



**Politecnico
di Torino**

Politecnico di Torino

Corso di Laurea

Ingegneria energetica e nucleare

Classe LM-30 (DM270)

Sessione di Laurea Luglio 2021

Analisi dei requisiti tecnici per l'accesso all'ecobonus

Relatori:

Vincenzo Corrado
Andrea Cavaleri

Candidato:

Ludovico Perotti

Sommario

1.	Introduzione	4
2.	Quadro della legislazione	6
2.1	Decreto Rilancio.....	6
2.1.1	Interventi e Utenti soggetti dell’ecobonus.....	6
2.1.2	Modalità di detrazione fiscale dell’ecobonus.....	10
2.1.3	Circolare 24/E e 30/E Agenzia entrate	11
2.1.4	Legge di bilancio 2021	16
2.2	Legge n°10 e successive modifiche.....	17
2.2.1	Decreto linee guida APE e direttiva UE 2018/844.....	18
2.3	Decreto Requisiti Tecnici	20
2.4	Decreto Asseverazioni	25
3.	Approfondimento requisiti tecnici	26
4.	Procedura di asseverazione.....	34
4.1	Fase di rilievo.....	36
4.1.1	Involucro opaco	36
4.1.2	Involucro trasparente.....	38
4.1.3	Ponti termici	39
4.1.4	Sistemi tecnici.....	40
4.1.5	Dati meteo	42
4.2	Certificazione A.P.E pre retrofit.....	42
4.3	Progettazione	44
4.4	A.P.E post interventi.....	49
4.5	Comunicazione ad ENEA dell’asseverazione	50
5.	Caso Studio	51
5.1	Introduzione al caso studio	51
5.2	Modellazione del fabbricato su EC700.....	53
5.3	Progettazione scenari di intervento	57
5.3.1	Classificazione degli scenari di intervento.....	57
5.3.2	Descrizione degli scenari	57
5.3.3	Analisi economica.....	69
6.	Conclusioni	71
7.	Bibliografia.....	73

Abstract

La tesi consiste in un'analisi approfondita delle normative tecniche e requisiti necessari durante il processo per l'ottenimento del superbonus, viene svolta presso Riven s.r.l. a Torino. Partendo dalle normative si analizzano i decreti che hanno introdotto il superbonus 110% e le regole che vengono applicate ad esso, la storia degli incentivi in Italia e delle diverse disposizioni in materia di efficientamento energetico del passato, con un ulteriore approfondimento sui requisiti tecnici richiesti dal decreto Requisiti 6 agosto 2020. Successivamente viene analizzato il processo asseverativo dalla fase di rilievo alla progettazione degli interventi trainanti e trainati, con focus sulla progettazione e sulla scelta degli interventi tecnicamente possibili.

Oltre a questo verrà analizzato un caso studio con l'azienda con certificazione A.P.E e progettazione degli interventi di un condominio di Cremona che vuole effettuare gli interventi del Superbonus di cui la fase di rilievo è stata svolta in precedenza da Riven, nella progettazione sorgeranno delle problematiche legate all'incentivo che verranno chiarite tramite un interpello ad Agenzia delle Entrate. In conclusione verrà data una valutazione sull'applicazione dell'incentivo sul lungo termine.

1. Introduzione

Tutti abbiamo sperimentato sulla pelle questo 2020, un anno che ha segnato la vita di miliardi di persone e il modus operandi di tantissime aziende in qualunque settore economico. Per arginare almeno in parte alla crisi che il Covid-19 ha portato in un settore già notevolmente colpito come l'industria edilizia, il governo italiano ha deciso di introdurre un ulteriore incentivo per l'efficientamento energetico del portfolio edilizio della penisola, che non brilla sotto il punto di vista dell'efficienza energetica.

L'introduzione delle nuove agevolazioni in materia di efficienza energetica oltre ad essere dovuta a questo specifico periodo di difficoltà a livello mondiale ha radici profonde nella politica italiana. L'obiettivo di efficienza energetica nasce in Italia e più generalmente in Unione Europea dalla crisi petrolifera del 1973, si è iniziato a guardare alla sicurezza degli approvvigionamenti energetici e sono iniziate le prime politiche di efficientamento energetico, proprio per aiutare ad assicurare una sicurezza maggiore per l'industria energetica, infatti nel 1974 il Consiglio Europeo ha adottato la prima politica di riduzione dei consumi energetici del 15% rispetto ai livelli pre crisi. Successivamente nel 1992 sono iniziate ad emergere le prime discussioni sul problema dei cambiamenti climatici indotti dall'attività dell'uomo e in particolare sull'uso dell'energia. La prima vera importante politica di Energy Saving è stata introdotta con la direttiva SAVE volta ad aumentare l'efficienza dei sistemi di riscaldamento e dei sistemi elettrici, è stata la pietra miliare che ha poi indotto la creazione della più specifica direttiva sugli edifici, l'EPBD del 2002 che negli anni a venire ha subito modifiche nei re cast del 2010 e 2018 per adattarsi agli obiettivi più stringenti in materia edilizia. La produzione di energia e i suoi usi finali sono responsabili infatti dell'80% delle emissioni di tutti i gas serra, specificatamente gli edifici interessano il 40% degli usi finali dell'energia e del 36% delle emissioni di CO₂ dell'Unione. Il governo Italiano negli anni ha introdotto delle agevolazioni fiscali e incentivi per favorire l'efficientamento energetico, in special modo dagli accordi di Parigi, essendo il termine per il raggiungimento degli obiettivi il 2030 e trovandoci ad affrontare un'emergenza sanitaria su tutto il territorio nazionale ed europeo risulta alquanto logico che sia stato indotto questa nuova agevolazione per non rallentare la transizione verso un'economia energetica più verde. [1]

Questo incentivo permette alle aziende edilizie e ai tecnici specialisti di poter lavorare e di non chiudere le aziende definitivamente. Il bonus consiste in uno scarico fiscale del 110% sulle fatture di interventi atti al miglioramento delle performance energetiche dell'edificio soggetto a suddetti interventi. I criteri per l'accesso al superbonus sono descritti nel decreto Rilancio del 19 maggio 2020 e ulteriormente chiariti dall'agenzia delle entrate e dal Mise, Il superbonus si affianca ai precedenti eco incentivi già presenti e ancora in vigore. Per poter iniziare i lavori è necessario attenersi a numerose normative e redigere una relazione tecnica atta a dimostrare l'effettiva efficacia degli interventi. In questa analisi verrà descritta integralmente la procedura che verrà applicata a un caso studio. Qui entra in campo la Riven srl, società di consulenza ingegneristica presso il quale la tesi viene svolta. L'azienda nasce come start-up innovativa che fornisce servizi di consulenza alle industrie e aziende per analizzare come il cliente consumi l'energia, proporre degli interventi per ridurre il consumo e monitorare i consumi e poter diagnosticare i problemi dopo gli interventi tramite la gestione dell'energia. Durante questo periodo sappiamo tutti che molte aziende sono bloccate dalla pandemia e avendo i lavoratori in cassa integrazione o a casa in smart working non hanno in programma interventi per la gestione dell'energia. L'azienda ha dovuto cambiare quindi i target del suo lavoro e entrare in un campo nuovo, le asseverazioni per l'ottenimento del superbonus.

L'azienda gestisce tutta la procedura per l'asseverazione dalla fase di caratterizzazione del fabbricato per la quale il cliente è interessato ad effettuare interventi atti all'efficientamento energetico, dalla fase di rilievo dei parametri caratteristici dell'involucro, alla modellazione dell'edificio interessato sul software di calcolo specializzato Edilclima per effettuare la certificazione APE pre e post intervento, permette anche di apportare le migliorie facilmente da una sezione apposita per velocizzare i calcoli per l'edificio ristrutturato. Questo significa che contatta personalmente le imprese di costruzione per effettuare gli interventi, i fornitori dei materiali e dei sistemi tecnici che vengono sostituiti e inoltre dialoga con le banche per la cessione del credito a un istituto bancario.

2. Quadro della legislazione

Per poter godere del Superbonus introdotto quest'anno dalle autorità ministeriali nel nuovo decreto ministeriale Rilancio del 19 maggio 2020, bisogna attenersi alle prescrizioni di una serie di decreti legislativi e leggi che esprimono i soggetti a cui è rivolto l'ecoincentivo, la classificazione degli edifici che sono indicati come oggetto delle detrazioni e degli interventi che dovranno essere svolti su di essi, inoltre questi decreti si collegano ai vecchi ecoincentivi precedenti al Superbonus introdotti dai decreti legislativi antecedenti che contengono tutte le regole e i requisiti da seguire per gli interventi, oltre che la procedura da seguire in fase di asseverazione e per la compilazione dei certificati A.P.E necessari alla verifica del corretto svolgimento della procedura.

2.1 Decreto Rilancio

Questo decreto è stato emanato il 19 maggio 2020 durante la prima fase di lockdown della pandemia Covid, è composto da 266 articoli che spaziano dalle misure sul settore sanitario alle misure adottate per il lavoro agile. Tra tutti questi articoli quelli che riguardano direttamente la questione dell'ecoincentivo sono l'articolo 119 e 121.

2.1.1 Interventi e Utenti soggetti dell'ecobonus

L'articolo 119 è la parte del decreto che cita espressamente il Superbonus, infatti eleva l'aliquota delle detrazioni al 110% degli interventi descritti nell'articolo 14 del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 2013, n. 90. Le detrazioni dalle spese effettuate dai contribuenti sostenute dal 1° luglio 2020 fino al 31 dicembre 2021 verranno ripartite in cinque quote annuali per i seguenti interventi:

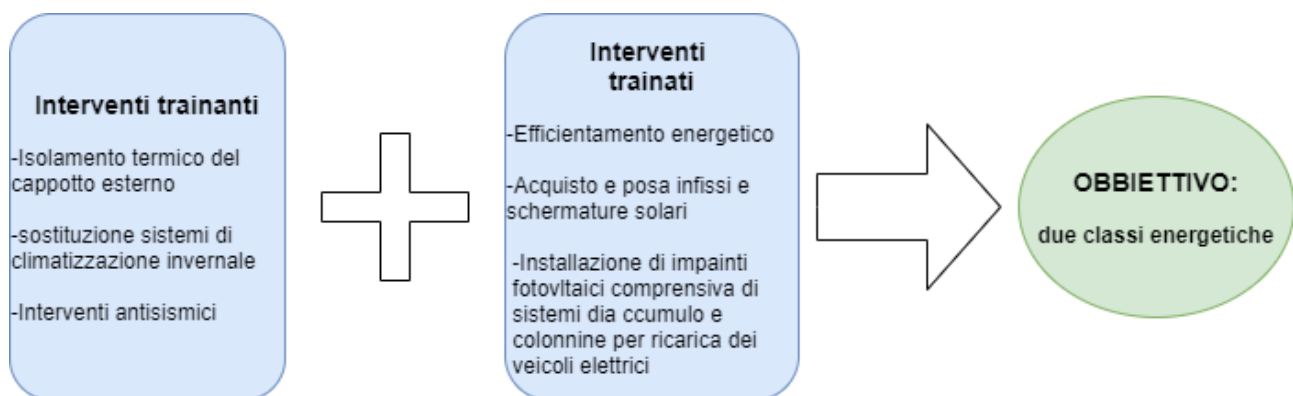
«a) interventi di isolamento termico delle superfici opache verticali e orizzontali che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25 per cento della superficie disperdente lorda dell'edificio medesimo. I materiali isolanti utilizzati devono rispettare i criteri ambientali minimi di cui al decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 11 ottobre 2017, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 259 del 6 novembre 2017.

b) interventi sulle parti comuni degli edifici per la sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti centralizzati per il riscaldamento, il raffrescamento o la fornitura di acqua calda sanitaria a condensazione, con efficienza almeno pari alla classe A di prodotto prevista dal regolamento delegato (UE) n. 811/2013 della Commissione del 18 febbraio 2013, a pompa di

calore, ivi inclusi gli impianti ibridi o geotermici, anche abbinati all'installazione di impianti fotovoltaici di cui al comma 5 e relativi sistemi di accumulo di cui al comma 6, ovvero con impianti di microgenerazione.

c)interventi sugli edifici unifamiliari per la sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti per il riscaldamento, il raffrescamento o la fornitura di acqua calda sanitaria a pompa di calore, ivi inclusi gli impianti ibridi o geotermici, anche abbinati all'installazione di impianti fotovoltaici di cui al comma 5 e relativi sistemi di accumulo di cui al comma 6, ovvero con impianti di microgenerazione. Congiuntamente agli interventi trainanti si possono effettuare gli interventi trainati con aliquota elevata al 110%, suddetti interventi sono:

- L'acquisto e la posa di infissi comprensivi di finestre e porte
- L'installazione di pannelli fotovoltaici comprensiva di installazione di sistemi di accumulo
- L'acquisto e posa di schermature solari
- Interventi di efficientamento energetico dell'ecobonus"



Nel decreto sono descritti insieme alle varie parti sono descritti i massimali di spesa detraibili per tipologia di intervento, tali massimali verranno raccolti in una tabella nella seguente capitolo di approfondimento dei requisiti tecnici. Nel comma 9 del decreto in particolare sono descritte le categorie sociali che sono oggetto delle agevolazioni:

-I condomini

-Dalle persone fisiche, al di fuori dell'esercizio di attività di impresa, arti e professioni

-Dagli istituti autonomi case popolari (IACP) comunque denominati, nonché enti aventi le medesime finalità sociali dei predetti istituti, istituti nella forma di società che rispettano i requisiti della legislazione europea in materia di "in house providing" per interventi su immobili di loro proprietà (ovvero gestiti per conto dei comuni e della pubblica amministrazione)

-Dalle cooperative di abitazione a proprietà indivisa, per interventi realizzati su immobili dalle stesse possedute e assegnati in godimento ai soci.»

Come si può facilmente notare solo il settore residenziale è soggetto a queste agevolazioni, per il settore commerciale/industriale e terziario godono dei precedenti ecoincentivi con aliquota più bassa, non valgono inoltre qualunque tipologia di edificio adibito ad arti e mestieri che comprenda un unità residenziale non autonoma, per esempio come citato nell'interpello 570 dell'Agenzia delle entrate dove si chiedeva se la categoria dei Bed and Breakfast che comprende l'abitazione del proprietario possa fruire del bonus. La risposta è negativa in quanto la categoria è compresa nelle attività di impresa. Si denota che le persone fisiche, al di fuori di attività di impresa non possono richiedere la detrazione per un immobile diverso da quello adibito a abitazione principale fatta ad eccezione per unità immobiliari site dentro edifici plurifamiliari con ingresso indipendente o unità immobiliari dentro un condominio dove il massimo è due unità per intestatario.^[2] Bisogna anche tenere conto delle possibili casistiche che si possono riscontrare, per esempio la questione della ristrutturazione con conseguente accorpamento di altre unità collabenti, come chiarito nella circolare 24 dell'Agenzia delle entrate, si può accorpare unità confinanti con l'edificio oggetto di ristrutturazione a patto che come spiegato nella risposta dell'agenzia all'interpello 326 del 09/09/20 l'A.P.E pre intervento si deve riferire all'edificio pre lavori e quello nuovo al nuovo edificio con la nuova categoria catastale.^[3] Questo tipo di agevolazioni non si riscontrano in caso nuova costruzione che non gode degli incentivi, l'interpello 24 del 08/01/21 spiega efficientemente questa situazione, in quanto il richiedente ha progettato di espandere la propria unità immobiliare, ma il Superbonus non vale per le nuove costruzioni, quindi la parte agevolata per gli interventi fatti che sono oggetto di bonus va solo alla parte "vecchia" che è stata ristrutturata.^[4]

Per quanto riguarda gli interventi che accedono al bonus nell'articolo non vengono espressamente elencati nel decreto tutti gli interventi che sono trainanti o trainanti, gli interventi specifici che danno diritto all'incentivo vengono esplicitamente elencati dalla circolare 24 dell'agenzia delle entrate.

