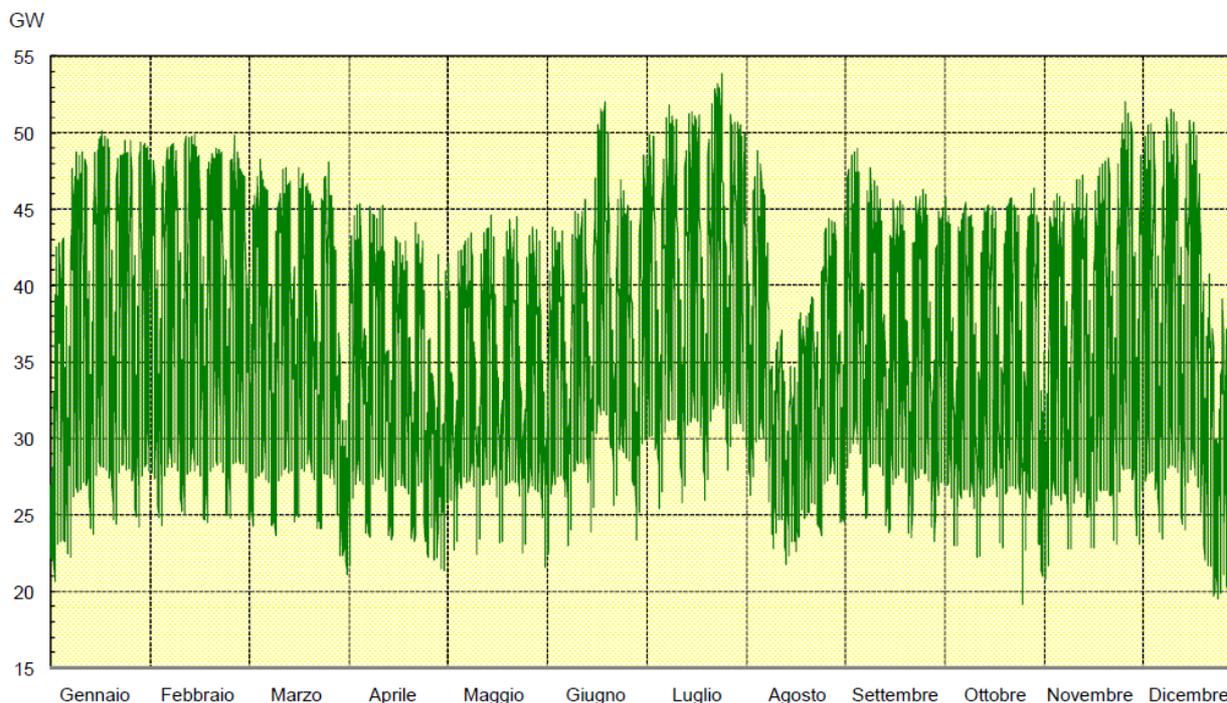


Figura 5 - Curva cronologica delle potenze orarie nel 2013 in Italia. (dati al netto dell'assorbimento per servizi ausiliari e per pompaggi). (Rapporto mensile sul sistema elettrico, consuntivo dicembre 2013 - TERNA).

1.2 Correlazione tra consumi e dati relativi a popolazione e abitazioni

Un altro indicatore interessante nella lettura della domanda di energia del settore civile, più in particolare riferito al comparto degli edifici a destinazione residenziale, è rappresentato dall'incremento demografico. Nel decennio sono stati circa 900.000 i nuovi residenti in Lombardia, pari ad un incremento del 10% sul totale.

Accanto a indicatori relativi alla situazione meteo - climatica e demografica, risulta utile anche confrontare gli indicatori riguardanti il patrimonio abitativo. L'ultimo Censimento ISTAT della popolazione (2011) ha rilevato circa 4.100.000 abitazioni occupate da residenti e poco meno di 525.000 abitazioni occupate da non residenti o non occupate, comprese in poco più di 1.430.000 edifici residenziali. Nel Censimento ISTAT di inizio decennio (2001) le abitazioni occupate da residenti erano poco più di 3.630.000 e circa 510.000 erano quelle occupate da non residenti o non occupate. L'incremento decennale di abitazioni, considerando anche le seconde case e le unità non abitate, ammonta quindi all'11,5%.

La Figura 6 ripropone la curva di incremento demografico, mentre la successiva Figura 7 illustra il numero e il relativo volume delle nuove edificazioni in edifici residenziali: il grafico evidenzia la crisi del settore delle costruzioni residenziali iniziato nel 2008.

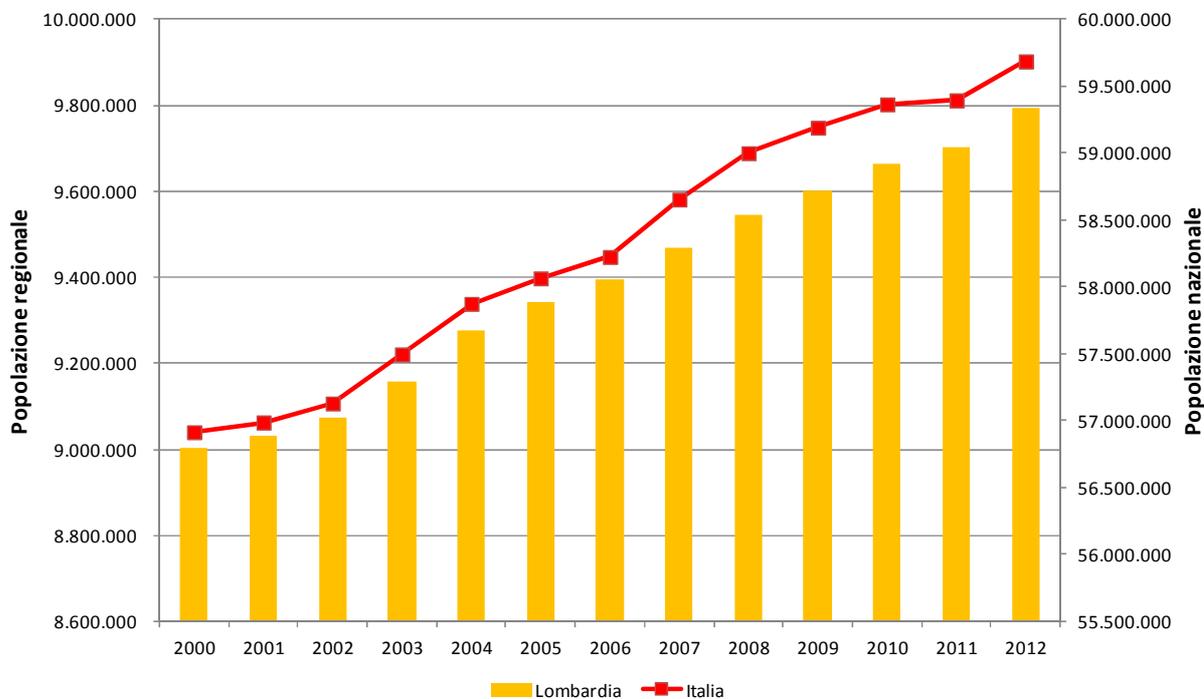


Figura 6 - Incremento demografico in Lombardia nel periodo 2000 – 2012.
(Elaborazioni Divisione Energia Infrastrutture Lombarde su dati ISTAT).

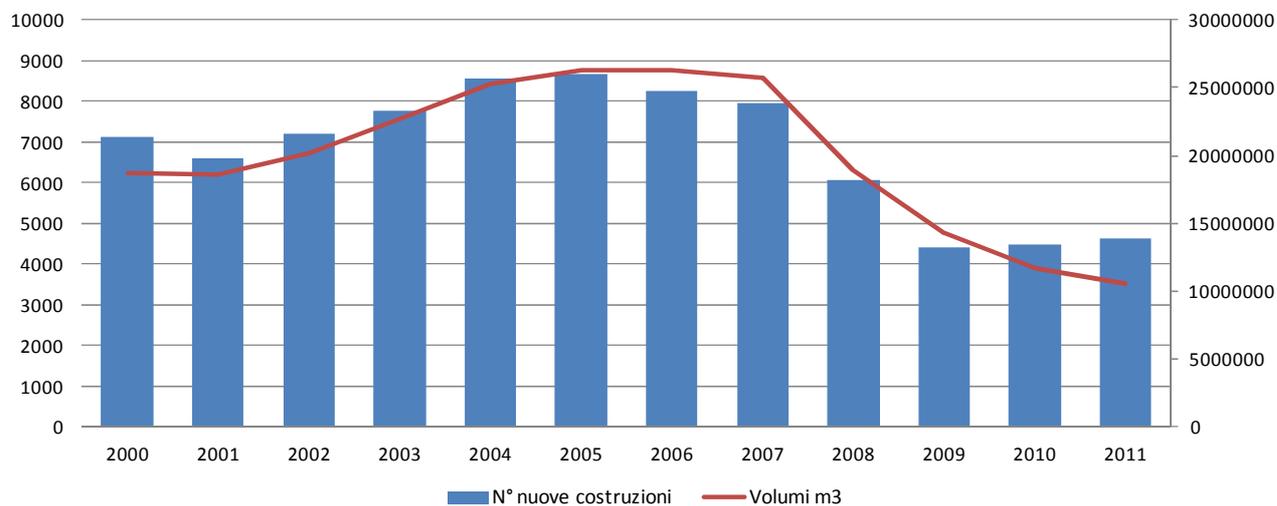


Figura 7 - Nuove costruzioni in edifici residenziali in Lombardia nel periodo 2000 – 2011
(Elaborazioni Divisione Energia Infrastrutture Lombarde su dati ISTAT).

Parallelamente alla crescita delle superfici delle abitazioni totali, si è anche assistito ad un processo di sostituzione del combustibile utilizzato per la climatizzazione invernale a favore del gas naturale. Si valuta un aumento delle superfici riscaldate a gas naturale di circa il 25% nel decennio. L'analisi dei consumi specifici per unità di superficie (m^2) di abitazione residenziale (Figura 8) consente di attribuire l'oscillazione della curva alle condizioni climatiche relativamente più miti degli inverni del periodo 2006 - 2009 (ad ulteriore conferma dell'influenza delle condizioni meteorologiche sui consumi di energia). In Figura 9 sono stati posti a confronto l'incremento delle superfici delle abitazioni e l'andamento dei consumi specifici di vettori energetici non elettrici nel residenziale.

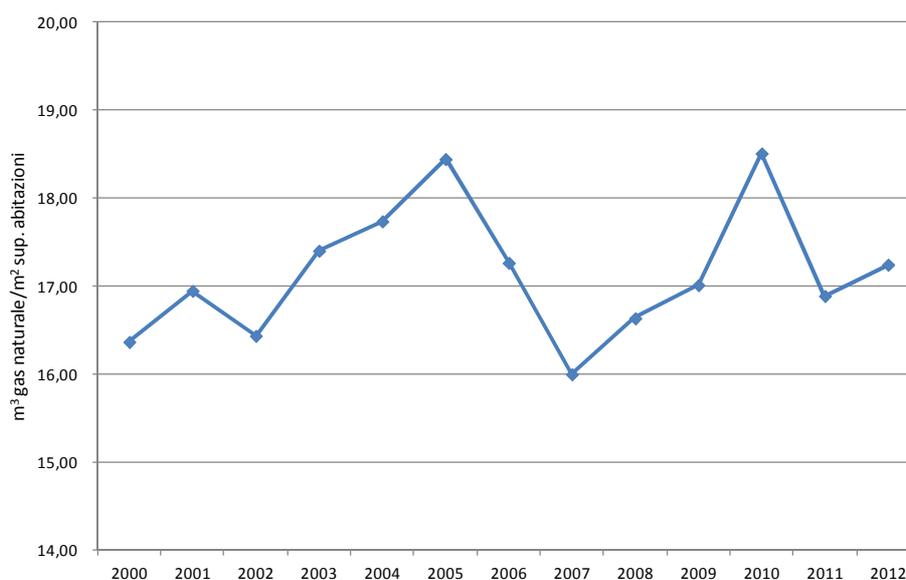


Figura 8 - Consumi specifici di gas naturale per m^2 di superficie residenziale abitata.

(Regione Lombardia, DG Ambiente Energia e Sviluppo Sostenibile - Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, SIRENA20 - Elaborazioni dati ISTAT).

Dalla lettura congiunta delle informazioni si può trarre una prima importante considerazione: tanto i dati di crescita della popolazione quanto quelli relativi all'incremento delle superfici abitabili non sono così strettamente correlati con l'andamento altalenante dei consumi energetici nel settore residenziale, che è legato invece alle stagioni termiche. In particolare si constata che l'incremento delle superfici non è correlato con i consumi energetici (Figura 9), anzi si registra una diminuzione dell'8% del consumo non elettrico per unità di superficie delle abitazioni tra il 2000 e il 2012. A questo proposito emerge come duplice possibilità che la riduzione dei consumi siano effettivamente il risultato di una diffusa operazione di efficientamento oppure siano cresciute le unità abitative lasciate sfitte.

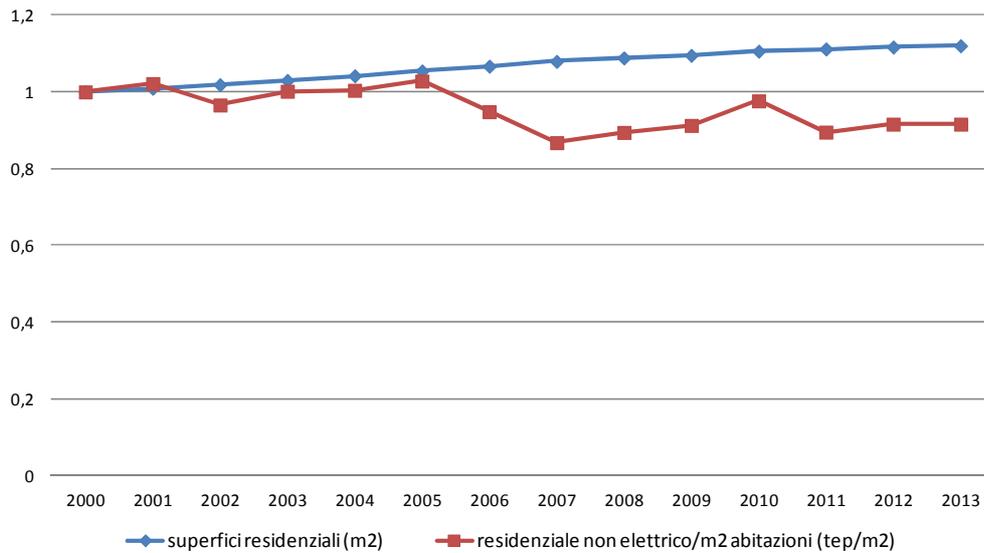


Figura 9 - Confronto tra domanda non elettrica nel residenziale per m² di superficie residenziale abitata e l'incremento di superficie abitativa (base 100 al 2000). (Regione Lombardia, DG Ambiente Energia e Sviluppo Sostenibile – Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, SIRENA20. Elaborazione Dati ISTAT).

2. Interventi di sviluppo della rete elettrica

2.1 Interventi di sviluppo della rete di trasmissione nazionale

Nella seguente Tabella sono riportati gli interventi di sviluppo della rete di trasmissione nazionale previsti in Lombardia da Terna.

CRITICITÀ	ESIGENZA	INTERVENTO DI SVILUPPO SULLA RTN
Esigenza di migliorare il dispacciamento della produzione elettrica della Lombardia, incrementando l'efficienza della rete	Riclassamento a 400 kV dell'attuale elettrodotto a 220 kV "Cassano - Ric. Ovest BS"	Elettrodotto 400 kV tra Milano e Brescia
Rischio affidabilità dovuto alla presenza di derivazione rigida in corrispondenza della SE Premadio	Rimozione della derivazione rigida	Elettrodotto 220 kV "Glorenza – Tirano – der. Premadio"
Scarsi margini di affidabilità della rete che alimenta la città di Bergamo	Rimozione di una derivazione rigida e realizzazione nuovo elettrodotto	Elettrodotto 132 kV "Bergamo – Bas"
Scarsi margini di affidabilità dell'elettrodotto 132 kV Biassono – Desio	Potenziamento elettrodotto	Elettrodotto 132 kV "Biassono - Desio"
Adempimento prescrizioni relative all'elettrodotto "Chignolo Po - Maleo"	Adempimento prescrizioni relative all'elettrodotto "Chignolo Po - Maleo"	Razionalizzazione 220/132 kV in Provincia di Lodi
Rischio per qualità ed affidabilità della rete a 132 kV presso la città di Brescia	Nuova stazione di trasformazione 400/132 kV e raccordi 400 kV e 132 kV alla rete esistente	Razionalizzazione 400 – 132 kV di Brescia
Limitata portata delle linee e saturazione delle trasformazioni	Potenziamento rete metropolitana ed incremento della capacità di trasformazione	Razionalizzazione 220 kV Città di Milano
Scarsi margini di affidabilità degli elettrodotti 132 kV presenti in Valle Sabbia	Nuova stazione elettrica 220/132 kV e riassetto rete 132 kV afferente	Razionalizzazione 220/132 kV in Valle Sabbia
Scarsi margini di affidabilità degli elettrodotti 132 kV afferenti l'impianto di Dossi	Realizzazione nuovo elettrodotto tra Pian Camuno e Dossi	Razionalizzazione rete AT Val Camonica/Val Seriana (BG)
Scarsi margini di affidabilità degli elettrodotti 132 kV Brugherio - Monza Est, Monza Est - CP Arcore e Arcore - Biassono	Potenziamento elettrodotti	Riassetto rete 132 kV Monza/Brianza

CRITICITÀ	ESIGENZA	INTERVENTO DI SVILUPPO SULLA RTN
Scarsi margini di affidabilità e difficile controllo dei profili di tensione della rete presente nell'area di Cremona	Potenziamento elettrodotti ed inserimento batteria di condensatori	Razionalizzazione 132 kV Cremona
Scarsi margini di affidabilità degli elettrodotti 132 kV Cislago - Novedrate, Cislago - Meda e Novedrate - Cucciago	Potenziamento elettrodotti	Riassetto rete AT area Como
Scarsi margini di affidabilità dell'elettrodotto 132 kV "Bonacina – Olginate"	Potenziamento elettrodotto	Riassetto rete AT area Lecco
Scarsi margini di affidabilità della direttrice 132 kV tra gli impianti di "La Casella", "Copiano" e "Castelnuovo"	Rimozione limitazioni elettrodotti	Riassetto rete 132 kV tra La Casella e Castelnuovo
Scarsi margini di affidabilità degli elettrodotti 132 kV Cedrate – Casorate	Rimozione limitazioni elettrodotto	Elettrodotto 132 kV Cedrate - Casorate
Scarsi margini di affidabilità degli elettrodotti 132 kV Cesano B. – Corsico	Rimozione limitazioni elettrodotto	Elettrodotto 132 kV Cesano B. – Corsico
Scarsa flessibilità della rete 132 kV afferente la SE Cagno	Riassetto della rete 132 kV	Stazione 400 kV Cagno
Scarsa flessibilità della rete 132 kV afferente la SE Cislago	Riassetto della rete 132 kV	Stazione 400 kV Cislago
Scarsi margini di affidabilità della rete 132 kV compresa tra le stazioni di Turbigio e Baggio	Nuova sezione 400 kV presso l'impianto di Magenta	Stazione 400 kV Magenta
Scarsi margini di affidabilità degli elettrodotti 132 kV afferenti la stazione elettrica di Mese	Nuova sezione 400 kV	Stazione 400 kV Mese
Rischio per sicurezza del servizio a causa di elevate correnti di corto circuito presso la SE Mincio	Adeguamento completo dell'impianto alle correnti di corto circuito	Stazione 220 kV di Mincio
Rischio per qualità ed affidabilità della rete a nord ovest del Comune di Milano, che sarà interessata da "Expo 2015"	Nuova stazione di trasformazione 220/132 kV e raccordi 220 kV e 132 kV alla rete esistente	Stazione 220 kV Musocco

CRITICITÀ	ESIGENZA	INTERVENTO DI SVILUPPO SULLA RTN
Scarsi margini di sicurezza e affidabilità della rete compresa tra Peschiera e Bolgiano	Rimozione limitazioni e derivazione rigida sull'elettrodotto 132 kV "Peschiera - Vaiano Valle - Bolgiano"	Linea 132 kV Peschiera-Vaiano Valle-Bolgiano
Scarsi margini di sicurezza e flessibilità della rete compresa tra Civate e Tassara per la presenza di derivazioni rigide	Realizzazione nuova stazione elettrica e raccordi alla rete esistente	Nuova stazione 132 kV Civate
Rischio per sicurezza del servizio a causa di elevate correnti di corto circuito presso la SE Baggio	Adeguamento completo dell'impianto alle correnti di corto circuito	Stazione 400 kV Baggio
Rischio per sicurezza e qualità del servizio a causa di elevate correnti di corto circuito e difficile controllo dei profili di tensione presso la SE Bovisio	Adeguamento completo dell'impianto alle correnti di corto circuito ed inserimento reattanze	Stazione 400 kV Bovisio
Rischio per sicurezza del servizio a causa di elevate correnti di corto circuito presso la SE Brugherio	Adeguamento completo dell'impianto alle correnti di corto circuito	Stazione 400 kV Brugherio
Rischio per sicurezza del servizio a causa di elevate correnti di corto circuito presso la SE Ospiate	Adeguamento completo dell'impianto alle correnti di corto circuito	Stazione 400 kV Ospiate
Rischio per sicurezza del servizio a causa di elevate correnti di corto circuito presso la SE Ostiglia	Adeguamento completo dell'impianto alle correnti di corto circuito	Stazione 400 kV Ostiglia
Saturazione delle trasformazioni e scarsa flessibilità di esercizio della stazione elettrica di Pian Camuno	Incremento della capacità di trasformazione ed aumento flessibilità	Stazione 400 kV Pian Camuno
Rischio per sicurezza del servizio a causa di elevate correnti di corto circuito presso la SE Tavazzano	Adeguamento completo dell'impianto alle correnti di corto circuito	Stazione 400 kV Tavazzano
Rischio per sicurezza e qualità del servizio a causa di elevate correnti di corto circuito e difficile controllo dei profili di tensione presso la SE Turbigo	Adeguamento completo dell'impianto alle correnti di corto circuito ed inserimento reattanze	Stazione 400 kV Turbigo
Rischio per sicurezza del servizio a causa di elevate correnti di corto circuito presso la SE S. Rocco	Adeguamento dell'impianto alle correnti di corto circuito	Stazione 400 kV S.Rocco

CRITICITÀ	ESIGENZA	INTERVENTO DI SVILUPPO SULLA RTN
Rischio per qualità e sicurezza di esercizio della rete afferente la stazione elettrica di Grosotto	Inserimento nuova trasformazione 220/132 kV in SE Grosotto	Stazione 220 kV Grosotto
Rischio per sicurezza del servizio a causa di elevate correnti di corto circuito presso la SE Flero	Adeguamento dell'impianto alle correnti di corto circuito	Stazione 400 kV Flero
Scarsi margini di affidabilità degli elettrodotti 132 kV Verderio – Chignolo d'Isola, Verderio - Cisano, Cisano – Locate, Locate – Dalmine CP e Ciserano Dalmine	Rimozione limitazioni elettrodotti	Rete 132 kV Verderio- Ciserano
Scarsi margini di sicurezza e affidabilità della rete compresa tra Stazzona e Verderio	Rimozione limitazioni elettrodotto	Elettrodotto 132 kV tra le stazioni di Stazzona e Verderio

2.2 Interventi sulla rete di distribuzione dell'energia elettrica

Nuova Cabina Primaria di Madone (BG) e relativi raccordi MT

La nuova Cabina Primaria è prevista in comune di Madone (BG), in posizione baricentrica rispetto alle C.P. di Chignolo e di Marne. L'area, con molti insediamenti artigianali ed industriali, interessa 12 Comuni ed un bacino di circa 36 mila clienti. L'intervento permetterà di sanare le criticità sulla rete MT locale e di razionalizzare l'assetto della rete stessa.

Nuova Cabina Primaria di Vulcano (MI) e relativi raccordi MT

La nuova Cabina Primaria è prevista in comune di Sesto San Giovanni (MI), attualmente alimentato dalle CP di Sesto San Giovanni e Cinisello. L'intervento permetterà, oltre a sanare le attuali criticità di rete, di soddisfare l'esigenza di carico legata alla connessione della futura "Città della Salute", che sorgerà nell'area ex-Falk.

Nuova Cabina Primaria di Dossi (BG) e relativi raccordi MT

La nuova Cabina Primaria è prevista in comune di Valbondione (BG) in alta valle Seriana, l'area è attualmente alimentata dalle C.P. di Ludrigno e Valbona con presenza di molti impianti di produzione da fonte idroelettrica. Il nuovo impianto permetterà, oltre a razionalizzare la connessione delle centrali, di superare le criticità legate alla rialimentazione della clientela presente nell'alta valle Seriana.

Nuova Cabina Primaria di Canzo (CO) e relativi raccordi MT

La nuova Cabina Primaria è prevista in comune di Canzo (CO), nel baricentro del cosiddetto “triangolo Lariano” attualmente servito dalla Cabina Primaria di Erba. Il nuovo impianto, che interesserà 11 comuni ed un bacino di circa 20 mila clienti, permetterà di sanare le criticità sulla rete MT locale e di razionalizzare l’assetto della rete stessa.

2.3 Interventi sulla rete in media tensione**Raccordi rete MT alla nuova CP di Verdellino**

Realizzazione di circa 20 km di linee MT per la connessione della nuova CP di Verdellino alla rete MT alimentante i comuni a nord-ovest dell’area industriale di Zingonia.

Raccordi rete MT alla nuova CP di Calvagese

Realizzazione di circa 28 km di linee MT (di cui 17 Km già in esercizio) per la connessione della nuova CP di Calvagese alla rete MT alimentante i comuni a sud-ovest del lago di Garda.

Raccordi rete MT alla nuova CP di Torbole C.

Realizzazione di circa 25 km di linee MT per la connessione della nuova CP di Torbole C. alla rete MT alimentate i comuni presenti sull’asse autostradale A4 ad ovest della città di Brescia.

Nuove linee MT da CP Pozzolengo

Realizzazione di nuove linee MT (con sviluppo pari a circa 19 km) in uscita dalla CP di Pozzolengo, con alleggerimento della rete MT alimentata dalla CP di Desenzano, al fine di risolvere le criticità di carico riscontrate nel recente passato nei comuni del basso lago di Garda, in particolare della penisola di Sirmione, caratterizzati da una rete MT non completamente rialimentabile.

Nuove linee MT da CP Primaluna

Realizzazione di nuove linee MT (con sviluppo pari a circa 12 km) in uscita dalla CP di Primaluna, necessarie per adeguare la rete MT, presente sul territorio del comune di Cortenova, al significativo aumento di potenza richiesto da un importante cliente MT.

Nuova linea MT da CP Moio de C. (BG)

Realizzazione di una nuova linea MT (con sviluppo pari a circa 13 km) in uscita dalla CP di Moio de C. per il potenziamento della rete MT presente sul territorio del comune di Carona, caratterizzato dalla presenza di centrali di produzione idroelettrica di significativa rilevanza e di altre in corso di autorizzazione/costruzione.

3. Lo scenario tendenziale dei consumi energetici in Lombardia al 2020: analisi per settore

3.1 Settore residenziale

Lo scenario residenziale per i consumi non elettrici è stato costruito sulla base dell'evoluzione delle superfici delle abitazioni moltiplicate per il consumo specifico su m² valutato per il periodo 2011 - 2020 (e indicazioni fino al 2040).

Per le superfici delle abitazioni, seguendo le indicazioni preliminari contenute nel Rapporto CRESME del 2012, nel 2011 le nuove edificazioni rimangono pari a quelle del 2010 (nel 2010 si è registrato circa +60% rispetto al 2009), decrescono nel 2012 (- 10% rispetto all'anno precedente) e nel 2013 (- 1,1%), per riprendere nel 2014 (+1%) e 2015 (+1,2%), finendo poi per crescere in modo meno consistente fino al 2020 (+0,7% all'anno sull'anno precedente). Su questa evoluzione interviene anche il fenomeno, già oggi significativo e in costante crescita, delle ristrutturazioni, che assorbono ormai buona parte del mercato delle costruzioni. Al 2020 complessivamente si stimano 417 milioni di m² nel settore residenziale, con una crescita sul 2010 pari al +9% (Fig. 1). Nella previsione al 2030 e al 2040 invece si ipotizza che le nuove edificazioni vadano in parte a sostituire dismissioni di edifici precedenti, con una crescita delle superfici netta progressivamente inferiore del 5% sull'anno precedente (complessivamente +6.5% nel 2030 sul 2020 e + 4.8% nel 2040 sul 2030).

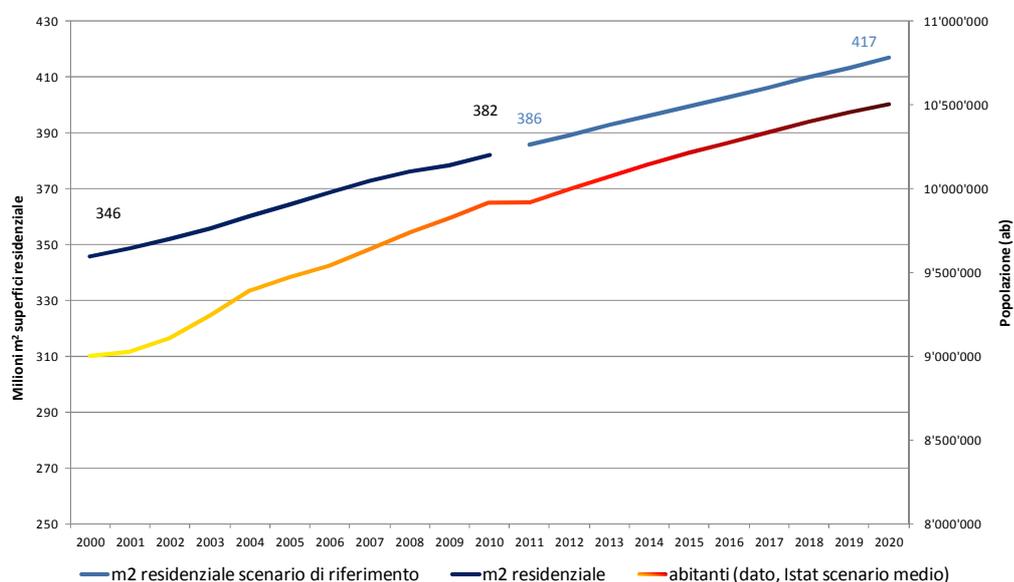


Figura 1 - Superfici (milioni m²) delle abitazioni (superfici occupate) in Lombardia: evoluzione storica 2000-2010 e scenario di riferimento per il decennio 2011-2020. (Regione Lombardia, DG Ambiente Energia e Sviluppo Sostenibile, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde su dati Cresme)

Il consumo finale di energia specifico su m^2 evidenzia un andamento che naturalmente risente notevolmente delle diverse condizioni climatiche delle singole stagioni termiche. La destagionalizzazione di questo consumo specifico è oggi praticabile soltanto per il periodo 2008-2010, una serie storica troppo esigua per consentire di effettuare valutazioni affidabili in merito alla sua evoluzione tendenziale. Seppur condizionata dal dato climatico, la serie storica 2000-2010 manifesta comunque una tendenza alla riduzione del consumo specifico su m^2 , tendenza che nei prossimi anni dovrebbe accentuarsi anche grazie alle politiche già in atto. Il valore stimato al 2020, nella supposizione conservativa di un periodo climatico stabile, è inferiore del 6% rispetto al valore medio che caratterizza il periodo 2000-2010 (-7% rispetto al 2010, anno che però è stato caratterizzato da elevati consumi termici e, quindi, ritenuto non rappresentativo).

	2000	2005	2009	2010	2015	2020
<i>Residenziale non elettrico per unità di superficie (tep/1000 m²)</i>	18,78	19,10	16,91	18,13	16,96	16,83
<i>Superficie residenziale (1000 m²)</i>	345.647	364.461	378.421	382.180	399.469	416.933

Tabella 1 - Consumo energetico non elettrico specifico per unità di superficie abitativa (tep/1000 m²) e superfici residenziali occupate stabilmente, in Lombardia 2000-10 e evoluzione nello scenario di riferimento 2011-2020 (Regione Lombardia, DG Ambiente Energia e Sviluppo Sostenibile; Divisione Energia Infrastrutture Lombarde).

Combinando i fattori sopra indicati, che mostrano evoluzioni di segno contrario con in crescita le superfici e in decrescita il consumo specifico, i consumi finali non elettrici del settore residenziale risultano pressoché costanti fino al 2020 (+1% al 2020 rispetto al 2010) e in lieve crescita nel 2030 e nel 2040 (circa +6 % e +10% rispettivamente nel 2030 e nel 2040, in confronto al 2010).

I consumi elettrici – per tutti i settori – sono stati analizzati separatamente e in riferimento allo scenario proposto da TERNA nel *Piano di Sviluppo della rete elettrica di trasmissione nazionale 2013* (gennaio 2013).

TERNA propone due differenti scenari:

- ➔ uno “scenario di sviluppo” (superiore), che risponde alle finalità connesse alla pianificazione della infrastruttura di trasmissione elettrica e che si pone come obiettivo l’adeguatezza del sistema in termini di copertura del fabbisogno a livello nazionale e locale, anche nelle condizioni di massima crescita dei consumi. In tale scenario si ipotizza per il periodo 2011-2022 una crescita dell’intensità elettrica complessiva per l’intero Paese, pari ad un tasso medio di circa +0,3% per anno, valore che si colloca leggermente al di sotto dell’andamento storico;

- uno “scenario base” (inferiore) ad intensità elettrica contenuta, che è maggiormente rispondente all’esigenza di garantire l’integrazione della generazione distribuita da fonti rinnovabili, ovvero a gestire sul sistema di trasmissione in condizioni di sicurezza le situazioni con surplus di generazione rispetto al carico elettrico locale e nazionale. In tale scenario si ipotizza un tasso di decremento dell’intensità elettrica pari a -0,5% all’anno.

Lo “scenario base” TERNA 2013 va considerato come il riferimento principale per la valutazione del dimensionamento dei sistemi di accumulo diffuso e per le esigenze del sistema elettrico connesse con la diffusione della generazione da fonti rinnovabili; lo “scenario di sviluppo”, invece, è il riferimento per l’analisi dell’evoluzione della domanda elettrica in Italia, per ambiti geografici e per settori d’uso finale.

Lo “scenario di sviluppo” TERNA 2013 si basa sull’ipotesi di una crescita media annua del PIL pari allo 0,8% per il periodo 2012-2022 valore non diverso da quello previsto nel precedente piano, ma con una diversa ripartizione della crescita nei due quinquenni della previsione (+0,5% nel periodo 2011-2017 e +1,2% nel periodo 2017-2022).

Le valutazioni di Unioncamere Lombardia per l’economia lombarda (“Scenario di previsione dell’economia lombarda”, reso disponibile nel luglio 2012) restituiscono un andamento più “movimentato”, con il PIL regionale in contrazione nel 2012 (-2,1%), e una previsione di ripresa a partire dal 2013. Unioncamere Lombardia ha previsto altresì per il valore aggiunto dell’industria una crisi più forte nel 2012 (-5,2%), ma una ripresa più significativa negli anni successivi.

Lo scenario energetico adottato in questa sede come scenario di riferimento è stato costruito a partire dallo “scenario di sviluppo” TERNA 2013, adattando l’andamento per il periodo 2012-2015 secondo le dinamiche economiche per settore illustrate da Unioncamere Lombardia (“Scenario di previsione dell’economia lombarda”, già citato). La crescita dei consumi di energia elettrica nel settore per il periodo tra 2000 e 2010 è stata sostenuta (+18,7% complessivo). Si ipotizza che il trend di crescita si mantenga costante fino al 2020, sia pure con un ritmo leggermente inferiore (+14% nel 2020 rispetto al 2010).

3.2 Settore terziario

Anche il settore terziario è stato analizzato seguendo la separazione tra consumi termici e consumi elettrici. Questi ultimi al 2010 coprono il 42% dei consumi complessivi del settore, in crescita rispetto al 37% del 2000 (con un picco pari al 44,8% nel 2008).

Risulta evidente (Fig. 2) la crescita complessiva del settore nel periodo 2000 – 2010, trainata principalmente dai consumi elettrici. Tale tendenza sembra non arrestarsi neppure negli anni maggiormente segnati dalla crisi economica (2009 e 2012).

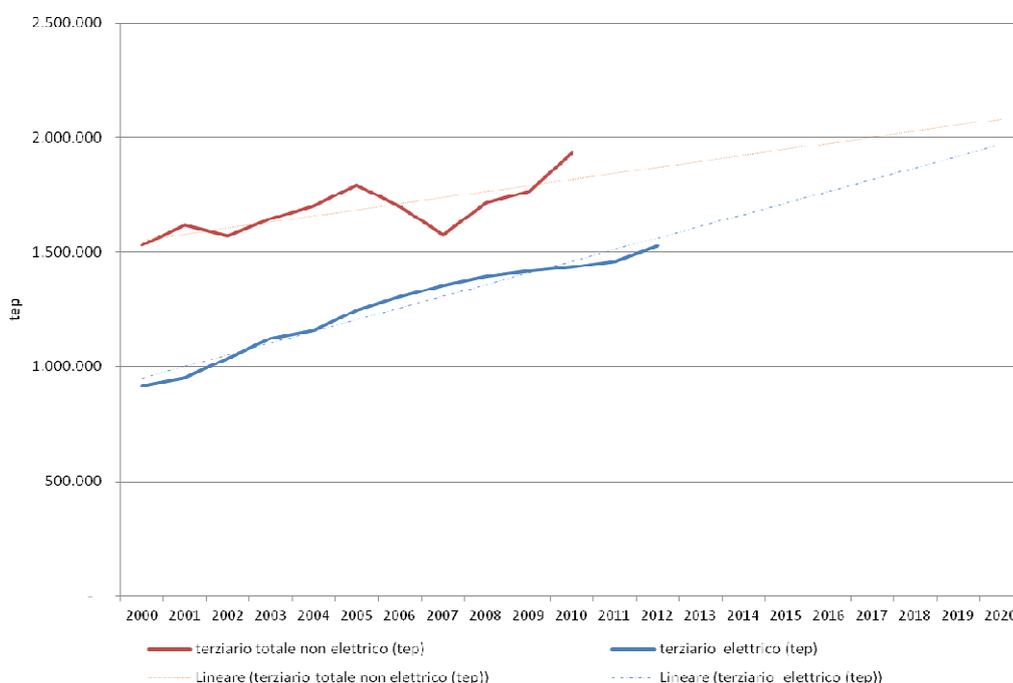


Figura 2- Consumi energetici finali (energia elettrica e altri vettori) nel settore terziario Lombardia 2000-10 (tep) (Regione Lombardia, DG Ambiente Energia e Sviluppo Sostenibile; Divisione Energia Infrastrutture Lombarde).

Agganciando lo scenario energetico alle previsioni per il valore aggiunto del settore prodotte da Unioncamere Lombardia e allo scenario di settore elaborato da TERNA, emerge una crescita dei consumi complessivi del 19% al 2020 rispetto al 2010 (+35% consumi elettrici; +7% consumi non elettrici). Lo scenario di riferimento del settore civile è illustrato in Figura 3, mentre nella Tabella 2 viene riportata la stima dei consumi energetici al 2020.

	Settore residenziale (ktep)	Settore terziario (ktep)	Totale Settore civile (ktep)
Energia elettrica	1.176	1.938	3.114
Vettori non elettrici	7.017	2.075	9.091
Totale	8.192	4.013	12.205

Tabella 2 - Consumi energetici (suddivisi in elettrici e non elettrici) nello scenario di riferimento 2020 del settore civile, scorporato per settori residenziale e terziario. (Regione Lombardia, DG Ambiente Energia e Sviluppo Sostenibile; Divisione Energia Infrastrutture Lombarde).

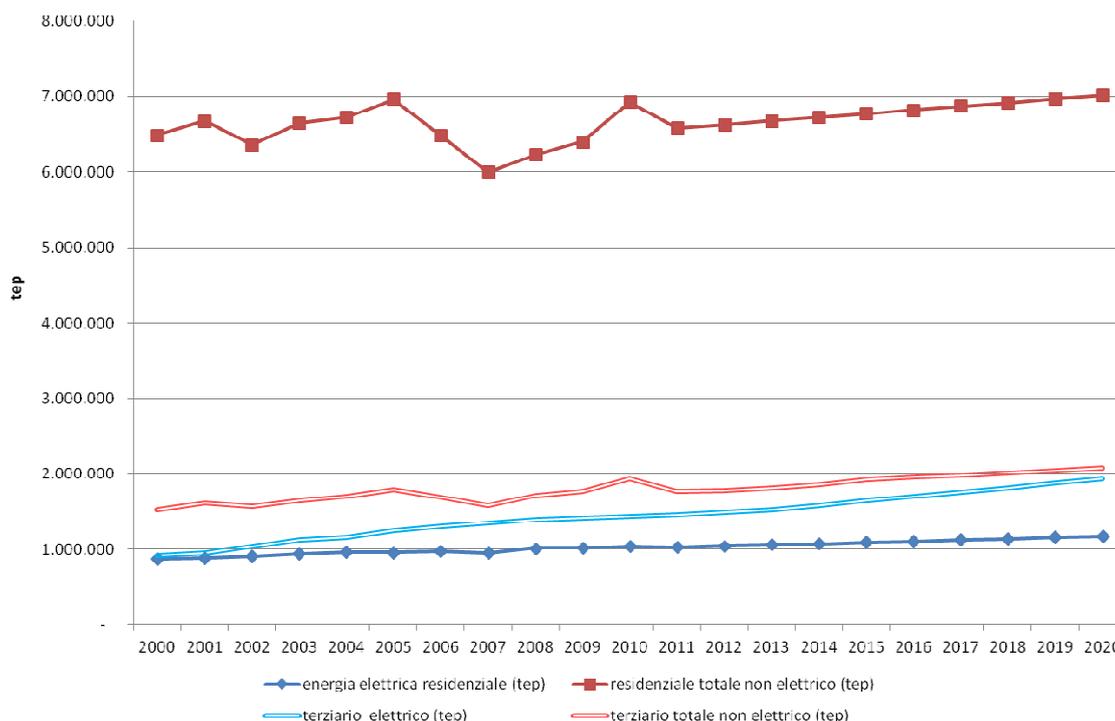


Figura 3- Consumi energetici finali (energia elettrica e altri vettori) nel settore civile (residenziale e terziario) Lombardia 2000-10 e nello scenario di riferimento 2011-2020 (tep). (Regione Lombardia, DG Ambiente Energia e Sviluppo Sostenibile; Divisione Energia Infrastrutture Lombarde).

3.3 Settore industriale

La domanda di energia del settore industriale è stata scorporata in funzione dell'intensità energetica (data dal rapporto tep/Valore Aggiunto industria). In particolare, in analogia a quanto fatto per gli altri settori, è stata analizzata l'intensità energetica non elettrica. I consumi di energia elettrica sono stati invece mutuati a partire dallo scenario TERNA.

Per quanto riguarda l'intensità energetica, come fa notare ENEA nel suo "Compendio del Rapporto Energia e Ambiente 2009-2010", l'intensità energetica italiana da una parte registra già a partire dal 1990 valori molto più bassi della media europea, dall'altra segna un trend di decrescita meno accentuato dell'EU27. Nello scenario di riferimento di ENEA per l'Italia si ipotizza che questa riduzione del consumo energetico per unità di PIL possa proseguire con un ritmo più accentuato, pari a -0,92% annuo, in virtù di un miglioramento spontaneo dell'efficienza e di cambiamenti strutturali come al riduzione della domanda di servizi energetici a parità di reddito (Fig. 4)

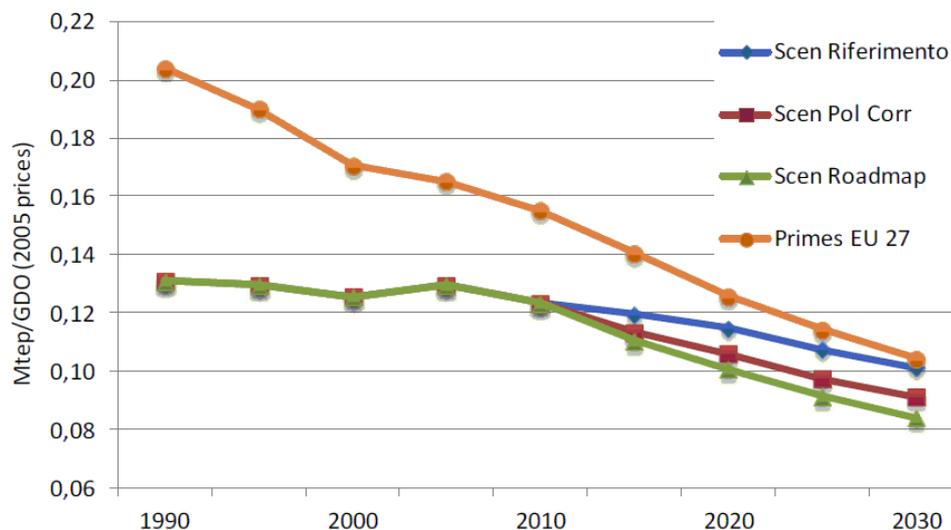


Figura 4 - Intensità energetica negli scenari ENEA (TPES/GDP tep/€ 2005). (ENEA, Compendio del Rapporto Energia e Ambiente 2009-2010).³

Questa riduzione percentuale è stata assunta anche per l'intensità energetica non elettrica dell'industria lombarda (tep/Valore Aggiunto industria) fino al 2030, partendo dal 2014 e ipotizzando una riduzione meno accentuata nel periodo 2011 – 2013 conseguente ai minori investimenti nel settore. La riduzione complessiva al 2020 rispetto al 2010 è pari al -2,6%. Nel periodo 2030 – 2040 si è invece ipotizzato un miglioramento dell'efficienza energetica più sostenuto, con una riduzione pari a 1.5% anno dell'intensità energetica (non elettrica).

Per il valore aggiunto dell'industria in Lombardia è stato assunto lo scenario di Unioncamere con orizzonte temporale 2015 ("Scenario di previsione dell'economia lombarda", reso disponibile nel luglio 2012). Per il successivo periodo 2015 – 2020, e ancora fino al 2040, è stata assunta una crescita percentuale annua pari al 2%.

I consumi energetici non elettrici sono ripartiti tra quelli che sono propri delle industrie attualmente ricomprese nell'Emission Trading System e quelli di alcune industrie non ETS. Si è ipotizzato una progressiva riduzione della quota dei consumi energetici che vengono attribuiti alle industrie ETS, in virtù sia della riduzione dei consumi connessa ai limiti di emissioni imposti dal regime ETS sia della delocalizzazione dell'industria pesante.

³ Note – TPES = Total Primary Energy Supply (Fabbisogno totale di energia primaria) ; GDP = Gross Domestic Product (Prodotto Interno Lordo).

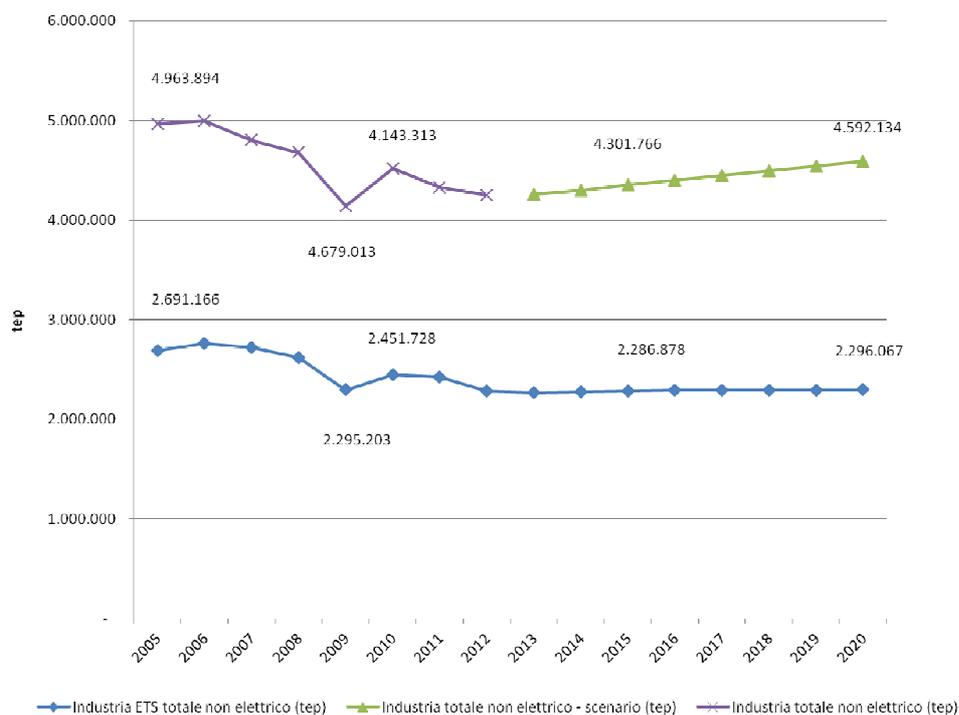


Figura 5- Domanda finale di energia (non elettrica) nell’industria in Lombardia (tep): industria ETS e totale, evoluzione storica 2005-2010 e scenario 2011-2020 (Regione Lombardia, DG Ambiente Energia e Sviluppo Sostenibile; Finlombarda)

Lo scenario di riferimento dei consumi di energia elettrica nell’industria è stato costruito, come indicato per il settore civile, facendo riferimento allo scenario di TERNA (*Piano di Sviluppo della rete elettrica di trasmissione nazionale 2012*) adattato rispetto al valore aggiunto prospettato da Unioncamere Lombardia.

	2000	2005	2010	2015	2020
Energia elettrica (ktep)	3.150	3.130	2.948	2.929	2.980
Variazione % rispetto all’anno 2000	-	-0,6%	-5,6%	-7,0%	-5,4%

Tabella 3 - Consumi di energia elettrica nel settore industriale 2000-2010 e scenario di riferimento 2015-2020 (Regione Lombardia, DG Ambiente Energia e Sviluppo Sostenibile; Divisione Energia Infrastrutture Lombarde).

3.4 Settore trasporti

Il settore trasporti mostra un andamento in crescita nel periodo 2000 – 2010, con un incremento complessivo pari al 18,6%. Questa tendenza si è arrestata a partire dal 2011 a causa della crisi economica che ha contratto i consumi di prodotti petroliferi per il trasporto. I dati di riferimento posti a base della stima di questa contrazione sono quelli forniti dell'Unione Petrolifera a livello nazionale. Per il 2012 la domanda di carburanti, benzina e gasolio è diminuita del 10% con un calo complessivo di 3,5 mln/ton. Lo scenario di riferimento è stato costruito sulla base dello storico dei consumi energetici pro-capite del settore, tenendo conto del calo degli ultimi due anni e valutando anche le previsioni dell'Unione Petrolifera italiana. Lo scenario tiene conto dell'evoluzione del pro-capite moltiplicato per lo scenario medio ISTAT della popolazione, corretto con le valutazioni derivate dalla crisi economica. Si ritiene quindi che il settore dei trasporti vedrà un debole incremento al 2020 (Fig. 6) in particolare per i consumi di carburanti alternativi quali il gas naturale, GPL, i biocarburanti e l'uso dell'elettricità.

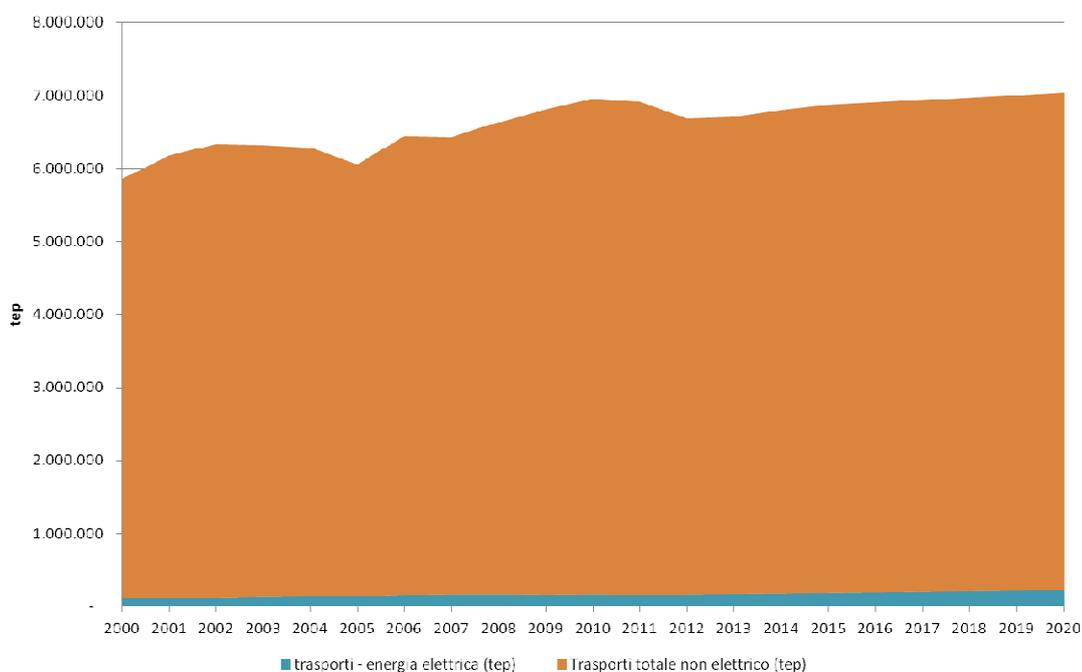


Figura 6 - Domanda finale di energia (elettrica e non elettrica) nel settore trasporti in Lombardia (tep): 2000-2010 e scenario 2011-2020 (Regione Lombardia, DG Ambiente Energia e Sviluppo Sostenibile; Divisione Energia Infrastrutture Lombarde).

In Figura7 si riporta la previsione per il 2020 per ciascun vettore. Si nota l'andamento asintotico dei consumi di gasolio, che si ipotizza possa risalire debolmente a partire dal 2013 per poi stabilizzarsi definitivamente.

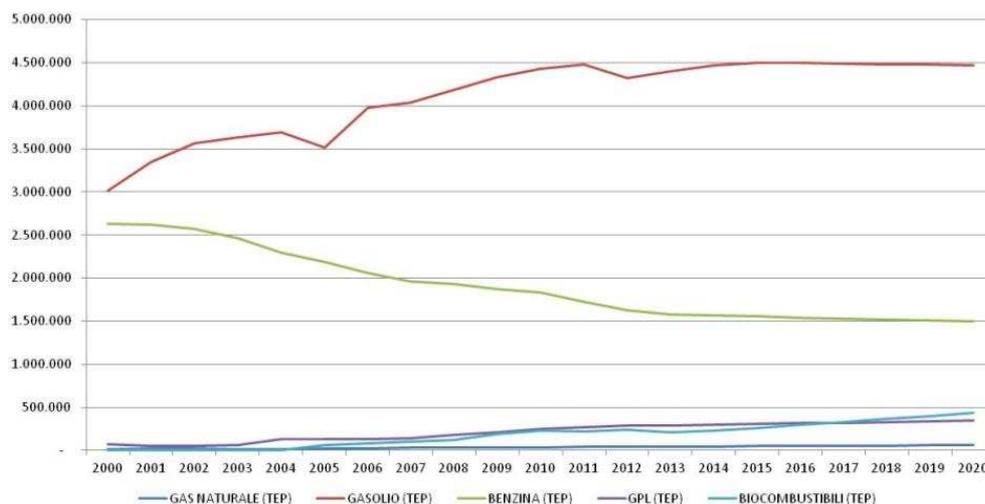


Figura 7 – Domanda finale di energia per vettore nel settore trasporti in Lombardia (tep): 2000 – 2010 e scenario 2011-2020 (Regione Lombardia, DG Ambiente Energia e Sviluppo Sostenibile; Divisione Energia Infrastrutture Lombarde).

3.5 Settore agricoltura

Secondo lo scenario di Unioncamere il settore agricolo è quello che risentirà meno della crisi economica nei prossimi anni, con una variazione del valore aggiunto sull'anno precedente sempre positiva, anche nel 2012 (+ 2,6%) (Fig. 8). I consumi elettrici del settore sono stati ipotizzati a partire dallo scenario Terna come modificato per il valore aggiunto 2012 – 2014 dello scenario di Unioncamere; nell'ambito dei consumi non elettrici si ipotizza invece una crescita più contenuta pari al 0,1% annuo.

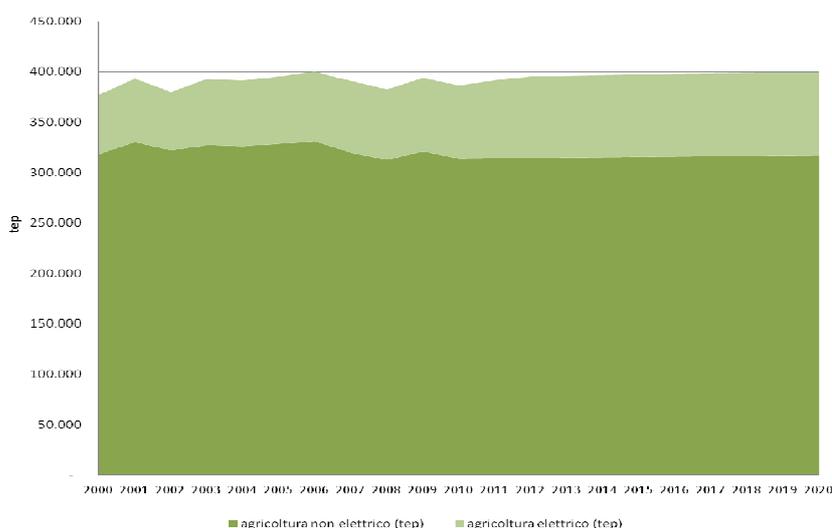


Figura 8 - Domanda finale di energia nel settore agricoltura in Lombardia (tep): 2000 - 2010 e scenario 2011-2020 (Regione Lombardia, DG Ambiente Energia e Sviluppo Sostenibile; Divisione Energia Infrastrutture Lombarde)

PEAR

Allegato 2

CARATTERIZZAZIONE DEL PATRIMONIO EDILIZIO LOMBARDO

STATO DI FATTO E IPOTESI DI RIQUALIFICAZIONE

REGIONE LOMBARDIA

Direzione Generale Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile

con il supporto di Infrastrutture Lombarde – Divisione Energia

Si ringraziano per i contributi e il proficuo confronto:

POLITECNICO DI MILANO

DIPARTIMENTO ARCHITETTURA, INGEGNERIA DELLE COSTRUZIONI E AMBIENTE COSTRUITO

Giuliano Dall’O’

Luca Sarto

ENEA

UNITÀ TECNICA EFFICIENZA ENERGETICA

Gaetano Fasano

Ezilda Costanzo

Indice

1	Il contesto.....	6
1.1	<i>Contesto normativo europeo e italiano.....</i>	6
1.2	<i>Verso una strategia di recupero a lungo termine per promuovere gli investimenti nella ristrutturazione del parco immobiliare (art.4 EED).....</i>	7
2	La conoscenza del patrimonio immobiliare e del mercato.....	10
2.1	<i>Il contesto socioeconomico: la crisi nel settore dell'edilizia.....</i>	10
3	Il patrimonio immobiliare in Lombardia.....	11
3.1	<i>La consistenza del parco edilizio residenziale.....</i>	11
3.2	<i>Le epoche costruttive.....</i>	11
3.3	<i>Lo stato di conservazione.....</i>	12
3.4	<i>Le tipologie edilizie.....</i>	13
3.5	<i>La modalità di utilizzo degli immobili.....</i>	15
4	Il mercato degli investimenti immobiliari.....	16
4.1	<i>Il mercato immobiliare in Lombardia.....</i>	16
4.2	<i>Le compravendite nel settore residenziale.....</i>	16
4.3	<i>I prezzi di vendita delle abitazioni.....</i>	18
4.4	<i>Il sistema del credito.....</i>	19
4.4.1	<i>Mutui a famiglie.....</i>	20
4.5	<i>L'indicatore di accessibilità (affordability) per l'acquisto della casa.....</i>	21
4.6	<i>L'indicatore di accessibilità per la riqualificazione energetica della casa (energy affordability).....</i>	24
5	Misure di riqualificazione energetica: analisi e valutazioni economiche.....	26
5.1	<i>La riqualificazione importante verso gli edifici a consumo quasi zero.....</i>	26
5.2	<i>Gli interventi sull'involucro.....</i>	29
5.2.1	<i>Isolamento termico dell'involucro opaco.....</i>	29
5.2.2	<i>Serramenti vetrati.....</i>	31
5.3	<i>Gli interventi sugli impianti.....</i>	32

5.3.1	Caldaie a condensazione	32
5.4	<i>L'uso di fonti rinnovabili</i>	33
5.4.1	Pompe di calore.....	33
5.4.2	Caldaia a biomassa/pellet	35
5.4.3	Solare termico	36
5.4.4	Solare fotovoltaico	37
5.5	<i>La valutazione dell'efficacia delle misure di riqualificazione</i>	40
5.6	<i>Le detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica in Lombardia</i>	46
6	Analisi dati Catasto Energetico Edifici Regionale (CEER)	57
6.1	<i>I numeri della Certificazione energetica degli edifici in Lombardia</i>	57
6.2	<i>Efficienza energetica globale del patrimonio edilizio.....</i>	61
6.3	<i>Efficienza dell'involucro degli edifici.....</i>	73
6.4	<i>Efficienza energetica degli impianti termici</i>	77
6.5	<i>Fonti energetiche rinnovabili.....</i>	85
6.6	<i>Emissioni CO₂ equivalente</i>	88
6.7	<i>Gli edifici pubblici.....</i>	91
6.8	<i>Gli impianti di climatizzazione e il Catasto Unico Regionale degli Impianti Termici.....</i>	107
6.9	<i>La qualità energetica e il valore commerciale di un immobile.....</i>	109
7	Calcolo del potenziale di risparmio energetico nel settore residenziale.....	113
7.1	<i>Introduzione.....</i>	113
7.2	<i>Metodologia per la caratterizzazione del patrimonio edilizio residenziale lombardo</i>	113
7.3	<i>I risultati dell'analisi: le caratteristiche degli edifici target</i>	120
7.4	<i>Il coefficiente di correzione consumi/fabbisogni</i>	130
7.5	<i>Stima del potenziale di risparmio correlato alla sostituzione dei serramenti.....</i>	131
7.6	<i>Stima del potenziale di risparmio correlato alla riqualificazione totale degli edifici</i>	134
7.6.1	<i>Stima del potenziale di risparmio correlato alla riqualificazione totale degli edifici – interventi con cappotto esterno</i>	134
7.6.2	<i>Stima del potenziale di risparmio correlato alla riqualificazione totale degli edifici – interventi con cappotto esterno o isolamento dall'interno/intercapedine</i>	137
7.7	<i>Conclusioni.....</i>	140

7.7.1	Gli effetti di una politica per l'efficienza nel settore dell'edilizia.....	141
8	La gestione dei servizi energetici: l'anello debole della catena	143
8.1	<i>Quadro Normativo di Riferimento.....</i>	<i>143</i>
8.2	<i>La razionalizzazione dei servizi energetici</i>	<i>145</i>
9	Accrescere la consapevolezza nelle abitudini di consumo energetico: metodi, sistemi, procedure, Energy management	151
9.1	<i>Interventi per il settore privato.....</i>	<i>152</i>
9.1.1	Termoregolazione e contabilizzazione del calore	152
9.1.2	I contatori intelligenti: la situazione attuale	157
9.1.3	Smart metering.....	157
9.2	<i>I potenziali benefici per la Pubblica Amministrazione.....</i>	<i>159</i>
9.3	<i>I sistemi di Building Automation e Gestione dell'Energia.....</i>	<i>161</i>
9.4	<i>Il sistema informativo di Energy Management di Regione Lombardia</i>	<i>162</i>
10	Le politiche a livello locale da attuare: la rigenerazione delle città	167
10.1	<i>I Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile: dalla teoria alla pratica</i>	<i>167</i>
10.2	<i>Le Smart city</i>	<i>173</i>
10.2.1	Connessione delle fonti energetiche rinnovabili.....	174
10.2.2	Autorità per l'energia elettrica e il gas - Progetti Pilota Smart Grid	174
10.2.3	Altri esempi di Smart City in Lombardia: Varese SmartCity	178

Premessa

Il recupero e la riqualificazione energetica degli edifici esistenti hanno un ruolo determinante nel percorso di attuazione degli obiettivi europei di efficienza energetica e di riduzione delle emissioni di gas climalteranti. Il miglioramento della prestazione energetica degli edifici è stato individuato nella Direttiva Efficienza Energetica (EED)¹ come ambito prioritario, insieme ai servizi energetici ed alla cogenerazione, per il potenziale contributo alle politiche dell'energia e del clima al 2030 illustrate nel Libro verde [COM(2013) 169 finale].

In Italia, ove si realizza ex-novo solo l'1% degli edifici all'anno, su un patrimonio complessivo di circa 16 milioni di edifici, l'edilizia esistente è quindi un vero proprio giacimento di consumi energetici e al contempo rappresenta una straordinaria occasione di risparmio energetico.

Il parco immobiliare italiano è composto da edifici in gran parte costruiti in anni precedenti la prima apparizione, nel contesto normativo, delle istanze energetiche, caratteristica che li rende suscettibili di rilevanti migliorie e risparmi.

Peraltro il settore costruzioni è affetto da una grave crisi che perdura dal 2009: al cambiamento dei comparti tradizionali (nuova produzione) si affiancano tuttavia nuove opportunità quali l'integrazione di tecnologie e servizi energetici ed ambientali, l'innovazione di processo e di prodotto, la commistione tra scala edilizia ed urbana, favorita dalle tecnologie della comunicazione (ICT).

Primo passo per la definizione della strategia è la conoscenza del patrimonio edilizio, a cui contribuiscono in maniera determinante il Catasto Energetico Edifici Regionale (CEER), derivato dalla consistente esperienza di certificazione energetica condotta da Regione Lombardia e la banca dati degli incentivi governativi del 55% fruiti sul territorio regionale.

La caratterizzazione energetica del patrimonio, l'analisi degli interventi effettuati, delle tecnologie e dei costi conducono quindi ad una stima dell'efficacia economica dei singoli interventi di riqualificazione e di ristrutturazione "profonda", in grado di sfruttare il potenziale di risparmio in un edificio tenendo conto dei costi.

Il rapporto cita, inoltre, alcuni esempi internazionali di uso dei dati provenienti dalla certificazione, nonché politiche di promozione e monitoraggio del recupero edilizio riconosciute per la loro efficacia.

¹ Evidenziato da alcune analisi della Commissione nel 2010 che l'obiettivo 2020 dell'UE in termini di efficienza energetica non sarebbe stato raggiunto, la direttiva sull'efficienza energetica EED (2012/27/UE) ha delineato i settori chiave per un'azione "correttiva", condivisa da istituzioni europee, Stati membri e parti sociali.

1 Il contesto

1.1 Contesto normativo europeo e italiano

Il quadro normativo in cui si colloca il lavoro risponde a tre Direttive europee di riferimento², che presentano numerosi punti di convergenza in materia di edilizia: la certificazione energetica, la formazione di esperti ed installatori, le campagne informative per operatori e cittadini, gli strumenti finanziari, il ruolo esemplare del settore pubblico, il rilievo dei consumi e il monitoraggio dei programmi.

La Direttiva sulla prestazione energetica negli edifici (EPBD 31/2010) impone più ambiziosi traguardi per l'edilizia di nuova realizzazione ed esistente in caso di ristrutturazione, la revisione dei minimi di legge per la prestazione energetica di edificio, involucro e impianti, secondo una metodologia che ottimizza costi e benefici, la nuova concezione del certificato energetico (centrato in modo più deciso sul concetto di prestazione energetica), l'istituzione di un sistema di controllo e di verifica della sua conformità, iniziative di supporto quali attraverso strumenti di comunicazione e finanziamenti dedicati. La fase di recepimento in Italia è iniziata con l'emanazione, lo scorso anno, del Decreto legge 63/2013, convertito in legge con la Legge 90/2013.

La Direttiva sulle fonti energetiche rinnovabili (RES 28/2009), recepita attraverso il Decreto legislativo 28/2011, stabilisce gli obiettivi nazionali al 2020 riguardo la generazione di energia da fonti non fossili ed impone obblighi di utilizzo delle RES anche in ambito edilizio.

La Direttiva efficienza energetica (EED 27/2012), che abroga le Direttive sui servizi energetici (32/2006) e sulla cogenerazione (8/2004), recentemente recepita a livello nazionale con il Decreto Legislativo 102 del 4 luglio 2014³, intende definire le regole e le misure di politica energetica per rimuovere le barriere all'efficienza nella generazione e nell'uso dell'energia. La Direttiva rivolge un'attenzione particolare agli insuccessi delle politiche nel mercato e quindi alla loro valutazione preventiva, in itinere e finale. Per il settore edilizio, inoltre, essa impone un'attenta programmazione riguardo all'edilizia pubblica, a cui è riconosciuto un ruolo esemplare ai fini della ristrutturazione del patrimonio esistente.

Particolare interesse riveste, ai fini della presente trattazione, la definizione di una strategia a lungo termine per mobilitare gli investimenti per il recupero degli edifici esistenti.

Il settore edilizio, in primis quello del recupero, è in grado di coprire una percentuale importante del risparmio previsto per i prossimi decenni, a livello sia nazionale sia regionale.

² La Direttiva sulla prestazione energetica negli edifici (EPBD 31/2010), la Direttiva sulle fonti energetiche rinnovabili (RES 28/2009) e la Direttiva efficienza energetica (EED 27/2012).

³ Il D.Lgs. 102 del 4 luglio 2014 *stabilisce un quadro di misure per la promozione e il miglioramento dell'efficienza energetica che concorrono al conseguimento dell'obiettivo nazionale di risparmio energetico indicato all'articolo 3 [...] inoltre, detta norme finalizzate a rimuovere gli ostacoli sul mercato dell'energia e a superare le carenze del mercato che frenano l'efficienza nella fornitura e negli usi finali dell'energia.*

In questo quadro si inserisce la politica energetica di Regione Lombardia, a partire dall'approvazione del primo Programma Energetico Regionale nel 2003. Nel corso degli Anni Duemila Regione Lombardia si è impegnata nella strutturazione di un proprio sistema informativo energetico capace di ampliare la conoscenza del territorio e nel contempo di accompagnare la definizione di politiche mirate e sempre più efficaci. Nel Piano d'Azione per l'Energia (2007-2008) sono state analizzate tutte le principali misure ed azioni orientate a ridurre i consumi energetici e ad incrementare il ricorso alle fonti rinnovabili. Nel 2009, all'interno del Piano Strategico delle tecnologie per la sostenibilità energetica, sono state analizzate le principali tecnologie capaci di accompagnare lo scenario energetico. Il Piano per una Lombardia sostenibile del 2010 inoltre ha collocato la Regione nell'alveo della politica dell'Azione Clima europea al 2020, coniugando definitivamente le politiche per il risparmio energetico, lo sviluppo delle rinnovabili e la riduzione delle emissioni climalteranti.

Nel 2013 sono cominciati i lavori per la predisposizione del Programma Energetico Ambientale Regionale, di cui questo studio sull'edilizia diventa parte integrante. Gli studi approfonditi e analitici effettuati per questo studio sono stati funzionali alle valutazioni per la definizione delle misure del PEAR e alla costruzione degli scenari di Piano.

1.2 Verso una strategia di recupero a lungo termine per promuovere gli investimenti nella ristrutturazione del parco immobiliare (art.4 EED)

Stabilito che il recupero edilizio è una priorità per il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità energetica al 2020 e per la Roadmap europea al 2050⁴, la Direttiva efficienza energetica, all'articolo 4 "Ristrutturazioni di immobili", fissava per il 30 aprile 2014 la pubblicazione, da parte degli Stati Membri, di una prima versione di strategia a lungo termine per mobilitare investimenti nella ristrutturazione del parco nazionale di edifici residenziali e commerciali, sia pubblici sia privati.

L'articolo è il solo della Direttiva ad estendere l'orizzonte temporale oltre il 2020.

Questi gli elementi che la strategia dovrebbe comprendere:

- a) una rassegna del parco immobiliare nazionale fondata, se del caso, su campionamenti statistici;
- b) l'individuazione di approcci alle ristrutturazioni efficaci in termini di costi, per tipo di edificio e zona climatica;
- c) politiche e misure volte a stimolare ristrutturazioni degli edifici profonde ed efficaci in termini di costi, comprese profonde ristrutturazioni per fasi;

⁴ "Una tabella di marcia verso un'economia competitiva a basse emissioni di carbonio nel 2050" [COM(2011) 112 definitivo]: "la ristrutturazione del parco immobiliare esistente, e in particolare il finanziamento dei necessari investimenti, rappresentano ... una sfida più complessa. ... L'analisi prevede che nel prossimo decennio occorrerà aumentare di 200 miliardi di euro gli investimenti in componenti e attrezzature per l'edilizia a basso consumo energetico".

- d) una prospettiva rivolta al futuro per guidare le decisioni di investimento dei singoli individui, del settore dell'edilizia e delle istituzioni finanziarie;
- e) una stima fondata su prove del risparmio energetico atteso, nonché dei benefici in senso lato.

La strategia è da intendersi come uno strumento di orientamento e incoraggiamento al recupero, capace di creare un clima di fiducia presso gli stakeholders verso investimenti nel settore; dovrà essere aggiornata ogni tre anni e trasmessa alla Commissione nel quadro del Piano d'azione nazionale per l'efficienza energetica (PAEE), redatto da ENEA per l'Italia⁵.

La strategia andrebbe coordinata con il piano di azione per il recupero degli edifici pubblici (art. 5 EED).

In Europa alcuni Paesi avevano già impostato strategie di recupero del patrimonio edilizio: è il caso dell'Austria (*Strategie per il Clima 2007 e per l'Energia 2010*), della Danimarca (dal 2009), della Francia (*Grenelle 2010*), della Germania (*Energiekonzept 2011*) e del Regno Unito (*DECC 2012*), a conferma, ancor prima di un orientamento comunitario, della consapevolezza di una necessaria accelerazione delle percentuali di intervento e dei relativi risultati in termini di prestazione energetica.

Nel novembre 2013, con la Comunicazione "Attuazione della Direttiva sull'efficienza energetica – orientamenti della Commissione" [COM(2013) 762 finale], la Commissione ha pubblicato una serie di documenti che intendono orientare gli Stati Membri nell'attuazione in merito ad edifici di proprietà del Governo centrale, appalti pubblici, obblighi ed opportunità alternative in materia di efficienza energetica, audit energetici, misurazione e fatturazione dei consumi energetici (articoli 5-11) cogenerazione (articoli 14 e 15).

Nessun orientamento formale riguarda invece l'articolo 4. Tuttavia, indicazioni di ausilio alla redazione della "strategia" sono reperibili in una serie di pubblicazioni recenti:

- ➔ *BPIE, A guide to developing strategies for building energy renovation – delivering Article 4 of the Energy Efficiency Directive, 2013;*
- ➔ *The Policy Partners, Renovation Roadmaps for Buildings, report for Eurima, 2013;*
- ➔ *EEI, Roadmaps for Building Renovation: 10 Key Factors for Success, 2012;*
- ➔ *European Commission DG Energia, "Financial support for energy efficiency in buildings - Consultation paper", 2012.*

Lo sviluppo di una strategia per promuovere la riqualificazione energetica dell'esistente e mobilitare i necessari investimenti si articola nelle seguenti fasi conoscitive e decisionali:

1. la definizione dell'orizzonte temporale e degli obiettivi: prospettive (vision);
2. la consultazione degli stakeholder e dei diversi livelli istituzionali;
3. la conoscenza del mercato e del patrimonio edilizio;

⁵ Il PAEE, è stato approvato dal Ministero dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministero dell'Ambiente, con Decreto del 17 luglio 2014 e pubblicato sulla G.U. n. 176 del 31 luglio 2014, Il Piano deve essere ora trasmesso alla Commissione Europea.

4. misure di riqualificazione efficaci in termini di costo;
5. politiche volte a stimolare gli investimenti;
6. definizione dell'offerta e stima dei benefici;
7. attuazione: monitoraggio, revisione, aggiornamento.

2 La conoscenza del patrimonio immobiliare e del mercato

2.1 Il contesto socioeconomico: la crisi nel settore dell'edilizia

La crisi nel settore edilizio ha assunto connotati più gravi rispetto a quanto avvenuto in altri settori del tessuto economico lombardo. Nel 2012 gli indicatori settoriali hanno assunto valori paragonabili a quelli del 2009 (anno di inizio della crisi).

In Lombardia, nel 2012 gli investimenti in costruzioni sono diminuiti del 6% in termini reali rispetto all'anno precedente. Il trend negativo continua anche nel 2013, con un calo del 3,2% su base annua. Complessivamente, in sei anni, dal 2008 al 2013, il settore delle costruzioni in Lombardia avrà perso il 26,8% degli investimenti. La produzione di nuove abitazioni, in sei anni, perde il 56,8%, l'edilizia non residenziale privata segna una riduzione del 26,1%, le opere pubbliche registrano una caduta del 33,8%⁶.

E' importante evidenziare come solo il comparto della riqualificazione degli immobili residenziali mostri indicatori di segno positivo (+10,4%).

In Lombardia gli effetti della crisi del settore sull'occupazione sono pesantissimi. Secondo i dati Istat, tra il picco del quarto trimestre 2008 e il quarto trimestre 2012, le costruzioni hanno perso 47.300 occupati, pari ad una flessione in termini percentuali del 13,1%.

La perdita occupazionale risulta più intensa per i lavoratori dipendenti, che diminuiscono di 35.900 unità (-16%), mentre i lavoratori indipendenti si riducono di 11.400 occupati (-8,3%). La caduta dei livelli di occupazione nel settore, pertanto, risulta anche associata ad un processo di destrutturazione delle imprese⁷.

	2012 Milioni di euro	2008	2009	2010 ⁽¹⁾	2011 ⁽¹⁾	2012 ⁽¹⁾	2013 ⁽¹⁾	2008-2012 ⁽¹⁾	2008-2013 ⁽¹⁾
	Variazioni % in quantità								
Costruzioni	23.332	-0,8	-8,8	-6,7	-4,6	-6,0	-3,2	-24,3	-26,8
Abitazioni	12.944	-0,1	-9,7	-5,3	-2,9	-6,5	-3,3	-22,4	-25,0
- nuove costruzioni	4.440	-3,0	-20,0	-13,5	-8,2	-17,9	-14,7	-49,4	-56,8
- manutenzioni straordinarie e recupero	8.504	3,1	1,1	1,5	0,8	0,8	2,7	7,5	10,4
Costruzioni non residenziali private	6.705	-1,0	-8,7	-5,8	-6,2	-4,6	-3,0	-23,8	-26,1
Costruzioni non residenziali pubbliche	3.682	-2,9	-6,2	-12,4	-7,5	-7,0	-3,6	-31,4	-33,8

Tab. 1 – Investimenti in costruzioni in Lombardia - Fonte: ANCE Lombardia

⁶ Rapporto congiunturale sull'industria delle costruzioni in Lombardia, pag.9 - ANCE LOMBARDIA Direzione Affari Economici e Centro Studi – Maggio 2013.

⁷ Rapporto congiunturale sull'industria delle costruzioni in Lombardia, pag.10 - ANCE LOMBARDIA Direzione Affari Economici e Centro Studi – Maggio 2013.

Di conseguenza, anche il numero dei permessi a costruire per nuova costruzione e per ampliamenti volumetrici, si è abbassato notevolmente, passando dal valore di 65.251 permessi nel 2005 a quello di 25.838, valore peggiore registrato nel 2010.

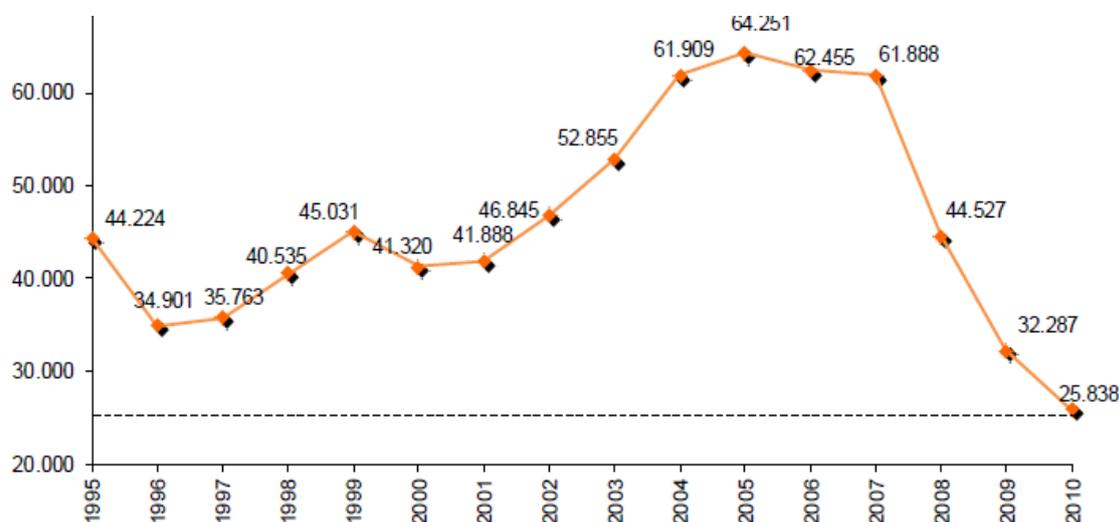


Fig. 1 – Permessi a costruire per nuova costruzione e ampliamento volumetrico in Lombardia (ANCE su dati ISTAT).

3 Il patrimonio immobiliare in Lombardia

3.1 La consistenza del parco edilizio residenziale

Il patrimonio immobiliare nel 2011 in Lombardia, secondo quanto riportato dall' ISTAT nel Censimento 2011, è caratterizzato da queste consistenze:

- ➔ 1.749.267 edifici di cui ad uso residenziale 1.431.267;
- ➔ 4.619.382 abitazioni di cui occupate da residenti 4.094.927.

Ad oggi non sono ancora disponibili i dati disaggregati aggiornati al 2011, pertanto si rimanda ai dati del censimento 2001.

3.2 Le epoche costruttive

Lo stato del patrimonio immobiliare lombardo rispecchia il contesto nazionale, soprattutto riguardo alla sua distribuzione in relazione all'epoca costruttiva.

Come si può rilevare dalla Fig. 2, almeno il 56% degli edifici presenti è stato costruito prima del 1976 (entro il 1971) ed è possibile ipotizzare così che più del 60% del patrimonio esistente sia stato costruito prima del 1976, anno in cui è stata introdotta una prima legislazione in tema di risparmio energetico. Le unità immobiliari ubicate in edifici recenti (costruiti dopo il 2001) rappresentano il 10,4% del totale.

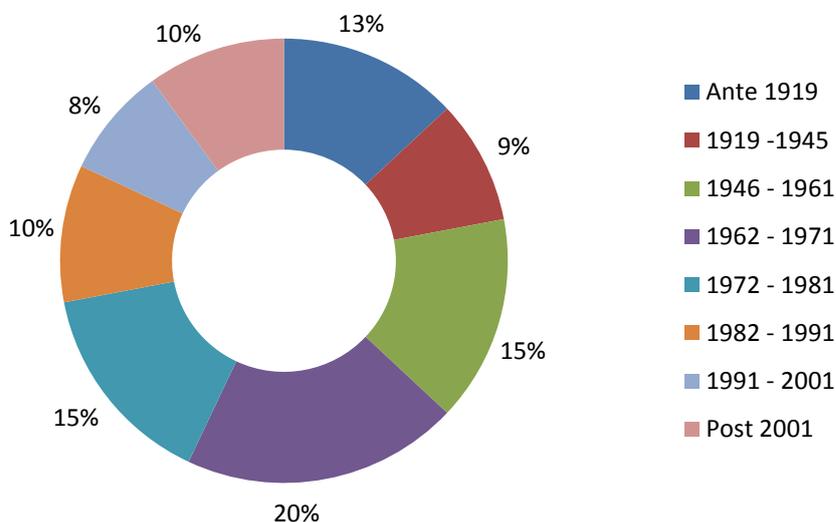


Fig. 2 – Abitazioni in edifici ad uso abitativo per epoca di costruzione in Lombardia (Censimento ISTAT 2011).

3.3 Lo stato di conservazione

La percezione degli occupanti circa lo stato di conservazione degli immobili è medio-alta: l'84% degli occupanti ritiene che lo stato di conservazione della propria unità immobiliare sia buono o addirittura ottimo. Questo dato si riferisce al Censimento 2001, pertanto è plausibile che tale percentuale sia ancora più alta a fronte, comunque, di un peggioramento delle abitazioni più vetuste.

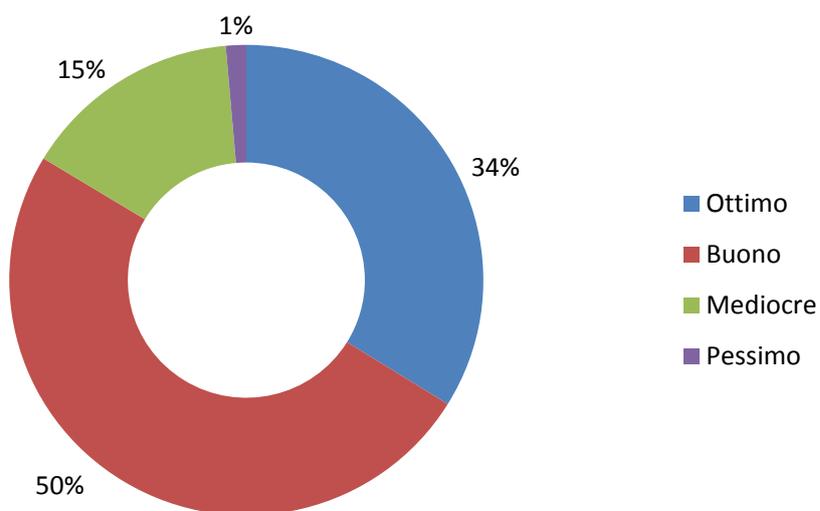


Fig. 3 – Stato di conservazione dell'unità immobiliare in Lombardia (Elaborazione su dati censimento ISTAT 2001).

Dalla Fig. 4 emerge come la percentuale di edifici giudicati in stato pessimo o mediocre diminuisca per epoche di costruzione via via più recenti.

Occorre sottolineare che non è scontato che la percezione dello stato di conservazione da parte dell'occupante sia legata alle performance energetiche dello stesso.

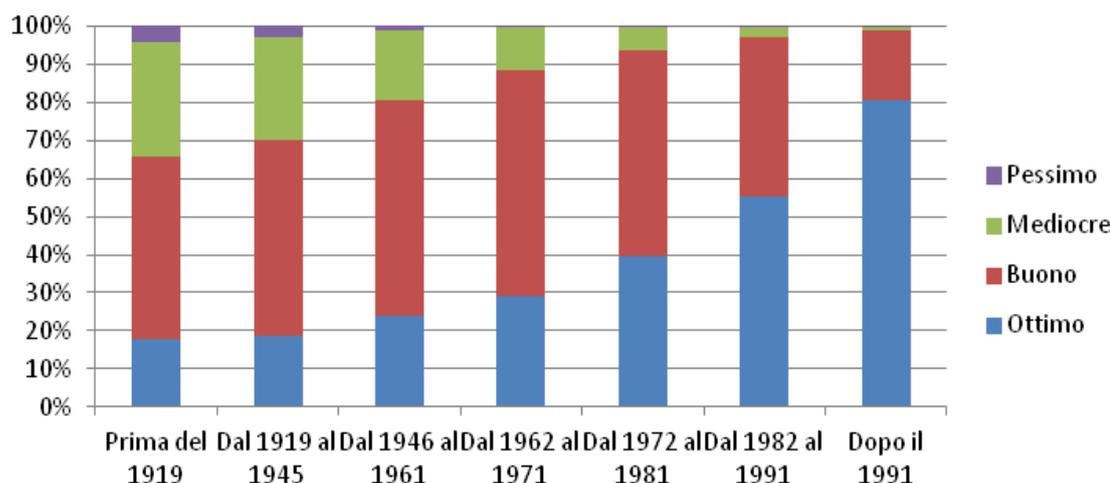


Fig. 4 – Stato di conservazione dell'unità immobiliare in base all'epoca costruttiva in Lombardia (Elaborazione su dati censimento ISTAT 2001).

3.4 Le tipologie edilizie

La distribuzione delle tipologie edilizie è rappresentata in Fig. 5. Sono stati utilizzati i dati del Censimento Istat 2001, che riportano la classificazione degli edifici sulla base del numero di unità immobiliari presenti nello stabile.

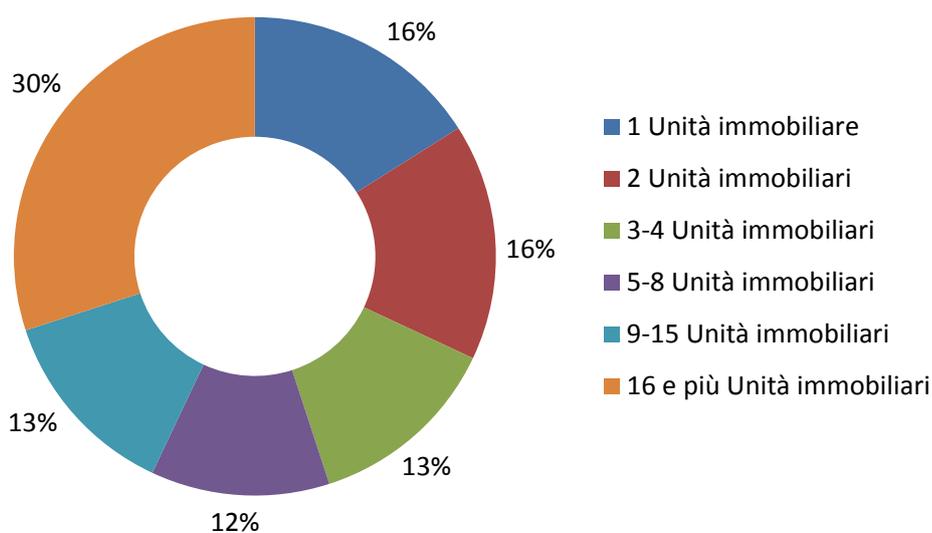


Fig. 5 – Numero di abitazioni nell'edificio in Lombardia (Censimento ISTAT 2001).

Gli edifici condominiali rappresentano circa il 55% degli edifici presenti sul territorio regionale, ospitando una percentuale decisamente superiore della popolazione. Tale percentuale risulta di circa 9 punti più alta rispetto alla media nazionale, come si può rilevare dalla Fig.6.

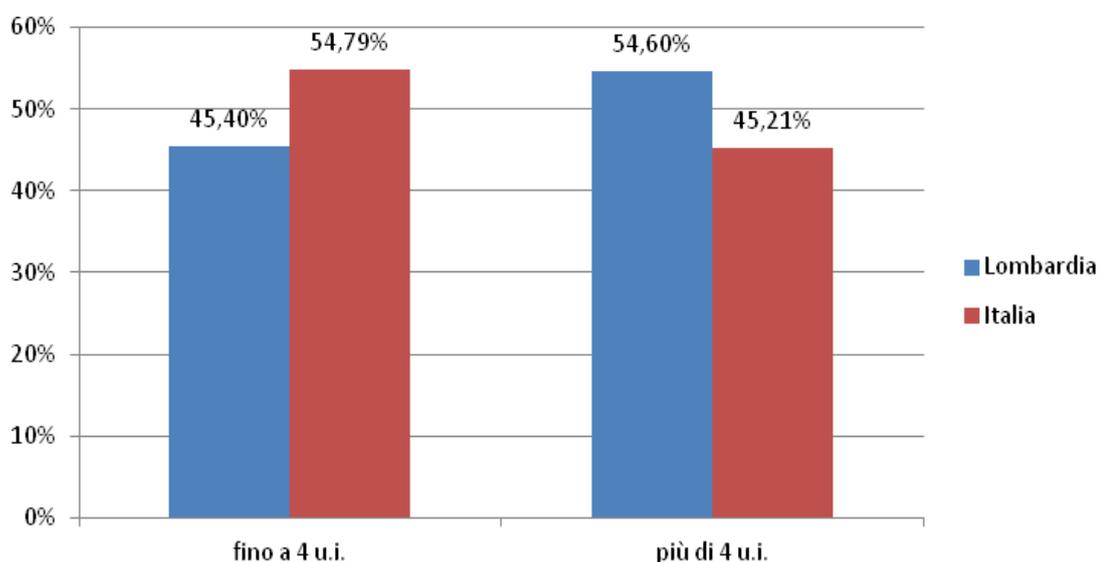


Fig. 6 – Ripartizione percentuale di edifici condominiali e non in Lombardia (Elaborazione su dati censimento ISTAT 2001).

Per quanto riguarda la superficie media delle unità immobiliari, il dato disponibile per il 2011 si attesta intorno ai 96,5 m² per le abitazioni occupate da persone residenti. La superficie disponibile per persona residente è pari a 41,03 m², di poco superiore alla media nazionale (40,68 m²). La superficie media delle abitazioni varia da provincia a provincia: nella Tab. 2 seguente sono riportati i valori specifici provinciali.

PROVINCE	SUPERFICIE MEDIA DELLE ABITAZIONI OCCUPATE DA PERSONE RESIDENTI (M ²)
Bergamo	98,8
Brescia	100,2
Como	100,0
Cremona	106,6
Lecco	98,2
Lodi	98,2
Mantova	118,9
Milano	87,9
Monza e Brianza	94,6
Pavia	102,1
Sondrio	94,2
Varese	101,2
LOMBARDIA	96,5

Tab. 2 – Superficie media delle unità immobiliari occupate da persone residenti per provincia in Lombardia (Censimento ISTAT 2011).

3.5 La modalità di utilizzo degli immobili

Secondo i dati 2011 la percentuale di abitazioni non occupate è pari all'11,4%: 524.455 unità immobiliari su un totale di 4.619.382 (mentre la percentuale degli edifici non occupati scende al 4%). Tale percentuale è sicuramente cresciuta nel tempo, considerando anche la crisi economica che ha investito la Lombardia a partire dal 2008.

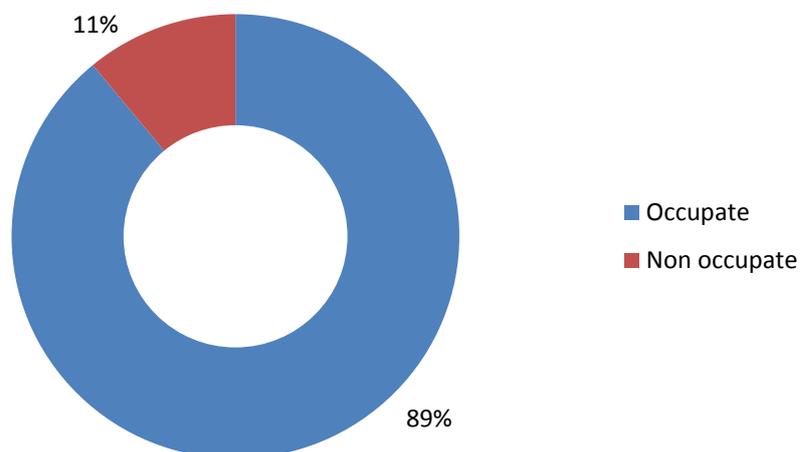


Fig. 7 – Abitazioni in edifici ad uso abitativo per stato di occupazione in Lombardia (ISTAT Censimento 2011).

Nel Censimento 2001 sono disponibili informazioni circa le proprietà delle abitazioni occupate: poco meno di 2.600.000 sono di proprietà, circa 795.000 sono unità immobiliari in affitto, mentre le restanti sono godute ad altro titolo.

PROVINCE	TITOLO DI GODIMENTO			TOTALE
	PROPRIETÀ	AFFITTO	ALTRO TITOLO	
Varese	229.061	64.526	27.095	320.682
Como	153.244	37.617	19.593	210.454
Lecco	90.308	21.197	9.778	121.283
Sondrio	54.108	8.624	7.049	69.781
Milano	1.071.088	384.825	87.927	1.543.840
Bergamo	280.617	64.730	29.960	375.307
Brescia	306.702	90.169	39.899	436.770
Pavia	147.720	46.547	17.199	211.466
Lodi	56.849	16.112	4.936	77.897
Cremona	95.124	29.397	10.561	135.082
Mantova	102.486	30.714	12.774	145.974
LOMBARDIA	2.587.307	794.458	266.771	3.648.536

Tab. 3 – Abitazioni in edifici ad uso abitativo per titolo di godimento e per provincia in Lombardia (Censimento ISTAT 2001).

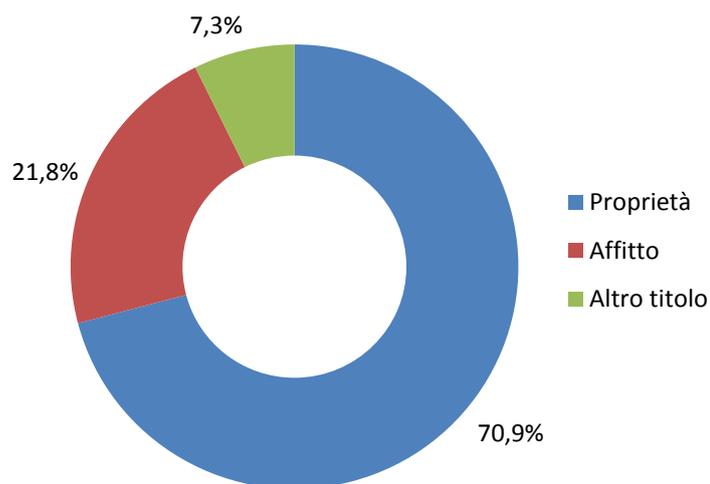


Fig. 8 – Famiglie in abitazione per titolo di godimento dell'abitazione in Lombardia (Censimento ISTAT 2001).

4 Il mercato degli investimenti immobiliari

4.1 Il mercato immobiliare in Lombardia

La crisi, che dal 2008 ha colpito l'Italia e l'Europa, ha inciso pesantemente sul settore delle costruzioni penalizzato dal blocco della spesa per investimenti da parte degli Enti Locali, dalla mancata erogazione di credito da parte delle banche, che impedisce alle famiglie di contrarre mutui destinati all'acquisto di abitazioni, e dall'enorme ritardo nei pagamenti dovuti dalla PA per i lavori eseguiti.

In Lombardia i dati congiunturali non sono incoraggianti: dal 2008 ad oggi il settore ha perso il 25% del suo giro di affari, riportandosi ai livelli dei primi anni duemila.

4.2 Le compravendite nel settore residenziale

Analizzando i dati forniti dall'Agenzia delle Entrate, si nota un pesante calo delle compravendite nel 2012: il numero di abitazioni compravendute registra una flessione di quasi il 25% rispetto al precedente anno, con un numero di compravendite di circa 89 mila abitazioni.

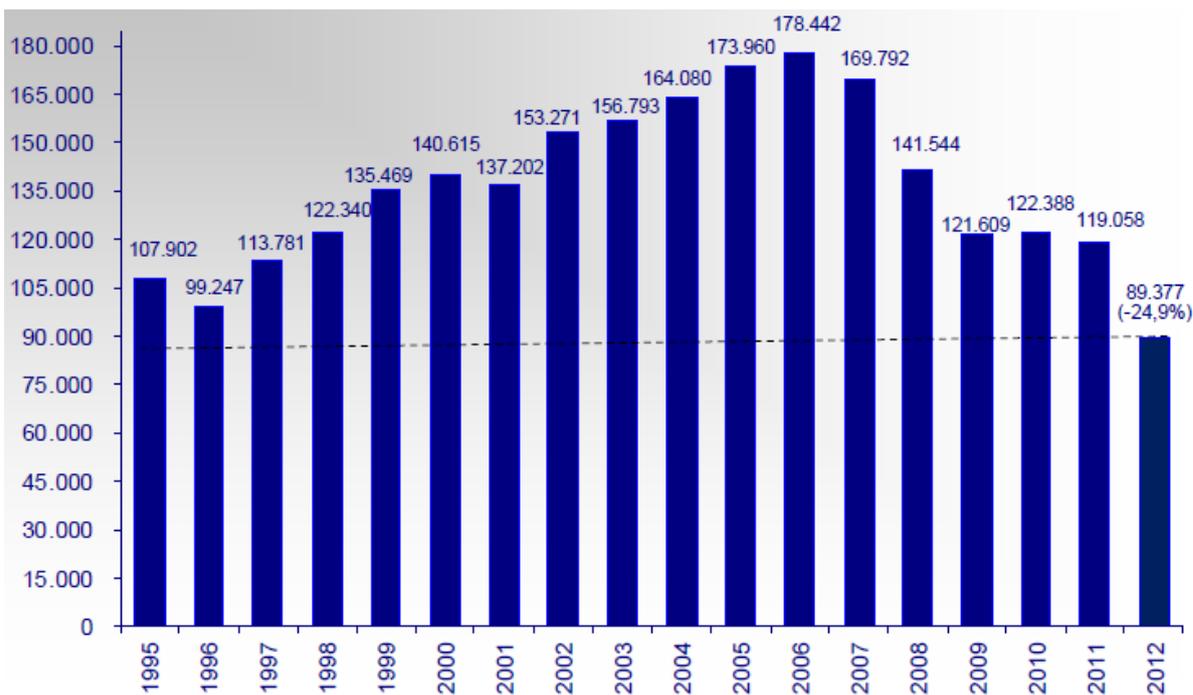


Fig. 9 – Numero di unità immobiliari residenziali compravendute in Lombardia nel periodo 1995 - 2012 (ANCE su elaborazione dati Agenzia delle Entrate).