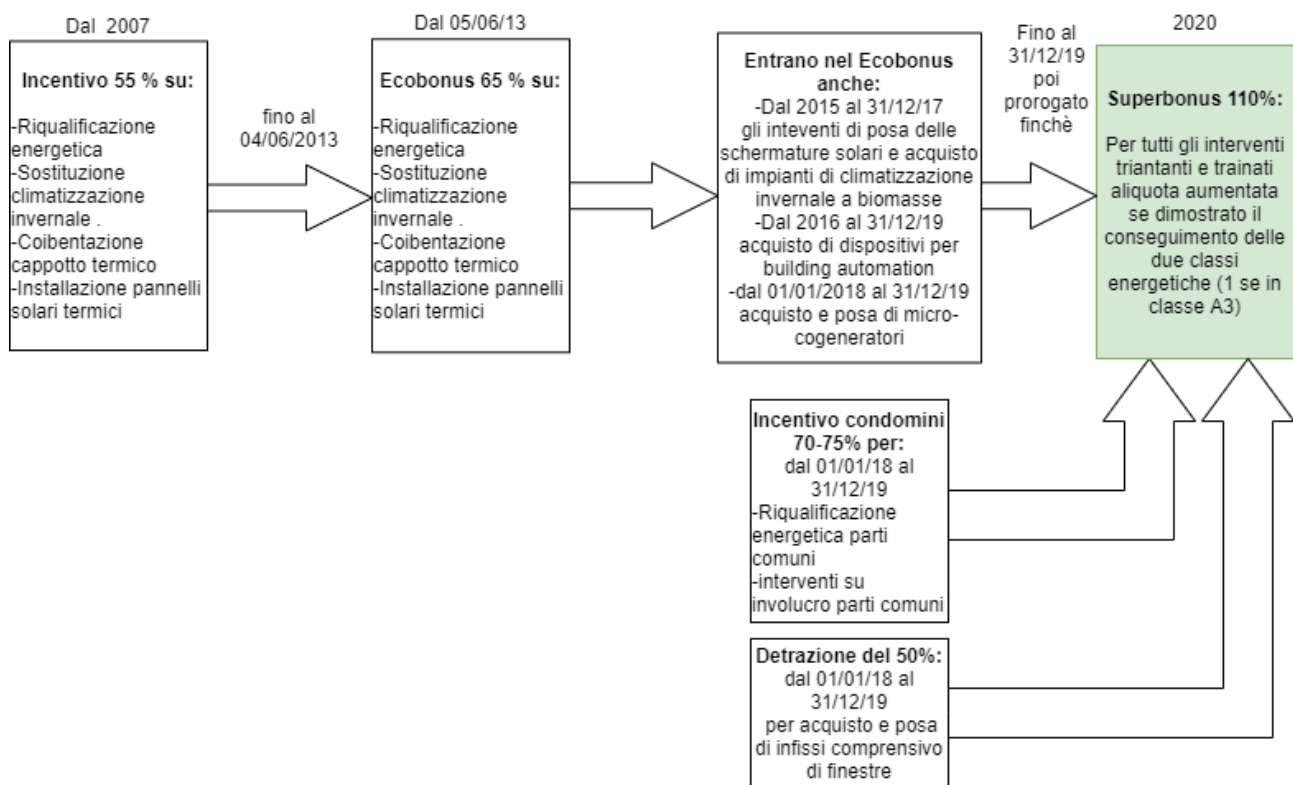
Il comma 3 dell'articolo invece impone una condizione molto importante per l'intero iter processuale dell'asseverazione, si deve garantire tramite opportuna documentazione di certificazione A.P.E che l'edificio oggetto di ristrutturazione raggiunga tramite congiuntamente la somma tutti gli interventi effettuati, due classi energetiche superiori a quella di partenza certificata, o alla classe superiore se si parte dalla penultima classe (A3) [5].

2.1.2 Modalità di detrazione fiscale dell'ecobonus

Questo articolo del decreto Rilancio delinea le trasformazioni delle detrazioni fiscali in sconto sul rispettivo dovuto e in credito d'imposta cedibile. Per i soggetti che sostengono negli anni 2020-2021, spese per gli interventi elencati nel comma 2, possono optare per un contributo sotto forma di sconto in fattura sul corrispettivo dovuto fino a un importo massimo pari al corrispettivo dovuto, anticipato dal fornitore che ha effettuato gli interventi e recuperato come credito d'imposta, con facoltà di successiva cessione del credito ad altri soggetti ivi inclusi intermediari finanziari, altrimenti si può optare direttamente per la trasformazione diretta in credito d'imposta e cessione ad altri soggetti, ivi inclusi intermediari finanziari.

Nell'articolo si ripete l'elenco degli interventi che sono oggetto delle detrazioni come nel precedente articolo 119, invece nei commi 4 e 5 dell'articolo vengono descritte le modalità di controllo da parte di Agenzia delle entrate e le conseguenze di irregolare utilizzo dello sconto in fattura da parte dei fornitori. Qualora sia accertata la mancata integrazione, anche parziale, dei requisiti che danno diritto alla detrazione d'imposta, l'Agenzia delle entrate provvede al recupero dell'importo corrispondente alla detrazione non spettante nei confronti dei soggetti di cui al comma 1. Come si può notare dalla scrittura dell'articolo, l'Agenzia delle Entrate lascia aperte diverse possibilità per i contribuenti per detrarre completamente la spesa, ovviamente al contribuente che non ha una disponibilità economica elevata molto probabilmente opterà per una delle due opzioni di trasformazione delle detrazioni che saranno poi un problema del fornitore o dell'istituto finanziario che se ne prenderà carico.^[6]

«Le detrazioni fiscali descritte dal decreto Rilancio vanno ad affiancare quelle presenti ad oggi, come le detrazioni fiscali del 50% normali su ogni fattura e il precedente ecobonus al 65 %, le detrazioni fiscali che riguardano specificatamente l'efficientamento energetico sono state introdotte dal 2007 con la detrazione al 55% per gli interventi di riqualificazione energetica, coibentazione del cappotto esterno, sostituzione dell'impianto di climatizzazione invernale e pannelli solari termici. Successivamente dal 5 giugno 2013 è stato introdotto l'ecobonus del 65 % sugli interventi appena citati, è stato modificato per includere altri interventi negli anni 2015-2016 e 2018 prima dell'introduzione del Superbonus.»



Schema detrazioni precedenti al Superbonus

2.1.3 Circolare 24/E e 30/E Agenzia entrate

La circolare 24/E dell’Agenzia delle entrate emanata l’8 agosto 2020 fa chiarezza su alcuni aspetti interpretativi riguardanti il decreto Rilancio. Partendo dalle categorie sociali che possono richiedere il bonus ha specificato ulteriori condizioni per i richiedenti. Per le persone fisiche il bonus si applica fino a due unità immobiliari, per i condomini nella circolare è sottolineata la definizione di condominio quale particolare forma di comunione in cui coesiste la proprietà individuale dei singoli condomini, costituita dall’appartamento o le unità immobiliari possedute, ed una comproprietà sui beni comuni dell’immobile, inoltre ha sottolineato che il Superbonus non si applica agli interventi realizzati sulle parti comuni a due o più unità immobiliari distintamente accatastate di un edificio interamente posseduto da un unico proprietario o in comproprietà fra più soggetti. Nelle categorie sociali inoltre sono state aggiunte le comunità energetiche rinnovabili costituite “in forma di enti non commerciali o di condomini che aderiscano alle configurazioni”, questo vuol dire che non solo le comunità energetiche rinnovabili sono incluse ma anche i condomini che sono connessi alla rete delle comunità.

«Sotto il profilo oggettivo, il Superbonus spetta a fronte del sostenimento delle spese relative a taluni specifici interventi finalizzati alla riqualificazione energetica e alla adozione di misure antisismiche degli edifici (cd. interventi “trainanti”) nonché ad ulteriori interventi, realizzati congiuntamente ai primi (cd. interventi “trainati”). In entrambi i casi, gli interventi devono essere realizzati:

- su parti comuni di edifici residenziali in “condominio” (sia trainanti, sia trainati);
 - su edifici residenziali unifamiliari e relative pertinenze (sia trainanti, sia trainati);
 - su unità immobiliari residenziali funzionalmente indipendenti e con uno o più accessi autonomi dall'esterno site all'interno di edifici plurifamiliari e relative pertinenze (sia trainanti, sia trainati);
 - su singole unità immobiliari residenziali e relative pertinenze all'interno di edifici in condominio (solo trainati).
- Sono escluse le classi catastali considerate abitazioni di lusso A1 (abitazioni di tipo signorile), A8 (abitazioni in ville) e A9 (castelli).

Per quanto concerne gli interventi che accedono al 110% bisogna fare un chiarimento sulla questione trainanti-trainati, gli interventi trainanti sono interventi che accedo al bonus senza necessità di effettuare altri interventi, quelli trainati invece sono strettamente legati a quelli trainanti e richiedono che nella fase di progetto almeno un trainante sia eseguito per poter detrarre la spesa di quelli trainati.

Gli interventi trainanti sono l'isolamento termico di involucri edilizi comprensivi di superfici verticali orizzontali e opache con un'incidenza superiore al 25% della superficie lorda disperdente, verso l'esterno o verso vani non riscaldati. Questa tipologia interessa sia condomini sia unità familiari indipendenti o situate all'interno di edifici plurifamiliari ma funzionalmente indipendenti con accesso autonomo dall'esterno, questa categoria comprende essenzialmente 3 tipologie di isolamento termico, l'isolamento esterno che non toglie spazio agli ambienti esterni ma aumenta l'area occupata dall'edificio, questo è applicabile solo in presenza di spazio esterno proprietario o di un'autorizzazione della pubblica amministrazione se sottrae suolo pubblico, la seconda opzione è l'isolamento in intercapedine che permette di aumentare la prestazione dell'edificio senza variare la volumetria nell'area di occupazione, può essere eseguita riempiendo l'intercapedine di un materiale espandente come il poliuretano a spruzzo o mediante l'installazione di pannelli, questo dipende molto dalla accessibilità dell'intercapedine, inoltre se si opta per questo isolamento se sono presenti montanti di distribuzione nell'intercapedine si rende difficile la sostituzione futura. Infine si può optare per l'isolamento interno, che purtroppo toglie volumetria ai locali del fabbricato, questa è la

soluzione meno applicata poiché gli occupanti non sono quasi mai d'accordo a perdere della metratura dei locali. Queste tre tipologie di isolamento si applicano alla muratura perimetrale esterna del fabbricato, alla copertura orizzontale del tetto e dell'attacco al suolo, come verrà poi dimostrato attraverso il caso studio l'isolamento dei muri perimetrali e del tetto apportano più beneficio in termini di prestazione a parità di condizioni di isolamento di partenza rispetto alla pavimentazione.

La seconda tipologia di interventi trainanti è la sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale e al raffrescamento nel caso si installino pompe di calore reversibili, questi interventi interessano sia parti comuni di edifici condominiali sia unità familiari indipendenti o situate all'interno di edifici plurifamiliari ma funzionalmente indipendenti con accesso autonomo dall'esterno. Specificatamente in questa categoria sono presenti una moltitudine di possibilità che si adattano a ogni situazione possibile, la strada possibile è la sostituzione con una caldaia a gas a condensazione nel caso in cui l'edificio soggetto di interventi abbia ancora una caldaia tradizionale molto inefficiente o addirittura a diesel, alternativamente a questo se esiste la possibilità di collegarsi all'impianto di teleriscaldamento è consigliabile adottare questa soluzione in quanto alza la prestazione energetica dell'edificio, questo poi dipende anche dall'impianto collegato alla rete di teleriscaldamento, precisamente dalle sue prestazioni, temperatura di mandata e fattori di conversione in energia primaria. Un'altra possibilità contemplata dall'ecoincentivo è l'installazione di unità cogenerative che producano calore ed elettricità, possibilità che aumenta la prestazione ma utilizza comunque vettori energetici fossili, stessa cosa per le celle a combustibili che sono citate nelle possibilità, ma è una tecnologia ancora in sviluppo e molto complessa dal punto di vista impiantistico a seconda della tipologia di cella. Sempre rimanendo sui sistemi a combustione anche l'installazione di una caldaia a biomassa rientra tra le categorie agevolabili, opzione che sicuramente apporta un beneficio alla prestazione avendo una componente rinnovabile al combustibile. Citati in questa tipologia di trainanti ci sono anche i sistemi ibridi che sono una combinazione di sistema tradizionale (caldaia a condensazione) e pompa di calore, quindi valgono le stesse considerazioni descritte in precedenza. Parlando specificatamente di pompe di calore, la loro installazione può essere combinata con l'installazione di un impianto FV contribuendo a de carbonizzare l'impronta ecologica dell'edificio. Come configurazioni si può optare per una pompa di calore che utilizza aria esterna come fluido esterno o una pompa di calore che utilizzi acqua, il primo caso è il più diffuso in quanto non presenta difficoltà impiantistiche ma risulta molto dipendente dal clima, il secondo caso è legato strettamente alla geotermia a bassa T, si può optare per un ciclo aperto se si ha sufficiente terreno di proprietà per l'installazione di due pozzi e la disponibilità di una falda acquifera che produca abbastanza per il ciclo, alternativamente si può optare per un ciclo chiuso che è più compatto, non

richiede lo scavo di un pozzo di estrazione e iniezione ma meno efficiente. La prima opzione è più indicata ad edifici condominiali e unifamiliari che hanno poco spazio, la seconda è indicata a chi ha un terreno di proprietà situato sopra una falda acquifera capace di far funzionare l'impianto. Infine inclusa in questa tipologia di interventi trainanti vi è la possibilità di installare collettori solari, questi possono avere diverse applicazioni in base alla tipologia, per esempio i collettori piani sono indicati per la produzione di acqua calda sanitaria, mentre i collettori a tubi a vuoto avendo una temperatura molto più alta possono alimentare terminali di emissione per la climatizzazione invernale, questi interventi sono molto indicati per le unità unifamiliari più che per i condomini. La terza tipologia di intervento è la riduzione del rischio sismico, il superbonus inoltre spetta anche alla realizzazione di sistemi di monitoraggio continuo a fini antisismici eseguita congiuntamente all'intervento predetto.

Per quanto riguarda gli interventi trainati comprendono l'efficientamento energetico tramite la sostituzione degli infissi se eseguiti congiuntamente a uno degli interventi citati prima, l'installazione dei nuovi infissi deve garantire il rispetto dei requisiti di trasmittanza e di prestazione luminosa, per rispettare questi requisiti infatti si dovranno sostituire le vecchie vetrate a singolo vetro con doppi vetri con intercapedine e utilizzare un telaio più isolato, congiuntamente a questo intervento si possono sostituire le schermature solari con modelli più efficienti e versioni anche automatizzate purché siano solidali all'edificio e non rimovibili. Infine come ultimo intervento trainato è agevolata l'installazione di impianti solari fotovoltaici con cessione in favore del GSE dell'energia non auto-consumata fino a un massimo di 20 kWp oltre il quale l'impianto non è più considerato per il soddisfacimento del fabbisogno degli edifici ma a scopo commerciale, fatta eccezione per le comunità energetiche rinnovabili fino 200 kWp. Congiuntamente è possibile effettuare l'installazione di sistemi di accumulo integrati ai sistemi fotovoltaici e di infrastrutture per la ricarica di veicoli elettrici, che conviene in previsione del cambio di trend automobilistico che avverrà in futuro. Questa tipologia di intervento è molto utile nel caso di installazione di pompe di calore e per soddisfare il fabbisogno elettrico dell'edificio.

Per tutti questi interventi trainanti e trainati del decreto è definito il tetto massimo di spesa o la detrazione massima attribuibile, separatamente per intervento che è possibile “spendere gratuitamente». [7]

La circolare 30/E uscita il 22 dicembre 2020 viene emanata per evidenziare alcune lacune informative della precedente circolare, precisamente nella prima parte di premessa si chiariscono le definizioni tecniche quali “accesso autonomo dall'esterno” definizione che ha suscitato numerose perplessità e la conseguente apertura di numerosi interpelli. In base a tale disposizione, per accesso autonomo

dall'esterno «si intende un accesso indipendente, non comune ad altre unità immobiliari, chiuso da cancello o portone d'ingresso che consenta l'accesso dalla strada o da cortile o da giardino anche di proprietà non esclusiva». Successivamente vengono descritti meglio i limiti di spesa sugli interventi antisismici che comprendano anche la ricostruzione di edifici già danneggiati da sisma. Successivamente si specifica la condizione per le assemblee condominiali per l'adesione all'opzione di cessione del credito solo in presenza di un'approvazione della maggioranza dei condomini e che rappresentino un terzo dell'edificio. Nei capitoli successivi vengono descritte delle risposte ai casi pratici simili agli interpelli, che costituiscono delle vere e proprie FAQ come quelle presenti nell'agenzia delle entrate. [8]

2.1.4 Legge di bilancio 2021

La nuova legge di bilancio emanata il 30 dicembre 2020 ha introdotto numerose novità fiscali a supporto delle famiglie, delle imprese, per quanto concerne alle detrazioni previste dal Superbonus sono state approvate le seguenti modifiche alle detrazioni del 110%, la proroga fino a giugno 2022 in generale per tutti gli incentivi, in particolare per le IACP per il sisma bonus di edifici a cui sia stato già rilasciato il titolo edilizio fino al 31 dicembre 2022, proroga al 31 dicembre 2022 per la detrazione fruita dai condomini che entro il 30 giugno 2022 hanno completato almeno il 60% dei lavori e la proroga fino al 31 dicembre 2021 per le opzioni alternative alla fruizione diretta del Superbonus, inoltre per le spese agevolabili sostenute durante il 2022 vengono rimborsate in 4 quote annuali al posto di 5.