Dal 2006 ad oggi le unità immobiliari compravendute si sono praticamente dimezzate (- 48,9%), passando da 178.442 a 89.377 unità.

Nel solo 2012 la riduzione delle vendite rispetto all'anno precedente è stata di quasi il 25% (da 119.058 a 89.377).

Tuttavia la Lombardia rimane una delle regioni dove i valori di scambio nel 2012 sono stati più consistenti, così come si evince dalla Fig. 10.

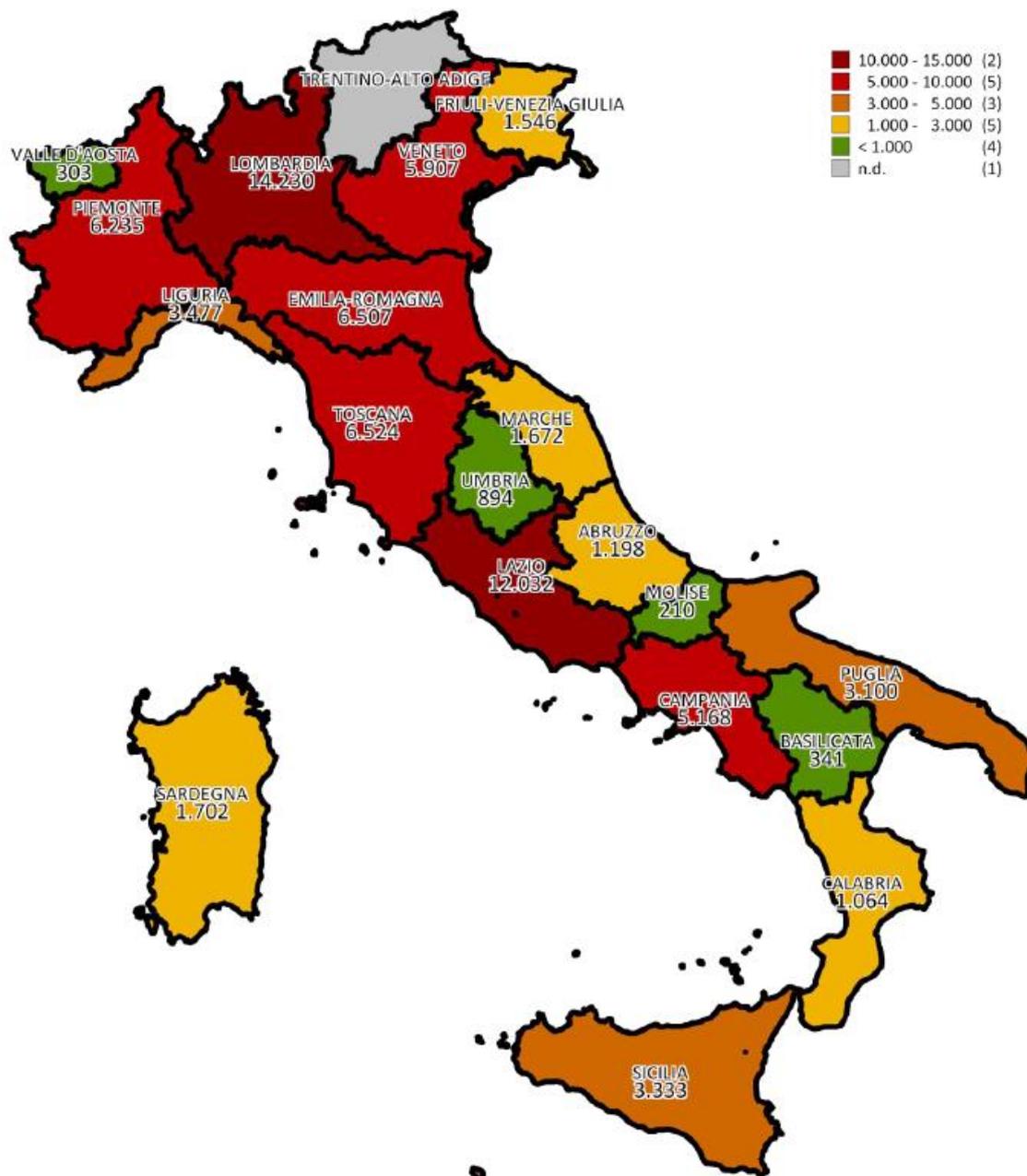


Fig. 10 – Mappa di distribuzione del fatturato 2012 (milioni di euro) nelle regioni italiane (Rapporto immobiliare 2013, Osservatorio Mercato Immobiliare, Agenzia delle Entrate e Associazione Bancaria Italiana).

I dati riferiti al primo trimestre 2013 descrivono, invece, un arresto della caduta del mercato immobiliare, portando il calo di transazioni, a livello nazionale, al 14,2%.

4.3 I prezzi di vendita delle abitazioni

L'andamento dei prezzi delle abitazioni non ha seguito in modo lineare la contrazione della domanda di unità immobiliari.

L'ISTAT ha pubblicato i dati relativi al terzo trimestre 2013: l'indice dei prezzi delle abitazioni acquistate dalle famiglie, sia per fini abitativi sia per investimento, registra una diminuzione dell' 1,2% rispetto al trimestre precedente e del 5,3% nei confronti dello stesso periodo del 2012. La flessione congiunturale registrata nel terzo trimestre è l'ottava consecutiva ed è raddoppiata rispetto a quella rilevata nel secondo trimestre (-1,2% rispetto a -0,6%): questo andamento va ascritto in parte a fattori stagionali. La diminuzione dei prezzi su base annua è pari al 5,3%, (la settima consecutiva), valore più contenuto di quello registrato nel trimestre precedente (-5,9%). Tale flessione su base annua dei prezzi delle abitazioni è il risultato della diminuzione sia dei prezzi delle abitazioni esistenti (-6,8%) sia di quelle di nuova costruzione (-2,0%).

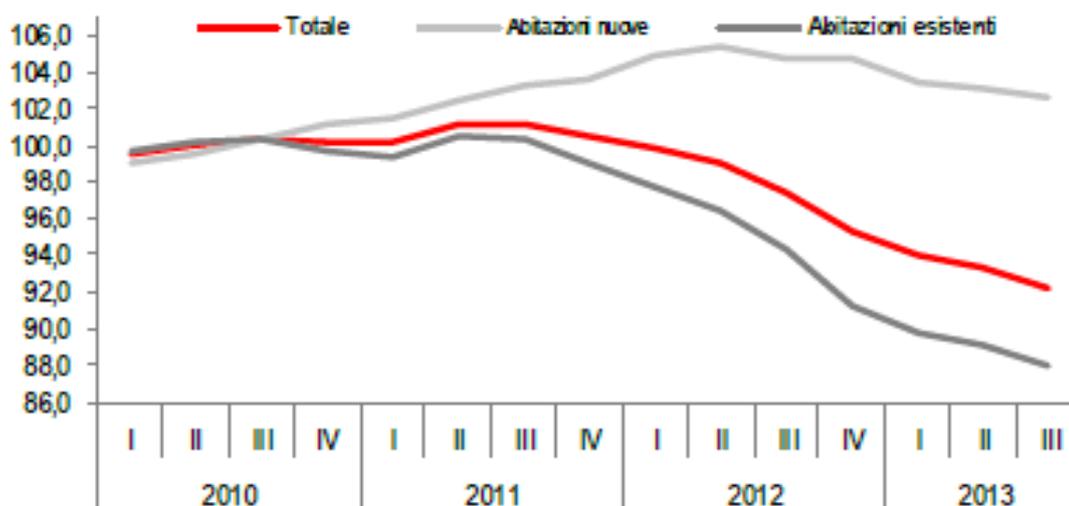


Fig. 11 – Indici dei prezzi delle abitazioni (IPAB) (ISTAT).

4.4 Il sistema del credito

L'andamento del credito in Italia è descritto dalla Fig. 12.

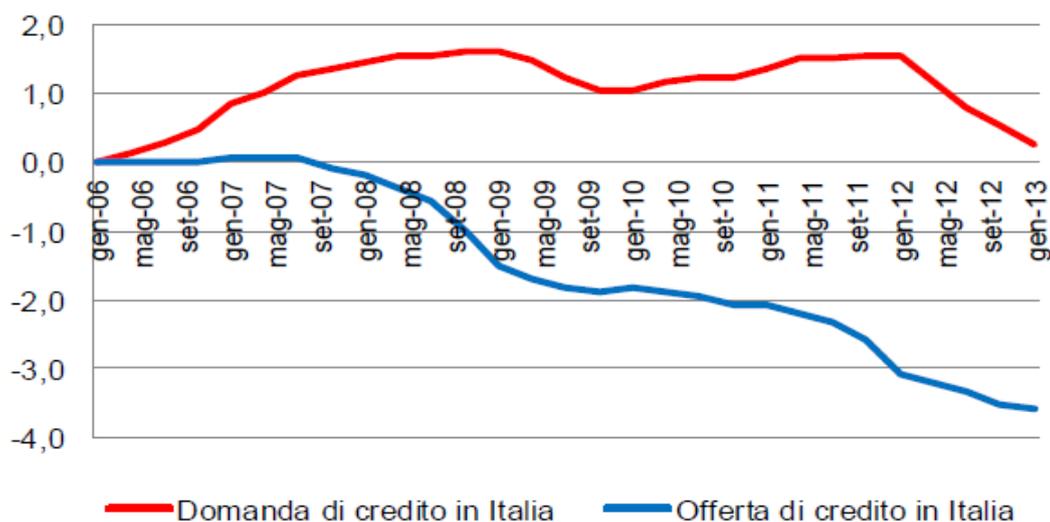


Fig. 12 – Domanda e offerta di credito in Italia (ANCE, Rapporto congiunturale, maggio 2013)

L'andamento dell'offerta del credito è caratterizzato da due momenti di significativa riduzione: nel 2008, quando la restrizione si è manifestata in tutta Europa, e a cavallo tra il 2011 e il 2012, quest'ultima tutt'ora persistente. Anche in questo caso il settore delle costruzioni sembra essere particolarmente penalizzato. Infatti, considerando la distribuzione dei finanziamenti nei diversi settori, si evince come gli investimenti in costruzioni siano passati dal 9% nel 2007 al 6% nel 2012, mentre quelli per mutui destinati all'acquisto della prima casa dal 13% al 7%.

Anche la domanda del credito ha avuto un andamento che ha risentito della crisi. Due sono i momenti in cui si è registrata una maggiore flessione: tra settembre 2009 e gennaio 2010 e nel 2012, periodo in cui si rileva il calo più consistente.

4.4.1 Mutui a famiglie

La consistenza dei mutui erogati per l'acquisto di abitazioni ha subito in Lombardia un crollo pari al 61,2% nel quinquennio 2007-2012. Dal 2011 al 2012 si è registrato il calo più drastico: il numero dei contratti è sceso da 11.784 a 6.079 (- 48,4%).

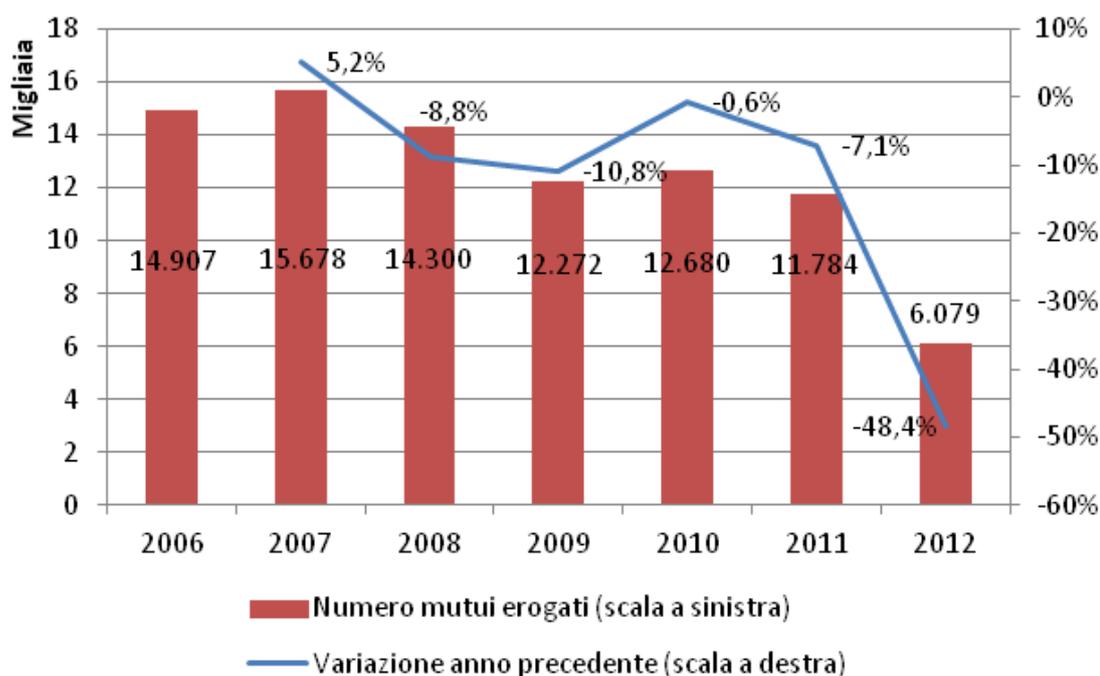


Fig. 13 – Flusso di nuovi mutui erogati per l'acquisto di immobili in Lombardia (Banca d'Italia).

4.5 L'indicatore di accessibilità (*affordability*) per l'acquisto della casa

L'indicatore di *affordability* è legato al rapporto tra la rata del mutuo necessario per l'acquisto della casa e il reddito disponibile relativo al periodo cui la rata è riferita.

Se tale rapporto è inferiore al 30% si ritiene accessibile l'acquisto, viceversa il peso della rata è giudicato insostenibile rispetto al reddito.

$$\text{Indice di affordability} = 30\% - \frac{\text{Rata (i, T, LTV, prezzo casa)}}{\text{Reddito}}$$

La rata è funzione di:

- tasso di interesse di mercato: sono utilizzati dati della Banca d'Italia relativi a mutui a tasso fisso;
- durata del mutuo, posto pari per convenzione a 20 anni;
- LTV che rappresenta la percentuale finanziata dalla banca rispetto al valore complessivo dell'immobile; per convenzione è posta pari all'80%⁸;
- prezzo della casa, che è strettamente legato alle dinamiche del mercato abitativo e viene calcolato considerando una superficie media dell'immobile e un prezzo medio al metro quadro.

Il reddito disponibile è strettamente legato al grado di sviluppo di un Paese o di una regione e viene calcolato sulla base di dati Istat.

Come si può rilevare dalla Fig. 14, l'indice si mantiene positivo, ovvero la famiglia media italiana può accedere all'acquisto della casa, anche se, negli ultimi anni si è notevolmente abbassato rispetto ai valori del 2004.

⁸ L'indicatore non prende in considerazione gli eventuali problemi che le famiglie potrebbero incontrare nel recupero di risorse liquide.

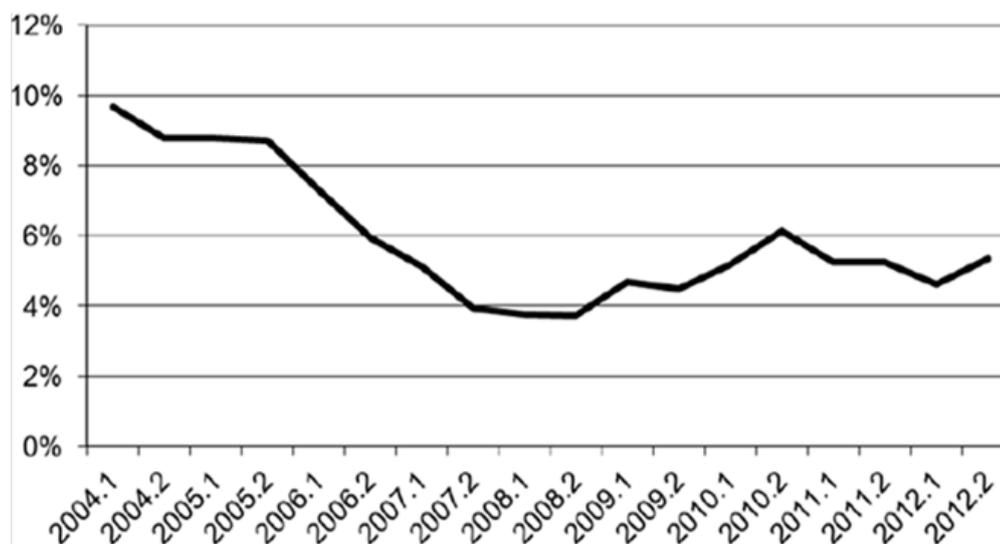


Fig. 14 – Indice di *affordability* per il totale delle famiglie italiane (Rapporto immobiliare 2013, Osservatorio Mercato Immobiliare, Agenzia delle Entrate e Associazione Bancaria Italiana).

La situazione in Lombardia

In primo luogo occorre considerare che il prezzo delle abitazioni in Lombardia è cresciuto dal 2004 al 2012 con un tasso annuo medio inferiore all'1%, contro un valore medio del nord Italia pari 1,7% e un valore nazionale pari al 3% (Fig. 15).

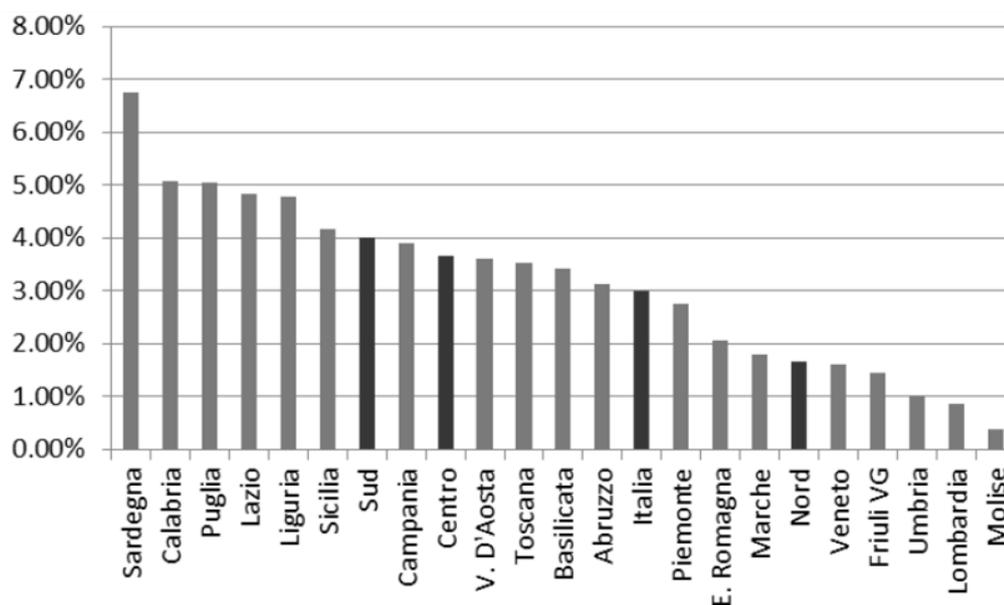


Fig. 15 – Crescita del costo dell'abitazione - Variazione % media annua tra il 2004 e il 2012 (Rapporto immobiliare 2013, Osservatorio Mercato Immobiliare, Agenzia delle Entrate e Associazione Bancaria Italiana).

Nel 2012 la variazione del costo rispetto all'anno precedente è risultata negativa: -2,8% a livello nazionale, -2,9% a livello di regione Lombardia. Il 2012 è stato il primo anno nel quale si è assistito a una riduzione dei costi significativa (-3%).

Accanto ad una crescita media modesta del costo dell'abitazione, si registra una riduzione del reddito disponibile per famiglia, più marcata rispetto a quanto non sia avvenuto a livello nazionale. Infatti, la variazione percentuale media annua del reddito disponibile calcolata tra il 2004 e il 2012 per la Lombardia è pari a -0,4%, mentre a livello nazionale il tasso si attesta intorno a -0,12% (Fig. 16).

Combinando le due informazioni si ricava che una famiglia lombarda necessita di poco meno di 4 annualità di reddito per l'acquisto della casa, valore sostanzialmente allineato al dato nazionale.

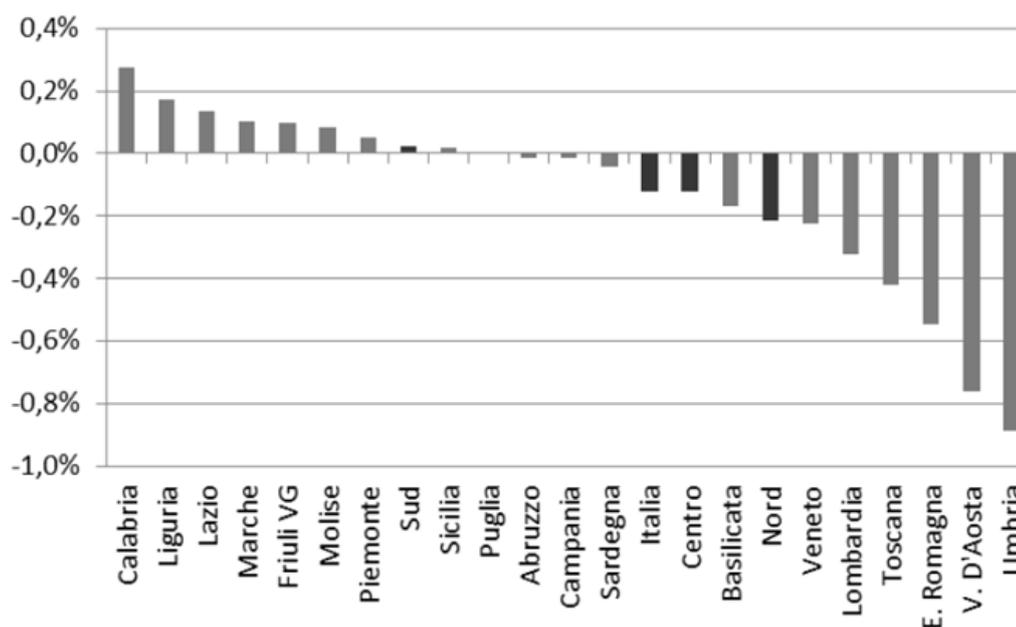


Fig. 16 – Crescita del reddito disponibile per la famiglia - Variazione % media annua 2004 – 2012 (Rapporto immobiliare 2013, Osservatorio Mercato Immobiliare, Agenzia delle Entrate e Associazione Bancaria Italiana).

Nella Fig. 17 è riportato l'andamento dell'indice di affordability delle famiglie lombarde, che si allinea all'andamento medio delle regioni del Nord Italia. Il valore di tale indicatore diminuisce nel tempo. Nel 2012 si è attestato intorno al 6% (diminuendo rispetto all'anno precedente) nonostante la riduzione del costo della casa del 3%.

Va inoltre sottolineato che l'affordability viene calcolata su dati medi e, seppure l'indice si mantenga sempre maggiore di zero, la percentuale delle famiglie per cui l'acquisto dell'abitazione è accessibile si sta riducendo: da un valore superiore al 60% nel 2004 si arriva a poco più del 50% nel 2012, dopo avere toccato picchi del 45% intorno al 2008.

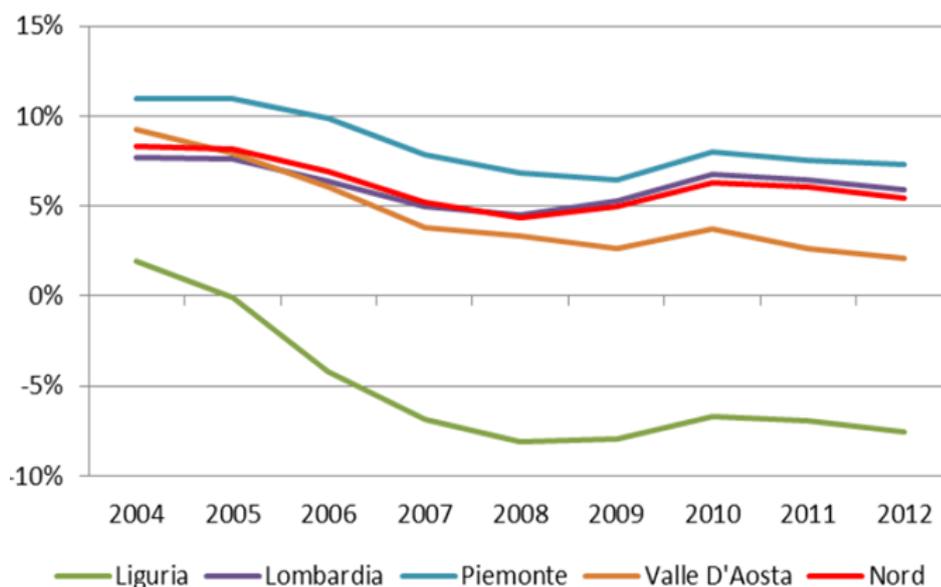


Fig. 17 – Indice di affordability nelle regioni del Nord Ovest (Rapporto immobiliare 2013, Osservatorio Mercato Immobiliare, Agenzia delle Entrate e Associazione Bancaria Italiana).

4.6 L'indicatore di accessibilità per la riqualificazione energetica della casa (*energy affordability*)

L'indice di *affordability* è utilizzato per definire la disponibilità ad acquistare un bene immobile, ma rappresenta anche la capacità di accedere economicamente ad un bene, in questo specifico caso l'abitazione.

Le variabili in gioco per l'acquisto di una casa sono la rata del mutuo necessario per l'acquisto e il reddito disponibile relativo al periodo a cui la rata è riferita. Il rapporto limite è al 30%, percentuale sotto la quale si ritiene accessibile l'acquisto, viceversa il peso della rata è giudicato insostenibile rispetto al reddito.

L'indicatore di *affordability* potrebbe risultare molto significativo per comprendere appieno la predisposizione della popolazione a realizzare misure di efficientamento, soprattutto in funzione dell'attuazione di linee a supporto, quali ad esempio quelle relative agli sgravi fiscali governativi o altre misure a livello locale (ad esempio collegate agli strumenti urbanistici comunali). In questo caso si potrebbe parlare di *energy affordability*, indicatore che misura l'accessibilità per la riqualificazione energetica.

Pur non essendo oggetto specifico di questo studio, l'*energy affordability* ne rappresenta la necessaria premessa per avanzare ipotesi di riqualificazione. In questa prospettiva, alla valutazione di un indicatore quantitativo, che rappresenti la capacità di spesa effettiva di una famiglia media lombarda, si possono associare le informazioni derivanti da indagini demoscopiche⁹.

⁹ Si veda ad esempio lo studio effettuato da ISPO Ricerche s.r.l. per conto di Domotecnica nell'ambito dell'Osservatorio sull'efficienza energetica.

Secondo questo sondaggio circa l'83% delle famiglie intervistate ritiene che oggi non sia il momento giusto per effettuare investimenti in efficienza energetica nella propria abitazione. Questo valore così elevato è chiaramente legato alla perdurante congiuntura economica di crisi. Emerge tuttavia anche che il 12,4% delle famiglie lombarde avrebbe intenzione di effettuare interventi migliorativi nella propria abitazione, dichiarandosi disponibile a investire mediamente da 5.000 euro fino ad un massimo di circa 10.000 euro. Gli interventi più rappresentati sono la sostituzione di caldaie e di infissi. Questi risultati sono in linea con quanto emerge dall'andamento degli interventi previsti dalla misura di defiscalizzazione statale (ex 55%, ora 65%) che, per come è ad oggi strutturata, non consente di realizzare interventi più consistenti (quali, ad esempio, la cappottatura degli edifici) tali da comportare anche risparmi energetici di rilievo. Inoltre il campione intervistato percepisce l'importanza della diagnosi energetica: a fronte di un check-up energetico nelle proprie abitazioni, il 41,2% delle famiglie valuterebbe con attenzione le proposte di intervento e l'idea di realizzarle, mentre poche famiglie di più sarebbero interessate anche a conoscere le soluzioni suggerite.

È evidente quindi che, accanto a politiche di incentivazione e defiscalizzazione, debbano essere attivate iniziative di incremento della conoscenza della situazione energetica del patrimonio edilizio privato.

5 Misure di riqualificazione energetica: analisi e valutazioni economiche

5.1 La riqualificazione importante verso gli edifici a consumo quasi zero

L'obiettivo dettato dall'Unione Europea agli Stati Membri è quello di mirare ad una drastica riduzione dei gas climalteranti; numerosi studi hanno identificato il livello di riduzione efficace sotto il profilo costi-benefici, puntando ad una percentuale di riduzione delle emissioni al 2050, rispetto ai livelli del 1990, che va dall'88% al 91%.

Un radicale cambiamento nel trend delle emissioni climalteranti costituisce l'unica soluzione per evitare i danni irreversibili causati dal "climate change", così come confermato dagli studi dell'*Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* e dell'*International Energy Agency (IEA)*.

Un minor consumo di energia da fonti fossili costituisce inoltre una misura che va nella direzione di una maggior sicurezza nell'approvvigionamento energetico (riduzione della dipendenza energetica) nonché di riduzione della spesa pubblica. E' opportuno infatti ricordare che i Paesi europei spendono circa 355 miliardi di Euro all'anno per importare petrolio e gas da utilizzare per soddisfare la propria domanda energetica.

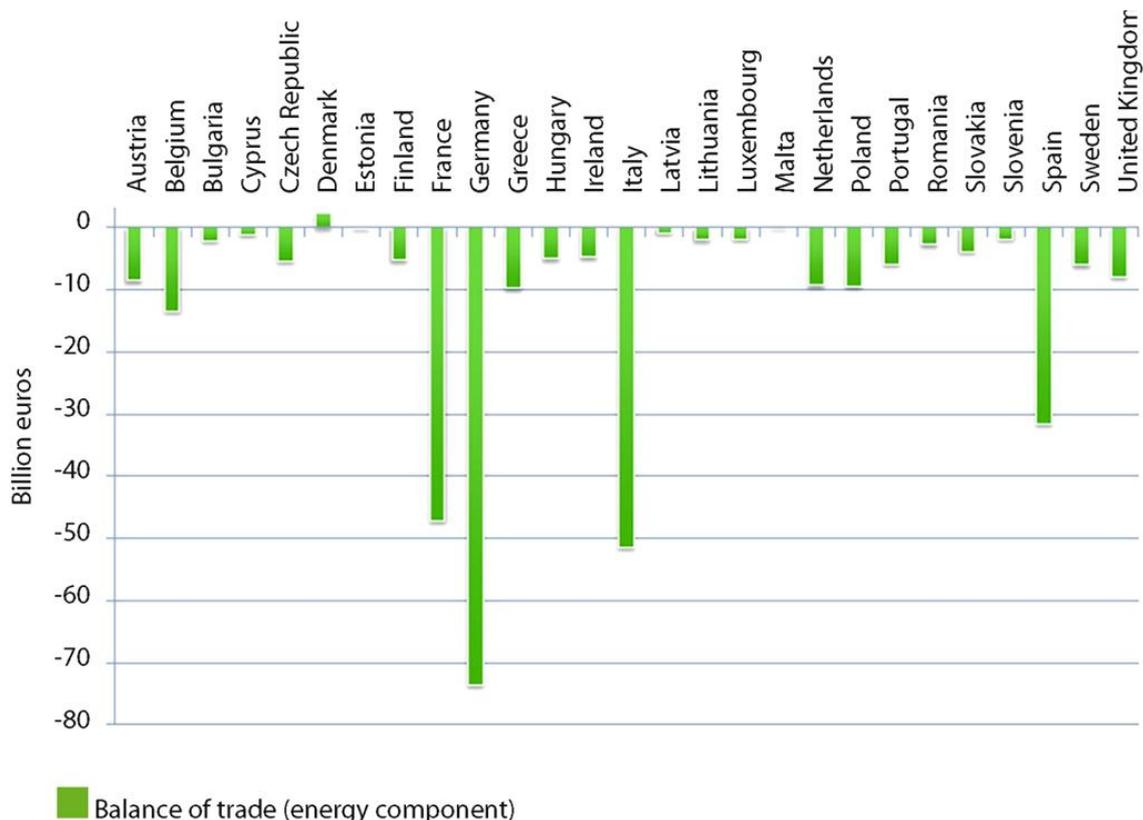


Fig. 18 – Dipendenza energetica degli Stati UE (Agenzia Internazionale per l'Energia, EUROSTAT).

Poiché il settore edilizio in Europa è responsabile da solo di circa il 40% del consumo energetico totale e del 36% delle emissioni climalteranti, il raggiungimento di tali obiettivi non può prescindere da una massiccia azione sullo stock edilizio, pena il fallimento dei target prefissati.

Le misure di intervento sul settore edilizio possono riassumersi in tre macro-categorie:

- 1) riduzione dei consumi energetici degli edifici di nuova costruzione;
- 2) riduzione dei consumi energetici degli edifici esistenti;
- 3) utilizzo delle fonti rinnovabili per la copertura dei consumi energetici degli edifici.

In tale ottica l'Unione Europea ha trsguardato il futuro imponendo agli Stati Membri parametri stringenti per le nuove costruzioni, introducendo il concetto di "edificio a consumo quasi zero".

La Direttiva 2010/31/UE (EPBD Recast) sulle prestazioni energetiche degli edifici, all'articolo 9, prevede che *"entro il 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione siano edifici a energia quasi zero; e a partire dal 31 dicembre 2018 gli edifici di nuova costruzione occupati da enti pubblici e di proprietà di questi ultimi siano edifici a energia quasi zero"*. La stessa Direttiva definisce gli edificio a consumo quasi zero come *"edificio ad altissima prestazione energetica, determinata conformemente all'Allegato I. Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze"*.

Si impone quindi uno standard unico a livello europeo, dettato da un'analisi di costi ottimali, che indirizzi il mercato delle nuove costruzioni verso prestazioni ancor più spinte, caratterizzate innanzitutto da un basso fabbisogno, da una progettazione energeticamente consapevole e da un significativo utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili nella copertura dei consumi di energia. Nell'ambito del processo di recepimento della Direttiva europea, è prevista la possibilità per gli Stati Membri di migliorare tali obiettivi o di anticiparne le scadenze. Ciò è proprio quanto è stato fatto da Regione Lombardia che, con la Legge regionale n. 7 del 2012, ha previsto l'applicazione dei limiti di fabbisogno energetico relativi agli edifici ad energia quasi zero al 31 dicembre 2015, estendendone l'applicabilità all'intero patrimonio edilizio, pubblico e privato.

Seppur con le difficoltà a cui prima si accennava, gli interventi sul patrimonio edilizio esistente costituiscono la parte più importante e promettente delle politiche di riduzione dei consumi energetici nel settore civile. Se si considerano le statistiche sulla consistenza del patrimonio edilizio, gli edifici costruiti prima del 1960 rappresentano circa il 37% del totale nei Paesi dell'Europa mediterranea (la metà degli edifici è stata comunque realizzata tra il 1960 ed il 1990). Questi numeri diventano ancor più importanti all'interno territorio italiano, dove il 40% degli edifici è stato edificato prima del 1960 ed il 53% tra gli Anni Sessanta e gli Anni Novanta del secolo precedente.

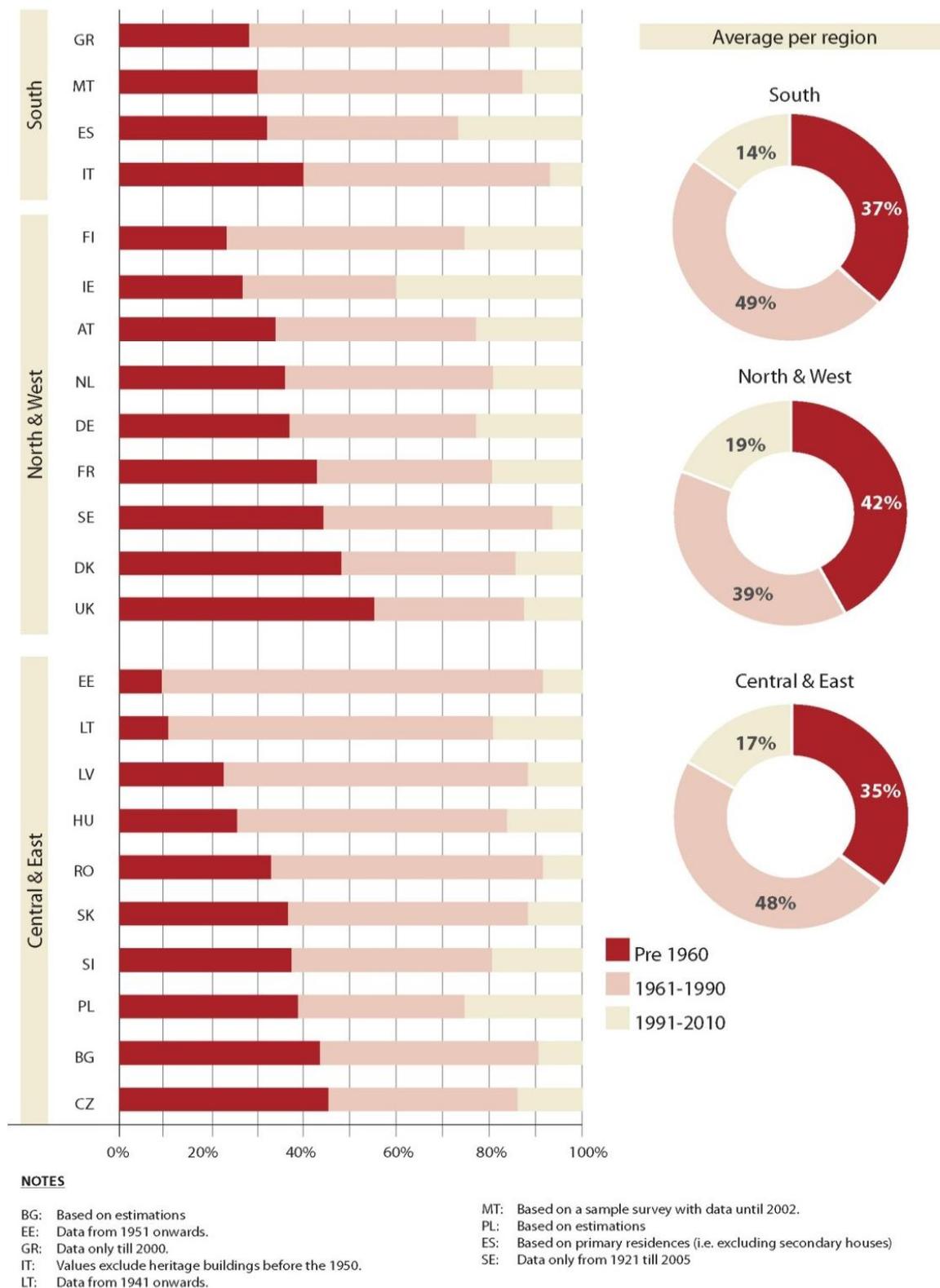


Fig. 19 – Età del patrimonio edilizio residenziale nei Paesi UE (BPIE).

La realizzazione di questo imponente potenziale di risparmio energetico, insito nel patrimonio edilizio esistente, è il principale obiettivo che si è posta l'Unione Europea con la Direttiva

2012/27/UE sull'efficienza energetica: all'articolo 5 "Ruolo esemplare degli edifici pubblici" viene prescritto che, a partire dal 2014, debba essere ristrutturato annualmente almeno il 3% degli edifici di proprietà pubblica, dando priorità a quelli con le più basse prestazioni energetiche.

Tali misure obbligatorie per il settore pubblico vanno oltre il mero risultato che può essere conseguito agendo su una quota comunque limitata degli edifici esistenti. Questi interventi devono servire da esempio per l'intero comparto edilizio e costituiscono uno strumento di promozione di politiche a lungo termine rivolte a incentivare gli interventi di efficientamento energetico.

5.2 Gli interventi sull'involucro

5.2.1 Isolamento termico dell'involucro opaco

I componenti opachi, rappresentando l'elemento di confine tra gli ambienti interni ed esterni più estesi in termini di superficie, costituiscono potenzialmente il maggior mezzo di scambio termico con l'esterno. E' quindi fondamentale prevedere un'adeguata protezione termica che possa minimizzare le dispersioni di calore e favorire le condizioni di comfort interno.

L'analisi del Database ENEA relativo alle pratiche per gli interventi di riqualificazione energetica che hanno beneficiato della detrazione del 55% negli anni 2010-2012, indica un costo medio d'intervento che varia dai 20 ai 100 Euro/m², in relazione alla tipologia di superficie da coibentare, e che può raggiungere un costo limite superiore di 240 Euro/m² superiore in alcuni casi (per esempio in presenza di tetti a falda).

CATEGORIA	TIPOLOGIA INTERVENTO	COSTO EURO/M ²	RANGE EURO/M ²
Superfici orizzontali o inclinate	<i>Tetti a falda</i>	100	30-240
	<i>Pavimenti</i>	40	10-100
	<i>Solai</i>	20	10-100
Superfici verticali	<i>Superfici verticali</i>	100	30-200

Tab. 4 – Costo d'intervento di coibentazione (Database Interventi 55%, ENEA).

Passando all'esame dei dati riportati nel documento "Applicazione della metodologia di calcolo dei livelli ottimali in funzione dei costi per i requisiti minimi di prestazione energetica (Direttiva 2010/31/UE art. 5)" (di seguito più brevemente come "Documento MiSE")¹⁰, redatto da CTI (Comitato Termotecnico Italiano), ENEA ed RSE (Ricerca Sistema Energetico), risulta ancor più evidente la variabilità del costo di intervento in relazione alla tipologia di superficie sulla quale si

¹⁰ Il documento redatto da CTI (Comitato Termotecnico Italiano), ENEA e RSE (Ricerca Sistema Energetico) è stato inviato dal Ministero dello Sviluppo Economico alla Commissione Europea nel luglio 2013.

interviene, alle prestazioni che si intendono raggiungere, ma soprattutto alla modalità di intervento.

CATEGORIA	TIPOLOGIA INTERVENTO	TIPOLOGIA ISOLAMENTO	COSTO EURO/M ² (PRESTAZIONI STANDARD)	COSTO EURO/M ² (ALTE PRESTAZIONI)
Superfici orizzontali	Tetti in legno	Dall'esterno	45	64
		Dall'esterno	60	77
	Tetti in latero-cemento	Dall'esterno	30	42
		Dall'esterno	50	65
	Basamenti Primo solaio	Dall'esterno	80	95
		Dall'interno	17	26
Basamenti Solaio contro terra	Dall'interno	17	26	
Superfici verticali	Superfici verticali	Dall'esterno	90	132
		Dall'interno	65	108
		In intercapedine	15	19

Tab. 5 – Costi di intervento per coibentazione (Documento MiSE, Applicazione metodologia di calcolo dei livelli ottimali in funzione dei costi per i requisiti minimi di prestazione energetica, CTI – ENEA – RSE).

I dati qui evidenziati trovano ulteriore conferma nella trattazione condotta nell'Energy Efficiency Report 2013, elaborato dall'Energy & Strategy Group del Politecnico di Milano.

CATEGORIE DI MATERIALI	MATERIALI <i>ad hoc</i> PER L'ISOLAMENTO	CONDUTTIVITÀ TERMICA [W/mK]	POSSIBILI APPLICAZIONI *	COSTO materiale per 1cm di strato isolante [€/m ²]
Materiali isolanti organici sintetici	Polietilene espanso	0,030 - 0,045	FE,TT,II,PS,CE,SI,PE,AC,PI	1,5 - 3
	Polistirene estruso	0,029 - 0,040	FE,TT,II,PS,CE,SI,PE,AC,PI	2,2 - 4
	Poliuretano espanso	0,020 - 0,030	TT,II,CE,PE,PI,AC	1,5 - 3
	Poliestere in fibra e polietilene espanso	0,035 - 0,055	TT,II,CE,PE,AC	1,3 - 2,1
Materiali isolanti organici naturali	Fibra di legno	0,038 - 0,045	TT,II,CE,PE,AC	2 - 2,5
	Fibra di cellulosa	0,037 - 0,042	TT,II,CE,PE,AC,PI	1,8 - 2,5
	Sughero	0,037 - 0,050	TT,II,CE,PE,TB,AC	1,4 - 2,3
Materiali isolanti inorganici naturali	Argilla espansa	0,010 - 0,030	PS,CE,PE,PI,AF,DD,ID,KB	n.d.
	Perlite	0,040 - 0,060	FE,TT,II,PS,CE,SI,PE,TB,AC,PI,DD,ID,KB	0,9 - 3
	Vermiculite	0,045 - 0,070	FE,TT,II,PS,CE,SI,PE,TB,AC,PI,DD,KB	3,5 - 4,4
	Pomice	0,1	TT,II,CE,PE,TB,AC	1,8 - 3,2
Materiali isolanti inorganici sintetici	Lana di vetro	0,030 - 0,050	FE,TT,II,PE,CE,SI,PE,TB,AC,PI	1,2 - 3,5
	Lana di roccia	0,025 - 0,050	FE,TT,II,SE,PS,CE,SI,PE,PI	1,8 - 4,5
	Vetro cellulare espanso	0,038 - 0,050	FE,TT,II,SE,PS,CE,SI,PE,PI	1,5 - 2,6

(*): FE facciata esterna, TT tetto, II isolamento interno, SE parete scantinato esterna, PS pavimento scantinato, CE isolamento d'intercapedine parete esterna, SI parete scantinato interna, PE soffitto piano più elevato, TB isolamento tubazioni, AC isolamento acustico anti calpestio, PI soffitto inferiore.

Tab. 6 – Costo materiali per coibentazione (Energy Efficiency Report 2013 – Energy Strategy Group).

Su queste basi è possibile affermare che un intervento di coibentazione su pareti verticali, che consenta di ottenere le prestazioni termo-fisiche attualmente richieste dalla normativa, ha un costo variabile tra 15 e 90 Euro/m². Il range è giustificato dalle diverse possibilità di posa in opera del materiale coibente, con i differenti costi che ne derivano. Qualora si vogliano raggiungere prestazioni più elevate, ovvero trasmittanze inferiori a quelle richieste in modo vincolante dalla normativa in essere, i costi si attestano su un range che va da 20 a 130 Euro/m² di superficie interessata dall'intervento. Analogamente, analizzando gli interventi di coibentazione su superfici di definizione orizzontali e inclinate (basamenti, solai e tetti), i costi variano tra 17 e 80 Euro/m² per un intervento standard; diversamente, un intervento che consenta di ottenere prestazioni superiori ha costi che variano da 26 a 95 Euro/m².

5.2.2 Serramenti vetrati

I serramenti costituiscono il componente più delicato dell'involucro di un edificio in quanto devono soddisfare ad un tempo i requisiti di trasparenza necessari per assicurare il giusto illuminamento interno ed i requisiti di isolamento termico per evitare eccessive dispersioni di calore. Il database ENEA presenta costi medi di intervento che variano da 450 a 750 Euro/m² in funzione della tipologia di infisso, con un picco massimo di 1.800 Euro/m² (dati che trovano conferma nel documento del Ministero dello Sviluppo Economico).

CATEGORIA	TIPOLOGIA INTERVENTO	COSTO Euro/m ²	RANGE Euro/m ²
Serramenti	Infissi (totale)	500	250-1.000
	Infissi - Legno	550	150-1.150
	Infissi - Metallo, no taglio termico	500	250-1.800
	Infissi - Metallo, taglio termico	500	200-1.150
	Infissi - Misto	750	450-1.150
	Infissi - PVC	450	250-950

Tab. 7 – Costo sostituzione serramenti (Database interventi 55%, ENEA).

L'Energy Efficiency Report del 2013 consente di approfondire il dettaglio dei costi d'infisso in funzione della tipologia di telaio e di vetro utilizzati.

TIPOLOGIA VETRATA	PREZZO [EURO/ANTA (DIMENSIONI 80 CM X 120 CM)]
Metallo [taglio termico] – doppio	250 - 650
Metallo [taglio termico] – triplo	300 - 800
Metallo [taglio termico] – controllo solare	400 - 900
Metallo [taglio termico] – basso emissivo	500 - 1.000
Legno – doppio	350 - 500
Legno – triplo	400 - 600
Legno - controllo solare	350 - 500
Legno - basso emissivo	300 - 500
PVC – doppio	150 - 260
PVC – triplo	250 - 350
PVC - controllo solare	250 - 350
PVC - basso emissivo	250 - 350

Tab. 8 – Costo sostituzione serramenti (Energy Efficiency Report 2013 – Energy Strategy Group).

Quindi come parametro di riferimento si può assumere un costo pari a circa 400 Euro/m² per un infisso con trasmittanza globale pari a circa 2,0 W/m²K, compatibile con le attuali prescrizioni legislative. Per raggiungere prestazioni più elevate, pari a circa 1,2 W/m²K, il costo parametrico cresce invece fino a circa 500 Euro/m².

5.3 Gli interventi sugli impianti

5.3.1 Caldaie a condensazione

La caldaia costituisce l'elemento principale di un impianto termico in quanto trasforma l'energia dei combustibili in calore che viene ceduto al fluido termovettore, il quale servirà per assicurare il servizio di riscaldamento o acqua calda sanitaria. La tecnologia presente nelle caldaie a condensazione non fa altro che sfruttare il calore latente di condensazione contenuto nei fumi tramite l'inserimento di uno scambiatore fumi-acqua. In tal modo è possibile recuperare una quota energetica che fa sì che il rendimento della caldaia a condensazione sia superiore di circa il 10% rispetto a quella tradizionale.

Le detrazioni fiscali del 55% riguardano anche gli interventi di installazione di caldaie a condensazione, pertanto il database ENEA consente di estrarre un costo medio di installazione, pari a circa 200 Euro per chilowatt di potenza termica installata. Al crescere della taglia dell'impianto anche il costo parametrico per kW si incrementa, da cui deriva il range di variabilità tra 100 e 350 Euro/kW (variabilità confermata anche dai dati riportati nell'Energy Efficiency

Report 2013, anche se con un valore massimo che raggiunge i 500 Euro/kW). I costi medi qui considerati sono confermati dal documento MiSE, a conforto della convinzione che il costo di una caldaia a condensazione, comprensivo di ogni onere, corrisponde a circa 200 Euro per ogni kW di potenza termica installata.

TIPOLOGIA INTERVENTO	COSTO EURO/KW	RANGE EURO/KW
Caldaie a condensazione	200	100-350

Tab. 9 – Costo caldaie a condensazione (Database interventi 55% ENEA).

TIPOLOGIA INTERVENTO	RANGE DI TAGLIA (kW _{TH})	COSTO (EURO/kW _{TH})
Caldaie a condensazione	3 - 30	50 – 200
	31 – 100	200 – 300
	> 100	300 - 500

Tab. 10 – Costo caldaie a condensazione (Energy Efficiency Report 2013 – Energy Strategy Group).

TIPOLOGIA INTERVENTO	ALIMENTAZIONE	COSTO EURO/KW
Caldaie a condensazione	Gas naturale	200

Tab. 11 – Costo caldaie a condensazione (Documento MiSE 2013).

5.4 L'uso di fonti rinnovabili

5.4.1 Pompe di calore

Tra le tecnologie impiantistiche di più recente diffusione figurano le pompe di calore, apparecchiature utilizzate per riscaldare un fluido termovettore tramite il trasferimento di calore prelevato dall'ambiente. Il processo è energivoro, ma risulta comunque conveniente in quanto l'energia che viene trasferita al fluido da riscaldare è maggiore rispetto a quella spesa e ciò proprio grazie al prelievo gratuito di energia dall'ambiente.

Il database ENEA evidenzia come mediamente il costo di un impianto a pompa di calore (escludendo quelle allacciate ad impianti geotermici) si aggiri intorno ai 500 Euro per kW termico installato. Gli impianti geotermici arrivano ad una media di 2.000 Euro/kW con punte di 3.000 Euro/kW. Il documento del MiSE conferma il dato, circoscrivendolo alla sola tipologia di pompe di calore aerotermiche, ed aggiunge il costo medio per le pompe di calore geotermiche, che arriva ai 2.000 Euro/kW. I dati contenuti nell'Energy Efficiency Report 2013 consolidano il dato medio per le pompe di calore aerotermiche (a compressione), limitano il costo delle geotermiche (al di sotto di 1.500 Euro/kW) ed introducono i costi delle pompe di calore ad acqua, nonché delle pompe di calore ad assorbimento.

TIPOLOGIA INTERVENTO	COSTO EURO/kW	RANGE EURO/kW
Pompe di calore	500	250-1.250
Impianti geotermici	2.000	1.000-3.000

Tab. 12 – Costo pompe di calore (Database interventi 55%, ENEA).

POMPE DI CALORE A COMPRESSIONE			
SORGENTE	COP	EER	PREZZO EURO/kWEL
Aria	3 – 4,5	2 – 3,5	350 – 700
Acqua	4 – 5	3 – 4	400 – 750
Terra	3,9 – 4,8	2,6 – 3,5	800 – 1.500
POMPE DI CALORE AD ASSORBIMENTO			
SORGENTE	GUE	PREZZO EURO/kWEL	
Aria	1,3 - 1,5	400 – 700	
Acqua	1,4 – 1,75	480 – 750	
Terra	1,4 – 1,75	950 – 1.700	

COP = Coefficient of Performance

EER = Energy Efficiency Ratio

GUE = Gas Utilization Efficiency

Tab. 13 – Costo pompe di calore (Energy Efficiency Report 2013 – Energy Strategy Group)

TIPOLOGIA INTERVENTO	FONTE CALORE	COSTO EURO/kW
Pompe di calore	Aerotermitiche	500
	Geotermitiche	2.000

Tab. 14 – Costo pompe di calore (Documento MiSE 2013).

Dall'elaborazione dei dati analizzati emerge come il costo parametrico di una pompa di calore si attesti in una forbice che varia tra i 250 e i 500 Euro/kW per le pompe di calore aerotermitiche fino ai 2.000 Euro/kW per le pompe di calore geotermitiche. Per queste ultime l'extra-costò è giustificato dalle opere necessarie (ad esempio le perforazioni) e dal maggior livello di complessità impiantistica.

5.4.2 Caldaia a biomassa/pellet

L'evoluzione della tradizionale stufa a legna ha portato all'attuale tecnologia utilizzata nelle caldaie a biomassa ad alta efficienza e alle caldaie a pellet. Il pellet è costituito da segatura e scarti della lavorazione del legno pressati in modo da assumere la forma di piccoli cilindri della lunghezza di un paio di centimetri. Tale combustibile ha la caratteristica di bruciare completamente, riducendo quindi la formazione di ceneri e, essendo costituito da materiale legnoso, può essere considerata una fonte rinnovabile.

I costi di intervento per l'installazione di una caldaia a biomassa si inseriscono all'interno di un range che varia tra i 150 ed i 400 Euro/kW, con un costo medio evidenziato dal database ENEA (nel DB ENEA si parla di caldaie a biomassa) e dal documento MiSE che si aggira sui 250 Euro/kW di potenza termica installata. I dati pubblicati dall'Energy & Strategy Group all'interno del documento Biomass Energy Executive Report 2012, riportano specificatamente il costo di investimento di una caldaia a pellet, di potenza compresa fra 20 e 100 kW, che varia tra i 600 e i 400 Euro/kW.

TIPOLOGIA INTERVENTO	COSTO EURO/KW	RANGE EURO/KW
Caldaie a biomassa	200	100-350

Tab. 15 – Costo caldaie a biomassa (Database interventi 55%, ENEA).

TIPOLOGIA INTERVENTO	COSTO EURO/KW
Caldaie a pellet – 20 kWth	600
Caldaie a pellet – 100 kWth	400
Caldaie a biomassa – 1 MWth (impianti di grande taglia)	1.400
Caldaie a biomassa – 8 MWth (impianti di grande taglia)	1.300

Tab. 16 – Costo caldaie a pellet e a biomassa (Biomass Energy Executive Report 2012 – Energy Strategy Group).

TIPOLOGIA INTERVENTO	ALIMENTAZIONE	COSTO EURO/KW
Caldaie a biomassa	Biomassa legnosa	250

Tab. 17 – Costo caldaie a biomassa (Documento MiSE 2013).

Incrociando quindi i dati disponibili, si può affermare che il costo di caldaia a biomassa e a pellet si attesta tra i 200 e i 600 Euro per kW di potenza termica installata.

5.4.3 Solare termico

I collettori solari sono apparecchiature che consentono di incamerare il calore contenuto nella radiazione solare e di cederlo ad un fluido termovettore. Sono sostanzialmente di due tipologie:

- ➔ collettori piani vetrati, dove il radiatore si trova all'interno di un pannello vetrato che cattura e trattiene la radiazione solare;
- ➔ collettori a tubi sottovuoto, composti da tubi di vetro sottovuoto all'interno del quale si trova l'assorbitore.

L'analisi incrociata del Database interventi 55% ENEA e del documento MiSE evidenzia come il costo di un impianto solare termico sia dettato dalla tipologia dei collettori: si va dai 1.000 Euro/m² per i collettori piani vetrati ai 1.500-1.800 Euro/m² per i collettori sottovuoto, con un costo medio che si aggira quindi sui 1.200 Euro/m². Dai dati presenti all'interno del *Solar Energy Report*, pubblicato dall'Energy & Strategy Group del Politecnico di Milano nel 2012, emerge come il costo "chiavi in mano" di un impianto solare termico "tipo" (bollitore con una capacità di circa 300 litri e una superficie media dei collettori piani vetrati di 5 m², ideale per una famiglia di quattro persone), sia pari a circa 5.500 Euro (ovvero 1.100 Euro/m²). Il costo può variare di circa il 10% in relazione alla qualità dei materiali utilizzati, così come può crescere di circa 1.000-1.500 Euro nel caso in cui sia prevista l'integrazione con l'impianto di riscaldamento preesistente.

TIPOLOGIA INTERVENTO	COSTO EURO/M ²	RANGE EURO/M ²
Solare Termico	1.200	700-1.800

Tab. 18 – Costo solare termico (Database interventi 55%, ENEA).

TIPOLOGIA INTERVENTO	COSTO EURO/M ²
Solare termico solo ACS	1.100
Solare termico con allacciamento impianto termico	2.100 – 2.600

Tab. 19 – Costo solare termico (Solar Energy Report 2012 – Energy Strategy Group).

TIPOLOGIA INTERVENTO	TIPOLOGIA IMPIANTO	COSTO EURO/M ²
Solare Termico	Piano vetrato	1.000
	Sottovuoto	1.500

Tab. 20 – Costo solare termico (Documento MiSE 2013).

Nello studio dell'Energy Strategy group si riporta il peso dei singoli componenti sul costo "chiavi in mano" (Fig. 20). E' evidente come la quota preponderante (circa il 64%) sia da addebitare al collettore ed al costo di installazione dell'impianto solare, mentre il costo del sistema di accumulo e di tutti gli altri componenti (circuito idraulico, centralina, sistema di controllo, scambiatore e sistema di pompaggio) rappresenti circa il 31% del totale.

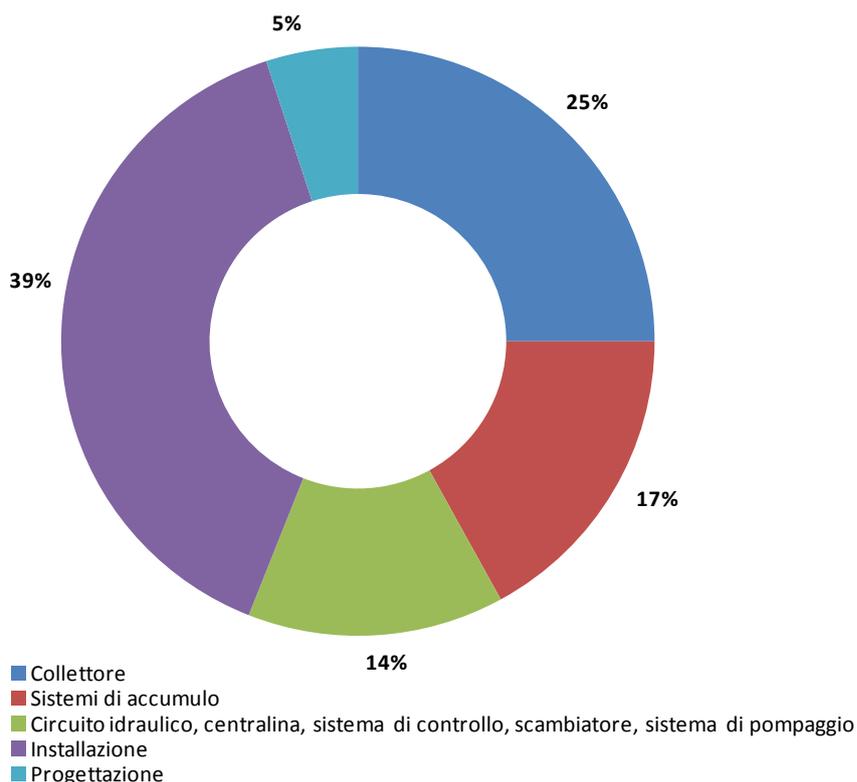


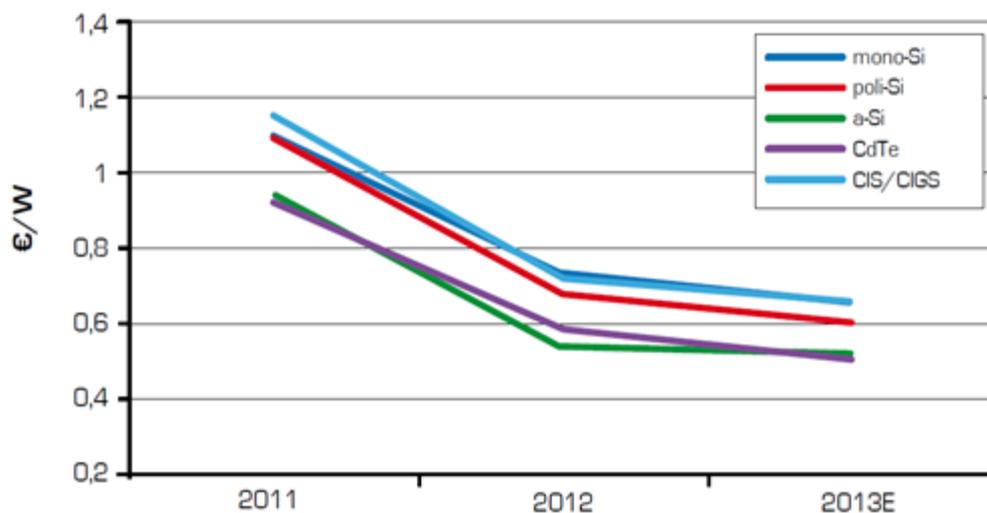
Fig. 20 – Ripartizione del costo “chiavi in mano” di un impianto solare termico con collettori piani vetriati (Solar Energy Report 2012 – Energy Strategy Group).

Tenendo in debita considerazione anche il recente Energy Efficiency Report 2013, si può quindi affermare che il costo medio di installazione dei collettori piani vetriati corrisponde a circa 1.000 Euro/m², mentre un’installazione di collettori sottovuoto ha un costo di circa 1.700 Euro/m², chiavi in mano, IVA inclusa.

5.4.4 Solare fotovoltaico

Gli impianti fotovoltaici consentono di trasformare la radiazione solare in energia elettrica sfruttando il cosiddetto “effetto fotovoltaico” (o effetto fotoelettrico).

Come evidenziato dal Solar Energy Report 2013, in continuità con il trend degli ultimi anni, anche nel 2013 i costi “chiavi in mano” degli impianti fotovoltaici hanno subito una riduzione, differenziata in relazione alla taglia di impianto. Gli impianti da 3 kW si attestano su un valore pari a circa 2.500 Euro/kWp, con una riduzione rispetto allo stesso periodo dell’anno precedente di oltre il 20%; i costi per impianti da circa 200 kW sono pari a circa 1.500 Euro/kWp in contrazione del 19% rispetto a dicembre 2011; gli impianti di taglia pari a 1 MW si attestano sui 950 Euro/kWp, con una riduzione pari al 35% su base annua.



NOTA: le tipologie di moduli sono: silicio monocristallino mono-Si; silicio policristallino poli-Si; silicio amorfo a-Si; Tellururo di Cadmio CdTe; Diseleniuro di Indio/Gallio e Rame CIS/CIGS.

Fig. 21 – Andamento del prezzo medio dei moduli nel mercato UE (Solar Energy Report 2013 – Energy Strategy Group).

Si è inoltre assistito ad una rimodulazione della ripartizione dei costi dei singoli componenti di impianto rispetto al costo complessivo. La distribuzione percentuale presenta, anche in questo caso, delle specificità in funzione della taglia d'impianto. Basti pensare, ad esempio, al costo dei moduli fotovoltaici, che rappresenta il 29% del costo di un impianto da 3 kW, il 36% del costo di un impianto da 200 kW e ben il 48% di un impianto da 1 MW.

Il costo di un impianto fotovoltaico "chiavi in mano" varia quindi dai circa 2.500 Euro/kWp per impianti da 3 kW, fino ai 1.500 Euro/kWp per impianti da 200 kW di potenza; per impianti di grossa taglia si arriva invece a circa 950 Euro/kWp.

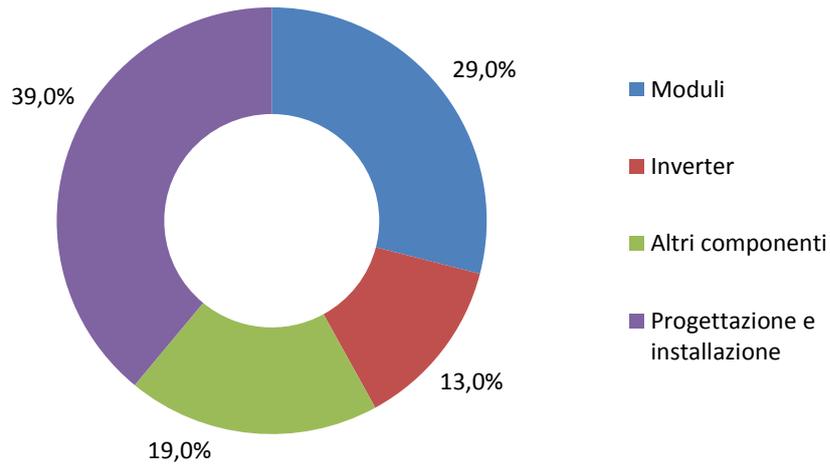


Fig. 22 – Ripartizione del costo d'investimento per impianti da 3 kW
 Fonte: Solar Energy Report 2013 – Energy Strategy Group.

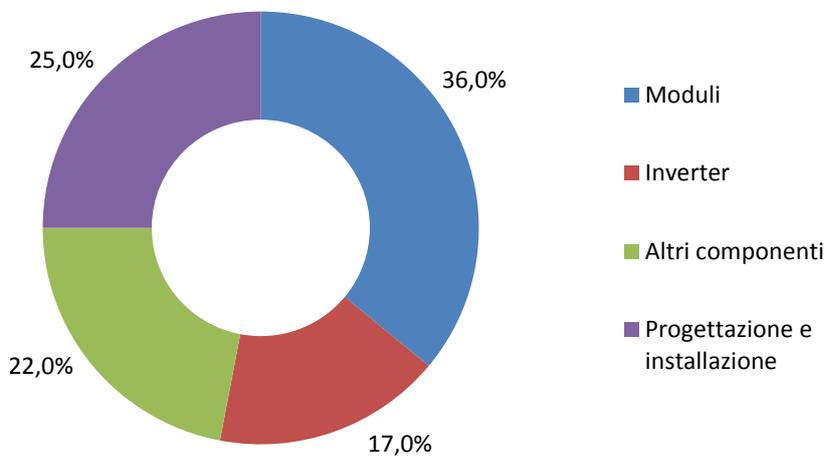


Fig. 23 – Ripartizione del costo d'investimento per impianti da 200 kW
 Fonte: Solar Energy Report 2013 – Energy Strategy Group.

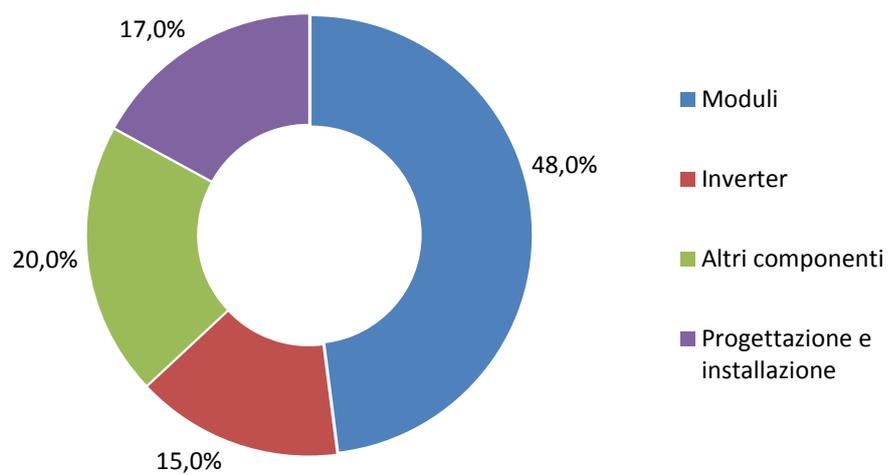


Fig. 24 – Ripartizione del costo d'investimento per impianti da 1 MW
 Fonte: Solar Energy Report 2013 Energy Strategy Group.

In Tab. 21 si riporta un quadro sinottico relativo ai costi delle diverse categorie d'intervento illustrate nei paragrafi precedenti.

CATEGORIA	TIPOLOGIA INTERVENTO	PRESTAZIONI/TAGLIA D'IMPIANTO	COSTO EURO/M ²
Coibentazione	Superfici verticali	Prestazioni standard	15 ÷ 90
		Alte prestazioni	20 ÷ 130
Coibentazione	Superfici orizzontali	Prestazioni standard	17 ÷ 80
		Alte prestazioni	26 ÷ 95
Serramenti	Infissi esterni	Prestazioni standard	400
		Alte prestazioni	500
Impianti di generazione	Solare Termico	Piano vetrato	1.000
		Sottovuoto	1.700
			COSTO Euro/kW
Impianti di generazione	Caldaie	A condensazione	200
		A pellet	250 ÷ 600
	Pompe di calore	Aerotermitiche	250 ÷ 500
		Geotermitiche	2.000
	Solare fotovoltaico	Potenza 3 kW	2.500
		Potenza 200 kW	1.500
		Potenza 1 MW	950

Tab. 21 – Riepilogo categorie di intervento e relativo costo.

5.5 La valutazione dell'efficacia delle misure di riqualificazione

Al fine di dare indicazioni utili all'impostazione di piani e programmi di riduzione dei consumi di energia nel settore dell'edilizia, oltre ai costi delle diverse categorie di intervento, risulta fondamentale determinare alcuni parametri che permettano di valutare l'efficacia (benefici) dei diversi interventi in relazione ai costi, quali il *costo del kWh risparmiato* e i *tempi di ritorno*.

Alcuni studi effettuati a livello nazionale forniscono preziose indicazioni, in relazione a diversi ambiti di applicazione, sul costo del kWh risparmiato¹¹.

¹¹ Questo valore indica il rapporto tra i costi sostenuti per l'adozione e l'utilizzo della soluzione di efficienza energetica (Capex ed Opex) e la quantità di energia risparmiata o prodotta grazie al suo utilizzo.

Questo indicatore è confrontato con un valore "soglia", variabile a seconda dell'ambito di applicazione considerato:

➤ costo di acquisto dell'energia elettrica dalla rete (da confrontare con il costo medio del kWh prodotto o risparmiato nel caso di soluzioni che intervengono sul vettore elettrico);

➤ costo di produzione del calore attraverso caldaia tradizionale a metano (da confrontare con il costo medio del kWh prodotto o risparmiato nel caso di soluzioni che intervengono sul vettore termico).

Il Costo medio del kWh risparmiato o prodotto permette di valutare la convenienza dell'investimento lungo la sua vita utile.

Come si può evincere dalla Fig. 25 , in generale i valori del costo del kWh risparmiato risultano, nello studio preso a riferimento, inferiori alle “soglie” definite per ciascun potenziale investitore, ad eccezione di chiusure vetrate e delle superfici opache.

Nella valutazione del parametro di efficacia delle diverse soluzioni è ovviamente indispensabile tener conto della diversa vita utile delle tecnologie applicate.

TECNOLOGIA/ AMBITO DI APPLICAZIONE	SOLUZIONE CONVENIENTE										SOLUZIONE NON CONVENIENTE					
	illuminazione	Aria Compressa	Refrigerazione	Motori Elettrici	Inverter	Sistemi di Gestione dell'Energia	Building Automation	Sistemi di Combustione Efficienti	Chiusure vetrate	Superfici opache	UPS	ORC	Cogenerazione	Pompe di Calore	Caldaia a condensazione	Solare Termico
RESIDENZIALE	0,5-0,7						2,4-3,6		4-12	10-13				4-8	0,7-1,8	6-13
GDO	7-12		1,5-2,5	3,2-4	2,4-3,8		0,9-1,2		6-14	8-11	2,2-3,3	2-3	0,8-1,3	3,8-5	2,8-3,6	
HOTEL	5-8			4-5,4			1,8-2,3		4-9	5-9	2,3-3,5	0,7-1,5	1,5-2,8	2,8-4,5	3,2-5	
BANCA	3-5						5,4-7,2		10-20	13-22	5,8-8,7		1,8-3	2,5-4		
SCUOLA	3-5						0,8-1,1		7-15	8-15			2,4-2	1,8-4	2,5-3,5	
OSPEDALE	3-7		4-6	4-5,4	3,2-4,5		0,2-0,4		4-7	3,5-7,5	0,6-0,9		0,6-1,1	1,3-2,5	3-4,8	2,7-3,8

Caso (a) “sostituzione forzata”: fa riferimento, nel caso in cui si debba sostituire una tecnologia non più funzionante/obsoleta, alla scelta di investire in una tecnologia energeticamente più efficiente rispetto ad una “tradizionale

TECNOLOGIA/ AMBITO DI APPLICAZIONE	SOLUZIONE CONVENIENTE										SOLUZIONE NON CONVENIENTE					
	illuminazione	Aria Compressa	Refrigerazione	Motori Elettrici	Inverter	Sistemi di Gestione dell'Energia	Building Automation	Sistemi di Combustione Efficienti	Chiusure vetrate	Superfici opache	UPS	ORC	Cogenerazione	Pompe di Calore	Caldaia a condensazione	Solare Termico
RESIDENZIALE	0,6-1						4,8-7,2		12-21	10-13				7-9,5	2,7-4,1	6-13
GDO	9-15		1,5-2,5	3,7-5,3	2,4-3,8		1,8-2,4		12-19	8-11	5,5-8,2	2-3	1,2-1,9	4,6-6	2,8-3,6	
HOTEL	0,7-1			4,3-5,8			3,6-4,6		9-15	5-9	5-4,8	0,7-1,5	2,4-4,5	3,7-5,9	3,2-5	
BANCA	3,4-5,6						11,6-24,4		21-35	13-22	14-20,6		2,8-4,7	3,3-5,2		
SCUOLA	3,5-5,5						1,5-2		13-20	8-15			3-6	2,8-5,1	2,5-3,5	
OSPEDALE	5-9		4-6	4,3-5,8	3,2-4,5		0,4-0,8		6-9	3,5-7,5	3,3-4,9		0,6-1,1	2,2-4	3,9-6,3	2,7-3,8

Caso (b) “sostituzione volontaria”: fa riferimento al caso in cui si decida di sostituire una tecnologia ancora funzionante con una soluzione energeticamente più efficiente

Fig. 25 – Quadro sintetico della sostenibilità economica (costo del kWh risparmiato) delle tecnologie analizzate nei settori residenziale e terziario (Energy Efficiency Report, Energy Strategy Group).

Alcuni meccanismi di incentivazione, quali i Titoli di Efficienza Energetica, considerano la vita utile (in questo caso definita “vita tecnica”) delle tecnologie adottabili anche al fine di modulare l’incentivo riconosciuto ai diversi interventi (si veda anche Fig. 26).

È infatti fondamentale introdurre dei correttivi agli indicatori (ad esempio il tempo di ritorno dell'investimento) che si concentrano sul breve periodo e non tengono conto dei benefici complessivi degli interventi in rapporto ai costi complessivi (analisi costi-benefici), in particolare laddove è richiesto l'intervento di un soggetto privato (es. ESCo) che risponde anche a logiche di analisi dei rischi degli investimenti.

	U	T
TABELLA 2 - CATEGORIA PREVALENTE DI INTERVENTO	5	20
IND-T Processi industriali: generazione o recupero di calore per raffreddamento, essiccazione, cottura, fusione, ecc.	5	20
IND-GEN Processi industriali: generazione di energia elettrica da recuperi da fonti rinnovabili o cogenerazione	5	15
IND-E Processi industriali: sistemi di azionamento efficienti (motori, inverter, ecc.), automazione e interventi di rifasamento	5	20
IND-FF Processi industriali: interventi diversi per l'ottimizzazione energetica dei processi produttivi e delle configurazioni di impianto finalizzati al conseguimento di una riduzione oggettiva e duratura dei fabbisogni di energia finale a parità di quantità e qualità della produzione	5	15
CIV-T Settori residenziale, agricolo e terziario: generazione di calore/freddo per climatizzazione e produzione di acqua calda	5	20
CIV_GEN Settori residenziale, agricolo e terziario: piccoli sistemi di generazione elettrica e di cogenerazione	5	30
CIV-FI Settori residenziale, agricolo e terziario: interventi sull'involucro edilizio finalizzati alla riduzione dei fabbisogni di illuminazione artificiale	8	30
CIV-FC Settori residenziale, agricolo e terziario: interventi di edilizia passiva e interventi sull'involucro edilizio finalizzati alla riduzione dei fabbisogni di climatizzazione invernale ed estiva	8	30
CIV-ICT Settori residenziale, agricolo e terziario: elettronica di consumo (sistemi di intrattenimento e attrezzature ICT di largo consumo ad alta efficienza)	5	15
CIV-ELET Settori residenziale, agricolo e terziario: elettrodomestici per il lavaggio e la conservazione dei cibi	5	10
CIV-FA Settori residenziale, agricolo e terziario: riduzione dei fabbisogni di acqua calda	5	10
CIV-INF Settori residenziale, agricolo e terziario: riduzione dei fabbisogni di energia con e per applicazioni ICT	5	15
IPUB-NEW Illuminazione pubblica: nuovi impianti efficienti o rifacimento completo degli esistenti	5	10
IPUB-RET Illuminazione pubblica: applicazione di dispositivi per l'efficientamento di impianti esistenti (retrofit)	5	15
TRASP Sistemi di trasporto: efficientamento energetico dei veicoli	5	10
RETI Interventi di efficientamento delle reti elettriche e del gas naturale	5	20

Fig. 26 – Vita tecnica (T)¹² dei diversi interventi previsti nel meccanismo dei titoli di efficienza energetica (Autorità per l'Energia elettrica il gas e le risorse idriche).

Anche nell'ambito della definizione, prevista dalla Direttiva 2012/31/UE, dei livelli ottimali di costo da utilizzare come metro per la formulazione di prescrizioni energetiche in ambito edilizio, gli Stati Membri devono definire la vita utile dei diversi elementi dell'edificio in modo da poter valutare il costo globale¹³, lungo tutto l'orizzonte di vita, delle diverse misure¹⁴/pacchetti¹⁵/varianti¹⁶ adottabili per un edificio nuovo o per la ristrutturazione di un edificio esistente.

¹² Nell'ambito di questo meccanismo si definisce, per ragioni di semplificazione verso i richiedenti, vita utile (U) il periodo per il quale viene riconosciuto l'incentivo.

¹³ "La somma del valore attuale dei costi dell'investimento iniziale, dei costi di gestione e dei costi di sostituzione (riferiti all'anno di inizio), nonché dei costi di smaltimento, se del caso. Per il calcolo a livello macroeconomico si introduce la categoria di costo supplementare del costo delle emissioni di gas a effetto serra" (Regolamento Delegato (UE) N. 244/2012).

¹⁴ Misura di efficienza energetica: una modifica apportata ad un edificio che risulti nella riduzione del fabbisogno di energia primaria dell'edificio stesso.

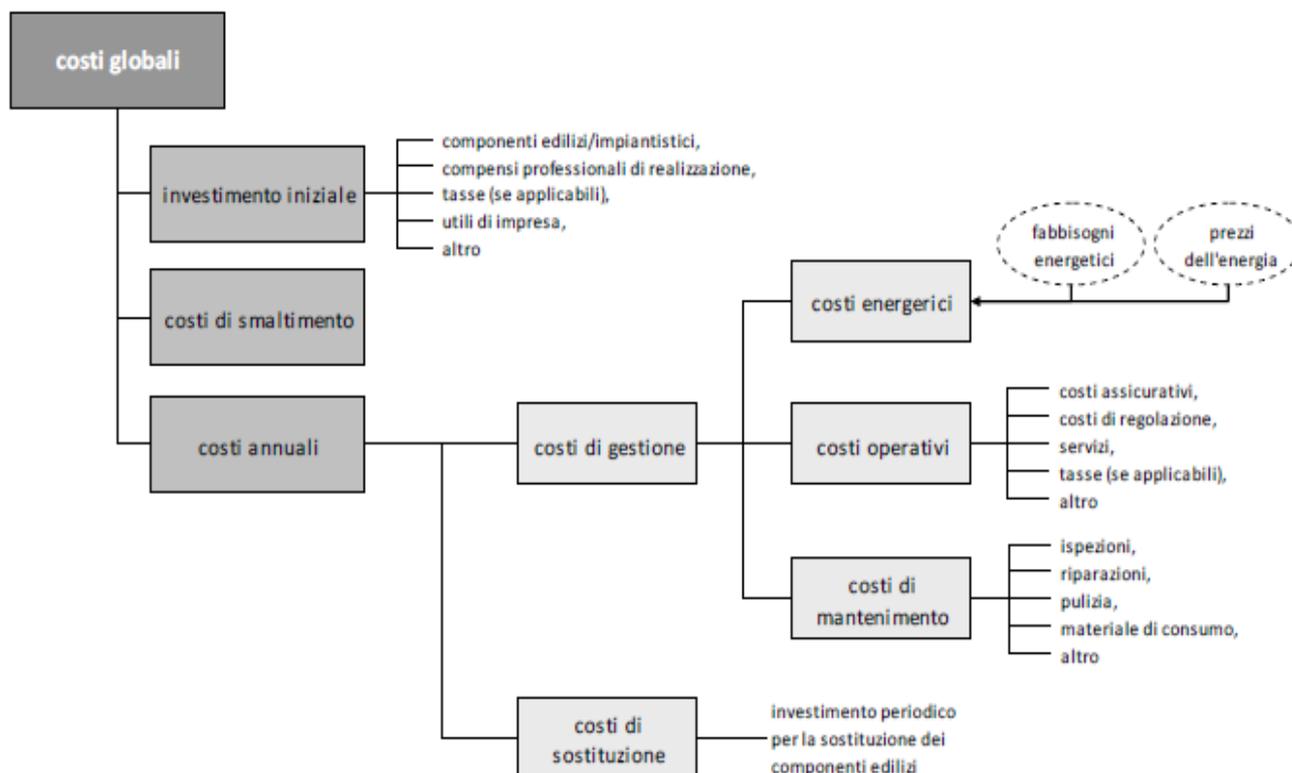


Fig. 27 - Categorizzazione dei costi secondo la metodologia quadro¹⁷ (Commissione Europea, 2012).

Attraverso questo approccio è quindi possibile valutare i costi di diverse combinazioni di interventi.

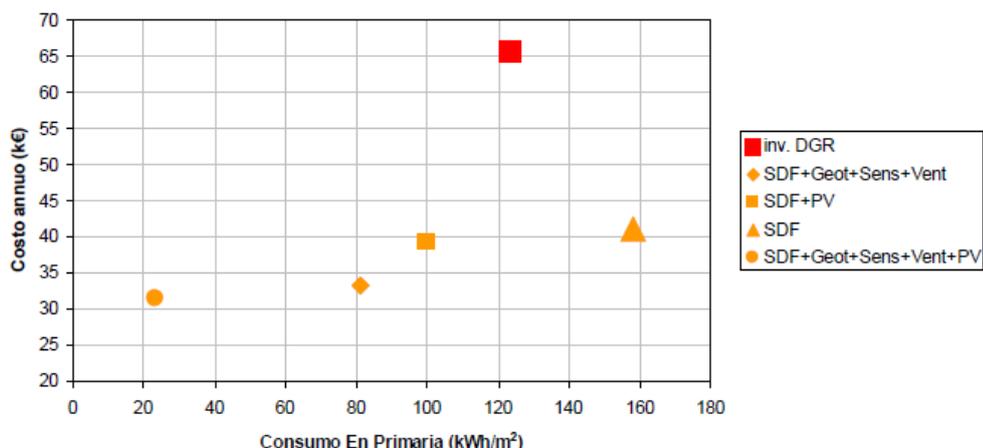
A titolo esemplificativo si riportano i dati di una valutazione per un edificio a torre, ad uso terziario e con superficie utile di circa 3.200 m² (*Report Ricerca di Sistema Elettrico, "Analisi e valutazioni energetico-ambientali di un edificio-tipo riqualificato secondo il target NZEB"*).

¹⁵ Pacchetto: un insieme di misure di efficienza energetica e/o di misure basate sull'energia da fonti rinnovabili applicato a un edificio di riferimento.

¹⁶ Variante: il risultato globale e la descrizione di un insieme completo di misure/pacchetti applicati a un edificio, che può consistere in una combinazione di misure sull'involucro dell'edificio, tecniche passive, misure sui sistemi edilizi e/o misure basate sull'energia da fonti rinnovabili.

¹⁷ Orientamenti che accompagnano il regolamento delegato (UE) n. 244/2012 del 16 gennaio 2012 della Commissione che integra la direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla prestazione energetica nell'edilizia istituendo un quadro metodologico comparativo per calcolare livelli ottimali in funzione dei costi per i requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici e degli elementi edilizi - 2012/C 115/01

1) SDF cfr. interventi DGR-impianti-PV



NOTA: SDF = involucro con prestazioni secondo stato di fatto; Inv. DGR = involucro con prestazioni in accordo alla Deliberazione della Giunta regionale lombarda (DGR) n. 8/8745 del 22 Dicembre 2008; Geot = pompa di calore geotermica ad acqua di falda; Sens = sensori combinati di presenza e di daylighting; Vent = sistema meccanico di ventilazione per l'aria primaria; PV = installazione fotovoltaica che interessa la copertura, le facciate Sud, Est ed Ovest.

Fig. 28 – Costi annui e consumi di energia primaria: stato di fatto e principali famiglie di interventi (“Analisi e valutazioni energetico-ambientali di un edificio-tipo riqualificato secondo il target dell’edificio a consumo quasi zero” – ENEA-Politecnico di Milano, Ricerca di Sistema 2012)

2) inv. DGR: cfr. impianti + extraisolamenti

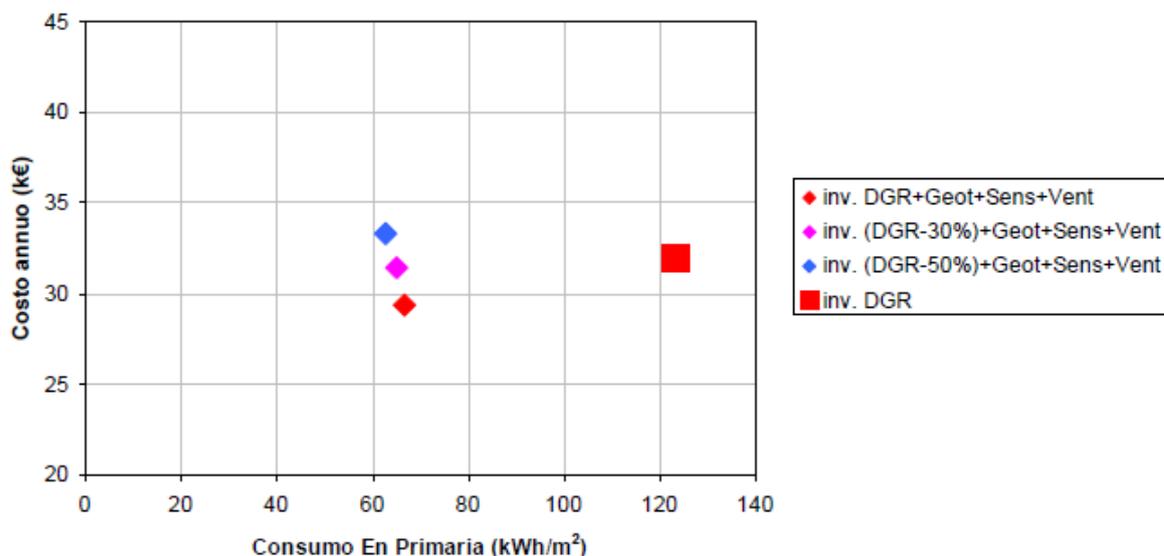


Fig. 29 – Costi annui e consumi di energia primaria: opzioni di intervento (“Analisi e valutazioni energetico-ambientali di un edificio-tipo riqualificato secondo il target dell’edificio a consumo quasi zero” – ENEA-Politecnico di Milano, Ricerca di Sistema 2012)

Rispetto alla Fig. 28 nella Fig. 29 sono indicati anche i casi di interventi che determinano una riduzione rispettivamente del 30% e del 50% rispetto alle prestazioni previste dalla Deliberazione della Giunta regionale lombarda (DGR) n. 8/8745 del 22 Dicembre 2008.

Nell'ambito del calcolo di cui sopra, per le valutazioni previste dalla Direttiva 2012/31/UE, la vita utile dei vari elementi che hanno impatto sulla prestazione energetica dell'edificio è definita a partire dalla norma tecnica EN 15459 – Allegato E, che fornisce anche valori indicativi dei costi di investimento (Fig. 30).

Building construction	Identification	Number of units	Total cost incl. VAT	Lifespan
Walls	Concrete bricks	89	3.083	Building
	External cover	89	1.558	Building
	Insulation TH 38 8+1	89	1.720	Building
Glazing and doors	Insulating windows, 4/12/4	8	2.451	30
	External door	1	229	25
	Service door (to garage)	1	152	25
	Shutters	8	2.100	25
Cover	Roof cover (wooden structure and terracosta cover)	140	8.278	30
	Rockwool, thickness: 200 mm	100	1.021	40
	Plaster coating	100	1.860	Building
Floor	Floor structure concrete : thickness : 18 cm	100	6.564	Building
	Floor insulation	100	820	Building
TOTAL BUILDING CONSTRUCTION			29.836	
Heating system				
Emission	Steel Radiators including hydraulic valve control, thermostatic valve and room control system	8	3.792	20
Distribution	Steel pipe		474	30
Generation	Gas combi boiler with flue Power :23 kW		1.494	15
Connection to energy	Gas Electricity		457 762	25
Domestic Hot Water				
Emission	Thermostatic valve (kitchen and bathroom)	3	153	20
Distribution	Copper Piping	20 m	237	30
Generation	See heating system			
Ventilation				
Emission	Air input VMC in kitchen and bathroom	48 255	303	25
Generation	Fan and flexible ducts	273	273	20
Connection to electric board		69	69	25
TOTAL ENERGY SYSTEMS			8.014	

Fig. 30 – Vita tecnica dei diversi elementi che compongono un edificio (Norma EN 15459:2007).

NOTA: Building = 50 anni

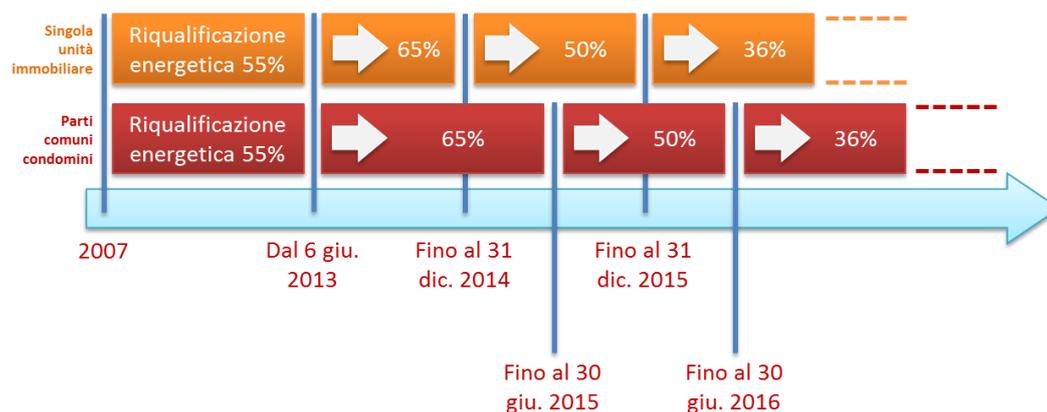
5.6 Le detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica in Lombardia

Dal 2007 la Legge Finanziaria ha introdotto le “detrazioni fiscali del 55%” a fronte della realizzazione di interventi di efficientamento energetico di edifici esistenti. In particolare, qualora rispondano a determinati requisiti tecnici, sono incentivate:

- ➔ la sostituzione di finestre, comprensive di infissi, l’isolamento di pareti, tetti, solai e pavimenti (comma 345);
- ➔ l’installazione di collettori solari termici (comma 346);
- ➔ la sostituzione di impianti termici con caldaie a condensazione o con pompe di calore ad alta efficienza (comma 347);
- ➔ la riqualificazione globale dell’edificio (comma 344).

Le detrazioni sono in vigore dal 1° gennaio 2007 e, secondo la normativa vigente, proseguiranno secondo modalità differenziate negli anni e sulla base del soggetto beneficiario, fino a stabilizzarsi al 36% a partire dal 2016.

SCHEMA DELLE AGEVOLAZIONI FISCALI PER IL RISPARMIO ENERGETICO



Questo schema risulta tuttora in fase di revisione a livello governativo. All’interno del decreto Sblocca-Italia e nella prossima Legge di Stabilità dovrebbe essere confermata la prorogadella detrazione al 65% oltre il 2014, almeno per alcune categorie di intervento.

L’analisi che segue si basa sui dati desunti dai Rapporti che ENEA ha pubblicato negli anni 2007-2011 relativamente agli interventi effettuati in Lombardia. Il Rapporto 2013 non risulta ancora disponibile, pertanto sono stati considerati solo i dati riportati all’interno del Rapporto Annuale Efficienza Energetica RAEE 2012, relativi al risparmio energetico conseguito ed al costo totale degli interventi. Le detrazioni fiscali del 55% hanno costituito uno dei sistemi di incentivazione più importanti in Italia, per promuovere l’efficienza energetica e lo sviluppo economico sostenibile nel sistema immobiliare. Fino al 2006, infatti, gli unici incentivi disponibili riguardavano la riqualificazione generica del patrimonio immobiliare e l’agevolazione era limitata ad una detrazione fiscale del 36%, recuperabile in 10 anni. Sistema poco inerente, quindi, all’efficienza energetica e più che altro utilizzabile per le ristrutturazioni edili e per le

manutenzioni straordinarie dell’immobile, in funzione delle quali era calibrato anche il tempo di ritorno – non breve – dell’agevolazione concessa. A partire dal 2007, nell’arco di alcuni mesi le richieste di detrazione a fronte di interventi di efficientamento realizzati sono decollate.

Da una prima analisi dei dati emerge la netta prevalenza degli interventi sull’involucro: circa il 63% dei lavori è rappresentato dalla sostituzione degli infissi e dall’isolamento delle pareti e dei tetti (comma 345). E’ da sottolineare la netta preponderanza degli interventi di sostituzione degli infissi (93%), in quanto risultano particolarmente semplici da realizzare e meno invasivi oltre a fornire indubbi benefici anche al comfort abitativo, mentre appena il 3% ha riguardato l’isolamento delle strutture opache verticali e solo il 4% quelle orizzontali. Seguono, per numero di interventi, la sostituzione di impianti termici (comma 347), con poco più del 28% del totale, l’installazione di pannelli solari termici (comma 346) con quasi il 9% e la riqualificazione globale dell’edificio (comma 344). I migliori risultati – in termini di performance – si sono ottenuti con la coibentazione di solai, tetti e pavimenti.

ANNO	RISPARMIO ENERGETICO MWh/ANNO	NUMERO DOMANDE	COSTO TOTALE	TEP RISPARMIATE	T/A DI CO ₂ EVITATA
2007	180.795	19.385	185.016.389	15.546	36.144
2008	347.145	50.068	525.829.946	29.850	69.400
2009	377.132	50.784	663.948.654	32.428	75.395
2010	527.189	87.850	1.141.843.474	45.331	105.394
2011	384.500	62.205	836.098.606	33.062	76.868
2012	364.279	60.236*	752.311.123	31.323	72.826
TOTALI	2.181.040	330.529*	4.105.048.192	187.539	436.028

NOTA * Il dato relativo al numero delle domande prevenute nel 2012 è stato calcolato a partire dal risparmio energetico riportato all’interno del documento Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2012 (ENEA).

Tab. 22 - Interventi realizzati in Lombardia dal 2007 al 2012 (ENEA, Le detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, 2012).

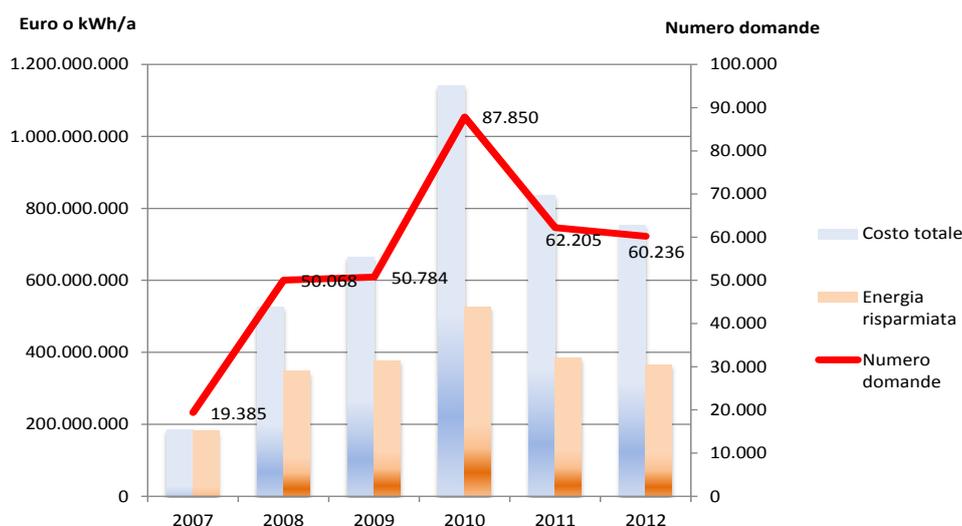


Fig. 31- Interventi realizzati in Lombardia dal 2007 al 2012 (ENEA, Le detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, 2012).

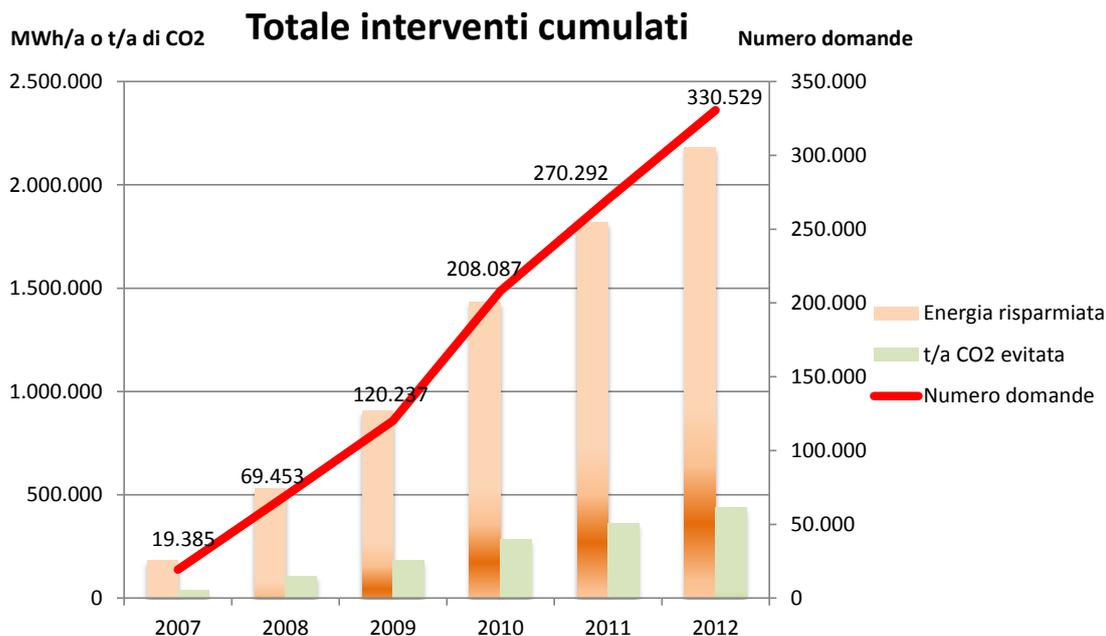
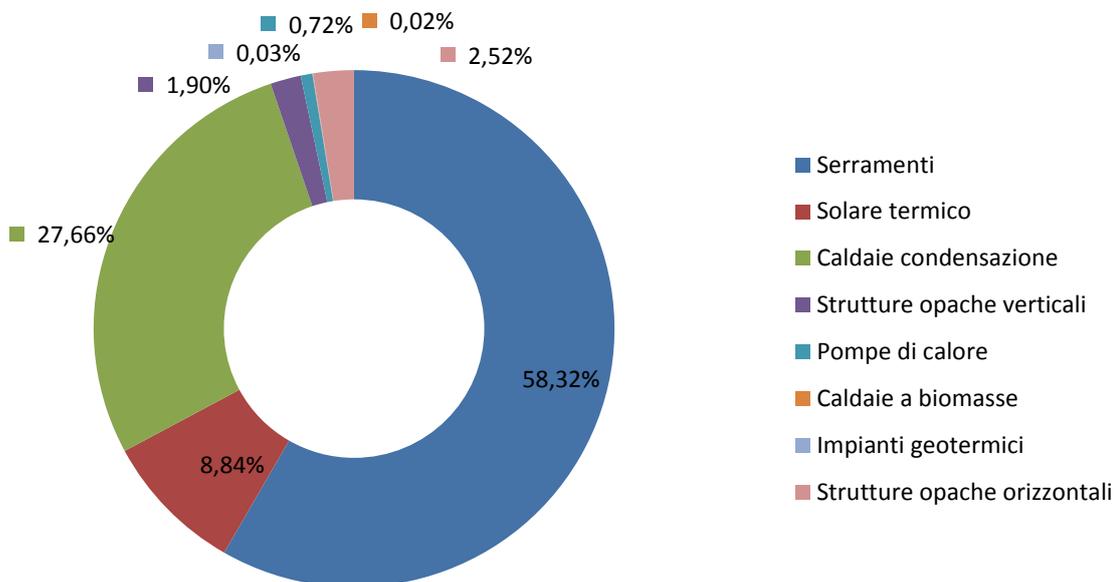


Fig. 32 - Risultati relativi agli interventi cumulati realizzati in Lombardia dal 2007 al 2012 (ENEA, Le detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, 2012).



**NOTA: SONO STATE CONSIDERATE SOLO LE DOMANDE DIRETTAMENTE ATTRIBUIBILI A SPECIFICHE TIPOLOGIE DI INTERVENTI*

Fig. 33 - Ripartizione percentuale delle tipologie di intervento realizzate in Lombardia dal 2007 al 2012 (ENEA, Le detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, 2012).

In Fig. 34 si riporta per ciascuna tecnologia il numero di domande, l'energia risparmiata annualmente e il risparmio medio per domanda.

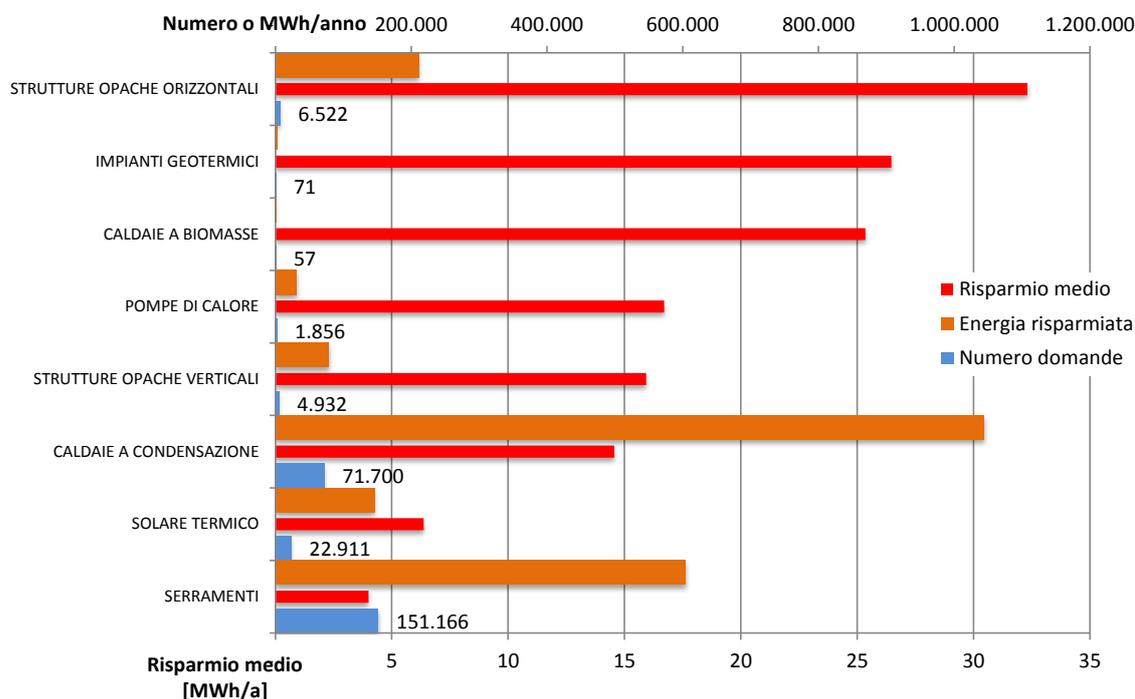


Fig. 34 –Risparmio energetico complessivo e medio per tecnologia in Lombardia. (ENEA, Le detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, 2012).

Un'ulteriore analisi considera la stima di vita utile¹⁸ per tipologia di intervento. In Tab. 23 sono riportate le stime di vita utile per intervento.

TIPOLOGIE DI INTERVENTI	VITA UTILE [ANNI]
SERRAMENTI	30
SOLARE TERMICO	20
CALDAIE A CONDENSAZIONE	18
STRUTTURE OPACHE VERTICALI	30
POMPE DI CALORE	18
CALDAIE A BIOMASSE	15
IMPIANTI GEOTERMICI	18
STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI	30

Tab. 23 - Vita utile per ciascuna tipologia di intervento relativo alle domande presentate in Lombardia (ENEA, Le detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, 2012).

In Fig. 35 è illustrato il confronto tra le performance delle tecnologie rispetto al risparmio medio considerato sia per un singolo anno sia per tutta la vita utile.

¹⁸ La vita utile è derivata dal confronto tra studi dell'Energy Strategy Group e della norma EN 15459:2007 .

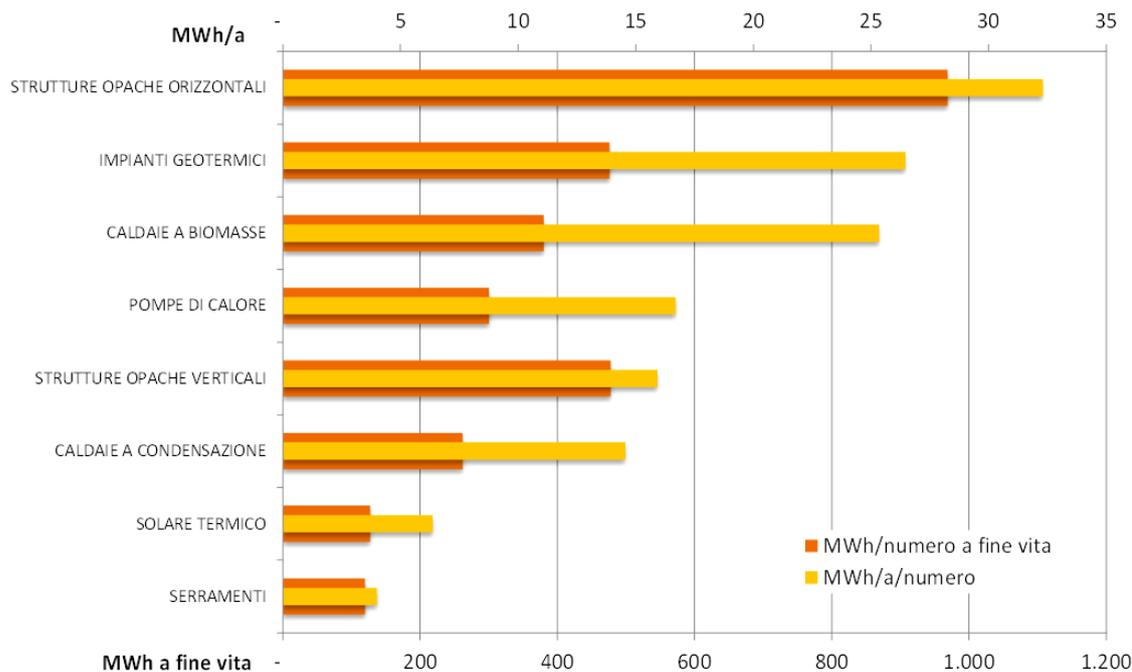
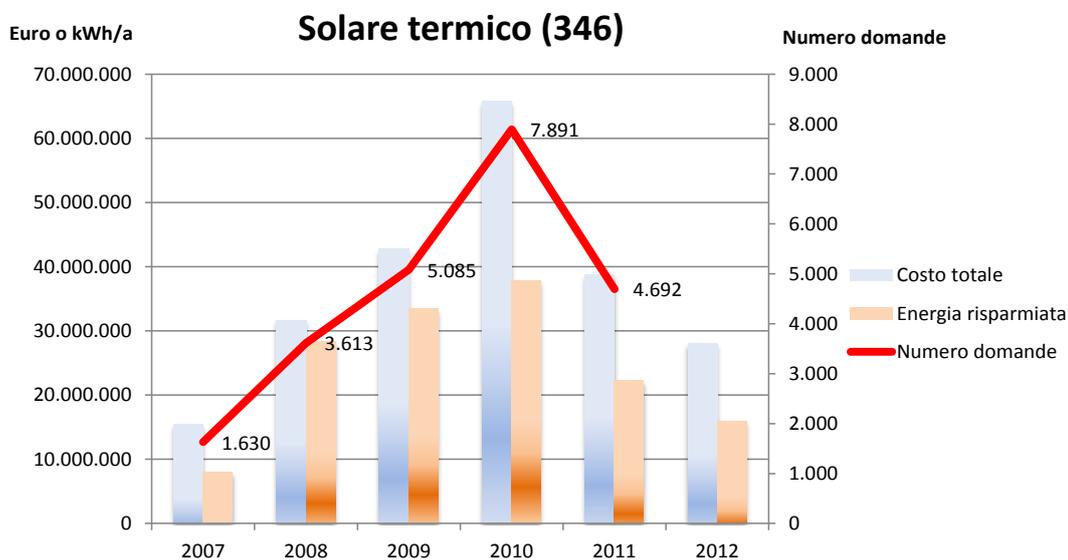
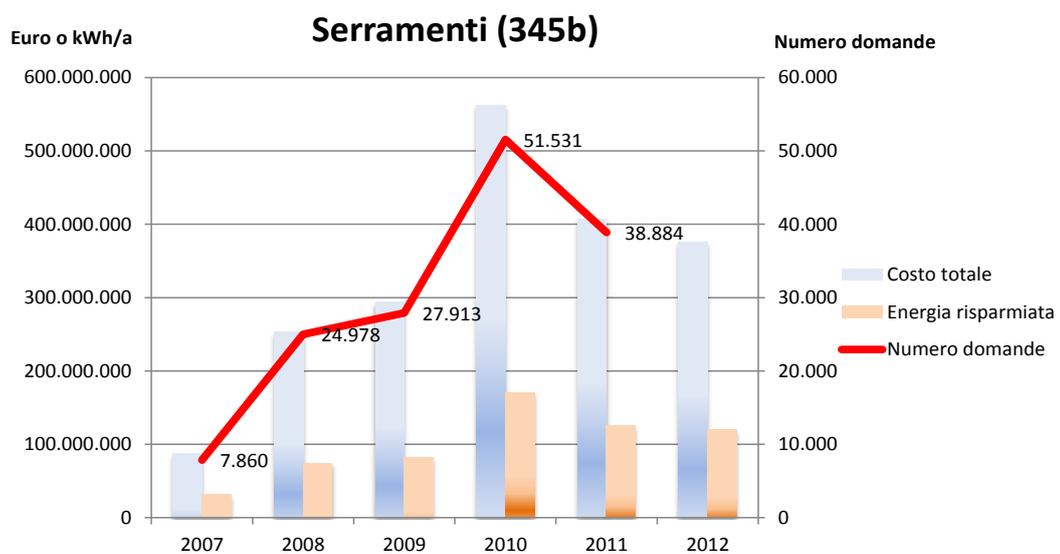
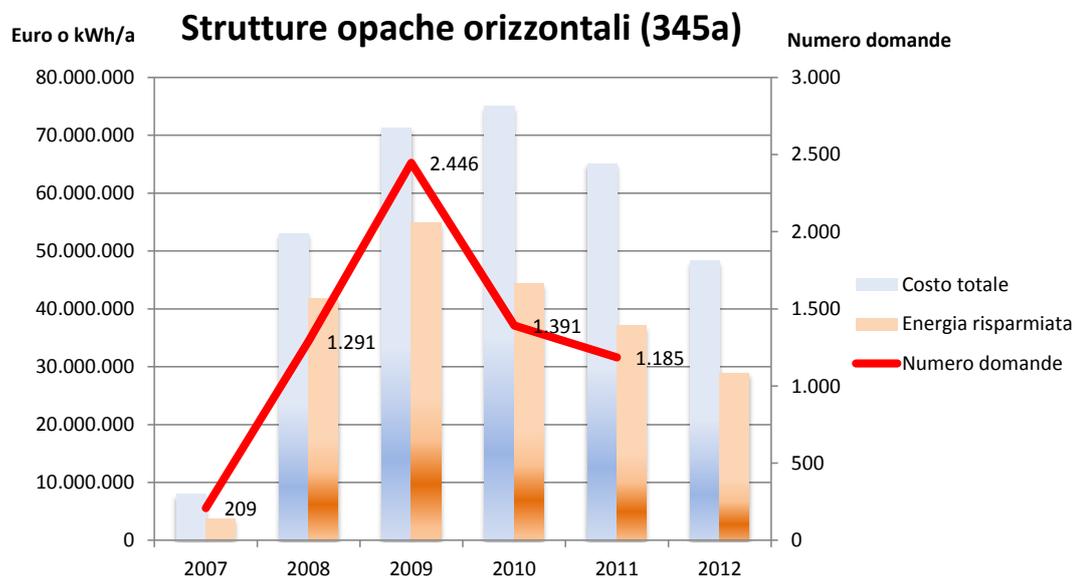
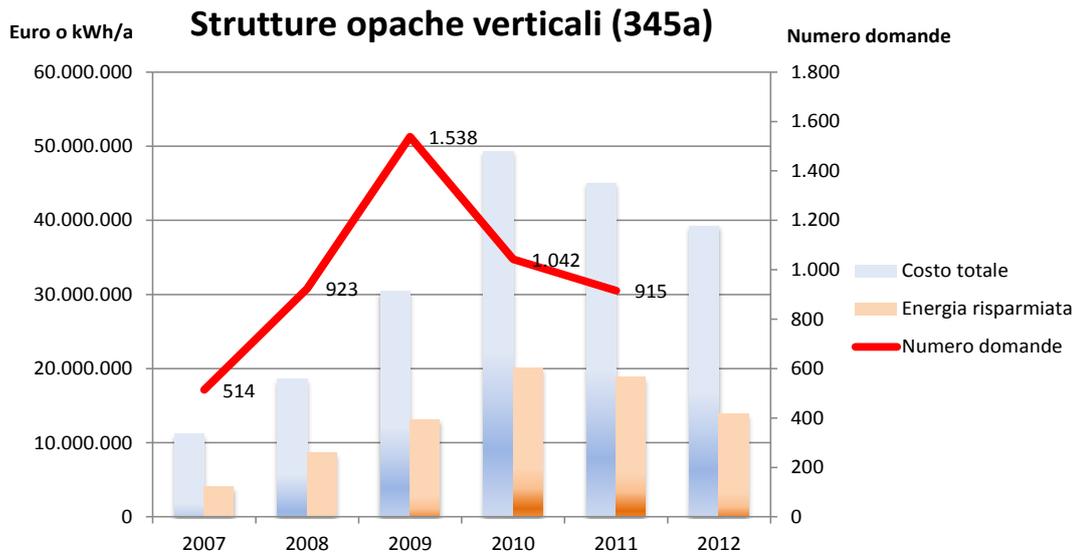
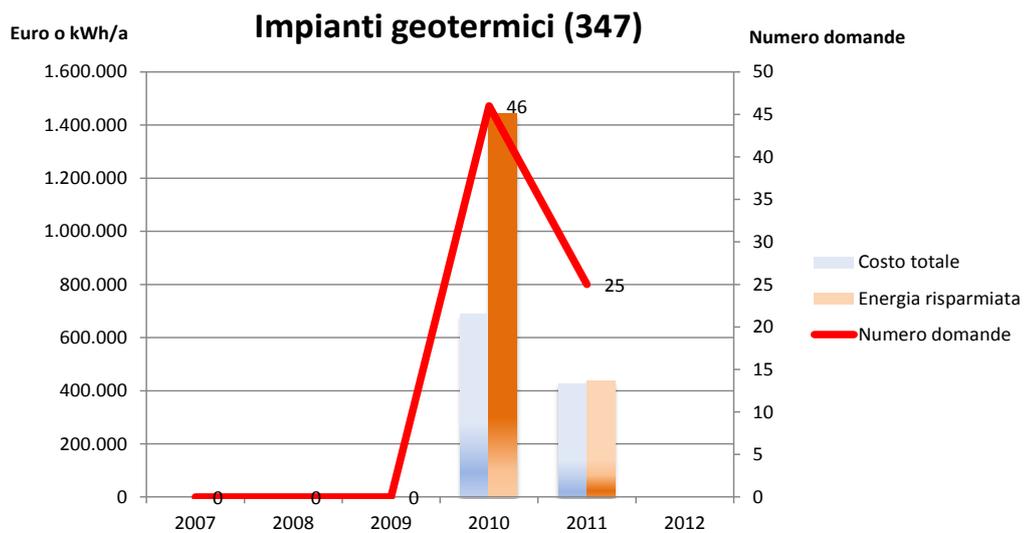
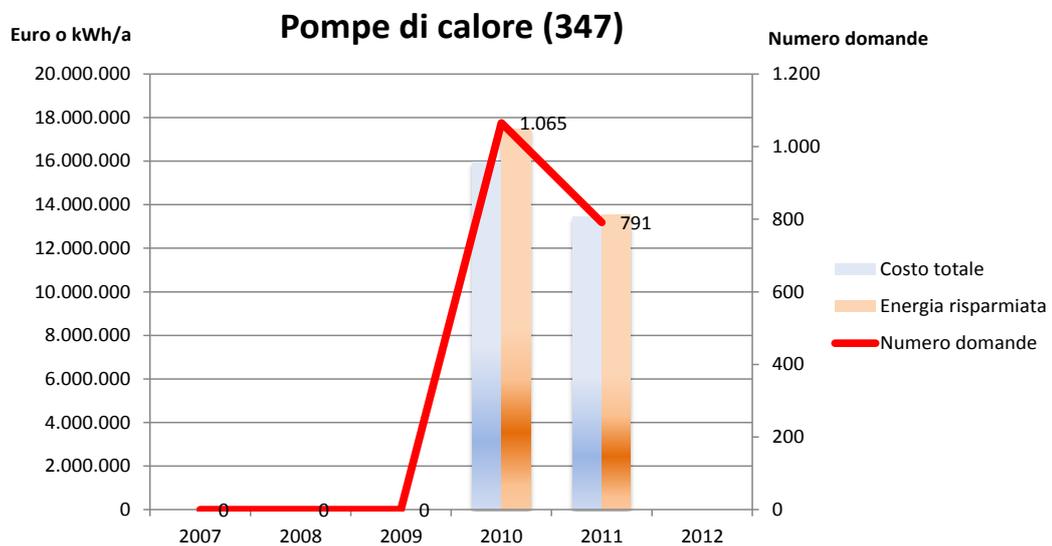
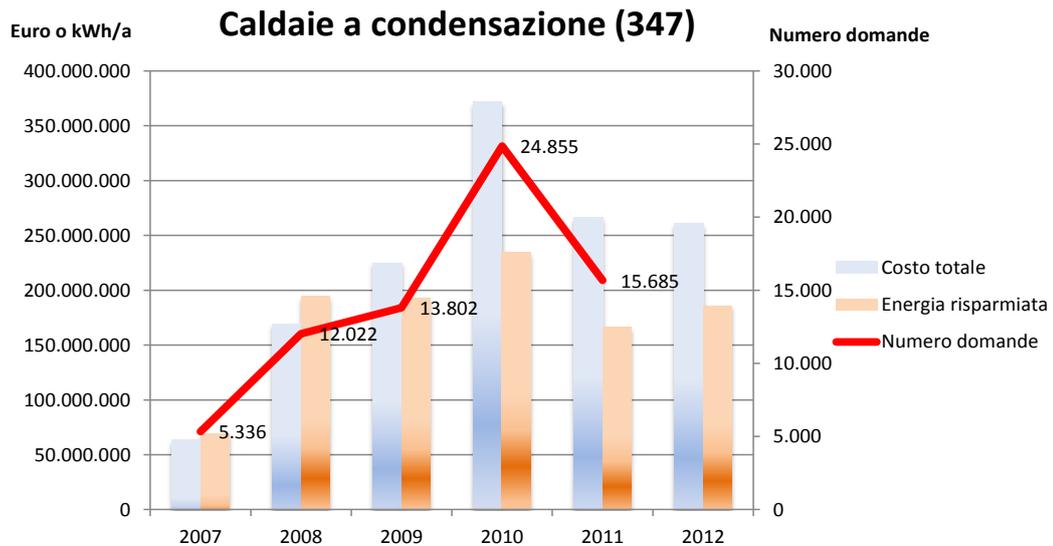


Fig. 35 - Risparmio medio annuale e a fine vita utile per tecnologia in Lombardia (Le detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, 2012, ENEA).

Nella figura 36 si riporta il trend annuale di variazione dei dati di energia risparmiata, costo totale e numero domande per ciascuna tipologia di intervento.







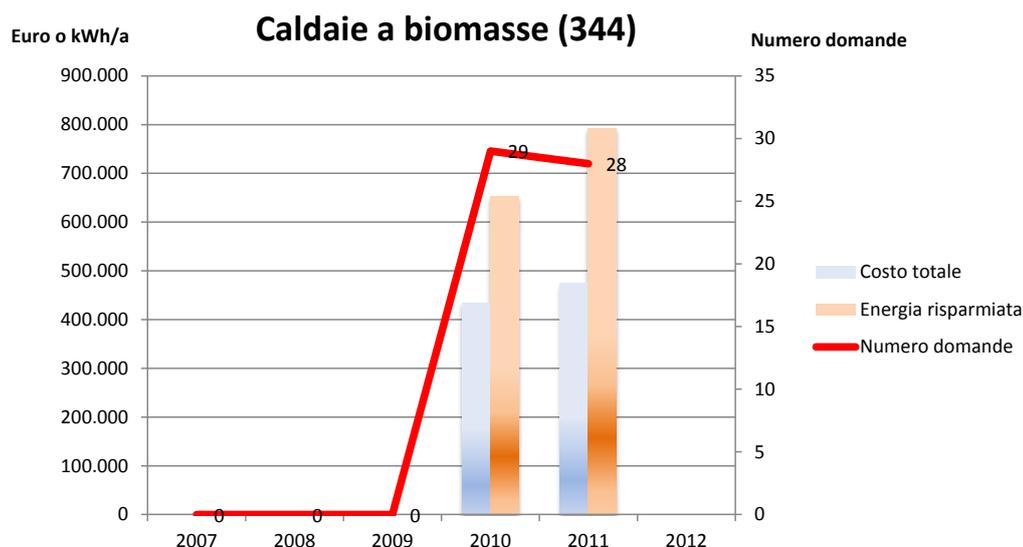
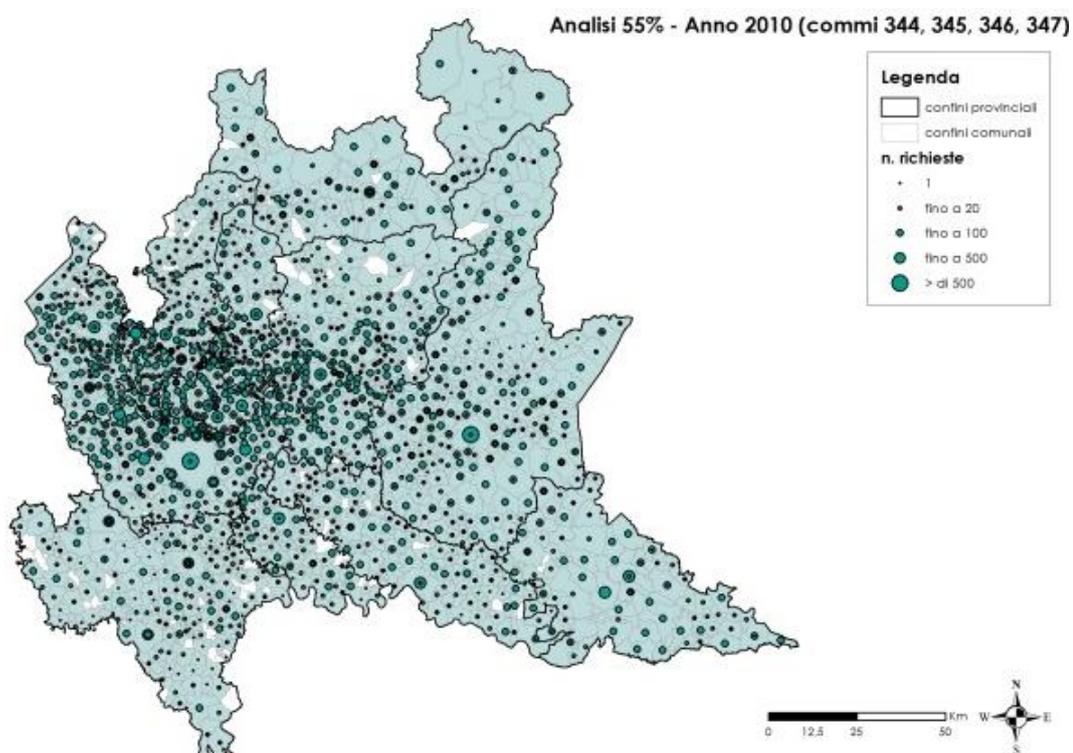


Fig. 36 – Trend annuale dei dati di sintesi degli interventi realizzati ex misura 55% (Le detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, 2012, ENEA)

Nell’analisi di Enea è stata effettuata una prima rappresentazione della distribuzione territoriale degli interventi del 55%. Tra il 2010 e il 2011 gli interventi del 55% risultano diffusi praticamente sull’intero territorio regionale (Fig. 37). La massima concentrazione degli interventi chiaramente si rinviene nelle aree più urbanizzate della Lombardia.



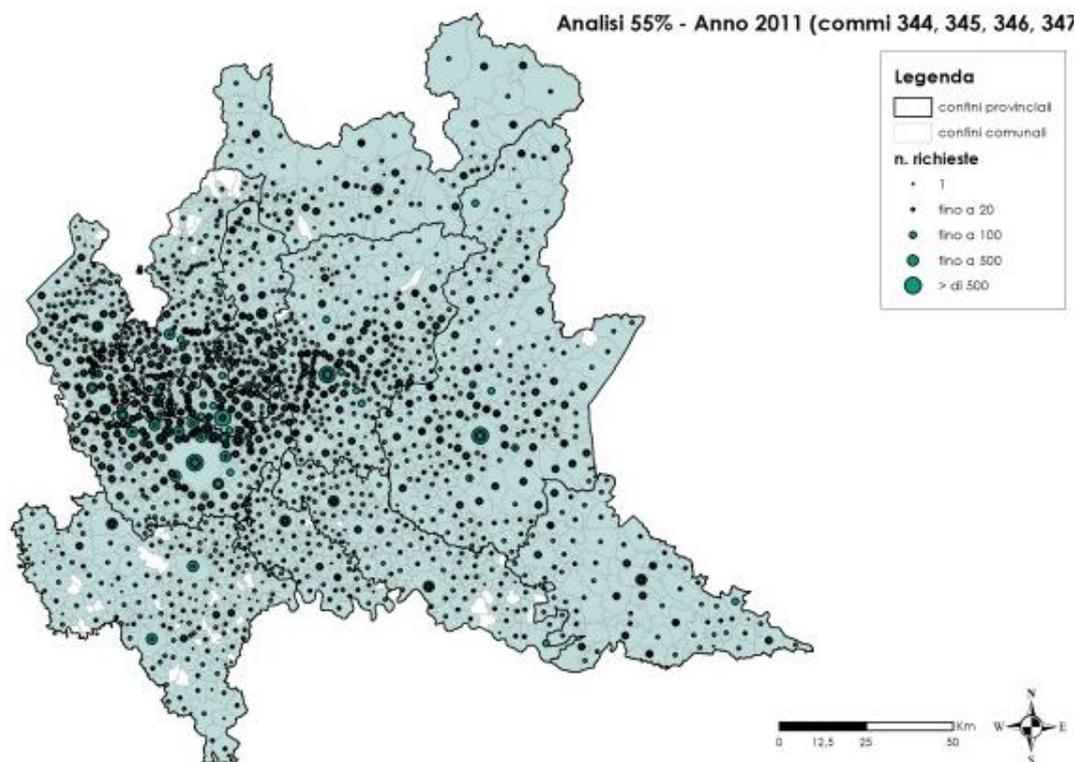
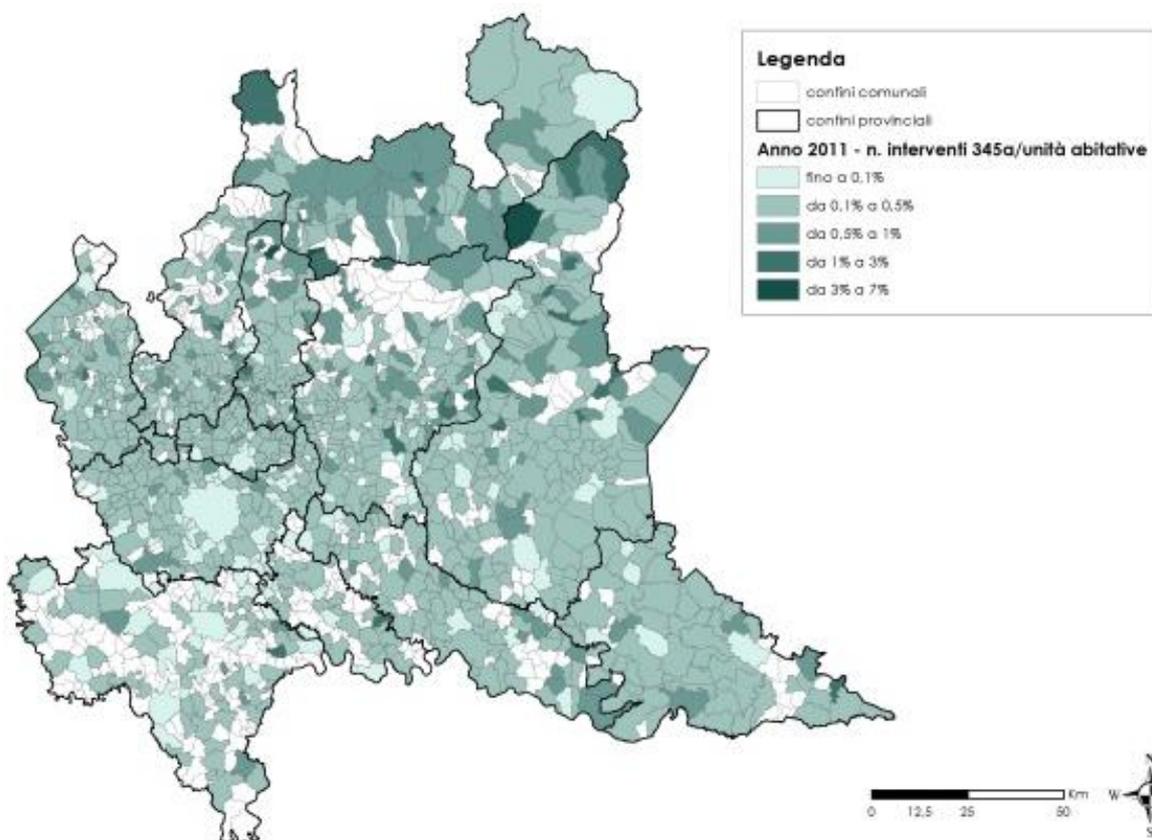
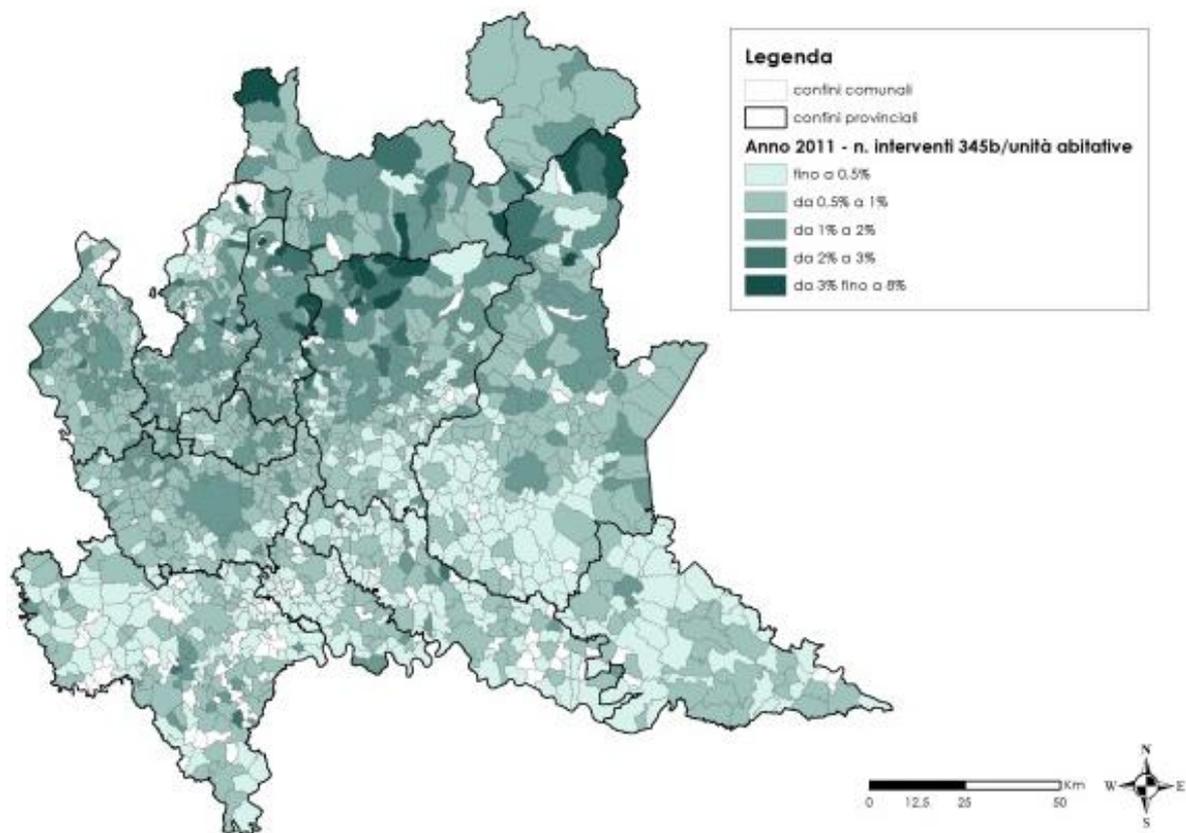


Fig. 37 - Distribuzione territoriale degli interventi realizzati ex misura 55% (Le detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, 2012, ENEA).

L'incidenza delle misure nei diversi territori ed il confronto è derivata dall'indicizzazione del dato di numerosità di interventi rapportato con parametri quali il numero delle Unità Abitative oppure il numero di impianti termici. Un primo esempio è riportato nelle mappe che seguono (Fig. 38), riguardanti la distribuzione a livello comunale degli interventi di sostituzione serramenti e infissi. Sia per la sostituzione dei serramenti (comma 345b) sia per il miglioramento delle strutture opache verticali ed orizzontali (comma 345a) così come per gli interventi globali (comma 344), si nota una maggiore incidenza percentuale nelle aree pedemontane e montane.



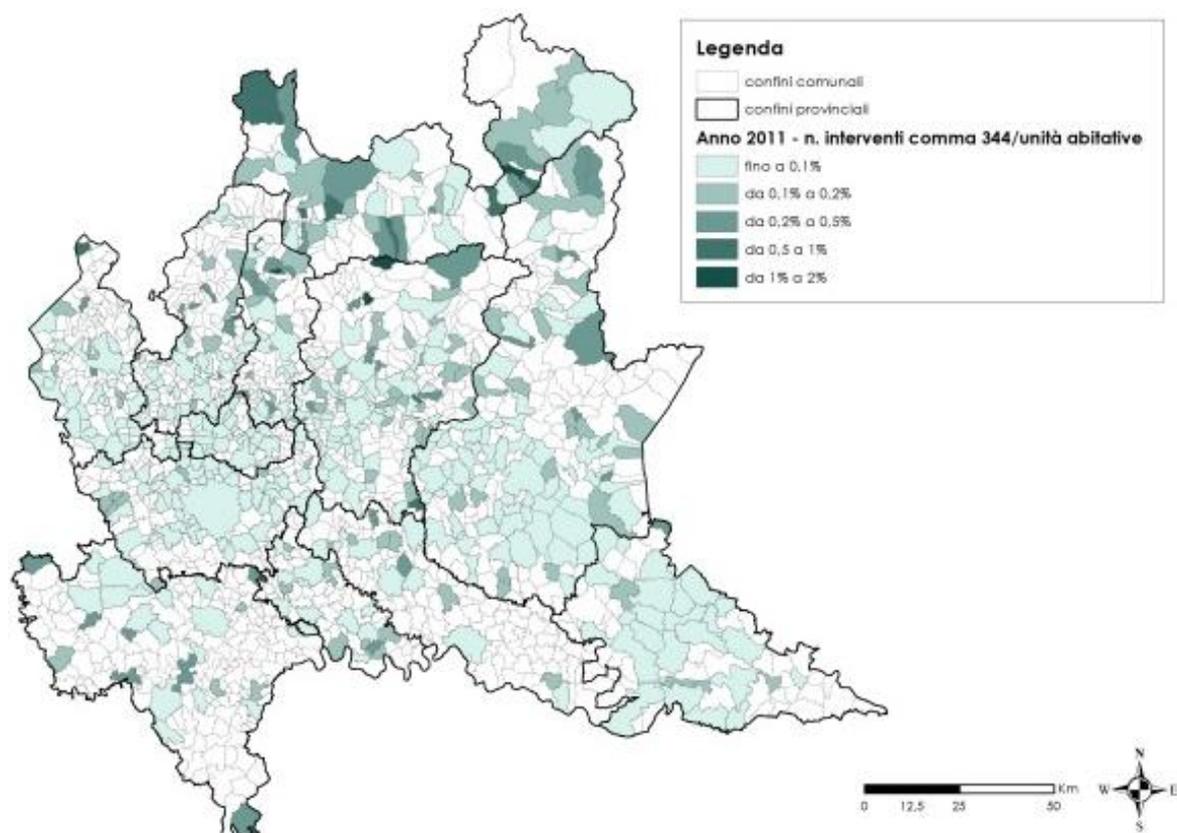


Fig. 38 - Distribuzione a livello comunale degli interventi realizzati ex misura 55% (Le detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, 2012, ENEA).

6 Analisi dati Catasto Energetico Edifici Regionale (CEER)

Il Sistema dei Catasti ideato e strutturato nel biennio 2007-2008 in attuazione del Piano d’Azione per l’Energia oggi consente di disporre di un importante patrimonio di dati ed informazioni per poter compiere analisi approfondite sul patrimonio edilizio lombardo.

La valutazione della qualità energetica degli edifici lombardi è stata condotta analizzando i due principali Catasti di questo Sistema, ovvero:

- ➔ CEER – Catasto Energetico Edifici Regionale, il servizio attraverso cui vengono gestite l’archiviazione e la consultazione informatizzata degli attestati di certificazione energetica redatti dai soggetti certificatori (a luglio 2014 il Catasto contiene oltre 1,4 milioni di Attestati);
- ➔ CURIT - Catasto Unico Regionale Impianti Termici, strumento informatico per l’intero territorio lombardo a disposizione dei cittadini e degli operatori del settore, che consente di effettuare in tempo reale il censimento delle tecnologie utilizzate negli edifici lombardi per riscaldare e raffrescare, specificando informazioni, ad esempio, sulla tipologia di combustibile utilizzato, sulla vetustà e la taglia degli apparecchi (sono oggi oltre 3,5 milioni gli impianti censiti e di cui il Catasto conserva il miglior aggiornamento possibile dello stato di manutenzione).

6.1 I numeri della Certificazione energetica degli edifici in Lombardia

Nel periodo che va da settembre 2007 a luglio 2014 sono stati registrati nel Catasto Energetico Edifici Regionale (CEER) poco più di 1.400.000 Attestati di Certificazione Energetica (ACE)¹⁹.

L’andamento relativo al deposito mensile degli ACE nel CEER, ed in particolar modo i picchi rilevati nei periodi di entrata in vigore degli obblighi di allegazione agli atti di trasferimento ed alle locazioni, sono illustrati nel grafico della Fig. 39.

I momenti di discontinuità più importanti sono stati i seguenti:

- ➔ luglio 2009, a seguito dell’introduzione dell’obbligo di dotazione e allegazione dell’ACE agli atti di trasferimento a titolo oneroso di singole unità immobiliari;
- ➔ luglio 2010, a seguito dell’introduzione dell’obbligo dell’allegazione dell’ACE nel caso di locazione di singole unità immobiliari;
- ➔ gennaio 2012, in corrispondenza dell’introduzione dell’obbligo di dichiarazione delle prestazioni energetiche degli edifici oggetto di annuncio commerciale per vendita o locazione.

¹⁹ Con la Delibera di Giunta Regionale X/1216, a partire dal 15 gennaio 2014 la denominazione Attestato di Certificazione Energetica è sostituito, in ottemperanza con la L. 90/2013, con Attestato di Prestazione Energetica.

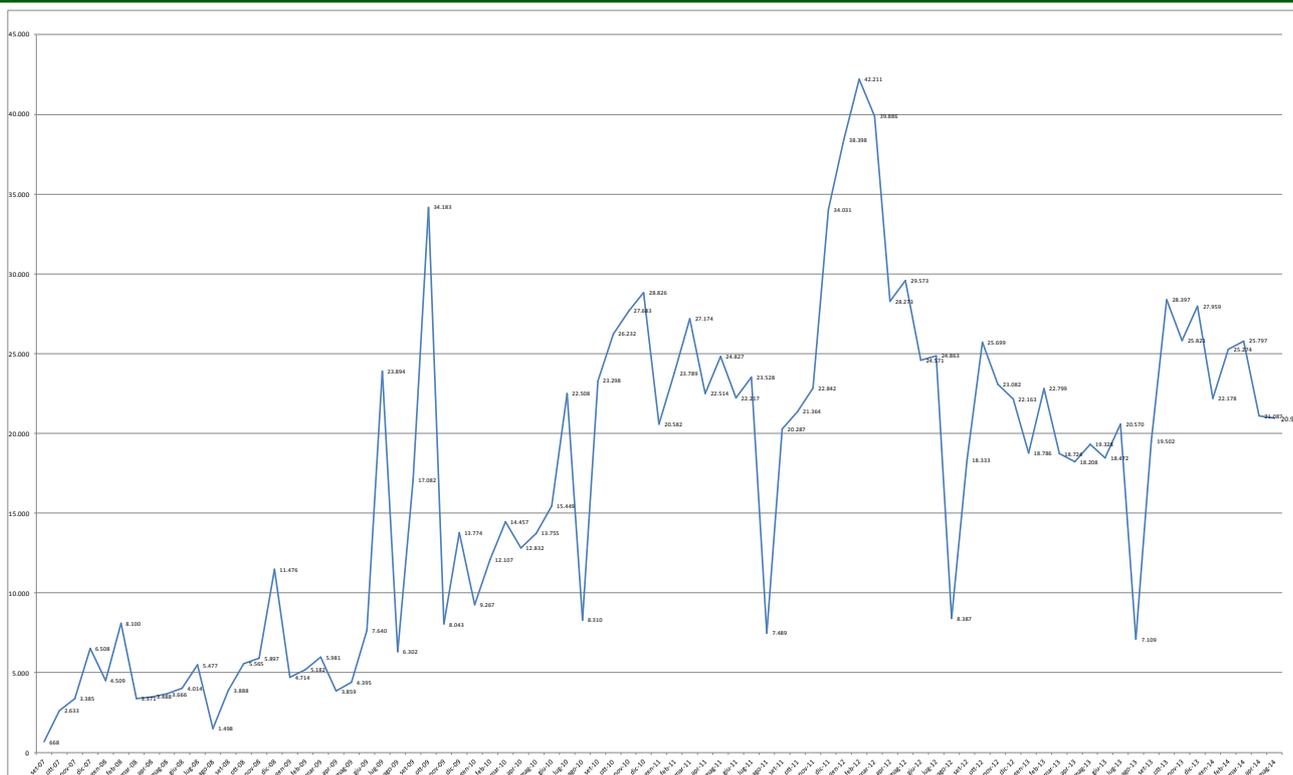


Fig. 39 – Andamento mensile del deposito degli ACE nel Catasto Energetico Edifici Regionale (CEER).

Questi dati possono essere letti in chiave più ampia, non limitandosi al solo aspetto energetico: ad esempio, focalizzando l’attenzione sul periodo compreso tra novembre 2010 e novembre 2011, è evidente un andamento discendente nel deposito delle certificazioni, in antitesi con il trend crescente, eccetto alcuni casi isolati coincidenti con periodi estivi o festivi, verificatosi fin dal settembre 2007. Il trend decrescente è ancor più accentuato a partire dal secondo semestre del 2012, quando diventano sempre più evidenti gli effetti della crisi economica ed in particolare le sue ripercussioni sul mercato immobiliare (cfr. Capitolo 2).

È bene ricordare che, secondo quanto previsto dalla normativa regionale vigente, l’ACE può riferirsi all’intero edificio, alla singola unità immobiliare o ad aggregazioni di più unità immobiliari.

CERTIFICAZIONE PER SUBALTERNO

La procedura di calcolo di cui al Decreto 5796 del 11/06/2009 stabilisce che, ai fini della determinazione del fabbisogno annuale di energia termica di un edificio, il calcolo delle prestazioni energetiche deve essere eseguito per singolo subalterno, fatta salva la possibilità (punto 10.2 della DGR VIII/8745) di redigere un attestato di certificazione energetica riferito anche a più unità immobiliari che facciano parte di un medesimo edificio. Ciò significa che, anche in caso di un’unica certificazione relativa a più subalterni, l’analisi deve essere specifica per ogni singola unità immobiliare composta da una o più zone termiche.

La DGR VIII/8745 (punto 10.2) consente di accorpare in un unico ACE più unità immobiliari che facciano parte di un medesimo edificio, qualora le unità immobiliari presentino alcune caratteristiche, ovvero:

- ➔ *siano servite dal medesimo impianto di riscaldamento;*
- ➔ *abbiano la medesima destinazione d'uso (fatte salve le indicazioni riportate nella Circolare regionale, 26 giugno 2012 - n. 3);*
- ➔ *sia presente un unico proprietario o un amministratore.*

Il certificatore valuta l'opportunità di certificare l'intero edificio (comprensivo di tutte le unità immobiliari), accorpare alcune unità immobiliari presenti nell'edificio o certificare la singola unità immobiliare facendo comunque riferimento alle modalità sopra indicate.

Le elaborazioni riportate nel seguito si riferiscono esclusivamente ai dati raccolti sugli ACE redatti secondo la procedura di calcolo descritta dal Decreto 5796 del 11/06/2009, entrata in vigore il 26 ottobre 2009. La Provincia di Milano accorpa anche gli Attestati degli edifici siti nei Comuni della Provincia di Monza e Brianza. Questa scelta è stata operata per omogeneizzare il dato in quanto i Comuni si trovavano, prima del 26 maggio 2011, inseriti all'interno della Provincia di Milano. La Fig. 33 rappresenta le diverse motivazioni per cui l'ACE è stato redatto ovvero la motivazione indicata dal certificatore all'atto della creazione del file documento. Come si può facilmente desumere, il maggior numero di ACE viene predisposto per "Trasferimento a titolo oneroso" (41,9%), o per "Contratto di locazione" (33,3%). Percentuali significative si registrano anche per "ACE volontario" (8,2%), "Nuova costruzione" (4,9%) e "Incentivi fiscali" (3,6%). È evidente come il dato "parziale" relativo agli ACE depositati nei mesi di luglio 2009 e luglio 2010 (Fig. 39) e corrispondenti rispettivamente all'entrata in vigore degli obblighi di ACE per compravendita e locazione, determini una tendenza nella quantità di ACE redatti per tali motivazioni che permane anche nei periodi successivi e che va ad influire in modo determinante sul dato "cumulato" (Fig. 40), facendo sì che gli ACE per compravendita e locazione rappresentino da soli circa il 75% degli ACE totali complessivamente prodotti.

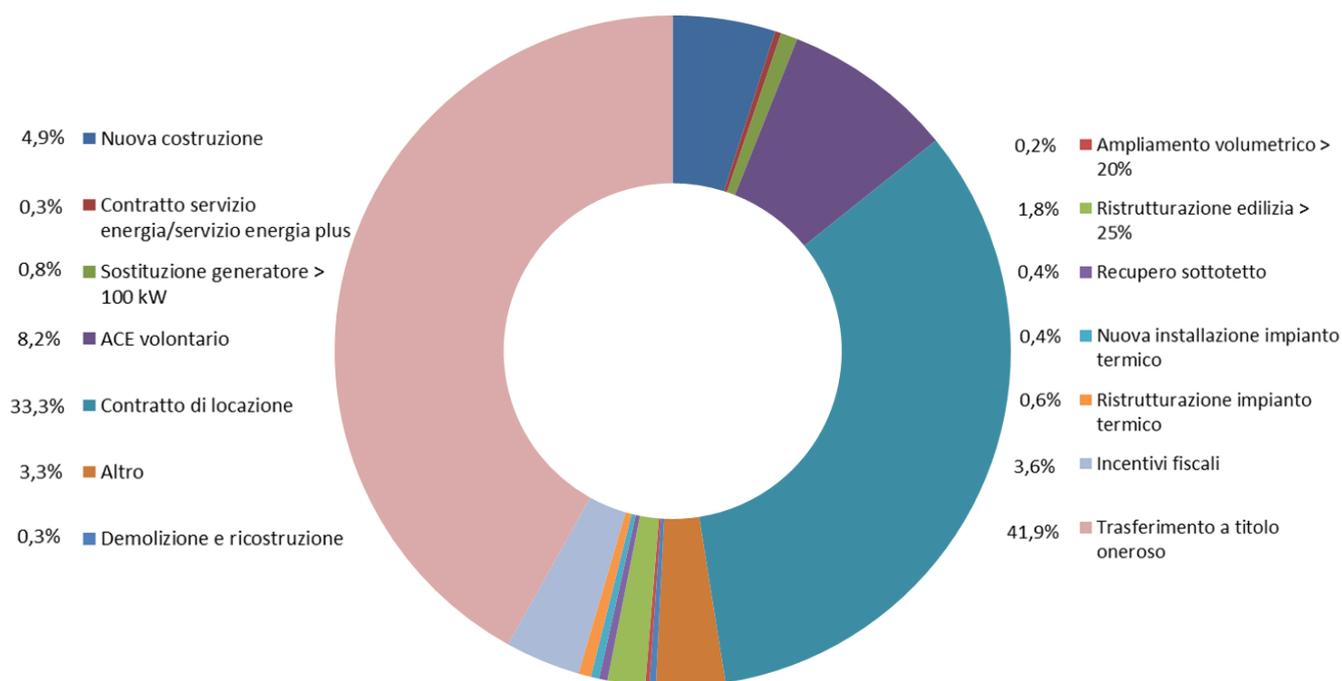


Fig. 40 – Ripartizione percentuale degli ACE in base alla motivazione (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

Meritevole di una particolare attenzione di analisi è il dato relativo agli ACE “Volontari” o “Altro”. In Fig. 41 è rappresentato l’andamento del deposito di ACE per queste specifiche motivazioni nell’ultimo quadriennio (ad esclusione dell’ultimo trimestre del 2013). Il dato assoluto evidenzia un generale aumento numerico nei tre trimestri 2012, in relazione ai rispettivi trimestri dei due anni precedenti, ponendosi perfettamente in linea con i dati totali visualizzati in Fig. 39.

Il dato di per sé stesso non aiuta a comprendere le tipologie identificate come “ACE volontari”. L’incrocio di questo dato con il valore totale degli ACE depositati nei rispettivi periodi (rappresentato con le linee colorate) fa invece emergere anche una variazione percentuale: nel primo trimestre 2012 tale percentuale si attesta attorno al 12%, mentre nel biennio precedente si attestava su valori pari a circa il 9%. Tale considerazione, insieme alla diminuzione significativa registrata nel corso del 2013 rispetto al 2012, porta a supporre che gli ACE con motivazioni “ACE volontario” o “Altro” ricomprendano una buona quota di Attestati redatti per far fronte all’entrata in vigore dell’obbligo di certificazione in caso di annunci immobiliari.

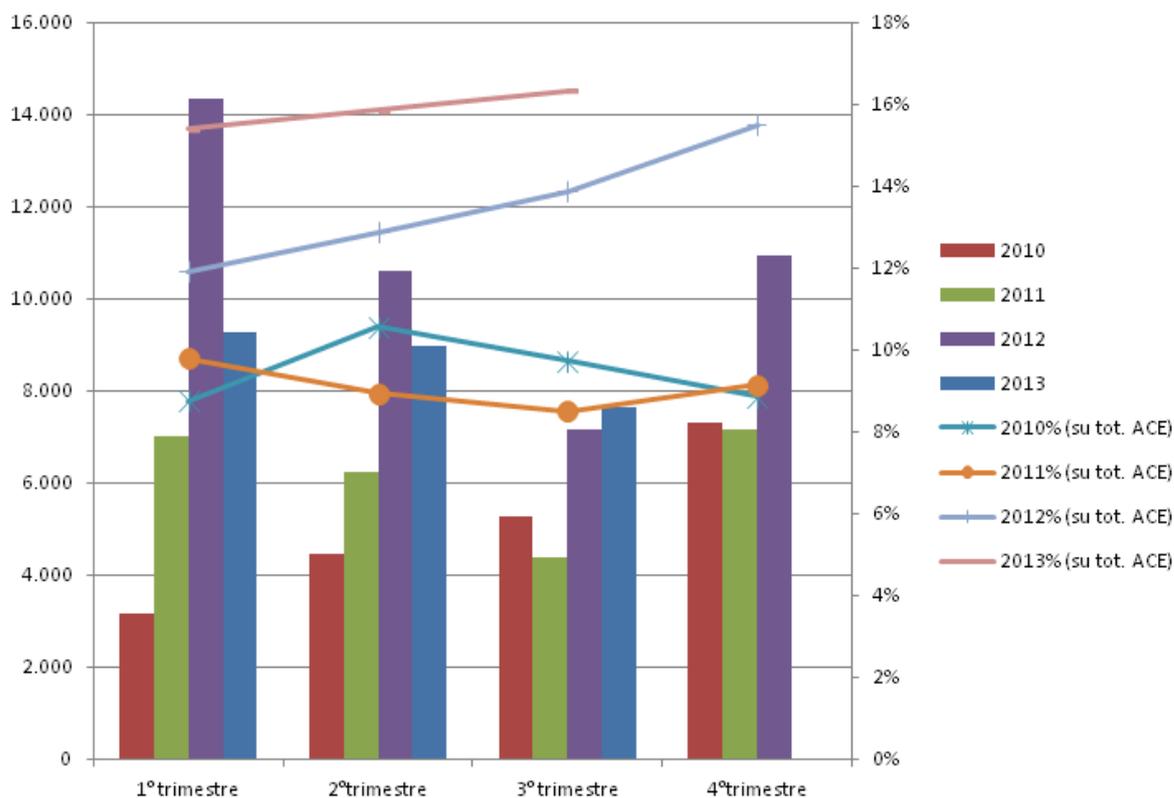


Fig. 41 – Elaborazioni su “ACE volontario” e “Altro” nel quadriennio 2010-2013 (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

6.2 Efficienza energetica globale del patrimonio edilizio

L'indicatore più significativo dell'efficienza energetica di un edificio è rappresentato dal fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento o la climatizzazione invernale (EP_H); questo parametro riassume le prestazioni energetiche di involucro (ovvero la richiesta di calore da parte dell'edificio) e le prestazioni energetiche dell'impianto destinato a soddisfare il servizio di riscaldamento o climatizzazione invernale. Il fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento o la climatizzazione invernale è l'indicatore che definisce la classe energetica degli edifici lombardi.

La situazione energetica degli edifici residenziali certificati nel territorio lombardo è illustrata nella Fig. 42, che ripartisce gli ACE per classe energetica e mostra i valori medi di EP_H per ogni classe. Il valore medio complessivo di EP_H per gli edifici residenziali è pari a 201,8 kWh/m² anno, un valore decisamente alto e sinonimo di scarse prestazioni energetiche, facilmente comprensibile se si pensa che, secondo i dati dell'ultimo Censimento Istat disponibile, le abitazioni edificate dopo il 1991 sono solo il 9% del totale. Ne consegue che gli immobili costruiti all'indomani dell'entrata in vigore della Legge 10/91 per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, sono solo una piccola parte. È importante,

inoltre, tenere presente che circa il 16% degli edifici censiti ad uso abitativo è caratterizzato da uno stato di conservazione pessimo o mediocre.

Da questa analisi emerge come ad oggi solo il 6,5% degli ACE lombardi riguarda edifici di classe B o superiore (A e A+). La percentuale preponderante è rappresentata dalla classe G (51,5%), la restante quota, circa il 42%, è ripartita nelle altre classi (C, D, E e F).

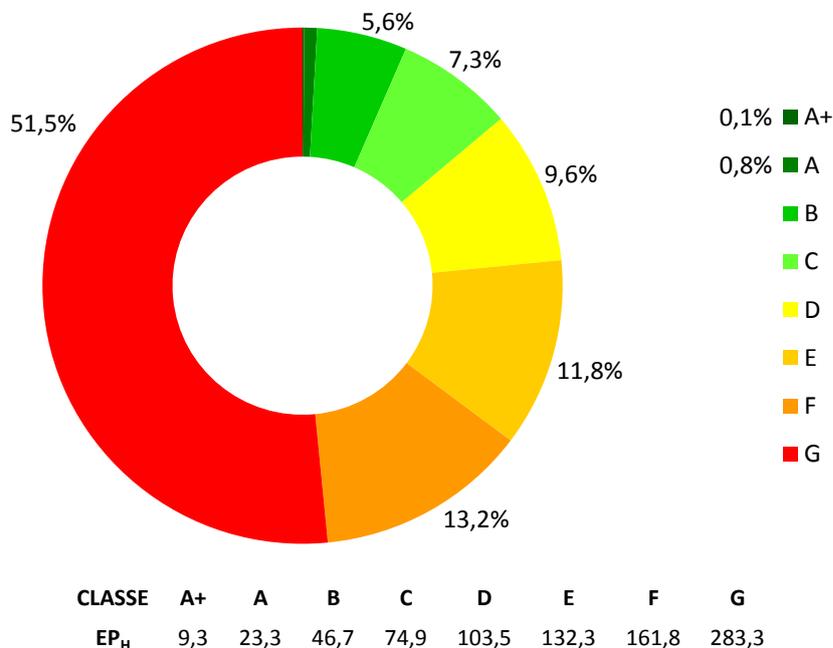


Fig. 42 – Ripartizione degli ACE per edifici residenziali per classe energetica e valore medio di EP_H espresso in kWh/m²a (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

La Fig. 43 rappresenta invece la situazione energetica degli edifici non residenziali e riporta anche i valori medi di EP_H per ogni classe energetica: il valore medio di EP_H su base regionale è pari a 70,2 kWh/m³a. Circa il 2,3% degli ACE lombardi riguarda edifici di classe B o superiore. La classe preponderante anche in questo caso è la G (47,3%), ma gli edifici esistenti si ripartiscono comunque nelle altre classi (C, D, E e F), che complessivamente coprono circa il 50%.

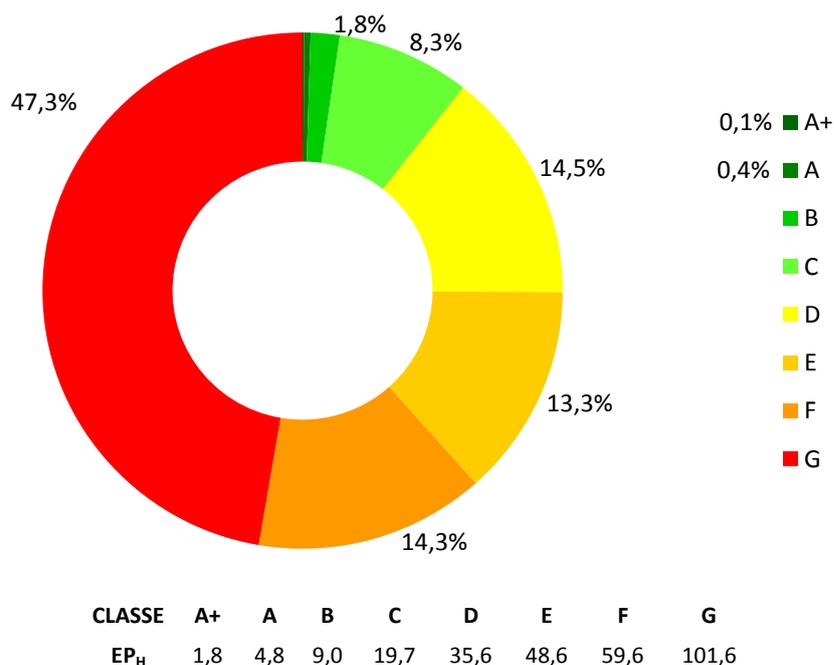


Fig. 43 – Ripartizione degli ACE per edifici non residenziali per classe energetica e valore medio di EP_H espresso in kWh/m³a (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

Ponendo a confronto la Fig. 42 e la Fig. 43 si nota una condizione lievemente migliore, per quanto attiene la numerosità di certificazioni nelle classi più performanti (A+, A, B, C), per gli edifici residenziali rispetto agli edifici non residenziali. Ciò è dovuto ad una molteplicità di fattori positivi insiti negli immobili di tipo residenziale: basti pensare, ad esempio, alla maggior facilità di intervento su edifici residenziali piuttosto che su edifici del terziario o industriali, sui quali un intervento di riqualificazione energetica comporta disagi per le attività svolte, nonché blocchi e ripercussioni sulla produttività. Così come risulta economicamente più sostenibile e meno rischioso investire sull'efficienza energetica di un edificio residenziale piuttosto che su un edificio terziario o industriale, in quanto il residenziale, anche in tempi di crisi, possiede sicuramente una maggior probabilità di rientro economico dovuta ad una maggiore domanda. Infine, non è da trascurare anche la maggior attenzione alle condizioni di comfort interno che caratterizzano un edificio residenziale e che spesso vengono poco considerate in edifici industriali o produttivi. Considerando le classi peggiori (E, F e G) la numerosità di ACE tra residenziale e non residenziale sostanzialmente si equivale (76,5% per i residenziali e 74,9% per i non residenziali). La classe D è quella che presenta maggiori scostamenti, in questo caso sono più numerosi percentualmente gli edifici non residenziali rispetto ai residenziali (14,5% contro i 9,6%).

La situazione dei singoli edifici tuttavia è molto variabile, come emerge anche dalle distribuzioni di frequenza del fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento riportate nei singoli ACE depositati fino all'aprile del 2013 (Fig. 44) per la categoria residenziale e nella Fig. 45 per le altre categorie. Si nota come circa il 50% degli edifici residenziali presenti un EPH inferiore a 180 kWh/m² anno e come sia variegata la condizione di quelli più energivori, con una quota pari al 26% caratterizzato da fabbisogni compresi tra 180 e 270 kWh/m² anno, 16% tra 270 e 375

kWh/m² anno e un non trascurabile 8% con fabbisogni addirittura superiori a 390 kWh/m² anno. Gli edifici non residenziali sono più concentrati attorno alla media, per cui il 50% di essi si posiziona al di sotto dell'EPH di 65 kWh/m³ anno.

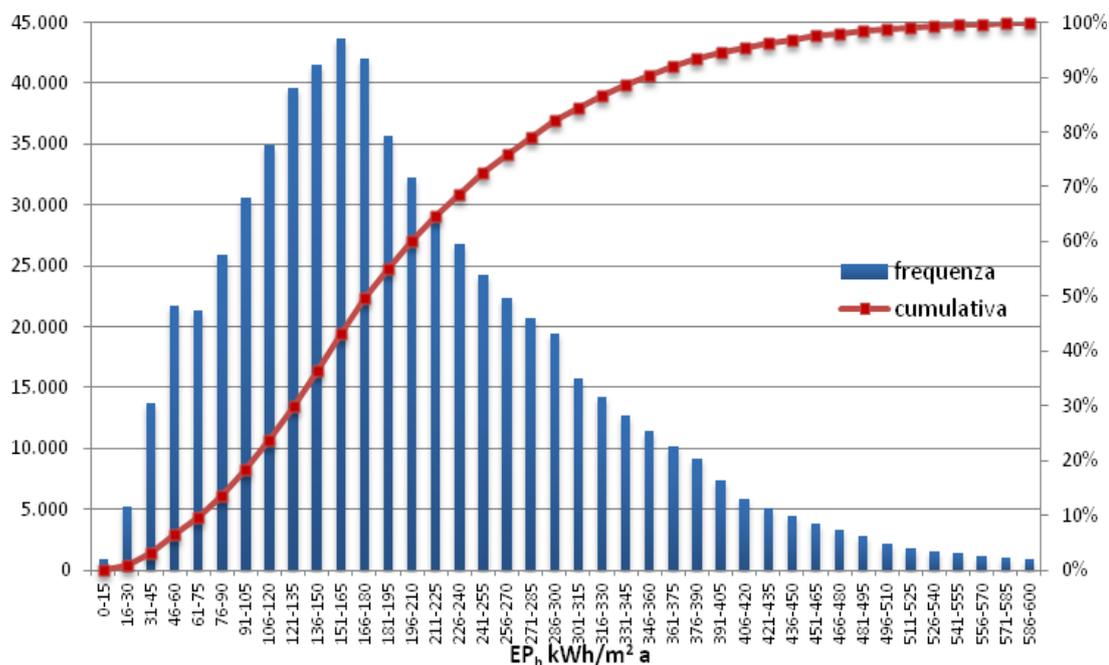


Fig. 44 - Distribuzione di frequenza del valore EPH degli edifici residenziali (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

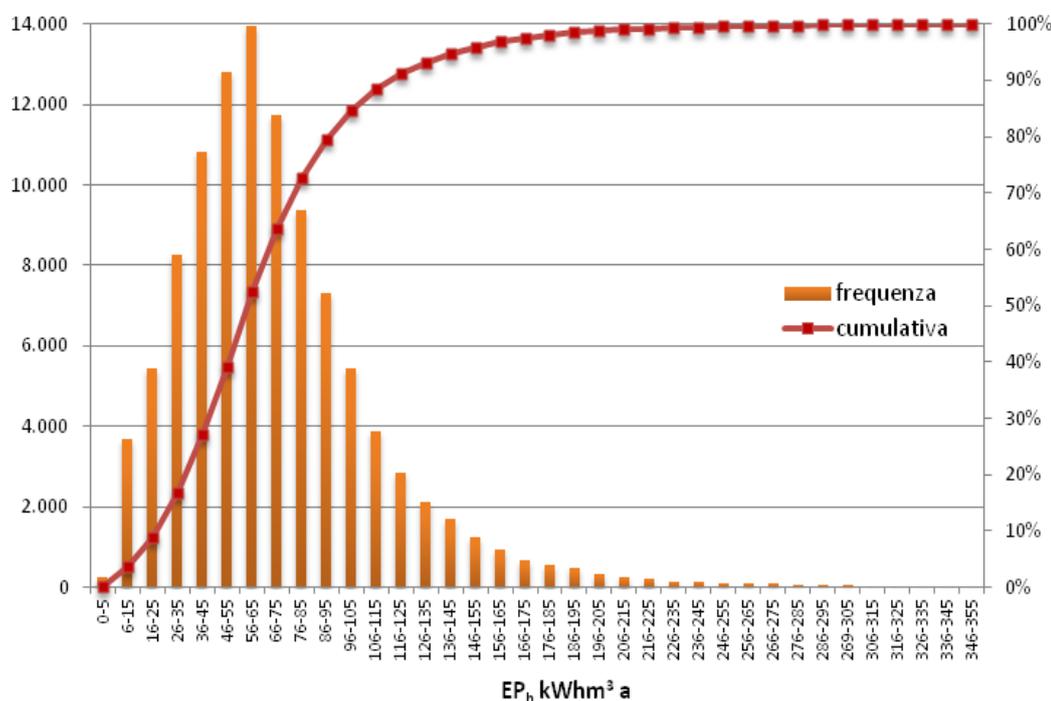


Fig. 45 - Distribuzione di frequenza del valore EPn degli edifici non residenziali (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

La comparazione del dato di EP_H medio calcolato sulle singole province mette in luce una variabilità di valori che, per gli edifici residenziali, va da un minimo di 175 kWh/m² anno registrato per la provincia di Bergamo ad un massimo di 240 kWh/m² anno per Pavia (Fig. 46). Una possibile spiegazione può essere ricercata nelle caratteristiche del patrimonio immobiliare dei diversi territori lombardi, che, secondo i dati del Censimento Istat, sommati alle serie storiche dei permessi di costruire, evidenzia, per le province caratterizzate da fabbisogni energetici maggiori (Pavia e Varese), una preponderanza di edifici con più di trent'anni.

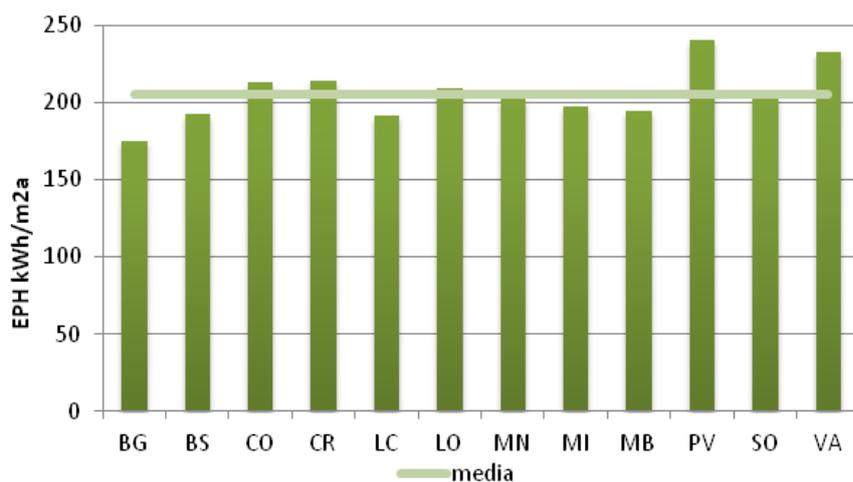


Fig. 46 – Valore di EP_H medio per provincia degli edifici residenziali (istogramma) e confronto con la media regionale (linea continua) (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

I valori medi caratteristici degli immobili non residenziali (Fig. 47) sono pressoché in linea con quelli rappresentati in Fig. 46, ad eccezione della provincia di Sondrio che, insieme a Pavia e Varese, figura tra le province con fabbisogno più alto. Anche in questo caso sono i comprensori di Bergamo e Brescia a registrare i dati che più si discostano, verso prestazioni migliori, dalla media lombarda.

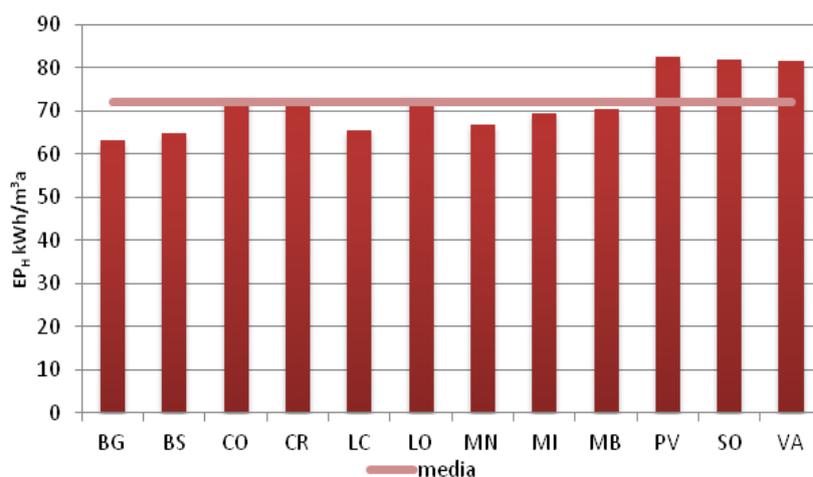


Fig. 47 – Valore di EP_h medio per provincia degli edifici non residenziali (istogramma) e confronto con la media regionale (linea continua) (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

Gli edifici non residenziali rappresentati in Fig. 47 sono suddivisi nelle rispettive destinazioni d’uso secondo le percentuali rappresentate nella torta in Fig. 48 in cui si nota come la maggior parte degli edifici sia costituita da uffici ed assimilabili (35,9%), seguiti da edifici commerciali (32,5%) ed industriali (23,8%). Minimi i valori per le rimanenti destinazioni d’uso.

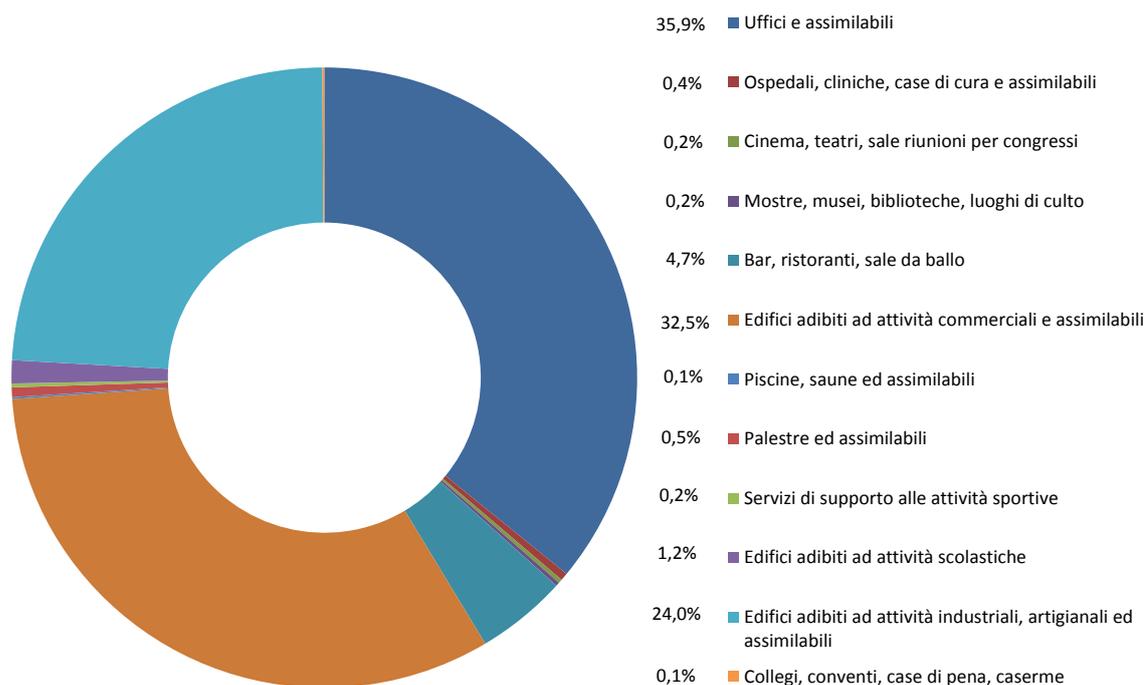


Fig. 48– Percentuale di ACE per edifici non residenziali in base alla destinazione d’uso (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

Sulla base delle destinazioni d’uso sopra indicate è possibile leggere il dettaglio dei risultati in termini di classificazione energetica per singola destinazione illustrato in Fig. 49.

Il risultato si dimostra tendenzialmente in linea con i dati generali: le classi G rappresentano sempre la maggioranza ad esclusione degli edifici adibiti ad attività ospedaliera, dove è preponderante la classe C, seguita dalla classe D, mentre le classi meno efficienti sono relegate agli ultimi posti. Situazione esattamente opposta invece quella degli edifici per attività ricreative o di culto, che raggruppano cinema, teatri, musei, bar, ristoranti e sale da ballo dove le classi G arrivano a toccare quota 79% mentre le classi migliori (A+, A, B) arrivano ad uno stentato 1%. Da notare anche la bassa qualità degli edifici adibiti ad attività commerciali, per i quali la classe G rappresenta il 60%.

Risulta invece confrontabile la condizione degli immobili adibiti ad uffici e ad attività artigianali e industriali: in questo caso la classe meno efficiente rappresenta rispettivamente il 35% e il 41%

degli immobili, mentre una quota del 32% e del 28% si colloca nelle classi comprese tra la A+ e la D.

Le categorie degli edifici sono codificate – secondo la classificazione del dpr 412/93 - nel modo rappresentato nel seguente prospetto.

E.1(1)	Residenze a carattere continuativo
E.1(1c)	Collegi, conventi, case di cura, caserme
E.1(2)	Residenze con occupazione saltuaria
E.1(3)	Alberghi, pensioni ed assimilabili
E.2	Uffici e assimilabili
E.3	Ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
E.4(1)	Cinema, teatri, sale riunioni e congressi
E.4(2)	Mostre, musei, biblioteche e luoghi di culto
E.4(3)	Bar, Ristoranti, sale da ballo
E.5	Attività commerciali ed assimilabili
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
E.8	Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali

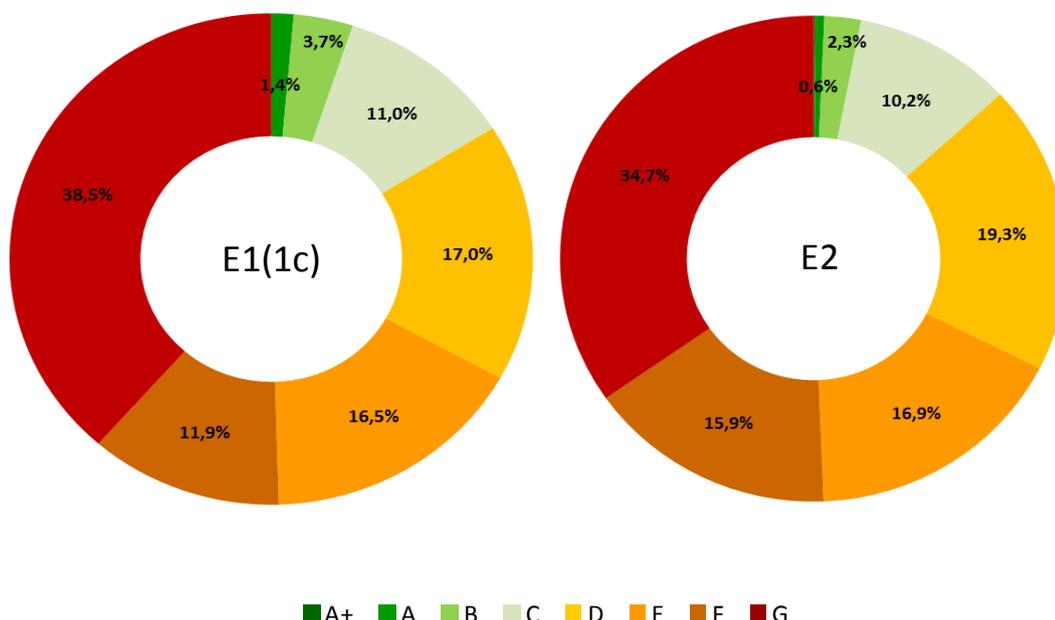




Fig. 49 – Ripartizione degli ACE per edifici non residenziali per classe energetica e destinazione d'uso (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

Il dettaglio contenuto nei dati depositati all'interno del CEER consente inoltre di ricostruire una mappatura energetica degli edifici per epoca costruttiva, informazione importante per pianificare le attività di riqualificazione energetica.

Trend evolutivi delle performance energetiche degli edifici

Una sintesi di questa analisi, per il settore residenziale, è riportata in Fig. 50, da cui emerge il lieve incremento del fabbisogno di energia primaria negli edifici nel periodo della ricostruzione post bellica (1946-1960), derivato in parte dal massiccio abbandono della tecnica costruttiva in muratura portante (che nella maggior parte dei casi possiede anche buone caratteristiche termofisiche) a favore della prefabbricazione, che porta con sé anche un decadimento delle prestazioni energetiche degli involucri, in parte dovuto all'andamento del prezzo dei combustibili fossili che nel periodo evidenziato ha fatto registrare valori minimi storici.

L'introduzione della Legge 373 del 1976 ha fatto sì che il valore medio di EP_H diminuisse passando da 239 a 206 kWh/m²a. La Legge 10/91, che ha introdotto il concetto di certificazione energetica in Italia, ha prodotto effetti positivi e il valore medio di EP_H si è ridotto ulteriormente, arrivando a 154 kWh/m²a. L'effetto più evidente, tuttavia, lo ha prodotto la DGR VIII/5018 del 2007: il valore medio di EP_H praticamente si è quasi dimezzato, passando da 154 a soli 76 kWh/m²a.

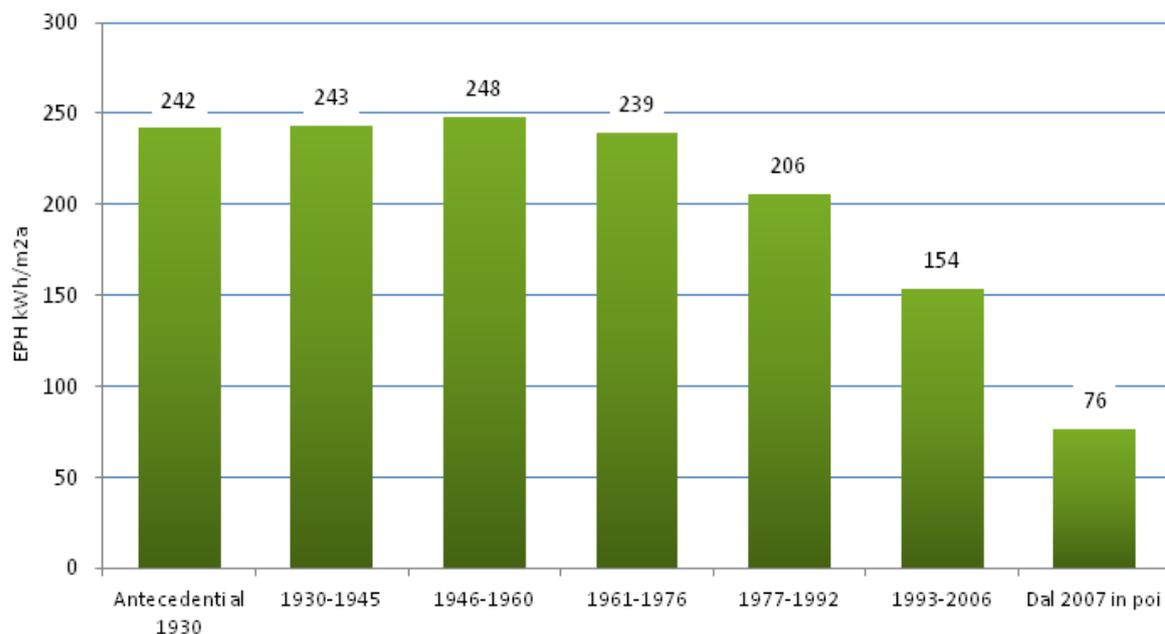


Fig. 50 – Valore medio di EP_H per epoca costruttiva per edifici residenziali (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

In Fig. 51 si mostra l'andamento simile dell'edilizia non residenziale, che però denota un picco nel periodo 1961-1976, con un maggiore ritardo rispetto al settore residenziale. In questo caso una

motivazione potrebbe essere legata ad un maggiore ricorso alle riqualificazioni energetiche del settore residenziale rispetto al non residenziale.

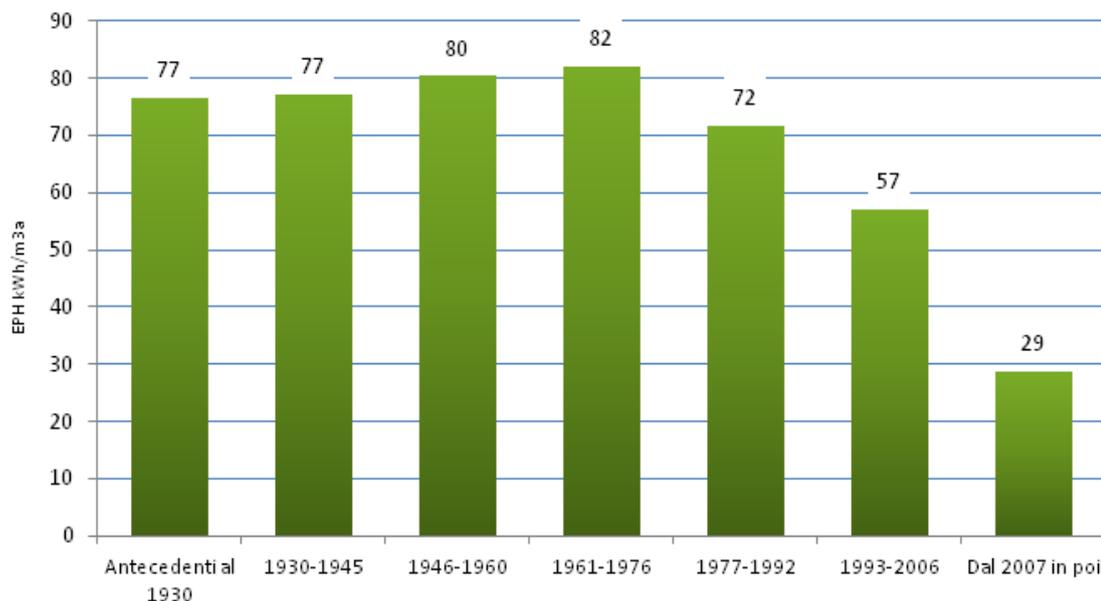


Fig. 51 – Valore medio di EPH per epoca costruttiva per edifici non residenziali (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

La Fig. 52 fa a sua volta emergere una diminuzione continua, anche se non eccessivamente rapida, del valore di EPH dal 2007 al 2012. Il mercato delle costruzioni, nonostante il periodo recessivo, evidenziato nel Capitolo 2, ha ben compreso e fatto proprio il potenziale insito negli aspetti energetici degli edifici anche in termini economici e, pertanto, soprattutto nelle nuove costruzioni, punta proprio sulla qualità energetica, ritenendola un forte elemento di competitività.

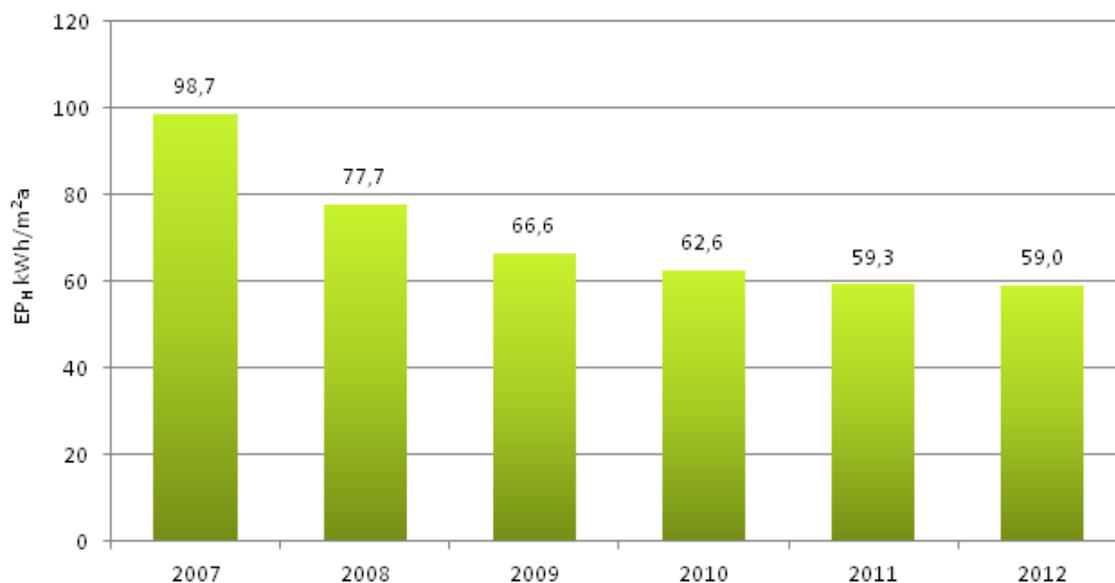


Fig. 52 – Valore medio di EPH per epoca costruttiva per edifici residenziali dal 2007 al 2012 (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale)

Analisi diffusione territoriale

Da un'analisi territoriale del fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento (Fig. 53) emergono spunti interessanti. Si nota in primo luogo come la situazione sia abbastanza variegata, con una distribuzione a fasce orizzontali (due fasce alle estremità superiore ed inferiore ed una fascia centrale). La fascia centrale, che comprende parzialmente le province di Milano, Monza, Bergamo e Brescia, risulta essere la più virtuosa, con un EP_H medio degli edifici residenziali compreso tra i 74 ed i 200 kWh/m²a e con la più alta concentrazione di Comuni caratterizzati da livelli di fabbisogno più basso. Nelle fasce estreme si nota invece un EP_H mediamente più alto e la presenza di episodi in cui tale valore registra il suo massimo (zone in rosso). Naturalmente i valori indicati sono il frutto della combinazione di diversi fattori, propri del territorio comunale, da analizzare quindi con molta attenzione e cautela.

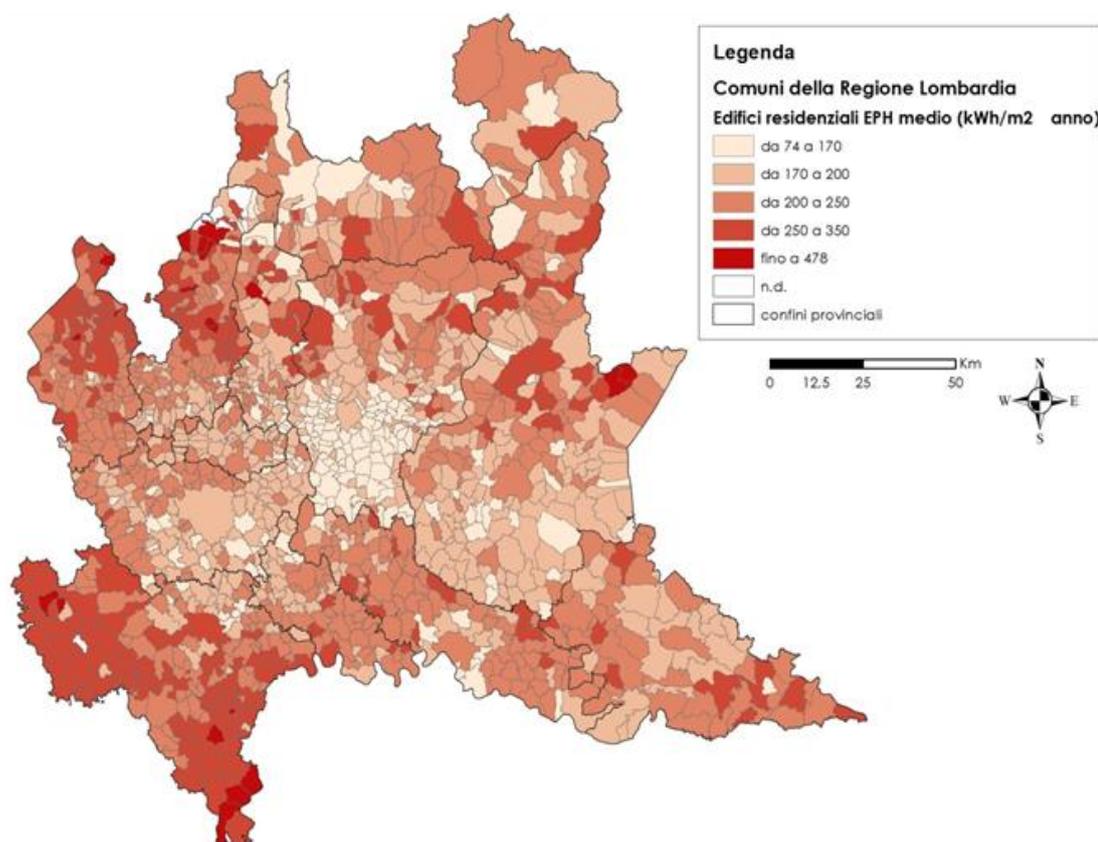


Fig. 53 – Valore medio di EP_H per gli edifici residenziali per Comune
 (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

E' anzitutto necessario prendere in considerazione la tipologia edilizia, caratteristica che influenza direttamente il cosiddetto fattore di forma, ottenuto dal rapporto fra superficie disperdente e volume riscaldato. Fattori di forma molto bassi indicano un edificio compatto, che di conseguenza tende a disperdere molto poco calore; viceversa, se il fattore di forma è alto l'edificio tende a disperderne molto di più.

Naturalmente anche l'età del patrimonio edilizio ne influenza la qualità energetica: negli edifici recenti, in adempimento degli obblighi normativi relativi ai requisiti energetici minimi, vengono utilizzate tecnologie impiantistiche ad alta efficienza e componenti di involucro ad alte prestazioni, che consentono minori consumi e riducono quindi il valore medio di EP_H .

La mappa che rappresenta il valore di EP_H medio comunale degli edifici non residenziali (Fig. 54) è caratterizzata da una simile distribuzione a fasce di quella relativa agli edifici residenziali.

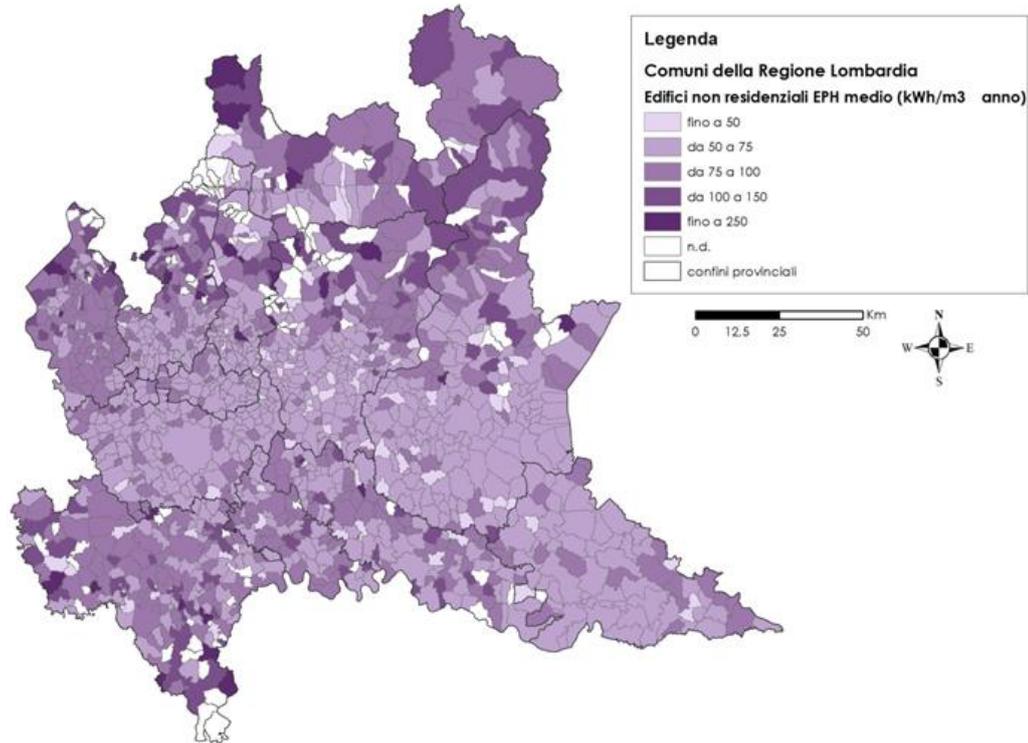


Fig. 54 – Valore medio di EP_H per gli edifici non residenziali per comune (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

6.3 Efficienza dell'involucro degli edifici

Tra gli indicatori che definiscono la qualità energetica di un manufatto edilizio vi è il fabbisogno di energia termica per il riscaldamento o la climatizzazione invernale (ET_H), che rappresenta la quantità di “calore” necessario per mantenere all'interno di un edificio le condizioni di comfort. Come risulta evidente dalla osservazione delle Figure 55 e 56, tale indice è progressivamente diminuito con il passare degli anni, raggiungendo, per il periodo successivo al 2007, un valore medio che per gli edifici residenziali si attesta intorno ai 62 kWh/m²a, mentre per quelli non residenziali intorno ai 27 kWh/m³a.