Vengono introdotte inoltre le detrazioni per gli edifici composti da due a quattro unità unifamiliari distintamente accatastate, anche se possedute da un unico proprietario o in comproprietà da più persone fisiche in contrario a quanto deliberato dall'agenzia delle entrate nelle vecchie circolari, Per gli impianti solari fotovoltaici inoltre vengono concesse le detrazioni anche se tali impianti sono installati su strutture pertinenziali agli edifici, è stato fornito maggiore dettaglio sul limite di spesa per l'installazione delle colonnine di ricarica per i veicoli elettrici e gli interventi di eliminazione delle barriere architettoniche accedono alle detrazioni. Inoltre in contrario a quanto verrà descritto nel Decreto Asseverazioni è stata eliminata la condizione necessaria della stipulazione della polizza assicurativa per le asseverazioni, quindi rendendo più semplice per i liberi professionisti la procedura [11].

2.2 Legge n°10 e successive modifiche

La legge n°10 del 9 gennaio 1991 è stata emanata per dettare disposizioni in materia di risparmio energetico, precisamente sulla razionalizzazione dell'uso dell'energia per climatizzazione invernale, è la prima legge emanata che mette una pietra miliare sul futuro della politica di risparmio energetico ed è la prima volta che l'Italia è stata divisa nelle zone climatiche classificate dalla A alla F. Tuttavia per quanto riguarda il Superbonus tutti si riferiscono a questa legge per l'introduzione della relazione tecnica a cura del professionista richiesta dalle autorità della pubblica amministrazione e da ENEA.

[10]

«La relazione tecnica nello specifico viene richiesta in caso di:

- edifici di nuova costruzione
- demolizioni e ricostruzioni
- ampliamenti superiori al 15% della volumetria preesistente e comunque superiori a 500 m³
- ristrutturazioni importanti di primo livello
- ristrutturazioni importanti di secondo livello
- riqualificazioni energetiche
- impianti termici di nuova installazione
- ristrutturazione degli impianti termici esistenti
- sostituzione di generatori di calore»

Successivamente a questa legge, nella comunità europea vengono indette varie direttive del diritto europeo in materia di efficienza energetica per rendere energeticamente sostenibile il sistema energetico europeo, la prima di queste direttive è la direttiva 2002/91 entrata in vigore il 16 dicembre dello stesso anno, queste direttive devono essere poi recepite dalla legislazione italiana che le deve attuare, qui entra in merito il decreto legislativo 192/2005 che attua le disposizioni della normativa, in particolare definisce la metodologia di calcolo della prestazione energetica degli edifici, le prescrizioni e i limiti in materia di prestazione energetica dei fabbricati e delle loro componenti e alla creazione di un portale per gli attestati di prestazione energetica (A.P.E) sotto tutela di ENEA che effettua gli accertamenti sulle asseverazioni.[11] Successivamente alla direttiva del 2002 è stata emanata una nuova direttiva il 19 maggio 2010 che aggiorna la vecchia direttiva in merito alla metodologia di calcolo utilizzata da un calcolo basato sulla stagione di riscaldamento invernale ad annuale per una più precisa caratterizzazione del consumo degli edifici, inoltre introduce il nuovo

concetto di edificio ad energia zero, obiettivo finale delle nuove costruzioni. Questa normativa purtroppo non è stata recepita subito e l'Unione Europea nel 2012 ha avviato una procedura di infrazione nei confronti del nostro paese. In risposta a questa urgenza di aggiornare la legislazione in materia di efficienza energetica e per impedire l'aggravarsi della procedura viene emanato il decreto legge n°63 convertito poi in legge n°90 il 3 agosto del 2013, che attua delle modifiche molto importanti sull'emissione dei certificati A.P.E, specificatamente in merito alle nuove costruzioni o ristrutturazioni importanti, dove è necessario che il costruttore emetta la certificazione di prestazione richiesti prima dell'emissione del certificato di agibilità.^[12] Molto importante sottolineare che dall'emanazione della legge per la compravendita di unità immobiliari, i proprietari devono fornire ai compratori l'attestato di prestazione energetica, in mancanza di questo adempimento si incorre in una sanzione. La legge introduce inoltre nuovi incentivi per l'efficientamento energetico degli edifici. Nonostante questo adeguamento alla direttiva del 2010 non si riesce ad adeguare totalmente la normativa italiana alla direttiva e nel 2012 è stata emanata una nuova direttiva sull'efficienza energetica apporta modifiche ai requisiti e alle varie definizioni di quella recepita dal governo italiano.

2.2.1 Decreto linee guida APE e direttiva UE 2018/844

Nel 26 maggio del 2015 il governo italiano emana un decreto legge per il totale recepimento della vecchia direttiva UE del 2010 e recepire la direttiva del 2012 ed evitare una nuova procedura d'infrazione nei confronti dello stato. Il decreto è rivolto specificatamente a favorire alla omogenea applicazione nel contesto nazionale delle linee guida per la certificazione energetica degli edifici. I contenuti del decreto sono le linee guida nazionali per l'attestazione della prestazione energetica degli edifici, gli strumenti di raccordo, concertazione e cooperazione tra lo Stato e le Regioni e la realizzazione di un sistema informativo comune a tutto il territorio nazionale per la gestione di un catasto nazionale degli attestati di prestazione energetica e degli impianti termici. Questo ultimo concetto è molto importante da sottolineare poiché, grazie a questo decreto l'ENEA ha assunto il ruolo di organo di controllo per le asseverazioni in materia di efficienza energetica del parco edilizio italiano ed è proprio da questo decreto che poi nasce la sezione dedicata alle asseverazioni in origine solamente alla sola utilità di controllo di database per la certificazione APE, viene poi successivamente usata per certificare gli interventi eseguiti in questo biennio per agevolare l'efficienza energetica e far ripartire l'economia in periodo di pandemia.^[13]

«Per quanto riguarda le linee guida fa fede l'allegato 1 del decreto, al fine di garantire un alto livello di qualità delle certificazioni emesse sul territorio, le linee guida prevedono:

-Le metodologie di calcolo, anche semplificate per gli edifici caratterizzati da ridotte dimensioni e prestazioni energetiche di modeste qualità, finalizzate a ridurre i costi a carico dei cittadini e a ridurre le emissioni di gas clima-alteranti.

-Il format di APE, che comprende tutti dati relativi alla prestazione energetica e all'utilizzo delle fonti rinnovabili nello stesso al fine di garantire un confronto tra edifici diversi.

-Lo schema di annuncio/vendita o locazione che renda uniformi le informazioni di qualità prestazionale fornite ai cittadini.

-La definizione dello schema informatico comune per tutto il territorio nazionale, di seguito SIAPE, entro due anni dall'emanazione di questo decreto le regioni e le provincie autonome devono adeguare i propri strumenti regionali di attestazione alla direttiva 2010/31/UE. Le metodologie di calcolo descritte nelle linee guida tengono conto delle seguenti norme, la raccomandazione CTI 14/2013 prestazione energetica degli edifici o norme UNI equivalenti precedenti, su questo concetto in questo momento la norma che si dovrebbe applicare ai codici di calcolo per le prestazioni sarebbe la norma UNI EN ISO 52017 che descrive i metodi di calcolo generali mentre la UNI EN ISO 52016 introduce il nuovo metodo di calcolo dinamico orario che permette di ridurre l'incertezza dei risultati, questa norma dovrebbe essere entrata in vigore questo luglio ma per via dell'emergenza pandemica si utilizza ancora il calcolo mensile per redigere i certificati APE. Le altre norme che sono utilizzate nel calcolo della prestazione sono la UNI/TS 11300 che è divisa in 6 parti che comprendo il calcolo del fabbisogno per l'energia termica e primaria per la climatizzazione invernale-estiva, energia primaria per ACS, produzione da fonte rinnovabile, ascensori e sistemi tecnici che verranno approfondite in un paragrafo dedicato. Per quanto concerne l'illuminazione si integra la norma UNI EN 15193 per il calcolo dei requisiti energetici degli apparecchi luminosi.»

“Nel 2018 la Commissione europea ha approvato una nuova direttiva in materia di efficienza energetica e sull'utilizzo delle energie rinnovabili, tale direttiva impone l'incentivazione all'installazione di sistemi automatici intelligenti all'interno degli edifici (building automation), al rinnovamento del parco edilizio esistente e all'installazione di colonnine di ricarica di veicoli elettrici. La direttiva ha inoltre lo scopo di razionalizzare le disposizioni delle precedenti versioni della direttiva che non hanno dato i risultati sperati e di favorire le costruzioni di edifici a zero emissioni entro il 2050. Il governo italiano ha emanato il 10 giugno 2020 un decreto legislativo volto al ricevimento di questa direttiva apportando direttamente le modifiche al vecchio decreto legislativo

n°192 del 2005, queste nuove disposizioni si affiancano alle disposizioni del decreto Rilancio precedentemente pubblicato il 19 maggio dello stesso anno”. [14]

2.3 Decreto Requisiti Tecnici

Il decreto requisiti tecnici è stato emanato il 6 agosto 2020, definisce i requisiti tecnici che devono soddisfare gli interventi che danno diritto alla detrazione delle spese sostenute per interventi di efficienza energetica del patrimonio edilizio esistente, nonché finalizzati al recupero o restauro della facciata esterna degli edifici esistenti.

Nel presente decreto sono state indicate le diverse tipologie di interventi che danno accesso alla detrazione:

«-interventi di riqualificazione energetica globale di edifici esistenti o singole unità immobiliari esistenti cui fa riferimento l'articolo 1 della legge 27 dicembre 2006 n296.

-Gli interventi sull'involucro edilizio di edifici esistenti, quali comprendono le strutture opache verticali e/o strutture opache orizzontali (coperture e pavimenti) delimitanti il volume riscaldato verso l'esterno e verso vani non riscaldati.

-La sostituzione di finestre comprensive di infissi delimitanti il volume riscaldato verso l'esterno e verso vani non riscaldati

-La posa in opera di schermature solari, in particolare sistemi di schermatura e/o chiusure tecniche oscuranti mobili, montate in modo solidale all'involucro edilizio o ai suoi componenti.

-Le parti comuni di edifici condominiali che interessino l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25 per cento della superficie disperdente lorda.

-Gli interventi su parti comuni di edifici condominiali realizzati nelle zone sismiche 1,2 e 3 che contestualmente determinino il passaggio a una classe di rischio sismico inferiore secondo quanto stabilito dal decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 28 febbraio 2017 n58.

-L'isolamento termico delle superfici opache verticali, orizzontali e inclinate che interessano l'involucro dell'edificio o dell'unità immobiliare situata all'interno di edifici plurifamiliari che sia funzionalmente indipendente, con un'incidenza superiore al 25 per cento della superficie disperdente lorda.

-Gli interventi di installazione di collettori solari per la produzione di acqua calda per usi domestici o industriali e per la copertura del fabbisogno di acqua calda per piscine, strutture sportive, case di ricovero e cura, istituti scolastici e università.

-Gli interventi di installazione di collettori solari per la produzione di acqua calda in sostituzione anche parziale delle funzioni di riscaldamento ambiente e produzione di acqua calda sanitaria assolve prima dell'intervento dall'impianto di climatizzazione invernale.

-Interventi di sostituzione di integrale o parziale di impianti di climatizzazione invernale con le seguenti opzioni: caldaie a condensazione, sistemi di termoregolazione evoluti, impianti dotati di generatori ad aria a condensazione, impianti dotati di pompe di calore ad alta efficienza (anche con sistemi geotermici a bassa entalpia) anche reversibili, impianti di microgenerazione di potenza elettrica inferiore a 50kWe, generatori di calore a biomassa, allaccio ai sistemi di teleriscaldamento o scaldacqua a pompa di calore in sostituzione a un sistema di produzione di acqua calda quando avviene con lo stesso generatore destinato alla climatizzazione invernale.

-Interventi di installazione di sistemi di building automation.”

Tutti questi interventi citati sopra devono rispettare i requisiti tecnici contenuti nell'allegato A del medesimo decreto. Sinteticamente viene riportato qui sotto il riassunto dei requisiti suddivisi per tipologia di intervento.

“Per interventi di riqualificazione energetica globale l'asseverazione del tecnico abilitato deve essere conforme con i requisiti previsti nel paragrafo 3.4 dell'allegato, decreto requisiti minimi datato 26 giugno 2015. Per gli interventi sull'involucro di edifici esistenti l'asseverazione riporta i valori delle trasmittanze delle strutture su cui si interviene ante (valore medio anche stimato per via di mancanza di dati) e post intervento (valori certificati o calcolati) e la dichiarazione che essi siano maggiori rispetto a quelli limiti nel caso di pre-intervento e minori o uguali a quelli limiti nel caso del post intervento, tali limiti sono riportati nella tabella 1 dell'allegato E del decreto. Per la sostituzione di finestre comprensive di infissi in singole unità immobiliari la suddetta asseverazione può essere sostituita da una dichiarazione dei fornitori/assemblatori di detti elementi, attestante il rispetto dei requisiti.

Per la posa in opera di schermature solari queste devono essere installate esclusivamente da est a ovest passando per il sud. Si specifica che per i componenti finestrati aventi orientamento come descritto precedentemente è richiesto che abbiano un fattore di trasmissione solare g_{tot} (serramento + schermatura) uguale o inferiore a 0.35. L'asseverazione di parti comuni di edifici deve dichiarare che

l'intervento incida su più del 25% della superficie disperdente lorda. L'asseverazione deve dimostrare che l'edificio insieme agli altri interventi trainanti e trainati determini un incremento di almeno due classi energetiche o una classe se di partenza in fascia A3, con riferimento all'attestato di prestazione energetica. Inoltre per quanto descritto precedentemente sugli interventi sull'involucro edilizio le componenti non affette da interventi devono comunque avere trasmittanze superiori al limite dei valori contenuti nell'allegato E (non si possono avere componenti non conformi alla legge. Per quanto riguarda gli interventi di riduzione del rischio sismico devono ridurre di almeno una o due o più classi di rischio.

Per l'installazione di collettori solari devono soddisfare i seguenti requisiti, i collettori devono possedere una certificazione Solar Keymark o in alternativa può essere sostituita dalla medesima certificazione redatta per tutto il sistema. I collettori devono avere valori di producibilità specifica in caso di collettori piani superiore a 300 kWh/m²anno, per collettori sottovuoto superiore a 400 kWh/m²anno tutti i due i casi con località di riferimento Würzburg, mentre per i collettori a concentrazione maggiore di 500 kWh/m²anno con riferimento alla località di Atene. Per gli impianti solari termici per i quali è applicabile solamente la UNI EN 12976, la producibilità specifica deve essere maggiore di 400 kWh/m²anno con riferimento Würzburg. I collettori devono essere garantiti per un minimo di 5 anni e gli accessori e componenti del sistema per almeno 2 anni, l'installazione dell'impianto deve essere eseguita in conformità ai manuali dei componenti principali. Per i collettori solari a concentrazione per i quali non è disponibile la certificazione Solar Keymark, possono sostituirla con una approvazione tecnica rilasciata dall' ENEA. Nel caso i collettori siano dotati di protezione automatica dall'eccesso di radiazione solare per i quali non è possibile ottenere la certificazione né Solar Keymarks né dell'ENEA, i valori di producibilità specifica devono essere ridotti del 10%. Infine qualora gli impianti abbiano superficie dei collettori inferiore a 20 m² , l'asseverazione può essere sostituita da una dichiarazione del fornitore che attesti il rispetto delle norme tecniche sopra elencate.