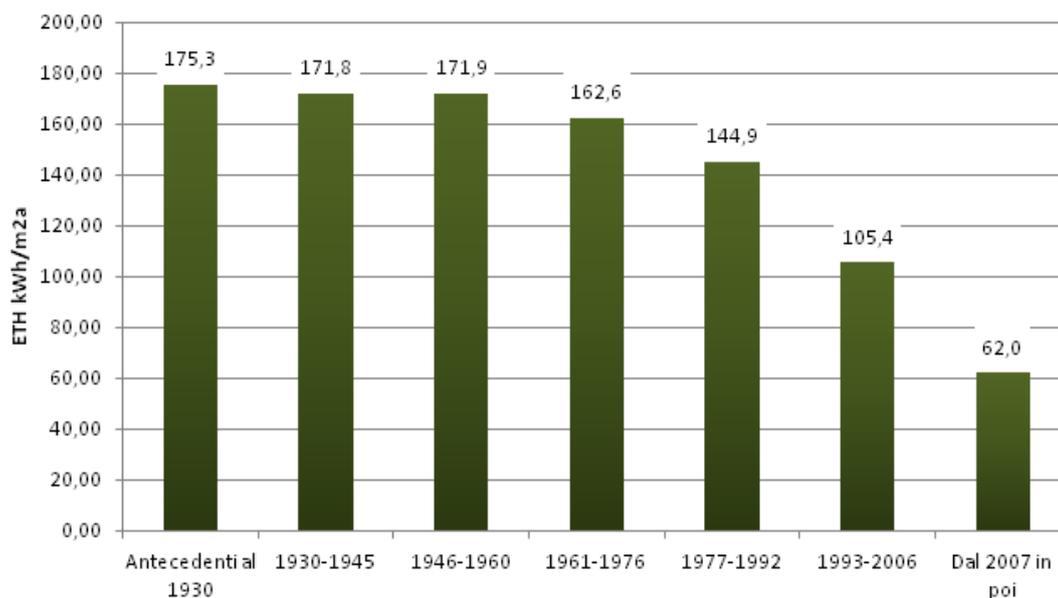


Fig. 55 – Valore medio di ET_H per epoca costruttiva per edifici residenziali (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

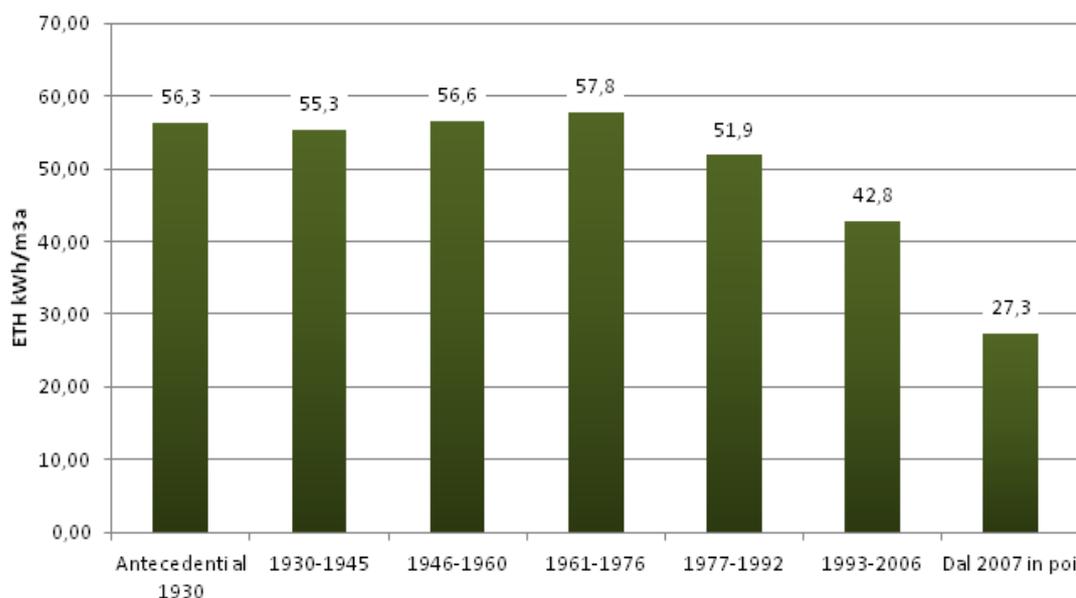


Fig. 56 – Valore medio di ETH per epoca costruttiva per edifici non residenziali (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA PER IL RISCALDAMENTO O LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE (ET_H)

L'indice di prestazione termica ET_H rappresenta il fabbisogno annuo di energia termica dell'involucro per il riscaldamento o la climatizzazione invernale. Il calcolo di tale parametro considera le perdite per dispersione attraverso le pareti, i basamenti, le coperture ed i serramenti, il guadagno di calore dovuto alla radiazione solare, l'apporto dei carichi termici interni all'edificio e le perdite per ventilazione dovute ad infiltrazioni o aerazione naturale; così costituito l' ET_H rappresenta un macro indicatore dell'efficienza energetica dell'involucro.

Tale indicatore viene riferito alla grandezza dell'edificio ed in particolare rapportato all'unità di superficie utile degli ambienti riscaldati (per edifici appartenenti alla categoria E.1, cioè edifici residenziali, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme) o all'unità di volume lordo riscaldato (per tutti gli altri edifici), espresso rispettivamente in kWh/m^2 anno o kWh/m^3 anno.

Il valore è direttamente correlato alle prestazioni dell'involucro edilizio: maggiore è la coibentazione dell'involucro, minore è l'indice ET_H ; più compatto è l'edificio, minore è l'indice ET_H .

I dati contenuti negli ACE consentono di ricavare informazioni utili per comprendere l'evoluzione prestazionale dei diversi sistemi edilizi, con la possibilità di analizzare anche il dettaglio dei singoli componenti costruttivi.

Nella Fig. 57 sono riportati i valori medi delle trasmittanze termiche delle superfici opache negli edifici residenziali suddivisi per epoca costruttiva. Si può osservare come i valori con il tempo si siano progressivamente abbassati, il che significa che le pareti disperdono meno e quindi l'edificio consuma meno energia; allo stesso tempo si nota anche che i miglioramenti prestazionali più importanti si ottengono nel periodo 1993-2007, effetto della legge 10/1991, e dal 2007 in avanti come effetto della DGR VIII/5018 e s.m.i. Per le superfici opache, relative alle pareti esterne, il valore medio della trasmittanza termica passa da 1,36 a 0,42 W/m^2K : le pareti degli immobili di ultima generazione, quindi, isolano tre volte di più.

Un discorso pressoché analogo vale per le coperture, nonostante queste abbiano goduto storicamente di una maggiore attenzione nella coibentazione rispetto alle superfici verticali: il loro valore di trasmittanza termica media passa da 1,10 a 0,36 W/m^2K , mentre i basamenti passano da 1,24 a 0,44 W/m^2K .

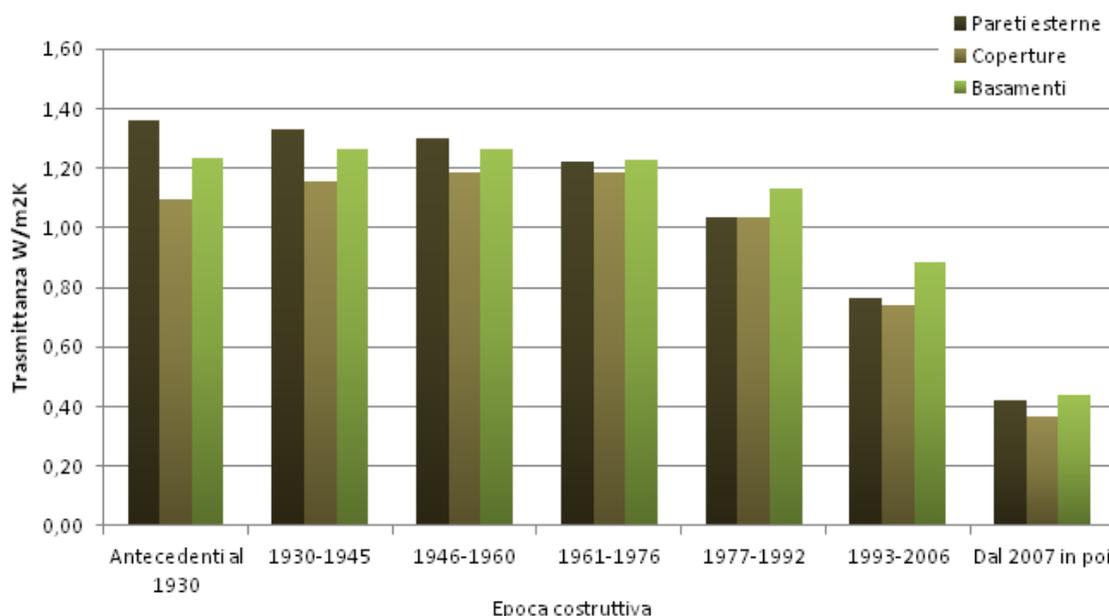


Fig. 57 – Valori medi delle trasmittanze delle superfici opache degli edifici residenziali (pareti esterne, coperture e basamenti) nelle diverse epoche costruttive (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

Le superfici opache degli edifici non residenziali sono caratterizzate da valori di trasmittanza termica mediamente più elevati e denotano la minore attenzione all’isolamento dedicata agli immobili non destinati ad abitazione. Come illustrato nella Fig. 58, per quanto riguarda le pareti esterne si passa da 1,38 a 0,53 W/m²K, per le coperture da 1,26 a 0,47 W/m²K, mentre per i basamenti il valore varia tra 1,34 e 0,60 W/m²K.

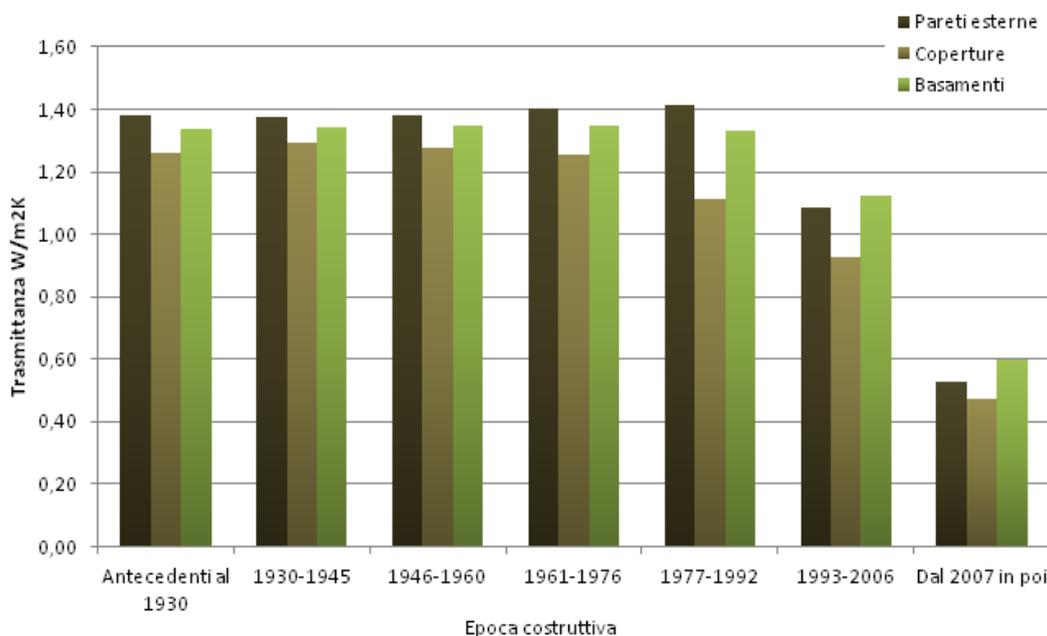


Fig. 58 – Valori delle trasmittanze delle superfici opache degli edifici non residenziali (pareti esterne, coperture e basamenti) nelle diverse epoche costruttive (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

L'analisi dei valori relativi ai componenti trasparenti rende evidente come nel tempo anche i serramenti degli edifici residenziali abbiano migliorato le proprie prestazioni.

Tenuto conto che prima del 1976 erano ancora molto diffusi i serramenti a vetro singolo, per i quali la trasmittanza si attesta intorno ai 5 W/m²K, i valori che emergono dall'analisi per gli edifici fino al 1992, compresi tra 3,45 W/m²K (prima del 1930) e 3,88 W/m²K (tra il 1961 e il 1976), dimostrano che sono state effettuate molte sostituzioni, in parte agevolate dagli incentivi fiscali ed in parte dettate dalla spinta a migliorare il comfort termo-acustico degli ambienti interni. Il valore medio di trasmittanza dei serramenti dopo il 2007 si riduce a 2,01 W/m²K, indicatore della diffusione di serramenti con vetri basso emissivi. I margini di miglioramento sono tuttavia ancora elevati in quanto l'utilizzo delle attuali tecnologie a doppio o triplo vetro con deposito superficiale basso emissivo consente di raggiungere valori di trasmittanza paragonabili a quelli dei componenti opachi (0,5 – 0,7 W/m²K).

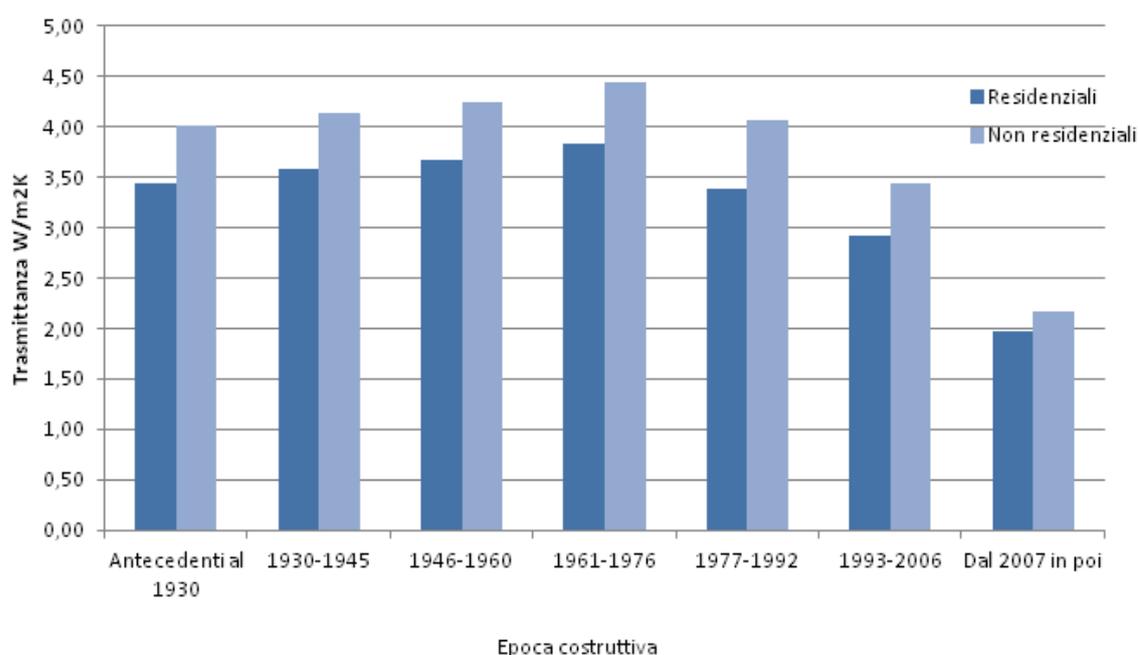


Fig. 59 – Valori delle trasmittanze delle superfici trasparenti degli edifici residenziali nelle diverse epoche costruttive - Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale.

6.4 Efficienza energetica degli impianti termici

I dati contenuti nel Catasto Energetico Edifici Regionale consentono di ricostruire le tendenze che caratterizzano le scelte impiantistiche nelle diverse epoche costruttive. E' tuttavia necessario ricordare che, essendo i dati del Catasto riferiti allo specifico momento in cui l'ACE è stato redatto, vanno opportunamente considerate le possibili sostituzioni impiantistiche intervenute in momenti successivi.

Le informazioni ricavate evidenziano comunque la variazione delle scelte progettuali nel tempo. Analizzando la situazione relativa a tutti gli edifici, residenziali e non residenziali (Fig. 60), i generatori di calore tradizionali, che nei periodi 1977-1992 e 1993-2006 costituivano circa il 50% dei sistemi, dopo il 2007 coprono appena il 15%. Le caldaie a condensazione, al contrario, dopo il 2007 passano dal 9% (riferimento 1993-2006) al 58%. Relativamente più bassa, ma comunque significativa, la quota delle pompe di calore che dopo il 2007 coprono il 9%, mentre la loro diffusione negli anni precedenti è estremamente limitata.

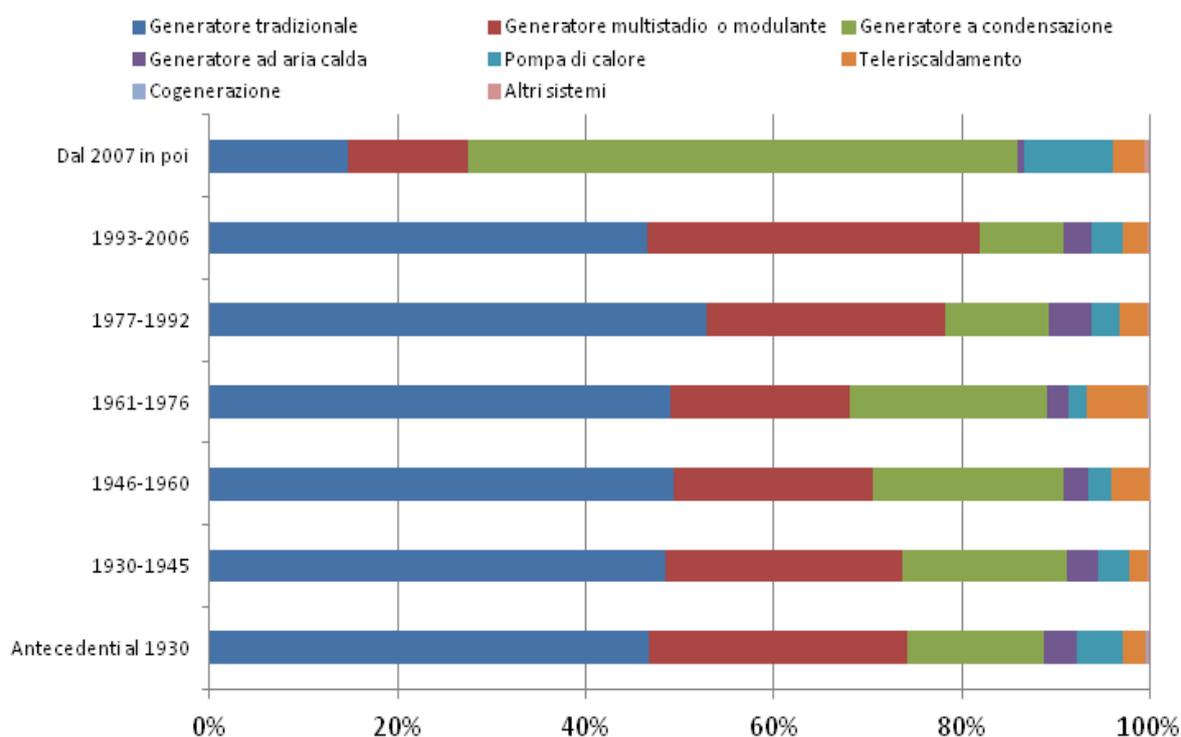


Fig. 60 – Ripartizione percentuale dei generatori di calore per tipologia e per epoca costruttiva degli edifici (residenziali e non residenziali) (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

TIPOLOGIE DI GENERATORI DI CALORE

All'interno del software CENED⁺, ai fini della certificazione energetica in Lombardia, sono presenti i generatori di calore qui di seguito descritti.

Generatore tradizionale: è un generatore di calore che funziona su un'unica potenza termica ed utilizza solo una parte dell'energia del combustibile, il cosiddetto potere calorifico inferiore (PCI); il resto viene disperso dal camino sotto forma di vapore acqueo. La temperatura all'interno del generatore è costante e piuttosto elevata per assicurare che non ci siano problemi di condensazione.

Generatore multistadio o modulante: è un generatore caratterizzato da tre stati tipici di funzionamento:

- bruciatore spento;
- bruciatore acceso alla minima potenza;
- bruciatore acceso alla massima potenza.

I generatori a temperatura scorrevole consentono il raggiungimento di elevati valori di rendimento medio stagionale, grazie al loro funzionamento caratterizzato da una temperatura variabile che è in funzione della richiesta del carico dell'impianto e delle condizioni climatiche.

Generatore a condensazione: è un generatore che, dotato di un secondo scambiatore di calore sui fumi, recupera parte del calore di condensazione del vapore acqueo contenuto nei fumi di combustione. Per far condensare il vapore acqueo è necessario abbassare la temperatura dei fumi al di sotto della temperatura di condensazione (50°C-55°C).

Ne consegue che le caldaie a condensazione, recuperando parte del calore di condensazione, possono avere rendimenti di combustione maggiori del 100%, se questi valori sono espressi sulla base del PCI;

Generatore a condensazione multistadio o modulante: è un generatore di calore che sfrutta la tecnologia del generatore a condensazione, recuperando quindi il calore di condensazione del vapore acqueo contenuto nei fumi di combustione, ma con un funzionamento a stadi su diverse potenze come per i generatori multistadio o modulanti.

Generatore ad aria calda: è un generatore che funziona sul principio del riscaldamento diretto degli ambienti. Un ventilatore viene utilizzato per forzare l'aria attraverso una camera di combustione dove si trova il bruciatore. Quando l'aria passa attraverso il bruciatore, tutto il calore liberato dal processo di combustione viene trasferito al flusso d'aria.

Pompa di calore: è un dispositivo che fornisce calore all'ambiente a temperatura controllata o climatizzato prelevandolo da una sorgente termica a temperatura inferiore.

L'effetto di passaggio di calore da un corpo più freddo ad uno più caldo viene ottenuto tramite la fornitura di energia termica o di lavoro (meccanico o elettrico). Nel primo caso si parla di pompe di calore endotermiche o pompe di calore ad assorbimento, o anche ad adsorbimento (a

seconda di quale principio fisico che attiva il ciclo a pompa di calore). Nel secondo caso si parla di pompe di calore elettriche, con ciclo a compressione o termoelettriche.

Teleriscaldamento: *è un sistema di distribuzione di energia termica in forma di vapore, acqua calda o liquidi riscaldati, da una o più fonti di produzione verso una pluralità di edifici o siti tramite una rete, per la climatizzazione invernale, produzione di acqua calda ad uso igienico-sanitario e/o uso in processo di lavorazione.*

Il circuito di teleriscaldamento prevede in generale una tubazione di mandata ed una di ritorno, da cui si distaccano le tubazioni di connessione agli edifici serviti dalla stessa.

La sottostazione termica, costituita da uno o più scambiatori termici tipicamente a fasci tubieri, è il punto di connessione tra la rete di teleriscaldamento e il sistema edificio impianto oggetto di certificazione e costituisce il sistema di generazione del sistema edificio-impianto.

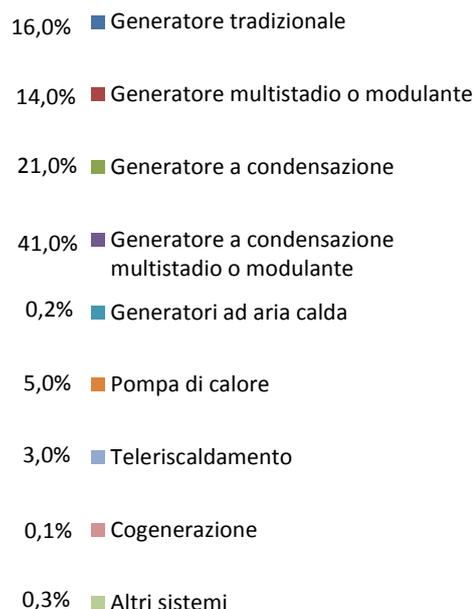
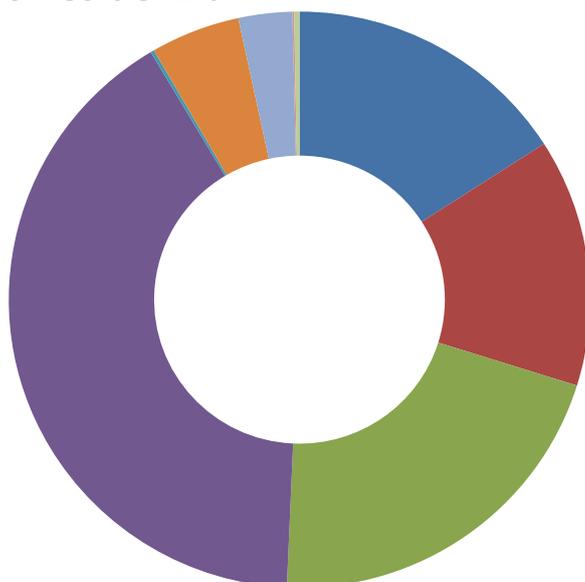
Cogenerazione: *consiste nella produzione e consumo, con un unico sistema e a partire da un'unica fonte energetica (fossile o rinnovabile) di due forme di energia, quali energia termica, meccanica o elettrica. Nell'ambito degli impianti civili questo termine si riferisce tipicamente alla produzione e consumo contemporaneo di energia termica (riscaldamento, ACS) ed elettrica (usi connessi), ottenute tramite la combustione di un combustibile fossile, generalmente all'interno di un motore. Se al sistema si associa la produzione di acqua refrigerata, tramite pompe di calore alimentate ad energia termica, si parla di trigenerazione.*

Riscaldatore a infrarossi: *è un generatore di calore, alimentato ad energia elettrica, che utilizza il principio di trasferimento di calore radiante.*

Concentrando l'attenzione su quanto è accaduto negli anni più recenti, si nota una differente ripartizione dei generatori che caratterizza gli edifici residenziali e quelli non residenziali.

Come si evince dalla Fig. 61, infatti, se negli edifici residenziali si rileva la preponderanza di generatori a condensazione e multistadio o modulanti a condensazione, con un 62%, tra le altre categorie di edifici si osserva un'alta percentuale di pompe di calore (37% contro il 5% degli edifici residenziali).

Edifici residenziali



Edifici non residenziali

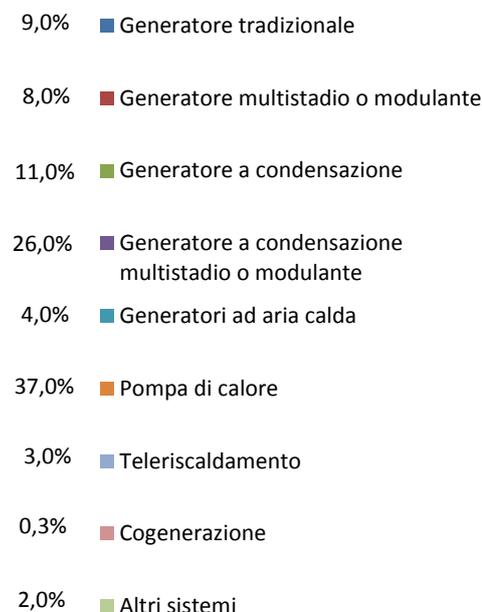
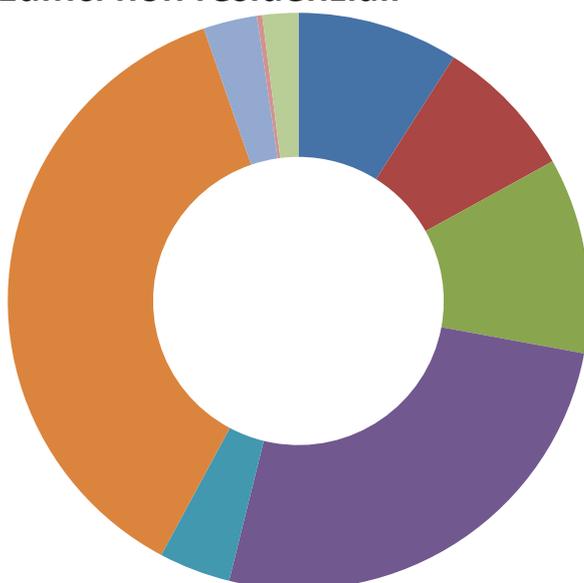


Fig. 61– Ripartizione percentuale dei generatori di calore per tipologia degli edifici residenziali e non residenziali, anni successivi al 2007 - Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale.

Interessante risulta anche l'approfondimento sui sistemi di generazione installati negli edifici di fascia (classe) alta, riportato schematicamente nel diagramma di Fig. 62 e riferito a tutti gli edifici, residenziali e non residenziali.

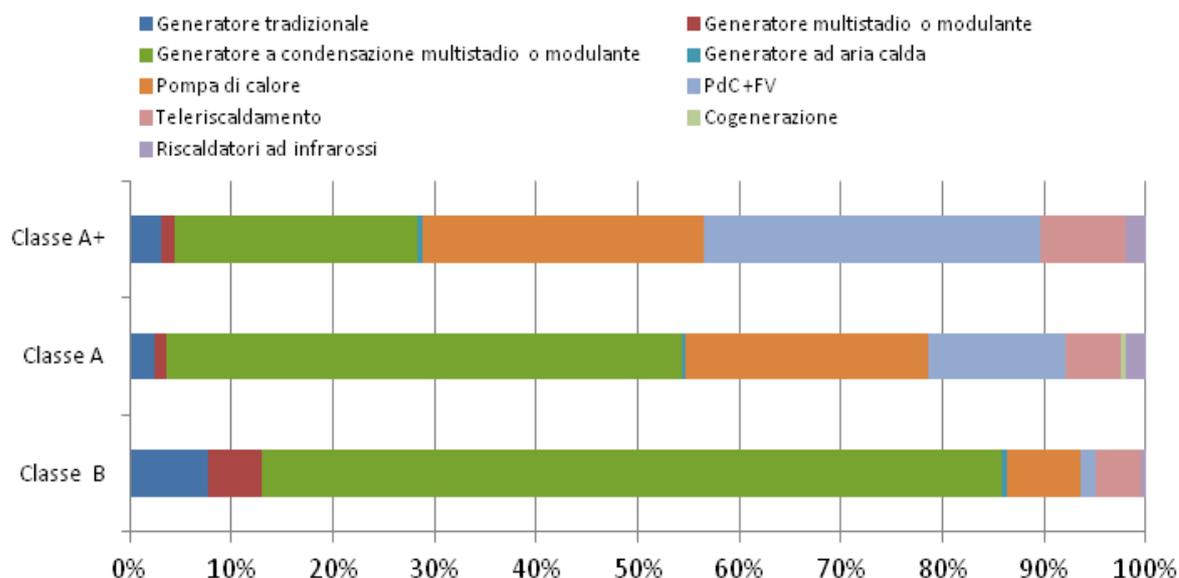


Fig. 62 – Ripartizione percentuale dei generatori di calore per tipologia di classi (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

Negli edifici di classe B sia il generatore di calore tradizionale sia la tecnologia della pompa di calore coprono l'8% del fabbisogno, mentre la caldaia a condensazione, con il 73%, è il generatore di calore più diffuso in questa classe energetica.

Se si considerano i dati relativi agli edifici di classe A, le percentuali cambiano: la caldaia a condensazione diminuisce la sua quota, che rimane comunque prevalente, al 51%, la caldaia tradizionale si riduce al 2% mentre la pompa di calore sale al 38%.

Nella fascia con la classificazione più alta, la A+, è la pompa di calore a raggiungere la percentuale maggiore con il 61% mentre la caldaia a condensazione si riduce al 24%. In quest'ultima tipologia di edifici si consolida l'utilizzo di impianti solari fotovoltaici, che consentono di raggiungere prestazioni energetiche elevate grazie alla copertura del fabbisogno elettrico richiesto dalla pompa di calore che è utilizzata per i servizi riscaldamento e acqua calda sanitaria.

L'analisi della tipologia di combustibile più utilizzata negli edifici certificati in Lombardia (Fig. 63) mostra con evidenza la preponderanza di un'unica tipologia di combustibile, il gas naturale, che viene utilizzato in circa l'89% dei casi. Seguono il gasolio con il 4,1% e l'energia elettrica con il 3,5%. Minima è la quota di combustibile rinnovabile costituito da biomassa, al di sotto del punto percentuale. Questo dato non rispecchia il reale utilizzo della biomassa sul territorio lombardo, che corrisponde a circa il 6% dei consumi nel settore residenziale. Gli impianti a biomassa tuttavia non costituiscono generalmente il sistema di generazione principale delle abitazioni, e quindi potrebbero non essere stati inseriti nell'ACE.

Tra i risultati emerge il crescente utilizzo di RU (Rifiuti Urbani) per reti di teleriscaldamento, che allo stato attuale copre l'1,53% degli edifici certificati.

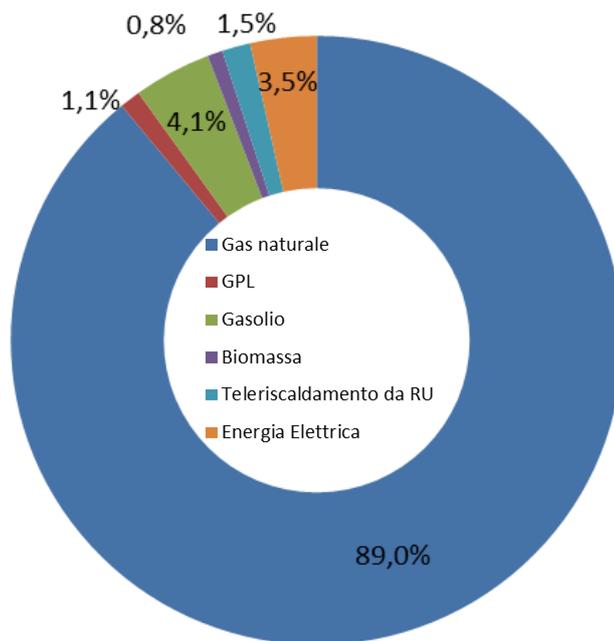


Fig. 63 – Ripartizione percentuale dei generatori di calore per tipologia di combustibile (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

I dati vengono in parte modificati se si analizzano esclusivamente le classi energetiche più efficienti: nella Fig. 64 si nota, infatti, come per le classi A il combustibile più utilizzato sia ancora il gas naturale, con una quota che supera il 60%, seguito dall'energia elettrica con il 34%. Il dato si ribalta nelle classi A+, dove è l'energia elettrica a raggiungere le percentuali più alte (circa il 59%), mentre il gas naturale viene ridimensionato ad un 31% circa.

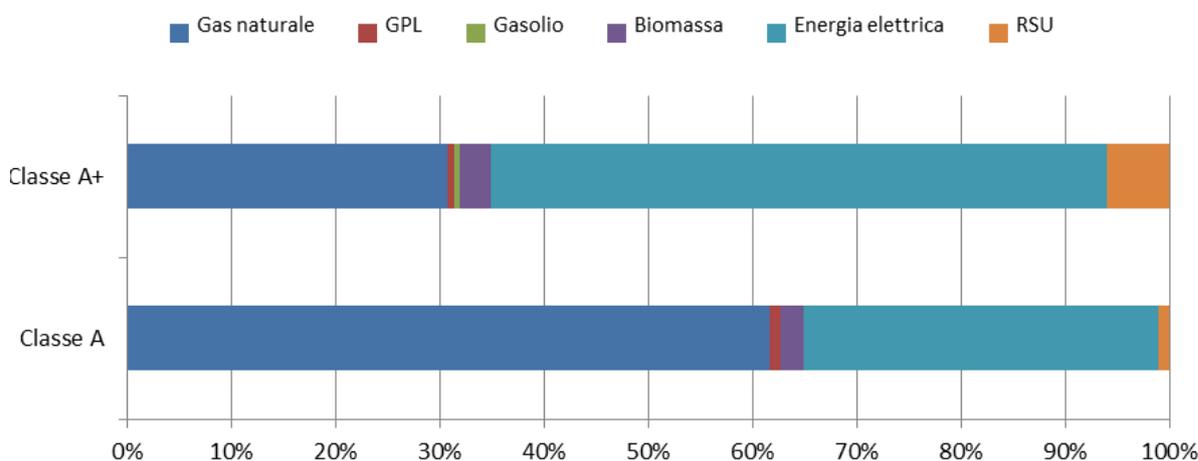


Fig. 64 – Ripartizione percentuale dei generatori di calore per tipologia di combustibile in edifici di classe energetica A+ e A (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

Concentrando l'attenzione sui combustibili più inquinanti come il gasolio o l'olio combustibile (Fig. 65), si rileva come il maggior utilizzo avvenga negli edifici a carattere residenziale, con una percentuale totale del 77%. E' comunque da evidenziare che, nel 10% dei casi, gasolio ed olio vengano tutt'ora impiegati per il riscaldamento di uffici.

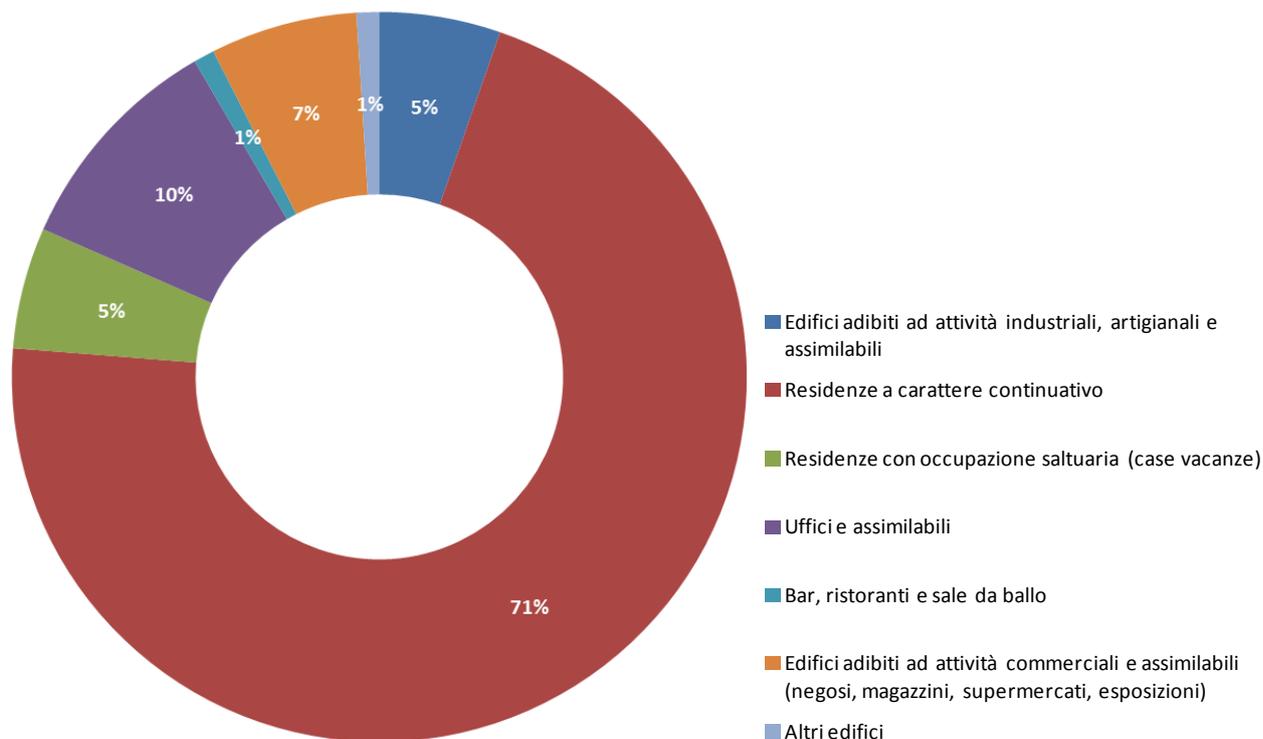


Fig. 65– Ripartizione percentuale dei generatori di calore alimentati ad olio combustibile o gasolio per destinazione d'uso (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

Limitando l'analisi ai soli generatori a fiamma e volendo indagare l'incidenza dei combustibili più inquinanti rispetto al totale, emerge un dato interessante (Fig. 66): nella totalità delle province l'incidenza si mantiene molto bassa, all'incirca su valori che oscillano tra l'1% ed il 7%, ad eccezione della provincia di Sondrio, dove il dato rappresenta ben il 40% del totale. Tale incidenza è verosimilmente dovuta alla presenza di zone impervie non raggiunte dalle reti di metanizzazione, situazione che comporta obbligatoriamente l'utilizzo di altri combustibili. In effetti molti Comuni della provincia di Sondrio risultano non metanizzati, oppure lo sono solo parzialmente.

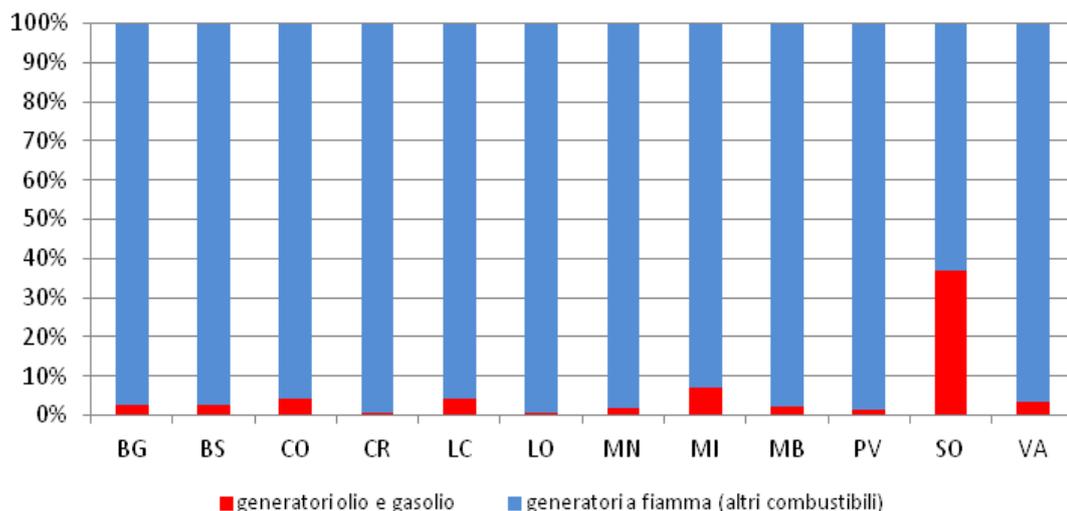


Fig. 66 – Ripartizione percentuale dei generatori di calore alimentati ad olio combustibile o gasolio, rispetto al totale dei generatori a fiamma, per provincia (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

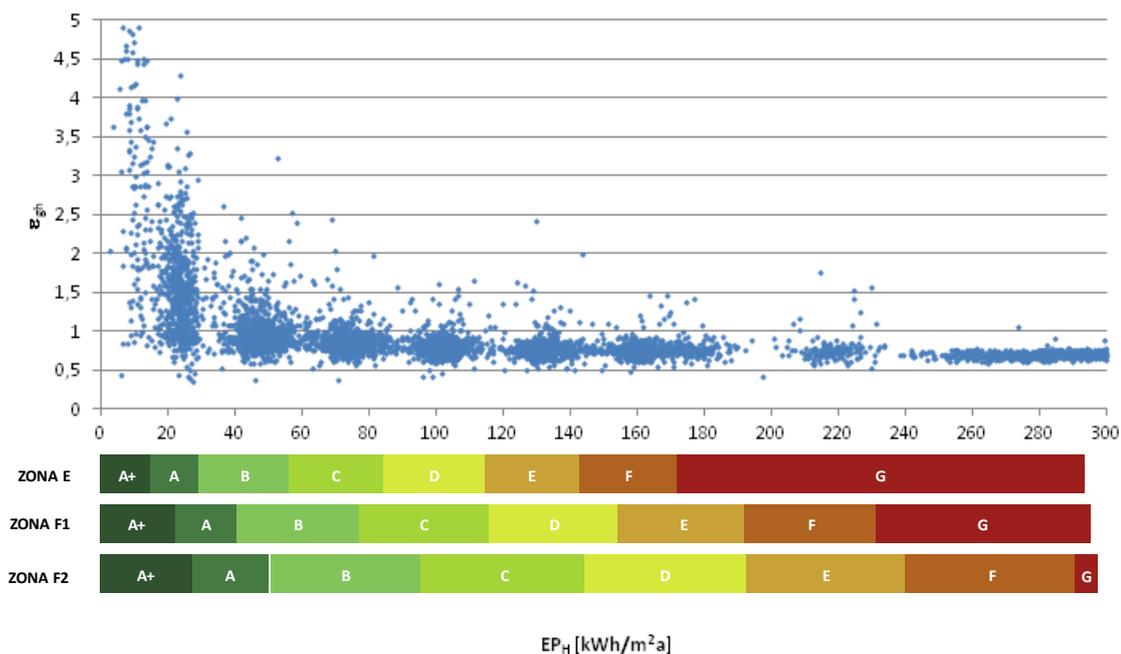


Fig. 67– Distribuzione del valore di efficienza globale media annuale per classe energetica²⁰ (edifici residenziali) - (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

Di notevole interesse è l’analisi effettuata sull’andamento dell’efficienza globale media stagionale per il riscaldamento²¹ in rapporto al consumo di energia primaria dell’edificio e, quindi, alla sua classe (Fig. 67): per le classi che vanno dalla D alla G il valore si mantiene al di

²⁰ Elaborazione effettuata sugli ACE depositati fino ad ottobre 2012, utilizzando il valore medio comunale aggregato per classe energetica.

²¹ Si ricorda che l’efficienza globale media per il riscaldamento è ottenuta dal rapporto fra il fabbisogno di energia termica per il servizio considerato e la rispettiva energia primaria ed è un indice rappresentativo dell’efficienza dell’impianto.

sotto dell'unità, testimonianza del fatto che il contributo di impianti a fonte rinnovabile è molto limitato o addirittura assente; per la classe G , in particolare, l'andamento tende ad un unico valore pressoché costante, indice di una uniformità di tecnologia impiantistica utilizzata. Le classi più efficienti hanno invece una distribuzione più allargata e tendente verso l'alto, a dimostrazione di una notevole varietà nell'utilizzo di differenti tecnologie e configurazioni d'impianto (specie per le classi A+) e raggiungono valori superiori all'unità, che contraddistinguono edifici che utilizzano fonti rinnovabili.

6.5 Fonti energetiche rinnovabili

Nella Fig. 68 è riportata la distribuzione territoriale degli impianti solari fotovoltaici inseriti in edifici certificati, che viene posta a diretto confronto con il numero di ACE depositati nel Comune considerato. La distribuzione dei valori è a "macchia di leopardo", con una media che va da un impianto FV ogni 100 ACE a 36 impianti ogni 100 ACE.

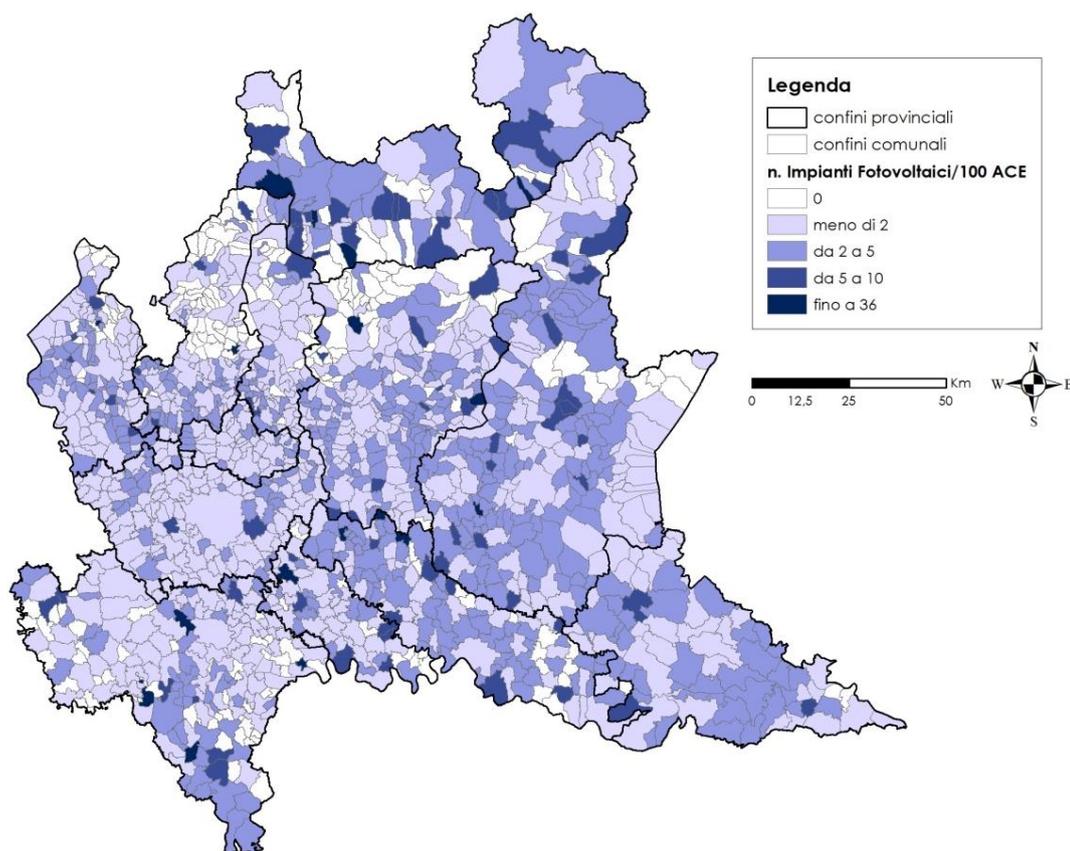


Fig. 68 – Distribuzione di impianti solari fotovoltaici nel territorio regionale a confronto con il numero di ACE depositati per comune (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

Viceversa, analizzando la Fig. 69 relativa al numero di impianti solari termici per ACE depositati, è possibile rilevare come la densità degli impianti cresca, con valori medi diffusi sul territorio che vanno da 1 a 45 impianti ogni 100 ACE.

Naturalmente è necessario tener presente, ancor più in questo tipo di rappresentazioni, che il dato è riferito ai soli edifici certificati che, pur essendo rappresentativi della realtà edilizia, costituiscono solo una parte dell'intero patrimonio immobiliare.

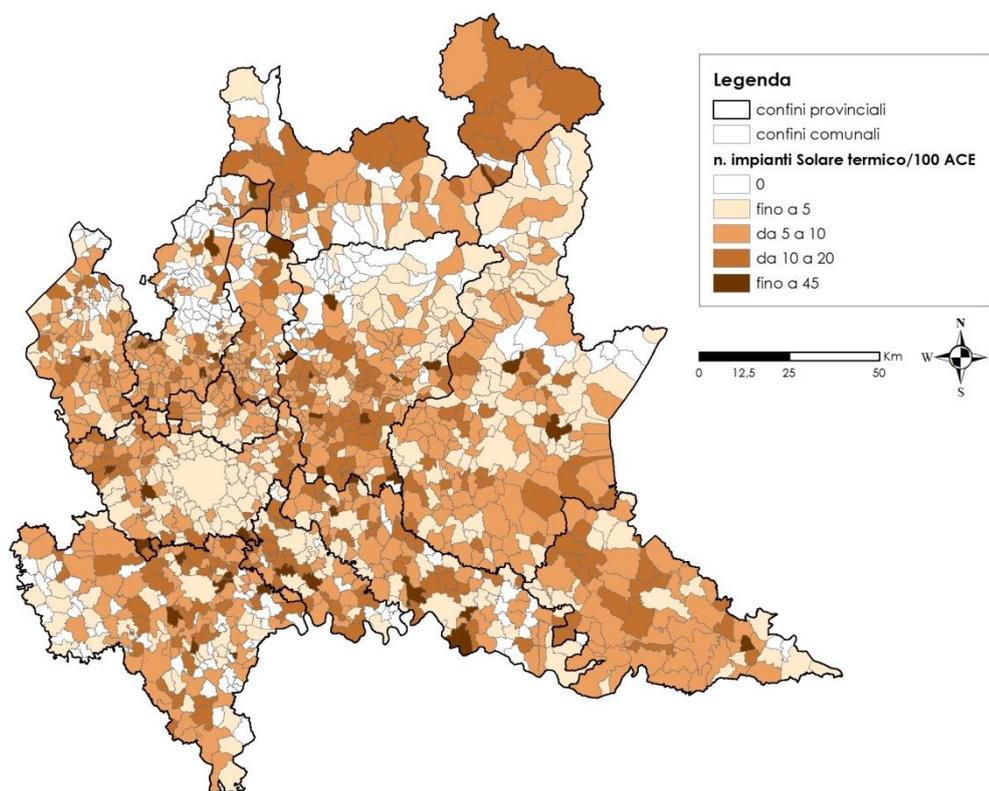


Fig. 69 – Distribuzione di impianti solari termici nel territorio regionale a confronto con il numero di ACE depositati per comune (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

È utile ricordare che la normativa regionale lombarda prevede che per tutti gli edifici di nuova costruzione o in occasione di nuova installazione o ristrutturazione di impianto termico venga assicurata la copertura del 50% del fabbisogno di acqua calda sanitaria con impianti a fonte rinnovabile. Tipicamente il vincolo viene rispettato tramite l'installazione di pannelli solari termici, ma è prevista, in alternativa, la possibilità di soddisfare il requisito tramite impianti a biomassa, reti di teleriscaldamento o pompe di calore (purché con prestazioni minime dettate dalla stessa norma)²².

²² Come caso limite è possibile non tenere in considerazione il disposto se l'ubicazione dell'edificio è tale da rendere impossibile l'installazione di impianti a FER o se esistono condizioni tali da impedire lo sfruttamento ottimale delle stesse.

Nel grafico sottostante (Fig. 70) si riporta il numero degli impianti solari termici inseriti in ACE relativi a nuova costruzione, ristrutturazione d'impianto termico e nuova installazione d'impianto termico. La linea rossa rappresenta il rapporto fra il numero di impianti solari termici indicato inseriti in ACE ed il totale di ACE depositati per nuove costruzioni, ristrutturazioni e nuova installazione d'impianto termico: l'andamento della linea indica qualitativamente quanti proprietari o progettisti hanno deciso di rispettare l'obbligo di copertura del 50% del fabbisogno di ACS con fonti rinnovabili tramite il ricorso al solare termico. Per ogni provincia il dato risulta sempre inferiore all'unità, a conferma della ipotesi che l'obbligo di copertura del 50% di ACS sia stato rispettato tramite metodi alternativi, secondo quanto previsto dalla stessa norma.

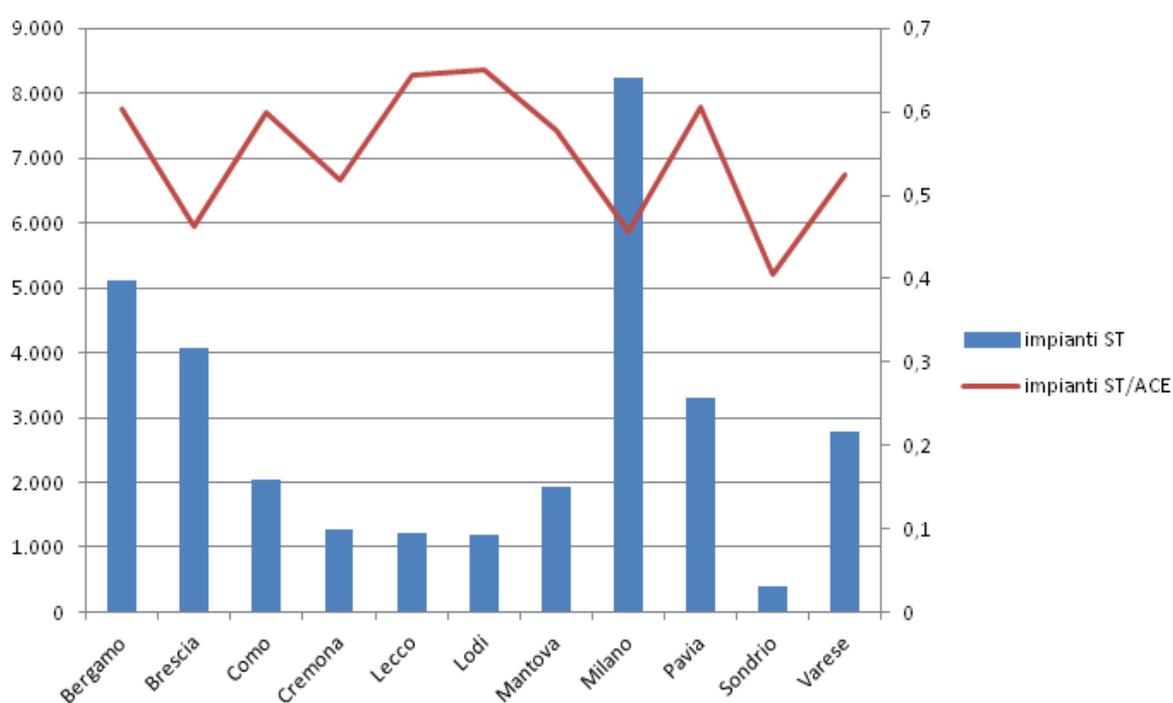


Fig. 70 – Numero di impianti solari termici installati in caso di nuova costruzione, ristrutturazione di impianto termico o nuova installazione di impianto termico rapportato al numero di ACE per la medesima motivazione per provincia (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

Appaiono evidenti i bassi valori corrispondenti alle province di Brescia e Milano e Sondrio, le cui motivazioni potrebbero essere differenti:

- ➔ nel caso di Brescia molto probabilmente si è optato per il rispetto del dispositivo tramite l'allacciamento alla rete urbana di teleriscaldamento (la centrale di teleriscaldamento di Brescia rappresenta uno dei casi di successo nel panorama internazionale, genera calore tramite la termovalorizzazione dei rifiuti e consente di scaldare circa il 70% degli edifici bresciani);

- ➔ nel Milanese la presenza preponderante di tipologie edilizie multifamiliari e condominiali, causa di scarsità di superfici disponibili per l’installazione del solare termico, ha verosimilmente determinato la selezione di altre tecnologie per il soddisfacimento dei requisiti, se non addirittura il mancato adempimento per impossibilità tecnica.;
- ➔ in provincia di Sondrio la causa potrebbe essere dovuta alla presenza di piccoli impianti domestici a biomassa sia di centrali, sempre a biomassa, al servizio di reti di teleriscaldamento.

Queste interpretazioni trovano conferma con quanto rappresentato in Fig. 71: mentre il dato sul numero assoluto di impianti allacciati al teleriscaldamento di Brescia corrisponde anche ad una percentuale abbastanza significativa sul totale degli impianti (oltre l’11%), risulta evidente come il dato assoluto sul teleriscaldamento di Milano sia da valutare insieme a quello percentuale (intorno al 2%), che è di poco superiore alla media delle altre province.

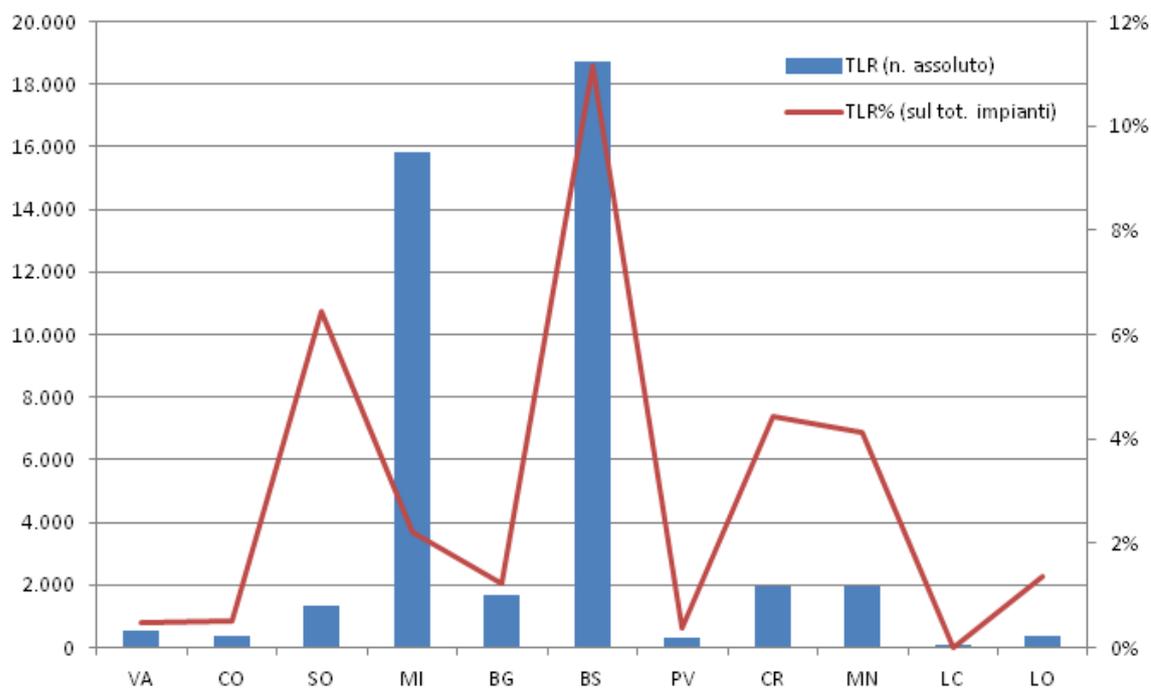


Fig. 71 – Numero di impianti serviti da teleriscaldamento per provincia (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

6.6 Emissioni CO₂ equivalente

Al consumo di energia primaria degli edifici è associata una quantità di emissioni di gas climalteranti legata principalmente alla tipologia di combustibile utilizzato dagli impianti termici a servizio dell’edificio considerato.

In Fig. 72 sono riportati i livelli di emissione di CO₂ equivalente per unità di superficie utile certificata (il riferimento è ai soli edifici a destinazione d’uso residenziale). Appare evidente un

livello medio di emissioni che si attesta nell'intervallo compreso tra 40 e 60 kgCO₂eq/m². Contemporaneamente emerge come nelle province di Bergamo e Brescia tale valore si abbassi, attestandosi su valori compresi fra 25 e 40 kgCO₂eq/m².

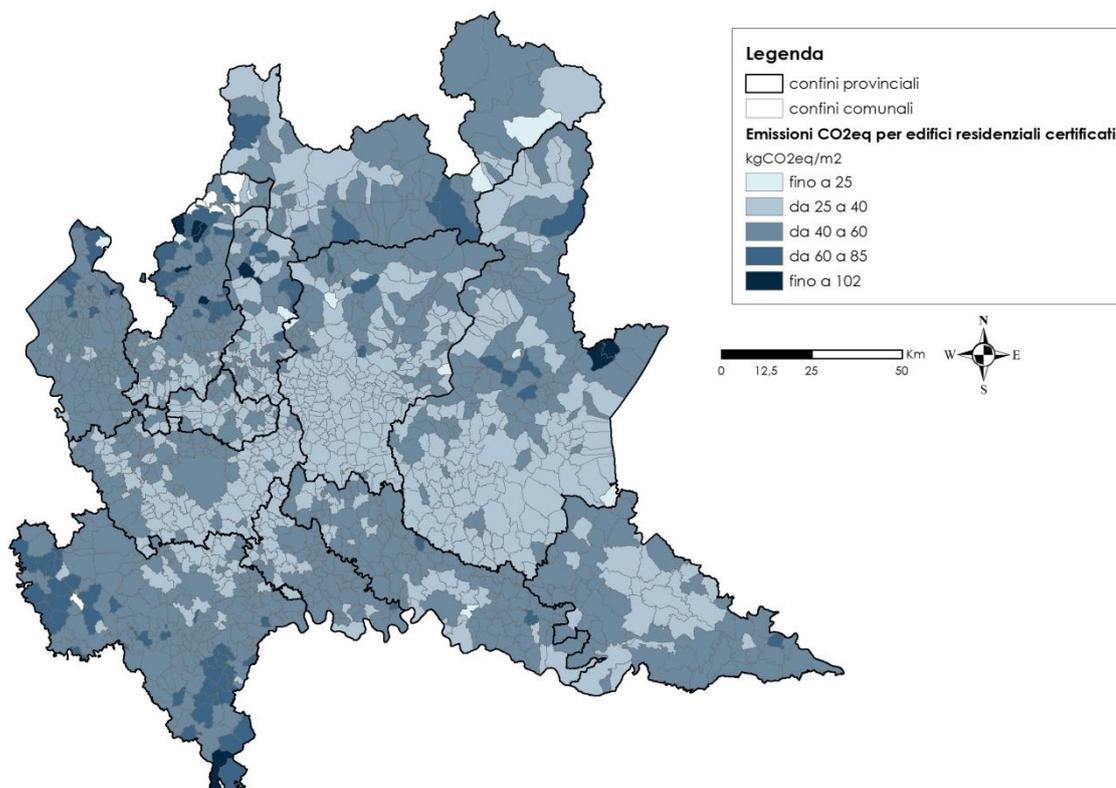


Fig. 72 – Livelli di emissione di CO₂ equivalente per unità di superficie utile certificata (edifici residenziali) (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

Per ciò che riguarda invece gli edifici con destinazione d'uso non residenziale (Fig. 73) si nota una distribuzione più uniforme dei valori di emissioni, che si attestano in media nell'intervallo da 8 a 15 kgCO₂eq/m³. In questo caso i valori superiori alla media regionale si ritrovano in alcuni Comuni localizzati sulla fascia Nord del territorio lombardo, nella provincia di Sondrio.

La situazione deriva dal fatto che alcuni territori non sono raggiunti dal gas naturale, che viene quindi sostituito con gasolio o energia elettrica²³ (entrambi con fattori di emissione di CO₂eq più alti del gas), come evidenziato anche dalle analisi del grafico riportato alla Fig. 66.

Inoltre anche la maggiore rigidità del clima ha influenza sul dato.

²³ Il fattore di emissione di CO₂eq per l'energia elettrica è calcolato considerando le emissioni prodotte per la generazione dell'energia elettrica nel sistema regionale ("emissioni ombra")

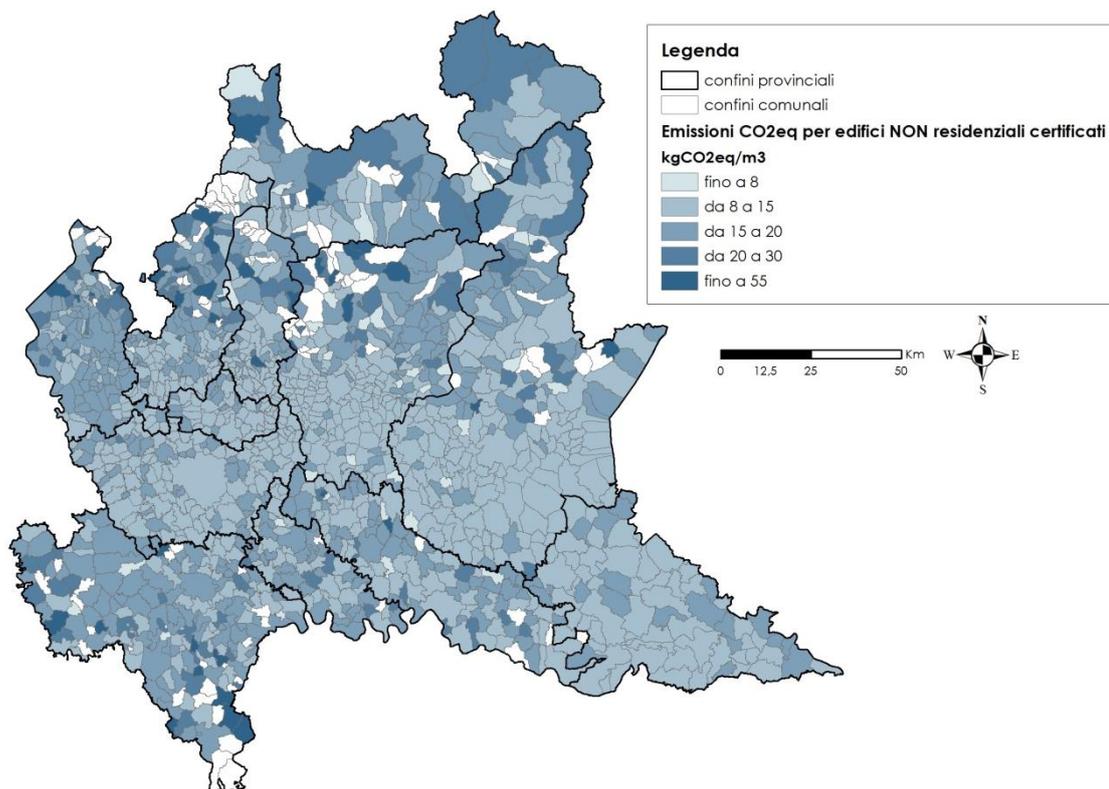


Fig. 73 – Livelli di emissione di CO₂ equivalente per unità di volume utile certificato (edifici non residenziali) (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

6.7 Gli edifici pubblici

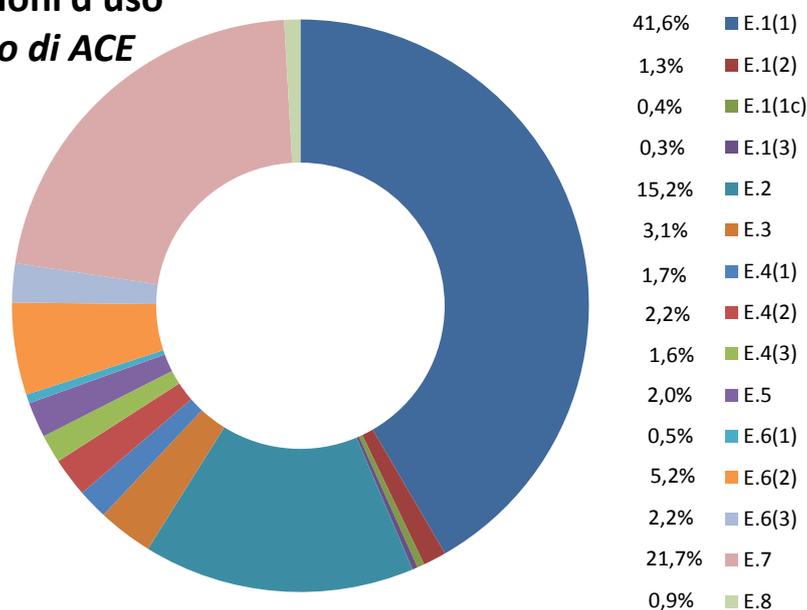
La normativa regionale della Lombardia, in particolare la DGR 8745/2008 modificata dalla DGR 335/2010, ha previsto l'obbligo di dotazione dell'Attestato di Certificazione Energetica per gli edifici di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico con superficie utile superiore a 1.000 m² entro il 1 luglio 2011.

E' importante ricordare che, ai sensi della sopra citata Delibera, per edificio di proprietà pubblica si intende un edificio appartenente allo Stato, alle Regioni, agli Enti Locali o ad altri Enti pubblici, anche economici, destinato sia alle attività dell'Ente che ad altre attività o usi, compreso quello di abitazione privata. Al contrario, un edificio adibito ad uso pubblico si ha quando al suo interno viene svolta, in tutto o in parte, l'attività istituzionale di un Ente pubblico.

Il Catasto Energetico Edifici Regionale conta oggi oltre 5.500 edifici pubblici o ad uso pubblico certificati, che rappresentano lo 0,6% degli ACE lombardi. Se si esaminano questi ACE sotto il profilo della destinazione d'uso (Fig. 74) risulta che un terzo di queste strutture sia costituita da residenze. Al netto degli edifici pubblici residenziali (edilizia ERP), l'edilizia pubblica certificata rappresenta circa il 17% del totale degli edifici pubblici presenti in Lombardia.

Nelle figure seguenti si riporta la ripartizione numerica degli ACE per destinazione d'uso e per superficie. La classificazione delle categorie di edifici è quella riportata nel paragrafo 6.2.

Destinazioni d'uso
Numero di ACE



Destinazione d'uso
Superficie

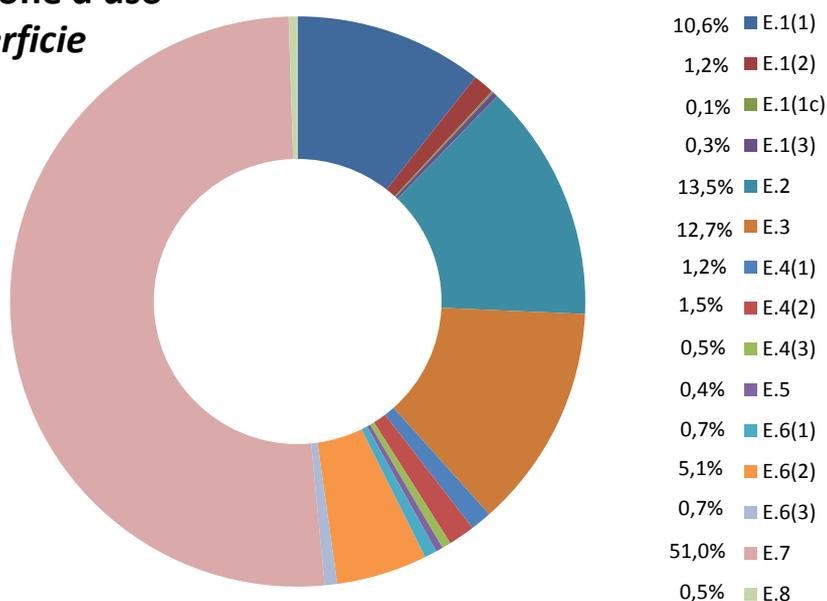


Fig. 74 – Ripartizione degli ACE, numerica e per superficie, degli edifici pubblici per destinazione d'uso (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

La quota di edifici pubblici certificati, in rapporto all'ammontare complessivo di ACE, raggiunge i valori più alti nel settore scolastico (categoria E7) dove, a fronte di un 22% rispetto al numero di ACE emessi, si sale al 51% di superficie complessivamente certificata.

Il focus inerente l'anno di costruzione degli edifici pubblici rappresentato in Fig. 75 mette in luce come la gran parte di questi, circa il 78%, sia stata edificata prima dell'entrata in vigore della Legge 10/91 per l'uso razionale dell'energia e il risparmio energetico. La stessa percentuale si attesta sul valore del 69% per gli edifici privati.

Solo nel 9% dei casi gli Attestati di certificazione si riferiscono a immobili costruiti dopo il 2007, cioè dopo l'approvazione delle prescrizioni regionali dettate dalla DGR VIII/5018.

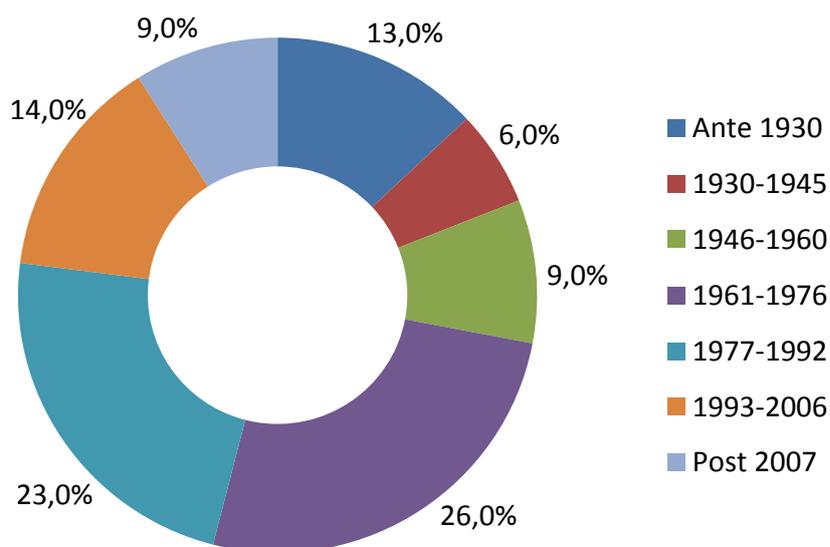


Fig. 75 – Ripartizione degli ACE degli edifici pubblici per anno di costruzione (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

La superficie utile certificata degli edifici pubblici raggiunge i 3.233.200 m² ed è destinata per l'88% al non residenziale, nel rimanente 12% alle abitazioni.

Dalla Fig. 76 si evince quale ne sia la distribuzione territoriale, con la maggiore estensione concentrata nella provincia di Milano (27%), seguita da Brescia (14%), Bergamo e Como (11%) e Pavia (9%). Le province invece dove la superficie utile totale certificata risulta inferiore sono Lecco (3%) e Lodi (1%).

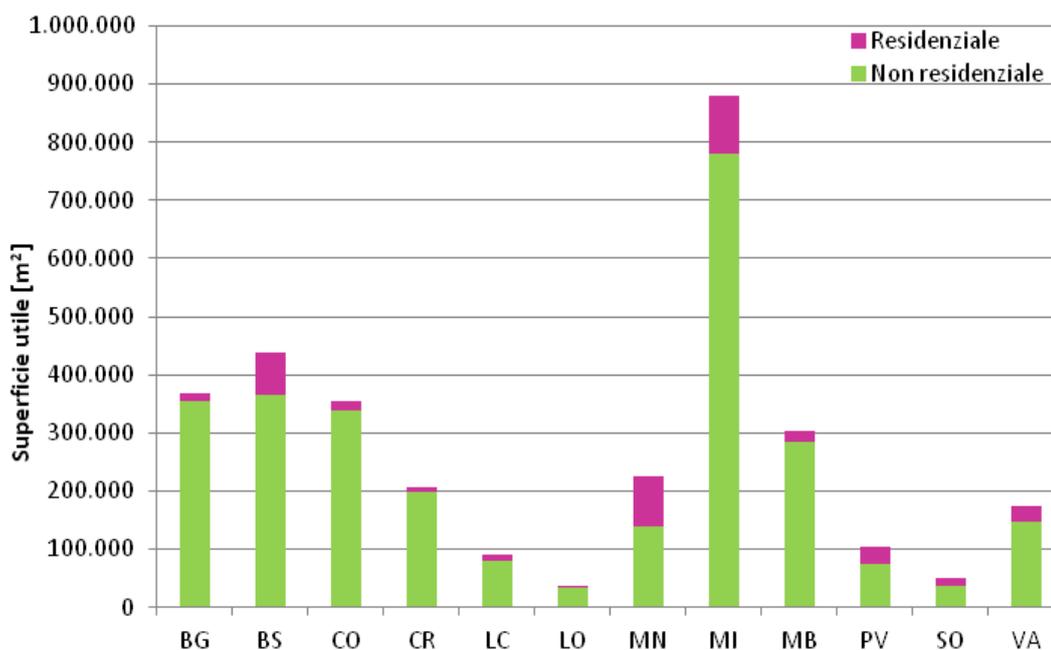


Fig. 76 – Superficie utile totale degli edifici pubblici certificati - Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

Le analisi sul volume lordo totale degli immobili certificati confermano la situazione rilevata per la superficie utile (Fig. 77). Gli oltre 15 milioni di m³ sono per quasi il 90% destinati alle categorie non residenziali, mentre il restante 11% è occupato da abitazioni.

La provincia che registra il valore maggiore è quella di Milano (28%), seguita da Brescia (14%), Bergamo e Como (11%), Cremona e Mantova (7%). Le province in cui il volume lordo totale risulta inferiore sono Lecco e Pavia (3%) e Lodi e Sondrio (1%).

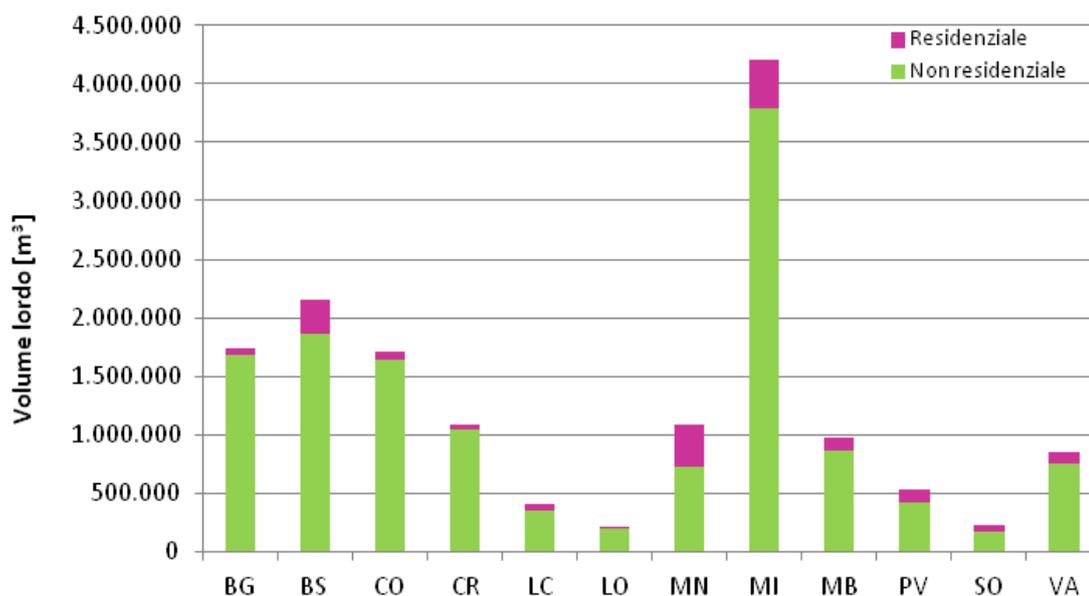


Fig. 77– Volume lordo totale degli edifici pubblici certificati
(Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

Confrontando la classificazione energetica degli edifici pubblici con quella degli immobili privati (Fig.78), si rileva come i primi siano caratterizzati da una qualità energetica leggermente inferiore, dovuta in parte anche alla vetustà del comparto, tanto che la percentuale di ACE di classe G passa da circa il 52% nel residenziale privato al 60% nel residenziale pubblico e, per le altre destinazioni d’uso, da circa il 47% nel privato a circa il 52% nel pubblico.

Considerando le classi migliori (ipotizzando quindi dalla C alla A+) si nota come nel privato residenziale si raggiunga circa il 14%, mentre nel residenziale pubblico ci si attesti all’8,3%. Nel caso degli edifici non residenziali il pubblico presenta una percentuale leggermente più alta rispetto al privato, rispettivamente l’11,8% contro il 10,5%.

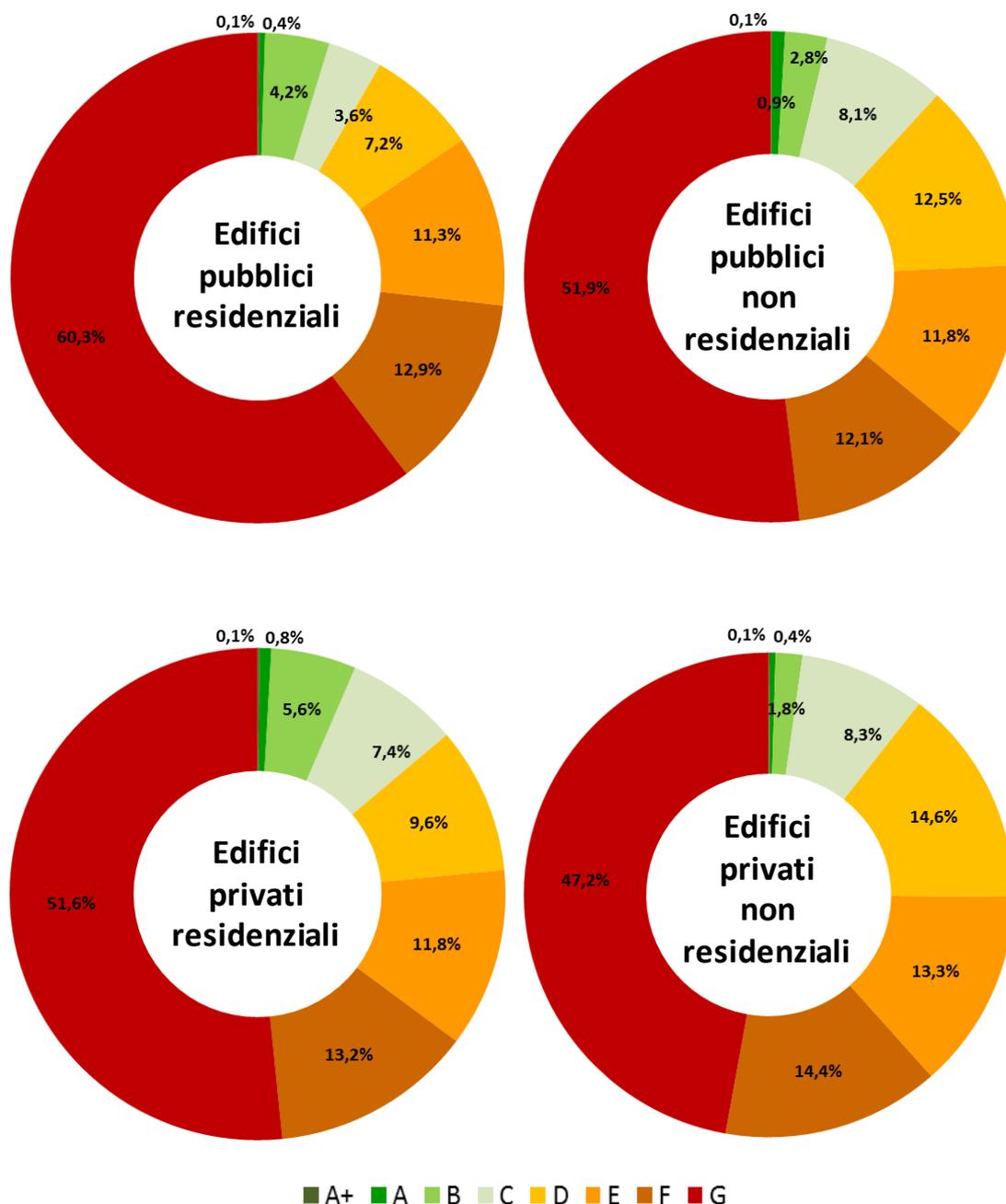


Fig. 78 – Ripartizione degli ACE degli edifici pubblici e privati per classe energetica (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

In merito alla motivazione di redazione dell’ACE per gli edifici pubblici (Fig. 79), la maggior parte degli attestati viene prodotta per assolvere l’obbligo di dotazione (“ACE volontario” pari al 30%), segue la quota dei “Contratti di locazione” (21%), le motivazioni varie (“Altro” 16%) ed i “Trasferimenti a titolo oneroso” (13%). Risultano apprezzabili le quote relative a “Contratti

servizio energia o servizio energia plus” (5%), “Nuove costruzioni” (5%) e “Incentivi fiscali” (3%) mentre il blocco “Sostituzioni – ristrutturazioni – ampliamenti” copre una quota totale del 7%.

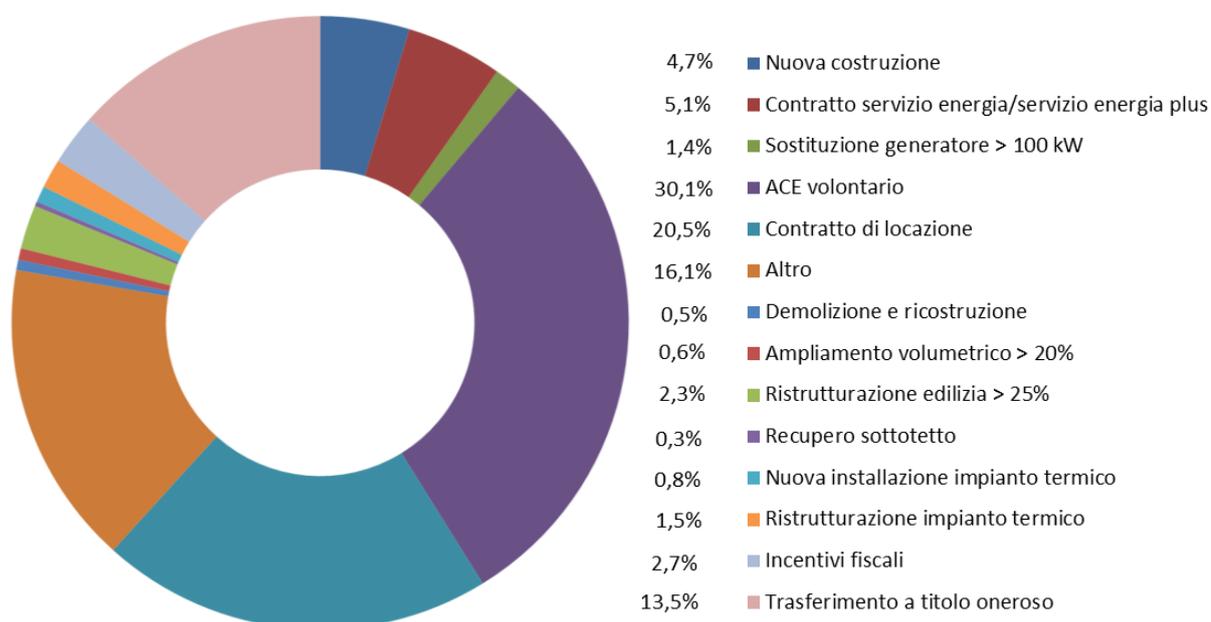


Fig. 79 – Ripartizione degli ACE degli edifici pubblici per motivazione (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

L’analisi del valore medio di EP_h registrato nel Catasto Energetico Edifici Regionale pone in evidenza come la prestazione energetica degli edifici pubblici certificati sia mediamente più bassa rispetto a quelli privati, con un valore di fabbisogno del 3% più alto nel settore residenziale (EP_h pari a 208 kWh/m^2 anno) e dell’8% superiore per quello non residenziale (EP_h pari a 76 kWh/m^3 anno).

I dati raccolti con le certificazioni energetiche consentono inoltre di ricostruire una mappatura energetica dell’edificato per epoca costruttiva, informazione importante per la pianificazione delle attività di riqualificazione energetica.

Una sintesi di questa analisi è riportata in Fig. 80 ove vengono posti a confronto gli edifici residenziali privati e quelli pubblici. Emerge come il fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento degli immobili pubblici sia, in tutte le epoche costruttive ad eccezione del periodo 1961-1976 e negli anni successivi al 2007, più elevato, a conferma di una peggiore condizione energetica del patrimonio abitativo pubblico.

Così come accade per lo stock immobiliare privato, per effetto dell’entrata in vigore dei dispositivi normativi volti al contenimento dei consumi, il fabbisogno energetico per il riscaldamento segue un andamento decrescente, che determina il passaggio dai 286 kWh/m^2 anno registrati per gli edifici edificati tra il 1930 e il 1945 al valore, inferiore del 40%, di 169 kWh/m^2 anno, rilevato nel periodo 1993-2006.

L'effetto più evidente lo produce la DGR VIII/5018 del 2007: il valore medio di EP_H si riduce drasticamente di un ulteriore 65%, passando a soli 60 kWh/m² anno.

Anche nel caso degli edifici non residenziali, la cui situazione è illustrata in Fig. 81, il fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento segue un andamento decrescente legato all'epoca di costruzione, pur rimanendo generalmente leggermente superiore al valore registrato dagli immobili privati.

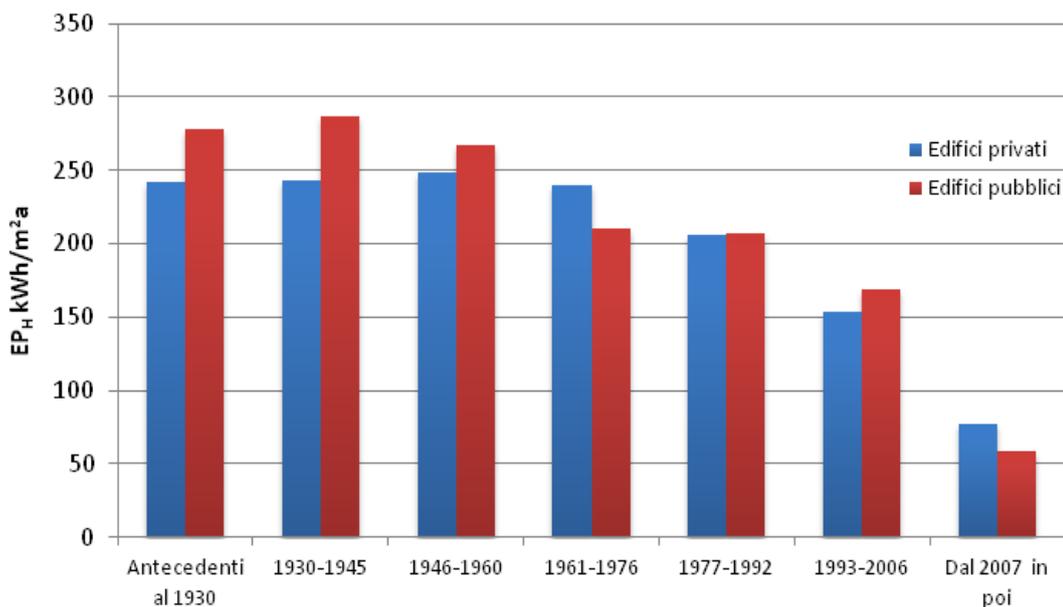


Fig. 80 – Valore medio di EP_H per epoca costruttiva degli edifici residenziali (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

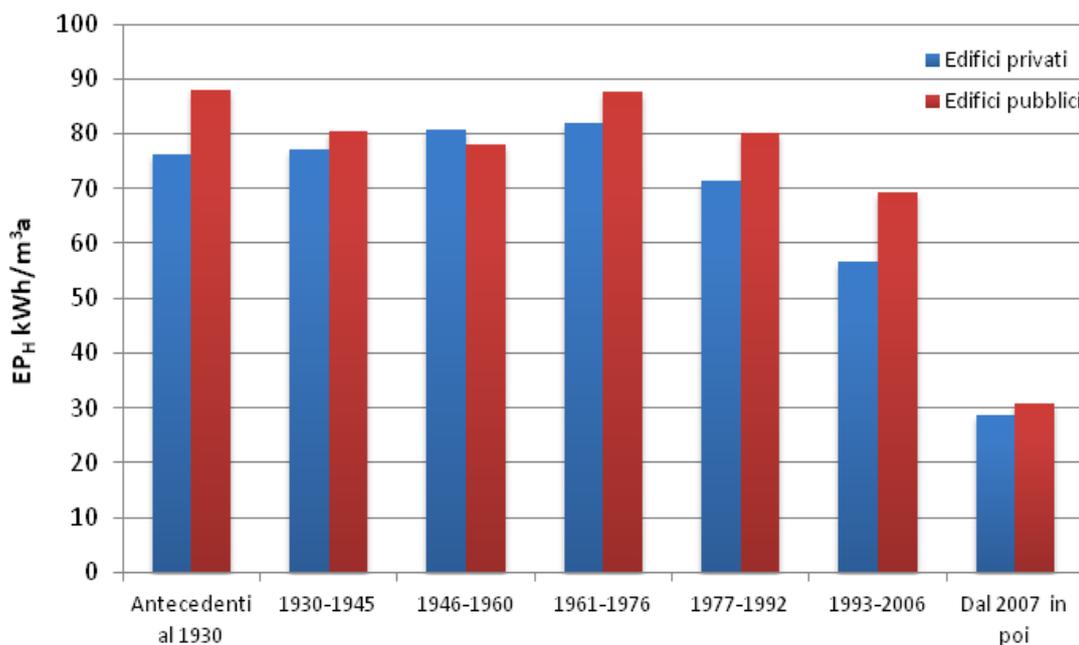


Fig. 81 – Valore medio di EP_H per epoca costruttiva degli edifici non residenziali (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

Esaminando nel dettaglio le categorie di edifici maggiormente ricorrenti tra gli edifici pubblici, ovvero gli uffici, le scuole e gli ospedali, in Fig. 82 viene valutato lo scostamento del valore di EP_H rispetto alla media dell'intero settore non residenziale. In particolare, l'analisi dei dati evidenzia come i tre settori siano caratterizzati da valori di fabbisogno mediamente inferiori al dato registrato sull'intero comparto non residenziale, con una qualità energetica maggiore degli ospedali ($48 \text{ kWh/m}^3 \text{ anno}$), seguiti dagli uffici ($61 \text{ kWh/m}^3 \text{ anno}$) e dalle scuole ($66 \text{ kWh/m}^3 \text{ anno}$).

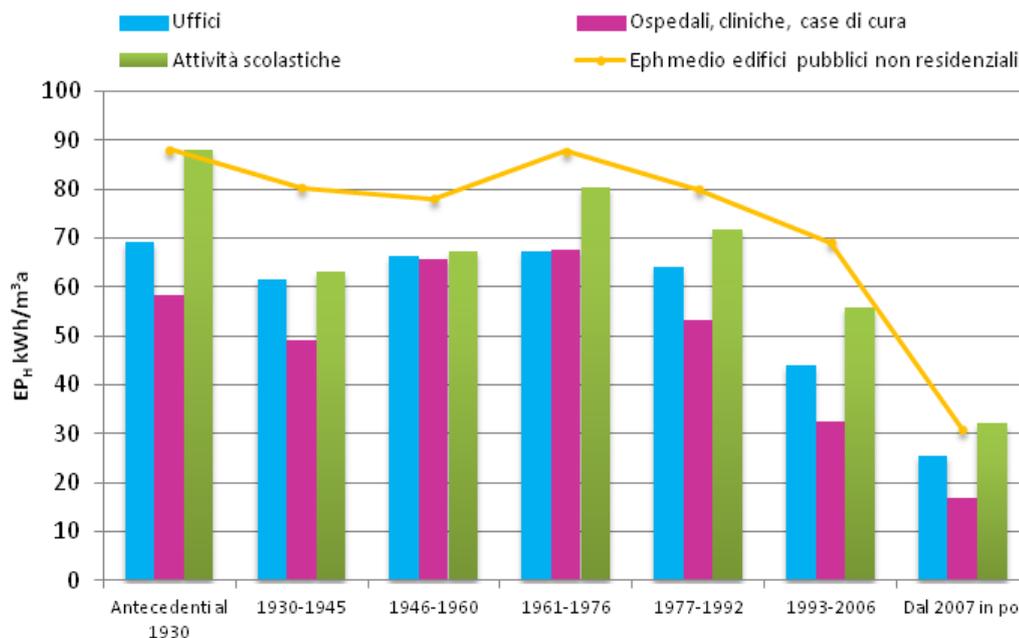


Fig. 82 – Valore medio di EP_H per epoca costruttiva di alcune categorie di edifici non residenziali (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

Tra gli indicatori che definiscono la qualità energetica di un manufatto edilizio si trova il fabbisogno di energia termica per il riscaldamento o la climatizzazione invernale (ET_H), che rappresenta la quantità di "calore" necessario per mantenere all'interno di un edificio le condizioni di comfort. Come è evidente dalle Figure 83 e 84, tale indice si è progressivamente abbassato con il passare degli anni, raggiungendo, per il periodo successivo al 2007, un dato medio che per gli edifici residenziali si attesta intorno ai $53 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, mentre per quelli non residenziali intorno ai $32 \text{ kWh/m}^3\text{a}$. Così come accade per il valore di EP_H , il dato registrato per gli immobili pubblici risulta tendenzialmente più elevato per tutte le epoche costruttive, ad eccezione del periodo 1961 – 1976 e successivo al 2007 per il settore residenziale.

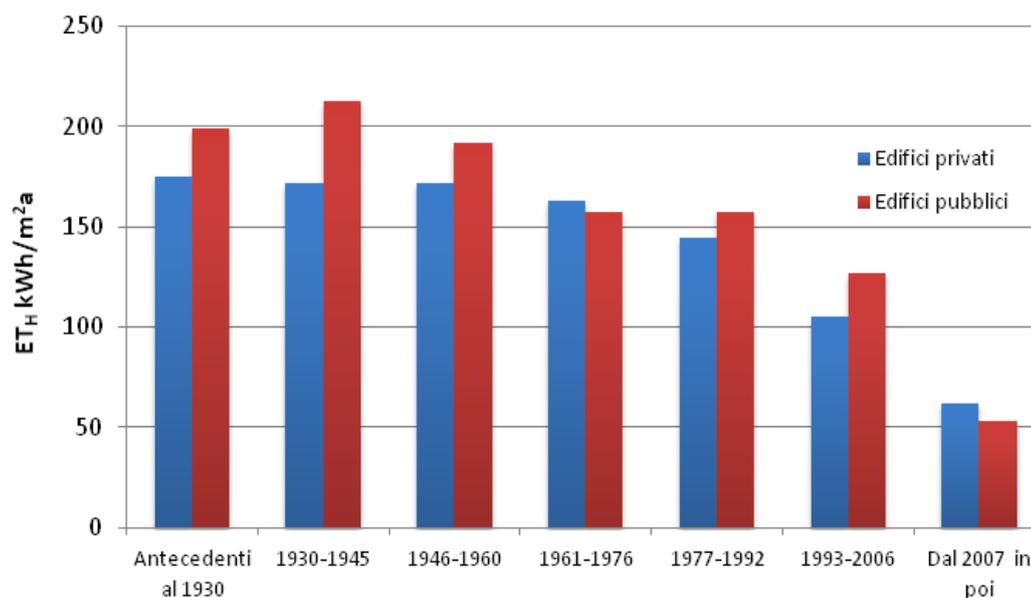


Fig. 83 – Valore medio di ET_H per epoca costruttiva degli edifici pubblici residenziali (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

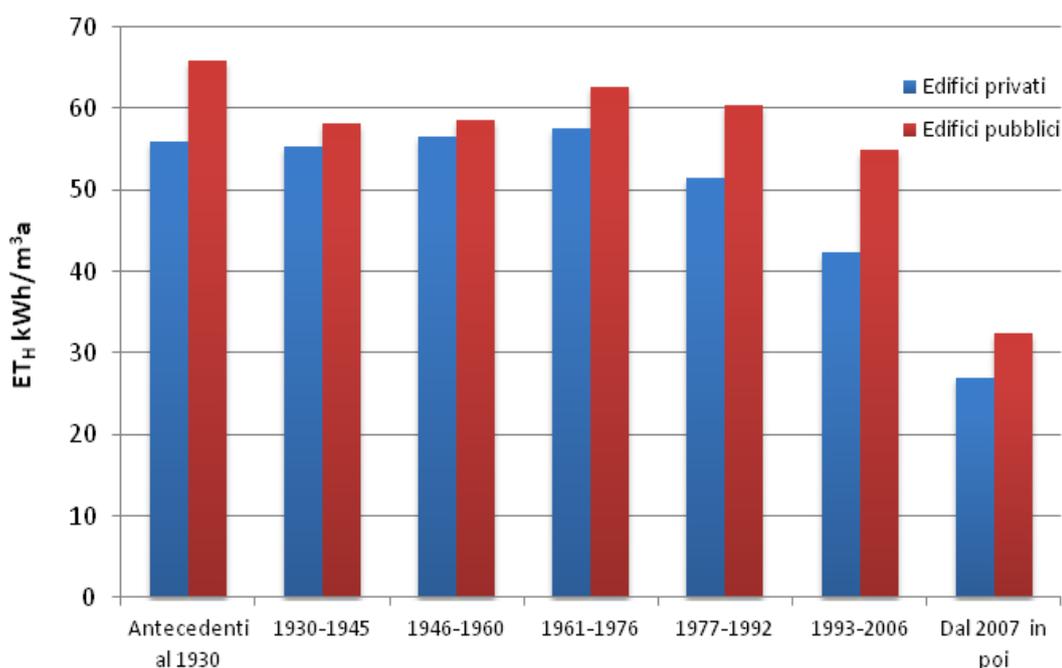


Fig. 84 – Valore medio di ETH per epoca costruttiva degli edifici pubblici non residenziali (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

L'analisi dei valori di trasmittanza termica media degli elementi opachi e trasparenti consente di conoscere più approfonditamente la condizione dell'involucro edilizio dei fabbricati pubblici e di comprenderne l'evoluzione prestazionale.

In Fig. 85 è rappresentata la trasmittanza termica delle componenti opache per epoca costruttiva; si nota come si passi dal valore di 1,36 W/m²K a 0,49 W/m²K per le pareti verticali, da 1,32 W/m²K a 0,54 W/m²K per i basamenti e da 1,22 W/m²K a 0,41 W/m²K per le coperture, elementi che hanno storicamente goduto di una maggiore attenzione rispetto alle altre superfici.

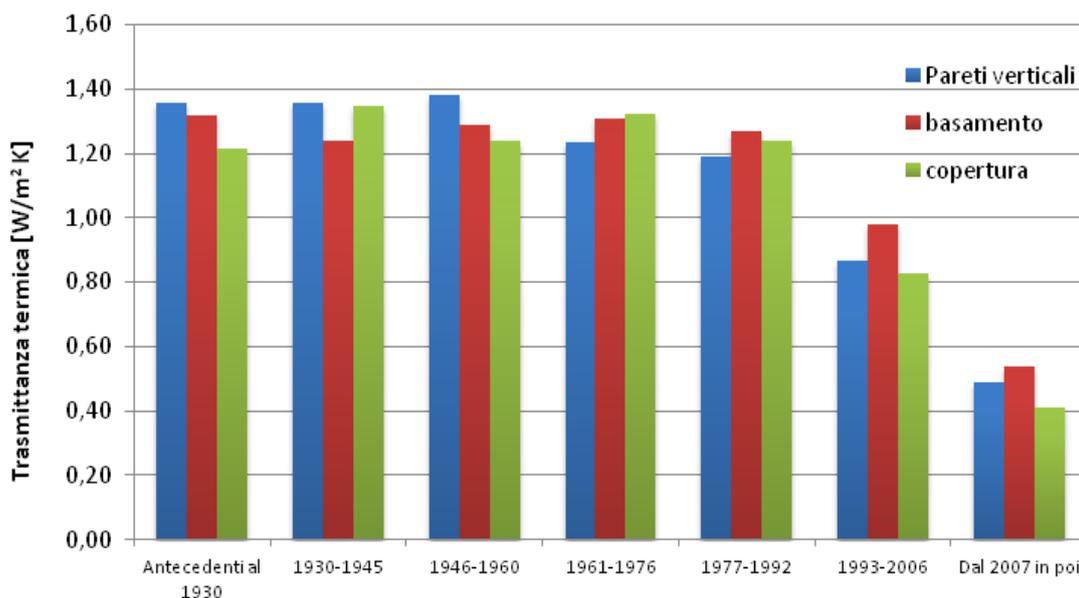


Fig. 85 – Trasmittanza termica media dei componenti opachi degli edifici pubblici per epoca costruttiva (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

Anche le prestazioni dei serramenti hanno subito nel tempo un netto miglioramento, come si evince dalla Fig. 86, passando dal valore medio di 3,76 W/m²K caratteristico delle costruzioni precedenti al 1930 a quello di 2,08 W/m²K rilevato per gli edifici costruiti dopo il 2007. Se si considera che prima del 1976 erano ancora molto diffusi i serramenti con vetro singolo, per i quali la trasmittanza si aggira intorno ai 5 W/m²K, i valori che emergono dall'analisi per gli edifici fino al 1992 dimostrano che sono state effettuate molte sostituzioni.

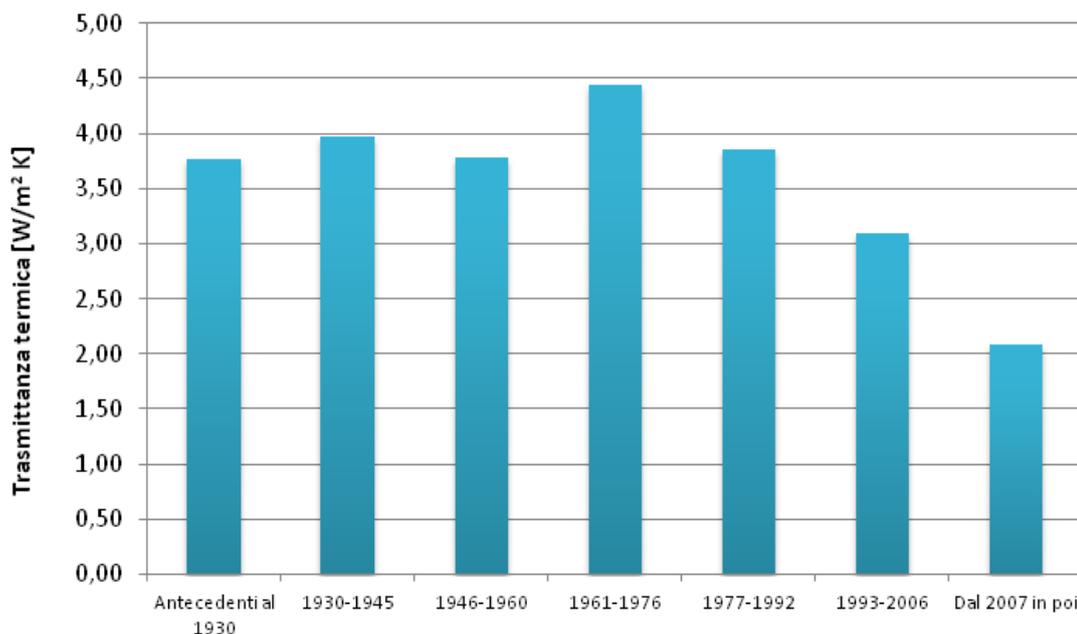
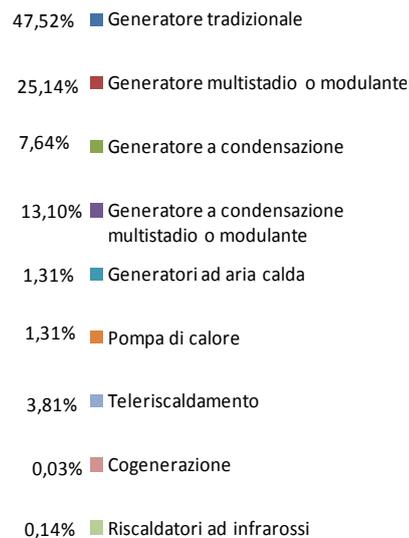
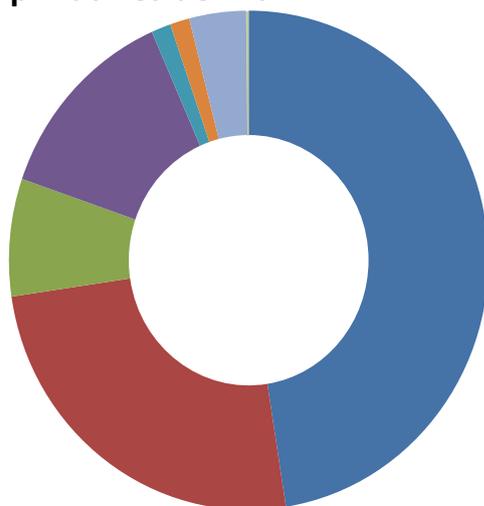


Fig. 86 – Trasmittanza termica media dei serramenti degli edifici pubblici per epoca costruttiva (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

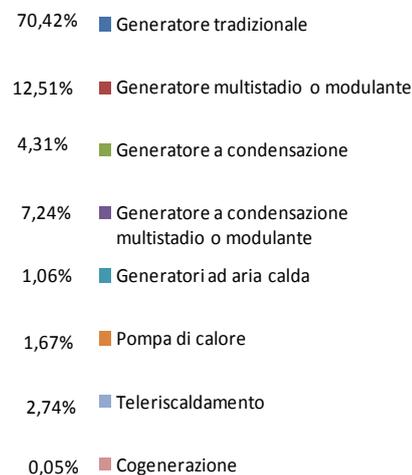
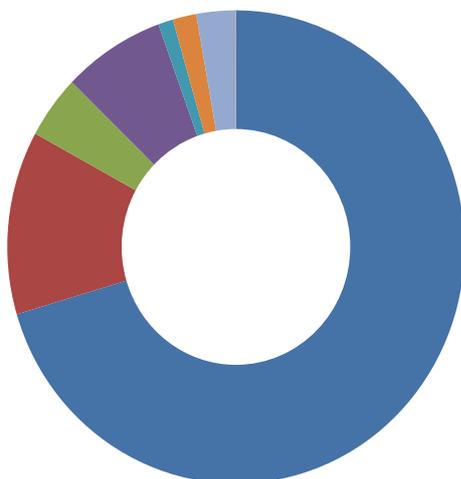
I dati contenuti nel Catasto Energetico Edifici Regionale forniscono una panoramica riguardo alle scelte impiantistiche per la climatizzazione invernale o il riscaldamento, consentendo di mettere a confronto le soluzioni impiegate tra gli edifici pubblici certificati e quelli privati.

Dalla Fig. 87 emerge come da un lato la situazione rilevata per gli edifici non residenziali sia pressoché analoga, e dall'altro, per le abitazioni, vi sia una notevole differenza nei sistemi di generazione del calore installati tra immobili privati e pubblici. In particolare si può notare che i generatori di calore tradizionali ammontano al 70% tra gli edifici pubblici mentre rappresentano solo il 48% tra gli immobili privati; allo stesso modo i generatori di calore a condensazione e multistadio o modulanti a condensazione totalizzano l'11% tra le abitazioni pubbliche, mentre arrivano al 21% tra quelle private.

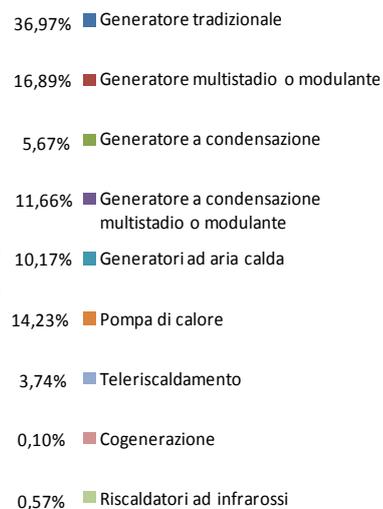
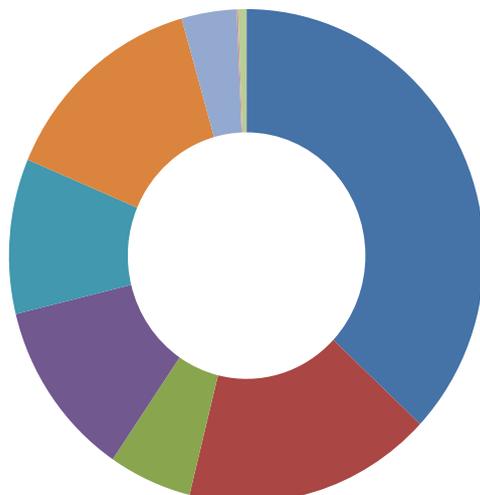
Edifici privati residenziali



Edifici pubblici residenziali



Edifici privati non residenziali



Edifici pubblici non residenziali

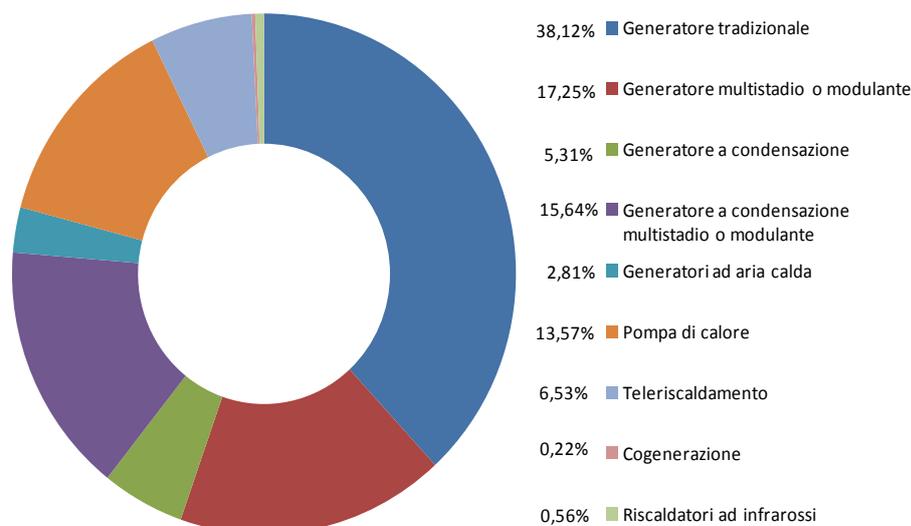


Fig. 87 – Ripartizione percentuale dei generatori di calore per edifici residenziali e non residenziali pubblici e privati (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

I dati raccolti con gli ACE consentono inoltre di tracciare un percorso riguardo le soluzioni impiantistiche adottate nelle diverse epoche costruttive, pur tenendo presente che la situazione rilevata al momento della certificazione non è necessariamente corrispondente alla scelta originaria al momento dell'edificazione dell'immobile.

Esaminando la distribuzione percentuale delle diverse tipologie di generatori tra gli edifici pubblici residenziali e non residenziali (Fig. 88), si rileva come i generatori di calore tradizionali, che nei periodi 1961-1976 e 1993-2006 costituivano circa il 50% dei sistemi e tra il 1977 e il 1992 superavano addirittura il 60%, dopo il 2007 coprono appena il 10%. Le caldaie a condensazione, al contrario, dopo il 2007 passano dal 12% (riferimento 1993-2006) al 41%. Relativamente più bassa, ma comunque significativa, la quota delle pompe di calore che dopo il 2007 coprono il 31%, mentre la loro diffusione negli anni precedenti è più limitata.

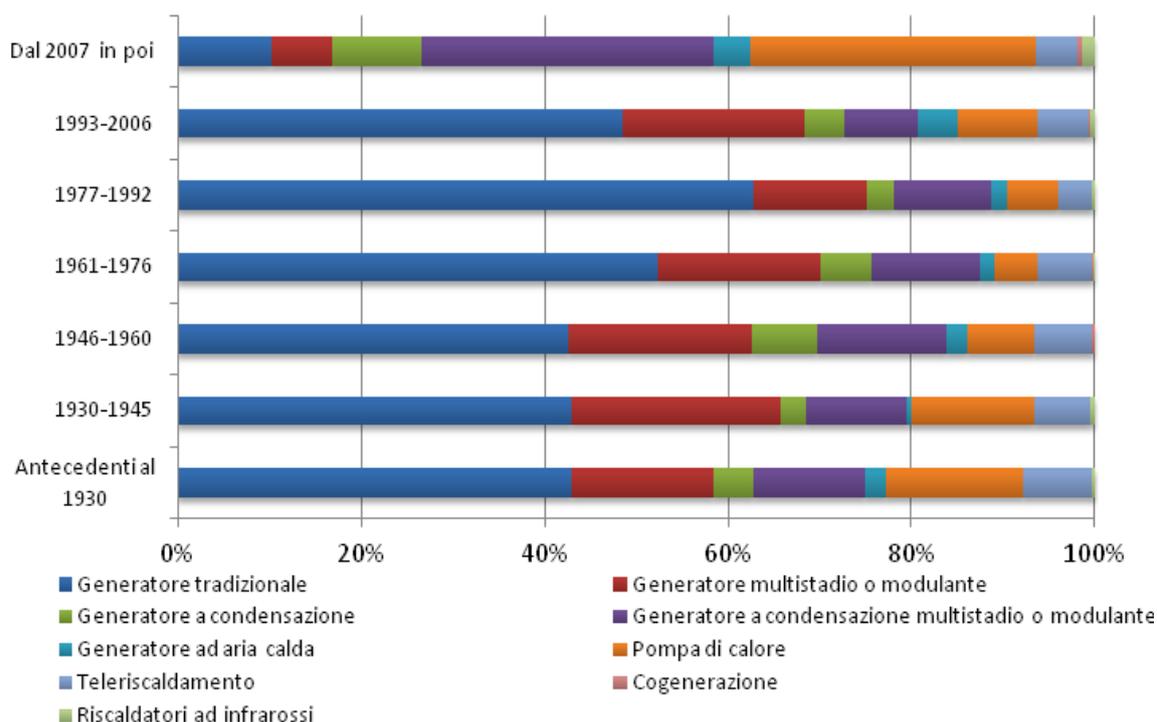
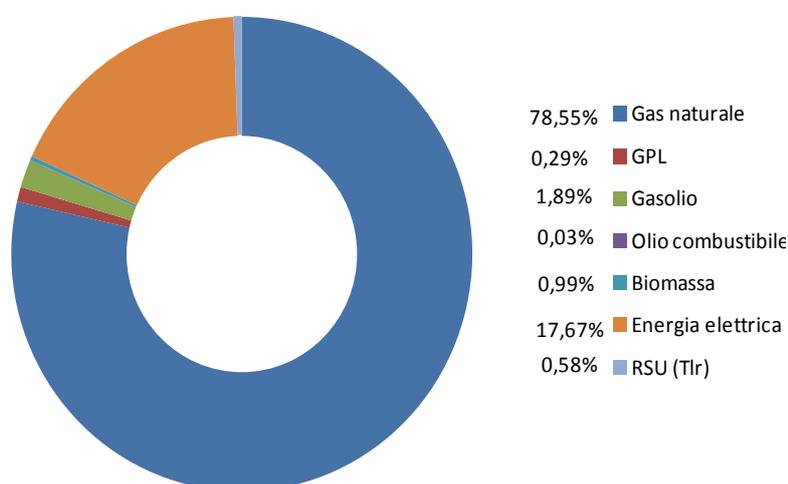


Fig. 88 – Ripartizione percentuale dei generatori di calore per tipologia ed epoca costruttiva (edifici pubblici residenziali e non residenziali) (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

Analizzando la tipologia di combustibile più utilizzata negli edifici pubblici certificati in Lombardia (Fig. 89) appare evidente la preponderanza del gas naturale, che viene utilizzato in circa il 78% dei casi nelle abitazioni e nel 64% degli edifici con altre destinazioni d’uso. Segue l’energia elettrica con il 18% tra gli immobili residenziali e il 29% tra i non residenziali; il gasolio raggiunge una quota del 2% nel residenziale e del 4% nel non residenziale, mentre minima è la quota di combustibile rinnovabile costituito da biomassa e RU (1% per il settore residenziale e 2% per il settore non residenziale).

Edifici pubblici residenziali



Edifici pubblici non residenziali

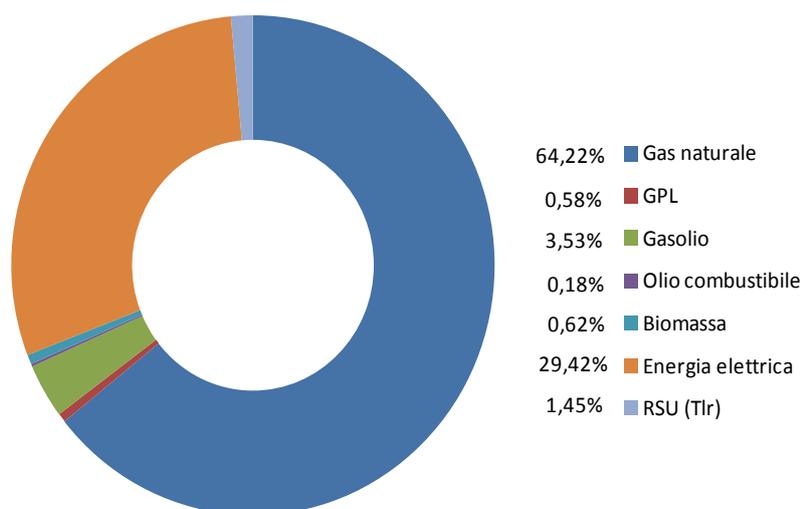


Fig. 89 – Ripartizione, in edifici pubblici, dei generatori di calore per tipologia di combustibile (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

Focalizzando l’attenzione sui combustibili più inquinanti come il gasolio o l’olio combustibile (Fig. 90), si evince come nella totalità delle province l’incidenza dei generatori alimentati a olio combustibile e gasolio sul totale dei generatori a fiamma si mantenga piuttosto bassa, su valori che oscillano tra l’1% e il 10%, ad eccezione della provincia di Sondrio, dove il dato rappresenta ben il 47% del totale (di queste percentuali i generatori a gasolio rappresentano il 99,42 %, mentre quelli a olio sono solo lo 0,58%). Tale incidenza è dovuta alla presenza di zone montane non raggiunte dalle reti di metanizzazione, il che comporta obbligatoriamente l’utilizzo di altri combustibili.

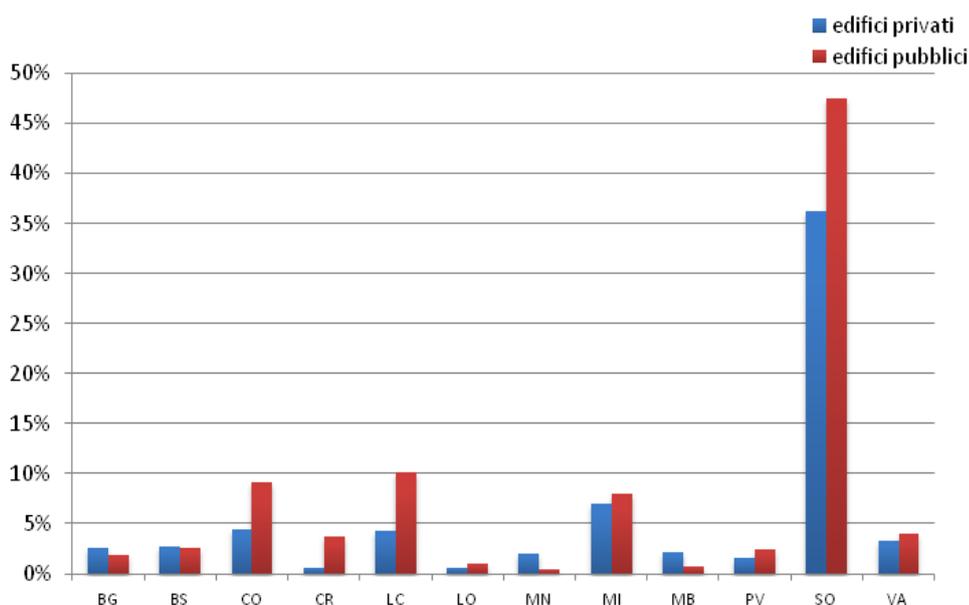


Fig. 90 – Ripartizione dei generatori di calore alimentati ad olio combustibile o gasolio, rispetto al totale dei generatori a fiamma, per provincia (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

La Tab. 24 riporta la percentuale media regionale di ACE con impianti solari termici e fotovoltaici rispetto al numero totale di ACE. Dai dati si nota come per il settore residenziale la maggiore diffusione di impianti solari si rilevi tra gli edifici privati; al contrario, tra le altre destinazioni d'uso, sono gli edifici pubblici a registrare un maggiore sfruttamento dell'energia solare. I valori sul comparto pubblico vanno, per il fotovoltaico, da un minimo del 1% (edifici residenziali) ad un massimo del 11% (edifici non residenziali) e per il termico da un minimo del 5% (edifici residenziali) ad un massimo del 9% (edifici non residenziali).

	RESIDENZIALE		NON RESIDENZIALE	
	ACE SF/ACE	ACE ST/ACE	ACE SF/ACE	ACE ST/ACE
Edifici privati	2%	8%	2%	3%
Edifici pubblici	1%	5%	11%	9%

Tab. 24 – Percentuale di ACE con impianti solari fotovoltaici e termici per edifici pubblici e privati (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

Relativamente al contributo energetico degli impianti solari termici e fotovoltaici, gli edifici pubblici presentano un valore leggermente più alto (14,7 kWh/m² anno) rispetto a quelli privati (14,52 kWh/m² anno) sulle abitazioni, mentre risultano sfavoriti nel settore non residenziale con un valore di 5,76 kWh/m³ anno contro 6,74 kWh/m³ anno. Concentrando l'attenzione sulle superfici di collettori e pannelli complessivamente installate, tra gli edifici certificati viene attribuita agli edifici pubblici circa l'1,3% della superficie dotata con pannelli solari termici e il 3,1% della superficie captante fotovoltaica certificata sul territorio lombardo. Nella Fig. 91 ne è rappresentata la ripartizione percentuale per provincia con riferimento agli edifici pubblici.

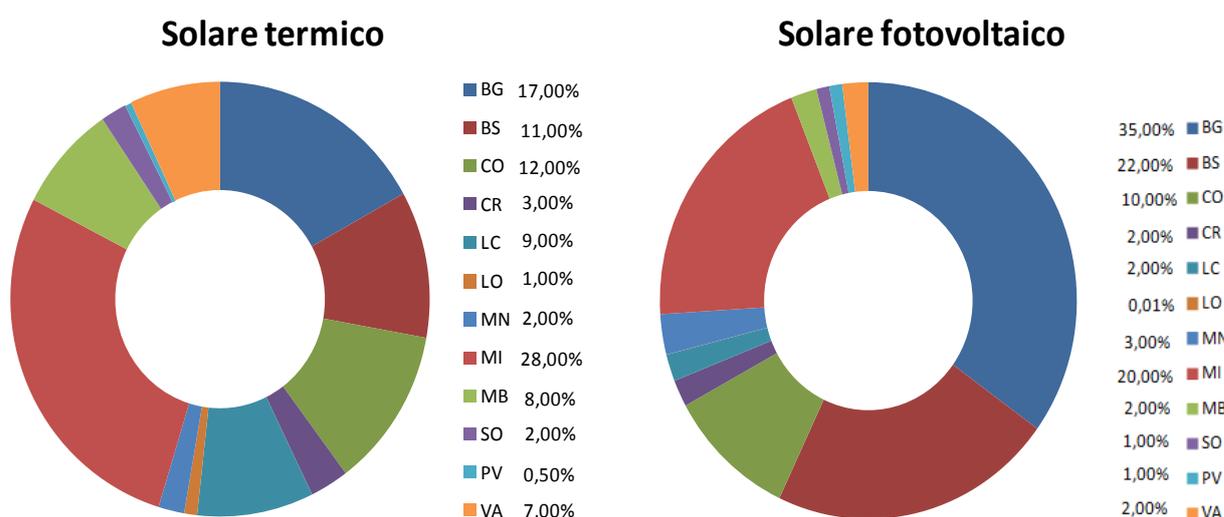


Fig. 91– Ripartizione percentuale della superficie totale di pannelli solari termici e fotovoltaici certificata per provincia negli edifici pubblici (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

6.8 Gli impianti di climatizzazione e il Catasto Unico Regionale degli Impianti Termici

Il catasto CURIT è reso disponibile su web da Regione Lombardia. Come servizio rivolto a cittadini, operatori del settore e Autorità competenti per le attività di ispezione sugli impianti termici, è finalizzato alla diffusione di informazioni ed all’adempimento degli obblighi di natura amministrativa individuati dalla normativa vigente.

Gli impianti termici inseriti nel catasto CURIT e attualmente attivi sono complessivamente 3.507.423, numero che dovrebbe rappresentare la totalità del parco impiantistico termico regionale. Con DGR 1118/2013 e s.m.i. gli impianti domestici a biomassa sono stati inseriti tra gli impianti soggetti a obbligo di manutenzione a partire dal 15 ottobre 2014 .

La stragrande maggioranza degli impianti sono alimentati a gas naturale (quasi il 95%) come si vede dalla Fig. 92. Tale percentuale cambia considerando i soli impianti centralizzati che sono 180.679. Il gas naturale alimenta poco più del 75% degli impianti mentre la restante parte è alimentata da gasolio (16%) e GPL (7%). Poco rilevanti sono i casi di impianti alimentati da olio combustibile (68, pari ad una percentuale di 0,03%).

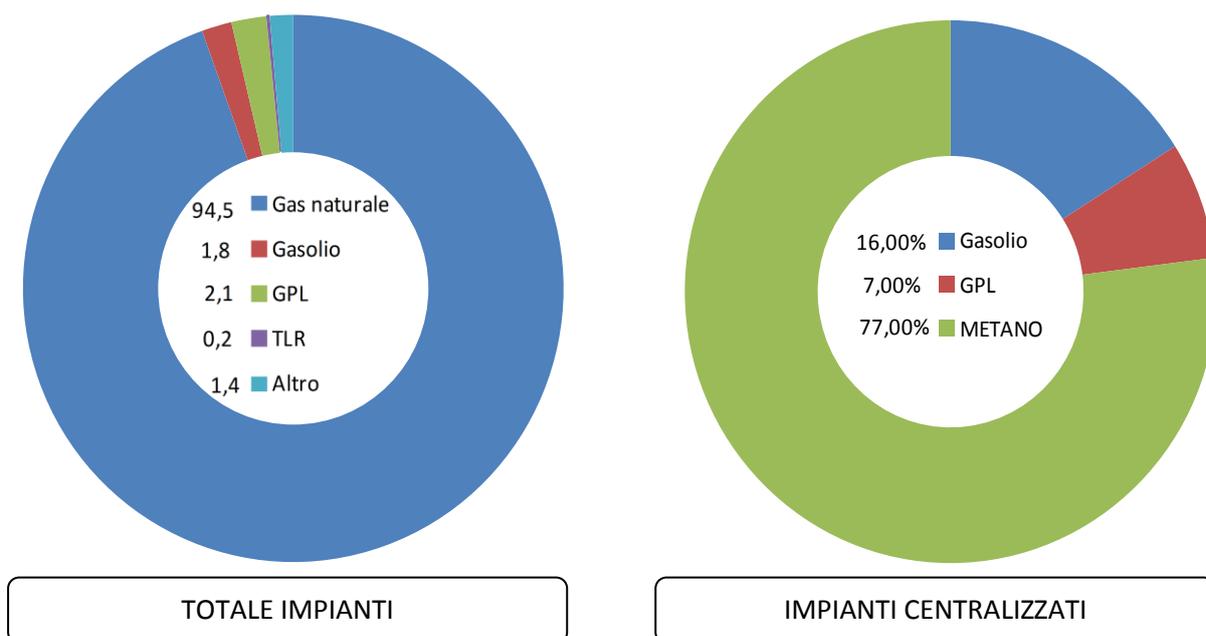


Fig. 92 - Ripartizione degli impianti termici sulla base del combustibile utilizzato (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Unico Regionale Impianti Termici).

Considerando invece le classi di potenza la situazione è quella riportata nella Fig. 93.

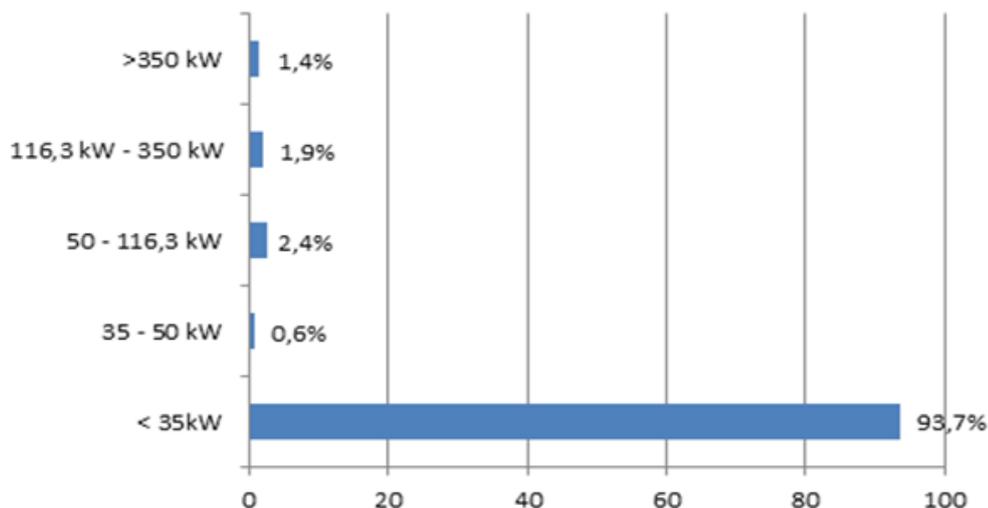


Fig. 93 – Ripartizione degli impianti termici per fascia di potenza del generatore (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Unico Regionale Impianti Termici).

Rispetto infine alle epoche costruttive, la Figura 94 rileva come la distribuzione cambi nel caso in cui la totalità degli impianti ad essere considerato sia rappresentata dai soli impianti centralizzati. Si nota chiaramente come il parco di impianti termici centralizzati sia più vetusto rispetto alla totalità degli impianti.

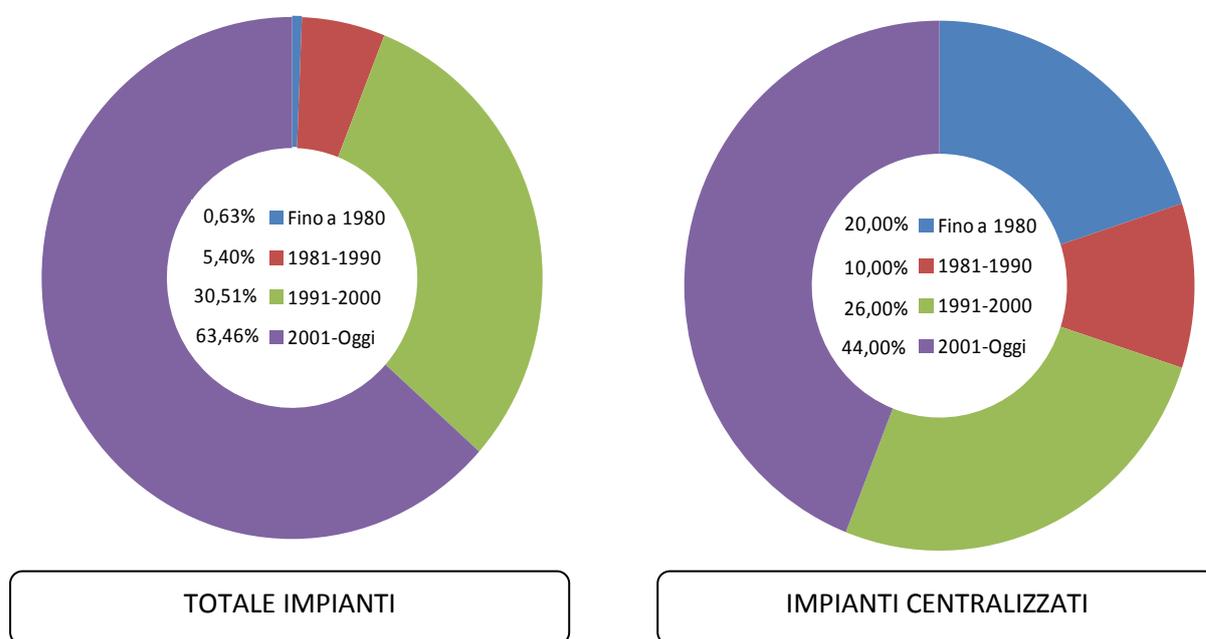


Fig. 94 - Ripartizione degli impianti termici sulla base dell'epoca di installazione del generatore di calore (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Unico Regionale Impianti Termici).

6.9 La qualità energetica e il valore commerciale di un immobile²⁴

La bolletta energetica è strettamente legata alla qualità energetica dell'immobile e dunque alla sua classe energetica. Particolarmente interessante risulta in tal senso la ricerca condotta da I-com, riportata nel Rapporto Annuale Efficienza Energetica RAEE 2011 di ENEA, da cui si è partiti per effettuare elaborazioni ex novo sul patrimonio immobiliare lombardo. Nella Tab. 25 sono stati specificati i costi della bolletta energetica calcolati su un periodo di 20 anni (per semplicità si sono supposti consumi annuali e prezzi costanti, trascurando il fattore di attualizzazione), in funzione della classe energetica dell'unità immobiliare e nell'ipotesi minima che gli impianti considerati per la climatizzazione utilizzino metano (ad un prezzo a 0,077 Euro/kWh - Fonte: EUROSTAT consumatore domestico medio relativa al I semestre 2012). Sono stati presi in considerazione anche i prezzi medi degli immobili per provincia (Fig. 95).

CLASSE ENERGETICA	CONSUMI RISCALDAMENTO + ACS [kWh/m ² ANNO]	COSTO BOLLETTA NORMALIZZATO [EURO/m ² ANNO]	COSTO ENERGETICO PER 20 ANNI [EURO/m ²]
A+	10	0,77	15
A	23	1,77	35
B	40	3,08	62
C	60	4,61	92
D	80	6,15	123
E	105	8,07	161
F	140	10,77	215
G	200	15,38	308

Tab. 25 – Costo della bolletta in funzione della classe energetica (Studio I-Com – Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2011, ENEA su Dati Osservatorio del Mercato Immobiliare riferiti all'anno 2011)

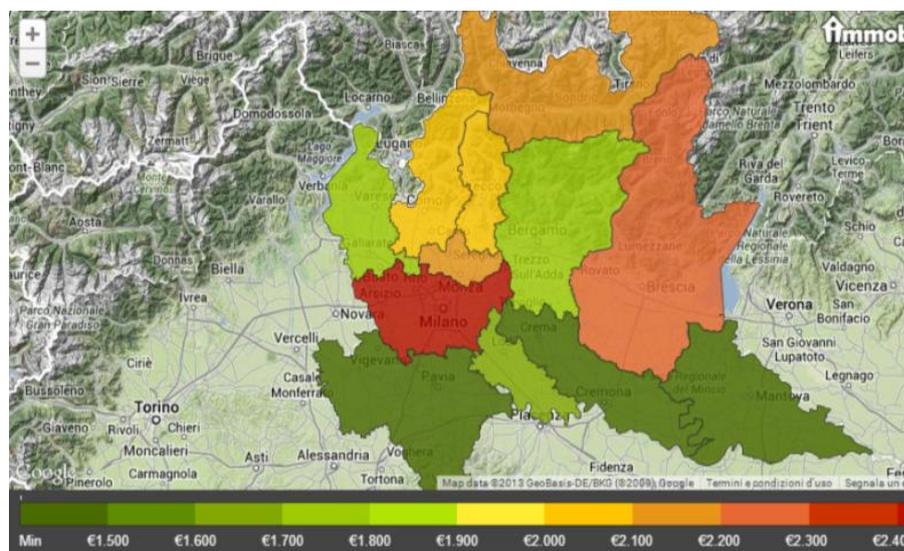


Fig. 95 - Prezzi medi degli immobili in vendita al metro quadro per le province lombarde. Fonte: www.immobiliare.it - agosto 2013

²⁴ Ai fini della redazione di questo documento sono stati utilizzati i risultati della ricerca condotta da I-com e riportate nel Rapporto Annuale Efficienza Energetica RAEE 2011 di ENEA – pagg. 72 e seguenti.

L'incidenza della bolletta energetica sul costo dell'immobile (riportata nelle Tabelle 26 e 27) è legata al prezzo al metro quadro dell'immobile, valore variabile a seconda della zona in cui l'edificio è ubicato.

PROVINCE	CLASSE A	CLASSE C	CLASSE G
BERGAMO	1,9%	5,1%	17,1%
BRESCIA	1,6%	4,2%	14%
COMO	1,7%	4,4%	14,9%
CREMONA	2,4%	6,3%	21,2%
LECCO	1,7%	4,5%	14,9%
LODI	2,2%	5,7%	19%
MANTOVA	2,5%	6,5%	21,6%
MILANO	1,2%	3,2%	10,8%
MONZA E BRIANZA	1,0%	4,2%	14,1%
PAVIA	2,4%	6,2%	20,8%
SONDRIO	1,6%	4,3%	14,5%
VARESE	2%	5,1%	17,2%

Tab. 26 - Incidenza dei costi energetici calcolati sui 20 anni e il valore dell'u.i. in funzione di provincia e classe energetica (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde sulla base del modello presentato nello Studio I-Com – Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2011 ENEA).

CLASSE ENERGETICA	COSTI ENERGETICI SUI 20 ANNI	INCIDENZA DEI COSTI ENERGETICI RISPETTO AL VALORE DELL'U.I.
A+	1.500	0,7%
A	3.500	1,5%
B	6.200	2,7%
C	9.200	4,1%
D	12.300	5,4%
E	16.100	7,1%
F	21.500	9,5%
G	30.800	13,6%

Tab. 27 - Incidenza dei costi energetici calcolati sui 20 anni e il valore dell'u.i. medio regionale in funzione della classe energetica (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde sulla base del modello presentato nello Studio I-Com – Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2011 ENEA).

Come si nota, l'incidenza dei costi energetici varia in modo inversamente proporzionale rispetto alla classe energetica (per edifici di classe A l'incidenza è inferiore rispetto a quella di edifici di classe G) ed al costo al metro quadro (minore è il costo maggiore è l'incidenza).

La matrice riportata in Tab. 28 mostra l'incidenza dei risparmi energetici (e quindi una stima della possibile differenza di valore di mercato a parità delle altre variabili) delle differenti classi di consumo per un edificio medio lombardo (100 m² con un costo di 2.257 Euro/m²).

	A+	A	B	C	D	E	F	G
A+	-	+0,9%	+2,1%	+3,4%	+4,8%	+6,5%	+8,9%	+13,0%
A	-0,9%	-	+1,2%	+2,5%	+3,9%	+5,6%	+8,0%	+12,1%
B	-2,1%	-1,2%	-	+1,3%	+2,7%	+4,4%	+6,8%	+10,9%
C	-3,4%	-2,5%	-1,3%	-	+1,4%	+3,1%	+5,5%	+9,6%
D	-4,8%	-3,9%	-2,7%	-1,4%	-	+1,7%	+4,1%	+8,2%
E	-6,5%	-5,6%	-4,4%	-3,1%	-1,7%	-	+2,4%	+6,5%
F	-8,9%	-8,0%	-6,8%	-5,5%	-4,1%	-2,4%	-	+4,1%
G	-13,0%	-12,1%	-10,9%	-9,6%	-8,2%	-6,5%	-4,1%	-

Tab. 28 - Variazione dell'incidenza dei costi energetici calcolati sui 20 anni rispetto al valore dell'unità immobiliare al variare della classe energetica dell'unità immobiliare (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde sulla base del modello presentato nello Studio I-Com – Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2011 ENEA).

Il prezzo di mercato di uno specifico immobile è determinato da alcune sue caratteristiche:

- ➔ caratteristiche posizionali estrinseche (luogo in cui l'immobile è inserito, prossimità al centro urbano, accessibilità ai servizi pubblici, accessibilità al trasporto pubblico, presenza di servizi commerciali di base, salubrità della zona, contesto sociale, assenza di rumori, densità edilizia);
- ➔ caratteristiche posizionali intrinseche (panoramicità o visibilità, orientamento, soleggiamento, luminosità, ventilazione, salubrità dei vani);
- ➔ caratteristiche tecnologiche (dimensioni, livello delle finiture, stato di conservazione, presenza di ascensore, dotazioni di servizi, qualità degli impianti - quest'ultimo fattore in parte correlato con il tema dell'efficienza energetica);
- ➔ caratteristiche produttive (regime di esenzione fiscale temporanea, periodo di affitto o inesigibilità, regime vincolistico, particolari oneri di manutenzione straordinaria).

Ognuna di queste caratteristiche esercita un peso variabile nella definizione del prezzo al metro quadro. A ciascuna di queste classi è riferito un peso massimo e minimo, come indicato nella Tab. 29.

CARATTERISTICHE	K _{MAX}	K _{MIN}
<i>posizionali estrinseche</i>	0,35	0,10
<i>posizionali intrinseche</i>	0,25	0,05
<i>tecnologiche</i>	0,30	0,10
<i>produttive</i>	0,10	0,05
TOTALE	1,00	0,30

Tab. 29 – Variabili che determinano il prezzo unitario degli immobili (Studio I-com, Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2011, ENEA, su Dati Osservatorio del Mercato Immobiliare riferiti all'anno 2011).

Supponendo che due immobili (A e B) abbiano le medesime caratteristiche posizionali estrinseche, intrinseche e produttive mentre, per quanto riguarda quelle tecnologiche, A sia ottimo mentre B sia pessimo, se il prezzo al m² di A è pari a 100 quello di B sarà 80, cioè ridotto della differenza tra k_{max} e k_{min} relativamente alle caratteristiche tecnologiche.

Se invece si prende in considerazione la qualità energetica dell'immobile, che rappresenta solo una parte delle caratteristiche tecnologiche, si può desumere che il confronto tra i pesi percentuali di queste caratteristiche con quelli relativi al risparmio sulle bollette, stimato precedentemente in funzione della classe energetica dell'edificio, evidenzi come quest'ultimo fattore possa competere con i primi solo nel caso di differenze tra classi energetiche sufficientemente elevate. Appare anche come questo peso diventi abbastanza rilevante, a parità di localizzazione dell'immobile, nei centri di provincia o nelle città medie e piccole e nelle zone di periferia delle grandi città.

7 Calcolo del potenziale di risparmio energetico nel settore residenziale

7.1 Introduzione

La finalità del presente capitolo è il calcolo del potenziale di risparmio energetico nei consumi finali del settore residenziale in scenari differenti di penetrazione di interventi applicati alle “tipologie edilizie” che compongono il parco edilizio lombardo.

Le tipologie edilizie sono definite in base alla classificazione per numero di unità abitative dell’edificio e alla classe di età di costruzione, corrispondenti all’applicazione dei principali procedimenti normativi in edilizia. Ciascuna tipologia si compone di edifici non ristrutturati, edifici parzialmente ristrutturati ed edifici ristrutturati, le cui prestazioni energetiche sono ricavate dall’analisi del Catasto Energetico Edifici Regionale.

I dati inerenti la consistenza del patrimonio edilizio sono desunti dai dati ISTAT dei censimenti generali della popolazione.

7.2 Metodologia per la caratterizzazione del patrimonio edilizio residenziale lombardo

L’analisi, finalizzata alla caratterizzazione energetica del patrimonio edilizio lombardo, si basa sui dati delle certificazioni energetiche depositate nel Catasto Energetico Edifici Regionale (considerato un campione rappresentativo della realtà regionale) ed è stata condotta in cooperazione con il Politecnico di Milano, Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle costruzioni e Ambiente costruito -ABC.

Il valore qualitativo delle informazioni è in questo caso particolarmente significativo in quanto, pur considerando i possibili errori di inserimento (comunque individuabili attraverso un’analisi di congruenza), si basa su dati raccolti da tecnici certificatori accreditati e formati, caratteristica che differenzia nettamente questa esperienza di analisi da quelle comunemente prodotte sul settore edilizio basate sui dati ISTAT.

L’esame dei dati energetici si è fondato sulle certificazioni prodotte secondo la metodologia di calcolo di cui al Decreto n. 5796 del 11 giugno 2009 e disponibili al 15 settembre 2013, per un volume complessivo di circa 850.000 record.

La modalità di produzione di questo set di dati è definita dalla DGR VIII/5018 e s.m.i. e ricomprende pertanto sia le certificazioni legate agli edifici comunemente intesi come interi fabbricati sia quelle relative a singole unità immobiliari o gruppi di unità immobiliari.

Il primo passo dell’analisi ha previsto la selezione, all’interno del campione di dati, degli edifici “interi”, ossia di quelle costruzioni per le quali sono esplicitate le dispersioni attraverso tutte le superfici dell’involucro edilizio: la superficie opaca laterale, la superficie trasparente laterale, la superficie di copertura e la superficie di basamento.

Tale scrematura, unitamente ad una verifica di congruità mirata ad eliminare i record poco attendibili e caratterizzati da valori anomali, quali, ad esempio, la mancanza di parametri

fondamentali o valori di trasmittanza media nulli, ha consentito di isolare poco più di 175 mila edifici certificati. L'aggregazione di questi ultimi, secondo le classi di età definite all'interno del Catasto Energetico Edifici Regionale, rappresentata in Tab. 30, si considera sufficientemente attendibile dal punto di vista statistico ed in linea con la ripartizione dei dati ISTAT.

EPOCA COSTRUTTIVA	N. RECORD
Prima del 1930	21.064
1930 – 1945	9.091
1946 – 1960	18.311
1961 – 1976	34.199
1977 – 1992	29.012
1993 – 2006	32.905
dopo il 2006	31.196

Tab. 30 - Distribuzione degli edifici residenziali interi per epoca costruttiva (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

La caratterizzazione degli edifici del campione è stata effettuata ripartendo i 175 mila edifici del campione in base al numero di subalterni in essi contenuti, attraverso una matrice costituita da 42 celle che riporta nei due assi:

- la classe di epoca costruttiva (secondo quanto indicato in Tab. 31);
- la classificazione relativa al numero degli alloggi per edificio utilizzando il modello proposto da ISTAT (1, 2, da 3 a 8, da 9 a 15, da 16 a 30, 31 e oltre).
-

EPOCA COSTRUTTIVA	NUMERO ALLOGGI PER EDIFICIO						EDIFICI
	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31	
<i>Prima del 1930</i>	19.578	607	428	189	208	54	21.064
<i>1930-1945</i>	8.297	205	171	182	170	66	9.091
<i>1946-1960</i>	15.980	573	401	443	604	310	18.311
<i>1961-1976</i>	27.635	1.597	1.296	1.373	1.568	730	34.199
<i>1977-1992</i>	27.180	921	349	230	201	131	29.012
<i>1993-2006</i>	32.053	515	165	61	81	30	32.905
<i>Dopo il 2006</i>	27.130	546	1.507	1.064	660	289	31.196
TOTALE	157.853	4.964	4.317	3.542	3.492	1.610	175.778

Tab. 31 - Distribuzione degli edifici residenziali interi per epoca costruttiva e per numero di alloggi per edificio (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Energetico Edifici Regionale).

Gli edifici collocati all'interno di ogni singola cella sono stati esaminati e classificati, attraverso successive operazioni di "filtraggio" sui singoli parametri, nei tre gruppi seguenti:

- campioni di tipo A - edifici che presentano le caratteristiche originali, ossia quelle corrispondenti all'epoca nella quale sono stati realizzati (edifici che non hanno subito alcun tipo di ristrutturazione);
- campioni di tipo B - edifici in cui l'unico intervento di riqualificazione ha riguardato unicamente la sostituzione dei serramenti (probabilmente, almeno negli anni più recenti, approfittando delle agevolazioni fiscali);
- campioni di tipo C - edifici che sono stati completamente ristrutturati, sia riguardo agli impianti sia riguardo all'involucro edilizio.

La selezione dei record è avvenuta mediante la ricostruzione delle curve di frequenza delle misure dei seguenti parametri:

- superficie netta complessiva (m²);
- trasmittanza media involucro (W/m²K);
- trasmittanza media copertura (W/m²K);
- trasmittanza media basamento (W/m²K);
- trasmittanza media serramenti (W/m²K);
- fabbisogno di energia primaria EP_{H,NORM} (kWh/m²a);
- rendimento medio stagionale (ET_{H,NORM}/EP_{H,NORM}).

Allo scopo di rendere le informazioni contenute nella matrice applicabili a tutte le località della regione Lombardia, i valori di ET_H (fabbisogno termico dell'edificio per il riscaldamento invernale) e di EP_H (fabbisogno di energia primaria dell'edificio per il riscaldamento invernale) sono stati normalizzati utilizzando le seguenti relazioni:

$$ET_{H,NOR} = \frac{ET_H \cdot GG_{ST}}{GG_{ACT}}$$

$$EP_{H,NOR} = \frac{EP_H \cdot GG_{ST}}{GG_{ACT}}$$

dove GG_{ST} sono i Gradi Giorno Standard (si è fatto riferimento al valore dei GG medio pesato sulle superfici delle abitazioni in Lombardia, pari a 2.514) e GG_{ACT} sono invece i Gradi Giorno del Comune di riferimento.

Nelle Figure 96 – 102 viene illustrato, a titolo esemplificativo, il procedimento seguito per gli edifici non riqualificati appartenenti all'epoca costruttiva 1961-1976 con 3-8 alloggi per edificio.

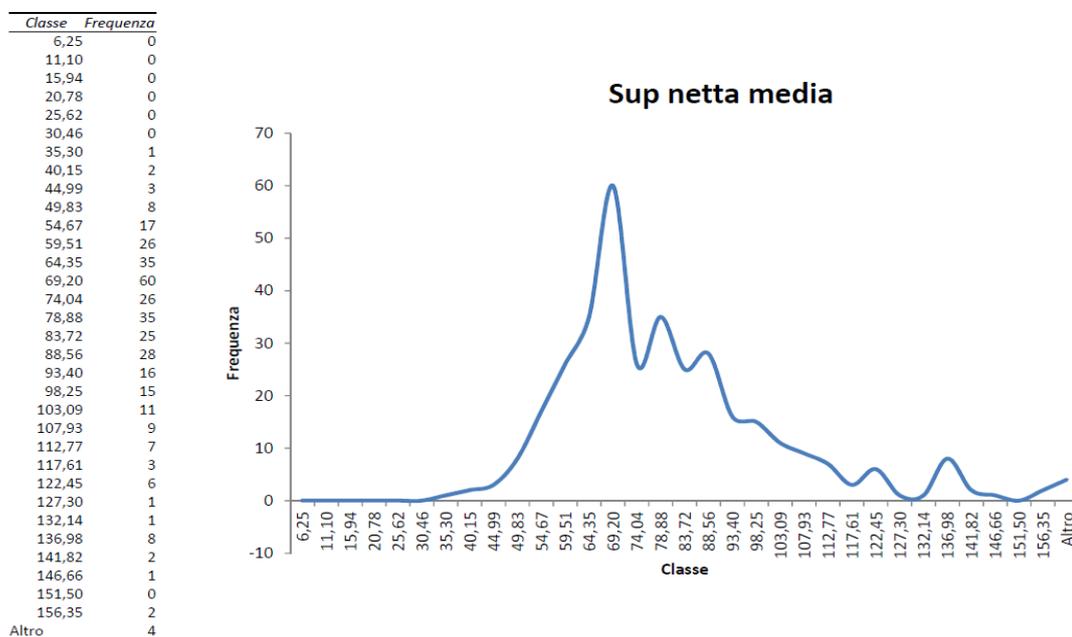


Fig. 96 – Superficie netta per edifici costruiti nel periodo 1961-1976 con 3-8 alloggi, non riqualificati, vetro singolo (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

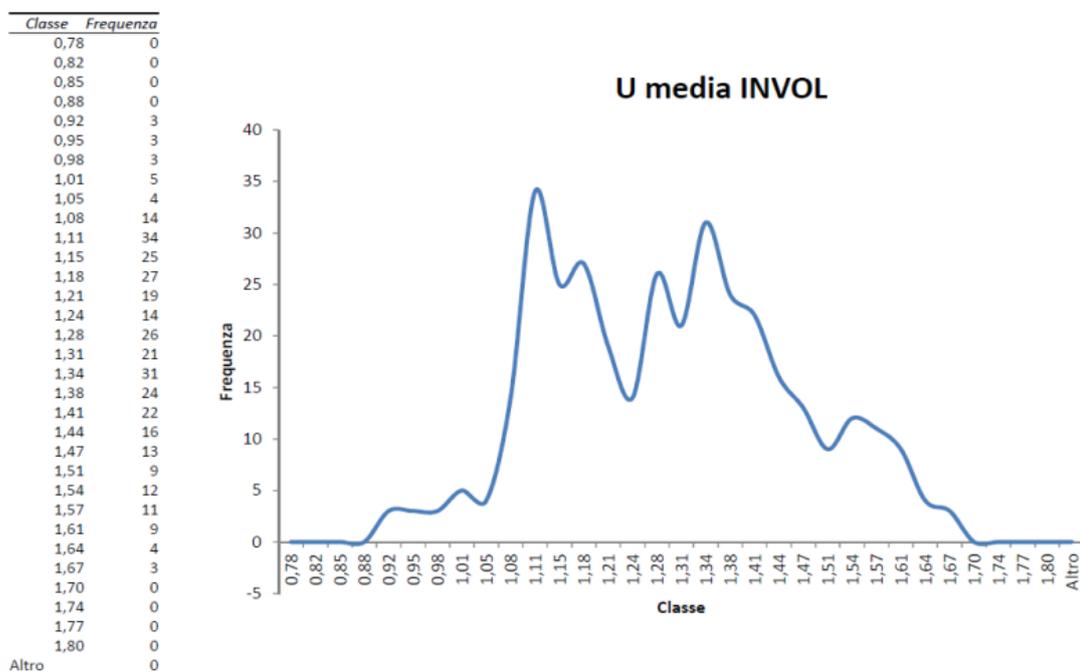


Fig. 97 – Media involucro per edifici 1961-1976 con 3-8 alloggi, non riqualificati, vetro singolo (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

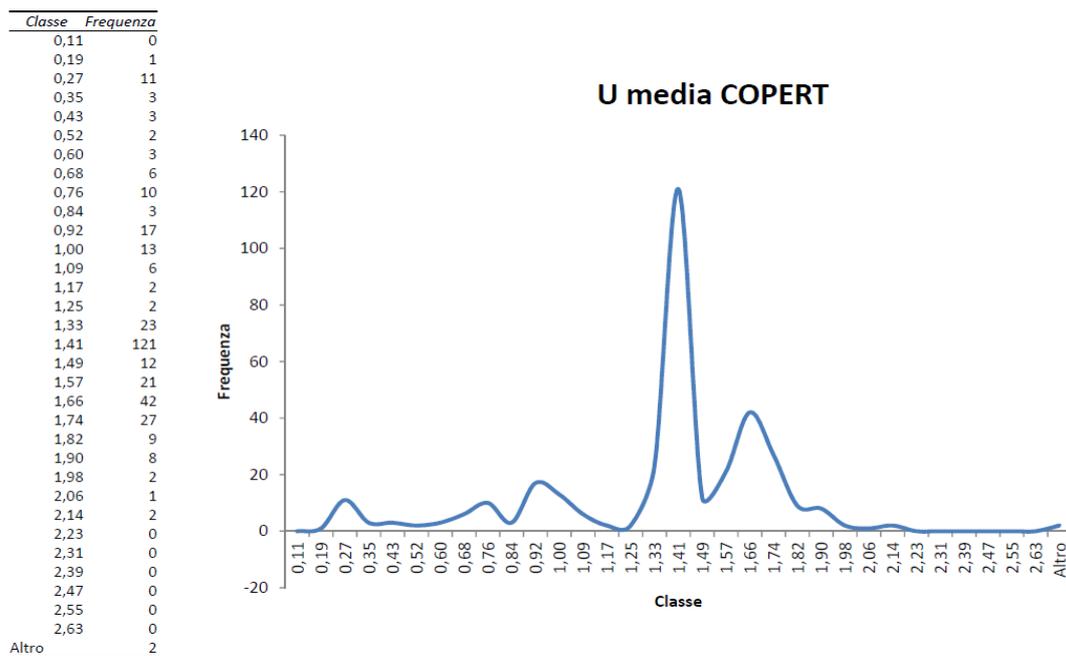


Fig. 98 – Trasmittanza media copertura per edifici 1961-1976 con 3-8 alloggi, non riqualificati, vetro singolo (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

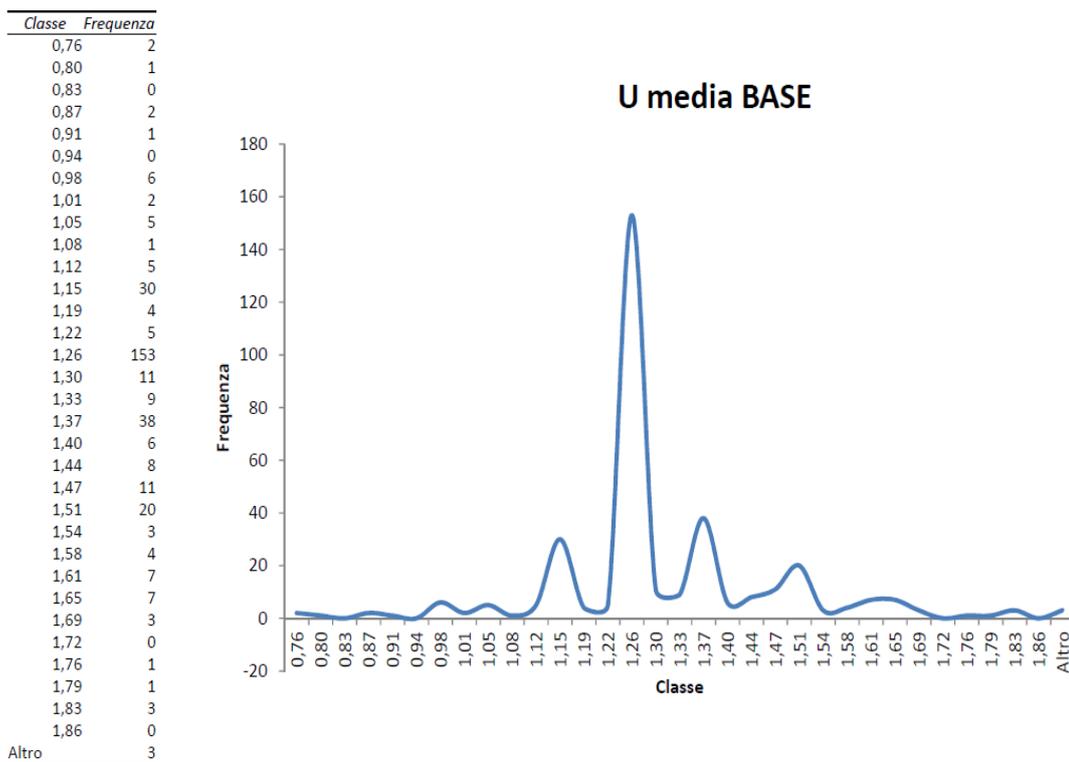


Fig. 99 – Trasmittanza media basamento per edifici 1961-1976 con 3-8 alloggi, non riqualificati, vetro singolo (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

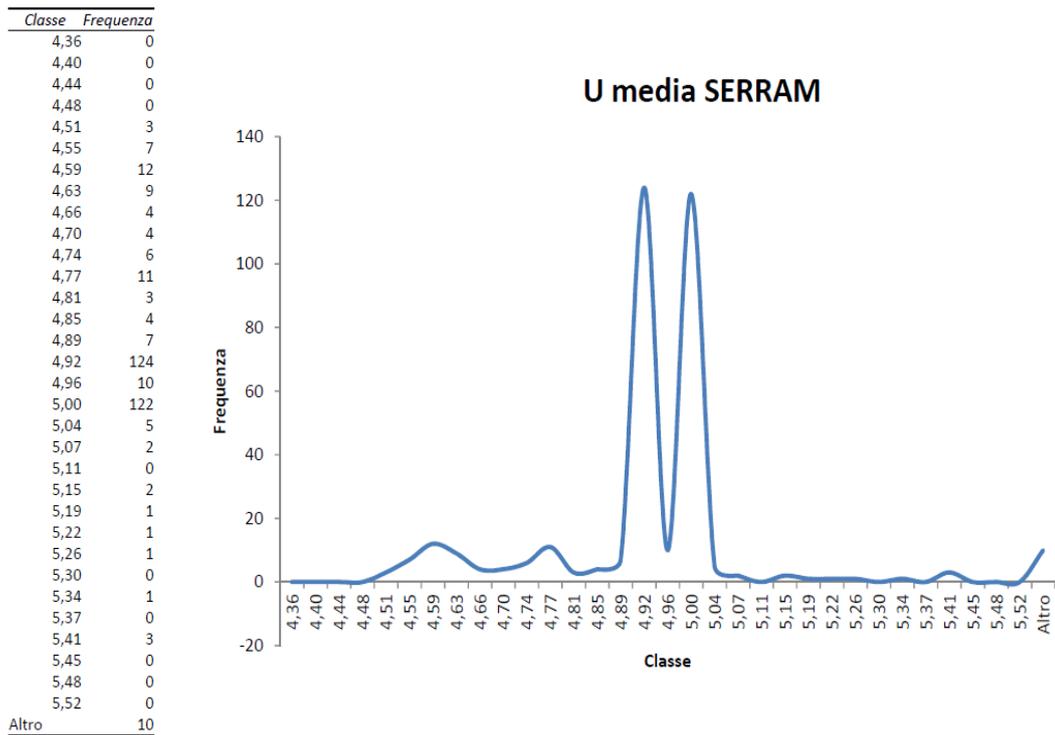


Fig. 100 – Trasmittanza media serramenti per edifici 1961-1976 con 3-8 alloggi, non riqualificati, vetro singolo (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

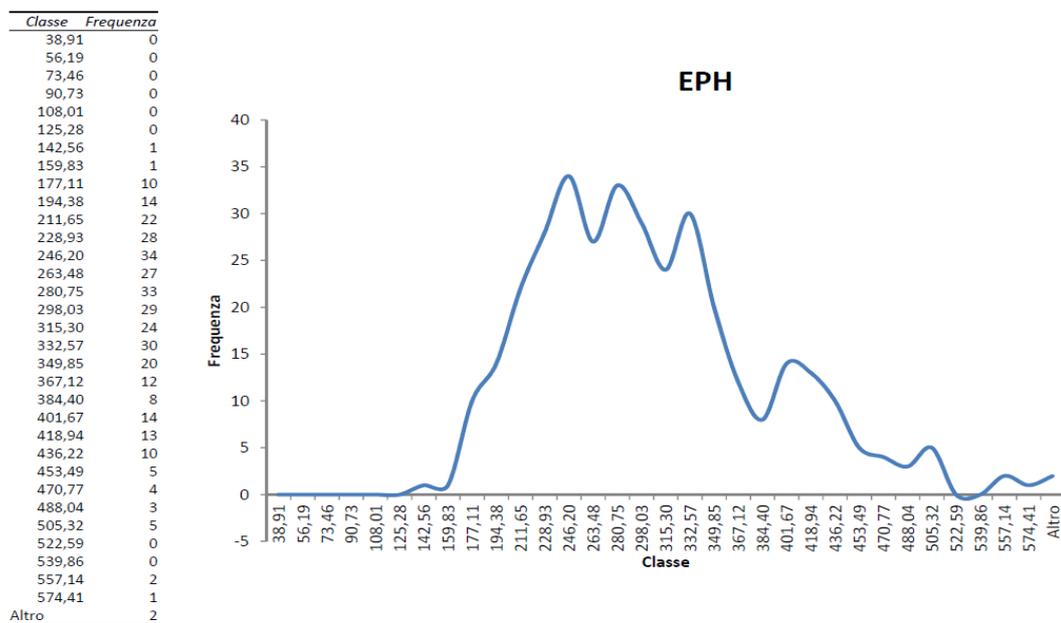


Fig. 101 – Fabbisogno di energia primaria per edifici 1961-1976 con 3-8 alloggi, non riqualificati, vetro singolo (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

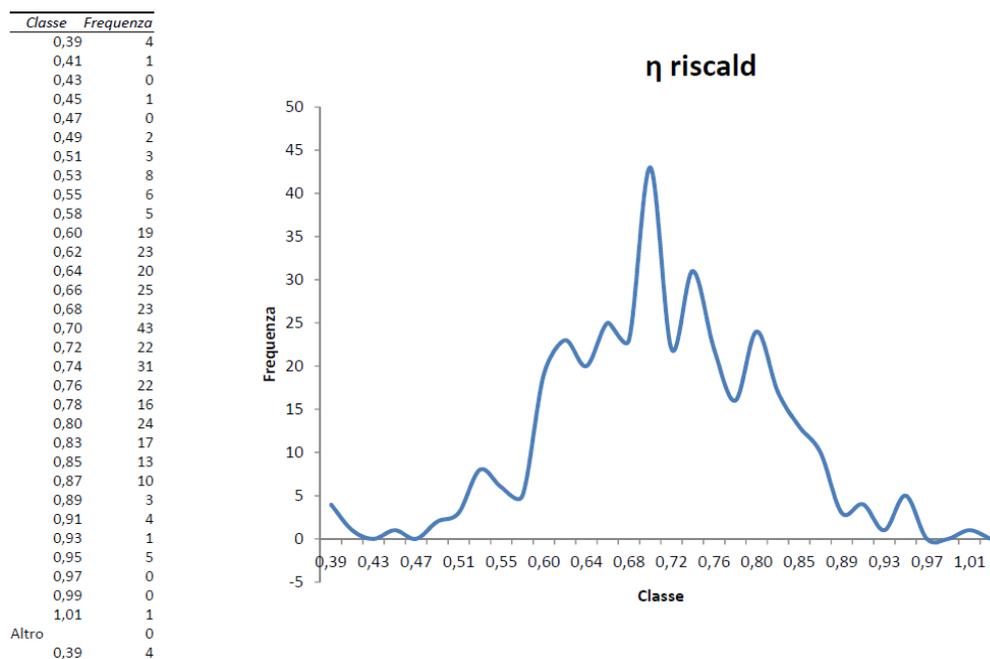


Fig. 102– Rendimento medio stagionale per edifici 1961-1976 con 3-8 alloggi, non riqualificati, vetro singolo (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

L’analisi delle frequenze, riportate nelle figure precedenti, è stata necessaria per poter selezionare solo i campioni davvero significativi, eliminando quelli caratterizzati da valori dei parametri di volta in volta analizzati lontani rispetto a valori accettabili o comunque più ricorrenti (Fig. 103).

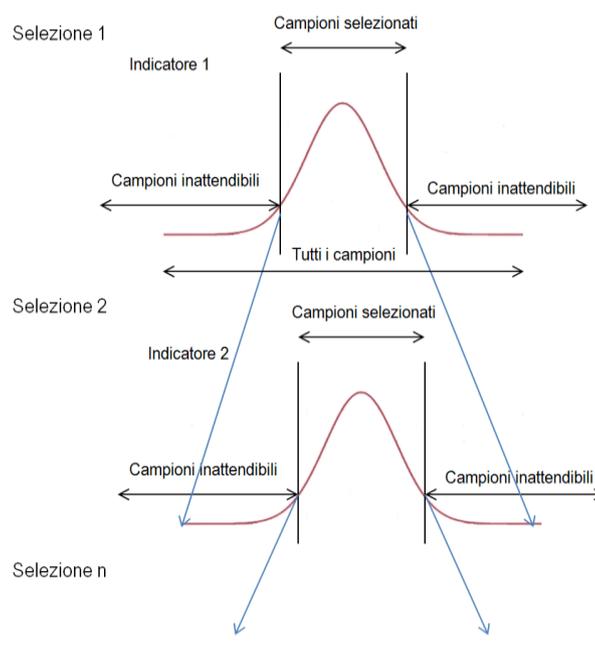


Fig. 103 – Criteri di selezione per la definizione dei campioni più significativi (Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC).

Il risultato finale di questa analisi statistica è rappresentato da tre matrici come quella riportata in Tab. 31, ma con un numero di campioni per singola cella decisamente ridotto.

7.3 I risultati dell'analisi: le caratteristiche degli edifici target

Una volta identificate le tipologie edilizie collocabili in ogni cella della matrice, ossia tipiche di ciascuna accoppiata epoca costruttiva – numero di unità abitative, sono state identificate le caratteristiche energetiche medie di ciascun campione. Nelle tabelle che seguono sono riportati i risultati dell'analisi.

EPOCA DI COSTRUZIONE	(A2,1) EDIFICI NON RIQUALIFICATI [kWh/M ² ANNO]					
	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	342	358	236	206	227	202
1930-1945	382	380	287	246	221	267
1946-1960	386	364	282	236	212	198
1961-1976	381	340	263	235	202	192
1977-1992	302	298	270	215	199	206
1993-2006	142	138	124	123	100	111
dopo il 2006	57	52	44	40	35	34

Tab. 32 - Valore di EPH normalizzato sui GG e pesato sulla superficie utile, edifici non riqualificati (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

EPOCA DI COSTRUZIONE	(A2,2) EDIFICI PARZIALMENTE RIQUALIFICATI [kWh/M ² ANNO]					
	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	311	289	224	201	169	177
1930-1945	332	324	224	187	162	160
1946-1960	330	282	253	218	161	162
1961-1976	300	309	222	197	184	158
1977-1992	237	229	217	165	164	163
1993-2006	-	-	-	-	-	-
dopo il 2006	-	-	-	-	-	-

Tab. 33 - Valore di EPH normalizzato sui GG e pesato sulla superficie utile, edifici parzialmente riqualificati (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

	(A2,3) TOTALMENTE RIQUALIFICATI [kWh/m² anno]					
EPOCA DI COSTRUZIONE	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	90	68	54	56	54	94
1930-1945	76	70	62	46	53	91
1946-1960	98	93	63	52	85	110
1961-1976	95	95	89	93	79	98
1977-1992	90	88	83	96	109	95
1993-2006	70	63	41	47	31	61
dopo il 2006	-	-	-	-	-	-

Tab. 34 - Valore di EPH normalizzato sui GG e pesato sulla superficie utile, edifici totalmente riqualificati (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

	(A1,1) NON RIQUALIFICATI [kWh/m² anno]					
EPOCA DI COSTRUZIONE	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	273	268	174	155	139	132
1930-1945	283	278	187	159	142	169
1946-1960	289	258	194	161	145	130
1961-1976	273	245	193	172	154	144
1977-1992	230	211	183	158	157	142
1993-2006	110	109	95	92	73	77
dopo il 2006	51	50	44	40	38	36

Tab. 35 - Valore di ETH normalizzato sui GG e pesato sulla superficie utile, edifici non riqualificati (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

	(A1,2) PARZIALMENTE RIQUALIFICATI [kWh/m² anno]					
EPOCA DI COSTRUZIONE	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	249	235	173	147	127	122
1930-1945	244	210	182	0	3	253
1946-1960	225	217	171	143	136	128
1961-1976	172	166	161	131	129	119
1977-1992	249	235	173	147	127	122
1993-2006	-	-	-	-	-	-
dopo il 2006	-	-	-	-	-	-

Tab. 36 - Valore di ETH normalizzato sui GG e pesato sulla Superficie utile, edifici parzialmente riqualificati (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

	(A1,3) TOTALMENTE RIQUALIFICATI [kWh/m² anno]					
EPOCA DI COSTRUZIONE	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	73	64	50	48	45	77
1930-1945	69	63	61	53	52	61
1946-1960	81	80	55	45	60	68
1961-1976	77	79	76	69	63	46
1977-1992	75	71	69	60	72	68
1993-2006	60	56	40	42	39	45
dopo il 2006	-	-	-	-	-	-

Tab. 37 - Valore di ETH normalizzato sui GG e pesato sulla Superficie utile, edifici totalmente riqualificati (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

Dalle tabelle sopra riportate è possibile notare come i valori di fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento e di fabbisogno termico vadano generalmente diminuendo con il diminuire della classe d'età, grazie all'entrata in vigore delle normative per il contenimento dei consumi energetici, e con l'aumentare della dimensione degli edifici.

Le tabelle seguenti riportano ulteriori caratteristiche degli edifici target: il rapporto superficie vetrata/superficie utile, la trasmittanza termica dei serramenti pesata sulla superficie vetrata, il rapporto superficie opaca/superficie utile, la trasmittanza termica della superficie opaca pesata sulla superficie opaca, il rapporto superficie di copertura/superficie utile, la trasmittanza termica della copertura pesata sulla superficie di copertura e la ripartizione degli edifici target in edifici non riqualificati, parzialmente riqualificati e totalmente riqualificati.

	(B1,1) NON RIQUALIFICATI					
EPOCA DI COSTRUZIONE	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	0,17	0,14	0,17	0,15	0,17	0,19
1930-1945	0,16	0,17	0,19	0,19	0,18	0,19
1946-1960	0,17	0,19	0,18	0,20	0,20	0,19
1961-1976	0,20	0,19	0,18	0,19	0,19	0,19
1977-1992	0,21	0,18	0,19	0,19	0,20	0,19
1993-2006	0,19	0,16	0,23	0,19	0,21	0,20
dopo il 2006	0,18	0,22	0,20	0,21	0,23	0,25

Tab. 38 - Valore di superficie vetrata/superficie utile, edifici non riqualificati (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

	(B1,2) PARZIALMENTE RIQUALIFICATI					
EPOCA DI COSTRUZIONE	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	0,18	0,16	0,17	0,19	0,16	0,16
1930-1945	0,17	0,19	0,19	0,18	0,17	0,17
1946-1960	0,18	0,17	0,19	0,20	0,18	0,18
1961-1976	0,21	0,19	0,19	0,17	0,20	0,19
1977-1992	0,16	0,16	0,17	0,18	0,19	0,19
1993-2006	-	-	-	-	-	-
dopo il 2006	-	-	-	-	-	-

Tab. 39 - Valore di superficie vetrata/superficie utile, edifici parzialmente riqualificati
(Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

	(B1,3) TOTALMENTE RIQUALIFICATI					
EPOCA DI COSTRUZIONE	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	0,16	0,16	0,19	0,21	0,18	0,23
1930-1945	0,18	0,23	0,19	0,26	0,27	0,20
1946-1960	0,16	0,19	0,19	0,15	0,19	0,23
1961-1976	0,19	0,20	0,20	0,15	0,18	0,15
1977-1992	0,19	0,17	0,17	0,19	0,18	0,20
1993-2006	0,18	0,22	0,21	0,22	0,23	0,19
dopo il 2006	-	-	-	-	-	-

Tab. 40 - Valore di superficie vetrata/superficie utile, edifici totalmente riqualificati
(Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

	(B2,1) NON RIQUALIFICATI [W/m²K]					
EPOCA DI COSTRUZIONE	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	4,87	4,78	4,67	4,66	4,46	4,75
1930-1945	4,97	4,93	4,89	4,96	4,95	4,95
1946-1960	4,91	4,92	4,94	4,91	4,94	4,95
1961-1976	5,04	4,97	4,92	4,93	4,93	4,92
1977-1992	4,90	4,96	4,93	4,95	4,83	4,83
1993-2006	3,00	2,99	2,76	2,77	2,89	2,80
dopo il 2006	1,57	1,56	1,65	1,58	1,55	1,68

Tab. 41 - Valore di trasmittanza dei serramenti pesata sulla superficie vetrata, edifici non riqualificati
(Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

	(B2,2) PARZIALMENTE RIQUALIFICATI [W/m²K]					
EPOCA DI COSTRUZIONE	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	2,96	3,15	3,27	3,37	3,49	3,37
1930-1945	3,37	3,55	3,70	3,84	3,64	3,73
1946-1960	3,38	3,37	3,29	3,78	3,65	3,71
1961-1976	2,98	3,31	3,23	3,79	3,68	3,81
1977-1992	3,36	3,33	3,26	3,42	3,44	3,40
1993-2006	-	-	-	-	-	-
dopo il 2006	-	-	-	-	-	-

Tab. 42 - Valore di trasmittanza dei serramenti pesata sulla superficie vetrata, edifici parzialmente riqualificati (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

	(B2,3) TOTALMENTE RIQUALIFICATI [W/m²K]					
EPOCA DI COSTRUZIONE	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	2,05	1,71	1,72	1,67	1,66	2,19
1930-1945	1,65	1,48	1,53	1,86	1,50	2,08
1946-1960	2,07	2,15	1,74	1,70	2,41	2,57
1961-1976	1,94	2,13	2,11	2,81	2,47	3,47
1977-1992	2,35	2,26	1,95	2,74	3,39	2,60
1993-2006	1,57	1,64	1,56	1,48	1,62	1,99
dopo il 2006	-	-	-	-	-	-

Tab. 43 - Valore di trasmittanza dei serramenti pesata sulla superficie vetrata, edifici totalmente riqualificati (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

	(E2,1) NON RIQUALIFICATI					
EPOCA DI COSTRUZIONE	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	28,7%	35,1%	40,2%	50,5%	54,3%	58,3%
1930-1945	32,4%	43,2%	52,0%	65,9%	59,2%	71,0%
1946-1960	62,0%	45,6%	53,8%	69,3%	55,0%	61,4%
1961-1976	32,0%	38,1%	51,5%	61,5%	62,0%	73,4%
1977-1992	11,2%	12,9%	27,5%	44,7%	46,5%	26,5%
1993-2006	99,7%	85,0%	90,2%	82,3%	96,9%	88,9%
dopo il 2006	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tab. 44 - Percentuale di edifici non riqualificati (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

	(E2,2) PARZIALMENTE RIQUALIFICATI					
EPOCA DI COSTRUZIONE	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	57,5%	54,6%	47,9%	38,7%	38,1%	38,9%
1930-1945	60,2%	54,5%	42,0%	32,9%	40,8%	28,9%
1946-1960	29,8%	43,2%	35,5%	28,5%	40,0%	25,8%
1961-1976	47,6%	44,4%	34,2%	32,4%	34,2%	26,6%
1977-1992	57,2%	43,9%	46,9%	51,1%	37,9%	46,9%
1993-2006	-	-	-	-	-	-
dopo il 2006	-	-	-	-	-	-

Tab. 45 - Percentuale di edifici parzialmente riqualificati

(Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

	(E2,3) TOTALMENTE RIQUALIFICATI					
EPOCA DI COSTRUZIONE	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	13,8%	10,3%	11,8%	10,7%	7,6%	2,8%
1930-1945	7,4%	2,3%	6,0%	1,1%	0,0%	0,0%
1946-1960	8,2%	11,2%	10,7%	2,2%	5,0%	12,9%
1961-1976	20,4%	17,5%	14,3%	6,1%	3,9%	0,0%
1977-1992	31,5%	43,1%	25,5%	4,3%	15,5%	26,5%
1993-2006	0,3%	15,0%	9,8%	17,6%	3,1%	11,1%
dopo il 2006	-	-	-	-	-	-

Tab. 46 - Percentuale di edifici totalmente riqualificati

(Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

	(D1,1) NON RIQUALIFICATI					
EPOCA DI COSTRUZIONE	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	0,51	1,53	0,72	0,72	0,76	0,62
1930-1945	0,59	1,56	0,69	0,62	0,54	0,93
1946-1960	0,65	1,51	0,73	0,76	0,55	0,68
1961-1976	0,58	1,44	0,89	0,89	0,66	0,70
1977-1992	0,44	1,34	0,99	0,88	0,75	0,75
1993-2006	0,45	1,27	0,95	1,14	0,84	0,85
dopo il 2006	0,41	1,50	1,12	1,19	1,10	0,98

Tab. 47 - Valore di superficie opaca laterale/superficie utile, edifici non riqualificati

(Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

	(D1,3) TOTALMENTE RIQUALIFICATI					
EPOCA DI COSTRUZIONE	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	0,44	1,49	0,97	0,92	0,89	0,87
1930-1945	0,48	1,52	0,92	1,05	0,79	1,34
1946-1960	0,57	1,54	0,84	0,84	0,65	0,78
1961-1976	0,56	1,52	1,03	0,87	0,60	0,74
1977-1992	0,34	1,16	1,13	0,93	0,69	0,75
1993-2006	0,46	1,21	1,05	1,15	0,96	0,79
dopo il 2006	-	-	-	-	-	-

Tab. 48 - Valore di superficie opaca laterale/superficie utile, edifici totalmente riqualificati
(Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

	(D2,1) NON RIQUALIFICATI [W/m²K]					
EPOCA DI COSTRUZIONE	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	1,46	1,62	1,44	1,36	1,32	1,22
1930-1945	1,33	1,41	1,38	1,37	1,37	1,39
1946-1960	1,39	1,35	1,36	1,30	1,25	1,21
1961-1976	1,35	1,34	1,27	1,29	1,28	1,27
1977-1992	0,99	1,10	1,15	1,01	1,22	1,39
1993-2006	0,65	0,70	0,64	0,60	0,59	0,66
dopo il 2006	0,28	0,28	0,27	0,30	0,29	0,29

Tab. 49 - Valore di trasmittanza della superficie opaca laterale pesata sulla superficie utile, edifici non riqualificati
(Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

	(D2,3) TOTALMENTE RIQUALIFICATI [W/m²K]					
EPOCA DI COSTRUZIONE	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	0,45	0,40	0,38	0,42	0,46	0,60
1930-1945	0,49	0,36	0,49	0,41	0,25	0,51
1946-1960	0,45	0,45	0,40	0,38	0,50	0,51
1961-1976	0,39	0,43	0,52	0,67	0,61	0,53
1977-1992	0,41	0,46	0,46	0,41	0,51	0,52
1993-2006	0,33	0,33	0,33	0,35	0,30	0,32
dopo il 2006	-	-	-	-	-	-

Tab. 50 - Valore di trasmittanza della superficie opaca laterale pesata sulla superficie utile, edifici totalmente riqualificati (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

EPOCA DI COSTRUZIONE	(G1,1) NON RIQUALIFICATI					
	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	1,25	0,61	0,50	0,37	0,41	0,36
1930-1945	1,30	0,66	0,58	0,38	0,36	0,31
1946-1960	1,23	0,58	0,58	0,39	0,38	0,27
1961-1976	1,19	0,56	0,59	0,40	0,39	0,31
1977-1992	1,32	0,60	0,56	0,37	0,41	0,28
1993-2006	1,09	0,61	0,56	0,40	0,37	0,29
dopo il 2006	1,20	0,63	0,58	0,36	0,41	0,29

Tab. 51 - Valore di superficie copertura/superficie utile, edifici non riqualificati
(Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

EPOCA DI COSTRUZIONE	(G1,3) TOTALMENTE RIQUALIFICATI					
	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	1,09	0,59	0,67	0,48	0,48	0,51
1930-1945	1,06	0,64	0,78	0,65	0,53	0,44
1946-1960	1,09	0,59	0,67	0,43	0,46	0,31
1961-1976	1,14	0,59	0,68	0,39	0,36	0,32
1977-1992	1,03	0,52	0,65	0,39	0,38	0,29
1993-2006	1,10	0,58	0,62	0,40	0,43	0,27
dopo il 2006	-	-	-	-	-	-

Tab. 52 - Valore di superficie copertura/superficie utile, edifici totalmente riqualificati
(Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

EPOCA DI COSTRUZIONE	(G2,1) NON RIQUALIFICATI [W/m ² K]					
	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	1,54	1,55	1,40	1,49	1,53	1,54
1930-1945	1,57	1,52	1,47	1,46	1,38	1,49
1946-1960	1,51	1,42	1,44	1,36	1,42	1,43
1961-1976	1,50	1,45	1,26	1,44	1,40	1,42
1977-1992	1,20	1,38	1,39	1,27	1,37	1,52
1993-2006	0,61	0,67	0,63	0,51	0,56	0,70
dopo il 2006	0,27	0,26	0,28	0,26	0,26	0,26

Tab. 53 - Valore di trasmittanza della copertura pesata sulla superficie utile, edifici non riqualificati (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

EPOCA DI COSTRUZIONE	(G2,3) TOTALMENTE RIQUALIFICATI [W/m ² K]					
	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31
Prima del 1930	0,34	0,32	0,30	0,31	0,29	0,39
1930-1945	0,41	0,27	0,26	0,43	0,26	0,30
1946-1960	0,54	0,61	0,30	0,39	0,39	0,52
1961-1976	0,41	0,44	0,40	0,41	0,56	0,61
1977-1992	0,48	0,41	0,50	0,44	0,48	0,50
1993-2006	0,34	0,37	0,28	0,29	0,29	0,27
dopo il 2006	-	-	-	-	-	-

Tab. 54 - Valore di trasmittanza della copertura pesata sulla superficie utile, edifici totalmente riqualificati (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

Dai dati ISTAT del *Censimento generale della popolazione e delle abitazioni* 2001, integrati con i valori dichiarati nei permessi di costruire, sono state calcolate infine le superfici utili riscaldate degli edifici residenziali lombardi al 2012 (Tab. 55).

EPOCA DI COSTRUZIONE	F1 SUPERFICIE UTILE [migliaia di m ²]						Totale
	1	2	3-8	9-15	16-30	≥31	
Prima del 1930	17.872	12.030	18.471	5.815	3.983	3.269	61.441
1930-1945	4.993	3.424	4.862	2.236	2.275	2.081	19.870
1946-1960	10.490	10.337	12.674	6.654	9.760	8.282	58.196
1961-1976	21.375	21.849	24.349	13.900	20.229	18.037	119.740
1977-1992	16.092	13.888	20.033	10.610	11.986	9.528	82.136
1993-2006	10.557	8.421	15.209	7.186	7.159	5.820	54.352
dopo il 2006	2.775	2.385	3.260	1.582	1.926	1.566	13.494

Tab. 55 - Valore stimato della superficie utile degli edifici lombardi per epoca costruttiva e numero di unità abitative (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

Le Fig. 104 e 105 rappresentano la consistenza del patrimonio abitativo lombardo per classe d'età e numero di unità abitative; si può notare che la superficie maggiore è occupata dagli immobili edificati tra il 1961 e il 1976 con il 29%, seguita dalla classe 1977-1992 con il 20% e dagli edifici più vetusti realizzati prima del 1930 con il 15%. La fetta costituita dagli edifici della ricostruzione postbellica, 1946-1960, intercetta il 14% della superficie riscaldata, mentre solo il 5% è imputabile all'epoca 1930-1945 e il 4% alle abitazioni posteriori al 2006. Il grafico di Fig. 98 mostra come circa il 62% della superficie occupata dagli immobili residenziali sia costituita da abitazioni composte da un numero di subalterni compreso tra 1 e 8; il 26% è riconducibile alla classe 9-30 unità abitative mentre solo il 12% a costruzioni con più di 31 appartamenti.

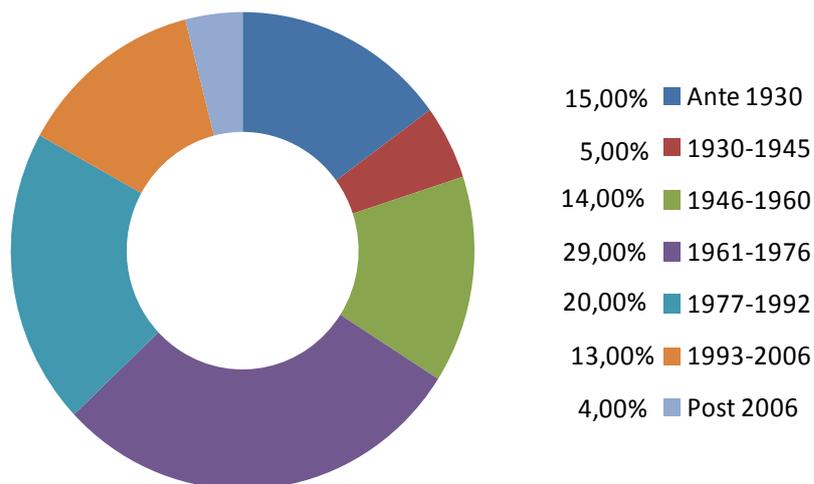


Fig. 104 – Ripartizione della superficie utile degli edifici lombardi per epoca costruttiva
 (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

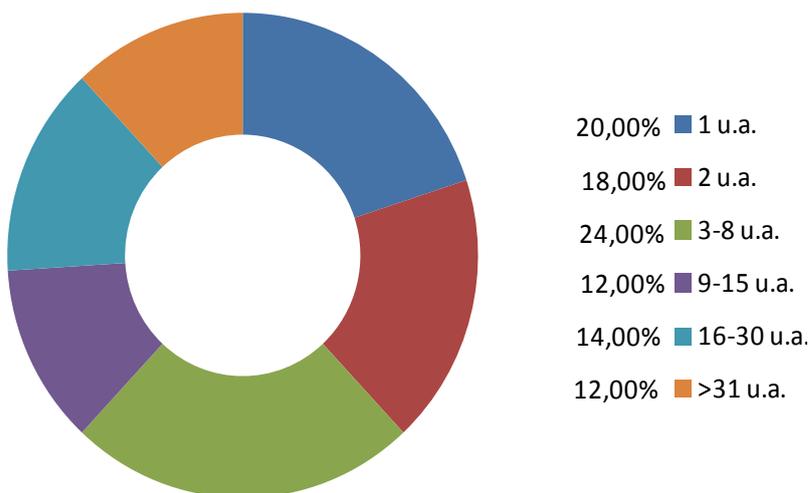


Fig. 105– Ripartizione della superficie utile degli edifici lombardi per numero di unità abitative
 (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde, Politecnico di Milano/Dipartimento ABC su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

7.4 Il coefficiente di correzione consumi/fabbisogni

Al fine di condurre le valutazioni sui potenziali di risparmio, calcolati sulla base dei fabbisogni standardizzati derivanti dagli algoritmi legati alla certificazione energetica, ai consumi effettivi misurati sul settore residenziale, è necessario definire il legame tra le due grandezze in gioco.

Viene pertanto calcolato il coefficiente α , dato dal rapporto tra consumi energetici effettivi e EP_H , secondo la formula seguente:

$$\alpha = E_r / [(F1 * A2,1 * E1,1) + (F1 * A2,2 * E1,2) + (F1 * A2,3 * E1,3)]$$

dove:

E_r = consumo energetico del settore residenziale, per il riscaldamento o la climatizzazione invernale totale per la Lombardia e per tutti i combustibili, espresso in kWh/a;

F1 = matrice delle superfici utili;

A2,1/A2,2/A2,3 = matrice degli EP_H degli edifici target non riqualificati, parzialmente riqualificati e totalmente riqualificati;

E1,1/E1,2/E1,3 = matrice della percentuale di edifici target non riqualificati, parzialmente riqualificati e totalmente riqualificati.

Il consumo energetico del settore residenziale è desunto dal Bilancio Energetico Regionale (Sirena20 – Sistema Informativo Regionale ENergia e Ambiente) e si ottiene scorporando dai consumi finali la quota parte imputabile ad usi diversi dal riscaldamento.

Al fine di ottenere una valutazione che restituisca un quadro degli usi energetici nel residenziale non influenzata dalle condizioni climatiche specifiche di un singolo anno, il valore utilizzato è una media dei consumi degli ultimi cinque anni di bilancio (2006-2010) pesata sulle superfici delle abitazioni per ciascun anno.

Il valore complessivo del fabbisogno stimato per il settore residenziale lombardo risulta pari a 85.117 GWh/anno.

Partendo dal valore di consumo di 61.850 GWh si ottiene pertanto un valore di α pari a 0,73, il cui significato si traduce in una sovrastima dei fabbisogni energetici, derivanti dalla media delle certificazioni energetiche, di circa il 27% rispetto ai consumi effettivi.

7.5 Stima del potenziale di risparmio correlato alla sostituzione dei serramenti

Il confronto tra gli edifici campione di tipo A e gli edifici campione di tipo B o C risulta particolarmente interessante in quanto permette di valutare il miglioramento della prestazione energetica a seguito di interventi di retrofit effettivamente realizzati: si tratta quindi di un potenziale realistico, che tiene conto della complessità generata da un intervento su una situazione esistente.

Il potenziale di risparmio sulla spesa energetica per il riscaldamento correlato alla sostituzione dei serramenti si può calcolare dalla differenza tra il fabbisogno standardizzato degli edifici target non riqualificati e il fabbisogno di quelli che hanno subito riqualificazione delle componenti vetrate, secondo la formula:

$$RP_s = \alpha * [F1 * E1,1 * (A2,1 - A2,2)]$$

dove:

RP_s = potenziale di risparmio energetico correlato alla sostituzione dei serramenti, espresso in kWh/a;

α = coefficiente correttivo consumi effettivi/fabbisogni standard;

F1 = matrice delle superfici utili;

A2,1, A2,2 = matrice degli EP_H degli edifici target non riqualificati e parzialmente riqualificati;

E1,1 = matrice della percentuale di edifici target non riqualificati.

Nel calcolo sono stati considerati gli edifici costruiti fino al 1992, poiché l'analisi sulle trasmittanze termiche ha evidenziato come gli immobili non riqualificati della classe 1993-2006 siano caratterizzati da serramenti dalla qualità accettabile.

Il risultato del calcolo per ogni singola cella della matrice è riportato in Tab. 56.

EPOCA DI COSTRUZIONE	POTENZIALE RISPARMIO [MWh/anno]						Totale
	1	2	3-8	9-15	16-30	>31	
Prima del 1930	113.416	213.178	63.430	9.805	90.719	34.591	525.138
1930-1945	58.630	59.916	114.656	63.160	57.977	115.999	470.338
1946-1960	265.722	281.863	140.863	60.905	198.959	131.072	1.079.384
1961-1976	400.927	186.099	373.111	235.984	164.448	326.916	1.687.485
1977-1992	84.750	90.639	211.166	171.850	141.696	80.692	780.794
1993-2006	923.446	831.694	903.227	541.704	653.799	689.270	4.543.139
dopo il 2006	-	-	-	-	-	-	-

**Tab. 56 - Potenziale di risparmio energetico correlato alla sostituzione dei serramenti
(Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).**

Il risparmio energetico complessivamente ottenibile dalla sostituzione di tutti i serramenti degli edifici non riqualificati ammonta a 4.543 GWh/anno, circa il 7% dei consumi medi registrati nel periodo 2006-2010.

I grafici a torta delle Figure 106 e 107 ne illustrano la ripartizione per epoca di costruzione e numero di unità abitative.

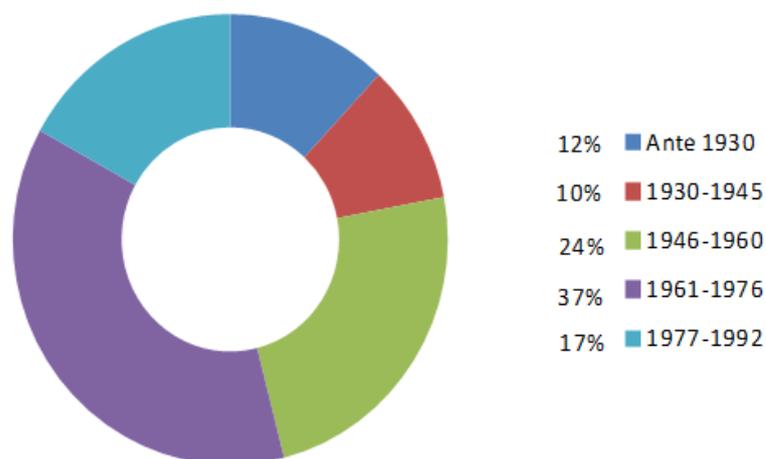


Fig. 106–Ripartizione del potenziale di risparmio correlato alla sostituzione dei serramenti per epoca costruttiva (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

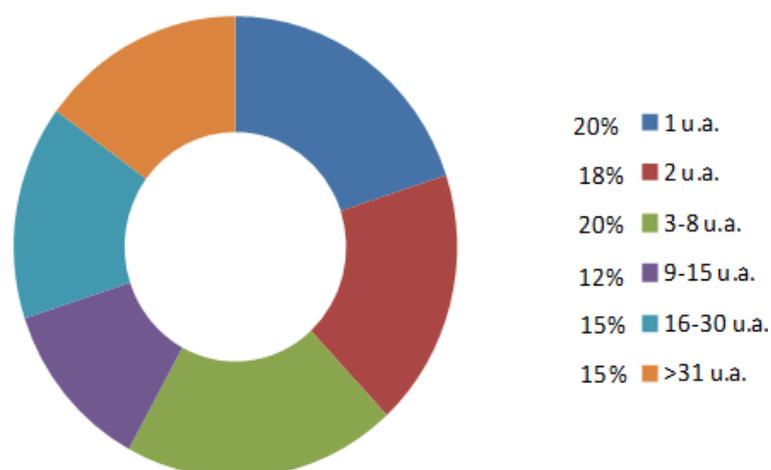


Fig. 107 – Ripartizione del potenziale di risparmio correlato alla sostituzione dei serramenti per numero di unità abitative (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

Il costo da sostenere nell'applicazione della misura sopra descritta è quantificabile con la formula:

$$C_s = c * F1 * B1,1 * E1,1$$

dove:

C_s = costo economico correlato alla misura di sostituzione dei serramenti di tutti gli edifici non riqualificati, espresso in Euro;

c = costo medio di serramento sostituito, espresso in Euro/m²;

$F1$ = matrice delle superfici utili;

$B1,1$ = matrice dei rapporti superficie vetrata/superficie utile di edifici target non riqualificati;

$E1,1$ = matrice delle percentuale di edifici target non riqualificati.