Gli interventi di sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale con caldaie a condensazione devono rispettare i seguenti requisiti, gli impianti esistenti sono sostituiti con caldaie a condensazione con efficienza stagionale per il riscaldamento d'ambiente maggiore o uguale a 90% del valore minimo della classe A, per caldaie a condensazione con potenza superiore a 400 kW con rendimento superiore a 98,2 % secondo la norma UNI EN 15502. Per impianti con potenza termica utile inferiore a 100 kW l'asseverazione può essere sostituita da una dichiarazione del fornitore, tali requisiti possono essere comprovati tramite scheda tecnica del prodotto. Per le caldaie con sistema di termoregolazione

evoluto il dispositivo di controllo di temperatura deve appartenere alle classi V, VI oppure VIII della Comunicazione 2014/C 207/02. Per gli interventi di sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con generatori di aria calda a condensazione deve avere un rendimento termico utile riferito al potere calorifico inferiore a carico pari al 100% della potenza termica utile nominale maggiore o uguale a $93 + \log(P_n)$ dove P_n è la potenza utile nominale espressa in kW nella formula, e dove per valori di P_n maggiori di 400 kW si applica il limite massimo corrispondente a 400 kW. Per impianti con potenza inferiore a 100 kW l'asseverazione può essere sostituita da dichiarazione del fornitore. Per i soli interventi di sostituzione con generatori di calore con potenza termica utile maggiori di 100 kW si osservano inoltre i seguenti requisiti, l'adozione di un bruciatore modulante con regolazione climatica che agisce direttamente sullo stesso, la pompa di tipo elettronico installata deve essere a giri variabili o con sistemi assimilabili e il sistema di distribuzione deve essere messo a punto ed equilibrato sulle portate.

Per la sostituzione dell'impianto di climatizzazione invernale con pompe di calore ad alto rendimento anche con sistemi geotermici a bassa entalpia i requisiti che devono avere le pompe di calore, in particolare coefficiente di prestazione COP/GUeh o EER/GUec nel caso siano reversibili, sono fissati nelle tabelle 3 e 4 dell'allegato F. Qualora siano installate pompe di calore elettriche con inverter i valori limite devono essere ridotti del 5%. Per impianti con potenza utile complessiva superiore a 100 kW il sistema di distribuzione deve essere messo a punto ed equilibrato sulle portate, sotto questo livello di potenza l'asseverazione può essere sostituita da una dichiarazione del fornitore attestante il rispetto dei limiti.

Gli interventi di sostituzione con impianti dotati di sistemi ibridi devono presentare la idonea documentazione prodotta dal fornitore degli apparecchi, in particolare il sistema ibrido è costituito da una pompa di calore e caldaia a condensazione realizzate e concepite per funzionare in abbinamento fra loro, il rapporto tra potenza utile nominale della pompa di calore e la potenza utile nominale della caldaia è minore o uguale di 0.5, il COP/GUE della pompa deve rispettare i limiti dell'allegato F. Sulla caldaia a condensazione valgono gli stessi limiti descritti precedentemente con l'aggiunta che le temperature minime e massime sono 60°C e 80 °C. Per sistemi ibridi con potenza inferiore o uguale a 100 kW sussiste sempre la sostituzione dell'asseverazione con la dichiarazione del fornitore.

Per gli interventi di sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di micro-cogeneratori i requisiti sono che l'intervento sulla base dei dati di progetto deve condurre a un risparmio in energia primaria pari almeno al 20%, che tutta l'energia termica prodotta sarà utilizzata per soddisfare la richiesta termica per la climatizzazione degli ambienti e la produzione di acqua calda

sanitaria. Qualora sia previsto il mantenimento del generatore precedentemente installato come backup l'asseverazione ne deve riportare le motivazioni. Alla asseverazione deve essere allegata la documentazione che evidenzia le prestazioni energetiche e che attesti l'assenza di dissipazioni energetiche, variazioni di carico, regolazioni della potenza termica, rampe di accensione e spegnimento di lunga durata, altre situazioni di funzionamento modulabile che determinano variazioni del rapporto energia elettrica/energia termica. Per la realizzazione, la connessione alla rete elettrica e l'esercizio dell'impianto si fa riferimento al decreto del Ministro dello sviluppo economico 16 marzo 2017. Per gli interventi di sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti a biomassa combustibile, la caldaia deve avere prestazioni emissive con i valori previsti a 5 stelle con riferimento al decreto del Ministro dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare 7 novembre 2017 n°186 e inoltre l'installazione è permessa solo esclusivamente per le aree non metanizzate nei comuni non interessati dalle procedure di infrazione comunitaria n° 2014/2147 del 24 luglio 2014 o n° 2015/2043 del 28 maggio 2015 per la non ottemperanza direttiva 2008/50/CE.

Per la sostituzione di caldaie tradizionali con pompe di calore l'asseverazione è sostituita da una dichiarazione del fornitore che attesti che sono rispettati i limiti previsti nell'allegato 2 del decreto legislativo 3 marzo 2011 (COP>2,6). Infine per gli interventi di installazione di generatori di calore a biomasse combustibili, l'asseverazione deve presentare la necessaria documentazione che attesti il rispetto dei requisiti pertinenti all'allegato G. Per sistemi con potenza termica utile inferiore o uguale a 100 kW sussiste sempre la sostituzione dell'asseverazione con la dichiarazione del fornitore.

Per gli interventi di building automation l'asseverazione o la documentazione tecnica del fornitore deve dimostrare che la suddetta tecnologia afferisce almeno alla classe B della norma EN 15232 e consente la gestione automatica personalizzata dell'impianto di riscaldamento o produzione di acqua calda sanitaria in maniera idonea a mostrare attraverso canali multimediali i consumi energetici mediante fornitura periodica dei dati, mostrare le condizioni di funzionamento correnti e la temperatura di regolazione degli impianti e consentire la programmazione/accensione e spegnimento dell'impianto da remoto».[15]

2.4 Decreto Asseverazioni

Il decreto Asseverazioni descrive i requisiti che deve essere in possesso il professionista che deve seguire tutte le fasi di certificazione e progettazione degli interventi, in particolare ai fini dell'accesso alla detrazione i tecnici abilitati asseverano il rispetto dei requisiti previsti dai decreti di cui il comma 3-ter del decreto-legge n°63 del 2013 fa riferimento. Il tecnico abilitato deve, all'atto della sottoscrizione dell'asseverazione, anteporre il timbro fornito dal proprio collegio o dall'ordine professionale, attestante che lo stesso possiede il requisito, prescritto dalla legge, dell'iscrizione nell'albo professionale e di svolgimento di libera professione. Oltre ad essere iscritto all'albo deve essere in possesso di una polizza assicurativa in caso di dichiarazioni mendaci con massimale di polizza di 500000 euro. Come precedentemente citato nel paragrafo sulla legge di bilancio 2021 non è più necessario stipulare tale polizza assicurativa per poter eseguire asseverazioni riguardanti il Superbonus.

«L'asseverazione deve essere trasmessa per via telematica all'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico, tramite la pagina dedicata sul sito dell'agenzia entro 90 giorni dal termine dei lavori di intervento, l'asseveratore deve includere nei moduli la documentazione tecnica che deve comprendere i due certificati APE compilati prima dei lavori sull'edificio accatastato originario e sull'edificio ristrutturato, concetto molto importante riportato anche nell'interpello n°523 della Agenzia delle entrate poiché il certificato pre-intervento deve essere compilato utilizzando i dati dell'edificio originario anche se la geometria del suddetto cambierà durante la fase di intervento. Nel report tecnico deve anche attestare il corretto svolgimento dei lavori con necessaria documentazione di sistemi tecnici installati e scheda tecnica dei materiali isolanti utilizzati in rispetto del decreto 11 ottobre 2017 del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. La documentazione degli interventi deve dimostrare che gli interventi dichiarati siano in linea con i requisiti del decreto Requisiti e che l'edificio per il quale si richiede la procedura di asseverazione rientri nella categoria di quelli agevolabili. L'ENEA svolge un'attività di controllo a campione sulle asseverazioni effettuate, precisamente sul 5% delle richieste. Se il riscontro sulla documentazione e i certificati è positivo, l'agenzia rilascia sulla pagina personale dedicata all'asseveratore.» [16]

3. Approfondimento requisiti tecnici

Come precedentemente descritto nel Decreto requisiti tecnici, gli interventi che fanno accedere all'ecobonus devono rispettare i limiti imposti dagli allegati del decreto. In particolare per l'isolamento delle superfici opache orizzontali, verticali ed oblique sono imposti i valori limite sulla trasmittanza dell'elemento, questo limite deve essere rispettato su tutti gli elementi dell'involucro opaco.

Tipologia di intervento	Requisiti per zona climatica [W/m ² *K]					
	A	B	C	D	E	F
strutture opache orizzontali coperture	≤0,27	≤0,27	≤0,27	≤0,22	≤0,20	≤0,19
strutture opache orizzontali pavimenti	≤0,40	≤0,40	≤0,30	≤0,28	≤0,25	≤0,23
strutture opache verticali pareti perimetrali	≤0,38	≤0,38	≤0,30	≤0,26	≤0,23	≤0,22
Sostituzione di finestre comprensive di infissi	≤2,60	≤2,60	≤1,75	≤1,67	≤1,30	≤1,00

Tabella trasmittanze limite 2020 decreto Requisiti minimi 5 ottobre 2020 allegato E

«Ai sensi della norma UNI EN ISO 6946 le trasmittanze termiche delle strutture opache non tengono conto del contributo dei ponti termici. Questi parametri appena citati sono molto importanti poiché influenzano la prestazione passiva dell'edificio, questi valori non cambiano nel tempo a meno di grave degradazione della struttura, non dipendono dall'utenza come l'uso dei sistemi di schermatura solare o i sistemi tecnici quali riscaldamento, produzione a.c.s, raffrescamento e illuminazione.»

Un altro requisito importante da soddisfare che riguarda l'involucro è il rapporto tra l'area solare estiva effettiva e la superficie netta calpestabile.

Categoria edificio	Tutte le zone climatiche
Uso residenziale con esclusione per conventi, collegi, carceri, caserme e hotel	≤ 0,03
Altre categorie di uso	≤ 0,04

Tabella requisiti area solare estiva decreto Requisiti minimi

«I materiali isolanti che vengono impiegati negli interventi di isolamento dell'involucro opaco devono rispettare i requisiti tecnici ambientali del decreto Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 11 ottobre 2017, questo decreto impone le seguenti condizioni sui materiali utilizzabili:

-non devono essere prodotti utilizzando ritardanti di fiamma che siano oggetto di restrizioni o proibizioni previste dalle normative nazionali o comunitarie applicabili, con agenti espandenti con un potenziale di riduzione dell'ozono superiore a zero o prodotti/formulati utilizzando catalizzatori al piombo spruzzati o nel corso della formazione della schiuma plastica.

-se prodotti da una resina di poliestere espandibile gli agenti espandenti devono essere inferiori al 6% del prodotto finito.

-se costituiti da lane minerali, queste devono essere conformi alla nota Q o alla nota R di cui al regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP) e s.m.i, la certificazione deve attestare che la fibra è conforme al test di bio-solubilità.

-se il prodotto contiene uno o più componenti tra quelli nella seguente tabella, questi devono essere costituiti da materiale riciclato/recuperato secondo le quantità minime indicate, misurato sul peso minimo del prodotto finito.»

	Isolante in pannelli	Isolante stipato, a spruzzo/insufflato	Isolante in materassini
Cellulosa	/	80%	/
Lana di vetro	60%	60%	60%
Lana di roccia	15%	15%	15%
Perlite espansa	30%	40%	8-10%
Fibre di poliestere	60-80%	/	60-80%
Polistirene espanso	10-60% in base alla tecnologia adottata per la produzione	10-60% in base alla tecnologia adottata per la produzione	/

Polistirene estruso	5-45% in base alla tecnologia adottata per la produzione	/	/
Poliuretano espanso	1-10% in base alla tecnologia adottata per la produzione	1-10% in base alla tecnologia adottata per la produzione	/
Agglomerato di Poliuretano	70%	70%	70%
Agglomerati di gomma	60%	60%	60%
Isolante riflettente in alluminio	/	/	15%

Tabella requisiti riciclaggio degli isolanti decreto Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 11 ottobre 2017

Inoltre i materiali utilizzati devono avere dei valori di emissioni inferiori ai limiti per le sostanze elencate nella tabella seguente

Limite di emissione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) a 28 gironi	
Benzene Tricloroetilen(trietina) di-2-etilesilftalato (DEHP) Dibutilftalato(DBP)	1(per sostanza)
COV totali(22)	1500
Formaldeide	<60
Acetaldeide	<300
Toluene	<450
Tetracloroetilene	<350
Xilene	<300
1,2,4-Trimetilbenzene	<1500
1,4-Diclorobenzene	<90
Etilbenzene	<1000
2-Butossietanolo	<1500
Stirene	<350

Tabella limiti sostanze tossiche emesse

Passando invece ai requisiti per i sistemi tecnici, per le caldaie a condensazione i requisiti sono stati descritti nel precedente capitolo nel decreto Requisiti tecnici, invece per quanto concerne le pompe di calore i limiti dei coefficienti di prestazione che devono essere rispettati sono riportati nella tabella seguente:

Tipo di pompa di calore	Ambiente esterno [°C]	Ambiente interno [°C]	COP	EER
ambiente esterno/interno				
aria/aria	Bulbo secco all'entrata: 7 Bulbo umido all'entrata: 6	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata: 15	3,9	3,4
aria/acqua potenza termica utile <=35kW	Bulbo secco all'entrata: 7 Bulbo umido all'entrata: 6	Temperatura all'entrata: 30 Temperatura all'uscita: 35	4,1	3,8
aria/acqua potenza termica utile >35kW	Bulbo secco all'entrata: 7 Bulbo umido all'entrata: 6	Temperatura all'entrata: 30 Temperatura all'uscita: 35	3,8	
salamoia/aria	Temperatura all'entrata: 0	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata: 15	4,3	4,4
salamoia/acqua	Temperatura all'entrata: 0	Temperatura all'entrata: 30 Temperatura all'uscita: 35	4,3	4,4
acqua/aria	Temperatura all'entrata: 10 Temperatura all'uscita: 7	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata: 15	4,7	4,4
acqua/acqua	Temperatura all'entrata: 10	Temperatura all'entrata: 30 Temperatura all'uscita: 35	5,1	5,1

Tabella requisiti pompe di calore allegato F decreto Requisiti

Per quanto riguarda invece i sistemi solari termici, come precedentemente citato nel capitolo precedente è richiesto un certificato Solar keymarks. Esso è uno schema di certificazione europeo per i collettori e i sistemi solari termici, riconosciuto anche fuori dall'Unione Europea, sviluppato da ESTIF (European Solar Thermal Industry Federation) e CEN (Comitato europeo di Normazione) in stretta collaborazione con i principali laboratori europei accreditati e organismi di certificazione di supporto della commissione europea. Nasce come certificazione di stampo volontaria per garantire ai consumatori durata e affidabilità dei prodotti, ma come specificato nel decreto Requisiti Tecnici diventa obbligatoria per i prodotti utilizzati per gli interventi di efficientamento descritti nel superbonus. I test effettuati nei laboratori competenti seguono la norma UNI EN ISO 9806:2017, che aggiorna le norme EN 12975/76 in materia di testing dei sistemi solari termici [21]. Le prove che vengono effettuate sono:

- prova a rottura e collasso
- prova di determinazione del rateo di perdita d'aria
- prova di determinazione del punto di stagnazione
- prova di esposizione

- prove di shock termico interno ed esterno
- prova di penetrazione della pioggia
- prova di resistenza al congelamento
- prova della pressione interna del circuito idraulico
- prove di carico meccanico e impatto
- prove di performance termiche
- misurazione delle perdite di carico
- ispezione finale e prova in remoto

Se il sistema termico solare supera tutte le prove effettuate ottiene la certificazione da apporre alla documentazione tecnica del prodotto. La certificazione Solar keymarks deve essere compresa anche per sistemi ibridi termo-fotovoltaici. [17] Inoltre nell'allegato H del decreto requisiti tecnici è presente la seguente tabella che indica l'applicazione del calore in base alla temperatura di funzionamento.

Applicazione a cui è destinato il calore prodotto	Temperatura media di funzionamento
Produzione di acqua calda sanitaria	50°C
Produzione combinata di a.c.s e riscaldamento ambiente	
Produzione di calore di processo a bassa temperatura	75°C
Solar cooling a bassa temperatura	
Produzione di calore di processo a media temperatura	150°C
Solar cooling a media temperatura	

Tabella destinazione temperatura del calore prodotto allegato F decreto Requisiti

«Per i sistemi fotovoltaici invece sono previsti solo i requisiti già precedentemente applicati nei precedenti ecoincentivi antecedenti al bonus del decreto Rilancio. Gli incentivi si applicano a impianti di potenza non superiore ai 20 kWp per unità immobiliare con eccezione delle comunità energetiche rinnovabili con tetto massimo di potenza 200 kWp, con garanzia sui moduli fotovoltaici di 20 anni con la diminuzione del rendimento inferiore all'1% annuo. Vi è la possibilità di aggiungere all'intervento di installazione dell'impianto fotovoltaico l'acquisto di sistemi di stoccaggio di energia ma il massimale di spesa per kWp si riduce a 1600 €, si può inoltre installare colonnine per la ricarica

di veicoli elettrici, questi due interventi devono essere eseguiti congiuntamente all'installazione dei pannelli FV per avere accesso alle detrazioni, non vale per impianti fotovoltaici esistenti che in caso dovessero essere sostituiti godono solo degli ecoincentivi precedenti nella misura del 50%. Per la sostituzione dell'impianto di climatizzazione invernale con impianto alimentato a biomasse combustibili i requisiti sono suddivisi in base alla tipologia di generatore» :

«per le caldaie di potenza inferiore o uguale a 500 kWt è necessaria una certificazione di un organismo accreditato in conformità alla UNI EN 303-5 di classe 5, l'installazione di un sistema di accumulo termico dimensionato, per le caldaie ad alimentazione manuale secondo la EN 303-5, per le caldaie ad alimentazione automatica prevedendo un volume di accumulo non inferiore a 20dm³/kWt, per le caldaie automatiche a pellet un accumulo atto a minimizzare i cicli di accensione e spegnimento. Il combustibile utilizzato deve essere certificato da un organismo accreditato in conformità alla UNI EN ISO 17255, nel caso di pellet si può utilizzare solo combustibile appartenente alla classe di qualità per il generatore certificato. Possono essere utilizzate altre biomasse combustibili se presenti nell'allegato X del d.lgs 152/2006.

-per le stufe ed i termo camini a pellet è necessaria una certificazione di un organismo accreditato in conformità alla UNI EN 14785 e il pellet utilizzato deve essere certificato secondo la UNI EN ISO 17255-2.

-per i termo camini a legna è necessaria una certificazione di un organismo accreditato in conformità alla UNI EN 13229 e la legna deve essere certificata secondo la UNI EN ISO 17255-5. Possono essere utilizzate altre biomasse combustibili se presenti nell'allegato X del d.lgs 152/2006.

per le stufe a legna è necessaria una certificazione di un organismo accreditato in conformità alla UNI EN 13240 e la legna deve essere certificata secondo la UNI EN ISO 17255-5. Possono essere utilizzate altre biomasse combustibili se presenti nell'allegato X del d.lgs 152/2006.»^[18]

Nel decreto requisiti inoltre vengono forniti in tabella i massimali di spesa ammissibili per le detrazioni^[19]:

tipologia intervento	Massimale di spesa
Riqualificazione energetica	
interventi articolo 2 comma 1 lettera a, zona climatica A,B,C	800,00 €/m2
interventi articolo 2 comma 1 lettera a, zona climatica D,E,F	1000,00 €/m2
strutture opache orizzontali:isolamento coperture	
Esterno	230,00 €/m2
Interno	100,00 €/m2
Copertura ventilata	250,00 €/m2
strutture opache orizzontali:isolamento pavimenti	
Esterno	120,00 €/m2
Interno/terreno	150,00 €/m2
strutture opache orizzontali:isolamento pareti perimetrali	
Esterno/diffusa	150,00 €/m2
Interno	80 €/m2
Parete ventilata	200 €/m2
Sostituzione di chiusure trasparenti+ infissi	
Zona climatica A, B, C serramento	550,00 €/m2
serramento+chiusure oscuranti	650,00 €/m2
Zona climatica D, E, F serramento	650,00 €/m2
serramento+chiusure oscuranti	750,00 €/m2
Installazione di sistemi di schermatura solari e/o ombreggiamento comprensivi di meccanismi automatici di regolazione	
	230,00 €/m2
Collettori solari	
Scoperti	750,00 €/m2
Piani vetrati	1000,00 €/m2
Sottovuoto e a concentrazione	1250,00 €/m2
Caldaie ad acqua a condensazione e generatori di aria calda a condensation(*)	
Pnom≤35kWt	200,00 €/kWt
Pnom>35kWt	180,00 €/kWt
Micro-cogeneratori	
Motore endotermico/ altro	3100,00 €/kWt
Celle a combustibile	25000,00 €/kWt
Pompe di calore(*)	
Compressione di vapore elettriche o azionate da motore primo e pompe di calore ad assorbimento (aria-aria)	600,00 €/kWt (1000,00 €/kWt nel caso di pompe di calore a gas)
Compressione di vapore elettriche o azionate da motore primo e pompe di calore ad assorbimento (altro)	1300,00 €/kWt

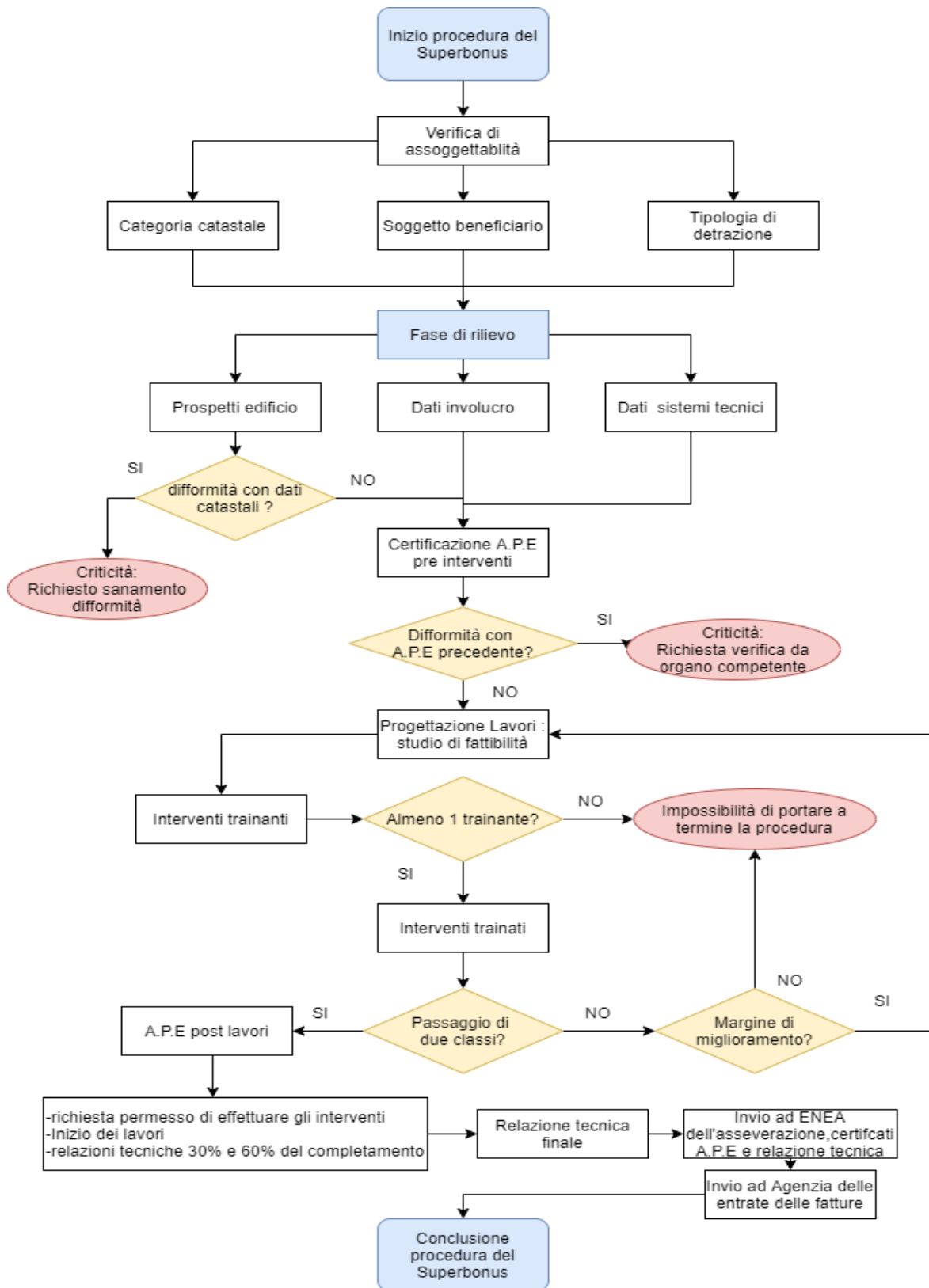
Pompe di calore geotermiche	1900,00 €/kWt
Sistemi ibridi (*)	1550,00 €/kWt
P _{nom} ≤ 35 kWt	350,00 €/kWt
P _{nom} > 35 kWt	450,00 €/kWt
Scaldacqua a pompa di calore	
Fino a 150 litri di accumulo	1000,00 €
Oltre 150 litri di accumulo	1250,00 €
Installazione tecnologie building automation	50,00 €/m ²
<p>(*) Nel solo caso in cui l'intervento comporti il rifacimento del sistema di emissione esistente, come opportunamente comprovato da opportuna documentazione, al massimale si aggiungono € 150/m² per sistemi radianti a pavimento, o € 50/m² negli altri casi, ove la superficie si riferisce alla superficie riscaldata.</p>	

Tabella massimali di spesa per intervento allegato I decreto Requisiti

4. Procedura di asseverazione

La procedura di asseverazione inizia dopo l'incontro di consulenza tra cliente e azienda in cui si valuta l'effettiva possibilità di usufruire della detrazione secondo uno dei meccanismi di detrazione precisati nel decreto Rilancio per l'edificio/unità immobiliare del cliente. Finita questa prima riunione si procede ottenendo i prospetti dell'edificio in Comune, necessari per verificare che la struttura dell'edificio sia coerente con quanto depositato, durante la fase di rilievo eventuali difformità della pianta quali muri, balconi e altre strutture non dichiarate rispetto al prospetto originale, tali difformità devono essere sanate attraverso delle integrazioni all'originale, altrimenti verrà negata la possibilità di ottenere le detrazioni. Dopo aver ottenuto questi dati si può passare alla fase di rilievo dell'edificio, si fa un sopralluogo nell'edificio soggetto di studio e si ottengono i dati sulla struttura interna dell'involucro edilizio, i dati dei sistemi tecnici quali impianto di climatizzazione invernale/estivo, produzione a.c.s. La procedura di asseverazione inizia dopo l'incontro di consulenza tra cliente e azienda in cui si valuta l'effettiva possibilità di usufruire della detrazione secondo uno dei meccanismi di detrazione precisati nel decreto Rilancio per l'edificio/unità immobiliare del cliente.

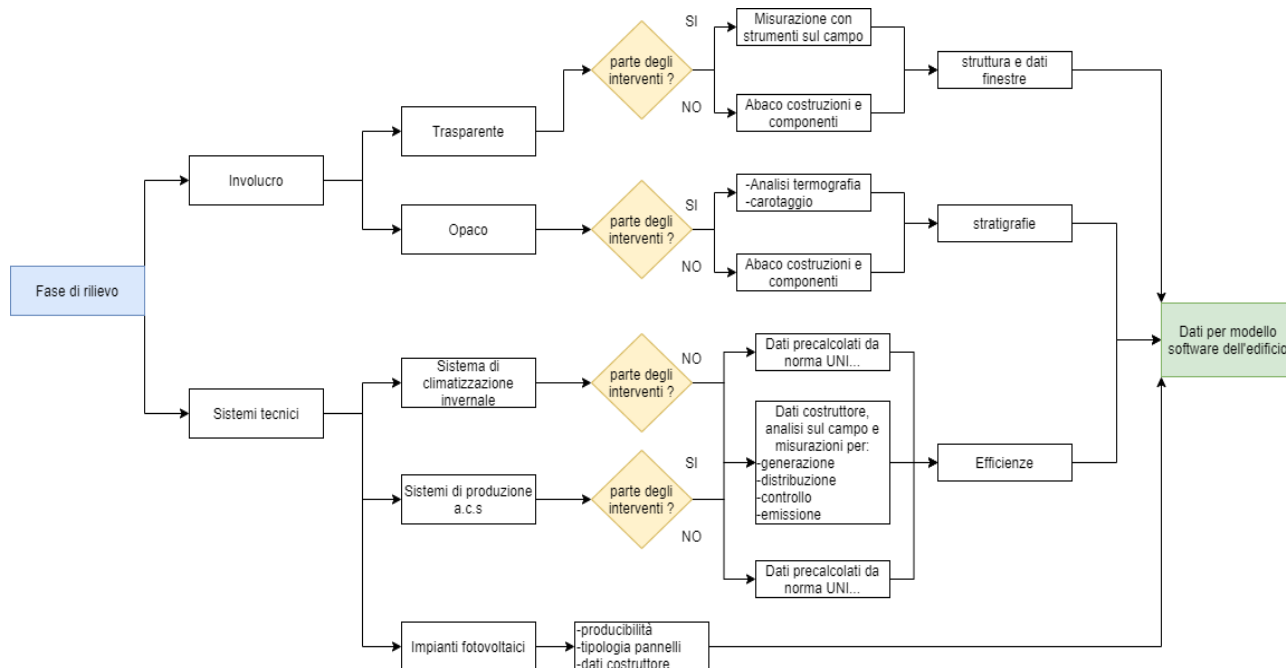
Finita questa prima riunione si procede ottenendo i prospetti dell'edificio in Comune, necessari per verificare che la struttura dell'edificio sia coerente con quanto depositato, durante la fase di rilievo eventuali difformità della pianta quali muri, balconi e altre strutture non dichiarate rispetto al prospetto originale, tali difformità devono essere sanate attraverso delle integrazioni all'originale, altrimenti verrà negata la possibilità di ottenere le detrazioni. Dopo aver ottenuto questi dati si può passare alla fase di rilievo dell'edificio, si fa un sopralluogo nell'edificio soggetto di studio e si ottengono i dati sulla struttura interna dell'involucro edilizio, i dati dei sistemi tecnici quali impianto di climatizzazione invernale/estivo, produzione a.c.s. Terminata la fase di rilievo si passa alla modellazione su software dell'edificio e la certificazione energetica dell'edificio, una volta certificato l'edificio inizia la fase di progettazione degli interventi volti all'efficientamento energetico, in modo da effettuare il passaggio delle due classi energetiche e nel rispetto dei requisiti tecnico ambientali descritti nel decreto Requisiti. Terminata la fase di progettazione si può avviare la fase dei lavori e alla preparazione delle certificazioni di avvenuto svolgimento dei lavori e i relativi documenti ad ENEA, terminata la fase si produce la documentazione necessaria da esibire ad ENEA per i controlli, le fatture e la documentazione per la detrazione da inviare ad Agenzia delle Entrate.



Schema processo dei lavori

4.1 Fase di rilievo

Per l'ottenimento dei dati relativi all'edificio come precedentemente detto si devono ottenere i dati dal Catasto, questo include la pianta dell'edificio di tutti i piani, spesso in questi documenti non sono indicate le stratigrafie delle strutture opache e trasparenti, quindi bisogna utilizzare altri metodi per ottenere queste informazioni, per i sistemi tecnici bisogna affidarsi alle schede tecniche dei fornitori dei sistemi.



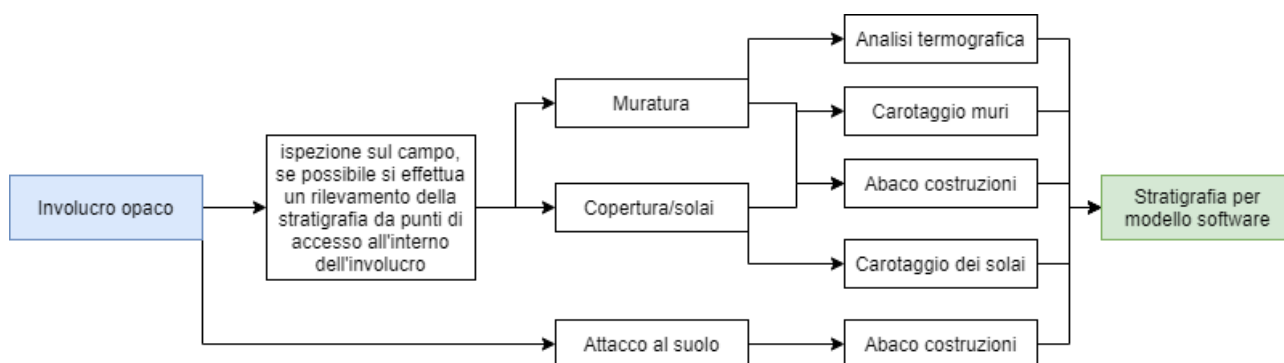
Schema fase di rilievo

4.1.1 Involucro opaco

Partendo dalle componenti opache verticali bisogna in fase di rilievo ottenere la composizione delle murature per quanto possibile senza effettuare misurazioni di carattere distruttivo quali carotaggi, se si può accedere alla struttura interna dei muri tramite prese elettriche estraibili e/o condotti di areazione attraverso strumentazioni tipo endoscopio è consigliabile adottare questo procedimento. In conoscenza della stratigrafia si può calcolare la trasmittanza all'interno del software, il quale utilizza

la formula per il calcolo della trasmittanza termica della norma UNI EN ISO 6926:2018^[20]. Alternativamente in caso non si possa risalire alla stratigrafia se si ha la disponibilità di avere della strumentazione adeguata si può effettuare una misurazione diretta della trasmittanza mediante un termo flussimetro, che si basa sulla norma UNI ISO 9869:2015, per misurare la trasmittanza si parte dall'ipotesi termodinamica di avere un flusso monodimensionale che attraversa perpendicolarmente la parete^[21], lo strumento misura il flusso che passa dalla piastra termoflussimetrica e contemporaneamente attraverso due sensori le due temperature superficiali della parete, la costante di proporzionalità che lega il flusso specifico (ottenuto dividendo il flusso misurato per l'area della piastra) alla differenza di temperatura tra esterno e interno è la trasmittanza termica U. I dati sperimentali vengono presi per un determinato tempo che dipende dal metodo utilizzato per l'analisi dei dati, il metodo più utilizzato è il metodo delle medie mobili, che calcola la trasmittanza progressivamente tramite i valori del precedente time-step, questo metodo può impiegare fino 72 ore di misurazioni per ottenere valori con incertezza accettabile intorno al valore medio del 7%.^[22] Se non si ha a disposizione la strumentazione necessaria per questo tipo di misure è possibile si può optare per la ricerca all'interno degli abachi delle stratigrafie dell'anno di costruzione e ipotizzare coerentemente le proprietà termiche dei materiali come l'abaco delle costruzioni UNI/TR 11552:2014^[23]. Se non si possono optare per opzioni precedentemente citate bisogna ricorrere al carotaggio della muratura per risalire alla stratigrafia.