Ipotizzando un costo medio di 350 Euro/m² di serramento sostituito (si è scelto un valore più basso di quello medio attuale nell'ipotesi che nei prossimi anni si sviluppi un'economia di scala indotta dalla riqualificazione massiccia dello stock edilizio), si ottiene un costo complessivo di circa 9,7 miliardi di euro, come da Tabella seguente.

Epoca di costruzione	COSTO CORRELATO ALLA SOSTITUZIONE DEI SERRAMENTI [migliaia di euro]						Totale
	1	2	3-8	9-15	16-30	>31	
Prima del 1930	305.083	206.840	442.254	154.293	128.639	126.805	1.363.921
1930-1945	89.203	90.247	165.447	97.565	82.527	96.352	621.342
1946-1960	379.418	316.168	439.014	315.542	367.749	340.678	2.158.569
1961-1976	478.530	553.652	790.767	568.258	833.644	880.303	4.105.153
1977-1992	132.707	113.219	366.617	315.240	390.552	168.092	1.486.428
						Totale	9.735.413

Tab. 57 - Costo economico correlato alla sostituzione dei serramenti
(Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde su dati Catasto Energetico Edifici Regionale).

7.6 Stima del potenziale di risparmio correlato alla riqualificazione totale degli edifici in Lombardia

Il potenziale di risparmio sulla spesa energetica per il riscaldamento correlato alla riqualificazione totale degli edifici considera interventi di isolamento dell'involucro esterno e della copertura degli edifici non riqualificati e di quelli parzialmente riqualificati e la sostituzione dei serramenti degli edifici non riqualificati.

Inizialmente vengono considerati i reali potenziali di applicazione dell'isolamento a cappotto, mentre successivamente sono stati ipotizzati interventi di isolamento dall'interno o nell'intercapedine laddove gli edifici presentano caratteristiche tali da impedire l'isolamento dall'esterno.

7.6.1 Stima del potenziale di risparmio correlato alla riqualificazione totale degli edifici – interventi con cappotto esterno

Il potenziale di risparmio energetico è calcolato secondo la formula:

$$RP_{T1} = \alpha * (1 - \xi) * [F1 * E1,2 * (A2,2 - A2,3) + F1 * E1,1 * (A2,1 - A2,3)]$$

dove:

RP_{T1} = potenziale di risparmio energetico correlato alla riqualificazione totale degli edifici non riqualificati e di quelli parzialmente riqualificati, espresso in kWh/a;

α = coefficiente correttivo consumi effettivi/fabbisogni standard;

ξ = percentuale degli edifici non cappottabili;

$F1$ = matrice delle superfici utili;

$A2,1/A2,2/A2,3$ = matrice degli EP_H degli edifici target non riqualificati, parzialmente riqualificati e totalmente riqualificati;

$E1,1/E1,2/E1,3$ = matrice della percentuale di edifici target non riqualificati, parzialmente riqualificati e totalmente riqualificati.

Come per la misura descritta al paragrafo 7.5, nella quantificazione del risparmio legato alla sostituzione dei serramenti vengono considerati gli edifici costruiti fino al 1992, in quanto l'analisi sulle trasmittanze termiche evidenzia come gli immobili non riqualificati della classe 1993-2006 siano caratterizzati da serramenti dalla qualità accettabile.

I reali potenziali di applicazione degli isolamento a cappotto, Tab. 58, sono stati elaborati dal Politecnico di Milano in seguito a rilievi a campione di edifici reali [G. Dall'O' et al. / *Sustainable Cities and Society* (2012)].

EPOCA DI COSTRUZIONE	% edifici idonei	% edifici potenzialmente idonei	% edifici non idonei
Ante 1945	25.0%	45.0%	30.0%
1946-1965	15.0%	53.0%	32.0%
1966-1981	14.0%	55.0%	31.0%
1982-1994	14.0%	51.0%	36.0%
dopo 1994	2.0%	30.0%	68.0%

Tab. 58 - Potenziali di applicazione degli isolamenti a cappotto (Dall’O’ et al., Sustainable Cities and Society, 2012).

Rispetto al patrimonio edilizio lombardo, applicando i potenziali elaborati dal Politecnico di Milano si ottiene il seguente risultato.

EPOCA DI COSTRUZIONE	POTENZIALE RISPARMIO [MWh/anno]						Totale
	1	2	3-8	9-15	16-30	>31	
Ante 1930	1.822.398	1.371.101	1.460.399	392.524	280.331	160.131	5.486.884
1930-1945	646.131	477.708	459.061	203.079	167.138	154.107	2.107.225
1946-1960	1.291.101	1.051.013	1.166.304	576.905	485.347	275.133	4.845.799
1961-1976	2.032.262	2.070.675	1.653.537	849.579	1.143.628	769.517	8.519.198
1977-1992	849.780	606.647	1.121.519	459.286	368.654	285.403	3.691.289
1993-2006	178.445	124.640	264.276	105.511	111.214	61.553	845.639
						Totale	25.496.035

Tab. 59 - Potenziale di risparmio energetico correlato alla riqualificazione totale degli edifici (sostituzione dei serramenti e isolamento dall’esterno) (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde su dati Catasto Energetico Edifici Regionale applicando i potenziali di Dall’O’ ed al., Sustainable Cities and Society, 2012).

Il risparmio energetico complessivamente ottenibile dalla riqualificazione energetica sopra descritta ammonta a 25.496 GWh/anno, circa il 41% dei consumi medi registrati nel periodo 2006-2010.

I grafici a torta di Fig. 108 e 109 ne illustrano la ripartizione per epoca di costruzione e numero di unità abitative.

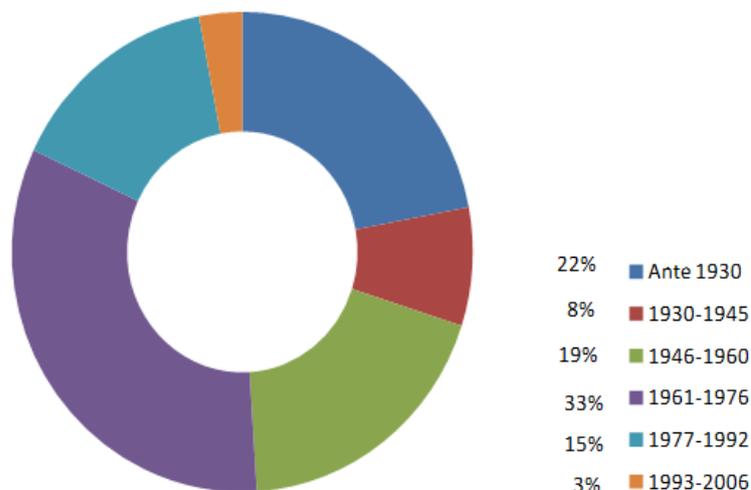


Fig. 108– Ripartizione del potenziale di risparmio correlato alla riqualificazione totale per epoca costruttiva (Elaborazioni Divisione Energia Infrastrutture Lombarde).



Fig. 109 – Ripartizione del potenziale di risparmio correlato alla riqualificazione totale per numero di unità abitative (Elaborazioni Divisione Energia Infrastrutture Lombarde).

Il costo da sostenere nell'applicazione della misura sopra descritta è quantificabile con la formula:

$$C_{R1} = [F1 * D1,1 * (i - \beta) * (1 - E1,3) * c1] + [F1 * G1,1 * c2] + [F1 * B1,1 * E1,1 * c3]$$

dove:

β = percentuale degli edifici non cappottabili;

C_{R1} = costo economico correlato alla misura di riqualificazione totale, espresso in Euro;

F1 = matrice delle superfici utili;

D1,1 = valore di superficie opaca laterale/superficie utile, edifici non riqualificati;
 G1,1 = valore di superficie copertura/superficie utile, edifici non riqualificati;
 B1,1 = matrice dei rapporti superficie vetrata/superficie utile di edifici target non riqualificati;
 E1,1/E,1,3 = matrice delle percentuali di edifici target non riqualificati e degli edifici riqualificati;
 c1 = costo medio unitario di serramento sostituito, espresso in Euro/m²;
 c2 = costo medio unitario per l'isolamento delle strutture verticali esterne, espresso in Euro/m²;
 c3 = costo medio unitario per l'isolamento della copertura, espresso in Euro/m².

Assumendo che il costo medio unitario per l'isolamento di involucro edilizio e copertura sia indicativamente pari a 50 Euro/m², si ottiene un costo complessivo di circa 29,5 miliardi di euro (Tab. 60).

EPOCA DI COSTRUZIONE	COSTO CORRELATO ALLA RIQUALIFICAZIONE DEGLI EDIFICI [MIGLIAIA DI EURO]						Totale
	1	2	3-8	9-15	16-30	>31	
Prima del 1930	1.543.383	1.114.089	1.260.187	381.092	301.929	252.980	4.853.660
1930-1945	485.198	383.362	408.358	187.570	166.466	196.342	1.827.297
1946-1960	1.184.545	1.053.608	1.048.285	610.478	717.294	604.888	5.219.098
1961-1976	1.831.960	1.953.736	2.047.211	1.229.743	1.655.723	1.595.486	10.313.859
1977-1992	1.022.323	705.132	1.279.471	802.613	852.527	441.968	5.104.033
1993-2006	649.665	363.764	592.912	226.281	221.505	145.378	2.199.505
						Totale	29.517.453

Tab. 60 - Costo economico correlato alla riqualificazione totale degli edifici (sostituzione dei serramenti e isolamento dall'esterno) (Elaborazioni Divisione Energia Infrastrutture Lombarde).

7.6.2 Stima del potenziale di risparmio correlato alla riqualificazione totale degli edifici – interventi con cappotto esterno o isolamento dall'interno/intercapedine

Il potenziale di risparmio energetico è calcolato secondo la formula:

$$RP_{T2} = \alpha * [F1 * E1,2 * (A2,2 - A2,3) + F1 * E1,1 * (A2,1 - A2,3)]$$

dove:

RP_{T2} = potenziale di risparmio energetico correlato alla riqualificazione totale degli edifici non riqualificati e di quelli parzialmente riqualificati, espresso in kWh/a;

α = coefficiente correttivo consumi effettivi/fabbisogni standard;

F1 = matrice delle superfici utili;

A2,1/A2,2/A2,3 = matrice degli EP_H degli edifici target non riqualificati, parzialmente riqualificati e totalmente riqualificati;

E1,1/E1,2 = matrice della percentuale di edifici target non riqualificati e parzialmente riqualificati.

Come per la misura descritta al paragrafo 7.5, nella quantificazione del risparmio legato alla sostituzione dei serramenti vengono considerati gli edifici costruiti fino al 1992, in quanto l'analisi sulle trasmittanze termiche (Tab. B2,1) evidenzia come gli immobili non riqualificati della classe 1993-2006 siano caratterizzati da serramenti dalla qualità accettabile.

Il risultato del calcolo per ogni singola cella della matrice è riportato nella Tab. 61.

EPOCA DI COSTRUZIONE	POTENZIALE RISPARMIO [MWh/anno]						Totale
	1	2	3-8	9-15	16-30	>31	
Prima del 1930	2.603.425	1.958.715	2.086.285	560.748	400.473	228.760	7.838.405
1930-1945	923.045	682.440	655.800	290.113	238.769	220.153	3.010.321
1946-1960	1.898.678	1.545.608	1.715.153	848.390	713.739	404.607	7.126.176
1961-1976	2.945.308	3.000.978	2.396.431	1.231.274	1.657.432	1.115.242	12.346.664
1977-1992	1.268.3289	905.443	1.673.909	685.502	550.230	425.975	5.509.370
1993-2006	557.641	389.599	825.863	329.723	347.542	192.353	2.642.621
						Totale	38.473.575

Tab. 61 - Potenziale di risparmio energetico correlato alla riqualificazione totale degli edifici (sostituzione dei serramenti e isolamento dall'esterno) (Elaborazioni Divisione Energia Infrastrutture Lombarde).

Il risparmio energetico complessivamente ottenibile dalla riqualificazione energetica sopra descritta ammonta a 38.474 GWh/anno, circa il 62% dei consumi medi registrati nel periodo 2006-2010.

I grafici a torta di Fig. 110 e 111 ne illustrano la ripartizione per epoca di costruzione e numero di unità abitative.

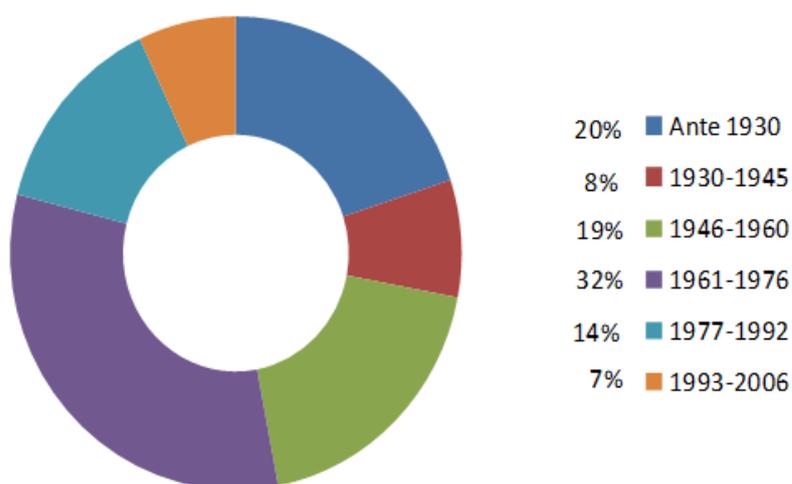


Fig. 110 – Ripartizione del potenziale di risparmio correlato alla riqualificazione totale per epoca costruttiva (Elaborazioni Divisione Energia Infrastrutture Lombarde).

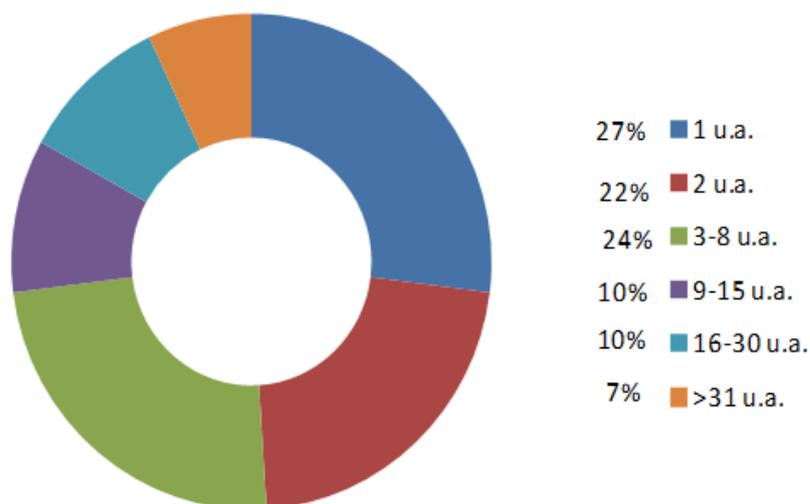


Fig. 111 – Ripartizione del potenziale di risparmio correlato alla riqualificazione totale per numero di unità abitative (Elaborazioni Divisione Energia Infrastrutture Lombarde).

Il costo da sostenere nell'applicazione della misura sopra descritta è quantificabile con la formula:

$$C_{R2} = [F1 * D1,1 * (1 - E1,3) * c1] + [F1 * G1,1 * c2 + F1 * B1,1 * E1,1 * c3]$$

dove:

C_{R2} = costo economico correlato alla misura di riqualificazione totale, espresso in Euro;

F1 = matrice delle superfici utili;

D1,1 = Valore di superficie opaca laterale/superficie utile, edifici non riqualificati

G1,1 = Valore di superficie copertura/superficie utile, edifici non riqualificati

B1,1 = matrice dei rapporti superficie vetrata/superficie utile di edifici target non riqualificati;

E1,1 = matrice delle percentuali di edifici target non riqualificati;

c1 = costo medio unitario di serramento sostituito, espresso in Euro/m²;

c2 = costo medio unitario per l'isolamento delle strutture verticali esterne, espresso in Euro/m²;

c3 = costo medio unitario per l'isolamento della copertura, espresso in Euro/m²;

Anche in questo caso il costo medio unitario per l'isolamento è stato assunto pari a 50 Euro/m²

Il costo correlato alla riqualificazione totale degli edifici raggiunge la cifra di circa 34,8 miliardi di euro (Tab. 62).

EPOCA DI COSTRUZIONE	COSTO CORRELATO ALLA RIQUALIFICAZIONE TOTALE DEGLI EDIFICI [MIGLIAIA DI EURO]						Totale
	1	2	3-8	9-15	16-30	>31	
Prima del 1930	1.661.279	1.361.814	1.436.157	437.143	343.872	282.537	5.522.802
1930-1945	526.115	461.660	455.660	208.137	184.891	225.372	2.061.835
1946-1960	1.284.705	1.275.372	1.180.509	689.579	798.886	683.386	5.912.436
1961-1976	1.984.989	2.356.026	2.335.105	1.409.709	1.854.679	1.791.192	11.731.670
1977-1992	1.102.316	879.884	1.523.262	950.104	977.830	528.593	5.961.989
1993-2006	810.765	672.842	1.036.224	455.639	419.569	294.896	3.689.935
						Totale	34.880.697

Tab. 62 - Costo economico correlato alla riqualificazione totale degli edifici (sostituzione dei serramenti e isolamento dall'esterno o dall'interno/intercapedine) (Elaborazioni Divisione Energia Infrastrutture Lombarde).

7.7 Conclusioni

I risultati dell'analisi sono sintetizzati nella Tab. 63, in cui per ciascuna delle tre misure ipotizzate sono indicati il potenziale di risparmio energetico espresso in GWh/anno, la corrispondente percentuale rispetto ai consumi registrati negli ultimi cinque anni ed il costo complessivo.

Questi risultati sono da considerare il potenziale massimo teorico ottenibile da interventi di riqualificazione consistente su patrimonio edilizio privato.

Inoltre quando si parla di interventi consistenti di riqualificazione del patrimonio edilizio lombardo è necessario considerare la relativa tempistica di realizzazione. L'orizzonte del PEAR è il 2020, ma è evidente che un costo di circa 35 miliardi di Euro possa essere raggiunto nel lungo periodo; quindi il traguardo dovrà essere coerente con la road map europea che abbraccia il ventennio 2030-2050, orizzonte temporale coincidente con le ipotesi di scenario che si pone l'Unione Europea in tema di decarbonizzazione dell'economia.

MISURA	POTENZIALE DI RISPARMIO [GWH/ANNO]	% RIDUZIONE SUI CONSUMI EFFETTIVI	COSTO [MILIARDI DI EURO]
Sostituzione serramenti degli edifici non riqualificati	4.543	7 %	9,7
Riqualificazione totale con isolamento a cappotto esterno	25.496	41 %	29,5
Riqualificazione totale con isolamento a cappotto esterno – interno - Serramenti	38.474	62 %	34,8

Tab. 63 - Sintesi dei risultati dell'analisi (Elaborazioni Divisione Energia Infrastrutture Lombarde).

7.7.1 *Gli effetti di una politica per l'efficienza nel settore dell'edilizia*

Se si considerano le competenze regionali in materia di politica energetica e si osserva che i due terzi circa dell'energia consumata nel settore civile è destinata al riscaldamento e raffrescamento degli edifici, non è difficile comprendere la centralità del settore edilizio nelle azioni locali per l'efficienza energetica. Agire su scala regionale in modo virtuoso sulla domanda di energia significa innanzitutto spingere il settore delle costruzioni verso pratiche costruttive migliori e, soprattutto, verso interventi di recupero del patrimonio edilizio esistente ispirati dalla maggior efficienza energetica. Il Decreto legislativo 102 del 4 luglio 2014, che ha recepito la Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, pone le basi per un'azione stabile finalizzata alla ristrutturazione del patrimonio edilizio, ispirata dalla ricerca di una maggiore efficienza energetica e, di conseguenza, di una riduzione dei costi di gestione. La Direttiva parte dall'obbligo di ristrutturare ogni anno almeno il 3%, in termini di superficie, del patrimonio edilizio di proprietà o in uso da parte dell'amministrazione centrale dello Stato: azione che mira ad essere l'innescò di una ristrutturazione estesa del patrimonio edilizio esistente, in grado da un lato di ridare una prospettiva ad un settore in forte crisi, dall'altro di contenere in modo significativo i costi energetici degli edifici, che pesano per circa il 40% del consumo finale. La scelta di mettere in atto un'azione a favore del recupero edilizio di elevato pregio energetico è quindi obbligata almeno per il prossimo decennio.

Il settore delle costruzioni ha vissuto negli ultimi anni una crisi senza precedenti: fatto 100 il volume di investimenti nel settore nel 1970, nel 2013 l'indicatore era fermo a 90; in Lombardia tra il 2008 e il 2013 il volume d'affari si è ridotto del 27% raggiungendo il 57% per quanto riguarda le nuove abitazioni. Ciononostante nel 2012 le imprese di costruzioni hanno fatturato in Lombardia oltre 23 miliardi euro, con oltre 323.000 occupati (Fonte ANCE). Numeri importanti, che testimoniano come l'andamento dell'economia regionale sia fortemente legato a quello del settore delle costruzioni. Di conseguenza un'azione volta a stimolare l'attività edilizia ha immediate ripercussioni positive sull'economia. E una politica per l'efficienza energetica in edilizia costituisce anche una politica per l'occupazione e la crescita economica con effetti positivi sulle imprese locali, anche in settori non direttamente legati all'edilizia grazie alle interazioni tra settori economici.

Uno studio pubblicato dal Centro Studi Ance nel 2011, riferito all'economia nazionale e basato sullo schema intersettoriale dell'economia, mette in luce le relazioni di interdipendenza esistenti tra il settore delle costruzioni e gli altri settori produttivi. È interessante considerare come il settore delle costruzioni sia quello che, in virtù degli effetti diretti, indiretti ed indotti, attivi il moltiplicatore più elevato sull'economia. Lo studio stima che un investimento di 1 Euro nel settore edile generi sul sistema economico una ricaduta pari a 3,374 euro di cui 1 nelle costruzioni, 1,013 nei settori direttamente e indirettamente collegati e 1,361 nei settori attivati dalla spesa delle famiglie alimentata a sua volta dall'aumento dei redditi generato dalla maggiore produzione. È anche interessante osservare che tali investimenti sono composti per il 56,3% di

beni e servizi di produzione interna e solo per il 2,0% di prodotti di importazione. Per quanto riguarda l'occupazione, lo studio stima che ogni miliardo di euro di investimenti nelle costruzioni produca un incremento di poco più di 17.000 unità di lavoro di cui 10.954 direttamente nel settore delle costruzioni (pari ad una percentuale del 64,4%) e 6.055 nei comparti collegati, effetti che collocano il settore al primo posto per importanza di attivazione sull'economia nazionale. Si può dire, quindi, che l'azione mirata verso l'efficienza energetica sia una misura privilegiata per sostenere l'attività economica regionale. Inoltre ogni euro di investimento nelle ristrutturazioni edilizie richiede un supporto pubblico compreso tra il 10 e il 50% dell'investimento stesso, con un'ulteriore incremento del moltiplicatore della spesa pubblica. Ipotizzando dunque investimenti complessivi, comprendenti una quota pari ad almeno il 10% da parte di Stato e Regione e la restante dal mondo creditizio, pari a 1 miliardo di euro nel settore dell'efficienza energetica in edilizia in Lombardia, possiamo attenderci una ricaduta economica dell'ordine di 3,4 miliardi di euro sull'intera economia, prevalentemente su scala locale; di questi, ben 1,3 miliardi sono l'effetto indotto sulla spesa per consumi innescati dalla remunerazione del lavoro del settore edile.

INVESTIMENTO IN EDILIZIA	RICADUTA ECONOMICA INDIRETTA	RICADUTA ECONOMICA INDOTTA	RICADUTA ECONOMICA TOTALE	OCCUPATI DIRETTI	OCCUPATI INDIRETTI
[MEuro]	[MEuro]	[MEuro]	[MEuro]	[unità di lavoro]	[unità di lavoro]
1.000	1.013	1.361	3.374	10.954	6.055

Tab. 64 – Ricaduta economica interventi di riqualificazione edilizia
(Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde. Fonte dei moltiplicatori: Centro Studi ANCE).

8 La gestione dei servizi energetici: l'anello debole della catena

I servizi energetici, ovvero l'insieme di attività finalizzate al miglioramento dell'efficienza energetica, costituiscono uno strumento di fondamentale importanza nella gestione del patrimonio edilizio pubblico e privato.

Il Parlamento Europeo ne introduce il concetto con la Direttiva Europea 2006/32/UE sull'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici, recepita a livello nazionale dal Decreto Legislativo n. 115 del 30 maggio 2008.

8.1 Quadro Normativo di Riferimento

LIVELLO EUROPEO

- Direttiva 2006/32/CE - l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici
- Direttiva 2012/27/UE – l'efficienza energetica
- EN 16001/2009 - Energy Management System
- EN 15900/2010 - Energy Efficiency Services

LIVELLO NAZIONALE

- D.Lgs n.115 del 2008 – Recepimento della Direttiva 2006/32/CE
- D. Lgs.n.102 del 4 luglio 2014 – Recepimento della Direttiva 2012/27/UE
- UNI CEI- GGE11352 ESCO - Società di Servizi Energetici
- UNI CEI- GGE11339 - Esperto in Gestione Energia (EGE)
- UNI CEI EN 16247-1:2012 - Diagnosi energetiche
- UNI CEI EN 16231:2012 - Metodologia di benchmarking dell'efficienza energetica

Il D.Lgs n.115 del 2008 riporta la seguente definizione di “servizio energetico”: *la prestazione materiale, l'utilità o il vantaggio derivante dalla combinazione di energia con tecnologie ovvero con operazioni che utilizzano efficacemente l'energia, che possono includere le attività di gestione, di manutenzione e di controllo necessarie alla prestazione del servizio, la cui fornitura è effettuata sulla base di un contratto e che in circostanze normali ha dimostrato di portare a miglioramenti dell'efficienza energetica e a risparmi energetici primari verificabili e misurabili o stimabili.* Il servizio di efficienza energetica deve comprendere l'identificazione, la selezione e l'implementazione di azioni nonchè l'effettiva verifica del miglioramento.

La carenza di risorse, dovuta alla crisi economica ed alla cattiva gestione del patrimonio, rende difficile immaginare interventi ed azioni di efficientamento sul patrimonio edilizio con risorse proprie, in modo più evidente nella pubblica amministrazione ma, spesso, anche nell'ambito privato. In tal senso si dimostrano interessanti i modelli rappresentati dai contratti di rendimento energetico (*EPC- Energy Performance Contract*) forniti solitamente dalle ESCO (*Energy Service Company*) con mezzi finanziari propri o di soggetti terzi (*FTT Finanziamento Tramite Terzi*). Gli EPC raramente riescono ad essere un prodotto conveniente per le ESCO che spesso devono necessariamente avvalersi di fondi pubblici al fine di accorciare il tempo di ritorno degli investimenti.

E' pertanto doveroso sottolineare come la gestione dei servizi energetici possa avere un senso qualora si presentino determinate condizioni di contesto e, soprattutto, laddove esista una effettiva e tangibile convenienza per tutti i soggetti coinvolti, pena il fallimento del modello.

Ad oggi è possibile affermare che esistono diverse barriere di carattere istituzionale, finanziario, tecnico e comunicativo che non consentono un adeguato sviluppo del mercato dell'efficienza energetica.

A tal proposito è possibile citare lo studio effettuato dal Politecnico di Milano nell'ambito del Progetto CombinES²⁵ e l'analisi effettuata dalla FIRE "Soluzioni regolatorie per le barriere non economiche alla diffusione dell'efficienza energetica in Italia nell'uso dell'elettricità"²⁶.

Di seguito si riportano le principali barriere rilevate dallo studio.

Barriere di carattere istituzionale

- Complessità delle procedure burocratiche per l'ottenimento di autorizzazioni per l'implementazione di tecnologie particolari
- Complessità delle procedure burocratiche per l'ottenimento di autorizzazioni per la partecipazione a bandi europei
- Instabilità legislativa
- Assenza di una forte lobby di settore
- Poca diffusione della certificazione ESCo secondo la UNI CEI 11352 e poca chiarezza nella distinzione tra i concetti di accreditamento e certificazione di una ESCO
- Scarsa autonomia finanziaria della Pubblica Amministrazione legata anche al Patto di Stabilità
- Visione e programmazione di breve periodo della Pubblica Amministrazione
- Procedure CONSIP troppo standardizzate e vincolanti

Barriere di carattere comunicativo

- Scarsa sensibilità di base al tema che porta ad una scarsa propensione dei decisori ad intraprendere azioni di efficientamento

²⁵ Progetto europeo Combines, <http://www.combines-ce.eu/>

²⁶ Soluzioni regolatorie per le barriere non economiche alla diffusione dell'efficienza energetica in Italia nell'uso dell'elettricità – FIRE, ENEL- 2011.

- Scarsa diffusione di informazioni chiare ed accessibili
- Scarsa competenza e professionalità degli operatori del settore che non sono in grado di promuovere le buone pratiche
- Mancanza di campagne informative volte a modificare quelle attitudini comportamentali che possono significativamente influire sul consumo energetico

Barriere di carattere finanziario

- Tempi di ritorno degli investimenti troppo lunghi, soprattutto per interventi sull'involucro edilizio
- Difficoltà di accesso agli incentivi (es. Certificati Bianchi)
- Difficoltà di accesso al prestito bancario
- Scarsa cultura alla "garanzia di risultato"
- Carenza di prodotti bancari mirati all'efficienza energetica che siano effettivamente convenienti e applicabili a scale differenti
- Tempi molto lunghi di pagamento, soprattutto da parte della Pubblica Amministrazione
- Scarsa attrattività economica dei progetti di efficienza energetica di piccola entità

Barriere di carattere tecnico

- Scarse competenze legali e tecniche da parte della Pubblica Amministrazione
- Mancanza di dati sui consumi effettivi di energia
- Complessità delle soluzioni tecnologiche e difficoltà dell'integrazione con l'esistente, che spesso intimorisce o è difficilmente compresa dagli attori coinvolti e dai decisori
- Separazione tra i concetti di fabbisogno e consumo effettivo

8.2 La razionalizzazione dei servizi energetici

La Pubblica Amministrazione è chiamata a svolgere un ruolo chiave nell'evoluzione dei servizi energetici anche in funzione della sua duplice valenza.

In primo luogo ha infatti funzione di Ente pianificatore chiamato a perseguire gli obiettivi previsti dalla Comunità Europea (*Pacchetto Clima 20-20-20*) e a fornire strumenti finanziari e giuridici necessari all'eliminazione delle barriere e delle imperfezioni del mercato, che oggi ostacolano un uso efficiente dell'energia.

In secondo luogo la Pubblica Amministrazione è essa stessa un utilizzatore finale di energia chiamato pertanto a fungere da esempio in un razionale uso dell'energia, proponendosi come "volano" per la diffusione dei servizi energetici e di altre misure di miglioramento dell'efficienza energetica.

La Direttiva Europea 2012/27/UE²⁷ all'articolo 5 raccomanda agli Stati membri di incoraggiare *“gli enti pubblici, anche a livello regionale e locale, e gli organismi di diritto pubblico competenti per l'edilizia sociale, a [...] c) ricorrere, se del caso, alle società di servizi energetici e ai contratti di rendimento energetico per finanziare le ristrutturazioni e attuare piani volti a mantenere o migliorare l'efficienza energetica a lungo termine”*.

In tale ottica, nell'ambito del Patto dei Sindaci, i Comuni si impegnano a definire un proprio Piano di Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) ovvero un documento programmatico per descrivere le azioni ed il percorso che le singole amministrazioni intendono perseguire fino al 2020 per ridurre le proprie emissioni di gas climalteranti.

I PAES rappresentano un'opportunità per il settore pubblico di svolgere un ruolo esemplare anche secondo le direttive UE sui Servizi Energetici, sull'Efficienza Energetica, sulle Prestazioni Energetiche in Edilizia, proprio nella definizione ed attuazione di misure ed interventi per l'efficientamento e il risparmio energetico nelle strutture edilizie pubbliche.

Il settore pubblico rappresenta solo il 7%²⁸ degli investimenti complessivi annuali per contratti di rendimento energetico, ma il potenziale di risparmio energetico in questo settore è decisamente elevato.

La Pubblica Amministrazione presenta notevoli criticità che hanno impedito il miglioramento e lo sviluppo della gestione dei servizi energetici, ma allo stesso tempo può essere protagonista di un'inversione di tendenza.

Il contributo che la Pubblica Amministrazione può fornire, nelle sue funzioni di pianificazione e di regolazione oltre che di stimolo e promozione, si esplica su diversi fronti:

- ➔ fissare standard e rendere disponibili linee guida per facilitare il compito dei diversi soggetti coinvolti contribuendo alla semplificazione normativa;
- ➔ promuovere campagne di informazione e formazione rivolte ai diversi portatori di interessi (ad esempio, momenti formativi dedicati agli specialisti di settore, attraverso cui individuare criteri di valutazione ed analisi nelle scelte degli opportuni strumenti finanziari, nelle scelte tecnologiche e nella redazione di contratti a garanzia di risultato);
- ➔ implementare Fondi di garanzia e rotativi dedicati all'efficienza energetica ed alle ESCo;
- ➔ favorire la diffusione delle norme relative alla certificazione delle ESCo (UNI CEI 11352) e degli esperti in gestione dell'energia EGE (UNI CEI 11339);
- ➔ creare una autonomia finanziaria legata all'efficienza energetica e svincolata dal Patto di Stabilità;
- ➔ promuovere la realizzazione di audit energetici standardizzati (UNI 11428);
- ➔ studiare incentivi adeguati per promuovere azioni di efficientamento energetico differenziando l'incentivo in funzione dell'efficacia dell'intervento, puntando anche su interventi fino ad ora non considerati come ad esempio sul raffrescamento estivo;

²⁷ La Direttiva 2012/27/UE è stata recentemente recepita tramite il D. Lgs. 102 del 4 luglio 2014.

²⁸ Dal REPORT 2013 e-ERG.

- subordinare l'accesso agli incentivi obbligando alla certificazione ISO 50001.

Al tempo stesso, la Pubblica Amministrazione, in qualità di utilizzatore finale, deve mettere in atto diverse misure:

- costituire massa critica, aggregando Comuni limitrofi di piccole dimensioni in modo da costituire un'entità che sia interessante dal punto di vista economico per le ESCo e per le società finanziarie;
- fare ricorso a strumenti come il Green Public Procurement (GPP), ponendo particolare attenzione all'efficienza energetica nelle procedure di acquisto di macchine, dispositivi ed impianti;
- effettuare l'audit energetico del proprio patrimonio immobiliare;
- nominare un Energy Manager;
- certificarsi ISO 50001.

L'edilizia privata diversamente porta ad affrontare il tema dei servizi energetici operando in via preliminare una distinzione tra edilizia residenziale monofamiliare (private dwelling), edilizia residenziale collettiva (condomini) e terziario.

Private dwelling

Questa tipologia rappresenta una parte consistente del patrimonio immobiliare privato ed è facile immaginare come non costituisca un target attraente per le ESCO ed i contratti di rendimento energetico. Per questa tipologia risultano più adeguate misure quali le detrazioni fiscali del 55% o il Conto Termico, ma non si può parlare in questo caso di Servizi Energetici integrati.

A questa tipologia di utilizzatore finale sarà importante dedicare una forte campagna di informazione relativamente a:

- opportuni strumenti finanziari finalizzati a sostenere interventi di efficientamento energetico dell'involucro edilizio e/o degli impianti estivi ed invernali;
- buone regole comportamentali finalizzate alla riduzione dei consumi energetici;
- obblighi normativi in vigore per quanto riguarda gli impianti e la loro manutenzione;
- obblighi in vigore per quanto riguarda la certificazione energetica.

Condomini

La realtà del condominio è certamente molto più appetibile per le ESCo rispetto alle singole unità immobiliari in quanto consente, anche se non sempre, interventi economicamente sostenibili.

In Lombardia, i condomini costituiscono circa il 54,6% degli edifici residenziali.

Ad oggi la maggior parte degli interventi effettuati sui condomini sono di piccola o media entità, generalmente legati alla sostituzione delle lampade, del generatore di calore o degli infissi. Questo significa che vi è un forte potenziale legato ad interventi di più grande entità ed in particolare relativi all'involucro edilizio.

Uno degli interventi più vantaggiosi è relativo all'installazione di valvole termostatiche e di un sistema di contabilizzazione di calore. Tali interventi, influenzando anche il comportamento degli occupanti, possono ottenere risparmi energetici fino al 20% a fronte di un investimento minimo. L'isolamento dell'involucro edilizio rappresenta un intervento che non viene spesso preso in considerazione in quanto presenta tempi di ritorno elevati, superiori ai 10 anni. Solitamente viene effettuato in occasione di interventi di forte ristrutturazione necessaria a causa dell'obsolescenza e/o fatiscenza della struttura. In questo caso l'extra-costi legato all'efficientamento energetico si ritiene ammissibile.

I condomini, a differenza dell'industria o del terziario, sono caratterizzati da una complessità elevata legata alla difficoltà decisionale dovuta dalla presenza di numerosi proprietari con esigenze ed interessi diversi tra loro.

A questa tipologia di utilizzatore finale ed in particolare agli amministratori di condominio sarà importante dedicare una forte campagna di informazione relativamente a:

- opportuni strumenti finanziari finalizzati a sostenere interventi di efficientamento energetico dell'involucro edilizio e/o degli impianti estivi ed invernali;
- buone regole comportamentali finalizzate alla riduzione dei consumi energetici;
- obblighi normativi in vigore per quanto riguarda gli impianti e la loro manutenzione;
- obblighi in vigore per quanto riguarda la certificazione energetica;
- caratteristiche dei contratti servizio calore e dei contratti a garanzia di risultato.

Il Progetto LIFE+ Factor20²⁹, nell'ambito delle sperimentazioni su scala locale, ha supportato la promozione della riqualificazione energetica in edifici condominiali in Lombardia, attraverso il coinvolgimento delle ESCo e l'utilizzo di contratti di rendimento energetico. E' stato in particolare sviluppato un contratto tipo, testato su un condominio di Lodi, per consentire la replicabilità dell'iniziativa. La sperimentazione ha consentito di ottenere una serie di strumenti operativi utili ai cittadini e agli Amministratori condominiali per valutare, programmare e realizzare interventi di riqualificazione energetica dell'involucro e degli impianti condominiali, ricorrendo agli

²⁹ Maggiori informazioni disponibili sul sito web www.factor20.it

strumenti del contratto di prestazione energetica e del finanziamento tramite terzi, superando una serie di problematicità (rischi tecnici e finanziari, accesso al credito, ...).

Terziario

Il settore terziario è caratterizzato da una forte variabilità con diversi bisogni e peculiarità. Le strutture particolarmente energivore quali i centri commerciali, gli alberghi, i grandi uffici, i cinema rappresentano un target interessante per l'implementazione di contratti di rendimento energetico. Viceversa, piccoli bar, uffici o negozi non sono economicamente attraenti per interventi di efficienza energetica ed in particolare per contratti di rendimento energetico.

I capitoli di gestione e la sinergia pubblico/privato

Un contratto di gestione può comprendere diversi servizi tra cui: l'audit energetico, la progettazione, il finanziamento, la realizzazione di interventi di efficientamento energetico, la conduzione degli immobili e/o degli impianti, la loro manutenzione ordinaria e/o straordinaria, la fornitura di energia. A tal proposito è possibile citare lo studio effettuato dall'ENEA e dalla FIRE *Guida ai Contratti Prestazione Energetica negli Edifici Pubblici*³⁰. Nel panorama dei contratti di gestione è possibile distinguere tra due differenti categorie di contratto: i contratti di fornitura di energia (*ESC Energy Supply Contracting*) ed i contratti di prestazione energetica (*EPC Energy Performance Contracting*).

I Contratti di Fornitura di Energia riguardano principalmente la conduzione e la manutenzione di un impianto di generazione di energia. Dal punto di vista prestazionale il contratto riguarda la riqualificazione degli impianti e la loro gestione, l'approvvigionamento di combustibile e la vendita finale di energia utile. Solitamente questi contratti agiscono sul medio - lungo termine.

Contratto a Grado Giorno

Con questo contratto si tiene conto nella valutazione del costo del riscaldamento degli effettivi gradi giorno verificatisi nella stagione di riscaldamento. In questo caso la manutenzione ordinaria degli impianti e gli obblighi di sicurezza sono a carico di chi fornisce il servizio. Le spese di manutenzione straordinaria e l'adeguamento normativo sono a carico del cliente.

Contratto Calore

Questa tipologia di contratto si è diffusa grazie alla spinta della Legge 10 del 1991. Il cliente paga esclusivamente il calore erogato, misurato con un contabilizzatore a valle del generatore. E' pertanto interesse del fornitore del servizio mantenere la massima efficienza dell'impianto di

³⁰ Guida ai Contratti di Prestazione Energetica negli Edifici Pubblici - Ricerca di Sistema Elettrico - S. Zabet e D. Di Santo. ENEA - Ministero dello Sviluppo Economico, 2013.

generazione in modo da ridurre il più possibile il consumo di combustibile. Sicuramente un limite di questo contratto è che a valle del conta-calorie non viene monitorata l'efficienza dei sottosistemi. In questo caso la manutenzione ordinaria degli impianti e gli obblighi di sicurezza sono a carico di chi fornisce il servizio. Le spese di manutenzione straordinaria e l'adeguamento normativo sono a carico del cliente.

Contratto Servizio Energia

Questo tipo di contratto è definito nel D.Lgs. n.115/2008, a differenza del suo predecessore, il Contratto Servizio Calore, esso prevede la presenza dell'Attestato di Certificazione energetica con indicazione degli interventi migliorativi, ma non indica chi tra il cliente e il fornitore debba accollarsi la spesa. Il Servizio Energia prevede che un soggetto terzo si assuma le responsabilità per quanto riguarda l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici del committente, includendo in particolare: l'acquisto e la gestione dei combustibili, le manutenzioni ordinarie e straordinarie, la misurazione e contabilizzazione del calore con apparecchi certificati e di affidabilità garantita, il controllo dell'impianto nel rispetto delle norme in materia di sicurezza, di contenimento dei consumi energetici e di salvaguardia ambientale e più in generale la gestione di tutti gli aspetti amministrativi e normativi legati alla fornitura del servizio.

Contratto Servizio Energia Plus

Definito dal D.Lgs. n. 115/2008, è un contratto servizio energia che si configura come fattispecie di un contratto di rendimento energetico. Rispetto al Contratto Servizio Energia prevede in più la "riduzione dell'indice di energia primaria per la climatizzazione invernale di almeno il 10% rispetto al corrispondente indice riportato sull'attestato di certificazione energetica".

EPC

I Contratti di Prestazione Energetica (Energy Performance Contracting) anche chiamati contratti di rendimento energetico, sono definiti dal D.Lgs 115/2008 secondo la seguente definizione: accordo contrattuale tra il beneficiario e il fornitore riguardante una misura di miglioramento dell'efficienza energetica, in cui i pagamenti a fronte degli investimenti in siffatta misura sono effettuati in funzione del livello di miglioramento dell'efficienza energetica stabilito contrattualmente.

L'EPC appare la forma contrattuale migliore per stimolare gli interventi di efficientamento energetico in edilizia portando a conseguire parallelamente un duplice risultato: migliori performance energetiche e sostenibilità economica dell'intervento. Il risultato migliore potrà essere conseguito nel momento in cui entrano in gioco le società di servizi energetici (ESCo), vale a dire persone fisiche o giuridiche che fornisce servizi energetici ovvero altre misure di miglioramento dell'efficienza energetica nelle installazioni o nei locali dell'utente e, ciò facendo,

accetta un certo margine di rischio finanziario. Il pagamento dei servizi forniti si basa, totalmente o parzialmente, sul miglioramento dell'efficienza energetica conseguito e sul raggiungimento degli altri criteri di rendimento stabiliti. Le ESCo si possono avvalere del Finanziamento tramite terzi, accordo contrattuale che comprende una terza parte, accanto al fornitore di energia e al beneficiario della misura di miglioramento dell'efficienza energetica, che fornisce i capitali per tale misura e addebita al beneficiario un canone pari a una parte del risparmio energetico conseguito avvalendosi della misura stessa.

9 Accrescere la consapevolezza nelle abitudini di consumo energetico: metodi, sistemi, procedure, Energy management

La consapevolezza dei consumi di energia da parte dell'utente finale è sicuramente fondamentale per mettere in atto una serie di misure di efficientamento energetico a costo zero. *“Dei flussi di energia che attraversano la nostra vita e soprattutto la nostra casa, sappiamo poco o nulla. Chiedo spesso alle conferenze se qualcuno mi sa dire quanti kWh di elettricità consuma ogni anno, quanti metri cubi di gas, quanti litri d'acqua. Silenzio. I contatori delle cose più importanti che presiedono al nostro comfort, sono in genere nascosti in luoghi scomodi, bui e polverosi. Le unità di misura sono simboli sconosciuti, la fisica e la tecnologia che ci stanno dietro ancora di più. Resta solo la bolletta in euro, in genere bimestrale o annuale, la si paga lamentandosi che tutto aumenta, e finisce lì. Nessuna connessione tra il denaro e i propri comportamenti (è sempre colpa del governo ...), anche perché il tempo trascorso dall'utilizzo al pagamento ha cancellato la memoria”³¹.*

E' dunque fondamentale riuscire a informare in modo corretto l'utente dei suoi consumi: solo la loro esplicitazione può consentire il raggiungimento di risparmi energetici significativi.

In questa direzione si muovono i sistemi di *smart metering* (contatori intelligenti) che devono essere utilizzati in modo da ottenere benefici sia per l'utente finale che per i diversi portatori di interesse (Regione, Enti Locali, distributori, utilities).

³¹ Dal libro “Prepariamoci” di Luca Mercalli – Ed. Chiarelettere 2011

9.1 Interventi per il settore privato

9.1.1 Termoregolazione e contabilizzazione del calore

Avere la possibilità di scaldare le nostre abitazioni in funzione delle nostre abitudini e pagare solo quello che abbiamo effettivamente consumato è un diritto non solo di chi possiede un impianto di riscaldamento autonomo ma anche di chi abita in un condominio dotato di riscaldamento centralizzato. Questa opportunità è fornita dai sistemi di termoregolazione e di contabilizzazione. Con l'obiettivo quindi di favorire il contenimento dei consumi energetici, attraverso la suddivisione delle spese per la climatizzazione invernale in base ai consumi effettivi, Regione Lombardia ha disposto, per tutti i nuovi impianti termici installati, l'obbligo di prevedere sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore (L.R. 24/06). Tale obbligo è altresì previsto in caso di sostituzione dei generatori di calore, anche laddove la sostituzione non coinvolga tutti i generatori che costituiscono l'impianto. Con l'approvazione della DGR 2601/2011, è stato poi definito un percorso temporale progressivo con l'obiettivo di arrivare a dotare tutti gli impianti di riscaldamento centralizzati presenti sul territorio di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione.

La Giunta regionale ha inoltre approvato ulteriori disposizioni normative (DGR 3522/2012 e DGR 3855/2012) che hanno modificato ed integrato tempistiche e modalità di adozione dei nuovi sistemi di termoregolazione, prevedendo nel dettaglio:

- l'obbligo di dotazione dei sistemi di termoregolazione e contabilizzazione per alcuni casi specifici potrà essere posticipato rispetto alle scadenze previste;
- agli enti locali potrà essere demandata la competenza di definire le caratteristiche di potenza e vetustà degli impianti termici sulla base delle quali applicare le scadenze previste per l'installazione di tali sistemi;
- per l'edilizia residenziale pubblica vengono fornite maggiori specifiche per il rispetto delle disposizioni previste dalla DGR 2601/2011.

DATA INIZIO OBBLIGO	NUMERO IMPIANTI COINVOLTI	
	SCENARIO SECONDO DGR 2601/11	SCENARIO SECONDO DGR 3855/12
1/8/2012	16.485	4.511 ³²
1/8/2013	37.833	49.806
1/8/2014	127.514	127.514
TOTALE IMPIANTI COINVOLTI: 181.831		

Tab. 65 - Numero di impianti termici da dotare di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore in Lombardia (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Unico Regionale Impianti Termici).

È possibile ipotizzare che il 10% degli impianti qui individuati non debbano procedere all'intervento per i seguenti motivi:

- ➔ sono già dotati di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione;
- ➔ sono impossibilitati all'installazione per motivazioni di tipo tecnico.

Il numero quindi degli impianti realmente coinvolti scende a poco meno di 165.000 unità. Nella Tab. 66 viene mostrato l'impatto dell'applicazione della norma sul territorio regionale.

PROVINCE	SCADENZA 1/8/2012	SCADENZA 1/8/2013	SCADENZA 1/8/2014	TOTALE INTERVENTI PREVISTI
Bergamo	390	5.137	14.598	20.125
Brescia	487	3.950	14.618	19.055
Como	188	2.415	8.730	11.333
Cremona	75	1.398	4.531	6.004
Lecco	156	2.063	8.180	10.399
Lodi	24	661	2.036	2.721
Mantova	361	2.462	6.950	9.773
Milano	2.168	19.159	31.457	52.784
Monza e Brianza	134	3.972	9.113	13.219
Pavia	157	3.358	8.279	11.794
Sondrio	174	793	5.631	6.598
Varese	197	4.438	13.391	18.026
	4.511	49.806	127.514	181.831

Tab.66 - Impatto dell'applicazione della norma sul territorio regionale (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Unico Regionale Impianti Termici).

In Tab. 67 è illustrato l'impatto relativo degli interventi previsti rispetto al totale del parco impiantistico termico presente in Lombardia. Complessivamente si stima un coinvolgimento pari

³² Fonte dati: CURIT

a poco più del 5% del totale degli impianti termici presenti. Questo risultato può essere considerato particolarmente importante.

PROVINCE	TOTALE INTERVENTI PREVISTI	TOTALE IMPIANTI ATTIVI	PERCENTUALE INCIDENZA
Bergamo	20.125	424.113	4,7%
Brescia	19.055	497.746	3,8%
Como	11.333	236.968	4,8%
Cremona	6.004	159.394	3,8%
Lecco	10.399	157.756	6,6%
Lodi	2.721	121.648	2,2%
Mantova	9.773	203.041	4,8%
Milano	52.784	701.262	7,5%
Monza e Brianza	13.219	279.968	4,7%
Pavia	11.794	187.406	6,3%
Sondrio	6.598	70.691	9,3%
Varese	18.026	456.827	3,9%
LOMBARDIA	181.831	3.496.820	5,2%

Tab. 67 - Impatto dell'applicazione della norma sul territorio regionale – incidenza degli interventi previsti sul totale di impianti attivi (Regione Lombardia, Divisione Energia Infrastrutture Lombarde – Catasto Unico Regionale Impianti Termici).

RIQUADRO I - TERMOREGOLAZIONE E CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE

Il sistema di termoregolazione del calore consiste nell'installazione su ogni calorifero dell'abitazione di una valvola termostatica che consente di regolare la temperatura del locale in base al grado di comfort impostato su una apposita manopola graduata, agendo sulla portata dell'acqua calda all'interno del radiatore. La valvola si chiude a mano a mano che la temperatura ambiente, misurata da un sensore, si avvicina al comfort desiderato.

Insieme alla valvola viene installato anche un ripartitore, che registra i dati di consumo e li invia a una centralina installata nelle parti comuni, consentendo la contabilizzazione individuale delle spese di riscaldamento. Il funzionamento dei ripartitori di calore elettronici si basa sulla differenza di calore tra il radiatore e l'ambiente circostante.

Il ripartitore misura in "scatti" (numeri) la cessione di calore al locale mediante due sensori elettronici posti all'interno dello stesso; questi numeri dovranno poi essere moltiplicati per un coefficiente determinato in funzione delle caratteristiche tecniche (marca, modello, dimensione) di ogni radiatore, secondo tabelle fornite dal costruttore nel rispetto delle norme UNI di riferimento.

I dati memorizzati nei ripartitori di tutto il condominio vengono poi trasmessi a un'unica centralina installata nelle parti comuni, generalmente nel vano scale, tramite rete wi-fi. Pertanto non è necessario un intervento edile per l'installazione.

Il sistema consente di ripartire le spese di riscaldamento in base all'effettivo consumo di ciascun utente. L'assemblea condominiale stabilirà la quota fissa che copre le spese di gestione dell'impianto, che può variare tra il 20% e il 50%, e verrà ripartita in base alle tabelle

millesimali. Per la percentuale residua ogni Condomino pagherà proporzionalmente a quanto avrà consumato.

Esempi di applicazione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione

Viene qui di seguito esposta l'analisi di 3 diversi casi di applicazione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione in Lombardia.

Unità abitativa (U.A.) di riferimento

Numero corpi scaldanti: 5

Numero locali: 3 locali (più servizi)

Superficie: 75 m²

Porzione del consumo combustibile per riscaldamento/anno (metano): 1.200 smc³³

Unità abitativa inserita in un contesto di un condominio di 20 unità

Oltre alle normali richieste di finanziamento, ricordiamo la possibilità di intervento attraverso la stipula di un "Contratto di Servizio Energia" o di "Finanziamento Tramite Terzi". In tali casi il costo dell'intervento è a carico del gestore dell'impianto che si ripaga attraverso il risparmio ottenuto, senza aggravii di costi o anticipi di spesa per l'utente.

Caso 1 – Intervento di media invasività

Costo a corpo scaldante (valvola; testa termostatica; ripartitore wireless): Euro 110,00 + iva

Intervento in CT (lavaggio; pompe inverter; defangatore; trattamento acque): Euro 10.000,00 + iva

Progettazione per UA: Euro 70,00 + iva

Costo medio per UA: Euro 1.120,00 + iva

Spesa media per riscaldamento/anno: Euro 1.100,00 Risparmio medio atteso post installazione: 15%

Tempo di ammortamento investimento: 7 anni

Incentivi fiscali (non inclusi nelle stime sopra indicate): detrazione fiscale del 36%

Caso 2 – Intervento di minima invasività

Costo a corpo scaldante (valvola; testa termostatica; ripartitore wireless): Euro 110,00 + iva

Progettazione per UA: Euro 70,00 + iva

Costo medio per UA: Euro 620,00 + iva

Spesa media per riscaldamento/anno: Euro 1.100,00 Risparmio medio atteso post installazione: 10%

Tempo di ammortamento investimento: 5 anni

Incentivi fiscali (non inclusi nelle stime sopra indicate): detrazione fiscale del 36%

N.B.: Un intervento di questo tipo è sconsigliato nonostante abbia costi contenuti, in quanto il mancato adeguamento della centrale comporterebbe interventi più onerosi in una seconda

³³ Fonte dati: YellowBook – FederUtility

fase a causa della rumorosità dell'impianto di distribuzione, della mancata equilibratura dello stesso e delle impurità presenti nel fluido termovettore.

Caso 3 – Intervento di forte invasività

Costo a corpo scaldante (valvola; testa termostatica; ripartitore wireless): Euro 110,00 + iva

Intervento in CT (lavaggio; pompe inverter; defangatore; trattamento acque): Euro 10.000,00 + iva

Progettazione per UA: Euro 70,00 + iva

Sostituzione generatore: Euro 25.000,00 + iva

Costo medio per UA: Euro 2.370,00 + iva

Spesa media per riscaldamento/anno: Euro 1.100,00

Risparmio medio atteso post installazione: 25%

Tempo di ammortamento investimento: 8 anni

Incentivi fiscali (non inclusi nelle stime sopra indicate)

Se l'intervento è abbinato alla sostituzione del generatore di calore con uno a condensazione la detrazione fiscale arriva al 65% fino al 30/06/2014

In ogni caso è accessibile la detrazione fiscale del 36%

L'impatto sulle unità abitative

Il numero di unità abitative in Lombardia è stimato in 4.600.000³⁴ mentre il numero di unità abitative coinvolte negli interventi di termoregolazione e contabilizzazione del calore è stimato in 1.944.000 (ca. 40% del totale). Sottraendo gli impianti che avevano la scadenza al 01/08/2012 il numero delle unità abitative coinvolte attualmente si riduce a circa 1.800.000.

Valutazione impatto energetico – economico e ambientale

Prendendo in considerazione un consumo medio di combustibile per unità abitativa: 1.200 smc (per semplificare la valutazione è stato assunto come combustibile per tutti gli impianti il gas metano che alimenta quasi il 95% degli impianti, mentre il gasolio circa il 2%)³⁵ si ottiene il risultato dettagliato nel prospetto di seguito riportato.

Ipotesi e risultati		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Totale
Costo medio previsto per Unità Abitativa	Euro	1.120,00	620,00	2.370,00	
Unità Abitative previste	n.	1.350.000	180.000	270.000	1.800.000
Costo complessivo	MEuro	1.512,00	111,60	639,90	2.263,50
Spesa per riscaldamento media prevista per Unità Abitativa	Euro/anno	1.100,00	1.100,00	1.100,00	
Risparmio atteso	%	15%	10%	25%	
Risparmio atteso	Euro/anno	165,00	110,00	275,00	
Risparmio complessivo	MEuro/anno	222,75	19,80	74,25	316,80

³⁴ Fonte dati: CRESME – Centro Ricerche Economiche Sociali di Mercato per l'Edilizia e il Territorio

³⁵ Fonte dati: CURIT

Risparmio energetico	<i>Msm³/anno</i>	243,00	21,60	81,00	345,60
-----------------------------	-----------------------------	--------	-------	-------	---------------

Riduzione complessiva di consumo di combustibile l'anno ammonta a circa 345,6 milioni di sm³ pari a 280 ktep e 650 kton di CO₂eq.

L'impatto sugli attuali consumi energetici non elettrici del settore residenziale è pari al -3,7%.

9.1.2 I contatori intelligenti: la situazione attuale

Energia elettrica

A partire dal 2001 i contatori elettromeccanici, che misuravano la sola energia erogata e dovevano essere letti in loco, sono stati progressivamente sostituiti da contatori elettronici. Ad oggi gli oltre 36 milioni di utenze elettriche sono stati dotati di contatori intelligenti che forniscono le seguenti informazioni:

- ➔ la fascia oraria in atto: F1, F2 o F3;
- ➔ la potenza istantanea assorbita (il valore è aggiornato ogni 2 minuti);
- ➔ l'energia attiva per ogni fascia oraria per un periodo definito;
- ➔ il massimo prelievo registrato per ogni fascia oraria nel periodo definito;
- ➔ l'energia attiva immessa in rete per ogni fascia oraria per un periodo definito nel caso di contatori bidirezionali.

Gas naturale

La Delibera AEEG 155/08 prevede inoltre l'installazione di contatori elettronici per le utenze residenziali a partire dal 2012, con un piano incrementale che impone la copertura di almeno l'80% del parco installato entro il 2016. Ad oggi non sono conosciute esperienze di successo.

9.1.3 Smart metering

In l'Italia, nonostante i contatori elettronici siano già presenti presso un elevato numero di utenze, i reali benefici per i cittadini non sono ancora sfruttati appieno. E' necessario mettere in campo strategie specifiche in modo tale che questa misura fornisca un contributo significativo alle politiche di risparmio energetico negli usi finali.

Il cittadino, mediamente, non conosce le potenzialità offerte dal proprio contatore. Occorre quindi pensare di attivare sistemi differenti di comunicazione come SMS, accessi on line ai dati rilevati dal contatore, applicativi per tablet o smart phone. L'informazione deve essere presentata in modo semplice e intuitivo.

Considerando l'esperienza dei paesi anglosassoni, le informazioni a cui può accedere l'utente (attraverso SMS, app, siti web) sono numerose. A titolo di esempio:

- ➔ Indicazioni del consumo elettrico a livello annuale, mensile, settimanale, giornaliero, orario;
- ➔ Indicazioni dei costi sostenuti a livello annuale, mensile, settimanale, giornaliero, orario;
- ➔ Confronto con i medesimi dati del periodo di riferimento precedente;
- ➔ Confronto con la media dei consumi di edifici con le stesse caratteristiche d'uso e, tra questi, con quelli dalle prestazioni migliori;
- ➔ Possibilità di definire un target di risparmio, creando piani di risparmio e monitorando i risultati;
- ➔ Possibilità di conoscere l'energia consumata dal singolo apparecchio;
- ➔ Calcolo della bolletta, ipotizzando diversi fornitori di energia presenti sul mercato e simulando eventuali aggiustamenti nell'uso di alcuni elettrodomestici (ad esempio la lavatrice)

Per valutare i possibili risultati in termini di soddisfazione del cliente rispetto all'uso di sistemi di smart metering e potenziali riduzioni di consumi si riportano i risultati di monitoraggi relativo ad un'esperienza già implementata.

Riquadro I - Campagna sperimentale - Center Point Energy di Houston

Una utility statunitense, Center Point Energy di Houston, ha condotto una campagna sperimentale su 300 clienti, 100 dipendenti e 100 portatori di interesse, installando presso le loro abitazioni sistemi di contatori smart con "in home display"³⁶. La sperimentazione è durata due mesi.

Al termine di questo periodo, i soggetti sono stati intervistati e sono emersi interessanti risultati:

- *la stragrande maggioranza degli utenti controllava una volta al giorno (23%) o più di una volta al giorno i dati riportati sul display (59%); mentre solo il 16% ha acquisito informazioni una o due volte in una settimana;*
- *l'87% del campione ha implementato azioni per ridurre il consumo di energia elettrica (70%) o ha pianificato di farlo in tempi brevi (17%);*
- *il 91% dei soggetti coinvolti si dichiara soddisfatto pienamente dell'esperienza e disponibile a continuare in quella direzione.*

³⁶ Fonte: <http://www.metering.com/wp-content/uploads/i/Press.pdf>

9.2 I potenziali benefici per la Pubblica Amministrazione³⁷

La Pubblica Amministrazione rappresenta una quota importante dei consumi energetici nazionali: 20-30 TWh elettrici (circa l'8% del totale nazionale) e 60-70 TWh termici (circa il 10% del totale nazionale), con uno stock complessivo di immobili nell'ordine delle 530.000 unità (di cui in particolare circa 52.000 riferite a scuole e 38.000 ad uffici), per una bolletta che è pari a circa 6 miliardi di euro l'anno.

Le soluzioni e le tecnologie per l'efficienza energetica considerate all'interno dell'Energy Efficiency Report 2013 (chiusure vetrate, superfici opache, sistemi di illuminazione, caldaie a condensazione, pompe di calore, solare termico e cogenerazione) hanno un potenziale di mercato "teorico" nella Pubblica Amministrazione in Italia pari a circa 1 mld Euro all'anno da qui al 2020, la maggior parte del quale riferito alla cogenerazione, alle superfici opache ed all'illuminazione pubblica. Il potenziale di risparmio energetico associato alla realizzazione di questi investimenti è stimabile nell'ordine di 0,8 TWh elettrici e 1,5 TWh termici.

Viceversa, se si tiene conto della sostenibilità economica delle diverse tecnologie e dei piani di intervento elaborati dai principali Comuni italiani aderenti al Patto dei Sindaci, è possibile stimare un potenziale di mercato "atteso" di quasi 400 milioni di Euro all'anno da qui al 2020, pari a circa il 5% del potenziale globale dell'efficienza energetica in Italia.

Tuttavia, l'implementazione degli interventi di efficientamento energetico in ambito pubblico è subordinata al superamento di tre ordini di barriere:

- ➔ conoscitiva, legata alla ridotta consapevolezza da parte della Pubblica Amministrazione dell'importanza della gestione e della razionalizzazione dei consumi energetici;
- ➔ finanziaria, legata all'incapacità di reperire risorse finanziarie per la realizzazione degli interventi di efficienza energetica;
- ➔ realizzativa, legata alla difficoltà di coinvolgimento, da parte della Pubblica Amministrazione, dei soggetti necessari per la realizzazione degli interventi di efficienza energetica, vale a dire i fornitori di servizi e soluzioni per l'efficienza energetica (in primis le ESCo) e i soggetti finanziatori.

Per superare la barriera *conoscitiva*, è necessario creare all'interno della Pubblica Amministrazione la consapevolezza dell'importanza della razionalizzazione dei consumi energetici e la conseguente necessità di interventi di efficientamento, in primo luogo procedendo alla nomina di un *responsabile dell'energia*, che consenta di instaurare all'interno della Pubblica Amministrazione una logica di gestione e razionalizzazione dei consumi energetici e facilitare la relazione con i fornitore di servizi e soluzioni di efficienza energetica, attenuando così le asimmetrie informative di carattere tecnico-economiche. Vale la pena sottolineare che a livello nazionale la Legge 10/91 ha istituito da oltre un ventennio la figura dell'"Energy Manager" (detto anche "Responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia"), la cui nomina

³⁷ Fonte: "Energy Efficiency Report 2013"

risulta obbligatoria per le Pubbliche Amministrazioni caratterizzate da consumi energetici superiori ai 1.000 TEP. tuttavia tale norma risulta ampiamente “inapplicata” se si considera che oltre l’80% delle circa 1.000 Pubbliche Amministrazioni che dovrebbero adempiere a tale obbligo, ad oggi non hanno ancora provveduto alla nomina dell’Energy Manager.

Riguardo alla barriera *finanziaria* la criticità maggiore è rappresentata dal Patto di Stabilità, che rende impossibile per la Pubblica Amministrazione sfruttare le risorse finanziarie disponibili internamente, stimabili, secondo l’ANCI, in circa 13 miliardi di Euro. Ad oggi, per superare tale barriera, è necessario accollare il finanziamento dell’intervento ai fornitori di soluzioni e tecnologie per l’efficienza energetica o utilizzare fondi pubblici rivolti all’efficienza energetica, non sempre di facile accesso.

Riguardo infine la barriera realizzativa, che rende necessaria la definizione del perimetro e delle finalità riguardanti gli interventi di efficienza energetica, le strategie utilizzabili dalla Pubblica Amministrazione prevedono la stipula di contratti “*performance-based*”, intesi nella duplice accezione di:

- ➔ contratti EPC “puri”, focalizzati esclusivamente sull’efficienza energetica, che consentono alla Pubblica Amministrazione di condividere i rischi associati all’intervento con il soggetto che lo realizza (definendo durate contrattuali che permettano il ritorno degli investimenti effettuati) e di condividere con esso il risparmio energetico conseguito dall’intervento, legandogli la relativa remunerazione;
- ➔ contratti di gestione energetica “complessiva”, che comprendono la fornitura dell’energia e la realizzazione di interventi di efficienza energetica, al fine di remunerare il soggetto appaltante sia attraverso la fornitura della *commodity* sia con i risparmi conseguiti a seguito degli interventi di efficienza energetica.

I principali obblighi in tema di efficienza energetica che ad oggi interessano la Pubblica Amministrazione sono:

- ➔ nomina dell’Energy Manager, per i soggetti con consumi annui maggiori di 1.000 TEP (Legge n. 10/91 e s.m.i.). Nonostante l’obbligo, solo il 15% delle circa 1.000 Pubbliche Amministrazioni interessate hanno provveduto ad oggi a tale nomina (Fonte: FIRE);
- ➔ realizzazione di nuovi edifici (occupati e di proprietà) “ad energia quasi zero”, a partire dal 31 dicembre 2018 (Legge n. 90/2013, conversione del D.L. n.63/2013). In Lombardia, con la L.R. n.7/2012, l’applicazione dei limiti di fabbisogno energetico previsto dall’articolo 9 della Direttiva 2010/31/UE è stata anticipata 31 dicembre 2015;
- ➔ ottenimento dell’Attestato di Prestazione Energetica per gli edifici in cui una metratura utile totale di oltre 500 m² (250 m² a partire dal 9 luglio 2015) è abitualmente frequentata dal pubblico (Legge n. 90/2013, conversione del D.L. n.63/2013). In Lombardia la DGR VIII/5018 e s.m.i. prevedeva già l’obbligo di dotazione di Attestato di prestazione energetica entro il 1

luglio 2011 per gli edifici di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico con superficie utile superiore a 1.000 m².

Il principale sistema di incentivazione che interessa l'efficienza energetica nella Pubblica Amministrazione riguarda gli interventi per l'incremento dell'efficienza energetica e per la produzione di energia termica da fonti rinnovabili (D.M. 28/12/2012 – c.d. Conto Energia Termico, meccanismo creato ad hoc per la Pubblica Amministrazione, sebbene esteso anche ad altri soggetti) che prevede specifiche modalità di accesso al meccanismo. A questo si aggiungono i meccanismi dei Titoli di Efficienza Energetica e delle detrazioni fiscali.

9.3 I sistemi di Building Automation e Gestione dell'Energia

Per Sistemi di *Building Automation System* (BA) si intendono dispositivi la cui adozione consente di massimizzare l'efficienza energetica degli impianti di un edificio, sulla base del livello di utilizzo dell'edificio stesso e delle condizioni ambientali esterne.

Per Sistemi di Gestione dell'Energia (SGE) si intendono dispositivi la cui adozione, all'interno dei processi industriali, consente di massimizzare l'efficienza energetica dei processi stessi sulla base del livello e delle modalità di utilizzo degli impianti presenti all'interno dei diversi processi.

Il sistema comprende:

- ➔ una serie di apparecchiature per la misura dei consumi energetici;
- ➔ alcune unità centralizzate di raccolta ed elaborazione dati, che permettono di individuare possibili anomalie ed, eventualmente, inviare dei comandi per ovviare a tali anomalie.

Attualmente in Italia i Sistemi di Gestione dell'Energia registrano una bassa diffusione. Grazie all'integrazione di tecnologie wi-fi i *Building Automation System* vantano circa 150.000-250.000 applicazioni.

Le prestazioni energetiche dei *Sistemi di Building Automation* e di Gestione dell'Energia sono valutate in termini di tasso di risparmio energetico conseguibile.

		RISPARMIO ATTESO		
		RESIDENZIALE	NON RESIDENZIALE	INDUSTRIA
TECNOLOGIA	BUILDING AUTOMATION	10-20%	5-20%	-
	SISTEMI DI GESTIONE DELL'ENERGIA	-	-%	3-10%

Tab. 68 - Tasso di risparmio atteso dall'utilizzo di sistemi di BA e SGE (Energy Efficiency Report 2013, Energy Strategy Group Politecnico di Milano).

Di seguito si riportano i prezzi (espressi in Euro) dei *Sistemi di Building Automation* e di Gestione dell'Energia, con riferimento alle diverse applicazioni. Si deve tenere presente che nei Sistemi di Gestione dell'Energia, in particolare, gli interventi non sono esclusivamente tecnologici, ma

spesso sono legati alla razionalizzazione gestionale del sistema di produzione e inoltre la varietà di soluzioni è altamente sito-specifica.

		AMBITO DI APPLICAZIONE		
		RESIDENZIALE	NON RESIDENZIALE	INDUSTRIA
TECNOLOGIA	BUILDING AUTOMATION	2.000-7.000	20.000-150.000 (*)	-
	SISTEMI DI GESTIONE DELL'ENERGIA	-	-	20.000-200.000 (*)

Tab. 69 - Costi per l'applicazione di sistemi di BA e SGE (Energy Efficiency Report 2013, Energy Strategy Group Politecnico di Milano).

NOTA () L'ampio range associato agli ambiti di applicazione "non residenziale" ed "industria" dipende dall'eterogeneità che caratterizza questi ambiti (in termini di dimensioni e attività svolte).*

9.4 Il sistema informativo di Energy Management di Regione Lombardia

La normativa nazionale di riferimento (L. 10/91) prevede che entro il 30 aprile di ogni anno l'Energy Manager, nominato dalla singola organizzazione privata o pubblica soggetta a tale obbligo, comunichi alla FIRE (Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia), in un formato prestabilito, i consumi di energia dell'organizzazione.

Divisione Energia Infrastrutture Lombarde S.p.A. ha sviluppato in accordo con la Direzione Centrale Organizzazione, Personale e Sistema Informativo di Regione Lombardia un servizio informativo (Riquadro VII), accessibile tramite web, che consente di dematerializzare le informazioni inerenti i consumi energetici (termici, elettrici e legati al parco veicolare) delle diverse sedi territoriali della Regione, permettendo la facile estrapolazione dei dati necessari per la comunicazione annuale alla FIRE e consentendo al contempo all'Energy Manager nominato di analizzare criticamente i dati raccolti al fine di individuare politiche di efficientamento energetico degli edifici amministrati.

Al fine di consentire a Regione di adempiere in modo autonomo all'acquisizione dei dati energetici delle diverse sedi sparse sul territorio, a partire dal 2014 è stato messo in esercizio il sistema sviluppato; l'applicativo web verrà reso disponibile anche ai tecnici ARPA che ne hanno fatto richiesta di recente.

Il servizio offerto da Divisione Energia Infrastrutture Lombarde S.p.A., tramite lo strumento informatico realizzato per Regione Lombardia, consente un'ampia scalabilità ed adattabilità a diverse realtà, siano esse pubbliche o private: può quindi facilmente essere reso disponibile anche ad altri portatori di interesse (altri Enti, imprese, ecc.) caratterizzati da consumi superiori ai 10.000 tep/anno, realtà del settore civile, terziario e pubblica amministrazione con una soglia di consumo di 1.000 tep/anno consentendo loro di acquisire facilmente il documento per la comunicazione annuale dei consumi energetici da effettuare alla FIRE o di analizzare i dati dei propri consumi energetici al fine di perseguire un sempre maggior risparmio energetico.

Riquadro II - Regione Lombardia e l'Energy Management

Regione Lombardia, fin dal 2008, attraverso il suo Energy Manager comunica annualmente alla FIRE (Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia) i consumi di energia relativi al proprio patrimonio immobiliare e parco veicolare.

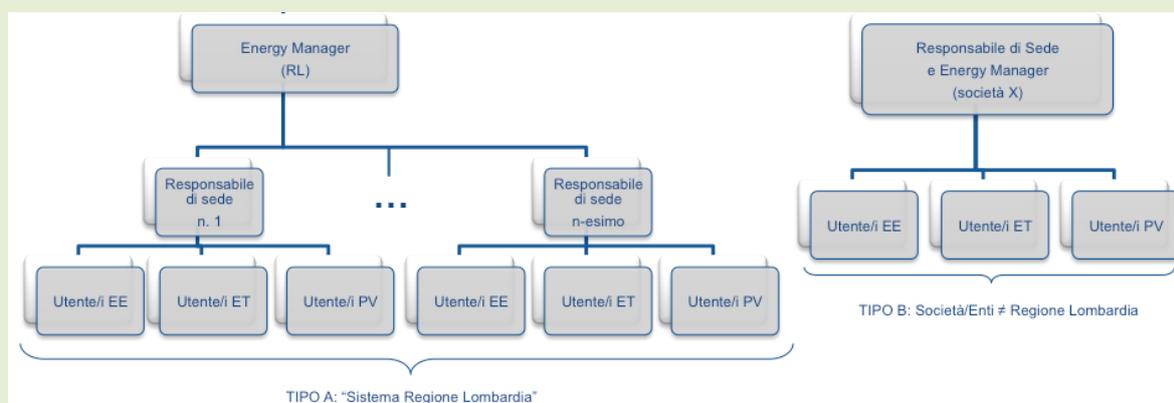
ANNO	CONSUMI DI ENERGIA PRIMARIA
2008	4.750,13 TEP
2009	4.810,42 TEP
2010	4.884,55 TEP
2011	8.377,15 TEP
2012	9.139,73 TEP

Fino al 2012 l'acquisizione dei dati di consumo avveniva manualmente e l'elaborazione dei dati era affidata al supporto di tabelle di calcolo create dai vari operatori.

Il servizio web di Energy Management sviluppato consente invece, dopo aver effettuato il censimento delle proprie sedi e centri di consumo energetico (Energia Elettrica, Energia Termica e Parco Veicolare), di registrare i propri consumi, di monitorarne l'andamento nel tempo anche grazie ad appositi grafici e report e di produrre la dichiarazione annuale FIRE (Federazione Italiana Risparmio Energetico).

La struttura del sistema informativo finalizzato alla raccolta dei dati di consumo energetico prevede la coesistenza di diverse tipologie di Enti/Società:

- ➔ Società/Enti in cui la figura dell'Energy Manager non coincide con il/i responsabili di sede (Tipo A);
- ➔ Società/Enti in cui la figura dell'Energy Manager coincide con il/i responsabili di sede (Tipo B).



Gli utenti di tale sistema sono di 3 tipologie differenti:

- Energy Manager, che ha completo accesso a tutte le funzionalità relative alla

visualizzazione, gestione, modifica e analisi dei dati relativi ai consumi inseriti per l'ente/società per cui è stato nominato;

- responsabile di sede, indicato direttamente dall'Energy Manager per le sedi di sua competenza, ha la completa disponibilità di tutte le funzionalità previste dall'applicativo;
- operatore/i finale, è/sono indicato/i dall'Energy Manager e/o dal responsabile di sede ed ha/hanno accesso esclusivamente all'inserimento dei consumi energetici per le sedi/punti di fornitura delle sedi per cui è/sono stato/i abilitato.

Ogni utente registrato nel sistema informativo, a seconda dell'ente per cui andrà ad operare e in base agli incarichi conferiti, avrà quindi la possibilità di accedere a specifiche funzionalità dell'applicazione.

Inserendo pochi e semplici dati contenuti all'interno delle bollette/fatture relative ai consumi termici, elettrici e/o del parco veicolare il sistema informativo permette di ottenere in maniera automatica il documento finale richiesto per la comunicazione annuale alla FIRE e di estrarre report e grafici, con vari livelli di aggregazione dei dati raccolti, che consentono all'Energy Manager un monitoraggio dettagliato del consumo degli edifici amministrati nel tempo.

The screenshot shows the 'Energy Management' application interface. At the top, there is a green header with the text 'Energy Management' and a user profile 'ABC S.r.l.'. Below the header is a navigation menu with items: 'Home EM', 'Accreditamento EM', 'Sedi', 'Consumi energetici', 'Dichiarazioni FIRE', and 'Modifica dati utente'. The main section is titled 'Gestione sedi' and contains search fields for 'Denominazione:', 'Indirizzo:', 'Comune:', and 'Responsabile:'. A 'Ricerca' button is positioned below the search fields. Below the search area is a table with the following columns: 'Denominazione', 'Indirizzo', 'Comune', 'Provincia', 'Cap', and 'Responsabile'. The table currently displays 'Nessun record.' and a status bar at the bottom indicates 'Vista da 0 a 0 di 0 elementi'. A button labeled 'Aggiungi nuova sede' is located at the bottom right of the interface.

Energy Management

ABC S.r.l.

Home EM Accreditamento EM Sedi Consumi energetici Dichiarazioni FIRE Modifica dati utente

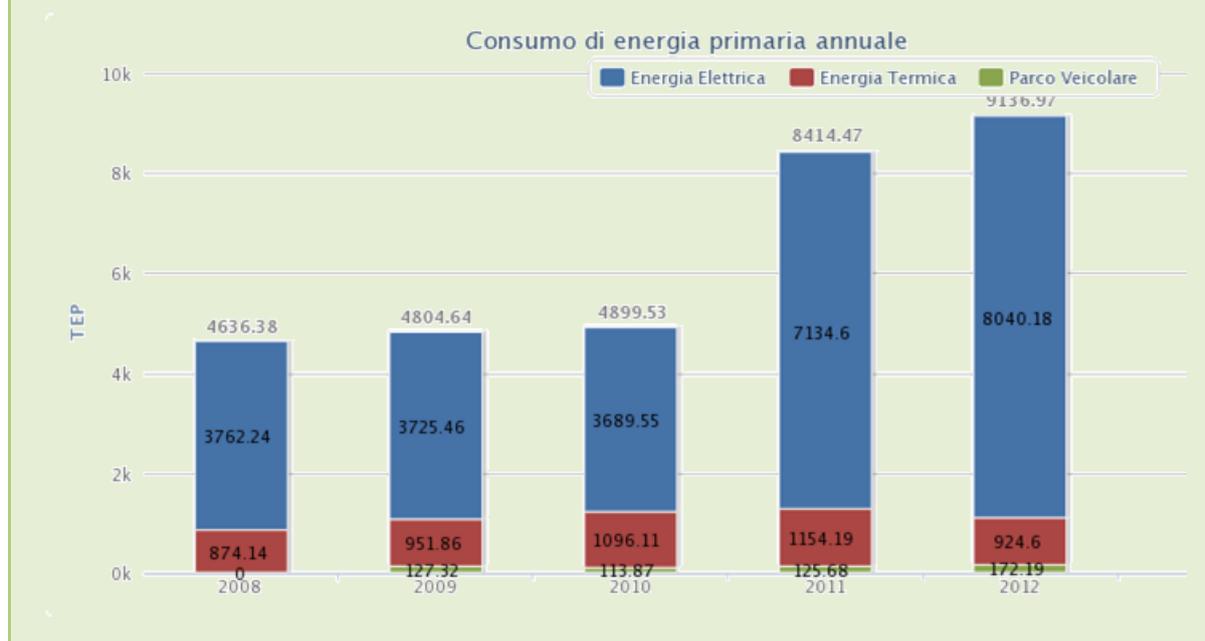
Dichiarazioni FIRE

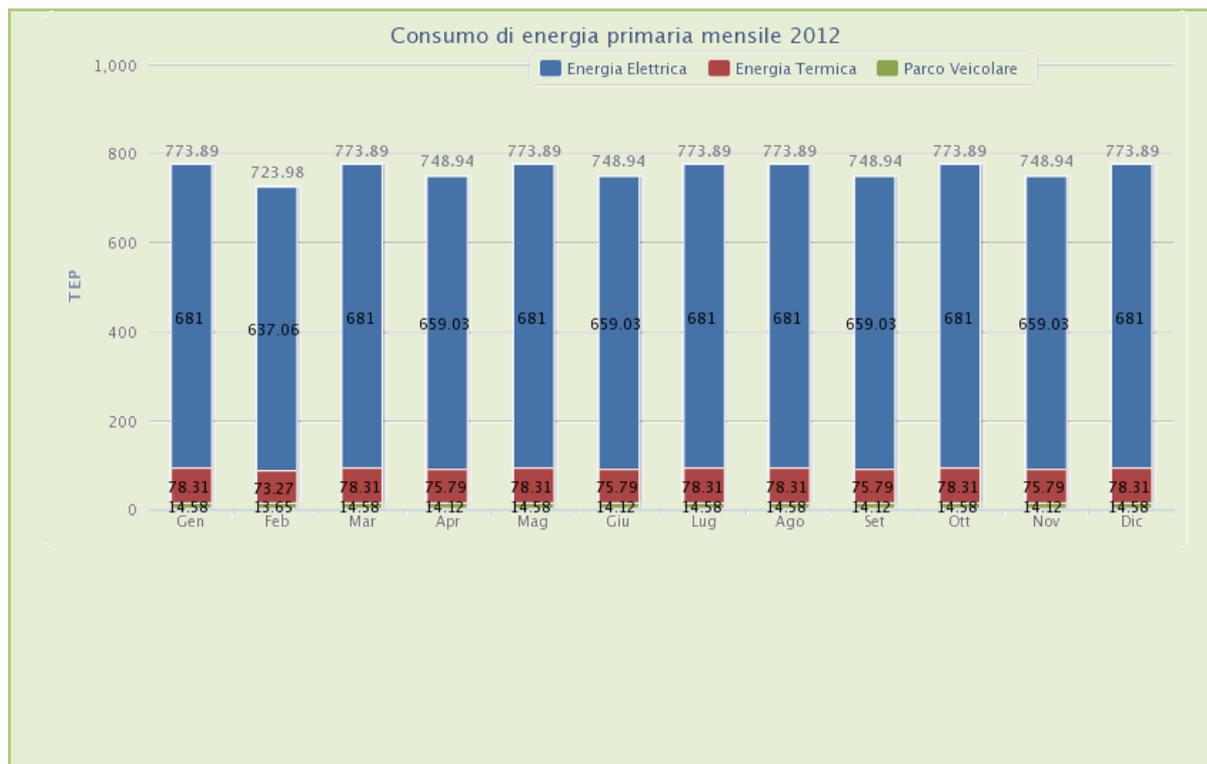
Titolo	Data creazione	Stato		
Dichiarazione consumi 2013	15/01/2013	Da approvare		

Vista da 1 a 1 di 1 elementi

Anno dei consumi per nuova dichiarazione: 2013 [Crea nuova dichiarazione](#)

Nelle Figure che seguono sono riportati esempi di rappresentazione che in sistema fornisce in relazione ai risultati in termini di energia consumata annualmente per ambito (energia elettrica, energia termica, carburanti) e, nel caso più specifico, su base mensile per un anno specifico.





10 Le politiche a livello locale da attuare: la rigenerazione delle città

10.1 I Piani d’Azione per l’Energia Sostenibile: dalla teoria alla pratica

L’analisi si focalizza sugli oltre 2.500 Comuni italiani aderenti al Patto dei Sindaci, in particolare:

- ➔ sono stati analizzati più di 50 Piani d’Azione per l’Energia Sostenibile (PAES), documenti programmatici che sintetizzano le attività svolte dai Comuni in tema di efficienza energetica e definiscono cosa (e secondo quali modalità) ciascun Comune intende fare al 2020;
- ➔ è stato individuato un cluster di 18 Comuni “virtuosi” (in termini di accuratezza nella redazione del PAES, significatività degli interventi già realizzati, presenza di una struttura organizzativa dedicata all’efficienza energetica), i quali sono stati oggetto di casi di studio individuali, attraverso interviste dirette a figure chiave all’interno del comune (Assessore all’ambiente, Energy Manager, etc.) ed il reperimento di informazioni da fonti secondarie.

Dall’analisi del campione rappresentativo di comuni italiani aderenti al Patto dei Sindaci, sono emerse tre categorie di interventi di efficienza energetica che vengono realizzati nella Pubblica Amministrazione locale e che richiedono l’impiego di diverse soluzioni e tecnologie, parte delle quali sono state analizzate nel presente rapporto. Il volume d’affari generato negli ultimi 10 anni collegato ai suddetti interventi è stato superiore ai 250 milioni di Euro.

CATEGORIE D’INTERVENTO	TECNOLOGIE E SOLUZIONI	VOLUME D’AFFARI [MILIONI DI EURO]
<i>Riqualificazione edifici</i>	Chiusure vetrate	2-10
	Superfici opache	5-30
	Illuminazione	20-50
	Caldaie a condensazione	10-40
	Pompe di calore	1-5
<i>Illuminazione pubblica</i>	Illuminazione	80-100
<i>Produzione di energia (localizzata o su larga scala)</i>	Solare Termico	1-5
	Cogenerazione	150-300
	TOTALE	269-540

Tab. 70 - Categorie d’intervento e soluzioni/tecnologie e costi d’investimento previste nei PAES (Elaborazioni Divisione Energia Infrastrutture Lombarde su dati Patto dei Sindaci).

Le due principali categorie di interventi fanno riferimento all’installazione di impianti di cogenerazione (ad esempio presso ospedali) e all’adozione di sistemi di illuminazione ad alta efficienza (per l’illuminazione stradale e semaforica).

Considerando il cluster di comuni italiani “virtuosi” nella redazione del PAES ed ipotizzando che tutte le altre Pubbliche Amministrazioni locali programmino interventi analoghi, il potenziale “teorico” associato all’efficienza energetica nei Comuni italiani si stima possa essere superiore ai 3.000 milioni di Euro all’anno da qui al 2020.

In relazione alle singole tecnologie analizzate nel presente Rapporto, si stima un potenziale di mercato “teorico” di circa 1.000 milioni di Euro all’anno da qui al 2020. La restante quota d’investimenti è associabile in primis alla realizzazione di impianti FER (fotovoltaico su tutti) e di teleriscaldamento.

CATEGORIE D’INTERVENTO	TECNOLOGIE E SOLUZIONI	VOLUME D’AFFARI [MILIONI DI EURO]
<i>Riqualificazione edifici</i>	Chiusure vetrate	68
	Superfici opache	273
	Illuminazione	67
	Caldaie a condensazione	34
	Pompe di calore	8
<i>Illuminazione pubblica</i>	Illuminazione	156
<i>Produzione di energia (localizzata o su larga scala)</i>	Solare Termico	23
	Cogenerazione	440
	TOTALE	1.069

Tab. 71 - Stima del mercato potenzialmente attivabile attraverso le azioni dei PAES (Elaborazioni Divisione Energia Infrastrutture Lombarde su dati Patto dei Sindaci).

I dati riferiti all’intera Lombardia, riportati all’interno dei deliverable finale del progetto europeo Factor20³⁸, sono aggiornati alla fine del 2012 e sono riportati nella Tab. 72.

622 Comuni su un totale di 1546 hanno aderito al Patto, circa il 40%.

	Numero di Comuni	Abitanti	Comuni con adesione firmata	Comuni con adesione firmata e PAES trasmesso	Comuni totali	Comuni coordinati da Provincia
Bergamo	244	1.075.592	71	143	214	182
Brescia	206	1.230.159	14	85	99	
Como	162	584.762	5	2	7	
Cremona	115	360.223	12	8	20	
Lecco	90	335.420	4	27	31	4
Lodi	61	223.630	3	9	12	
Mantova	70	409.775	19	14	33	8
Milano	134	3.096.997	20	75	95	94
Monza e Brianza	55	833.348	11	19	30	10
Pavia	190	539.238	21	3	24	
Sondrio	78	182.084	1	19	20	
Varese	141	871.448	26	11	37	
Regione Lombardia	1546	9.742.676	207	415	622	298

Tab. 72 - Adesione dei Comuni lombardi al Covenant of mayors (Patto dei Sindaci).

³⁸ <http://www.factor20.it/98>

Come si rileva dalle mappe che seguono, la distribuzione dei comuni che hanno aderito non è omogenea: vi sono aree della regione che hanno più di altre risposto al Patto (in primis provincia di Milano e provincia di Bergamo, dove è presente una Struttura di Coordinamento).

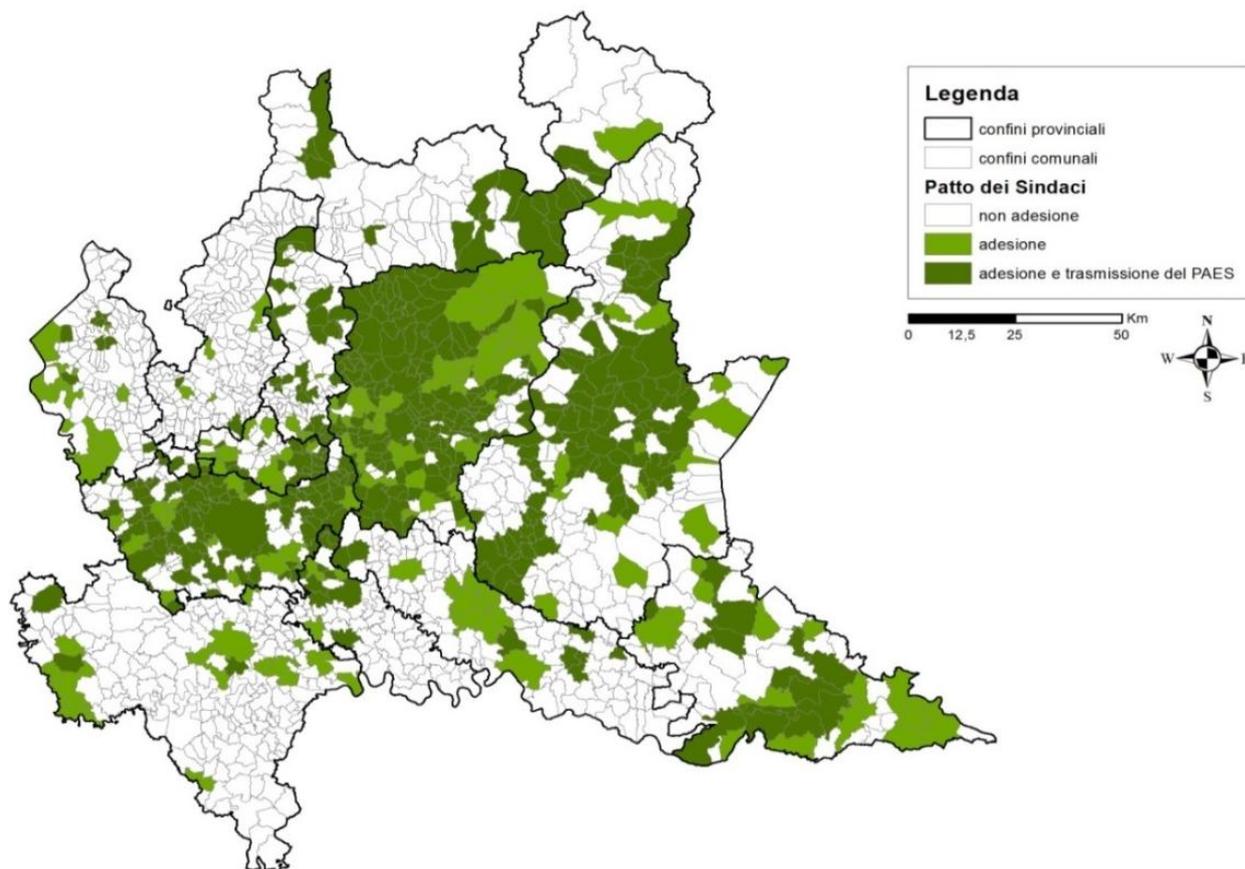


Fig. 112 – Distribuzione dei Comuni per adesione al Patto dei Sindaci e trasmissione del PAES alla Commissione europea (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde)

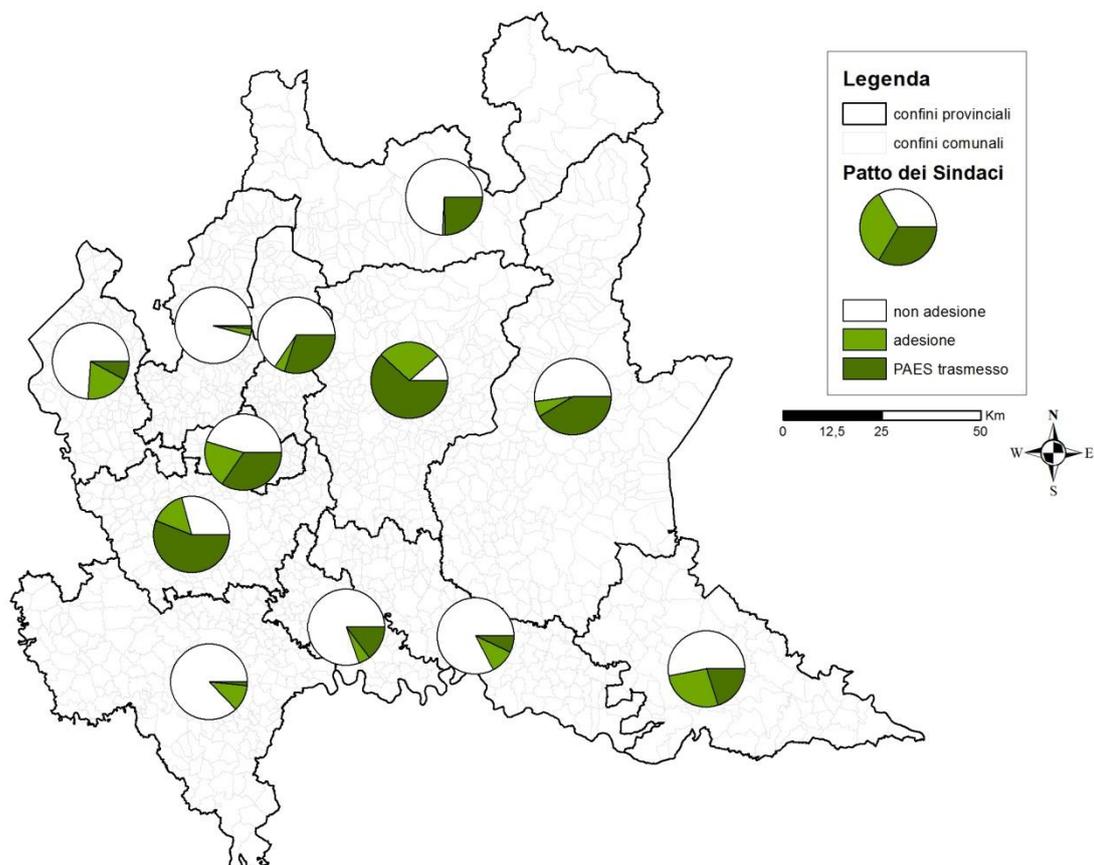


Fig. 113 – Distribuzione dei Comuni per adesione al Patto dei Sindaci e trasmissione del PAES alla Commissione europea, situazione a livello provinciale (Elaborazione Divisione Energia Infrastrutture Lombarde).

La Fondazione Cariplo, dal 2010 al 2012, ha promosso il bando “Promuovere la sostenibilità energetica dei comuni piccoli e medi” per favorire la sostenibilità energetica attraverso l’adesione al Patto dei Sindaci e la redazione di un Piano Strategico per l’Energia Sostenibile (PAES) nei comuni con meno di 30.000 abitanti.

Il Bando ha sostenuto i comuni piccoli e medi delle province lombarde nell’impegno a ridurre le emissioni climalteranti a livello locale, in particolare attraverso:

- ➔ l’adesione formale al Patto dei Sindaci promosso dalla Commissione Europea;
- ➔ la predisposizione di un inventario base delle emissioni di CO₂eq (baseline);
- ➔ la redazione e l’adozione di un Piano d’Azione per l’Energia Sostenibile (PAES);
- ➔ la predisposizione di un sistema di monitoraggio degli obiettivi e delle azioni previste dal PAES;
- ➔ il rafforzamento delle competenze energetiche all’interno dell’Amministrazione comunale;
- ➔ la sensibilizzazione della cittadinanza sul processo in corso.

Fondazione Cariplo ha deciso di creare un database - Banca Dati PAES - che raccoglie i dati e le informazioni dei comuni che sono finanziati dal Bando, con particolare riferimento alle tabelle riassuntive da fornire alla Commissione relativamente all'inventario delle emissioni, al PAES e al monitoraggio della realizzazione delle azioni.

In Lombardia sono coinvolti un totale di 5.889.841 cittadini. Tra i Comuni coinvolti, 16 (corrispondenti al 34,4% della popolazione) hanno più di 30.000 abitanti:

- Cernusco sul Naviglio (31.050 abitanti)
- San Donato Milanese (31.196 abitanti)
- Abbiategrasso (31.325 abitanti)
- Limbiate (34.370 abitanti)
- Bollate (35.467 abitanti)
- Pioltello (35.770 abitanti)
- Lodi (43.465 abitanti)
- Cologno Monzese (46.248 abitanti)
- Mantova (47.223 abitanti)
- Rho (50.198 abitanti)
- Gallarate (50.961 abitanti)
- Pavia (68.313 abitanti)
- Cinisello Balsamo (71.840 abitanti)
- Cremona (72.137 abitanti)
- Bergamo (115.072 abitanti)
- Milano (1.262.101 abitanti)

Per i Comuni di dimensioni medio-piccole, il database di Fondazione Cariplo³⁹ rappresenta una importante fonte di informazione.

Nelle seguenti tabelle si riportano i consumi, i risparmi energetici ottenuti, le emissioni di CO_{2eq} e le loro riduzioni, sia in valore assoluto sia specifico rispetto agli abitanti coinvolti, suddivisi per provincia.