Per le componenti opache orizzontale vale la stessa tipologia di ragionamento fatta per quanto è stato precedentemente discusso per il caso dell'orizzontale, conoscere la stratigrafia del tetto è meno facile poiché a meno di avere uno spazio non abitato in cui è possibile accedere facilmente (questo in caso di tetto a falda) o di un tetto calpestabile. Anche in questo caso si può effettuare un carotaggio di piccole dimensioni per ottenere la stratigrafia, si può utilizzare la termoflussimetria o gli abachi delle costruzioni come l'UNI/TR 11552:2014. Per il solaio che è a contatto con il terreno è molto difficile risalire alla stratigrafia e solitamente ci si affida agli abachi per la stratigrafia a cui si aggiunge il valore di resistenza termica del terreno calcolato attraverso la UNI EN ISO 13370:2018^[24]. I dati ottenuti dalla fase di rilievo sono la trasmittanza termica e le stratigrafie necessarie al modellamento su software.



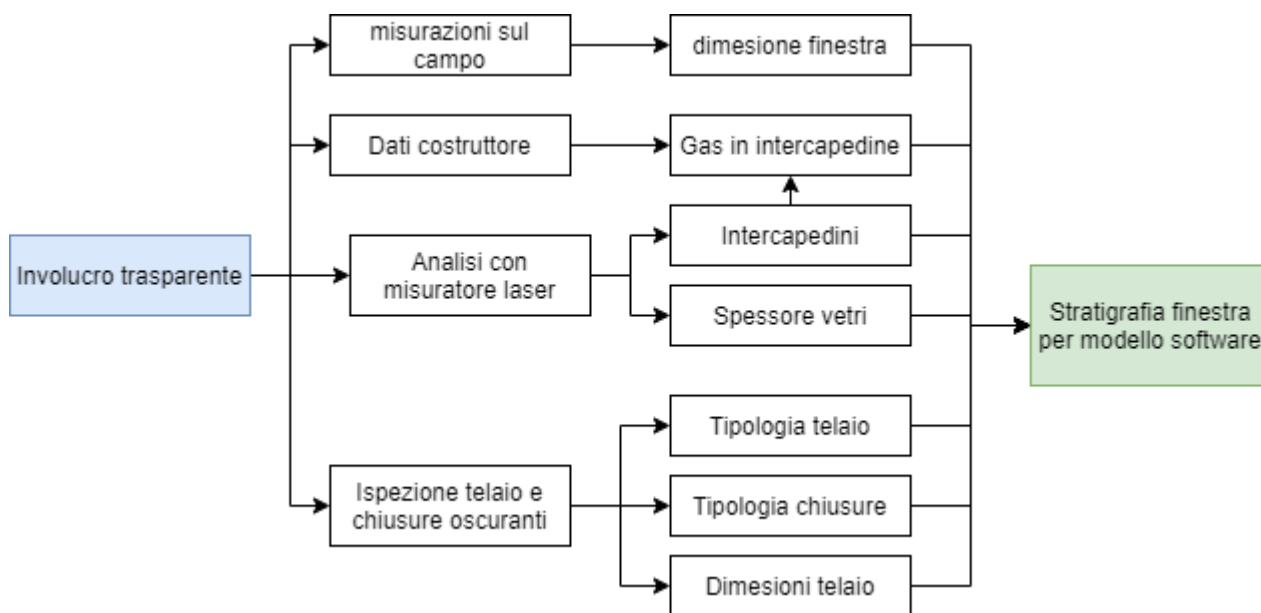
Schema dati involucro opaco

4.1.2 Involucro trasparente

Per la componentistica trasparente bisogna effettuare delle misurazioni sulle superfici trasparenti, le vetrate vanno classificate in base alla tipologia (vetro singolo, doppio o triplo con intercapedini), tipologia di gas inerte presente nelle intercapedini. In contrario a quanto detto con le componenti dell'involucro opache, ottenere i dati dai serramenti è molto più facile poiché le finestre sono accessibili durante la fase di rilievo senza alcuna azione distruttiva sull'involucro, per misurare gli spessori dei vetri si possono utilizzare dei misuratori laser chiamati spessimetri, capaci di misurare lo spessore dei vetri e gli spessori di eventuali intercapedini in caso di vetri doppi o tripli. Per il calcolo della trasmittanza delle due parti che compongono il serramento, si utilizza il metodo della norma UNI EN ISO 10077:2018_[25].

Per il telaio normalmente se non si dispone del valore effettivo fornito dal fornitore si può adottare un valore di riferimento UNI TS 11300-1. Per le caratteristiche luminose e solari delle vetrate bisogna attenersi alla norma UNI EN 410:2011, il parametro più importante che serve per calcolare il rapporto tra l'area solare estiva e la superficie calpestabile è il fattore solare totale della finestra in presenza di schermatura solare, che viene calcolato attraverso i valori di riferimento in base alle condizioni irraggiamento locali e effetto dell'ombreggiamento di strutture vicine e delle schermature solari. _[26]

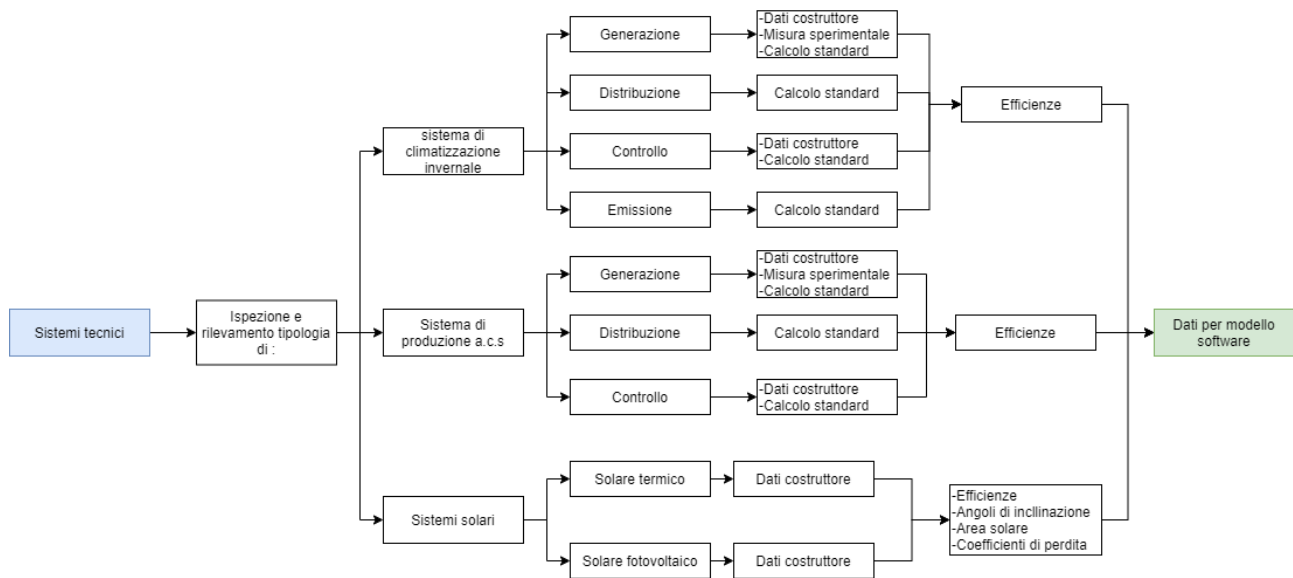
Il valore del fattore solare di riferimento per la tipologia di componente finestrato è ottenuto dalla tabella fornita dalla norma. Per calcolare infine g_{gl+sh} si moltiplica per il fattore di riduzione dovuto alle schermature solari contenute nel prospetto B.6 della norma UNI TS 11300 parte 1. Riassumendo dal rilievo delle componenti finestrate si ottengono le stratigrafie dei serramenti, la loro localizzazione, le dimensioni e il valore del fattore solare g_{gl+sh} per componente.



4.1.3 Ponti termici

Per i ponti termici il discorso è molto ampio poiché dipendono dalla struttura e dei materiali utilizzati nella costruzione dell'edificio come descritto nella UNI T/S 11300-1. Quelli di forma sono una caratteristica intrinseca della struttura architettonica dell'involucro opaco e trasparente, dipendono da molti fattori quali compenetrazioni di muri di diversa stratigrafia, balconi e discontinuità strutturali, mentre i ponti termici di materia sono dovuti alle discontinuità di materiale all'interno componenti dell'edificio come per esempio inserti metallici nei muri o travi. Per il calcolo dei ponti termici esistono due metodologie, il calcolo dei ponti termici ad elementi finiti descritta nella norma UNI EN ISO 10211:2018 che è utilizzata nei software di calcolo per le prestazioni dell'edificio più avanzati come Edilclima^[27], l'altra metodologia è utilizzare l'atlante dei ponti termici della UNI EN ISO 14683:2018 che raccoglie un database di ponti termici di diversa tipologia e gli assegna un valore di trasmittanza termica in base al tipo e se siano isolati o no. Non sono stati inclusi nello schema della fase di rilievo poiché sono inclusi nella categoria degli involucri sia opaco che trasparente, ossia normalmente nella metodologia di calcolo delle trasmittanze si includono gli effetti dei ponti termici, su Edilclima questo è vero per le componenti finestrate, mentre per quelle opache sono dichiarati nell'input grafico ^[28].

4.1.4 Sistemi tecnici



I sistemi di climatizzazione sono la parte più complessa da modellizzare e ottenere i dati, sono divisi rispettivamente in generazione, distribuzione, controllo ed emissione. Questo risulta valido sia per il sistema di riscaldamento e/o raffrescamento, ma anche per il sistema di produzione di acqua calda sanitaria. Per la generazione operativamente per ottenere i dati bisogna avere la scheda tecnica del generatore, questa modalità di ottenimento dei dati tecnici del generatore è possibile solo se il modello in questione non è troppo vecchio, in alcuni casi le aziende fornitrici potrebbero non esistere più, se si ricade in questa situazione si può optare per due soluzioni, una misura diretta dei fumi per risalire all'efficienza, questa operazione normalmente viene eseguita normalmente durante le ispezioni del generatore richieste dal D.P.R. 74/2013. La misurazione deve essere fatta in accordo con la normativa tecnica di riferimento UNI 10389-1:2019 valida per generatori a combustibili liquidi e gassosi, dalla misurazione attraverso le equazioni della combustione si ottiene il rendimento di combustione, la temperature dei fumi allo scarico e le concentrazioni di ossigeno, CO₂ e CO nei fumi.^[29] Se non si possono ottenere dei dati coerenti con la tipologia del generatore, informazioni dal costruttore o non si può effettuare una misura dei fumi per varie problematiche, c'è una correlazione per ottenere un valore tipo nella norma UNI T/S 11300-2 e consiste nel partire n un valore base di efficienza e togliere o aggiungere percentuale in base alle condizioni di installazione e alla componentistica.

Per il sistema di distribuzione può essere più difficile in quanto non si ha a vista la rete di distribuzione in quanto è incassata dentro l'involucro opaco e se non ha parti all'esterno è complicato risalire alla configurazione, si può ottenere da un'analisi sull'emissione ma questo è basato sull'esperienza dell'asseveratore, risalirne dai dati di progetto dell'edificio o dai fornitori dei sistemi che hanno installato l'impianto in fase di costruzione è una possibilità quasi mai fattibile. Nel caso tutto questo non sia possibile bisogna fare comunque un'ipotesi e utilizzare un valore di rendimento tra quelli descritti nella norma UNI T/S 11300-2, procedura che si segue anche sapendo la configurazione. Per la rete di controllo ci si affida alla stessa norma che riporta i valori di rendimento in base alla tipologia di controllo che effettua sul generatore (on-off o modulante) e il controllo che effettua sulla temperatura (ambiente, climatica o combinata). Per i sistemi di emissione si segue la medesima procedura e come si può facilmente dedurre categorizzare il sistema di emissione è molto semplice poiché si capisce subito dagli apparecchi se stiamo trattando un radiatore, un ventilconvettore o un pavimento radiante. Per il sistema di produzione dell'acqua calda sanitaria si semplifica di molto la quantità di dati da ottenere ossia il rendimento del sistema di generazione, anche se in fase pratica se non è presente un impianto centralizzato è difficile ottenere dati sulle singole caldaie installate nelle unità come nel caso di un condominio, in tal caso si deve fare un questionario agli occupanti e sapere che tipo di generatore hanno in loco, sia questo a gas o elettrico, per poterli attribuire un valore di efficienza dalla UNI T/S 11300-2, altrimenti si può fare un'ipotesi utilizzando una caldaia modellata dal database interno del software di calcolo, mentre per quanto riguarda il rendimento di erogazione per la certificazione viene eseguito il calcolo regolamentare e si utilizza il valore convenzionale della UNI T/S 11300-2.[30]

Se sono presenti sistemi solari fotovoltaici nell'edificio già preinstallati i software di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici hanno già dentro un codice di calcolo della producibilità basata sui dati di input quali tipologia di moduli ed efficienza, in particolare il software Edilclima (il più famoso tra quelli esistenti) contiene anche un database contenente moltissimi modelli di pannelli con la relativa scheda tecnica del produttore per permettere di avere una simulazione veritiera del comportamento del sistema, l'unica mancanza del modello nel software è la possibilità di inserire le batterie di accumulo, per quelle verrà fatta un'analisi a parte per valutarne la capacità richiesta da edificio a edificio. Alternativamente si possono trovare online dei software che calcolano la producibilità in base alla locazione, tipologia dei moduli e orientazione, il più usato è il database PVGIS poiché essendo un software gratuito accessibile da browser è molto utile anche per valutare

preventivamente la fattibilità di un impianto fotovoltaico senza l'ausilio del software specializzato. Stessa cosa per gli impianti solari termici, il software con cui si modella l'edificio richiede i dati del modello di collettore, così come la disposizione sull'immobile e orientazione. Anche per questi sistemi Edilclima dispone di una vasta gamma di modelli di collettori salvati nel suo database interno e se il modello in questione non fosse compreso tra quelli nel database bisogna andare a leggere la scheda tecnica data dal fornitore dove ci sono tutti i dati necessari. Per i sistemi solari termici come per i sistemi solari fotovoltaici bisogna conoscere il modello installato e ottenere i parametri di efficienza dalla scheda tecnica del costruttore per poter effettuare una simulazione sul software.

4.1.5 Dati meteo

Per i dati meteo bisogna affidarsi ovviamente alle stazioni meteo più vicine scegliendo, possibilmente quella nella stessa zona più vicino per esempio per città molto grandi come Torino con molti quartieri di utilizzare la più vicina al distretto in cui è l'immobile. I dati delle stazioni meteo sono acquisiti ad intervalli di tempo regolari, infatti ogni 5 minuti circa dagli strumenti di misurazione vengono ottenuti i valori medi che costituiranno la base per calcolare i dati orari. Sul software per il calcolo regolamentare utilizzato per i certificati A.P.E si utilizzano i dati mensili, nel caso invece si facesse una diagnosi energetica in linea con la UNI EN ISO 52016 si dovrebbero utilizzare i dati orari. Ovviamente per il calcolo non si può prevedere le condizioni climatiche dell'anno corrente, quindi si utilizzano i dati dell'anno recedente come valori per la simulazione. I dati meteo interessati dalla procedura A.P.E sono la temperatura dell'aria esterna e l'irradianza solare per ogni orientazione.