³⁹ <http://www.webgis.fondazionecariplo.it/public/pattodeisindaci/progetto.php>

PROVINCIA	ABITANTI COINVOLTI	CONSUMI		RISPARMIO ENERGETICO	
		MWh/anno	MWh/anno*ab	MWh/anno	MWh/anno*ab
BERGAMO	778.041	12.413.390	15,95	2.400.000	3,29
BRESCIA	592.115	11.932.642	20,15	2.259.476	3,82
COMO	113.911	2.338.644	20,53	487.110	4,28
CREMONA	100.267	1.813.717	18,09	227.657	2,27
LECCO	210.186	3.115.118	14,82	517.755	2,46
LODI	95.364	1.827.504	19,16	272.374	2,86
MANTOVA	362.329	8.256.149	22,79	1.300.000	3,6
MILANO	749.743	12.891.349	17,19	2.600.000	3,46
MONZA e BRIANZA	248.814	3.977.458	15,99	670.006	2,69
PAVIA	114.247	1.860.130	16,28	378.825	3,32
SONDRIO	103.446	2.138.940	20,68	302.248	2,92
VARESE	256.416	4.435.040	17,30	865.395	3,37
LOMBARDIA	3.724.879	67.000.081	218,93	12.280.846	3,30

PROVINCIA	ABITANTI COINVOLTI	EMISSIONI CO ₂ EQ (TONNELLATE)	
		SITUAZIONE INIZIALE	RIDUZIONE
BERGAMO	778.041	2.977.907	774.204
BRESCIA	592.115	2.782.692	703.977
COMO	113.911	602.232	146.736
CREMONA	100.267	441.844	88.500
LECCO	210.186	796.258	191.150
LODI	95.364	464.373	114.181
MANTOVA	362.329	2.277.147	396.028
MILANO	749.743	3.549.416	748.818
MONZA e BRIANZA	248.814	1.091.947	219.856
PAVIA	114.247	453.593	125.252
SONDRIO	103.446	496.278	102.129
VARESE	256.416	1.132.894	304.025
LOMBARDIA	3.724.879	17.066.581	3.914.856

Tab. 73 - Dati sintetici riguardanti i risultati potenzialmente ottenibili dalle azioni dei PAES (Fondazione Cariplo).

La Figura 114 dà conto dell'incidenza delle diverse macrocategorie di azioni sulla riduzione attesa in termini di emissione di CO₂eq.

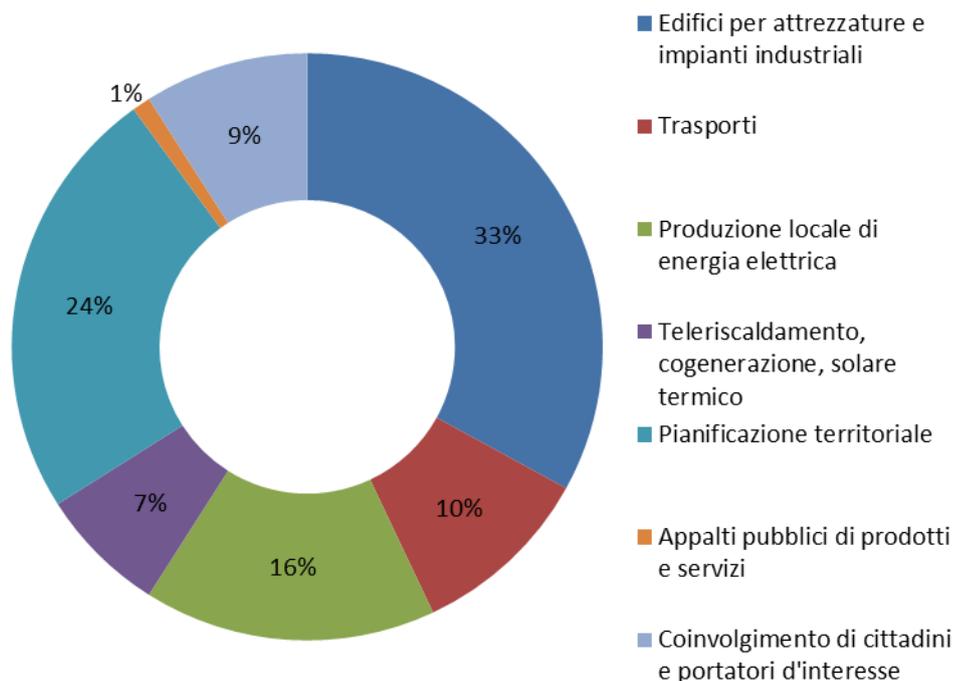


Fig. 114– Ripartizione percentuale dell'incidenza delle azioni sulla riduzione di CO₂eq (Fondazione Cariplo).

10.2 Le Smart city

Le città intelligenti, o *smart city*, coniugano in un unico modello urbano tutela dell'ambiente, efficienza energetica e sostenibilità economica, con l'obiettivo di migliorare la qualità della vita delle persone che vi abitano e creare nuovi servizi per i cittadini e per le Pubbliche Amministrazioni.

La smart city è un sistema organico in cui infrastrutture, servizi e tecnologie si uniscono per offrire un centro abitato a misura d'uomo.

La razionalizzazione dei consumi energetici, la produzione di energia da fonti energetiche rinnovabili, la realizzazione di nuovi prodotti e servizi, nonché l'attivazione di nuove competenze scientifico-tecnologiche a livello locale, concorrono a creare un eco-sistema urbano efficiente e integrato.

Le *Smart Grids* rappresentano l'infrastruttura di base di una Smart City, dal momento che abilitano numerose misure di efficienza energetica.

Nelle città intelligenti i sistemi di trasporto sono sostenibili, l'illuminazione pubblica è efficiente, gli edifici sono equipaggiati con sensori e dispositivi finalizzati a razionalizzare i consumi energetici ed a creare maggiore consapevolezza da parte dei cittadini, le reti energetiche sono gestite in ottica *smart*.

La rete elettrica è potenziata per garantire una maggiore capacità di integrazione degli impianti di produzione da fonte rinnovabile e abilitare nuovi servizi a valore aggiunto per i cittadini, come l'"Active Demand" e la mobilità elettrica diffusa.

Il progetto nasce a livello mondiale, con la città di Rio de Janeiro che svolge il ruolo di pioniere dei primi esempi di implementazione intelligente delle tecnologie al fine di migliorare la vita comune e ridurre gli sprechi negli ambiti più disparati, che vanno dal settore energetico a quello della gestione dei rifiuti.

In Europa solo di recente si è iniziato a parlare in termini di “Smart” (2010). L’Unione Europea ha previsto una spesa totale tra i 10 ed i 12 miliardi di Euro in un arco di tempo che si estende fino al 2020.

Gli investimenti previsti sono finalizzati al finanziamento di progetti delle città europee che ambiscono a divenire “Smart”. Tali progetti sono rivolti all’ecosostenibilità dello sviluppo urbano, alla diminuzione di sprechi energetici ed alla riduzione drastica dell’inquinamento grazie anche ad un miglioramento della pianificazione urbanistica e dei trasporti.

10.2.1 Connessione delle fonti energetiche rinnovabili

L’incremento nello sfruttamento delle fonti di energia rinnovabile per la produzione di elettricità impone alla rete di adattarsi per sopportare i maggiori flussi energetici che provengono da tutti gli impianti di produzione, piccoli e grandi, dispersi sul territorio.

Le reti elettriche devono trasformarsi e diventare attive e intelligenti (Smart Grids), in grado di integrare e gestire in modo flessibile flussi di energia bidirezionali differenti per quantità, qualità, provenienza e programmabilità.

L’integrazione massiccia delle rinnovabili in rete richiede un controllo capillare sul territorio per garantire che l’energia venga prodotta e distribuita dove e quando serve.

La produzione di energia da fonti rinnovabili modifica in ultima analisi il paradigma tradizionale di distribuzione dell’energia, dove la maggiore complessità richiede nuovi strumenti e tecnologie per integrare, monitorare e gestire in maniera flessibile flussi di energia differenti per provenienza e direzione.

10.2.2 Autorità per l’energia elettrica e il gas - Progetti Pilota Smart Grid⁴⁰

L’Autorità per l’energia elettrica e il gas dedica particolare attenzione allo sviluppo e all’applicazione diffusa di tecnologie innovative a supporto della gestione attiva delle reti di distribuzione e al controllo della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, anche attraverso l’incentivazione e la promozione di progetti dimostrativi sulle reti elettriche.

In quest’ottica, ed in coerenza con gli obiettivi dettati dall’Unione Europea, l’Autorità ha definito la procedura e i criteri di selezione di alcuni progetti pilota sulle reti di distribuzione per promuovere lo sviluppo di smart grid (delibera ARG/elt 39/10), reti elettriche ‘intelligenti’,

⁴⁰ Fonte dati: <http://www.autorita.energia.it/it/operatori/smartgrid.htm>

dotate di nuovi sistemi di comunicazione in grado di far interagire efficacemente gli utenti con il gestore della rete.

L'obiettivo di questi progetti, selezionati sulla base di un indicatore di priorità studiato appositamente per tenere conto dell'efficacia costi/benefici degli interventi, è di promuovere l'utilizzo ottimale delle risorse, introdurre nuovi servizi e mercati locali e favorire una gestione della rete più flessibile e più adeguata, ad esempio rispetto all'intermittenza delle fonti rinnovabili.

Le sperimentazioni si concluderanno a fine 2014. Il monitoraggio del funzionamento delle reti attive permetterà di verificare l'impatto effettivo delle soluzioni tecniche adottate, per una successiva implementazione su più larga scala.

RIQUADRO III - PROGETTI PILOTA

A.S.SE.M. S.p.A.

Il Progetto è finalizzato alla ristrutturazione della rete elettrica attraverso tecnologie innovative che consentano, una volta implementate, una gestione attiva della rete, con particolare attenzione alle esigenze di minimizzazione dei costi. Il Progetto prevede investimenti da realizzare sulla Cabina Primaria (in seguito, CP) di San Severino Marche (MC) e sulla rete ad essa afferente, coinvolgendo gli Utenti Attivi (UA) sottesi, nell'ottica di sviluppare un prototipo di Smart Grid capace di favorire la diffusione e l'efficace sfruttamento della produzione da fonti di energia rinnovabili. A tal fine, il Progetto prevede di passare a una gestione attiva della rete di distribuzione impiegando sistemi di comunicazione e controllo, in grado di scambiare opportune informazioni con i singoli generatori da fonti rinnovabili (Generazione Diffusa: GD), così da consentirne una reale integrazione nella rete di distribuzione e, più in ampio, nel sistema.

A2A Reti elettriche S.p.A. - Gavardo (BS)

Il Progetto rappresenta una dimostrazione in campo di smart grid ed è finalizzato alla ristrutturazione della rete elettrica attraverso tecnologie innovative che consentano, una volta implementate, una gestione attiva della rete, con particolare attenzione alle esigenze di standardizzazione e unificazione nonché alla minimizzazione dei costi. Il Progetto prevede investimenti da realizzare sulla Cabina Primaria (in seguito, CP) di Gavardo (BS) e sulla rete da essa alimentata, nonché sullo SCADA (sistema di supervisione, controllo e acquisizione dei dati) cui fa capo la CP in questione, coinvolgendo alcune Cabine Secondarie e gli utenti attivi ad essa collegati, nell'ottica di sviluppare un prototipo di smart grid capace di favorire la diffusione della produzione da FER e l'uso efficiente delle risorse presenti sulla rete sia rispetto alle esigenze locali, sia rispetto alle esigenze di sistema. A tal fine, il Progetto prevede di passare a una gestione attiva della rete di distribuzione impiegando sistemi di comunicazione e controllo, in grado di scambiare opportune informazioni con i singoli generatori da fonti rinnovabili (Generazione Diffusa, GD), così da consentirne una reale integrazione nella rete di distribuzione

e, più ampiamente, nel sistema.

A2A Reti elettriche S.p.A. - Lambrate (MI)

Il Progetto rappresenta una dimostrazione in campo di smart grid ed è finalizzato alla ristrutturazione della rete elettrica attraverso tecnologie innovative che consentano, una volta implementate, una gestione attiva della rete, con particolare attenzione alle esigenze di standardizzazione e unificazione nonché alla minimizzazione dei costi. Il Progetto prevede investimenti da realizzare sulla Cabina Primaria (in seguito, CP) di Lambrate (MI) Sbarra A e B e sulla rete da essa alimentata, nonché sullo SCADA cui fa capo la CP in questione, coinvolgendo alcune Cabine Secondarie e gli utenti attivi ad essa collegati, nell'ottica di sviluppare un prototipo di smart grid capace di favorire la diffusione della produzione da FER e l'uso efficiente delle risorse presenti sulla rete sia rispetto alle esigenze locali, sia rispetto alle esigenze di sistema. A tal fine, il Progetto prevede di passare a una gestione attiva della rete di distribuzione impiegando sistemi di comunicazione e controllo, in grado di scambiare opportune informazioni con i singoli generatori da fonti rinnovabili (G.D.), così da consentirne una reale integrazione nella rete di distribuzione e, più ampiamente, nel sistema. La gestione attiva della rete è realizzata anche in considerazione del telecontrollo; la possibilità per le apparecchiature di CS di comunicare in tempo reale tra loro e con quelle installate in CP consentirà di sperimentare innovative modalità di selezione dei guasti, capaci di ricondurre la maggior parte degli eventi di guasto ad un'interruzione transitoria (come definita dalla delibera ARG/elt 198/11).

ACEA Distribuzione S.p.A.

Il progetto pilota dimostrativo ha come obiettivo la realizzazione di un prototipo di Smart Grid reale replicabile sulla rete di Roma. L'implementazione delle Smart Grid sulla rete di distribuzione elettrica è indispensabile, nell'attuale contesto di crescita delle energie rinnovabili, per garantire una gestione dei flussi energetici ormai non più assumibili come unidirezionali. Il prototipo prevede dunque la predisposizione sulla rete di apparati di monitoraggio in grado di rilevare in tempo reale informazioni relative al funzionamento della rete, e apparati di telecontrollo opportunamente coordinati (sulla base delle informazioni acquisite) al fine di migliorare sia la continuità che la qualità del servizio elettrico ed aumentare l'efficienza energetica della rete stessa minimizzandone le perdite tecniche.

ASM Terni S.p.A.

Lo scopo principale del Progetto Pilota è quello di sviluppare un modello della rete che permetta la sperimentazione delle possibilità di:

- aumentare la capacità di ricarica della rete;*
- migliorare la qualità della tensione;*
- migliorare il fattore di potenza all'interfaccia con RTN;*
- evitare il fenomeno dell'isola indesiderata.*

il tutto attraverso la gestione dei flussi di energia reattiva in rete e il coordinamento fra il produttore e il distributore.

DEVAL S.p.A.

Il Progetto rappresenta una dimostrazione in campo di smart grid ed è finalizzato alla ristrutturazione di una specifica rete elettrica attraverso tecnologie innovative che consentano, una volta implementate, una gestione attiva della rete, con particolare attenzione alle esigenze di standardizzazione e unificazione nonché alla minimizzazione dei costi. In particolare, il Progetto prevede investimenti da realizzare sulla Cabina Primaria (in seguito, CP) di VILLENEUVE (AO) e sulla rete da essa alimentata, nonché sullo SCADA presente presso il Centro Operativo DEVAL a cui fa capo la CP in questione, coinvolgendo gli Utenti Attivi e passivi ad essa collegati. L'obiettivo è lo sviluppo di un prototipo di smart grid basato sull'uso di tecnologie di comunicazione, capace di favorire la diffusione della produzione da Fonti di Energia Rinnovabili (FER) e l'uso efficiente delle risorse.

ENEL Distribuzione S.p.A. - Carpinone (IS)

Il Progetto rappresenta una dimostrazione in campo di Smart Grid e si propone la sperimentazione di una serie di componenti, sistemi e tecniche di gestione della rete "Attiva", per una successiva diffusione su tutto il territorio nazionale. Particolare attenzione viene prestata alla standardizzazione e unificazione dei componenti nonché alla minimizzazione dei costi. Il Progetto prevede investimenti da realizzare sulla Cabina Primaria (in seguito CP), di Carpinone (IS) Sbarra Verde e sulla rete da essa alimentata, nonché sul sistema di telecontrollo di Campobasso cui fa capo la CP in questione, coinvolgendo utenti attivi e passivi ad essa collegati. In concreto, il progetto prevede i seguenti interventi:

- installazione di un sistema di controllo, per superare i problemi che la Generazione Distribuita (GD) può creare sulla rete di distribuzione, basato su una infrastruttura di comunicazione che, da un lato possiede un'alta capacità di trasporto delle informazioni (broadband) e dall'altro ha tempi di latenza molto ridotti. Questa rete, oltre a connettere ai sistemi di controllo le cabine del Distributore, deve connettere anche gli impianti dei produttori privati. In casa di ogni produttore coinvolto, verranno installati una serie di apparati oggi sviluppati e installati a cura Enel;*
- introduzione di una flotta di veicoli elettrici utilizzati dalle squadre Enel; le colonnine di ricarica saranno supportate da un impianto fotovoltaico, integrato nelle pensiline di un apposito parcheggio;*
- sperimentazione di un sistema di accumulo di energia elettrica (Storage) connesso alla rete a media tensione;*
- sperimentazione su una popolazione di circa 8.000 clienti domestici e/o piccolo commerciali di un dispositivo denominato Smart Info che, collegato ad una normale presa di casa, mette*

a disposizione in ambito domestico i dati gestiti dal Contatore Elettronico. L'obiettivo è verificare quanto tali informazioni possano contribuire all'efficienza energetica e all'integrazione di produzioni da fonti rinnovabili.

10.2.3 Altri esempi di Smart City in Lombardia: Varese SmartCity

Varese SmartCity⁴¹ è un progetto che prevede la sperimentazione di sistemi NFC (Near Field Communication) a favore di imprese artigiane, commerciali, turistiche e per il marketing territoriale.

NFC è una tecnologia di comunicazione wireless a corto raggio che permette a due dispositivi (tipicamente tag NFC e smartphone NFC), posti a breve distanza tra loro, di scambiarsi dati. Nell'ambito del progetto sono stati posizionati tag NFC, riconoscibili per la presenza del logo dell'iniziativa, in diversi luoghi della città: edifici comunali, vetrine di esercenti, cartelloni informativi posizionati al Sacro Monte.

Avvicinando un cellulare NFC all'immagine il tag viene letto e si ha così accesso all'ecosistema di Varese SmartCity attraverso i servizi Mobile Internet che sono stati sviluppati nell'ambito della sperimentazione. In questo modo è possibile leggere informazioni di interesse e utilizzare servizi fruibili tramite il display del telefono. I sistemi NFC offrono grandi potenzialità relativamente ai servizi dei quali ogni cittadino usufruisce quotidianamente: la sperimentazione della tecnologia NFC rappresenta, quindi, sia un'opportunità per le singole realtà imprenditoriali di conseguire un vantaggio competitivo, sia uno strumento di marketing territoriale che per sua natura si presta a possibili sinergie con altri progetti in corso finalizzati a supportare il commercio e la promozione del territorio.

L'utilizzo dei sistemi NFC consente di:

- ➔ velocizzare i pagamenti., permettendo alle transazioni di diventare più comode per i consumatori e al contempo più rapide/sicure per le imprese;
- ➔ potenziare la visibilità dell'offerta delle imprese tramite appositi pannelli (smart poster), che segnalerebbero direttamente sul cellulare promozioni in corso e altre utili informazioni commerciali;
- ➔ migliorare la fruizione dei servizi da parte dei cittadini;
- ➔ promuovere il territorio, veicolando attraverso un ulteriore mezzo tecnologico di facile accesso informazioni culturali, turistiche e congressuali;
- ➔ favorire la creazione di un network di servizi mirati di tipo informativo e commerciale tra loro correlati.

⁴¹ Fonte dati: <http://www.varesesmartcity.com/ita/home/>

PEAR

Allegato 3

**ADATTAMENTO DEL SISTEMA ENERGETICO E DELLE
INFRASTRUTTURE ENERGETICHE DELLA LOMBARDIA AGLI
IMPATTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO**

REGIONE LOMBARDIA

Direzione Generale Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile

a cura di Fondazione Lombardia per l'Ambiente

Indice

Premessa	2
1. Introduzione	3
2. Climatologia: analisi della variabilità climatica presente e futura	4
2.1 <i>I modelli climatici</i>	8
2.2 <i>Variabilità climatica futura</i>	9
3. Analisi degli impatti e vulnerabilità del settore energetico Regionale al cambiamento climatico	13
3.1 <i>Impatti previsti sulla produzione di energia</i>	14
3.1.1 Diminuzione della capacità di produzione di energia idroelettrica	14
3.1.2 Diminuzione dell'efficienza nella produzione di energia termoelettrica	16
3.1.3 Incremento dei conflitti tra il settore energetico e gli altri utilizzatori delle risorse idriche	18
3.1.4 Incremento delle spese di manutenzione, protezione e ripristino delle infrastrutture del settore energetico	18
3.2 <i>Impatto positivo sull'idoneità del territorio alla produzione di energia solare</i>	18
3.2.1 Variazione stagionale della domanda di energia elettrica.....	19
4. Proposta d'indirizzi per l'adattamento: Misure identificate nell'ambito delle "linee Guida per il Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico della Lombardia"	22
5. Analisi dei documenti programmatici in atto per l'identificazione delle opportunità per l'adattamento	24
Bibliografia	25

Premessa

Nell'ambito dell'Accordo di collaborazione, la Fondazione ha sviluppato la specifica linea di azione relativa al PEAR volta all'identificazione di elementi di conoscenza indispensabili per l'individuazione di misure per adattare il sistema energetico e le infrastrutture energetiche della Lombardia agli impatti del cambiamento climatico.

“Il conseguimento dell'obiettivo principale del piano, cioè la riduzione dei consumi di combustibili fossili, deve essere conseguito – in coerenza con gli obiettivi europei 20-20-20 – mediante la razionalizzazione dei consumi e l'incremento della quota di fonti rinnovabili nel sistema di produzione.” (PEAR).

Nell'ambito dello studio Linee Guida per un Piano di Adattamento ai Cambiamenti Climatici della Lombardia (RL e FLA, 2012) è emerso che il cambiamento climatico influenzerà il settore energetico lombardo sia attraverso i suoi effetti sulla produzione di energia sia attraverso modificazioni nella struttura della domanda. In particolare, per quel che riguarda l'offerta energetica, la produzione idroelettrica, termoelettrica e solare saranno le fonti energetiche principalmente influenzate dai cambiamenti climatici.

Ad integrazione del PEAR, vengono di seguito forniti elementi che delineeranno una strategia di adattamento del sistema energetico lombardo che, coniugandosi con la visione di sicurezza e di governance del rischio delineata da Regione Lombardia, comprenda prevenzione (con un'analisi delle vulnerabilità specifiche), anticipazione (valutazioni di rischio e previsioni), presidio delle emergenze, coordinamento degli attori, multidimensionalità delle risposte.

In particolare, gli indirizzi programmatici e le linee di azione previsti dal PEAR (“Gli strumenti per la programmazione energetica ambientale regionale” e “Bilancio energetico e scenari : i nodi critici per l'impostazione delle politiche”, PEAR 2013) sono stati analizzati al fine di includere al contempo misure di adattamento al cambiamento climatico. Il lavoro è stato condotto sulla base degli esiti delle Linee Guida che hanno avuto l'obiettivo di fornire un quadro generale di indirizzo per la valutazione della vulnerabilità regionale agli impatti dei cambiamenti climatici, presentando altresì una metodologia con la quale analizzare diverse strategie e misure settoriali di adattamento nel territorio regionale lombardo.

Il lavoro è stato sviluppato tenendo conto delle più recenti risultanze della comunità scientifica nonché in linea con le attuali politiche europee.

Infatti, come evidenziato dalla DG CLIMA della Commissione Europea, nella recente “Strategia Europea di Adattamento ai Cambiamenti Climatici” (SEACc; http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/index_en.htm), resa pubblica il 16 aprile 2013, l'adattamento alle sfide climatiche deve essere da subito un elemento imprescindibile della pianificazione delle politiche per il domani. La stessa Strategia invita le regioni a predisporre piani, programmi, azioni e misure che minimizzino le conseguenze negative e i danni causati dal cambiamento climatico a ambienti naturali e costruiti.

La maggiore estensione, velocità e intensità con cui i cambiamenti climatici si stanno facendo sentire in tutto il mondo è ogni giorno più evidente. Come riportato nell'ultimo rapporto della Agenzia Europea per l'Ambiente ("Climate change, impacts and vulnerability in Europe", EEA 2012), il cambiamento climatico sta già causando una vasta gamma di impatti non solo a livello ambientale ma anche sociale ed economico. Perciò, parallelamente agli sforzi internazionali nella riduzione delle emissioni antropiche di gas climalteranti per frenare il riscaldamento globale (mitigazione), anche l'adattamento diventa una necessità a tutti i livelli (dal livello locale a quello regionale e nazionale).

1. Introduzione

Il Programma Energetico Ambientale Regionale (PEAR) è lo strumento di programmazione strategica in ambito energetico e ambientale (L.R. 26/2003), con cui la Regione Lombardia sta definendo le future modalità per affrontare gli impegni al 2020 in coerenza con gli obiettivi di sviluppo delle fonti rinnovabili individuati per le Regioni (attraverso il cosiddetto "Decreto Burden Sharing") e con la nuova Programmazione Comunitaria 2014-2020.

Tra le conclusioni emerse negli ultimi rapporti della comunità scientifica in riguardo al Cambiamento Climatico Globale (CCG) e i suoi impatti socio-economici (IPCC. 2013), è emerso l'importanza di questo settore in termini non solo di mitigazione ma anche di necessità di adattamento. Il settore della produzione e al consumo dell'energia sono, da una parte, quelle maggiormente responsabili dell'emissione di gas-serra nell'atmosfera a livello regionale (circa 41% la media tra il 1990 e 2005 secondo le indagini in base a dati INEMAR del Progetto Kyoto Lombardia) ma, nello stesso tempo, rappresentano secondo l'IPCC uno dei settori o comparti socio-economici a presentare una vulnerabilità particolarmente elevata alle implicazioni del CCG (IPCC WGI, 2007; CE. 2013). I cambiamenti climatici sono in grado di influenzare i consumi di energia e la sua produzione. Con l'aumento della temperatura media globale, meno energia sarà richiesta a scopi di riscaldamento mentre che è invece prevedibile un incremento della richiesta per raffreddamento dei locali. L'effetto complessivo sulla domanda di energia dipenderà dagli andamenti dei principali parametri meteorologici di interesse a livello locale e stagionale, come anche dalla struttura dell'approvvigionamento energetico. Le variazioni stagionali potrebbero infatti esercitare un'influenza diretta sul picco della domanda elettrica Regionale. Il previsto incremento in frequenza e intensità di eventi climatici estremi (ondate di calore, piene improvvise, ondate di freddo e tempeste), avrà sicuramente delle ricadute nella stabilità delle infrastrutture energetiche, incrementando le spese di manutenzione e disagi ai

fruttori. Anche il progressivo incremento delle temperature e il mutamento del regime delle precipitazioni (e quindi non gli climatici estremi) molto probabilmente ridurranno la disponibilità stagionale delle risorse idriche per la produzione idroelettrica o per il raffreddamento delle centrali termo-elettriche. Infine, le mutate condizioni climatiche potrebbero aprire delle opportunità nell'ambito delle Fonti Energetiche Rinnovabili in particolare la produzione di energia termosolare, fotovoltaica e da biomassa. Per limitare l'impatto di questi eventi sulla produzione energetica lombarda oltre che per adattare il settore alle nuove condizioni, è imprescindibile la definizione di specifiche misure di adattamento. Esse devono essere mirate a ottimizzare la produzione energetica, ad approfondire la conoscenza delle limitazioni dei sistemi energetici attuali e a identificare le opportunità energetiche emergenti, oltre che ad intensificare gli sforzi nelle campagne di consapevolezza cittadina per promuovere il risparmio energetico. A tale scopo, la presente analisi mira alla formulazione di indirizzi da integrare nel PEAR in considerazione alle nuove sfide climatiche.

2. Climatologia: analisi della variabilità climatica presente e futura

Analisi della variabilità climatica passata e in corso:

Temperature:

Esaminando l'andamento delle anomalie termometriche medie in Lombardia nel periodo 1800-2012 (Figura 1), si osserva che i valori delle anomalie si mantengono relativamente bassi fino al 1860, con un minimo relativo nel 1816, conosciuto anche come l'anno senza estate (dopo un periodo di alta attività vulcanica che si calcola abbia sollevato più di 500 km³ di materiale in atmosfera). Dopo il 1860, le anomalie di temperatura mostrano una tendenza graduale verso valori via via più alti, in particolare nel trentennio 1960-1990, con un massimo relativo nel 1950. Dopo questo massimo relativo si osserva una leggera diminuzione delle temperature medie fino agli anni 70', quando di nuovo le temperature mostrano un trend crescente fino ad arrivare a un massimo relativo nel 2003 con una temperatura media di 1,63 gradi in più rispetto alla media del periodo di riferimento 1961-1990, e il 2007 con 1,67 gradi in più. La situazione lombarda dell'ultimo trentennio (1980-2012) è caratterizzata da un'anomalia delle temperature medie nel Nord d'Italia di circa + 0,2-0,3 °C rispetto al periodo 1968-1996, essendo di un grado di magnitudine simile alle anomalie termiche avvenute nelle altre regioni italiane per lo stesso periodo, che mostrano un'uniformità nell'andamento delle temperature a lungo termine con un aumento dell'ordine di 1 °C per secolo riferito al periodo 1865-2006.

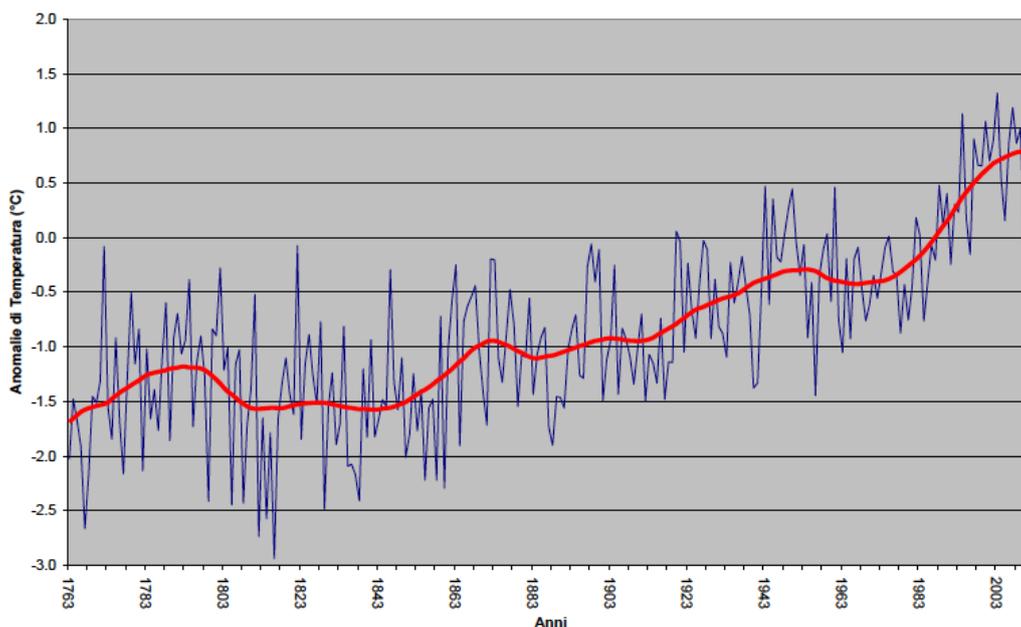


Figura 1 - Valori medi annuali delle anomalie termometriche per il periodo 1800-2012 relativi ad una serie rappresentativa dell'intero territorio lombardo (Maugeri et al 2013 con dati aggiornati della serie ISAC/UNIMI)

Per quanto riguarda le distribuzioni stagionali delle temperature, negli ultimi 3 decenni ci sono state differenze significative tra le anomalie termiche delle diverse stagioni. In particolare, si osserva che il processo di riscaldamento accaduto negli ultimi 20 anni è stato sistematicamente più accentuato durante le stagioni primaverili e soprattutto estive (Figura 2) e meno pronunciato nelle stagioni autunnali e specialmente invernali. Facendo il focus in due dei tre più importanti estremi della serie storica, ossia i valori del 1816, l'anno più freddo, e del 2003, il secondo anno più caldo, è interessante notare che entrambi sono principalmente legati alla stagione estiva. Il terzo estremo -corrispondente al 2007, l'anno più caldo della serie - è collegato invece alla stagione invernale e a quella primaverile, per le quali si sono registrati i valori più alti dell'intera serie, con anomalie di + 3,1 °C e di + 2,9 °C rispettivamente rispetto alle medie stagionali del periodo 1961-1990. Nel 2006, si registrarono anomalie di +2,1 °C durante l'autunno, la massima anomalia registrata su tutto il periodo per questa stagione, precludendo alle forti anomalie degli episodi caldi avvenuti tra l'autunno del 2006 e la primavera del 2007.

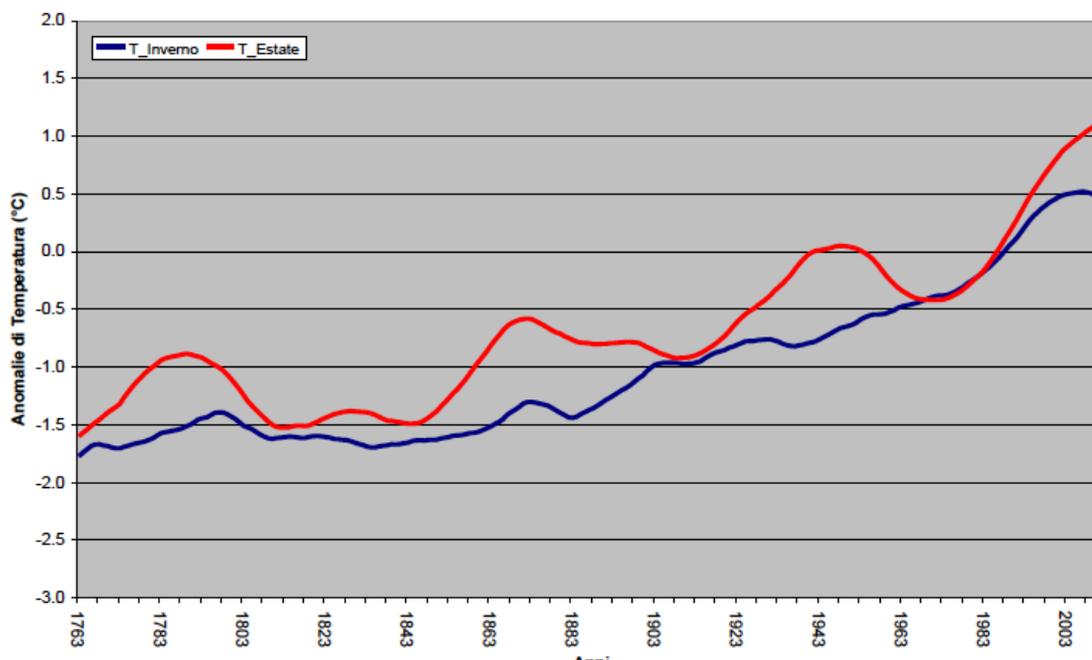


Figura 2 - Valori medi invernali ed estivi delle anomalie termometriche per il periodo 1800-2012 relativi ad una serie rappresentativa dell'intero territorio lombardo; i valori fanno riferimento alle anomalie additive rispetto al periodo di riferimento 1971-2000 Maugeri et al 2013 con dati aggiornati dalla serie ISAC/UNIMI)

Precipitazioni:

Per quanto concerne la serie pluviometrica lombarda dal 1800 al 2011 (Figura 3), si osserva che i massimi pluviometrici si sono verificati attorno al 1800, tra gli anni '40 e gli anni '50 del XIX secolo, intorno all'inizio del 1900, al 1960 e al 1980. I periodi più secchi si sono riscontrati invece intorno al 1990 e negli anni '20 e '40 del XX secolo.

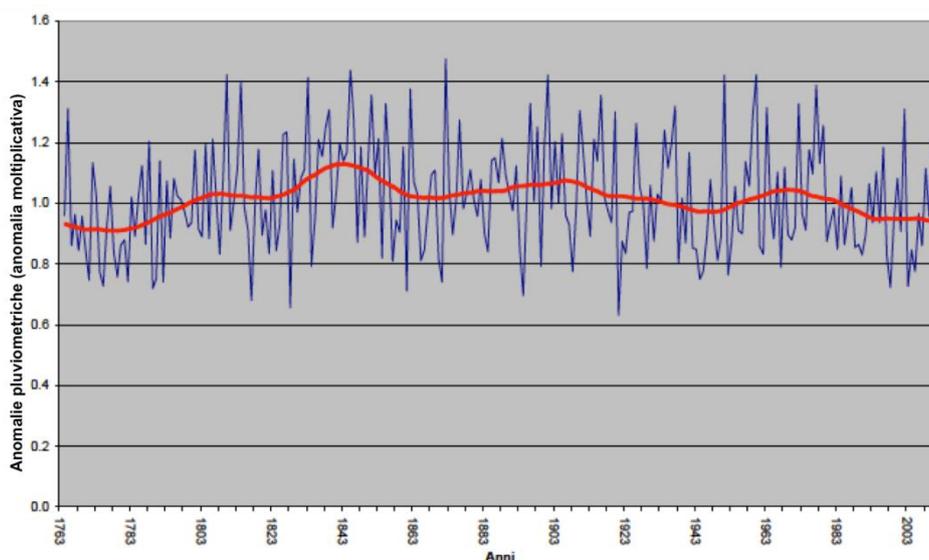


Figura 3 - Valori medi annuali delle anomalie pluviometriche per il periodo 1800-2011 relativi ad una serie rappresentativa dell'intero territorio lombardo (Maugeri et al. 2013 con dati aggiornati della serie ISAC/UNIMI)

Per quanto riguarda l'andamento a lungo termine delle precipitazioni, si può evidenziare la tendenza verso un leggero calo nella quantità totale annua dell'ordine del 5% ogni cento anni, più marcato durante la stagione primaverile, per la quale la diminuzione è prossima al 9% per secolo (Figura 4). Per la stagione autunnale invece si osserva una tendenza inversa caratterizzata da un aumento delle precipitazioni stagionali totali.

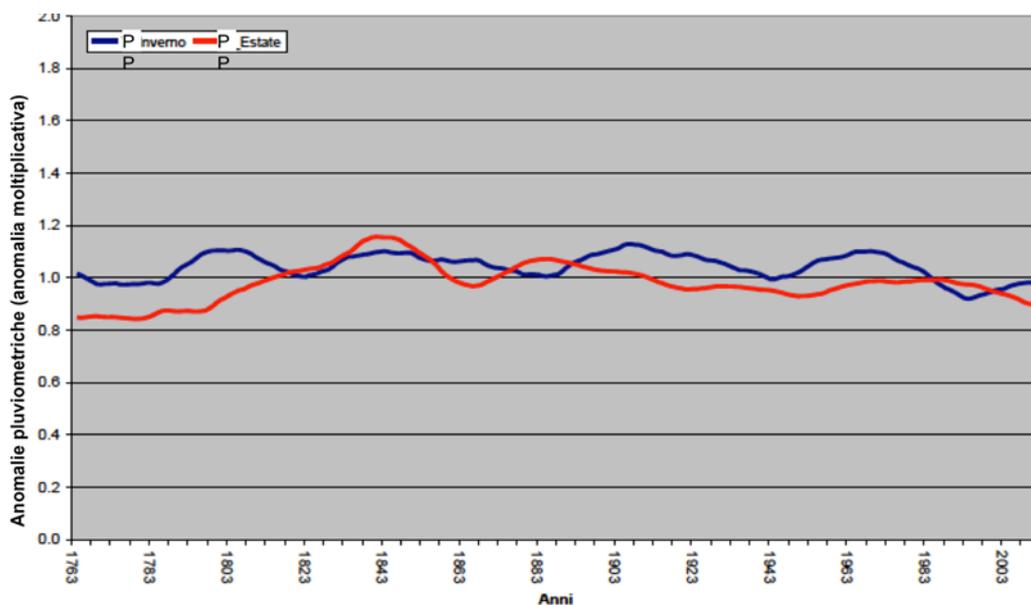


Figura 4 - Valori medi invernali ed estivi delle anomalie pluviometriche per il periodo 1800-2012 relativi ad una serie rappresentativa dell'intero territorio lombardo; i valori fanno riferimento alle anomalie moltiplicative rispetto al periodo di riferimento 1971-2000 (Fonte da Maugeri et al 2013 con dati aggiornati dalla serie ISAC/UNIMI)

Notevolmente significativa è invece la diminuzione nel Nord d'Italia del numero totale di eventi precipitativi negli ultimi 120 anni. In particolare, durante il periodo 1880-2002 si è osservata una sensibile ma altamente significativa diminuzione del numero di giorni piovosi, di circa il 6% (Figura 5 a sinistra). Tale andamento non interessa in maniera uniforme tutta la distribuzione statistica delle piogge giornaliere, bensì presenta comportamenti opposti se si considerano gli eventi di bassa intensità e quelli più intensi, essendo in calo i primi ed in aumento gli ultimi, verificandosi pertanto una tendenza verso un'accentuazione dell'intensità delle precipitazioni. In particolare, si stima che attualmente le precipitazioni siano circa due volte più intense che 120 anni fa (Fig. 5 b a destra).

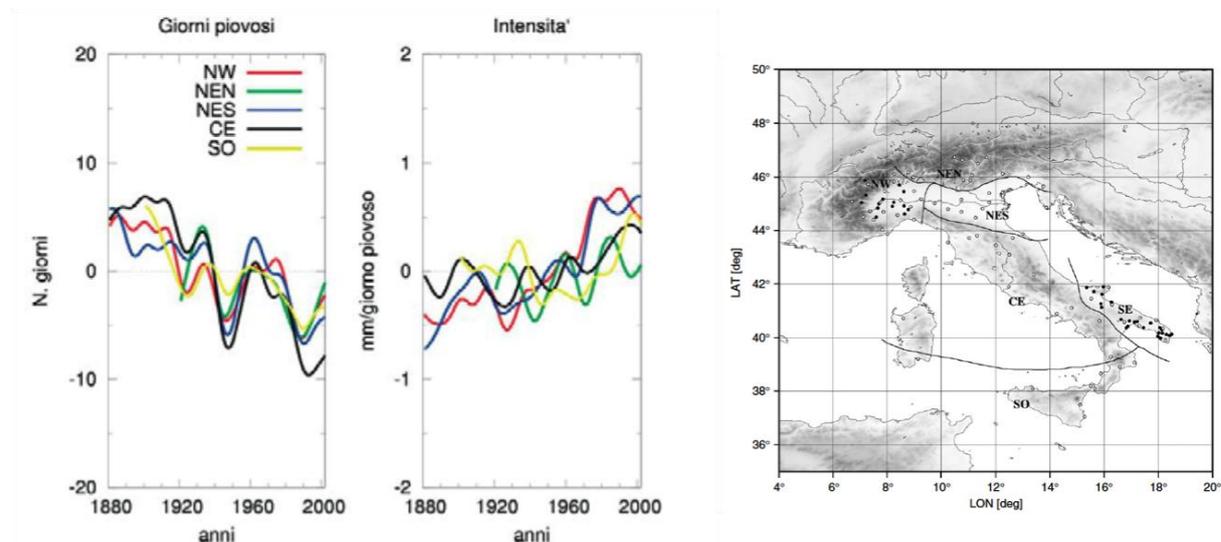


Figura 5 - Sinistra: serie annuali relative al numero di giorni piovosi e all'intensità delle precipitazioni per le cinque regioni. Le serie sono rappresentate mediante un filtro gaussiano con deviazione standard pari a 5 anni (Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima del CNR)- Destra: suddivisione dell'Italia in subregioni di comportamento simile delle precipitazioni giornaliere, secondo un'analisi PCA (Analisi delle Componenti Principali) delle serie temporali di precipitazioni giornaliere del periodo 1880-2002 (Brunetti et al., 2006).

2.1 I modelli climatici

Nel corso degli anni 90 molti gruppi di ricerca hanno dimostrato la considerevole affidabilità delle stime quantitative ottenute con i modelli climatici (Breugem, 2007; von Storch, 2008). Secondo gli esperti in modellistica climatica, i risultati sono più affidabili quanto più grande è la scala spaziale di studio. Sebbene i diversi modelli di circolazione generale (AOGCMs) producano risultati soddisfacenti su scala emisferica e continentale, la loro risoluzione (dimensione della griglia pari a 100 km) non è adeguata al loro utilizzo per indirizzare iniziative di adattamento a scala regionale, essendo necessaria a questo scopo una più accurata risoluzione spaziale, dell'ordine di decine di chilometri. La loro utilità nell'identificare gli impatti del cambiamento climatico o disegnare e indirizzare misure di adattamento rimane limitata dal fatto che fattori così importanti nel condizionamento del clima a livello regionale come la topografia o la presenza di corpi d'acqua sono semplificati e quindi non considerati approfonditamente. Specialmente in una regione come la Lombardia, dove le diverse caratteristiche climatiche del territorio sono il risultato delle interazioni tra la circolazione globale dell'atmosfera, l'elevata eterogeneità spaziale e diversità orografica, è necessario considerare i risultati dei modelli regionali di circolazione (RCMs) per ottenere delle proiezioni climatiche attendibili. Tuttavia, le proiezioni effettuate su scale spaziali più piccole, come nel nostro caso il livello regionale, sebbene teoricamente più adeguate, sono caratterizzate da una maggiore incertezza nelle previsioni e nell'affidabilità statistica dei risultati. Concretamente per quanto riguarda la variabilità futura delle precipitazioni, i risultati dei diversi modelli presentano particolari incertezze: la complessa relazione tra gli eventi piovosi e le caratteristiche orografiche e

geografiche del territorio, particolarmente eterogenee nel Nord d'Italia, unitamente ai molteplici fattori locali che entrano in gioco nel determinare il comportamento delle precipitazioni in ogni punto del territorio, fanno sì che realizzare proiezioni future sia particolarmente complesso. Inoltre, bisogna considerare che la scienza della climatologia si basa sull'analisi dei trend osservati e sulla simulazione del clima attraverso modelli numerici ed ha quindi la peculiarità di non poter essere validata con esperimenti controllati. Per ultimo, non va dimenticata l'incertezza legata ai futuri scenari emissivi, la cui evoluzione dipende da future decisioni politiche che andranno quindi ad incidere nella forzante radiativa totale nei prossimi decenni.

2.2 Variabilità climatica futura

L'obiettivo di questa sezione è presentare un quadro sinottico aggiornato dei principali risultati delle proiezioni climatiche future ottenute attraverso modelli globali di circolazione (i cosiddetti AOGCMs, Coupled Atmosphere-Ocean General Circulation Models, Washington and Parkinson, 1986) e soprattutto, Modelli Regionali di Circolazione (Regional Circulation Models, RCMs, Giorgi, 2006). I risultati sono presentati in un formato sintetico, attraverso una tabella che riporta nelle righe le variabili climatiche d'interesse e, nelle colonne, i valori di cambiamento previsti (in termini di anomalie previste rispetto ai valori di un periodo di riferimento) per due orizzonti temporali (breve 2021-2050 e lungo termine 2071-2100).

DRIVER Climatico	BREVE TERMINE: 2021-2050 rispetto a 1961-1990			LUNGO TERMINE: 2071-2100 rispetto a 1961-1990		
	Scenario emissivo	A1B		B2	A1B	A2
	Fonte	Cambiamento atteso	Fonte	Cambiamento atteso	Cambiamento atteso	Cambiamento atteso
Temperatura annuale	[1]	(+)	[2]		(+) 3.5-4 °C	
Temperatura stagionale- Inv	[1] [5]	(+) (+) 1.5°C	[3]	(+) 2.8±1 °C		(+) 3.5±0.7 °C
Temperatura stagionale- Pri			[3]	(+) 2.4±1.1 °C		(+) 3.4±1.1 °C
Temperatura stagionale- Est	[1] [5]	(+) (+) 2°C	[3]	(+) 4.1±1 °C		(+) 5±1.5 °C
Temperatura stagionale- Aut			[3]	(+) 3.2±1°C		(+) 4.1±1 °C
Precipitazioni annuali	[1] [5]	(-) (-) 5%	[1]		(-)	
Precipitazioni stagionali- Inv	[1]	(+) 5%	[3]	(+) 10±11%	(-) 40%	
Precipitazioni stagionali- Pri	[1]		[3]	(-) 4±24%		(+) 18±12%
Precipitazioni stagionali- Est	[1]	(-) 10%	[3]; [2]	(-) 18±18%		(-) 8±12%
Precipitazioni stagionali- Aut	[1]		[3]	(-) 7±15%		(-) 30±15%
Numero medio di giorni all'anno con copertura nevosa			[2];[6]		(-) 10-50	
Numero medio di giorni estivi all'anno (T _{max} > 25 ° C)			[2]		(+) 20-50	
Frequenza ondate di calore*	[4]	(+) 3-9 volte più frequenti	[4]		(+) 15-20 volte più frequenti	
Ampiezza ondate di calore**	[4]	(+) 5-5.5 ° C	[4]		(+) 5-5.5 ° C	

Tabella 1- Tabella riassuntiva dei cambiamenti climatici attesi in Lombardia dai principali modelli¹

*Ondata di calore definita in Fischer et al. 2010 come successione di almeno 6 giorni consecutivi in cui la temperatura eccede il 90° percentile del periodo 1961-1990. **Picco di temperatura atteso nella più calda ondata di calore.

I principali modelli climatici concordano nel prevedere per i prossimi decenni un'intensificazione delle tendenze finora evidenziate nelle principali variabili meteo-climatiche, che indurranno importanti effetti nelle caratteristiche climatiche, idrologiche, morfologiche e paesaggistiche della nostra regione.

Temperature:

Per quanto riguarda le temperature, le proiezioni dei principali modelli climatici concordano nel prevedere per il Nord d'Italia un aumento delle temperature medie annuali per il periodo 2021-2050 di circa 1 °C (rispetto al periodo di riferimento 1961-1990), con aumenti più intensi soprattutto nella stagione estiva (+ 2 °C) e invernale (+1 °C). Anche per quanto concerne

¹ [1] Modello ENSEMBLES Europa (ClimateAdapt), risoluzione 25 km²; [2] Modello ENSEMBLES Europa (ClimateAdapt), risoluzione Nuts3 (Province); [3] Modello PRUDENCE Nord d'Italia (Coppola and Giorgi 2010); [4] Modello ENSEMBLES Europa (Fischer et al. 2010); [5] Modello CIRCE Regione Mediterranea (Gualdi et al. 2013); [6] Modello CLM Arco Alpino (Lautenschlag et al. 2008).

le proiezioni a lungo termine (2071-2100), i principali modelli concordano nel prevedere la continuità delle tendenze finora ricavate, con un aumento delle temperature medie di circa +3,5 °C entro la fine del periodo considerato. Ci si aspettano differenze nell'entità dell'aumento per le diverse stagioni, con valori di aumento relativo più bassi per la stagione invernale (tra il 2,5-3,5 °C), e aumenti fino a circa 3,5-5 °C per il periodo estivo, mentre le altre stagioni presentano valori di aumento relativo intermedi (Coppola e Giorgi. 2010). È da notare che, nel caso specifico delle aree alpine lombarde, è previsto un incremento delle temperature leggermente superiore rispetto a quello atteso nelle aree di pianura (circa 2 °C a fronte di 1 °C per il periodo 2021-2050, e 4,1 °C a fronte di 3,5 °C per il secondo periodo considerato, che sarà più accentuato nelle quote superiori ai 1.500 m di altitudine; Lautenschalger et al., 2008).

Precipitazioni:

Per le precipitazioni, le proiezioni per il periodo 2021-2050 non indicano una variazione statisticamente significativa nei valori medi annuali. Per quanto riguarda invece la distribuzione stagionale delle precipitazioni, i principali modelli proiettano un leggero incremento nelle precipitazioni invernale di circa 5% rispetto al periodo di riferimento, e una diminuzione attorno al -10% delle precipitazioni estive per l'intera regione, che sarà invece di minore ordine di grandezza nelle aree alpine (riduzione prevista del -3%) secondo il modello Circe ENSEMBLES (Gualdi et al. 2013). Per quanto riguarda le proiezioni a lungo termine (2071-2100), analogamente ai risultati del periodo anteriore, non sono state rilevate evidenze chiare o statisticamente significative di una variazione dei valori medi annuali di precipitazioni. Sono previsti invece cambiamenti nella distribuzione stagionale delle precipitazioni, la cui magnitudine varia considerevolmente secondo gli scenari emissivi considerati. Per quanto riguarda le proiezioni realizzate da Coppola e Giorgi (2010), ci si aspetta tanto per lo scenario A2 (concentrazioni maggiori di CO₂) come per il B2 (valori più bassi di emissioni di CO₂) una tendenza abbastanza robusta verso una diminuzione delle precipitazioni di circa -18% per la stagione estiva. Per la stagione invernale ci si aspetta un leggero aumento delle precipitazioni di circa +10% rispetto al periodo di riferimento. Per le altre stagioni le previsioni non sono molto robuste, e indicano una leggera diminuzione delle precipitazioni in autunno (intorno al -7%) e primavera (intorno al -4%).

Copertura nevosa:

È previsto per i prossimi decenni che, a causa all'incremento delle temperature, si registri una diminuzione sia nella quantità di precipitazioni nevose, che nella durata del manto nevoso al suolo. Per quanto riguarda le precipitazioni nevose, è previsto che esse sperimentino una riduzione media di circa il 35%, meno accentuata alle quote comprese tra i 1500-2000 m (-20%), accompagnata da un incremento della quantità e intensità delle precipitazioni liquide

(Beniston, 2006). Per quanto concerne invece la durata del manto nevoso, è previsto che a quote inferiori ai 1400 m ci sia una riduzione della durata annuale dell'innevamento di circa il -35% per ogni °C di aumento della temperatura media. Effetti meno pronunciati, ma comunque importanti, si produrrebbero a quote superiori, con una perdita prevista nello spessore medio del manto pari al 15% a 1.850 m e al 12% a circa 2.300 m per ogni °C in più nella temperatura dell'aria (Lautenschlager, 2008).

Ondate di calore:

Le proiezioni future ottenute da diversi modelli climatici prevedono un incremento significativo della persistenza delle ondate di calore, sia in termini di frequenza che in termini di intensità (Figura 6). In particolare, per il Nord d'Italia è previsto un aumento dei giorni di estrema calura per stagione estiva di circa +13-30 giorni nel periodo 2021-2050 e circa +45-60 giorni per il periodo 2071-2100 (Fischer et al., 2010). Ciò corrisponde a un aumento del numero medio di ondate di calore da 1 episodio ogni 3 o 4 stagioni estive (1961-1990) a 2 o 3 ondate di calore ogni estate per il periodo 2071-2100. Inoltre si prevede che la temperatura massima raggiunta durante questi eventi estremi si innalzerà di circa 2 gradi per il periodo 2021-2050, e di quasi 5 gradi per il periodo 2071-2100 rispetto al 1961-1990.

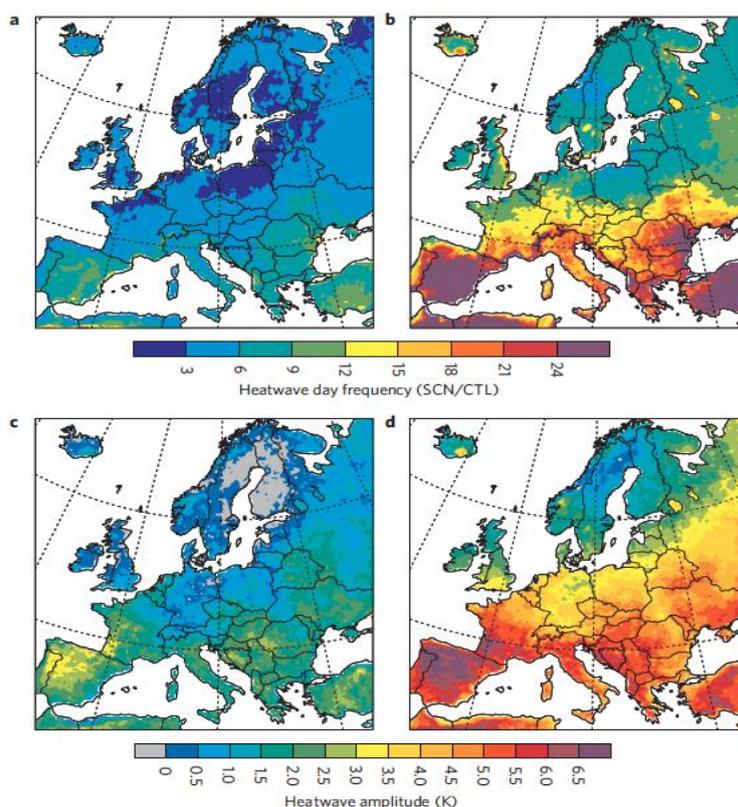


Figura 6 - Incremento nella frequenza (in giorni) e nell'intensità (in °C) delle ondate di calore proiettate per il periodo 2021-2050 (a,c) e il periodo 2071-2100 (b,d) rispetto al periodo di riferimento 1961-1990. Scenario A1B. (Fischer et al., 2010)

3. Analisi degli impatti e vulnerabilità del settore energetico Regionale al cambiamento climatico

Il cambiamento climatico influenzerà il settore energetico lombardo sia attraverso i suoi effetti sulla produzione di energia sia attraverso modificazioni nella struttura della domanda. Per quel che riguarda l'offerta energetica, la produzione idroelettrica, termoelettrica e solare saranno le fonti energetiche principalmente influenzate dai cambiamenti climatici. Le variazioni attese nella quantità e nella distribuzione spaziale e temporale delle precipitazioni, la riduzione delle portate dei fiumi e l'insufficiente capacità di accumulo potrebbero, come già successo nel decennio scorso, ridurre la capacità di produzione idroelettrica in Lombardia. Inoltre, la riduzione nei prossimi decenni delle portate fluviali accompagnata da un aumento della temperatura dei corsi d'acqua determineranno probabilmente limitazioni della capacità di produzione di energia termoelettrica a causa di una minore efficienza dei sistemi di raffreddamento delle centrali, soprattutto durante la stagione estiva. Effetti positivi sono invece da attendersi sull'idoneità del territorio lombardo alla produzione di energie alternative, in particolare solare fototermico e fotovoltaico, a causa di una maggiore insolazione legata alla diminuzione della copertura nuvolosa. L'incremento nella frequenza e intensità dei fenomeni meteorologici estremi potrà invece comportare una minaccia per il sistema produttivo energetico dal punto di vista delle infrastrutture di accumulo, trasmissione e distribuzione dell'elettricità. Per quanto riguarda la domanda energetica lombarda, è prevedibile che con l'aumento delle temperature medie ci sarà durante la stagione invernale una minore richiesta di energia per il riscaldamento, mentre nella stagione estiva ci si può attendere un incremento della richiesta energetica a scopi di raffreddamento e condizionamento (Parry et al., IPCC, 2007).

Impatti identificati	Valutazione quantitativa	Valutazione semi quantitativa	Valutazione qualitativa
Impatti previsti sulla produzione energetica			
Diminuzione della capacità di produzione di energia idroelettrica	-	SI	-
Emergere di nuove problematiche/ restrizioni connesse alla produzione di energia termoelettrica	-	-	SI
Incremento dei conflitti tra il settore energetico e gli altri utilizzatori delle risorse idriche	-	-	SI
Incremento delle spese per manutenzione/protezione e ripristino delle infrastrutture del settore energetico, per maggiore rischio di eventi estremi	-	-	SI
Impatto positivo nella idoneità del territorio per produrre energie rinnovabili	-	-	SI
Impatti previsti sulla domanda di energia elettrica			
Variazione stagionale della domanda di energia elettrica	SI	-	-

Tabella 2 - Impatti del cambiamento climatico sul settore energetico lombardo

3.1 Impatti previsti sulla produzione di energia

3.1.1 Diminuzione della capacità di produzione di energia idroelettrica

La potenza idroelettrica installata in Lombardia nell'ultimo decennio è cresciuta di circa il 9% (Figura 7), mentre la produzione idroelettrica ha registrato un andamento fortemente ondulante: riduzione complessiva di circa il 35% tra il 2000 e il 2005, quindi si è verificata l'impennata del 60% rispetto al picco positivo del 2010, per poi assestarsi tra il 2012 e il 2013 con un lieve decremento del 10% rispetto al 2010.



Figura 7- Andamento della produzione idroelettrica lorda e potenza installata in Lombardia nel periodo 2000-2013 (Elaborazioni Divisione Energia Infrastrutture Lombarde su dati Terna e GSE 2013)

La quantità di energia elettrica che può essere generata dalle centrali idroelettriche dipende non solo dalla capacità di generazione installata, ma anche dalle variazioni dei flussi d'acqua ai serbatoi delle centrali. La dotazione idrica dipende in grande misura dalla stagionalità del ciclo idrologico, e concretamente dal regime delle precipitazioni e dai cicli di scioglimento delle nevi e dei ghiacciai. Il cambiamento climatico sta causando nella nostra regione considerevoli cambiamenti in queste variabili climatiche con prevedibili effetti sulla capacità d'accumulo. Durante le stagioni autunnale ed invernale, si sta verificando una riduzione degli apporti nivo-

glaciali, mentre la stagione primaverile è marcata da un raggiungimento veloce della massima capacità d'invaso dei bacini con la conseguente impossibilità di accumulare il surplus di risorsa idrica, da sfruttare successivamente nei periodi estivi di picco della domanda energetica. I cambiamenti in atto delle variabili climatiche hanno già provocato episodi di diminuzione consistente nella disponibilità idrica complessiva del sistema idroelettrico lombardo e conseguente diminuzione del potenziale idroelettrico.

Per quanto riguarda le previsioni future, nei prossimi anni la situazione sembrerebbe destinata ad aggravarsi per l'ulteriore evoluzione nel regime delle precipitazioni e l'incremento in frequenza e intensità dei periodi siccitosi. Secondo diversi studi sull'evoluzione del potenziale idroelettrico futuro dell'Europa (Lehner et al., 2005 e Van Vliet et al., 2012), nel Nord d'Italia questo potenziale potrebbe ridursi di circa il 5% nel 2020 e dal 20 al 30 % nel 2070 (Figura 8).

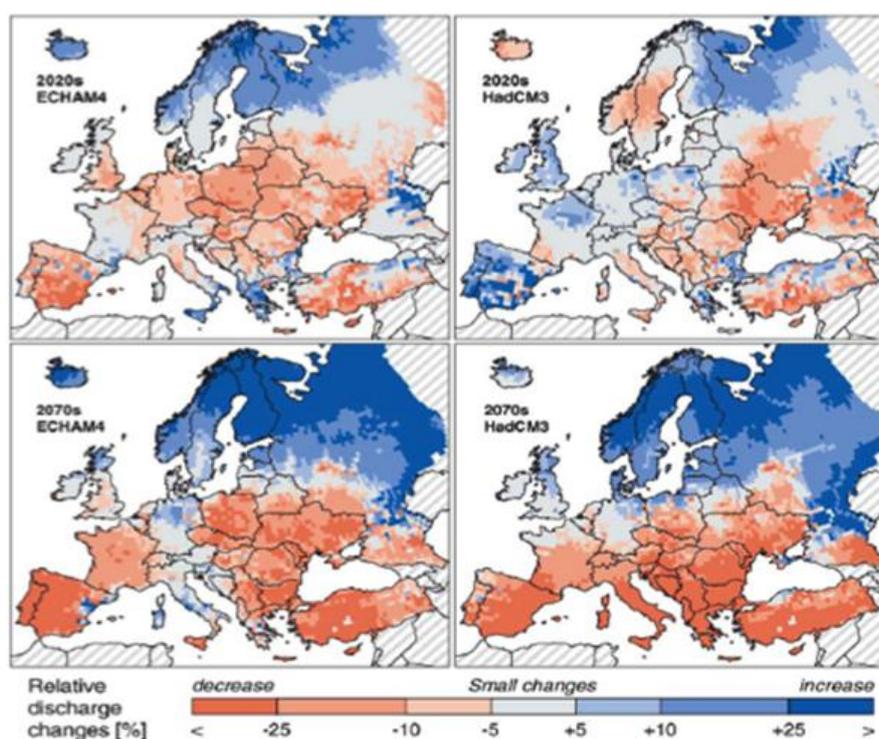


Figura 8 - Cambiamenti relativi dei volumi di deflusso dei fiumi europei rispetto alla media del periodo di riferimento 1961-1990, al 2020 e al 2070, sulla base degli output dei modelli climatici ECHAM4 scenario-B1- e HadCM3 scenario -A2-(Lehner et al., 2005)

Una stima quantitativa precisa dell'entità di queste previsioni non è ancora possibile, sia per la difficoltà di reperire informazioni anche solo sulle modalità attuali di gestione dei bacini per uso idroelettrico, sia per il notevole livello di incertezza associato alla stima delle precipitazioni future, non solo quelle medie annuali o mensili, ma soprattutto quelle di breve durata, che sono fondamentali per la determinazione degli afflussi e la formazione delle piene.

3.1.2 Diminuzione dell'efficienza nella produzione di energia termoelettrica

Per quel che riguarda il potenziale energetico nel campo termoelettrico, è stato dimostrato che il cambiamento climatico può influenzare la produzione di elettricità attraverso la modifica dell'efficienza del ciclo di produzione e la riduzione delle risorse idriche disponibili per scopi di raffreddamento (Wilbanks et al., 2007). L'incremento della temperatura dell'atmosfera ha come conseguenza la riduzione del rendimento del processo di trasformazione termoelettrico per una riduzione della densità dell'aria di alimentazione delle turbine (Hewer et al., 2006), mentre le elevate temperature dell'aria e dell'acqua rendono il processo di raffreddamento difficoltoso e impongono di diminuire la capacità di produzione. L'aumento della temperatura media dell'acqua e dell'atmosfera possono risultare complessivamente in una diminuzione dell'efficienza media, con crolli più drammatici in concomitanza delle ondate di calore (Commissione Europea, 2009; Eskeland et al., 2008). Inoltre, l'incremento delle temperature delle acque interne (Figura 9) assieme alla prevista riduzione dei volumi di deflusso nei corsi d'acqua possono portare in futuro all'incompatibilità tra le necessità di scarichi termici e il mantenimento del deflusso minimo vitale e della qualità dei corsi d'acqua stabilito dalla direttiva quadro delle acque 2000/60/EC.

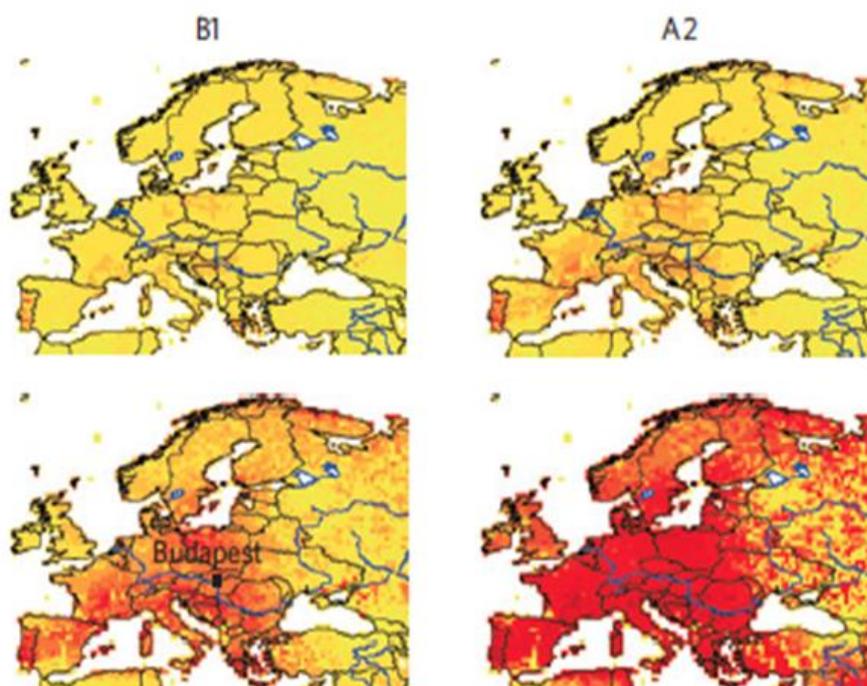


Figura 9 - Previsioni dell'incremento della temperatura delle acque superficiali in Europa per il trentennio 2031-2060 (mappe in alto) e il trentennio 2071-2100 (mappe in basso) per lo scenario emissivo B1 (mappe a sinistra) e A2 (mappe a destra) (Van Vliet et al., 2012)

In Lombardia, le problematiche derivanti dal cambiamento climatico nel settore termoelettrico sono particolarmente gravi poiché l'approvvigionamento elettrico lombardo dipende in larga misura da questa fonte di energia. Nel 2010 gli impianti di generazione elettrica sul territorio regionale hanno raggiunto una potenza complessiva di 21,2 GW_{el}, tra cui il più importante contributo è rappresentato dal settore termoelettrico con un 59% della potenza complessiva regionale, seguito dal settore idroelettrico (24%) e fotovoltaico (9%) (Figura 10).

L'incremento della potenza installata in Lombardia nel periodo 2000-2012 è stato di 7,5 GW_{el} con una crescita di oltre il 55%, legata alla realizzazione di grandi centrali termoelettriche a ciclo combinato, alimentate principalmente a gas naturale, e al fotovoltaico.

In questa condizione, modeste variazioni della temperatura ambientale possono determinare un significativo calo nella produzione di energia in regioni con una grande quota della produzione di energia termica da termoelettrico come nel caso della Lombardia. Va evidenziato il fatto che negli ultimi anni si è registrato un forte impatto delle dinamiche di mercato sulla produzione elettrica, come illustrato nel Capitolo 3 del PEAR. Tale impatto ha determinato sensibili cali di produzione di energia da parte delle centrali termoelettriche a prescindere da situazioni ambientali e meteo-climatiche.

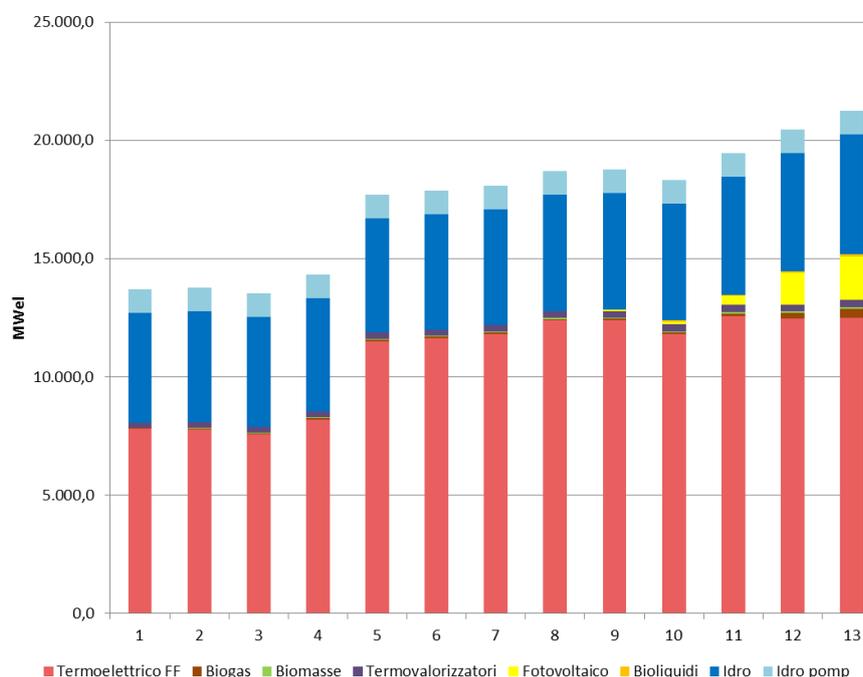


Figura 10 - Potenza lorda di generazione elettrica in Lombardia, in MW (2000-2010) Fonte: ARPA Lombardia, elaborazione Eupolis su dati Terna 2011.

3.1.3 Incremento dei conflitti tra il settore energetico e gli altri utilizzatori delle risorse idriche

L'aumento delle derivazioni nel settore idroelettrico per cercare d'incrementare la capacità di produrre energia, assieme al maggiore fabbisogno di acqua del settore termoelettrico a scopi di raffreddamento, dovranno fare i conti con gli altri grandi utilizzatori della risorsa. Oltre alle tensioni derivate dal mantenimento del deflusso minimo vitale, ci saranno, come già successo nelle crisi idriche del 2003 e 2007, conflitti nella gestione degli invasi per le concessione irrigue, il turismo e l'uso civile e industriale della risorsa.

3.1.4 Incremento delle spese di manutenzione, protezione e ripristino delle infrastrutture del settore energetico

Molte infrastrutture correlate ai sistemi di trasmissione energetica attraversano il Nord d'Italia proprio in aree in cui i cambiamenti climatici stanno provocando un incremento della frequenza e intensità dei fenomeni alluvionali, di destabilizzazione dei pendii e di movimenti di massa tipo colate detritiche e frane di crollo. Inoltre, eventi atmosferici estremi, come ad esempio i venti forti e la conseguente caduta di alberi, possono danneggiare la rete di distribuzione e portare a interruzioni nella distribuzione di energia. Infine, durante le ondate di calore estive, si possono verificare guasti nei trasformatori di potenza elettrica a causa delle alte temperature (Karl et al., 2009 e Sathaye et al., 2011). È necessario valutare se la sicurezza di queste reti richiede l'adozione di provvedimenti specifici per evitare o mitigare i danni potenziali dei cambiamenti climatici alle infrastrutture legate ai processi di trasformazione e di trasporto dell'energia.

3.2 Impatto positivo sull'idoneità del territorio alla produzione di energia solare

I cambiamenti climatici possono influenzare la generazione di energia solare attraverso la modifica dei parametri climatici che interessano il processo. La modifica del contenuto atmosferico di vapore acqueo, la variazione nell'indice di nuvolosità o il cambio delle caratteristiche delle nuvole hanno infatti effetti diretti sulla trasmissività dell'atmosfera ai raggi solari. La variazione di questi parametri può avere impatti sulla produzione di energia elettrica fotovoltaica e sulla produzione foto termica, impatti di diversa tendenza e segno a secondo delle aree del mondo considerate.

In Europa, compreso il Nord d'Italia, ci si aspetta un impatto positivo in termini di aumento dell'incidenza di irraggiamento solare pari al 5,8% nel prossimo secolo (Bartók et al., 2010). Uno studio recentemente pubblicato sull'impatto del cambiamento climatico nella produzione di energia fotovoltaica e fototermica, sostiene che per il periodo 2051-2080 il potenziale di produzione di energia fototermica (CSP in inglese) è destinato ad aumentare di circa il 10%

rispetto al 2010, mentre ci si aspetta un incremento pari al 3,5% nel caso della produzione di energia fotovoltaica (PV)(Crook et al ., 2011).

3.2.1 Variazione stagionale della domanda di energia elettrica

Diversi studi concordano nell'affermare che i consumi di energia varieranno stagionalmente a causa dei cambiamenti climatici.

Da un lato l'aumento delle temperature medie e massime porteranno a un incremento del fabbisogno energetico estivo dovuto al maggiore ricorso ad impianti di condizionamento nel settore civile, industriale e dei servizi a scopi di raffreddamento per mantenere i livelli di confort termico (Parry et al., 2008: EEA). Anche la necessità di difendersi contro l'incremento in frequenza e intensità delle ondate di calore comporteranno inevitabilmente un aumento dei consumi energetici di fino il 50% per il 2080 rispetto al periodo di riferimento 1961-1990 (Livermore., 2005). Già durante l'ondata di calore del 2003 l'incremento nella vendita di condizionatori nel Nord d'Italia fu di 45% rispetto all'anno precedente (CO.EAR., 2004). Di fronte all'incapacità di far fronte al picco di domanda, nel 2003 fu necessario effettuare diversi blackout controllati con considerevoli danni al settore produttivo.

Nell'ambito del progetto europeo ENSEMBLES 2009, si è proceduto alla valutazione quantitativa dell'incremento potenziale di domanda energetica annua a scopi di raffreddamento in Europa (Cooling Degree Days indicator) per il trentennio 2021-2050 rispetto al periodo di riferimento 1960-1989 (Figura 11). L'indicatore in questione fa riferimento all'incremento delle necessità di raffreddamento, riferito alla somma delle deviazioni di temperatura effettiva in relazione a una temperatura di base per un determinato periodo di tempo. Il valore di base è definito come la temperatura alla quale non vi è alcun bisogno di refrigerazione (Schaeffer et al., 2012).

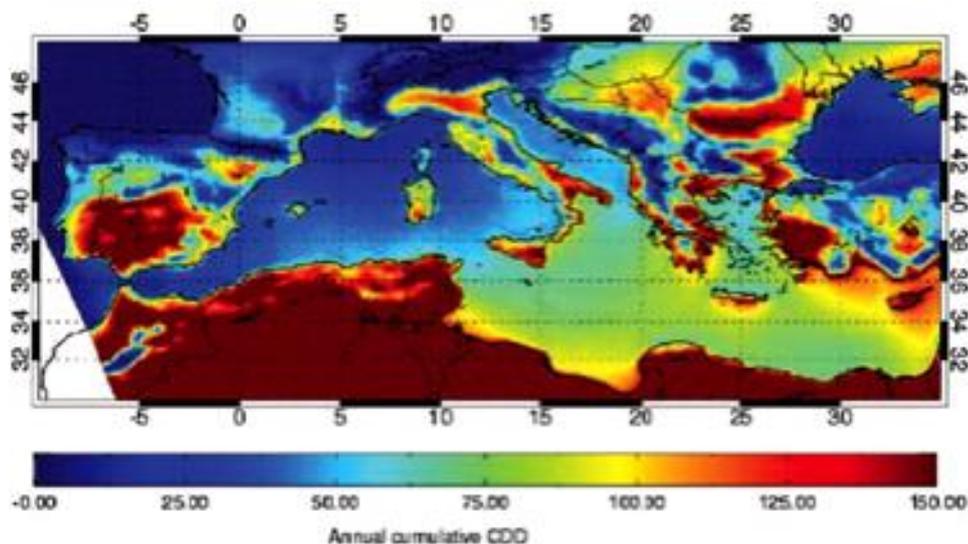


Figura 11- Proiezione dell'incremento potenziale di domanda di energia annua a scopi di raffreddamento (CDD indicator) per il 2021-2050, rispetto al periodo di riferimento 1961-1990 (ENSEMBLES 2009)

Per quel che riguarda il Nord d'Italia, si prevede un incremento di circa 100 unità dell'indicatore, corrispondenti all'incremento della domanda energetica annua cumulata per scopi di raffreddamento rispetto ai periodi di riferimento, 1961-1990. Questo valore può essere facilmente tradotto in termini di energia richiesta mediante la seguente equazione:

$$Q = P_{\text{specific}} \times 24 \times D / 1000 \text{ [kWh]}$$

Dove Q rappresenta l'energia total consumata (in kWh), P_{specific} è il tasso di perdita di calore, specifico per ogni abitazione, e D è la domanda energetica annua in giorni.

Bisogna inoltre considerare che il picco di domanda elettrica necessaria per il raffreddamento avviene in un periodo dell'anno in cui la capacità di produzione di energia idroelettrica diminuisce per la minore disponibilità di acqua. In un sistema energetico come quello della Lombardia caratterizzato da un contributo dei processi di trasformazione energetica basati su combustibili fossili (principalmente gas naturale o metano) di circa 70%, le emissioni nette di CO₂ potrebbero aumentare considerevolmente (Eskeland et al., 2008).

D'altro lato è previsto che, a causa dell'incremento delle temperature medie e minime, i consumi di energia per scopi di riscaldamento nella stagione invernale diminuiscano considerevolmente. Alcuni studi assicurano che i giorni di necessità di riscaldamento per arrivare a temperature ottimali di comfort termico si ridurranno di 2 o 3 settimane ogni anno per il 2050 rispetto al periodo di riferimento nella regione mediterranea dell'Europa (Ginnakopoulos et al., 2005; Hanson et al., 2006). Analogamente al calcolo quantitativo dell'incremento della necessità di elettricità a scopi di raffreddamento, nel progetto ESEMBLES si è proceduto al calcolo della diminuzione potenziale di domanda energetica per riscaldamento

in Europa, HDD o Heating Degree Days indicator per il trentennio 2021-2050 rispetto al periodo di riferimento 1960-1989 (Figura 12).

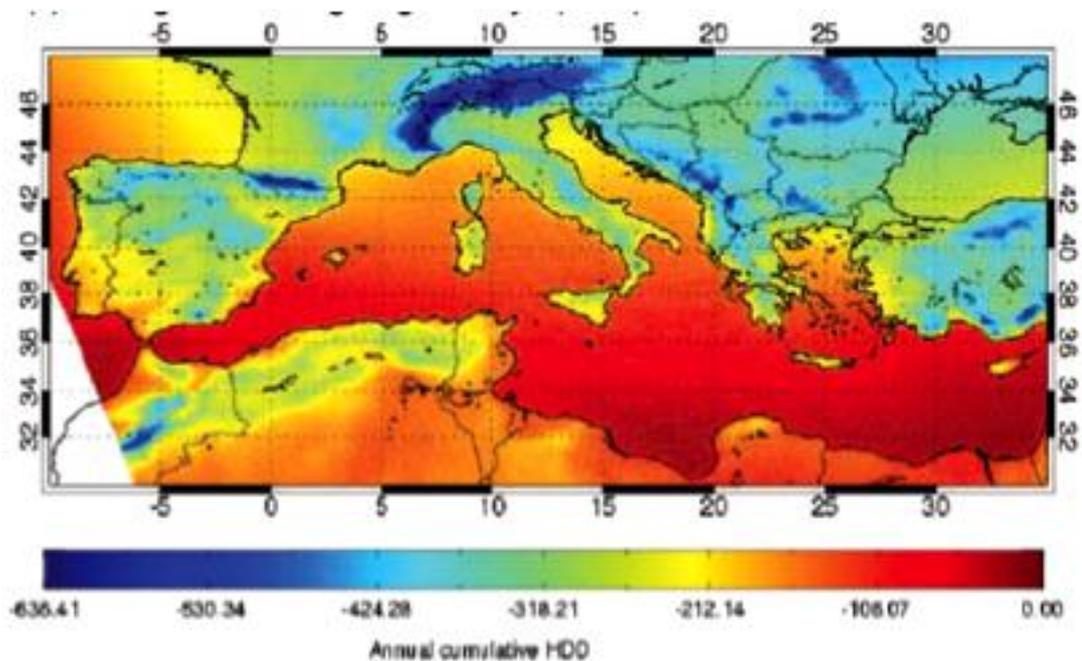


Figura 12- Proiezione della diminuzione potenziale di domanda di energia annua a scopi di riscaldamento (Heating Degree Days indicator) per il 2021-2050, rispetto al periodo di riferimento 1961-1990 (ENSEMBLES 2009)

Per quel che riguarda il Nord d'Italia, ci si aspetta una diminuzione di circa - 400 unità dell'indicatore, corrispondenti alla diminuzione della domanda energetica annua accumulata per scopi di riscaldamento rispetto al periodo di riferimento, 1961-1990. Questo valore può essere facilmente tradotto in termini di energia risparmiata in riscaldamento mediante la stessa equazione della sezione precedente.

Nei confronti dei risultati ottenuti in questa valutazione, bisogna considerare che mentre le esigenze di riscaldamento sono maggiormente soddisfatte dall'uso diretto di combustibili fossili, il raffreddamento avviene sempre attraverso macchine frigorifere ad alimentazione elettrica. Queste ultime vengono quindi a peggiorare il bilancio entropico del sistema energetico (Gaudio e Masullo., 2008), almeno fino quando la produzione di elettricità in Lombardia avvenga prevalentemente utilizzando combustibili fossili nei processi di trasformazione termoelettrica.

4. Proposta d'indirizzi per l'adattamento: Misure identificate nell'ambito delle "linee Guida per il Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico della Lombardia"

Nell'ambito delle "Linee Guida per un Piano d Adattamento al Cambiamento Climatico della Lombardia" sono stati identificati un set di possibili misure di adattamento, che devono essere intese come un primo approccio per la stesura delle future strategie di adattamento al cambiamento climatico del settore energetico regionale. Le misure sono state sviluppate in base alla revisione delle diverse strategie di adattamento e piani di adattamento già implementati in altre realtà europee, gli studi scientifici sulle conseguenze del cambiamento climatico a livello europeo, nazionale e soprattutto regionale, oltre che alle riflessioni e conclusioni rilevate nei workshop formativi intrapresi durante gli incontri settore-specifici avviati durante la redazione delle Linee Guida. Innanzitutto le misure proposte vengono definite attraverso l'ordine di priorità nei principali campi d'azione d'interesse per l'adattamento ai cambiamenti climatici. Si è fatta quindi la distinzione tra proposte di misure specifiche di adattamento per I) l'ambito della pianificazione, II) la gestione delle emergenze e III) le prospettive e raccomandazioni in ricerca e sviluppo. Per ogni uno di questi campi di azione vengono formulati obiettivi di adattamento e in alcuni casi viene suggerito l'orientamento da seguire per conciliare gli obiettivi di adattamento a livello regionale. In questi primo esercizio si è cercato di individuare una serie di misure settoriali il più specifiche e sintetiche possibile, sulla base delle quali possano essere riformulate, in ulteriori fasi di lavoro, delle misure di adattamento concrete e molto più specifiche, sia nel contesto della futura SRACc (Strategia regionale di Adattamento al Cambiamento Climatico) che nell'ambito del PEAR e Piani di attuazione successivi dello stesso (Tabella 3).

Settore colpito	Direzioni generali competenti	Possibili misure di adattamento		
		Pianificazione	Gestione delle emergenze	Prospettive e raccomandazioni in R&S
Approvvigionamento energetico	<p>Ambiente, Energia e Reti</p> <p>Industria, Artigianato</p> <p>Edilizia e Cooperazioni</p> <p>Pianificazioni del Territorio</p> <p>Agricoltura</p>	<p>-Inserire, attraverso l'integrazione nel Programma Energetico Regionale, le strategie di adattamento ai cambiamenti climatici in atto e futuri del settore energetico :</p> <p>. incoraggiare lo sviluppo di sistemi di produzione energetica alternativi in grado di soddisfare le esigenze energetiche future, riducendo la dipendenza nelle fonti di energia fossile, e le emissioni di gas climalteranti (coerente con la politica europea 20-20-20)</p> <p>. favorire la transizione a un modello di generazione distribuita di energia in confronto con l'attuale modello di produzione centralizzata</p> <p>. sostenere e incentivare interventi volti a incrementare il risparmio ed efficienza energetica tramite il ricorso a energie alternative nelle piccole e medie imprese Lombarde (in corso, progetto TREND, Programmazione Comunitaria)</p> <p>. promuovere il dialogo e la collaborazione intersettoriale per la scelta di strategie e misure di adattamento coordinate tra i diversi settori (settore energetico, gestione delle risorse idriche, agricoltura, trasporti, qualità dell'aria e pianificazione territoriale) , in sinergia positiva tra di loro, e in armonia con gli obiettivi comuni di mitigazione</p> <p>.fomentare e incentivare l'edilizia termicamente efficiente e sistemi di climatizzazione passiva, in grado di fare fronte all'aumento della temperatura e ai requisiti di comfort termico a costo energetico basso o "0"</p> <p>. promuovere misure volte al rinverdire e l' allestimento nei centri abitati di aree verdi utili dal punto di vista energetico</p> <p>-Rinforzare gli attuali sistemi di monitoraggio e controllo delle infrastrutture di produzione di energia e i sistemi di previsione dei consumi considerando i mutamenti climatici:</p> <p>. approfondire l'analisi dell'efficienza delle attuali infrastrutture di trasporto di energia e favorire gli interventi volti alla loro ottimizzazione dal punto di vista delle perdite, preferibilmente attraverso l' adeguazione delle infrastrutture già esistenti</p> <p>. monitorare le implicazioni dei cambiamenti climatici nella capacità d'invaso dei bacini e incoraggiare progetti di aumento della capacità ed efficienza di ritenuta</p> <p>. considerare l'evoluzione delle variabili climatiche e le sue implicazioni nel fabbisogno energetico negli attuali sistemi di previsione delle crisi e picchi di domanda</p> <p>-incoraggiare campagne d'informazione per aumentare la consapevolezza cittadina di fronte ai problemi energetici e promuovere la riduzione dei consumi:</p> <p>. ampliare il sistema di incentivi per il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici esistenti e di nuova costruzione</p> <p>.fomentare l'attuale normativa urbanistiche sull'efficienza energetica nel settore edile</p> <p>- Verifica ed eventuale aggiornamento se necessario dei processi autorizzativi e di governo del territorio in considerazione ai cambiamenti climatici in atto e futuri:</p> <p>. introdurre le considerazioni sugli andamenti climatici in atto e futuri nei processi di Valutazione d' Incidenza Ambientale e Valutazione Ambientale Strategica attraverso l'incorporazione di nuovi criteri e prescrizioni nelle infrastrutture energetiche</p> <p>. revisione delle disposizioni legali per l'immissione delle acque di raffreddamento nei corsi d'acqua</p>	<p>- incrementare la capacità di risposta all'aumento della domanda energetica e i processi di gestione dell'emergenza:</p> <p>.rafforzare il servizio di monitoraggio e previsione delle crisi e picchi di domanda (specialmente in estate e durante le ondate di calore)</p> <p>. prevedere sistemi di riserve energetiche per i periodi critici in grado di soddisfare il fabbisogno energetico minimo in caso di <i>blackout</i></p> <p>. individuare misure di emergenza, riduzione e restrizione dei consumi in caso crisi energetica secondo settori</p>	<p>-Ridurre le incertezze concernenti gli impatti dei cambiamenti climatici sulla produzione energetica lombarda:</p> <p>. raffinare le previsioni sull' e evoluzione dei volumi di deflusso a una scala di bacino</p> <p>. sviluppare un sistema di mappe di attitudine/vocazionalità del territorio lombardo per la progettazione di nuove installazioni di produzione di energie rinnovabili (direzione, variabilità e intensità dei venti, nuvolosità ed esposizione alla radiazione solare ecc) considerando i cambiamenti climatici futuri a una scala ragionevole</p> <p>-potenziare lo studio della sensibilità delle principali fonti di energie rinnovabili al cambiamento climatico, considerando le caratteristiche specifiche del territorio lombardo (sfruttare nuove opportunità)</p> <p>. Investire nello sviluppo di nuove tecniche di architettura bioclimatica, edilizia e sistemi di climatizzazione in grado di soddisfare i requisiti di comfort termico, limitando il consumo energetico.</p>

Tabella 3: Misure di adattamento per il settore energetico lombardo.

5. Analisi dei documenti programmatici in atto per l'identificazione delle opportunità per l'adattamento

L'obiettivo ultimo di questo documento è fornire ai decisori politici regionali un'analisi razionale delle diverse alternative di adattamento del settore energetico regionale, per incrementare la sua resilienza agli impatti dei cambiamenti climatici (CC) in atto e futuri, ovvero fornire le informazioni di carattere scientifico-tecniche sulla base delle quali stabilire i criteri per la scelta delle azioni di adattamento più adatte.

La natura intrinsecamente intersettoriale dell'argomento (si pensi alle implicazioni del CC nella gestione delle risorse idriche), oltre al suo carattere multidisciplinare fa sì che la definizione e la successiva adozione di efficaci interventi di adattamento richiedano di un approccio strategico fondato sul coinvolgimento dei gruppi di interesse (i cosiddetti stakeholder) e sull'integrazione delle considerazioni connesse al cambiamento climatico nelle politiche regionali in atto e future. Questo processo, recentemente definito in letteratura internazionale come mainstreaming, è volto a fare dell'adattamento un percorso mirato a rendere le politiche in atto e future "a prova di clima", climate-proofing in inglese (SEA.2013). A tal proposito, nel processo di formulazione di indirizzi per l'adattamento del settore energetico regionale nel PEAR, la creazione di un canale di dialogo tra i consulenti scientifici e gli stakeholder d'interesse dovrebbe essere una delle principali priorità. Tale canale promuove l'interscambio di conoscenze reciproche tra il mondo della ricerca sul CC e i rappresentanti istituzionali regionali che governano e gestiscono il territorio (Ribeiro et al, 2009). In particolare, gli argomenti chiave sono la condivisione dei risultati delle ricerche sull'evoluzione climatica passata e le proiezioni climatiche future, sugli impatti e le vulnerabilità del territorio regionale al cambiamento climatico, la valutazione delle possibili azioni di adattamento e la definizione delle priorità d'intervento (selezione delle opzioni migliori per l'adattamento) e le informazioni necessarie per la definizione degli indirizzi per agevolare il mainstreaming dell'adattamento, in questo caso in riguardo alle politiche Energetiche Regionali attuali e future. Come primo step nel processo di definizione delle migliori opzioni per l'adattamento, si è ritenuto fondamentale realizzare una ricognizione dei documenti programmatici settoriali (politiche, piani e programmi) e altri progetti con ricadute nella gestione del settore energetico Regionale, per rilevare quali di questi documenti possano presentare delle interfacce con il cambiamento climatico o perseguano obiettivi comuni nell'affrontarlo. È stato rilevato pertinente l'identificazione delle principali DG d'interesse sulla tematica. Il gruppo FLA ha iniziato l'identificazione degli obiettivi generali, assi attuativi, specifiche misure e progetti concreti nei quali siano stati trattati, o potessero essere potenzialmente inseriti, gli aspetti o i temi più influenzabili dal cambiamento climatico per la gestione del settore Energetico Lombardo.

Bibliografia

- Abeli T., G. Rossi, R. Gentili, M. Gandini, A. Mondoni & P. Cristofanelli. 2011. Effect of the extreme summer heat waves on isolated populations of two orophitic plants in the N-Apennines (Italy). *Nordic Journal of Botany*, in press
- AdaptAlp, 2011. Climate adaptation and natural hazard management in the Alpine. Space Final Report
- Adaptation to Climate Change National Strategy of Iceland, 2007.
- Adapting to Climate Change in England: A Framework for Action, 2008.
- Adapting to climate change in Switzerland: Challenges, objectives and action areas, 2012.
- Ahlholm JU, Helander ML, Savolainen J, 1998. Genetic and environmental factors affecting the allergenicity of birch (*Betula pubescens* ssp. *czerepanovii* [Orl.] Hamet-ahti) pollen. *Clin Exp Allergy*, 28:1384-1388.
- Alcamo, J.; Floerke, M.; Maerker, M., 2007. Future long-term changes in global water resources driven by socio-economic and climatic changes. *Hydrological Sciences Journal*.
- Alparc — Alpine Network of Protected Areas, 2009. Discover the alpine protected areas . www.alparc.org (Accessed May 2009).
- Ambrosetti, W., Barbanti, L., Carrara, E., 2010. Mechanisms of hypolimnion erosion in a deep lake (Lago Maggiore, N. Italy) *J. Limnol.*, 69: 3-14
- Ambrosetti, W., Barbanti, L., Rolla, A., 2006. Il clima dell'areale del Lago Maggiore durante gli ultimi cinquant'anni. The climate of Lago Maggiore area during the last fifty years, *Journal of Limnology* vol. 65 (Suppl. 1)
- An Overview of Adaptation Strategies for Climate Change Existing in the Baltic Sea Region, 2007.
- Andalusian adaptation program for climate change, 2010.
- Annuario APAT 2005-2006.
- AOGCMs, Coupled Atmosphere-Ocean General Circulation Models, Washington and Parkinson, 1986.
- Arnell, N.; Tompkins, E.; Adger, W. N. and Delaney, K., 2005. Vulnerability to abrupt climate change in Europe , Tyndall Centre for Climate Change Research, Technical Report 34.

- ARPAV. Rapporto annuale 2006.
- Auer, I.; Böhm, R.; Jurkovic, A. et al., 2007. 'HISTALP - Historical instrumental climatological surface time series of the Greater Alpine Region 1760–2003'. *International Journal of Climatology* 27, pp. 17–46.
- Avnery, S; Mauzerall, DL; Liu, J; Horowitz, LW.; 2011b. Global crop yield reductions due to surface ozone exposure: 2. Year 2030 potential crop production losses and economic damage under two scenarios of O3 pollution. *Atmospheric Environment*, 45(13), 2297-2309.
- AVOID Programme 2009-2012. Can we avoid dangerous climate change?
- Badeck, F. W., Lischke, H. K., Bugmann, H., Hickler, T., Hönninger, K., Lasch, P., Lexer, M. J., Mouillot, F., Schaber, J., Smith, B., 2001. Tree species composition in European pristine forests. Comparison of stand data to model predictions. *Climatic Change*, 51
- Baldi, M., Dalu, G., Maracchi, G., Pasqui, M., Cesarone, F., 2006: Heat waves in the Mediterranean: a local feature or a larger-scale effect? *International Journal of Climatology*.
- Ball, Timothy F., 1983. The migration of geese as an indicator of climate change in the southern Hudson Bay region between 1715 and 1851, *Climatic Change* 5 (3): 85–93
- Ballester F, Corella D, Perez-Hoyos S, Saez M et al. (1997). Mortality as a Function of Temperature. A Study in Valencia, Spain, 1991-1993. *Int J Epidemiol* 1997, 26.
- Barthel R., Janisch S., Schwarz N., Trifkovic A., Nickel D., Schulz C., Mauser W., 2008. An integrated modelling framework for simulating regionalscale actor responses to global change in the water domain. *Environmental Modelling and Software* 23: 1095-1121.
- Basque plan to combat climate change 2008-2012.
- Battisti, A.; Stastny, M.; Buffo, E.; Larsson, S.; 2006. A rapid altitudinal range expansion in the pine processionary moth produced by the 2003 climatic anomaly. *Global Change Biol.* 12:662-671.
- Beggs PJ, 2009. Plant Food Allergens: Another Climate Change–Public Health Link. *Environ Health Perspect* 117:A191-A191.
- Beniston, M., 2007. Linking extreme climate events and economic impacts: Examples from the Swiss Alps. *Energy Policy* 35: 5384–5392.
- Beniston, M.; Stephenson, D. B.; Christensen, O. B.; Ferro, C. A. T.; Frei, C.; Goyette, S.; Halsnaes, K.; Holt, T.; Jylhä, K.; Koffi, B.; Palutikoff, J.; Schöll, R.; Semmler, T. and Woth, K., 2007. Future extreme events in European climate: An exploration of regional climate model projections. *Climatic Change* 81: 71–95.

- Bettini S.; Gramiccia M.; Gradoni L.; Atzeni M. (1986b). Leishmaniasis in Sardinia: II. Natural infection of *Phlebotomus perniciosus* Newstead, 1911, by *Leishmania infantum* Nicolle, 1908, in the province of Cagliari. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 80(3), 458–9.
- Bigano, A. and F. Bosello (2007), “Impacts of Climate Change on Tourism in the Italian Alps: An. Economic Assessment”, report for the ClimChalp Project.
- BMU- Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, 2007a. Time to adapt: climate change and the European water dimension. Symposium Report from the International Symposium. 12–14 February, Berlin, Germany.
- BMU — Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, 2007b. Climate change in the Alps: facts-impacts-adaptation . Berlin, Germany.
- Böhm R., Auer I., Brune M., Maugeri M., Nanni T., Schöner W., 2001. “Regional temperature variability in the European Alps: 1760–1998 from homogenized instrumental time series”, *International Journal of Climatology*, n.21. Disponibile all'indirizzo: http://www.isac.cnr.it/~climstor/print/IJC_21_2001_1779.pdf
- Bosco, C., Ruso, E., Montanarella, L., Olivier, S., 2008: soil erosion risk assessment in the alp area according to IPCC scenarios. JRC Scientific and technical Report, Threats to Soil Quality in Europe. EUR23438 EN, 47-58
- Braga A, Zanobetti A, Schwartz J (2002). The effect of weather on respiratory and cardiovascular deaths in 12 US cities. *Environ Health Perspect*, 110.
- Braga ALF, Zanobetti A, Schwartz J, 2002. The Effect of Weather on Respiratory and Cardiovascular Deaths in 12 U.S. Cities. *Environ Health Perspect* 110:859-863.
- Brunetti, M., Maugeri, M., Monti, F., Nanni, T., 2004. Changes in daily precipitation frequency and distribution in Italy over the last 120 years. *J. Geophys. Res.*
- Brunetti, M., Maugeri, M., Nanni, T., 2002. Droughts and extreme events in regional daily Italian precipitation series. *Int. J. Clim.*
- Brunetti, M., Maugeri, M., Monti, F., Nanni, T., 2006. Temperature and precipitation variability in Italy in the last two Centuries from homogenised instrumental time series. *Int. J. Climatol.*
- Buffo E., Battisti A., Stastny M., Larsson S., 2007. Temperature as a predictor of survival of the pine processionary moth in the Italian Alps. *Agricultural and Forest Entomology* 9: 65-72.
- Buffoni L., Brunetti M., Mangianti F., Maugeri M., Monti F., Nanni T., 2003. Ricostruzione del clima italiano negli ultimi 130 anni e scenari per il XXI secolo. Workshop “CLIMAGRI”, Cagliari, 16-17 gennaio.
- Buma, J., Dehn, M., 2000. The impact of climate change on a landslide in South East

France, simulated using different GCM-scenarios and downscaling methods for local precipitation. *Clim. Res.* (in press).

- California Climate Adaptation strategy, Report to the Governor of the State of California, California Natural Resources Agency, 2009.
- California climate adaptations strategy, 2009.
- Campbell-Lendrum, D; Pruss-Ustun, A; Corvalan, CF; 2003. How much disease could climate change cause? In: *Climate change and human health - risks and responses*. World Health Organization, Geneva.
- Carraro, C. 2008 .Cambiamenti climatici e strategie di adattamento in Italia. Una valutazione economica. Fondazione Eni Enrico Mattei.
- Carraro, C., Crimi, J., Sgobbi, A., 2007. La valutazione economica degli impatti dei cambiamenti climatici in Italia e delle relative misure di adattamento.
- Carraro, C., Sgobbi, A., 2008. *Climate Changes Impacts and Adaptation Strategies in Italy. An Economic Assessment*. Fondazione Eni Enrico Mattei.
- Caserini, S., Pignatelli, R., 2009. Cambiamenti climatici e trasporti: il contesto e gli impatti. In Castellari S., Artale V. (a cura di) *I cambiamenti climatici in Italia: evidenze, vulnerabilità e impatti*. Bologna University Press, Bologna, cap. 18, pagg. 535-556
- Castellari, S., 2009. *I cambiamenti climatici in Italia: evidenze, vulnerabilità e impatti*.
- Catalan plan to combat climate change 2008-2012.
- cCASHh project, 2001-04. *Change and Adaptation Strategies for Human Health in Europe: Cambiamento climatico e strategie di adattamento per la salute umana in Europa*.
- Cecchi L., Morabito M., Domeneghetti M.P., Crisci A., Onorari M., Orlandini S., 2006 Long-distance transport of ragweed pollen as a potential cause of allergy in central Italy. *Ann Allergy Asthma Immunol* 96 ; 86–91.
- CIPRA. *Relazione Annuale*, 2004.
- City of Chicago climate action plan, 2010.
- CLIMALP, *Regional climate change and adaptation*, EEA, 2009.
- ClimAlpTour., 2010; *CAMBAMENTO CLIMATICO E TURISMO*, un progetto europeo per guardare al futuro
- *Climate change and desertification: Where do we stand, where should we go?* Michel M. Verstraete, Andreas B. Brink, Robert J. Scholes, Martin Beniston, Mark Stafford Smith, *Global and Planetary Change* 64 (2008) 105–110.

- Climate change and tourism in the alpine regions of Switzerland, 2007.
- Climate Change and Tourism Responding to Global Challenges, 2008.
- Climate change costs of impacts and lines of adaptation in France, 2009.
- Climate-adapt: European Climate Adaptation Platform, 2012.
- Climate: Observations, projections and impacts, 2010.
- CLIMCHALP. Climate Change Adaptation Strategies in the Alpine Space.
- ClimWatAdapt project, CESR 2012.
- CNR. Dipartimento Terra e Ambiente, 2007.
- Coakley, S.M., 1995: Biospheric change: will it matter in plant pathology? *Can. J. Plant Pathol.* 17, 147-153.
- Combating climate change, the German adaptation strategy, 2009.
- Coppola, E., Giorgi, F., 2010. An assessment of temperature and precipitation change projections over Italy from recent global and regional climate model simulations.
- Corden JM, Millington WM, Mullins J, 2003. Long-term trends and regional variation in the aeroallergens in Cardiff and Derby UK. Are differences in climate and cereal production having an effect? *Aerobiologia*, 19:191.
- Cotton, P. A., 2003. Avian migration phenology and global climate change. *Proc.Natl.Acad.Sci.USA* 100:12219-12222.
- Crook, J. A., Jones, L. A., Forster, P. M., Crook, R., 2011. Climate change impacts on future photovoltaic and concentrated solar power energy output. *Energy Environ. Sci.*, 2011,4, 3101-3109.
- Curriero F.C., Patz J.A., Rose J.B., Lele S., 2001. Analysis of the association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1948-1994. *American Journal of Public Health*, 91:1194-1199.
- D'Agata, C., Pelfini, M., Diolaiuti, G., Smiraglia, C., 2002. I GIS come strumento di analisi della cartografia storica per lo studio delle variazioni areali dei ghiacciai alpini. L'esempio del Ghiacciaio dei Forni (Alpi Centrali). In: "Atti 6° Conferenza Nazionale ASITA – Geomatica per l'ambiente, il territorio e il patrimonio culturale", Perugia, 5-8 Novembre 2002.
- DAISIE European Invasive Alien Species Gateway. EEA, 2008.
- Dankers R., Feyen, L., 2008. Climate change impact on flood hazard in Europe: An

assessment based on high-resolution climate simulations. *Journal of Geophysical Research*.

- Dankers, R., Feyen, L., 2009. Flood hazard in Europe in an ensemble of regional climate scenarios. *Journal of Geophysical Research*, in press.
- De Girolamo, A.M., Lo Porto, A., De Luca, D., 2007. Cambiamenti climatici e strategie di pianificazione. Due bacini idrografici a confronto, *Italian Journal of Agrometeorology*.
- de Marco R, Poli A, Ferrari M, Accordini S, Giammanaco G, Bugiani M, et al. 2002. The impact of climate and traffic-related NO₂ on prevalence of asthma and allergic rhinitis in Italy. *Clin Exp Allergy* 32:1405–1412.
- DEFRA. Quantify the costs of the hot summer of 2003, in *Climate change impacts and adaptation: cross-regional research programme*, 2006.
- Diaz J, Garcia R, Velazquez de Castro F, Hernandez E, Lopez C, Otero A, 2002. Effects of extremely hot days on people older than 65 years in Seville (Spain) from 1986 to 1997. *International Journal of Biometeorology* 46:145-149.
- Diolaiuti, G., Bocchiola, D., D'agata, C., Smiraglia, C., 2012: "Evidence of climate change impact upon glaciers' recession within the Italian Alps". *Theoretical and Applied Climatology*, 109: 429--445.
- Dutto, F., Mortara, G., 1992. Rischi connessi con la dinamica glaciale nelle Alpi Italiane. *Geogr. Fis. Dinam.*
- EC — European Commission, 2008. Drought Management Plan Report. Including agricultural, drought indicators and climate change aspects, Water Scarcity and Droughts Expert Network, Technical Report 2008–023, pp.1–107.
- Economic Aspects of Adaptation to Climate Change. OCSE, 2008.
- EEA - European Environment Agency, 2003. Europe's environment: the third assessment. Copenhagen.
- EEA - European Environment Agency, 2005. Vulnerability and adaptation to climate change in Europe, EEA Technical report No 7/2005.
- EEA - European Environment Agency, 2007. Climate change and water adaptation issues. EEA Technical report No 2/2007.
- EEA, European Environment Agency, 2008. Impacts of Europe's changing climate-based assessment. EEA Report No 4/2008.
- EEA, 2009. Regional climate change and adaptation -- The Alps facing the challenge of changing water resources, Technical Report n°9/2009, EEA, Copenhagen 2009, ISBN1725-2237. Disponibile all'indirizzo: <http://www.eea.europa.eu/publications/alps--climate-->

- change--and--adaptaOon--2009 • Federal Ministry for the Environment, Nature ConservaOon and Nuclear Safety -- BMU, 2007. Climate change
- Eisenreich S.J. (Ed) 2005. Climate Change and the European Water Dimension. European Commission - Joint Research Centre (JRC) Ispra, Italy.
 - Emberlin J et al., 2002. Responses in the start of Betula (birch) pollen seasons to recent changes in spring temperatures across Europe. *Int J Biometeorol*, 46:159-170.
 - ENSEMBLES Project: Climate Change and its Impacts. 2009.
 - EURAC 2007; "Impacts of Climate Change on winter tourism in the Italian Alps" ClimChalp Report.
 - Europe Adapts to Climate Change, Comparing National Adaptation Strategies, PEER, 2009.
 - FAO - Food and Agriculture Organisation, 2007. Adaptation to climate change in agriculture, forestry and fisheries. Perspective, framework and priorities. Rome, pp. 9–12.
 - Ferri, V., Di Cerbo, A.R., 1995. Lombardy Arcadia Project: initiatives and propositions for the control of the Red-eared Pond Turtle (*Trachemys scripta Schoepff*). *Internat. Congr. of Chelonian Conservation*, Gonfaron (France), Soptom (Eds): 298-300.
 - Ferroglio E., Maroli M., Gastaldo S., Mignone M., Rossi L., 2005. Canine leishmaniosis in Italy. *Emerging Infectious Diseases* 11: 1618-1620.
 - Ferroglio E.; Rossi L.; Mignone W.; Maroli M.; 2000. Sandfly vectors investigation at an unstable focus of canine leishmaniosis in Italy (piedmont) and the risk of permanent infection transmission. *Parassitologia*, 42, 114.
 - Fewtrell, L., Kay, D., 2006. Flooding and health – a review of the literature, Urban Flood Management project report for the Flood Risk Management Research Consortium, University of Wales, Aberystwyth.
 - Ficetola, G. F., Thuiler, W., Padoa-Schioppa, E., 2009. From introduction to the establishment of alien species: bioclimatic differences between presence and reproduction localities in the slider turtle. *Diversity and Distributions*, 15: 108-116.
 - FINADAPT. Finland's National Strategy for Adaptation to Climate Change, 2005.
 - Finland's National Strategy for Adaptation to Climate Change, 2005.
 - Fiorese, De Leo, Gatto, 2008. Impatti dei cambiamenti climatici in Lombardia. *AEIT*, 11: 12-19.
 - Fischer, E.M., C. Schär, 2010: Consistent geographical patterns of changes in high-impact European heatwaves. *Nature Geoscience* 3:6, 398-403.

- Fitter AH, Fitter RSR, 2002. Rapid changes in flowering time in British plants. *Science*, 296:1689-1691.
- Forkel, R., Knoche, R., 2007. Nested regional climate-chemistry simulations for Central Europe. *Comptes Rendus Geoscience* 339, 734–746.
- Fourth Assessment Report (AR4) Chapter 17: Assessment of Adaptation Practices, Options, Constraints and Capacity and Chapter 18: Inter-Relationships Between Adaptation and Mitigation, IPCC, 2007.
- Fourth Assessment Report (AR4). IPCC, 2007.
- Fuhrer J.; Beniston, M.; Fischlin, A.; Frei, C.; Goyette, S.; Jasper, K. and Pfister, C., 2006. 'Climate risks and their impact on agriculture and forests in Switzerland'. *Climatic change* 79, pp. 79–102.
- Gao, X., Pal, J. S., Giorgi, F., 2006. Projected changes in mean and extreme precipitation over the Mediterranean region from a high resolution double nested RCM simulation, *Geophys. Res. Lett.*
- García-Ruiz, J.M., Lana-Renault, N., 2011: Hydrological and erosive consequences of farmland abandonment in Europe, with special referente to the Mediterranean region – A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 140: 317-338.
- Garnier, M., Passarella, G., Lo Porto, A., 2007. Impatto del cambiamento climatico su erosione e perdita di nutrienti dal suolo agricolo nel bacino dell’Enza. *Clima e Cambiamenti Climatici: Le Attività di Ricerca del CNR, Roma - ed. Dipartimento Terra E Ambiente – CNR 581-584.*
- Gatter, W., 1992. Timing and patterns of visible autumn migration: can effects of global warming be detected? 133 (4) *Journal für Ornithologie*, 427-436.
- Gaudioso D., Masullo A., 2009. Impatti dei cambiamenti climatici sul settore energetico. In: Castellari S., Artale V. (eds.) “I cambiamenti climatici in Italia: evidenze, vulnerabilità e impatti”, Bononia University Press.
- Gerdol, R., Stanisci, A., Tomaselli, M., 2008. La vegetazione delle montagne italiane. Club Alpino Italiano, Comitato Scientifico Centrale.
- Giannakopoulos, C., et al., 2009. Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2 °C global warming, *Glob. Planet. Change*.
- Ginnakopoulos et al. (2005), CCI-s in the Mediterranean Resulting from a 2 °C Global Temperature Rise, WWF report, WWF, Gland, Switzerland.
- Gornall et al., 2010. Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century. *Phil. Trans. Royal Soc B – Biol. Sciences* 365:2973-2989.

- Green paper, Adapting climate change in Europe. Options for EU actions, 2007.
- Gruber, S., Hoelzle, M., Haeberli, W., 2004. Permafrost thaw and destabilization of Alpine rock walls in the hot summer of 2003. *Geophysical Research Letters*, vol. 31.
- Gruber, S., Hoelzle, M., Haeberli, W., 2004. Rock wall temperatures in the Alps, *Permafrost Periglacial Processes*, in press.
- Haeberli, W., Beniston, M., 1998. Climate change and its impacts on glaciers and permafrost in the Alps", *Ambio*, Vol. 27, pp. 258-265.
- Hansen, J., Mki. Sato, R. Ruedy, K. Lo, D.W. Lea, and M. Medina-Elizade, 2006: Global temperature change. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 103, 14288-14293.
- Hickler, T., Vohland, K., Costa, L., et al., 2009. Vegetation on the move – where do conservation strategies have to be re-defined. In: Settele J, Penev L, Georgiev T, Grabaum R, Grobelnik V, Hammen V, Klotz S, and Kühn I (eds) *Atlas of Biodiversity Risks – from Europe to the globe, from stories to maps*. Sofia & Moscow: Pensoft (in press).
- Hjelmroos M, Schumacher MJ, Van Hage-Hamsten M, 1995. Heterogeneity of pollen proteins within individual *Betula pendula* trees. *Int Arch Allergy Immunol*, 108:368-376.
- Hunter P.R., 2003. Climate change and waterborne and vector-borne diseases, *Journal of Applied Microbiology*, 94: S37-S46.
- Huynen M, et al., 2003. Phenology and Human Health: Allergic Disorders. Report of a WHO meeting Rome, Italy. 16–17 January 2003. (EUR/03/5036791), WHO, Rome.
- Iglesias A., Rosenzweig, C., 2009. Effects of Climate Change on Global Food Production under Special Report on Emissions Scenarios (SRES) Emissions and Socioeconomic Scenarios: Data from a Crop Modeling Study. Palisades, NY: Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC), Columbia University.
- Impacts of Europe's changing climate - 2008 indicator-based assessment, EEA, 2008.
- ISAC CNR 2012.
- Isoard, S., Watkiss, P., Voigt, T., Barredo, J., Kristensen, P., Menne, 2008: Chapter 7.9: Tourism and recreation. In: Saunders P., Ullstein B., Swart R. (Eds.), *Impact of Europe's changing climate, 2008 indicator - based assessment*. EEA Report No4/2008. European Communities Copenhagen pp. 187–189.
- Jacob, D. J., Winner, D. A., 2009. Effect of climate change on air quality, *Atmos. Environ.*, 43, 51- 63.
- Jacob, D.; Göttel, H.; Lorenz, P., 2007. Hochaufgelöste regionale Klimaszenarien für Deutschland, Österreich und die Schweiz, *DMG-Mitteilungen*, 03/07, Berlin.

- Jolly, W. M., Dobbertin, M., Zimmermann, N. E., Reichstein, M., 2005. Divergent vegetation growth responses to the 2003 heat wave in the Swiss Alps. *Geophysical Research Letters*, vol. 32.
- Katsouyanni K, Pantazopoulou A, Touloumi G, Tselepidaki I, Moustris K, Asimakopoulos D, et al. 1993. Evidence for interaction between air pollution and high temperature in the causation of excess mortality. *Arch Environ Health* 48:235–242.
- Kilbourne EM. 1997. Heat waves and hot environments. In: *The Public Health Consequences of Disaster* (Noji EK, ed). New York: Oxford University Press, 245–269.
- Klein Tank, A. M. G. and Können G. P., 2003. Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946–1999. *Journal of Climate* 16: 3665–3680.
- Klein Tank, A.M.G., Können, G.P., 2003: Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe. *J. Climate*.
- Klinenberg, Eric. 2002. *Heat Wave: A Social Autopsy of Disaster in Chicago*. Chicago: University of Chicago Press.
- Koenig, U., Abegg, B., 1997. Impacts of climate change on winter tourism in the Swiss Alps. *Journal of Sustainable Tourism*.
- Kunst AE, Looman CWN, Mackenbach JP. 1993. Outdoor air temperature and mortality in the Netherlands: a time series analysis. *Am J Epidemiol* 137:331–341.
- LAWА — German Working Group of the Federal States on water issues, 2007. Leitlinien für ein nachhaltiges Niedrigwassermanagement . Empfehlungen der Bund/ Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser, Kulturbuch Verlag, Mainz, pp. 10–11.
- Lautenschlager, M.; Keuler, K.; Wunram, C.; Keup--- Thiel, E.; Schubert, M.; Will, A.; Rockel, B. and Boehm, U., 2008. Climate simulation with CLM, climate of the 20th century, data stream 3: European region MPI---M/MaD. World Data Center for Climate.
- Lehner, B.; Czisch, G.; Vassolo, S., 2005. The impact of global change on the hydropower potential of Europe: a model-based analysis. *Energy Policy*, 33(7): 839-855.
- Levinson D.H., Waple A.M., Eds., 2004. *State of the Climate in 2003*, Bull. Amer. Meteor. Soc.
- Lionello, P., 2005. Extreme surges in the Gulf of Venice. Present and future climate Venice and its lagoon, *State of Knowledge*. Fletcher, C. and Spencer, T. (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 59–65.
- Livermore, M.T.J., 2005: *The Potential Impacts of Climate Change in Europe: The Role of Extreme Temperatures*. Tesis para Ph.D., University of East Anglia, 436pp, UK.
- M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, C.E. Hanson (eds), 2007.

Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.

- Maracchi G., Sirotenko O., Bindi M., 2004. Impacts of present and future climate variability on agriculture and forestry in the temperate regions: Europe. *Climatic Change*, 70(1), 117–135.
- Maroli M., 1988. La specie *phlebotomus papatasi* (diptera: psychodidae) è attualmente rara in italia? alcuni aspetti sanitari legati alla sua endofilia. *Parassitologia*, 30:119–120.
- Maroli M., Khouri C., Frusteri L., Manilla G., 1996. Distribution of dog ticks (*Rhipicephalus sanguineus* Latreille, 1806) in Italy: a public health problem. *Ann. Ist. Super. Sanità*, 32:387-397.
- Maroli M., Khoury C., 1998. Leishmaniasis vectors in italy. *Giornale Italiano di Medicina Tropicale*, 3(3-4), 69–75.
- Maroli M.; Bigliocchi F.; Khoury C. (1994a). I flebotomi in italia: osservazioni sulla distribuzione e sui metodi di campionamento. *Parassitologia*, 36:251–64.
- Maroli M.; Gramiccia M.; Gradoni L.; Troiani M.; Ascione R. (1994b). Natural infection of *Phlebotomus perniciosus* with MON 72 zymodeme of *Leishmania infantum* in the Campania region of Italy. *Acta Trop*, 57:333–5.
- Maroli M.; Sansoni L.; Bigliocchi F.; Khoury C.; Valsecchi M.; 1995. Reperimento di *phlebotomus neglectus tonnoir*, 1921 (=p. major s.l.) in un focolaio di leishmaniosi nel nord italia (provincia di verona). *Parassitologia*, 37:241–4.
- MEA 2005. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.
- Meehl, G. A., Arblaster, J. M., Tebaldi, C., 2007. Contributions of natural and anthropogenic forcing to changes in temperature extremes over the U.S. *Geophysical Research Letters*, Vol. 34, L19709.
- Meleux, F., Solmon, F., Giorgi, F., 2007. Increase in European summer ozone amounts due to climate change. *Atmos. Environ.* 41, 7,577–7,587.
- Mercalli L., Cat Berro D., 2006 – Climi, acque e ghiacciai tra Gran Paradiso e Canavese. SMS, Bussoleno. 756 + XII pp.
- Mereu V., Iocola I., Spano D., Murgia V., Duce P., Cesaraccio C., Tubiello F.N., Fischer G., 2008. Land suitability and potential yield variations of wheat and olive crops determined by climate change in Italy. *Italian Journal of Agronomy*, 3, 797-798.
- Michelozzi P et al. (2005a). The impact of the summer 2003 heat waves on mortality in four Italian cities. *Eurosurveillance*, 10:161-165.

- Michelozzi P et al. (2005b). Heat waves in Italy: cause specific mortality and the role of educational level and socioeconomic conditions. In: Eds. Kirch W, Menne B. Bertollini R. Extreme weather events and Public Health Responses. Berlin Springer.
- Michelozzi P, De Sario M, Accetta G, de'Donato F, Kirchmayer U, et al., 2006. Temperature and summer mortality: geographical and temporal variations in four Italian cities. *J Epidemiol Community Health* 60: 417-423.
- Michelozzi, P., de Donato, F., Bisanti, L., et al., 2005. The impact of the summer 2003 heat waves on mortality in four Italian cities. *EuroSurveill*.
- Moriondo, M., Giannakopoulos, C., Bindi, M., 2011. Climate change impact assessment: the role of climate extremes in crop yield simulation. *CLIMATIC CHANGE*.
- Mosello, R., Ambrosetti, W., Arisci, S., Bettinetti, R., Buzzi, F., Calderoni, A., et al., 2010. Evoluzione recente della qualità delle acque dei laghi profondi sudalpini (Maggiore, Lugano, Como, Iseo e Garda) in risposta alle pressioni antropiche e alle variazioni climatiche. *Biologia ambientale*, 24 (1): 167-177, 2010. Atti XVIII congresso S.It.E., Parma 1-3 settembre 2008, sessione speciale "Aggiornamento delle conoscenze sul bacino idrografico Padano", a cura di P. Viaroli, F. Puma e I. Ferrari.
- National Programme on Climate Adaptation and Spatial Planning, Netherlands, 2007.
- Natural hazard in the regions of ARGE ALP, 2003.
- Natural hazard in the regions of ARGE ALP, 2010.
- Nicoletti L., Ciufolini M.G., Verani P., 1996. Sandfly fever viruses in Italy. *Arch. Virol. Suppl.* 11, 41-47.
- OcCC ProClima, 2007: organi consultif sur les changements climatiques, 2003. *Etremme events ans climate change* , Bern, Switzerland.
- OECD. Annual Report. 2007. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Parolo, G., Rossi, G., 2007. Upward migration of vascular plants following a climate warming trend in the Alps. *Basic and Applied Ecology* (in press).
- Pauli, H.; Gottfried, M.; Reiter, K.; Klettner, C. and Grabherr, G., 2007. Signals of range expansions and contractions of vascular plants in the high Alps: observations (1994–2004) at the GLORIA master site Schrankogel, Tyrol, Austria . *Global Change Biology* 13, 147–156.
- PESETA project, 2009. Projection of Economic impacts of climate change in Sectors of the European Union based on bottom-up Analysis. JRC European Commission.
- Petraglia A. & M.Tomaselli. 2007. Phytosociological study of the snow-bedvegetation in the Northern Apennines (Northern Italy). *Phytocoenologia* 37 (1).

- Piano d'azione per l'energia, aggiornamento 2008. Regione Lombardia.
- Piano nazionale di adattamento al cambiamento climatico. Spagna, 2007.
- Portoghesi, I., Vurro, M., Marotti, A., 2009. Impatti sul ciclo idrologico e risorse idriche. In: La vulnerabilità e gli impatti dei cambiamenti climatici in Italia: elementi per una possibile strategia nazionale per l'adattamento, (Castellari, S., Artale, V., eds.). Bionomia University Press, 2009.
- Pozzi, A., IREALP. Le implicazioni del cambiamento climatico sulle destinazioni alpine lombarde. Progetto ClimAlpTour.
- Preparing For Global Climate Change - An Adaptation Plan for the FCO, UK, 2009.
- Progetto Kyoto Lombardia. Fondazione Lombardia per l'Ambiente, 2008.
- Progetto PRIM. Programma Integrato di Prevenzione dei Rischi Maggiori della Lombardia. Università di Milano Bicocca, Regione Lombardia, FLA, 2010.
- Progetto RICLIC - WARM: Regional Impact of Climate Change in Lombardy Water Resources: Modelling and Applications, 2006.
- PRUDENCE Project. Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects, 2004.
- Raich, J.W., Schlesinger, W.H., 1992. The global carbon dioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate. *Tellus* 44B, 81-99.
- Ravichandran, M., 2004. Interactions between mercury and dissolved organic matter – A review. *Chemosphere* 55(3): 319-331.
- RCMs, Regional Circulation Models, Giorgi, 2006.
- Report APAT-OMS, 2007. Cambiamenti climatici ed eventi estremi rischi per la salute in Italia.
- Rogers C et al., 2006. Interaction of the onset of spring and elevated atmospheric CO₂ on ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pollen production. *Environ Health Perspect*, 114.
- Rooney C., McMichael A.J., Kovats R.S., Coleman M., 1998. Excess mortality in England and Wales, and in Greater London, during the 1995 heat wave. *Journal of Epidemiology and Community Health* 52: 482-486.
- Rowell, D. P., Jones, R. G., 2006. Causes and uncertainty of future summer drying over Europe. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 8, 0594.
- RSA 2007. Rapporto sullo Stato dell'Ambiente in Lombardia. ARPA Lombardia 2007.

- RSA 2011. Rapporto sullo Stato dell'Ambiente in Lombardia. ARPA Lombardia 2012.
- Saanich climate change adaptation plan. Canada, 2011.
- Salmaso, N., 2005. Effects of climatic fluctuations and vertical mixing on the interannual trophic variability of Lake Garda, Italy. *Limnol. Oceanogr.*, 50, 553–565.
- Sathaye, J. et al., 2011. Renewable Energy in the Context of Sustainable Development. In: *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*, ed. Ottmar Edenhofer et al. (New York: Cambridge University Press, 2011), 23, IPCC Report, Chapter 9.
- Schneider S., J. Sarukhan, J. Adejuwon, C. Azar, W. Baethgen, C. Hope, R. Moss, N. Leary, R. Richels and J.P. van Ypersele, 2001: Overview of Impacts, Adaptation, and Vulnerability to Climate Change. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, J.J. McCarthy, O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken and K.S. White, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, 75-103.
- Schwartz J, 2005. Who is sensitive to extremes of temperature? A case-only analysis. *Epidemiology*, 16:67-72.
- Scott, D., McBoyle, G., Schwarzenhuber, M., 2004. Climate change and the distribution of climatic resources for tourism in North America. *Climate Research*.
- Selin, N.E., Jacob, D.J., Yantosca, R.M., Strode, S., Jaegle, L., Sunderland, E.M., 2008. Global 3-D land-ocean-atmosphere model for mercury: present-day vs. preindustrial cycles and anthropogenic enrichment factors for deposition. *Global Biogeochem*.
- Semenza JC, McCullough JE, Flanders WD, McGeehin MA, Lumpkin JR (1999). Excess hospital admissions during July 1995 heat wave in Chicago. *Am J Prev Med*, 16.
- Semenza JC, Rubin CH, Falter KH, Selanikio JD, Flanders WD, Howe HL, et al. 1996. Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *N Engl J Med* 335:84–90.
- Shaver, G.R., J. Canadell, F.S. Chapin, III, J. Gurevitch, J. Harte, G. Henry, P. Ineson, S. Jonasson, J. Melillo, L. Pitelka, and L. Rustad. 2000. Global Warming and Terrestrial Ecosystems: A Conceptual Framework for Analysis. *BioScience* 50: 871-882.
- Shea K.M. et al., 2008. Climate change and allergic disease. *J. Allergy Clin. Immunol.*
- Smiraglia, C.; Morandi, G.; Dialaiuti, G. 2008. Clima e ghiacciai. L'evoluzione delle risorse glaciali in Lombardia. Consiglio Nazionale della Lombardia.
- Smoyer KE, 1998. A comparative analysis of heat waves and associated mortality in St. Louis, Missouri--1980 and 1995. *Int J Biometeorol*, 42.
- Sotgiu, M., Dutto, A., 2007. Censimento impianti abbandonati Lombardia. Mountain Wilderness Italia.

- Spanish National plan for adaptation to climate change, 2007.
- Spieksma FT et al., 1995. Atmospheric birch (*Betula*) pollen in Europe: trends and fluctuations in annual quantities and the starting dates of the seasons. 34 51-57.
- SRES. Special Report on Emission Scenarios, IPCC, 2007.
- SREX. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Special Report of the IPCC, 2012.
- Stern report. Economics of Climate Change. Treasury, 2006.
- Strode, S.A., Jaegle, L., Selin, N.E., Jacob, D.J., Park, R.J., Yantosca, R.M., Mason, R.P., Slemr, F., 2007. Air-sea exchange in the global mercury cycle. *Global Biogeochem.*
- Sugiyama, S.; Bauder, A.; Zahno, C. and Funk, M., 2007. Evolution of Rhonegletscher, Switzerland, over the past 125 years and in the future: application of an improved flowline model. *Annals of Glaciology* 46: 268–274.
- Sunderland, E.M., Mason, R.P., 2007. Human impacts on open ocean mercury concentrations. *Global Biogeochem.*
- Sweden facing climate change, 2007.
- Technical Guidelines for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations, IPCC, 2007.
- Terna Annual Report 2008. Terna S.p.A. and the Terna Group
- Theurillat, J-P., Guisan, A., 2001. Potential impact of climate change on vegetation in the European Alps: A review. *Climatic change*, Vol. 50.
- UFAM. Il cambiamento climatico in Svizzera. Indicatori riguardanti cause, effetti e misure. 2007.
- Valt M., A.Cagnati, A.Crepaz e G.Marigo. (2005). Neve sulle Alpi Neve e Valanghe, 56, 24-31.
- Van Vliet, A., 2008. Monitoring, analysing, forecasting and communicating phenological changes. PhD thesis. University of Wageningen, the Netherlands.
- van Vliet, M. T. H., Yearsley, J. R., Franssen, W. H. P., Ludwig, F., Haddeland, I., Lettenmaier, D. P., and Kabat, P., 2012. Coupled daily streamflow and water temperature modelling in large river basins, *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, 9, 8335-8374.
- Verani P., Lopes M.C., Nicoletti L., Balducci M., 1980. Studies on Phlebotomus-transmitted viruses in Italy. I: Isolation and characterization of a sandfly fever Naples-like virus. In: Vesenjok-Hirjan J, ed. *Arboviruses in the Mediterranean Countries*, Zbl Bakt.Suppl 9. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag; pp.195–201.

- Verde e salute. ARPAT, 2010.
- Vulnerability and Adaptation to Climate Change Impacts in Europe. A scoping report, EEA.
- Walther, G-R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, TJ., Fromentin, JM., Hoegh-Guldberg, O., Bairlein, F., 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature*, vol 416.
- Walther, G.-R., 2004. Plants in a warmer world. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 6: 169–185.
- White paper, Adapting climate change in Europe. Options for EU actions, 2009.
- Wilbanks, T. J., et al., 2007: Executive Summary in Effects of Climate Change on Energy Production and Use in the United States. A Report by the U.S. Climate Change Science Program and the subcommittee on Global Change Research. Washington, DC.
- Weingartner, R.; Viviroli, D. and Schädler, B., 2007. 'Water resources in mountain regions: A methodological approach to assess the water balance in a highland–lowland system', *Hydrological Processes* 21, pp. 578–585.
- Viviroli, D. and Weingartner, R., 2004. 'The hydrological significance of mountains: from regional to global scale'. *Hydrology and Earth System Sciences* 8(6), pp. 1 016–1 029.
- Wöss M. & Zeiler H. 2003: Building projects in Black Grouse habitats – assessment guidelines. *Sylvia* 39(suppl.): 87–96.
- Ye, X, LY Wong, AM Bishop and AM Calafat. 2011. Variability of urinary concentrations of bisphenol A in spot samples, first morning voids, and 24-hour collections. *Environmental Health Perspectives* 119:983-8.
- Ziska LH, Caulfield F, 2000. Rising CO2 and pollen production of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*), a known allergy-inducing species: implications for public health. *Australian Journal of Plant Physiology*, 27 893-898.

PEAR

Allegato 4

**IL DISACCOPIAMENTO TRA CRESCITA ECONOMICA E CONSUMI
ENERGETICI**

REGIONE LOMBARDIA

Direzione Generale Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile

con il supporto di Infrastrutture Lombarde – Divisione Energia

1 Il disaccoppiamento tra crescita economica e consumi energetici

Lo sviluppo sostenibile potrà realizzarsi solo grazie alla riduzione dell'intensità energetica dell'economia.

Una caratteristica peculiare del sistema energetico a partire dal 2006 in Italia, ma anche in Europa occidentale seppure in modo meno marcato, è la sostanziale stabilità dei consumi. In Italia i consumi elettrici nel 2013 sono stati inferiori al 2003, a soli 317 TWh contro gli oltre 400 attesi un decennio fa.

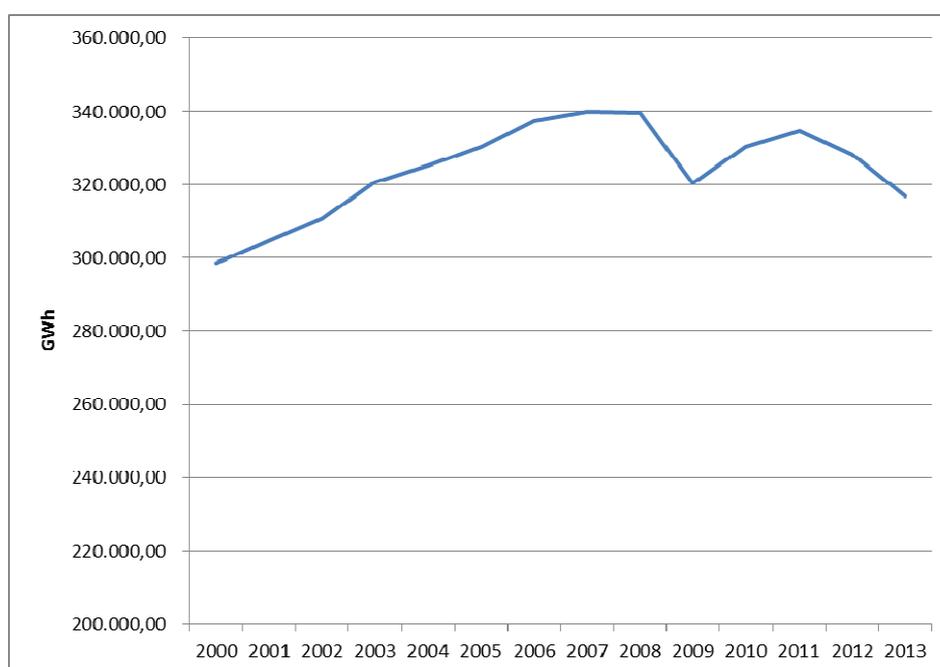


Figura 1 - Consumo finale lordo (comprese le perdite di rete) di energia elettrica in Italia (Terna)

La Lombardia ha mostrato tassi di contrazione inferiori a quelli del resto del nord Italia, come evidenziato nel capitolo 3 del PEAR, ma sembra chiara una discontinuità rispetto al passato, quando la correlazione tra crescita economica e aumento dei consumi sembrava irrinunciabile. Tale nuova relazione tra economia ed energia è ritenuta ormai non contingente, ma caratterizzante per gli anni a venire e pone anche una nuova questione, a cui è necessario dare una risposta: critici non risultano tanto gli scenari con domanda energetica elevata come nel passato, quanto quelli con domanda bassa, in cui è delicata la gestione delle infrastrutture energetiche (in parte non più necessarie) come la conversione dell'offerta di energia verso una maggiore sostenibilità, che non può essere fatta con la copertura dell'incremento di domanda, ma con la sostituzione di altre fonti.

Alla riduzione dei consumi legata alla modifica strutturale dell'economia si somma l'effetto della riduzione derivante dalle misure di efficienza energetica, che ci si attende diano risultati crescenti nei prossimi decenni.

Lo scenario energetico al 2050 (scenario base), elaborato dalla Commissione Europea, è caratterizzato da continui miglioramenti nell'efficienza energetica, che comportano una continua riduzione dell'intensità energetica con il conseguente disaccoppiamento tra la variazione del consumo interno lordo di energia e quella dell'economia nel suo insieme (Figura 2). In questa prospettiva il concetto di sostenibilità per le economie mature implica la capacità di conseguire una crescita delle attività economiche contraendo i consumi di energia. Questo cambiamento è possibile, se si mettono in atto profonde innovazioni sia dei prodotti, sostenute dalla domanda di bene sempre più a basso impatto, sia dei processi produttivi, sostenute da una domanda sempre più forte di integrazione tra il mondo produttivo e quello residenziale. La competitività di queste economie, inoltre, risiede nella capacità di interpretare tempestivamente i segnali del mercato e i desideri dei consumatori; in questo senso le prestazioni ambientali e la bassa intensità energetica sono senza dubbio fattori di vantaggio.

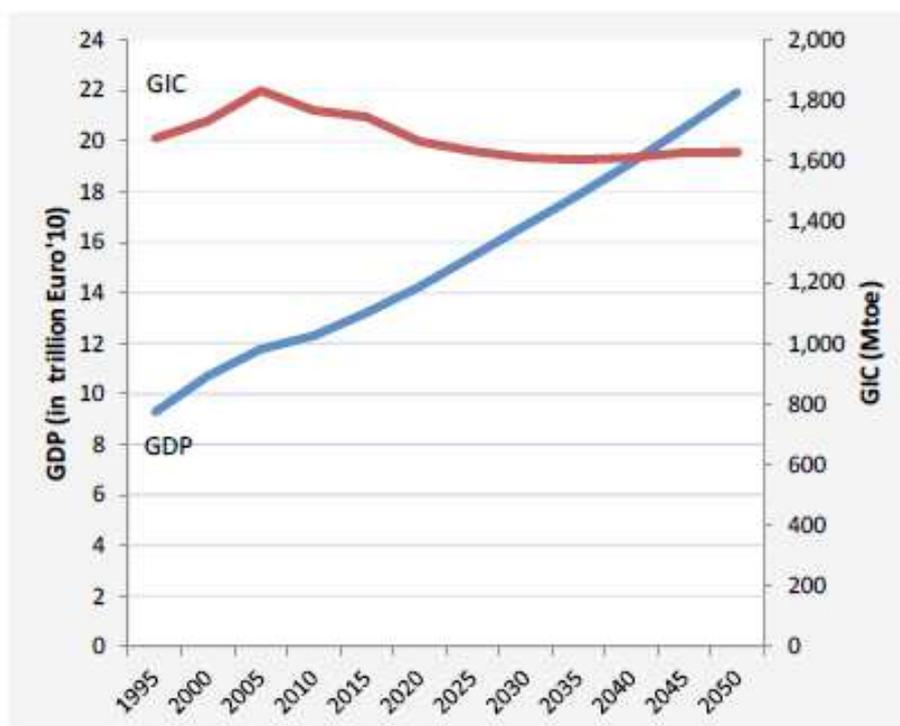


Figura 2- Consumo interno lordo e PIL (Commissione Europea, 2013).

Si ritiene quindi strategico impostare le politiche industriali in coerenza con le politiche ambientali, non tanto per allinearsi le scelte europee, quanto per riuscire ad intercettare le richieste dei consumatori e dei mercati.

Nel quadro di generale di contenimento dei consumi si innesca la politica europea, che spinge l'acceleratore sull'utilizzo di fonti rinnovabili per motivazioni ambientali e di sicurezza degli

approvvigionamenti, con scelte decisamente forti se confrontate ad esempio con quelle statunitensi. Le proiezioni mostrano un cambiamento marcato nel mix delle fonti energetiche a favore delle rinnovabili, che contribuisce a ridurre l'intensità carbonica dell'economia (Figura 3). Alla base dello scenario di riduzione del consumo interno lordo vi è la riduzione della domanda energetica finale che si verifica grazie alle diverse misure adottate a livello europeo per il contenimento dei consumi energetici finali, tra cui la Energy Efficiency Directive (EED), Energy Performance of Buildings Directive (EPBD), the Eco-design Directive and a host of implementing Regulations for specific products, CO₂ emissions standards for light duty vehicles etc.

Proprio a motivo della necessità di ridurre l'intensità energetica per mantenere la competitività industriale, tutti gli scenari settoriali mostrano un miglioramento dell'intensità energetica negli anni a venire (Figura 3).

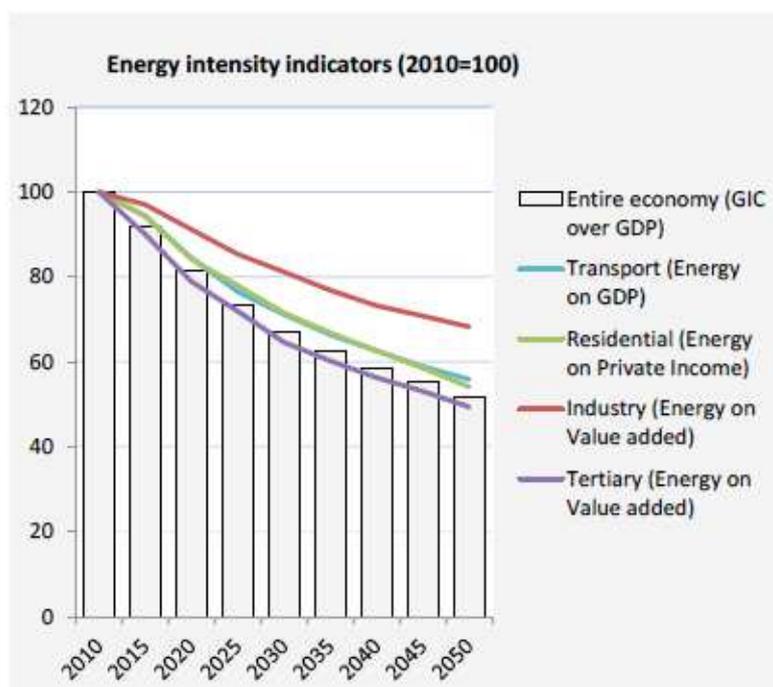


Figura 3- Evoluzione intensità energetica per settori (Commissione Europea "Trends to 2050", 2013).

Anche la IEA ribadisce che il raggiungimento dello scenario 2 DS (scenario di incremento massimo della temperatura media globale di 2 gradi al 2050, che secondo IEA è il massimo consentito al fine di evitare catastrofi naturali) potrà essere raggiunto solo se le emissioni di CO₂ legate all'energia si dimezzeranno da qui al 2050 e questo dipenderà dal disaccoppiamento della crescita economica dai consumi energetici (Figura 4). La riduzione dell'intensità energetica dell'economia è vitale per il raggiungimento dello scenario 2DS.

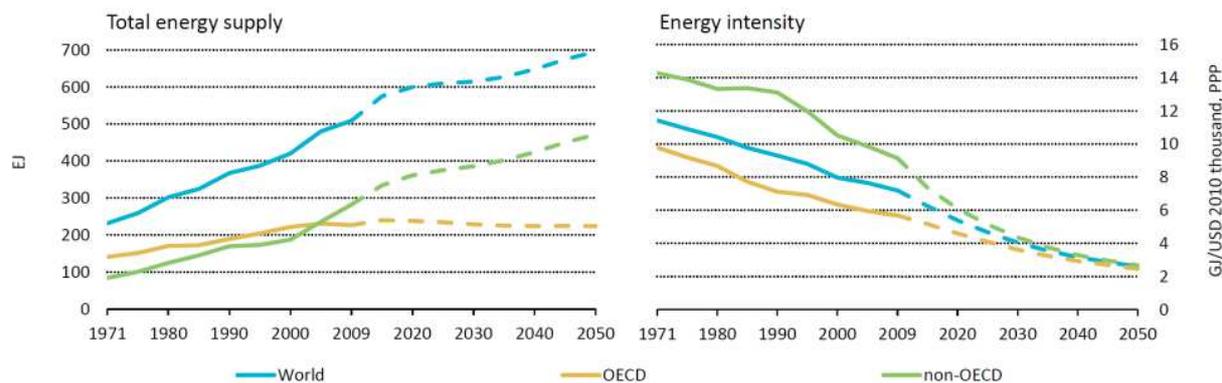


Figura 4: Disaccoppiamento consumi energetici e PIL (IEA, Energy Technology Perspectives, 2012).

L'efficienza energetica rimane quindi l'obiettivo chiave a cui si imputa un terzo della riduzione programmata delle emissioni di CO₂. Il miglioramento dell'intensità energetica del settore industriale ha portato in alcuni paesi ad una riduzione dei consumi energetici, pur in presenza di crescita economica. L'intensità energetica è diminuita del 2% all'anno circa negli anni dal 1990 al 2009 (Figura 5). Tuttavia pur essendo questo un buon risultato il raggiungimento dello scenario 2DS di IEA richiede un'ulteriore riduzione dell'intensità energetica (di altri due terzi al 2050). Ciò significa che il miglioramento annuale dovrà essere di circa il 2,4% annuo.

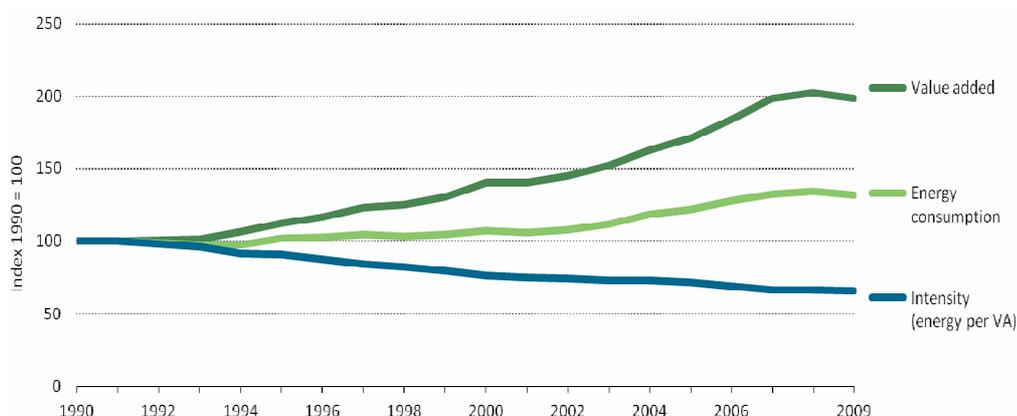


Figura 5- Intensità energetica (IEA, Energy Technology Perspectives, 2012).

Lo scenario base ipotizzato da IEA al 2050 è uno scenario possibile, con le tecnologie attualmente sul mercato. Il raggiungimento degli auspicati obiettivi energetici e ambientali, nonché di crescita economica, richiede tuttavia l'adozione di un approccio sistemico e l'utilizzo delle BAT (Best Available Technologies), che parta dalla realtà regionale e da quei settori in cui la Lombardia detiene la leadership per promuovere un'innovazione sostenibile: in questo senso la politica energetica sarà decisiva per sbloccare il potenziale dell'efficienza energetica (IEA, ETP 2012, Key Messages).

PEAR

Allegato 5

**IL CONTRIBUTO DELLE TECNOLOGIE NO-DIG ALL'EFFICIENZA
ENERGETICA**

REGIONE LOMBARDIA

Direzione Generale Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile

con il supporto di Infrastrutture Lombarde – Divisione Energia

Il contributo delle tecnologie NO-DIG

Il principio alla base dell'efficienza considera di raggiungere lo stesso obiettivo produttivo, impiegando meno risorse.

In questo contesto Europeo e internazionale e nell' **ambito di sviluppo delle infrastrutture a rete nel sottosuolo** bene si inseriscono le tecnologie *no-dig*, o "a basso impatto ambientale" come vengono denominate in Italia, riconoscendone la principale peculiarità di consentire l'abbattimento dei costi sociali, ambientali ed energetici.

Queste tecnologie permettono di effettuare la posa, l'esercizio e la manutenzione delle reti dei sottoservizi (gas, acqua, fogne, Tlc, energia, ecc), riducendo al minimo o eliminando del tutto lo scavo a cielo aperto, con il vantaggio rispetto a quest'ultimo di ridurre:

- ➔ la movimentazione di materiale (ad esempio per il conferimento del materiale di risulta in discarica);
- ➔ il traffico di mezzi pesanti;
- ➔ il tempo e lo spazio di occupazione del suolo pubblico (aree di cantiere limitate);
- ➔ l'effrazione del manto stradale e quindi il degrado della pavimentazione;
- ➔ l'impatto sulla viabilità;
- ➔ le interferenze con attività commerciali, residenziali o di svago.

e di offrire:

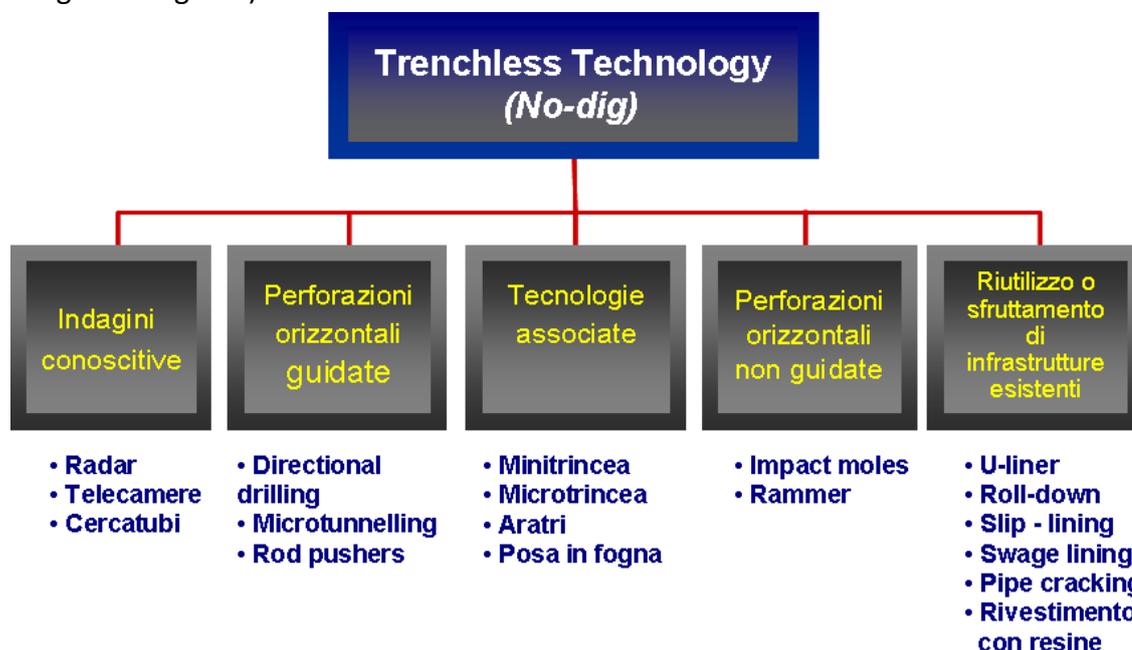
- ➔ maggior sicurezza al cittadino grazie all'eliminazione dei pericoli legati a scavi aperti;
- ➔ tutela della manodopera in termini di sicurezza (condizioni dei cantieri meno gravose).

Queste tecnologie, adatte anche per il risanamento di infrastrutture esistenti, sono affidabili e, al tempo stesso, più economiche e meno invasive di quelle tradizionali, soprattutto in ambito urbano. Godono, infatti, di una maggiore automazione del lavoro, di un'elevata produttività giornaliera e di condizioni più favorevoli sia sul versante della qualità del lavoro che della sua sicurezza grazie alla riduzione dell'area di cantiere.

In generale, le tecnologie *no-dig* si suddividono, convenzionalmente, sulla base delle loro caratteristiche in cinque macro famiglie:

- ➔ indagini conoscitive (es: radar, telecamere, cercatubi, ecc.);
- ➔ perforazioni orizzontali guidate (es: directional drilling, microtunnelling, rod pushers, ecc.);
- ➔ perforazioni orizzontali non guidate (es: impact pose, rammer, ecc.);

- ➔ tecnologie associate (es. minitrincea, microtrincea, aratri, posa in fogna, ecc.);
- ➔ riutilizzo e sfruttamento di infrastrutture esistenti (es: u – liner, roll – down, slip – linig, swagen – linig ecc.)¹.



La prima famiglia è propedeutica all'impiego delle altre e comprende quelle tecnologie che permettono di individuare, in maniera non distruttiva, la presenza di infrastrutture nel sottosuolo o di valutarne lo stato di conservazione e di fruibilità.

Le famiglie delle perforazioni orizzontali comprendono sistemi per la posa di nuove infrastrutture nel sottosuolo che possono essere direzionabili - nel senso che si riesce a pilotare la testa di perforazione - o non direzionabili, utili queste ultime, per esempio, per interventi di allaccio dell'utenza alle reti dei servizi.

La famiglia delle tecnologie associate comprende quelle tecnologie, non riconducibili alle altre, che hanno in comune con esse il basso impatto ambientale e la bassa invasività d'intervento. Tra queste rientra la minitrincea, tecnologia in forte sviluppo e sulla quale molti operatori del settore delle telecomunicazioni stanno puntando e che, recentemente, è stata oggetto di una specifica PdR (Prassi di riferimento) pubblicata da parte di UNI (Ente Nazionale di Normazione e Standardizzazione).

Segue l'ampia famiglia delle tecnologie di risanamento delle infrastrutture esistenti, finalizzate al recupero di queste ultime. Tali tecnologie si possono sostanzialmente suddividere in tre macro

¹ Le tabelle e i grafici sono forniti da IATT (*Italian Association for Trenchless Technology*).

gruppi a seconda che il risanamento avvenga con la riduzione, l’aumento o il mantenimento delle dimensioni originarie della condotta oggetto dell’intervento.

Il denominatore comune a tutte le tecnologie *no-dig* (Trenchless Technology) è il basso impatto ambientale e il ridotto consumo energetico ascrivibile a questi sistemi. Studi autorevoli, condotti nel 2013 da IATT, Università di Roma e Telecom Italia, hanno quantizzato i benefici in:

- ➔ riduzione del 70% dei costi socio ambientali;
- ➔ riduzione del 56% dei consumi energetici.

Nelle analisi, in particolare, vengono confrontate tra loro alcune componenti di costo relative alla posa di reti di telecomunicazioni, realizzata attraverso tecniche alternative:

- ➔ scavo a cielo aperto;
- ➔ perforazione orizzontale guidata;
- ➔ minitrincea.

Le principali voci di costo considerate sono quelle legate a:

- ➔ incremento del traffico viario;
- ➔ impatto ambientale.

Dall’ esame di queste componenti di costo si è rilevato che l’utilizzo delle tecnologie a basso impatto ambientale comporta la seguente percentuale riduzione dei costi:

TIPOLOGIA DI COSTO	% DI RIDUZIONE RISPETTO ALLE TECNICHE DI SCAVO TRADIZIONALE	
	DIRECTIONAL DRILLING	MINITRINCEA
COSTO DI INSTALLAZIONE	-29%	-64%
COSTO LEGATO ALL’ AUMENTO DEL TRAFFICO VIARIO	-74%	-74%
COSTO D’ IMPATTO AMBIENTALE	-74%	-74%
COSTO TOTALE	-70%	-73%

Per quanto riguarda gli aspetti connessi all’efficienza energetica delle tecnologie *no-dig*, nella tabella seguente vengono espressi i consumi, in termini di TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) legati allo scavo tradizionale, alla perforazione orizzontale guidata e alla minitrincea per la realizzazione di un impianto di 1 km di lunghezza.

Da tale tabella emerge una riduzione media del consumo energetico di circa il 56% rispetto alla tecnica tradizionale.

RIFERIMENTO 1 KM DI SCAVO	TECNOLOGIA	CONSUMO (TEP)
TRADIZIONALE	Scavo tradizionale	2,176
INNOVATIVA	Minitrincea classica	0,801
	Minitrincea ridotta	0,679
	Directional drilling	1,010

PEAR

Allegato 6

**TAVOLE SINOTTICHE DEGLI IMPIANTI NON IDONEI E DEGLI
IMPIANTI ISTRUIBILI**

REGIONE LOMBARDIA

Direzione Generale Ambiente, Energia e Sviluppo Sostenibile

con il supporto di Infrastrutture Lombarde – Divisione Energia

COLLOCAZIONE	TIPOLOGIA	CARATTERISTICHE		POTENZA	PROVVEDIME NTO AUTORIZZATIV O (1)	CODICE			
Su edificio	Tetti piani (anche con integrazione architettonica)	Impianto per cui la superficie complessiva dei moduli fotovoltaici non è superiore a quella del tetto dell'edificio sul quale i moduli sono collocati.	Impianto aderente o integrato nel tetto dell'edificio, realizzato su edificio non ricadente nel campo di applicazione del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 e s.m.i. (Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio).	Tutti i casi.	nessuna soglia	CEL	F.1.1		
			Impianto realizzato su edificio sito al di fuori della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444.		nessuna soglia	CEL	F.1.2		
			Impianto realizzato su edificio industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444, per il quale l'intervento non alteri i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari, non comporti modifiche delle destinazioni di uso, non riguardi le parti strutturali, non comporti aumento del numero delle unità immobiliari e non implichi incremento dei parametri urbanistici.		≤ 200 kW _e	CEL	F.1.3		
			Impianto realizzato su edificio industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444, per il quale l'intervento alteri i volumi o le superfici delle singole unità immobiliari o comporti modifiche delle destinazioni di uso o riguardi le parti strutturali o comporti aumento del numero delle unità immobiliari o implichi incremento dei parametri urbanistici.		> 200 kW _e	PAS	F.1.4		
			Impianto realizzato su edificio industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444, per il quale l'intervento alteri i volumi o le superfici delle singole unità immobiliari o comporti modifiche delle destinazioni di uso o riguardi le parti strutturali o comporti aumento del numero delle unità immobiliari o implichi incremento dei parametri urbanistici.		nessuna soglia	PAS	F.1.5		
			Impianto realizzato su edificio non industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444.		nessuna soglia	PAS	F.1.6		
			Impianto realizzato su edificio sito al di fuori della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444.		≤ 200 kW _e	CEL	F.1.7		
	Tetti a falda Tetti non piani / non a falda (anche con integrazione architettonica)	Impianto per cui la superficie complessiva dei moduli fotovoltaici è superiore a quella del tetto dell'edificio sul quale i moduli sono collocati.	Impianto non aderente o non integrato nel tetto dell'edificio, oppure aderente o integrato nel tetto di un edificio ricadente nel campo di applicazione del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 e s.m.i. (Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio).	Tutti i casi.	> 200 kW _e	AU	F.1.8		
				Impianto realizzato su edificio industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444, per il quale l'intervento non alteri i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari, non comporti modifiche delle destinazioni di uso, non riguardi le parti strutturali, non comporti aumento del numero delle unità immobiliari e non implichi incremento dei parametri urbanistici.		≤ 200 kW _e	CEL	F.1.9	
				Impianto realizzato su edificio industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444, per il quale l'intervento alteri i volumi o le superfici delle singole unità immobiliari o comporti modifiche delle destinazioni di uso o riguardi le parti strutturali o comporti aumento del numero delle unità immobiliari o implichi incremento dei parametri urbanistici.		> 200 kW _e	AU	F.1.10	
				Impianto realizzato su edificio industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444, per il quale l'intervento alteri i volumi o le superfici delle singole unità immobiliari o comporti modifiche delle destinazioni di uso o riguardi le parti strutturali o comporti aumento del numero delle unità immobiliari o implichi incremento dei parametri urbanistici.		< 20 kW _e	PAS	F.1.11	
				Impianto realizzato su edificio industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444, per il quale l'intervento alteri i volumi o le superfici delle singole unità immobiliari o comporti modifiche delle destinazioni di uso o riguardi le parti strutturali o comporti aumento del numero delle unità immobiliari o implichi incremento dei parametri urbanistici.		≥ 20 kW _e	AU	F.1.12	
				Impianto realizzato su edificio non industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444.		< 20 kW _e	PAS	F.1.13	
				Impianto realizzato su edificio non industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444.		≥ 20 kW _e	AU	F.1.14	
Su edificio	Tetti a falda Tetti non piani / non a falda (anche con integrazione architettonica)	Impianto aderente o integrato nel tetto dell'edificio, con la stessa inclinazione e lo stesso orientamento della falda e i cui componenti non modificano la sagoma dell'edificio stesso, realizzato su edificio non ricadente nel campo di applicazione del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 e s.m.i. (Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio).	Tutti i casi.	nessuna soglia	CEL	F.1.15			
			Impianto realizzato su edificio sito al di fuori della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444.		≤ 200 kW _e	CEL	F.1.16		
			Impianto realizzato su edificio industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444, per il quale l'intervento non alteri i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari, non comporti modifiche delle destinazioni di uso, non riguardi le parti strutturali, non comporti aumento del numero delle unità immobiliari e non implichi incremento dei parametri urbanistici.		> 200 kW _e	PAS	F.1.17		
			Impianto realizzato su edificio industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444, per il quale l'intervento non alteri i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari, non comporti modifiche delle destinazioni di uso, non riguardi le parti strutturali, non comporti aumento del numero delle unità immobiliari e non implichi incremento dei parametri urbanistici.		≤ 200 kW _e	CEL	F.1.18		
			Impianto realizzato su edificio industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444, per il quale l'intervento alteri i volumi o le superfici delle singole unità immobiliari o comporti modifiche delle destinazioni di uso o riguardi le parti strutturali o comporti aumento del numero delle unità immobiliari o implichi incremento dei parametri urbanistici.		> 200 kW _e	PAS	F.1.19		
			Impianto realizzato su edificio industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444, per il quale l'intervento alteri i volumi o le superfici delle singole unità immobiliari o comporti modifiche delle destinazioni di uso o riguardi le parti strutturali o comporti aumento del numero delle unità immobiliari o implichi incremento dei parametri urbanistici.		nessuna soglia	PAS	F.1.20		
			Impianto realizzato su edificio non industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444.		nessuna soglia	PAS	F.1.21		
	Frangisole Pergole Tettoie Sostituzione elementi architettonici Altri impianti su pertinenze di edifici	Impianto per cui la superficie complessiva dei moduli fotovoltaici è superiore a quella del tetto dell'edificio sul quale i moduli sono collocati.	Impianto non aderente o non integrato nel tetto dell'edificio, oppure aderente o integrato nel tetto di un edificio ricadente nel campo di applicazione del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 e s.m.i. (Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio).	Tutti i casi.	≤ 200 kW _e	CEL	F.1.22		
				Impianto realizzato su edificio sito al di fuori della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444.		> 200 kW _e	AU	F.1.23	
				Impianto realizzato su edificio industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444, per il quale l'intervento non alteri i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari, non comporti modifiche delle destinazioni di uso, non riguardi le parti strutturali, non comporti aumento del numero delle unità immobiliari e non implichi incremento dei parametri urbanistici.		≤ 200 kW _e	CEL	F.1.24	
				Impianto realizzato su edificio industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444, per il quale l'intervento non alteri i volumi o le superfici delle singole unità immobiliari o comporti modifiche delle destinazioni di uso o riguardi le parti strutturali o comporti aumento del numero delle unità immobiliari o implichi incremento dei parametri urbanistici.		> 200 kW _e	AU	F.1.25	
				Impianto realizzato su edificio industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444, per il quale l'intervento alteri i volumi o le superfici delle singole unità immobiliari o comporti modifiche delle destinazioni di uso o riguardi le parti strutturali o comporti aumento del numero delle unità immobiliari o implichi incremento dei parametri urbanistici.		< 20 kW _e	PAS	F.1.26	
				Impianto realizzato su edificio industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444, per il quale l'intervento alteri i volumi o le superfici delle singole unità immobiliari o comporti modifiche delle destinazioni di uso o riguardi le parti strutturali o comporti aumento del numero delle unità immobiliari o implichi incremento dei parametri urbanistici.		≥ 20 kW _e	AU	F.1.27	
				Impianto realizzato su edificio non industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444.		< 20 kW _e	PAS	F.1.28	
Frangisole Pergole Tettoie Sostituzione elementi architettonici Altri impianti su pertinenze di edifici	Impianto per cui la superficie complessiva dei moduli fotovoltaici è superiore a quella del tetto dell'edificio sul quale i moduli sono collocati.	Impianto non aderente o non integrato nel tetto dell'edificio, oppure aderente o integrato nel tetto di un edificio ricadente nel campo di applicazione del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 e s.m.i. (Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio).	Tutti i casi.	≤ 200 kW _e	CEL	F.1.29			
			Impianto realizzato su edificio sito al di fuori della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444.		> 200 kW _e	PAS	F.1.30		
			Impianto realizzato su edificio industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444, per il quale l'intervento non alteri i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari, non comporti modifiche delle destinazioni di uso, non riguardi le parti strutturali, non comporti aumento del numero delle unità immobiliari e non implichi incremento dei parametri urbanistici.		≤ 200 kW _e	CEL	F.1.31		
			Impianto realizzato su edificio industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444, per il quale l'intervento non alteri i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari, non comporti modifiche delle destinazioni di uso, non riguardi le parti strutturali, non comporti aumento del numero delle unità immobiliari e non implichi incremento dei parametri urbanistici.		> 200 kW _e	PAS	F.1.32		
			Impianto realizzato su edificio industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444, per il quale l'intervento alteri i volumi o le superfici delle singole unità immobiliari o comporti modifiche delle destinazioni di uso o riguardi le parti strutturali o comporti aumento del numero delle unità immobiliari o implichi incremento dei parametri urbanistici.		nessuna soglia	PAS	F.1.33		
			Impianto realizzato su edificio industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444, per il quale l'intervento alteri i volumi o le superfici delle singole unità immobiliari o comporti modifiche delle destinazioni di uso o riguardi le parti strutturali o comporti aumento del numero delle unità immobiliari o implichi incremento dei parametri urbanistici.		nessuna soglia	PAS	F.1.34		
			Impianto realizzato su edificio non industriale sito all'interno della zona A) di cui al Decreto del Ministro per i Lavori Pubblici 2 aprile 1968, n. 1444.		nessuna soglia	PAS	F.1.35		
Altri manufatti	Pensiline	Impianto realizzato su strutture accessorie, poste a copertura di parcheggi o percorsi pedonali: - non realizzate in ampi spazi aperti, oppure - realizzate in ampi spazi aperti, anche con destinazione agricola, le quali risultino collegate e funzionali a strutture ad uso pubblico o ad edifici con qualsiasi destinazione d'uso.	Impianto realizzato su pensiline site al di fuori della zona A) di cui al decreto del Ministro per i lavori pubblici 2 aprile 1968, n. 1444.	Impianto aderente o integrato nelle coperture delle pensiline.	≤ 1 Mwe	CEL	F.2.1		
			Impianto realizzato su pensiline site all'interno della zona A) di cui al decreto del Ministro per i lavori pubblici 2 aprile 1968, n. 1444.	Impianto non aderente o non integrato nelle coperture delle pensiline.	> 1 Mwe	PAS	F.2.2		
			Impianto realizzato su pensiline site al di fuori della zona A) di cui al decreto del Ministro per i lavori pubblici 2 aprile 1968, n. 1444.		≤ 200 kW _e	CEL	F.2.3		
			Impianto realizzato su pensiline site all'interno della zona A) di cui al decreto del Ministro per i lavori pubblici 2 aprile 1968, n. 1444.		> 200 kW _e	PAS	F.2.4		
	Serre	Impianto posto sulla copertura o sulle pareti di manufatti adibiti a serre dedicate alle coltivazioni agricole o alla floricoltura la cui struttura, in metallo, legno o muratura, deve essere completamente trasparente, fissa, ancorata al terreno e con chiusura eventualmente stagionalmente rimovibile: - per cui la superficie complessiva dei moduli fotovoltaici non è superiore a quella della superficie della copertura o delle pareti della serra sulla quale i moduli sono collocati.	Impianto aderente o integrato nella copertura o nelle pareti delle serre, con la stessa inclinazione e lo stesso orientamento della copertura o delle pareti e i cui componenti non modificano la sagoma della serra stessa, realizzato su serre non ricadenti nel campo di applicazione del Dlgs 42/2004 e s.m.i. (Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio).	Tutti i casi.	nessuna soglia	PAS	F.2.5		
				Tutti i casi.	< 20 kW _e	PAS	F.2.6		
				Tutti i casi.	≥ 20 kW _e	AU	F.2.7		
	Serre	Impianto posto sulla copertura o sulle pareti di manufatti adibiti a serre dedicate alle coltivazioni agricole o alla floricoltura la cui struttura, in metallo, legno o muratura, deve essere completamente trasparente, fissa, ancorata al terreno e con chiusura eventualmente stagionalmente rimovibile: - per cui la superficie complessiva dei moduli fotovoltaici non è superiore a quella della superficie della copertura o delle pareti della serra sulla quale i moduli sono collocati.	Impianto non aderente o non integrato nella copertura o nelle pareti delle serre, o con differente inclinazione o differente orientamento rispetto alla copertura o alle pareti, o i cui componenti modificano la sagoma della serra stessa, oppure aderente o integrato nelle coperture di serre ricadenti nel campo di applicazione del Dlgs 42/2004 e s.m.i. (Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio).	Impianto realizzato su serre site al di fuori della zona A) di cui al decreto del Ministro per i lavori pubblici 2 aprile 1968, n. 1444.		≤ 200 kW _e	CEL	F.2.9	
				Impianto realizzato su serre site all'interno della zona A) di cui al decreto del Ministro per i lavori pubblici 2 aprile 1968, n. 1444.		> 200 kW _e	PAS	F.2.10	
				Impianto realizzato su serre site al di fuori della zona A) di cui al decreto del Ministro per i lavori pubblici 2 aprile 1968, n. 1444.		nessuna soglia	PAS	F.2.11	
Impianto realizzato su serre site al di fuori della zona A) di cui al decreto del Ministro per i lavori pubblici 2 aprile 1968, n. 1444.					≤ 200 kW _e	CEL	F.2.12		
Impianto realizzato su serre site all'interno della zona A) di cui al decreto del Ministro per i lavori pubblici 2 aprile 1968, n. 1444.					> 200 kW _e	AU	F.2.13		
Su suolo	Barriere acustiche	Impianto realizzato su barriere la cui funzione è ridurre la propagazione dei rumori.	Tutti i casi.		≤ 1 Mwe	PAS	F.3.1		
			Tutti i casi.		> 1 Mwe	AU	F.3.2		
	Impianti a inseguimento	Impianto i cui moduli sono montati, su pali o piloni fissati al terreno con il fulcro posto ad una distanza da terra fino a 2 metri, che ruotano intorno ad uno o due assi e inseguono il percorso del Sole allo scopo di incrementare la captazione della radiazione solare.	Impianto per cui non sono previste autorizzazioni ambientali o paesaggistiche di competenza di amministrazioni diverse dal Comune.	Tutti i casi.		≤ 200 kW _e	PAS	F.3.3	
				Tutti i casi.		> 200 kW _e	AU	F.3.4	
				Tutti i casi.		< 20 kW _e	PAS	F.3.5	
				Tutti i casi.		≥ 20 kW _e	AU	F.3.6	
		agrofotovoltaico: impianto che permette il passaggio di mezzi agricoli con altezza da suolo di almeno 4 metri	Impianto per cui non sono previste autorizzazioni ambientali o paesaggistiche di competenza di amministrazioni diverse dal Comune.	Impianto per cui non sono previste autorizzazioni ambientali o paesaggistiche di competenza di amministrazioni diverse dal Comune.	Tutti i casi.		≤ 200 kW _e	PAS	F.3.7
					Tutti i casi.		> 200 kW _e	AU	F.3.8
					Tutti i casi.		< 20 kW _e	PAS	F.3.9
					Tutti i casi.		≥ 20 kW _e	AU	F.3.10
Impianto a terra, comunque realizzato, che non ricade nei casi	Tutti i casi	Tutti i casi.	Tutti i casi.		< 20 kW _e	PAS	F.3.11		
			Tutti i casi.		>20 Kwh e <200 Kwh	AU	F.3.12		
			Tutti i casi.		≥ 200kW _e	AU	F.3.13		

(1) PROCEDURA AUTORIZZATIVA

CEL = comunicazione in edilizia libera

PAS = procedura autorizzativa semplificata

AU = autorizzazione unica

GLOSSARIO BIOMASSE

SIGLA	DESCRIZIONE		SOGLIA DIMENSIONALE	PROCEDURA AUTORIZZATIVA (1)	
B.1.1	Impianti di generazione elettrica (digestione anaerobica, gassificazione, pirolisi, combustione biogas e/o syngas) alimentati da gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione, biogas generati da biomasse non classificati come rifiuti	Impianto operante in assetto cogenerativo	Tutte le tipologie di impianto.	< 50 kWe	CEL
B.1.2			Impianto realizzato in edificio o impianto industriale esistente per il quale l'intervento: - non alteri i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari; - non comporti modifiche delle destinazioni di uso; - non riguardi le parti strutturali; - non comporti aumento del numero delle unità immobiliari; - non implichi incremento dei parametri urbanistici.	≤ 200 kWe	CEL
B.1.3			Impianto, comunque realizzato, non ricadente nei casi precedenti.	< 1000 kWe e < 3000 kWt	PAS
B.1.4			≥ 1000 kWe o ≥ 3000 kWt	AU	
B.1.5		Impianto non operante in assetto cogenerativo	Impianto realizzato in edificio o impianto industriale esistente per il quale l'intervento: - non alteri i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari; - non comporti modifiche delle destinazioni di uso; - non riguardi le parti strutturali; - non comporti aumento del numero delle unità immobiliari; - non implichi incremento dei parametri urbanistici.	≤ 200 kWe	CEL
B.1.6			Impianto, comunque realizzato, non ricadente nei casi precedenti.	< 250 kWe	PAS
B.1.7				≥ 250 kWe	AU
B.2.1	Impianti di generazione elettrica (combustione bioliquidi e biomasse solide) alimentati da biomasse non classificate rifiuti	Impianto operante in assetto cogenerativo	Tutte le tipologie di impianto.	< 50 kWe	CEL
B.2.2			Impianto realizzato in edificio o impianto industriale esistente per il quale l'intervento: - non alteri i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari; - non comporti modifiche delle destinazioni di uso; - non riguardi le parti strutturali; - non comporti aumento del numero delle unità immobiliari; - non implichi incremento dei parametri urbanistici.	≤ 200 kWe	CEL
B.2.3			Impianto, comunque realizzato, non ricadente nei casi precedenti.	< 1000 kWe e < 3000 kWt	PAS
B.2.4			≥ 1000 kWe o ≥ 3000 kWt	AU	
B.2.5		Impianto non operante in assetto cogenerativo	Impianto realizzato in edificio o impianto industriale esistente per il quale l'intervento: - non alteri i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari; - non comporti modifiche delle destinazioni di uso; - non riguardi le parti strutturali; - non comporti aumento del numero delle unità immobiliari; - non implichi incremento dei parametri urbanistici.	≤ 200 kWe	CEL
B.2.6			Impianto, comunque realizzato, non ricadente nei casi precedenti.	< 200 kWe	PAS
B.2.7			≥ 200 kWe	AU	

(1) PROCEDURA AUTORIZZATIVA

CEL = comunicazione in edilizia libera

PAS = procedura autorizzativa semplificata

AU = autorizzazione unica

ID.	AREA	CATEGORIE	Riferimento normativo di vincolo	SOTTOCATEGORIE	B.1.1	B.1.2	B.1.3	B.1.4	B.1.5	B.1.6	B.1.7	
1	SITI UNESCO		Trattato internazionale della Conferenza generale dell'UNESCO del 16 novembre del 1972	edifici o beni di rilevante valore storico-culturale, architettonico, archeologico, monumentale e complessi rurali da salvaguardare o equivalenti	non idoneo	caso non verosimile	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				pertinenze di edifici di valore storico-culturale	caso non verosimile	caso non verosimile	non idoneo	non idoneo	caso non verosimile	caso non verosimile	non idoneo	
				edifici privati o pubblici a destinazione d'uso d'uso residenziale, industriale, commerciale	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	
2	IMMOBILI E AREE NOTEVOLE INTERESSE CULTURALE	II^ Parte del D. Lgs. 42/2004	D. Lgs. 42/2004 art. 20 comma 1	edifici o aree riconosciuti beni culturali (ville, anche private, parchi e i giardini che abbiano interesse artistico o storico)	istruibile	caso non verosimile	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				Pertinenze degli edifici individuati beni culturali	istruibile	caso non verosimile	non idoneo	non idoneo	caso non verosimile	non idoneo	non idoneo	
				edifici privati o pubblici a destinazione d'uso d'uso residenziale, industriale, commerciale e loro pertinenze	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	
3	IMMOBILI E AREE NOTEVOLE INTERESSE PUBBLICO	III^ Parte del D. Lgs. 42/2004	art. 136 comma 1 lett. a)	le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale, singolarità geologica o memoria storica	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				art. 136 comma 1 lett. b)	le ville, i giardini e i parchi, non tutelati dalle disposizioni della Parte seconda del d. lgs. 42/2004	istruibile	caso non verosimile	non idoneo	non idoneo	caso non verosimile	non idoneo	non idoneo
				art. 136 comma 1 lett. c)	i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale, inclusi i centri ed i nuclei storici	istruibile	istruibile	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo
				art. 136 comma 1 lett. d)	le bellezze panoramiche e i punti di vista o di belvedere accessibili al pubblico	istruibile	istruibile	istruibile	non idoneo	istruibile	istruibile	non idoneo
4	PARCHI NATURALI REGIONALI	aree di parco naturale		istruibile entro edifici esistenti	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo		
5	PARCHI REGIONALI	aree di parco regionale		istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile		
6	AREE RETE NATURA 2000	ZPS		Ambienti Alpini aperti	istruibile entro edifici esistenti	caso non verosimile/eventualmente non idoneo	non idoneo	non idoneo	caso non verosimile/eventualmente non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				Ambienti Forestali Alpini e Valichi	istruibile entro edifici esistenti	caso non verosimile/eventualmente non idoneo	non idoneo	non idoneo	caso non verosimile/eventualmente non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				Ambienti Fluviali	istruibile entro edifici esistenti	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	
				Zone Umide	istruibile entro edifici esistenti	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	
				Ambienti Agricoli e Risaie	istruibile entro edifici esistenti	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	
SIC e ZSC		istruibile entro edifici esistenti	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo				
7	RISERVE REGIONALI		L. 394/1991 art. 2 comma 3	Riserve integrali	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				Riserve orientate	istruibile entro edifici esistenti	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	istruibile entro edifici esistenti	istruibile	non idoneo	
8	P.L.I.S.			istruibile entro edifici esistenti	istruibile entro edifici esistenti	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile		
9	RER		d.g.r. 10962/2009	varchi	istruibile entro edifici esistenti	caso non verosimile/eventualmente non idoneo	non idoneo	non idoneo	caso non verosimile/eventualmente non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				gangli	istruibile entro edifici esistenti	caso non verosimile/eventualmente non idoneo	non idoneo	non idoneo	caso non verosimile/eventualmente non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				corridoi	istruibile entro edifici esistenti	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	
10	AREE AGRICOLE INTERESSATE DA PRODUZIONI AGROALIMENTARI DI PARTICOLARE QUALITÀ E TIPICITÀ, DA SPECIFICHE CATEGORIE AGRICOLE E/O RICADENTI IN AMBITI DESTINATI ALL'ATTIVITÀ AGRICOLA DI INTERESSE STRATEGICO	Territori con produzioni agroalimentari di particolare qualità e tipicità	D.Lgs. 228/2001 art. 21	A.1 Settore viti-vinicolo A.1.1 Aree a Denominazione di origine controllata, DOC A.1.2 Aree a Denominazione di origine controllata e garantita, DOCG	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	
				Ambiti agricoli di interesse strategico individuati dai Piani Territoriali di Coordinamento approvati	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	
				Aree interessate dalle categorie agricole	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	
				Restanti aree agricole	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	
11	AREE P.A.I.		art 9 N.T.A. P.A.I.	aree interessate da frane attive (Fa)	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				aree interessate da frane quiescenti (Fq), esondazioni e dissesti di carattere torrentizio con pericolosità elevata (Eb), conoidi potenzialmente attivi (Cp)	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	
				aree interessate da frane stabilizzate (Fs), esondazioni e dissesti di carattere torrentizio di pericolosità media (Em), conoidi non riattivabili (Cn)	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	
				aree interessate da esondazioni e dissesti di carattere torrentizio di pericolosità molto elevata (Ee), conoidi attivi (Ca)	istruibile	istruibile	non idoneo	non idoneo	istruibile	non idoneo	non idoneo	
				aree interessate da valanghe con pericolosità molto elevata (Ve)	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				aree interessate da valanghe con pericolosità media (Vm)	istruibile	istruibile	non idoneo	non idoneo	istruibile	non idoneo	non idoneo	
				artt. 49, 50, 51 N.T.A. P.A.I.	zona 1 ambito collinare e montano e aree di pianura	istruibile entro edifici esistenti	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo
zona 2 ambito collinare e montano zona B-Pr	istruibile istruibile	istruibile istruibile	non idoneo non idoneo	non idoneo non idoneo	istruibile istruibile	non idoneo non idoneo	non idoneo non idoneo					
12	ZONE CON TUTELA PAESAGGISTICA			laghi lombardi	istruibile	istruibile	non idoneo	non idoneo	istruibile	non idoneo	non idoneo	
				fiumi, torrenti, corsi d'acqua	istruibile	istruibile	non idoneo nelle fasce A e B del P.A.I. e nelle aree di tutela paesaggistica	non idoneo nelle fasce A e B del P.A.I. e nelle aree di tutela paesaggistica	istruibile	non idoneo nelle fasce A e B del P.A.I. e nelle aree di tutela paesaggistica	non idoneo nelle fasce A e B del P.A.I. e nelle aree di tutela paesaggistica	
				viabilità storica	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				belvedere, visuali, punti di osservazione del paesaggio	istruibile	istruibile	non idoneo	non idoneo	istruibile	non idoneo	non idoneo	
				montagne alpine e appenniniche	istruibile	istruibile	non idoneo	non idoneo	istruibile	non idoneo	non idoneo	
				geositi	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
centri, nuclei e insediamenti storici	istruibile	istruibile	non idoneo	non idoneo	istruibile	non idoneo	non idoneo					
ambiti elevata naturalità	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile					
13	BOSCO		art. 43 L.R. 31/2008	istruibile	istruibile	non idoneo	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile		
14	AREE CRITICHE QUALITÀ ARIA			aree Fascia 1	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	non idoneo	non idoneo		

ID.	AREA	CATEGORIE	Riferimento normativo di vincolo	SOTTOCATEGORIE	B.2.1	B.2.2	B.2.3	B.2.4	B.2.5	B.2.6	B.2.7		
1	SITI UNESCO		Trattato internazionale della Conferenza generale dell'UNESCO del 16 novembre del 1972	edifici o beni di rilevante valore storico-culturale, architettonico, archeologico, monumentale e complessi rurali da salvaguardare o equivalenti	non idoneo	caso non verosimile	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo		
				pertinenze di edifici di valore storico-culturale	caso non verosimile	caso non verosimile	non idoneo	non idoneo	caso non verosimile	caso non verosimile	non idoneo		
				edifici privati o pubblici a destinazione d'uso d'uso residenziale, industriale, commerciale	istruibile	istruibile	non idoneo	non idoneo	istruibile	istruibile	istruibile		
				pertinenze di edifici privati	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile		
2	IMMOBILI E AREE NOTEVOLE INTERESSE CULTURALE	II ^a Parte del D. Lgs. 42/2004	D. Lgs. 42/2004 art. 20 comma 1	edifici o aree riconosciuti beni culturali (ville, anche private, parchi e i giardini che abbiano interesse artistico o storico)	istruibile	caso non verosimile	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo		
				pertinenze degli edifici individuati beni culturali	istruibile	caso non verosimile	non idoneo	non idoneo	caso non verosimile	non idoneo	non idoneo		
				edifici privati o pubblici a destinazione d'uso d'uso residenziale, industriale, commerciale	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile		
3	IMMOBILI E AREE NOTEVOLE INTERESSE PUBBLICO	III ^a Parte del D. Lgs. 42/2004	art. 136 comma 1 lett. a)	le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale, singolarità geologica o memoria storica	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo		
				art. 136 comma 1 lett. b)	le ville, i giardini e i parchi, non tutelati dalle disposizioni della Parte seconda del d. lgs. 42/2004	istruibile	caso non verosimile	non idoneo	non idoneo	caso non verosimile	non idoneo	non idoneo	
				art. 136 comma 1 lett. c)	i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale, inclusi i centri ed i nuclei storici	istruibile	istruibile	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				art. 136 comma 1 lett. d)	le bellezze panoramiche e i punti di vista o di belvedere accessibili al pubblico	istruibile	istruibile	istruibile	non idoneo	istruibile	istruibile	istruibile	non idoneo
4	PARCHI NATURALI REGIONALI	aree di parco naturale		istruibile entro edifici esistenti	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo			
5	PARCHI REGIONALI	aree di parco regionale		istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile			
6	AREE RETE NATURA 2000	ZPS		Ambienti Alpini aperti	istruibile entro edifici esistenti	caso non verosimile/eventualmente non idoneo	non idoneo	non idoneo	caso non verosimile/eventualmente non idoneo	non idoneo	non idoneo		
				Ambienti Forestali Alpini e Valichi	istruibile entro edifici esistenti	caso non verosimile/eventualmente non idoneo	non idoneo	non idoneo	caso non verosimile/eventualmente non idoneo	non idoneo	non idoneo		
				Ambienti Fluviali	istruibile entro edifici esistenti	istruibile	non idoneo	non idoneo	istruibile	non idoneo	non idoneo		
				Zone Umide	istruibile entro edifici esistenti	istruibile	non idoneo	non idoneo	istruibile	non idoneo	non idoneo		
				Ambienti Agricoli e Risaie	istruibile entro edifici esistenti	istruibile	non idoneo	non idoneo	istruibile	non idoneo	non idoneo		
SIC e ZSC	istruibile entro edifici esistenti	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo						
7	RISERVE REGIONALI		L. 394/1991 art. 2 comma 3	Riserve integrali	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo			
				Riserve orientate	istruibile entro edifici esistenti	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	istruibile entro edifici esistenti	istruibile	non idoneo		
8	P.L.I.S.				istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile			
9	RER		d.g.r. 10962/2009	varchi	istruibile	caso non verosimile/eventualmente non idoneo	non idoneo	non idoneo	caso non verosimile/eventualmente non idoneo	non idoneo	non idoneo		
				gangli	istruibile	caso non verosimile/eventualmente non idoneo	non idoneo	non idoneo	caso non verosimile/eventualmente non idoneo	non idoneo	non idoneo		
				corridoi	istruibile entro edifici esistenti	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo		
10	AREE AGRICOLE INTERESSATE DA PRODUZIONI AGROALIMENTARI DI PARTICOLARE QUALITÀ E TIPICITÀ, DA SPECIFICHE CATEGORIE AGRICOLE E/O RICADENTI IN AMBITI DESTINATI ALL'ATTIVITÀ AGRICOLA DI INTERESSE STRATEGICO	Territori con produzioni agroalimentari di particolare qualità e tipicità	D.Lgs. 228/2001 art. 21	A.1 Settore viti-vinicolo A.1.1 Aree a Denominazione di origine controllata, DOC A.1.2 Aree a Denominazione di origine controllata e garantita, DOCG A.1.3 Aree a Indicazione Geografica Tipica, IGT A.2 Olivicolo-oleario: Aree a Denominazione di origine	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile		
				Ambiti agricoli di interesse strategico individuati dai Piani Territoriali di Coordinamento approvati	L.R. 12/2005 art. 15 comma 4	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	
				Aree interessate dalle categorie agricole		frutteti, colture orticole, vigneti, oliveti, castagneti da frutto, risaie	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile
				Restanti aree agricole			istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile
11	AREE P.A.I.		art 9 N.T.A. P.A.I.	aree interessate da frane attive (Fa)	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo		
				aree interessate da frane quiescenti (Fq), esondazioni e dissesti di carattere torrentizio con pericolosità elevata (Eb), conoidi potenzialmente attivi (Cp)	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	
				aree interessate da frane stabilizzate (Fs), esondazioni e dissesti di carattere torrentizio di pericolosità media (Em), conoidi non riattivabili (Cn)	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	
				aree interessate da esondazioni e dissesti di carattere torrentizio di pericolosità molto elevata (Ee), conoidi attivi (Ca)	istruibile	istruibile	non idoneo	non idoneo	istruibile	non idoneo	non idoneo		
				aree interessate da valanghe con pericolosità molto elevata (Ve)	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo		
				aree interessate da valanghe con pericolosità media (Vm)	istruibile	istruibile	non idoneo	non idoneo	istruibile	non idoneo	non idoneo		
			artt. 49, 50, 51 N.T.A. P.A.I.	zona 1 ambito collinare e montano e aree di pianura	istruibile entro edifici esistenti	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo		
				zona 2 ambito collinare e montano	istruibile entro edifici esistenti	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo		
				zona B-Pr	istruibile entro edifici esistenti	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo		
12	ZONE CON TUTELA PAESAGGISTICA			Laghi lombardi	istruibile entro edifici esistenti	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo		
				Fiumi, torrenti, corsi d'acqua	istruibile	istruibile	non idoneo nelle fasce A e B del P.A.I. e nelle aree di tutela paesaggistica	non idoneo nelle fasce A e B del P.A.I. e nelle aree di tutela paesaggistica	istruibile	non idoneo nelle fasce A e B del P.A.I. e nelle aree di tutela paesaggistica	non idoneo nelle fasce A e B del P.A.I. e nelle aree di tutela paesaggistica		
				montagne alpine e appenniniche	istruibile entro edifici esistenti	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo		
				viabilità storica	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo		
				belvedere, visuali, punti di osservazione del paesaggio	istruibile entro edifici esistenti	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo		
				geositi	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo	non idoneo		
				centri, nuclei e insediamenti storici	istruibile entro edifici esistenti	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo	istruibile entro edifici esistenti	non idoneo	non idoneo		
				ambiti elevata naturalità	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	
13	BOSCO		art. 43 L.R. 31/2008	istruibile	istruibile	non idoneo	non idoneo	istruibile	istruibile	istruibile			
14	AREE CRITICHE QUALITÀ ARIA			aree Fascia 1	istruibile	istruibile	istruibile	istruibile	non idoneo	non idoneo	non idoneo		

GLOSSARIO EOLICO

SIGLA	DESCRIZIONE	SOGLIA DIMENSIONALE	PROCEDURA AUTORIZZATIVA ⁽¹⁾
E.1.1	Singolo generatore eolico: - installato su tetto di edificio esistente; - con altezza complessiva non superiore a 1,5 metri e diametro non superiore a 1 metro; - realizzato su edificio non ricadente nel campo di applicazione del D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.	nessuna soglia	CEL
E.1.2	Impianto realizzato su edificio o impianto industriale per il quale l'intervento: - non alteri i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari; - non comporti modifiche delle destinazioni di uso;	≤ 200 kWe	CEL
E.1.3	- non riguardi le parti strutturali; - non comporti aumento del numero delle unità immobiliari; - non implichi incremento dei parametri urbanistici.	> 200 kWe	AU
E.2.1	Impianto eolico, comunque realizzato: - non ricadente nei casi precedenti;	≤ 50 kWe	CEL
E.2.2	- per il quale non sono previste autorizzazioni ambientali o paesaggistiche di competenza di amministrazioni diverse dal Comune.	50 < potenza impianto ≤ 200 kWe	PAS
E.2.3		> 200 kWe	AU
E.2.4	Impianto eolico, comunque realizzato: - non ricadente nei casi precedenti;	< 60 kWe	PAS
E.2.5	- per il quale sono previste autorizzazioni ambientali o paesaggistiche di competenza di amministrazioni diverse dal Comune.	≥ 60 kWe	AU
E.3.1	Torri anemometriche finalizzate alla misurazione temporanea del vento: - realizzate mediante strutture mobili, semifisse o comunque amovibili; - installate in aree non soggette a vincolo o a tutela, a condizione che vi sia il consenso del proprietario del fondo; - per le quali sia previsto che la rilevazione non duri più di 36 mesi; - per le quali sia prevista da parte del soggetto titolare la rimozione con ripristino dello stato dei luoghi entro un mese dalla conclusione della rilevazione.	n.a.	CEL
E.3.2	Torri anemometriche finalizzate alla misurazione temporanea del vento: - realizzate mediante strutture mobili, semifisse o comunque amovibili; - installate in aree non soggette a vincolo o a tutela, a condizione che vi sia il consenso del proprietario del fondo; - per le quali sia previsto che la rilevazione duri più di 36 mesi; - per le quali sia prevista da parte del soggetto titolare la rimozione con ripristino dello stato dei luoghi entro un mese dalla conclusione della rilevazione.	n.a.	PAS
E.3.3	Torri anemometriche, comunque realizzate, non ricadenti nei casi precedenti.	n.a.	AU

(1) PROCEDURA AUTORIZZATIVA

CEL = comunicazione in edilizia libera

PAS = procedura autorizzativa semplificata

AU = autorizzazione unica

GLOSSARIO IDROELETTRICO E GEOTERMoeLETTRICO

SIGLA	DESCRIZIONE	SOGLIA DIMENSIONALE	PROCEDURA AUTORIZZATIVA ⁽¹⁾
IMPIANTI IDROELETTRICI			
I.1.1	impianto realizzato in edificio o impianto industriale per il quale l'intervento: - non alteri i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari; - non comporti modifiche delle destinazioni di uso;	≤ 200 kWe	CEL
I.1.2	- non riguardi le parti strutturali; - non comporti aumento del numero delle unità immobiliari; - non implichi incremento dei parametri urbanistici.	> 200 kWe	AU
I.2.1	impianto realizzato su acquedotto e fognatura.	≤ 1 MWe	PAS
I.2.2		> 1 MWe	AU
I.3.1	impianto idroelettrico comunque realizzato non	< 100 kWe	PAS
I.3.2	ricadente nei casi precedenti.	≥ 100 kWe	AU
IMPIANTI GEOTERMoeLETTRICI			
G.1.1	Impianto realizzato in edificio o impianto industriale per il quale l'intervento: - non alteri i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari; - non comporti modifiche delle destinazioni di uso;	≤ 200 kWe	CEL
G.1.2	- non riguardi le parti strutturali; - non comporti aumento del numero delle unità immobiliari; - non implichi incremento dei parametri urbanistici.	> 200 kWe	AU
G.2.1	Impianto geotermoelettrico, comunque realizzato, non ricadente nei casi precedenti.	nessuna soglia	AU

(1) PROCEDURA AUTORIZZATIVA

CEL = comunicazione in edilizia libera

PAS = procedura autorizzativa semplificata

AU = autorizzazione unica

GEOTERMEOLETTRICO

ID.	AREA	CATEGORIE	Riferimento normativo di vincolo	SOTTOCATEGORIE	G.1.1	G.1.2	G.2.1	
1	SITI UNESCO			Edifici o beni di rilevante valore storico-culturale, architettonico, archeologico, monumentale e complessi rurali da salvaguardare o equivalenti	non idoneo	non idoneo	caso non verosimile	
				Pertinenze di edifici di valore storico-culturale	caso non verosimile	caso non verosimile	non idoneo	
				Edifici privati a destinazione d'uso d'uso residenziale, industriale, commerciale	istruibile	istruibile	caso non verosimile	
				Pertinenze di edifici privati	caso non verosimile	caso non verosimile	non idoneo	
2	IMMOBILI E AREE NOTEVOLE INTERESSE CULTURALE	II^ Parte del D. Lgs. 42/2004		Edifici o aree riconosciuti beni culturali (ville, anche private, parchi e i giardini che abbiano interesse artistico o storico)	non idoneo	non idoneo	caso non verosimile	
				Pertinenze degli edifici individuati beni culturali	caso non verosimile	caso non verosimile	non idoneo	
				Edifici privati a destinazione d'uso d'uso residenziale, industriale, commerciale	istruibile	istruibile	caso non verosimile	
3	IMMOBILI E AREE NOTEVOLE INTERESSE PUBBLICO	III^ Parte del D. Lgs. 42/2004	art. 136 comma 1 lett. a)	le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale, singolarità geologica o memoria storica	caso non verosimile	caso non verosimile	non idoneo	
				art. 136 comma 1 lett. b)	le ville, i giardini e i parchi, non tutelati dalle disposizioni della Parte seconda del d. lgs. 42/2004	caso non verosimile	caso non verosimile	non idoneo
				art. 136 comma 1 lett. c)	i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale, inclusi i centri ed i nuclei storici	istruibile	istruibile	non idoneo
				art. 136 comma 1 lett. d)	le bellezze panoramiche e i punti di vista o di belvedere accessibili al pubblico	caso non verosimile	caso non verosimile	non idoneo
4	PARCHI NATURALI REGIONALI	aree di parco naturale			istruibile	istruibile	non idoneo	
5	PARCHI REGIONALI	aree di parco regionale			istruibile	istruibile	istruibile	
6	AREE RETE NATURA 2000	ZPS		Ambienti Alpini Aperti	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				Ambienti Forestali Alpini e Valichi	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				Ambienti Fluviali	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				Zone Umide	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				Ambienti Agricoli e Risaie	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				SIC e ZSC	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
7	RISERVE REGIONALI		L. 394/1991 art. 2 comma 3	Riserve integrali	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				Riserve orientate	caso non verosimile	caso non verosimile	non idoneo	
8	P.L.I.S.				istruibile	istruibile	istruibile	
9	RER		d.g.r. 10962/2009	varchi	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				gangli	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				corridoi	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
10	AREE AGRICOLE INTERESSATE DA PRODUZIONI AGROALIMENTARI DI PARTICOLARE QUALITÀ E TIPICITÀ, DA SPECIFICHE CATEGORIE AGRICOLE E/O RICADENTI IN AMBITI DESTINATI ALL'ATTIVITÀ AGRICOLA DI INTERESSE STRATEGICO	Territori con produzioni agroalimentari di particolare qualità e tipicità	D.Lgs. 228/2001 art. 21	A.1 Settore viti-vinicolo A.1.1 Aree a Denominazione di origine controllata, DOC A.1.2 Aree a Denominazione di origine controllata e garantita, DOCG A.1.3 Aree a Indicazione Geografica Tipica, IGT	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				Ambiti agricoli di interesse strategico individuati dai Piani Territoriali di Coordinamento approvati	L.R. 12/2005 art. 15 comma 4	non idoneo	non idoneo	non idoneo
				Aree interessate dalle categorie agricole		non idoneo	non idoneo	non idoneo
				Restanti aree agricole		non idoneo	non idoneo	non idoneo
11	AREE P.A.I.		art 9 N.T.A. P.A.I.	aree interessate da frane attive (Fa)	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				aree interessate da frane quiescenti (Fq), esondazioni e dissesti di carattere torrentizio con pericolosità elevata (Eb), conoidi potenzialmente attivi (Cp)	istruibile	istruibile	istruibile	
				aree interessate da frane stabilizzate (Fs), esondazioni e dissesti di carattere torrentizio di pericolosità media (Em), conoidi non riattivatisi (Cn)	istruibile	istruibile	istruibile	
				aree interessate da esondazioni e dissesti di carattere torrentizio di pericolosità molto elevata (Ee), conoidi attivi (Ca)	istruibile	istruibile	non idoneo	
				aree interessate da valanghe con pericolosità molto elevata (Ve)	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				aree interessate da valanghe con pericolosità media (Vm)	istruibile	istruibile	non idoneo	
				artt. 49, 50, 51 N.T.A. P.A.I.	zona 1 ambito collinare e montano e aree di pianura	istruibile	istruibile	non idoneo
zona 2 ambito collinare e montano	istruibile	istruibile	non idoneo					
zona B-Pr	istruibile	istruibile	non idoneo					
12	ZONE CON TUTELA PAESAGGISTICA			Laghi lombardi	istruibile	istruibile	non idoneo	
				Fiumi, torrenti, corsi d'acqua	istruibile	istruibile	istruibile	
				montagne alpine e appenniniche	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				viabilità storica	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				belvedere, visuali, punti di osservazione del paesaggio	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				geositi	non idoneo	non idoneo	non idoneo	
				centri, nuclei e insediamenti storici	istruibile	non idoneo	non idoneo	
ambiti elevata naturalità	istruibile	istruibile	non idoneo					
13	BOSCO		art. 43 L.R. 31/2008		non idoneo	non idoneo	non idoneo	
14	AREE CRITICHE QUALITÀ ARIA			aree Fascia 1	istruibile	istruibile	istruibile	