4.2 Certificazione A.P.E pre retrofit

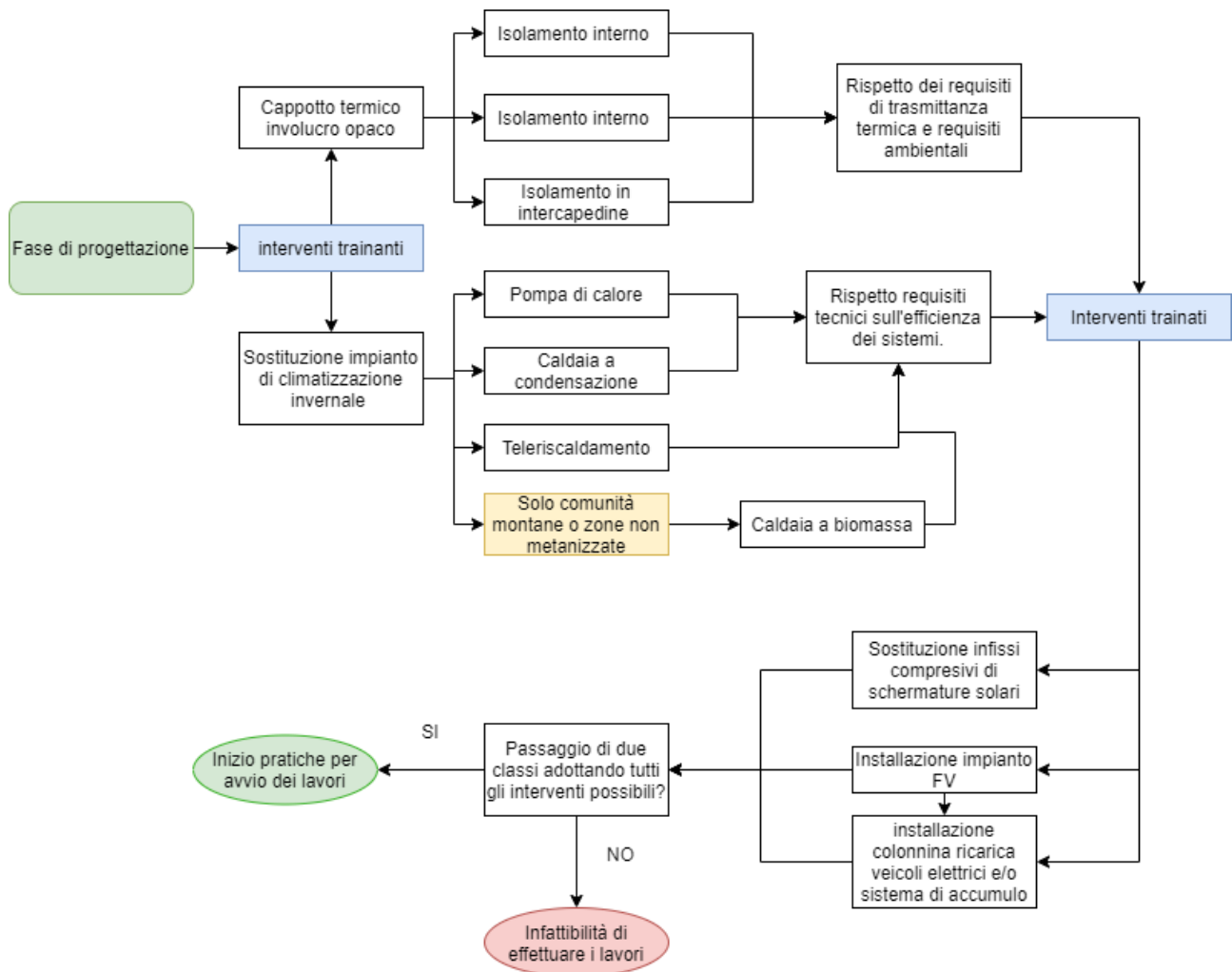
Finita la fase di modellazione dell'edificio bisognerebbe calibrare il modello per fare in modo che la retta dei consumi calcolata sul software sia quanto più uguale a quella dei consumi reali ottenuta tramite l'energia effettivamente spesa in un determinato periodo, per questo bisogna avere sotto mano le bollette energetiche dell'edificio dei mesi simulati nel software. Questo approccio è chiamato metodo grafico citato nella linea guida ASHRAE 14 del 2014, non è l'unico metodo utilizzabile, esistono altri metodi descritti in questo documento quali la calibrazione manuale, calibrazione tramite procedura analitica e tecniche automatiche di calibrazione (quali la Bayesian calibration). Per la validazione del modello energetico scelto si utilizzano degli indici statistici per capire la bontà del fitness della retta, gli indici più usati sono il Mean Bias Error Index e lo scarto quadratico medio. Una

volta eseguita la calibrazione si passa alla fase di simulazione in cui il programma risolve le equazioni di bilancio del sistema e come risultato si ottiene il consumo energetico dell'edificio insieme a tutti i dati che vanno indicati nel certificato A.P.E:

- Indicatore di performance energetica globale non rinnovabile
- Indicatore di performance energetica globale rinnovabile
- Superficie utile riscaldata / raffrescata
- Volume lordo riscaldato / raffrescato
- Rapporto S/V
- Trasmittanza termica periodica
- Rapporto tra area solare estiva e area calpestabile
- Coefficiente medio globale di scambio termico
- Fonti energetiche utilizzate
- Emissioni annuali di CO₂
- Dettagli sugli impianti tecnici installati e relative efficienze

Una volta inseriti i dati nel format dell'APE dalla apposita tabella si può inserire la classe energetica di appartenenza dell'edificio in base all'indicatore di performance energetica globale non rinnovabile, sui software specializzati questo viene fatto in automatico insieme alla compilazione dei parametri tecnici descritti sopra. Una volta classificato l'edificio si devono indicare nel certificato anche gli interventi di miglioramento che si possono apportare e la relativa classe raggiungibile con tali miglioramenti, nel caso specifico della procedura del superbonus alla fine questi interventi andranno a coincidere con gli interventi progettati, questo non è un requisito specifico del certificato, si potrebbe anche solo mettere un intervento solo che non sia in linea con quello che si progetta per ottenere le detrazioni. Una volta che si è certificato l'edificio bisogna fare un confronto con l'eventuale vecchia certificazione, se sono presenti difformità, durante un possibile controllo da parte ENEA, a meno di frode si incorre in sanzioni amministrative dai 2000 ai 15000 euro, in questo caso bisogna aprire una procedura di contestazione in cui verranno effettuate le valutazioni del caso.

4.3 Progettazione interventi



Finito il processo di certificazione A.P.E dell'edificio di partenza si devono progettare gli interventi da adottare nel processo di ristrutturazione energetica, in primis bisogna analizzare i dati dell'edificio e risultati della simulazione per comprendere su che parte dell'edificio si può intervenire poiché l'obiettivo finale è sempre il medesimo, aumentare la prestazione dell'edificio dove risulta fattibile. In primis il progettista deve assicurarsi di includere nella progettazione almeno un intervento trainante nello studio di fattibilità per poter aggiungere altri interventi trainati allo scenario di modifica, se non fosse possibile effettuare nessun intervento trainante la procedura si interromperebbe qui.

Partendo dall'involucro edilizio, tipologia di intervento quasi sempre possibile, si deve valutare la fattibilità di effettuare la coibentazione del cappotto esterno secondo una delle possibili modalità di isolamento, se è presente un'intercapedine nelle mura perimetrali del fabbricato è necessario valutare se è abbastanza spessa da poter garantire un miglioramento netto entro i valori limite di legge della trasmittanza termica, inoltre bisogna considerare il fatto che se ci sono reti di distribuzione dei sistemi di riscaldamento o produzione di acqua calda sanitaria non è possibile effettuare questo intervento in quanto se dovessero essere apportate delle modifiche all'impianto di distribuzione sarebbe dispendioso eliminare l'isolamento in intercapedine se questo è effettuato mediante l'insufflaggio di isolante a spruzzo, nel raro caso che sia fatto tramite pannelli installati nell'intercapedine non si incorrerebbe in questa problematica, ma è molto inusuale che l'intercapedine sia facilmente accessibile. Se non si vogliono avere queste problematiche si può optare per l'isolamento esterno, selezionando un materiale molto performante, per diminuire lo spessore da utilizzare per il miglioramento, ergo diminuire l'occupazione di spazio esterno in caso si debba utilizzare dello spazio pubblico, questo metodo di isolamento è meno efficiente del primo ma comunque è più semplice del primo dal punto di vista di facilità di installazione e successive modifiche. Entrambi i due metodi descritti in precedenza necessitano dell'installazione di ponteggi per l'esecuzione dei lavori, questo risulta una spesa in più che la terza soluzione di isolamento (interno) e allunga i tempi per la realizzazione degli interventi, tuttavia in ogni caso questo viene coperto dalla detrazione e per la sostituzione degli infissi e l'isolamento della copertura. Il terzo metodo di isolamento, quello interno, ovviamente non è molto gettonato tra i clienti poiché toglie superficie utile alle unità immobiliari, questo non solo costituisce un disagio, ma anche una perdita economica sul valore degli appartamenti, anche se aumentandone l'efficienza energetica che conseguentemente aumentano il valore economico in generale, il prezzo base di partenza è comunque in base alla metratura, per effettuare questo intervento è necessario quindi il consenso degli occupanti o loro specifica richiesta che deve essere concordata, in ogni caso in situazione di interventi eseguiti su un condominio ci si deve attenere a quello che viene deliberato in assemblea condominiale e non è fattibile fare interventi mirati ad personam, altrimenti ottenere le detrazioni. L'isolamento della copertura è un caso particolare in quanto essendo la facciata più esposta alle alterazioni climatiche necessita di più isolamento e impermeabilizzazione, l'isolamento della copertura in ogni caso presenta solo due soluzioni possibili, l'isolamento esterno o interno, è inusuale che la copertura di un edificio abbia un'intercapedine, l'isolamento interno è possibile ma come discusso precedentemente non è molto gettonato, oltretutto toglierebbe volumetria alle sole unità coincidenti con la copertura (a meno di case unifamiliari con tetto a falde), quindi porterebbe a discussioni inutili durante la fase decisionale dell'assemblea nel

caso dei condomini, si effettua solitamente l'isolamento esterno, questa volta esente da permessi di occupazione di suolo pubblico in quanto non varia la superficie occupata del fabbricato. Per l'isolamento del solaio calpestabile collegato al terreno è molto più difficoltoso in quanto è necessaria la demolizione degli strati superficiali per l'isolamento in quanto esternamente si dovrebbe alzare il piano calpestabile, ergo rimuovere la pavimentazione temporaneamente e volumetria permanentemente. Si può ovviare a questa situazione solo nel caso ci sia un piano seminterrato che abbia una volumetria compatibile.

Comune a tutte le casistiche è la necessità di rispettare i requisiti di legge sulle trasmittanze limite e il rispetto delle normative ambientali del ministero dell'Ambiente, i materiali che sono applicati all'involucro edilizio devono avere un determinata percentuale di materiale riciclato in essi e devono essere smontabili con facilità cosa che rende l'isolamento in intercapedine impossibile a meno di casistiche particolari che impediscono le altre possibilità.

Passando al secondo intervento di efficienza energetica, la sostituzione dell'impianto di climatizzazione invernale, nella normativa viene specificato impianto di climatizzazione senza spiegare quali parti di esso si possano cambiare per fare da intervento trainante, difatti vi sono solo informazioni per il cambio del generatore. Le possibilità per il cambio del generatore sono molteplici, per iniziare dal caso più semplice è possibile sostituire una vecchia caldaia a metano o gasolio con una a metano a condensazione, solamente questo tipo di caldaia "tradizionale" è agevolata mentre le altre soluzioni richiedono o l'utilizzo di cogenerazione o l'uso di fonti rinnovabili, la caldaia sostituita deve essere certificata al livello di efficienza A+, questa opzione è molto gettonata in quanto in Italia ci sono moltissimi condomini e unità unifamiliari che utilizzano ancora il gasolio come vettore energetico per il riscaldamento. Avendo citato prima le fonti rinnovabili, c'è la possibilità di utilizzare una caldaia a biomassa ma solo per le zone montane o non metanizzate, questo diminuisce il range di applicazione di questa tipologia di sostituzione. La possibilità invece di sostituire la caldaia con sistemi ibridi combinati con pompa di calore è un'opzione valida ma complessa dal punto di vista impiantistico, permette però di utilizzare l'energia autoprodotta per soddisfare la richiesta di sistemi alimentati da corrente come le pompe di calore. Parlando infatti di pompe di calore sono un'alternativa molto flessibile poiché si può anche installare una pompa che sfrutta la geotermia a bassa entalpia, subordinato al fatto però di possedere abbastanza terreno per creare i pozzi di estrazione dell'acqua sufficientemente distanti per evitare il "cortocircuito" termico dovuto dall'infiltrazione di acqua fredda nella sorgente calda e viceversa a seconda del funzionamento, se si opta invece per una pompa di calore aria ambiente acqua vi è la necessità di installare potenza

fotovoltaica per ovviare al consumo di energia elettrica, vettore energetico pregiato. Lo stesso discorso della pompa di calore e caldaia a condensazione per il riscaldamento lo si può fare anche per la produzione di acqua calda sanitaria. Per il teleriscaldamento la normativa cita che come i sistemi a biomasse sono validi solo per i comuni montani e zone non metanizzate, tuttavia bisogna attenersi alle normative regionali, come in Lombardia, regione dove è situato il condominio del caso studio, per legge se l'edificio si trova a meno di 1 km di distanza dalla distribuzione della rete di teleriscaldamento è obbligatorio l'allacciamento tramite centralina, questo comporta benefici dal punto di vista della prestazione a seconda del fattore rinnovabile della centrale di teleriscaldamento, mentre influenza negativamente la spesa economica in quanto il teleriscaldamento costi al kWh più alti rispetto agli altri casi. Per la produzione di acqua calda sanitaria e riscaldamento tramite impianto solare termico è necessario valutare lo spazio richiesto dall'installazione e l'inclinazione del tetto per valutare l'efficienza, i programmi di calcolo come Edilclima forniscono poi l'inclinazione idea che può essere utilizzata con impalcatura in caso il tetto non sia di angolo coincidente, oppure operare l'array in condizioni non ottimali, per la progettazione bisogna inoltre stare attenti ai pannelli che si vanno a scegliere, devono essere certificati Solar Keymarks e avere una producibilità superiore ai requisiti del decreto Requisiti allegato A, le tipologie possibili di collettori solari sono i collettori piani e collettori a tubi sottovuoto, i primi sono più semplici e occupano un'area maggiore avendo un'efficienza ridotta, i collettori sottovuoto sono molto efficaci e permettono di ottenere temperature adatte anche al riscaldamento degli ambienti, cosa difficoltosa per i piani, per sfruttare al meglio l'energia raccolta bisogna anche includere un accumulo commisurato al numero degli occupanti delle unità immobiliari.

Passando agli interventi trainati l'installazione di potenza fotovoltaica nel tetto è in ogni caso consigliabile, anche se l'impianto non risulta di proprietà dell'immobile, di fatto viene ceduto al GSE, che preleva tutta l'energia non auto consumata e la immette nella rete di distribuzione, tuttavia anche a fronte di questa cessione involontaria i vantaggi superano di gran lunga gli svantaggi, soprattutto se combinato con l'installazione di sistemi di riscaldamento e produzione di acqua calda a pompa di calore, che aumentano considerevolmente la prestazione energetica. Per la progettazione dell'array fotovoltaico bisogna tenere conto della superficie che si intende installare, ergo avere lo spazio sufficiente, l'inclinazione del tetto in quanto i moduli sono installati direttamente sul tetto solitamente senza impalcature per variare l'inclinazione, se invece è disponibile un tetto piano si procede costruendo un'impalcatura. Attraverso software dedicati come PVGIS si può ottenere l'inclinazione ottimale e l'angolo di azimut per la specifica coordinata geografica per ottimizzare l'array. Le tecnologie che si possono scegliere sono il silicio mono e policristallino e i film sottili, parlando per

esperienza da corsi dedicati al fotovoltaico il silicio monocristallino è il più costoso sul mercato ma ha l'efficienza più alta di tutti, visto che le detrazioni compensano totalmente l'acquisto è palese scegliere l'alternativa più efficiente poiché costa normalmente sui 2000 euro al kWp. Per quanto riguarda l'installazione di colonnine di ricarica di veicoli elettrici, questo intervento a mio avviso dovrebbe essere apportato sempre, negli anni a venire avverrà la transizione dai veicoli a combustibile liquido all'elettrico, quindi avere già una colonnina anche se non sono presenti veicoli elettrici nell'unità immobiliare può essere un incentivo per l'acquisto, un discorso simile lo si può fare per i sistemi di accumulo che permettono di ampliare la copertura energetica dell'edificio fino ad arrivare anche alla totale soddisfazione del fabbisogno elettrico se si ottimizza la produzione e l'uso dell'accumulo.

La sostituzione degli infissi invece come il cappotto esterno è un intervento che andrebbe sempre eseguito, le finestre negli edifici sono notoriamente la causa principale di dispersione termica dell'edificio insieme ai ponti termici, poiché la trasmittanza termica del vetro è circa 10 volte quella dell'involucro opaco, infatti in Italia la tipologia di infissi più diffusa è il vetro singolo senza intercapedine. Ove possibile per aumentare la prestazione energetica bisogna sostituire con delle soluzioni più prestanti come i vetri doppi o tripli con intercapedine riempite di gas come l'argon, il telaio che comunemente nelle vecchie case è in legno va sostituito con un telaio in PVC a cinque camere con taglio termico. Solo con queste accortezze si può aumentare la temperatura interna dell'unità immobiliare di 1 °C di default, diminuendo la richiesta per il riscaldamento.

4.4 A.P.E post interventi

Una volta organizzati gli interventi che si possono adottare si deve effettuare un'altra diagnosi su software, ossia redigere un certificato A.P.E calcolato coi dati dell'edificio post-interventi, i programmi di calcolo per le prestazioni energetiche hanno di solito una sezione apposita che permette di effettuare le modifiche al modello precedentemente impostato per l'edificio soggetto di asseverazione senza dover rimodellare per intero tutto, sostituisce le componenti soggette agli interventi che si è deciso di effettuare, inoltre da una stima al costo degli interventi, molto importanti per le considerazioni economiche necessarie a fronte delle detrazioni, in quanto il bonus ha dei massimali di spesa o di detrazione per tipologia di intervento. Chiaramente le cifre da dai programmi di calcolo sono delle stime e poi ci si deve scontrare con la realtà e con i fornitori dei materiali e degli impianti richiesti dagli interventi. Una volta completata la fase di "rimodellazione" il programma ricalcola le prestazioni energetiche e un nuovo certificato A.P.E viene redatto per l'ipotetico edificio post intervento, adesso facendo il confronto tra i due certificati per avviare i lavori bisogna essere in miglioramento di almeno due classi energetiche o alternativamente di una classe se l'edificio in questione è classe A3+. In caso contrario bisogna rivedere gli interventi programmati e aggiungere nuovi interventi o cambiare materiali/apparecchiature di quelli già programmati con sempre in testa la questione del costo poiché in caso si sforasse dai massimali di detrazione/spesa il richiedente degli interventi dovrà decidere se investire i soldi di tasca propria e/o attraverso un prestito, altrimenti la procedura di asseverazione si chiude con una non fattibilità economica di raggiungimento dell'obiettivo di efficientamento energetico. Se l'obiettivo finale viene raggiunto sia nel caso di immediata fattibilità o di modifiche agli interventi, si può procedere a organizzare i lavori di intervento e successiva posa in opera.

4.5 Comunicazione ad ENEA dell'asseverazione

Terminata la fase di progettazione, si inizia la fase dei lavori di intervento, nella fase iniziale è richiesto l'invio ad ENEA della necessaria documentazione della procedura di asseverazione, in particolare i due certificati A.P.E firmati dall'asseveratore in regola, la relazione tecnica sugli interventi adottati e la documentazione delle componentistiche installate o le dichiarazioni sostitutive dei fornitori che attestino il rispetto della normativa vigente e la dichiarazione di conclusione dei lavori, i prospetti in AutoCAD o DWG, computi metrici, preventivi, una visura catastale relativa all'immobile interessato e la dichiarazione di conformità edilizia. Quando i lavori sono arrivati al 30% è richiesto l'invio della comunicazione di inizio lavori (CILA), ulteriore documentazione fotografica, fatture SAL (stato avanzamento lavori) con percentuale lavori compiuta, scheda descrizione interventi, preventivi, computi metrici e ricevuta con codice identificativo richiesta. Una volta che i lavori sono terminati è necessario l'invio della dichiarazione dello stato di fine lavori, documentazione fotografica, computi metrici, fatture, SCA e ricevuta con codice identificativo della domanda.

ENEA verificherà la documentazione ricevuta e controllerà che non manchi nessun documento e l'attendibilità dei documenti presentati, qualora mancasse documentazione bisogna integrare repentinamente la documentazione mancante per ricevere le detrazioni. In via eccezionale durante il periodo di validità dell'aliquota del 110% ENEA effettuerà controlli a campione sulle asseverazioni depositate nell'ordine del 35% rispetto al 5% per scongiurare la possibilità di dichiarazione mendaci. Successivamente ad agenzia delle entrate riceverà da chi intende ricevere il bonus tutta la documentazione sulle spese effettuate e le fatture, sia questo il richiedente dei lavori, l'azienda che effettua gli interventi o l'istituto di credito secondo le varie modalità di detrazione/sconto in fattura/cessione del credito precedentemente citate nelle due circolari dell'Agenzia delle entrate.

5. Caso Studio

5.1 Introduzione al caso studio

Per il caso studio verrà seguita la procedura di progettazione degli interventi di un condominio modenese situato in via Vittori, l'edificio è stato costruito tra il 1971 e ultimato nel 1975, è composto da 5 piani incluso il pian terreno in cui sono presenti 6 unità immobiliari per piano, con diverso numero di locali ma aventi tutte un balcone e la medesima altezza interna dei locali di 3 m. Tra i sistemi energetici presenti nell'edificio vi è il sistema di riscaldamento servito tramite impianto centralizzato in centralina termica allacciato alla rete di teleriscaldamento di Cremona, invece per la produzione di acqua calda sanitaria ogni unità immobiliare è dotata di una caldaia murale autonoma alimentata a gas naturale dalla rete cittadina. Non sono presenti sistemi di raffrescamento dichiarati dall'amministratore né sistemi fotovoltaici o solari termici installati sul tetto [31].

Si procederà con la realizzazione del modello energetico dell'edificio sul software dedicato Edilclima, i dati di rilievo dell'edificio sono stati precedentemente stati misurati dall'azienda durante un sopralluogo comprensori delle stratigrafie ottenute sia attraverso analisi termografica sia utilizzando un abaco delle costruzioni, la struttura degli infissi misurata attraverso misurazioni laser, l'ispezione dei sistemi tecnici di cui la centralina di allacciamento al teleriscaldamento situata nel seminterrato e di alcune caldaie a gas per l'acqua calda sanitaria di alcuni appartamenti, ovviamente non si è potuto accedere per interezza all'edificio perciò le altre unità di generazione dell' a.c.s verranno modellate utilizzando quelle ispezionate.

Successivamente verranno analizzati degli scenari di intervento possibili in particolar modo facendo un'analisi di sensitività del miglioramento ottenuto sperimentando su diverse possibilità riguardanti una medesima tipologia di intervento. Viene fatta inoltre un'analisi economica solo per quantificare il costo degli interventi dal punto di vista della massima spesa possibile senza l'utilizzo di un prezzario. Dopo la valutazione economica viene descritta una parte relativa a una richiesta di interpello eseguita dall'azienda per porre un quesito di ambito fiscale ad A.d.E relativo all'inclusione tra gli interventi agevolabili della sostituzione dei montanti di distribuzione con montanti coibentati e l'installazione di un nuovo sistema di emissione a pannelli radianti a soffitto per non demolire quelli a pavimento che non possono essere regolati.



Facciata condominio Via Vittori 4

5.2 Modellazione del fabbricato su EC700

Il modello simulato dell'edificio è stato modellato su EC700 sulla base dei dati acquisiti durante la fase di rilievo precedentemente svolta dall'azienda. L'edificio è composto da mura perimetrali non isolate contenenti un'intercapedine d'aria non ventilata, un tramezzo che divide gli appartamenti dal vano scala composto da un singolo muro non isolato e i divisori tra le unità familiari composti anch'essi da muro singolo senza isolamento [31].

muri perimetrali				
materiale	spessore [mm]	conducibilità [W/mK]	Massa volumica [kg/m ³]	capacità termica specifica [kJ/kgK]
intonaco di calce e sabbia	15	0,8	1600	1
mattone forato	80	0,4	775	0,84
intercapedine non ventilata $A_v < 500 \text{ mm}^2/\text{m}$	170	0,944	/	/
mattone forato	120	0,387	717	0,84
malta di calce o di calce e cemento	15	0,9	1800	1

Tabella stratigrafia mura perimetrali

Tramezzo				
materiale	spessore [mm]	conducibilità [W/mK]	Massa volumica [kg/m ³]	capacità termica specifica [kJ/kgK]
intonaco di calce e sabbia	15	0,8	1600	1
blocco forato	80	0,325	748	0,84
intonaco di calce e sabbia	15	0,8	1600	1

Tabella stratigrafia tramezzo

Divisorio				
materiale	spessore [mm]	conducibilità [W/mK]	Massa volumica [kg/m ³]	capacità termica specifica [kJ/kgK]
intonaco di calce e sabbia	15	0,8	1600	1
mattone forato	80	0,4	775	0,84
intonaco di calce e sabbia	15	0,8	1600	1

Tabella stratigrafia divisorio

La pavimentazione è la medesima dal pian terreno fino al 4 piano composta dalla seguente stratigrafia

[28]:

solaio interpiano/box cantine				
materiale	spessore [mm]	conducibilità [W/mK]	Massa volumica [kg/m ³]	capacità termica specifica [kJ/kgK]
piastrelle di ceramica	20	1,3	2300	0,84
malta di cemento	20	1,4	2000	1
sottofondo di cemento magro	50	0,7	1600	0,88
c.l.s armato (1% acciaio)	50	2,3	2300	1
blocco da solaio	180	0,6	950	0,84
intonaco di calce e sabbia	10	0,8	1600	1

Tabella stratigrafia pavimentazione solai interpiano

La copertura dell'edificio invece è composta dalla seguente stratigrafia non isolata [28]

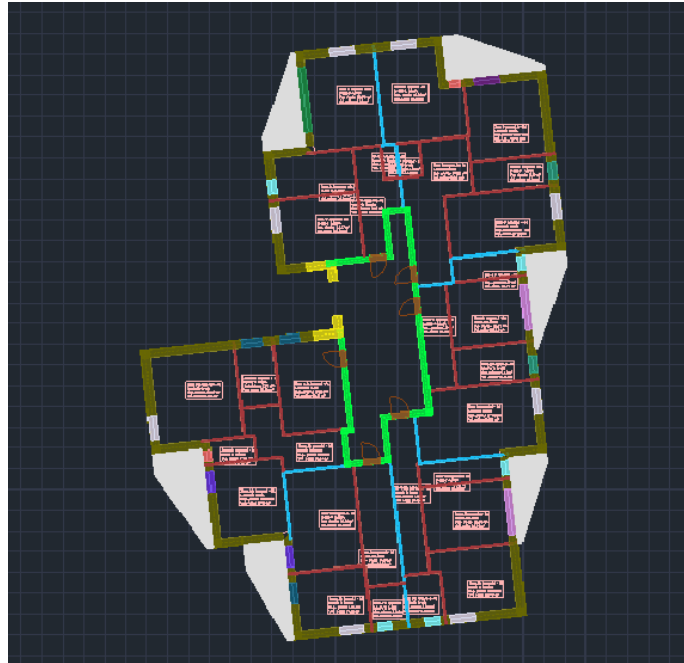
copertura				
materiale	spessore [mm]	conducibilità [W/mK]	Massa volumica [kg/m ³]	capacità termica specifica [kJ/kgK]
c.l.s armato (1% acciaio)	40	2,3	2300	1
blocco da solaio	180	0,6	950	0,84
intonaco di calce e sabbia	10	0,8	1600	1

Tabella stratigrafia copertura

Per le finestre si conoscono le misure di tutti i componenti finestrati, la tipologia, la presenza di divisori e le dimensioni del telaio, sono tutte composte da un vetro singolo e da un telaio in legno duro [28].

Finestra	altezza[cm]	larghezza[cm]	Uvetro [W/m ² K]	Utelaio [W/m ² K]	Uwind [W/m ² K]
finestra std 70	140	70	4,856	2,2	3,226
finestra std 120	140	120	4,856	2,2	3,174
finestra std 50	140	50	4,856	2,2	3,131
finestra std 100	140	100	4,856	2,2	3,116
finestra std 80	140	80	4,856	2,2	3,255
finestra std 220	210	220	4,856	2,2	3,258
finestra std 315	210	315	4,856	2,2	3,332
porta finestra std 100	210	100	4,856	2,2	3,334
porta finestra std 120	210	120	4,856	2,2	3,208

Tabella dati finestre



Modello piano tipo dell'edificio

Nell'input grafico l'edificio è stato diviso in 30 zone termiche, una per appartamento che a loro volta sono suddivise nei locali di cui sono composte le unità immobiliari. Per ogni zona termica non avendo ulteriori informazioni sulla possibilità di regolare l'impianto di climatizzazione o di difformità rispetto agli standard sono stati presi come input termico di valori di temperatura standard descritti dal DPR 551/99 di 20°C per la climatizzazione invernale e 26°C per la climatizzazione estiva anche se quest'ultima non rientra nel focus del calcolo della prestazione per accedere alle detrazioni.

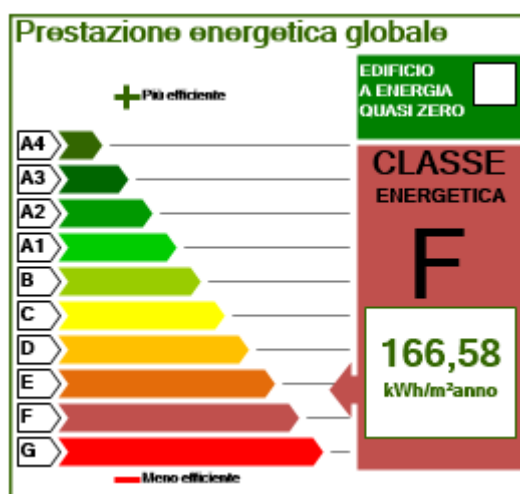
Per i sistemi tecnici l'impianto di climatizzazione invernale è di tipo centralizzato servito dal teleriscaldamento cittadino con distribuzione verticale con montanti nell'intercapedine, non dispone di sistema di regolazione modulante quindi è on-off e come sistema di emissione è costituita da pannelli radianti annegati a pavimento, una configurazione insolita che non risulta molto efficiente dal punto di vista del confort degli occupanti in quanto evidenziano un riscaldamento eccessivo come si può facilmente immaginare non essendoci alcuna modulazione^[28].

Fattori di conversione energia primaria impianto di teleriscaldamento di Cremona.	
f_{nren}	0,87
f_{ren}	0,41
f_{tot}	1,28

Tabella fattori di conversione energia primaria impianto di teleriscaldamento di Cremona

Per i sistemi per la produzione di acqua calda sanitaria sono utilizzate delle caldaie autonome una per unità immobiliare, non avendo avuto la possibilità di accedere direttamente alle unità immobiliari si è optato in fase di modellazione di utilizzare una caldaia a gas tradizionale contenuta nel database di Edilclima per modellizzare il sistema di generazione, la caldaia in questione è una CLAS EVO SYSTEM 24 FF della Ariston S.p.a.

Ultimata la fase di modellazione dell'edificio ho avviato la simulazione del fabbisogno energetico dell'intero edificio e come avevo già anticipatamente previsto ha ottenuto una classificazione piuttosto bassa, precisamente in classe energetica F con una prestazione di 166,58 kWh/m²anno.



Prestazione energetica pre retrofit

5.3 Progettazione scenari di intervento

Una volta terminata la caratterizzazione dell'edificio con il modello utilizzato per le simulazioni si può procedere con la definizione degli scenari di intervento possibili, partendo da un caso molto semplice in cui si agisce esclusivamente su una parte di cappotto termico per poi procedere a casi più complessi riguardanti anche la sostituzione dell'impianto di climatizzazione invernale.

5.3.1 Classificazione degli scenari di intervento

Prima di entrare nel merito della progettazione degli interventi possibili bisogna fare una parentesi sulla tipologia di intervento fatto sull'edificio, rispettivamente in demolizione/ricostruzione, ristrutturazione importante di primo e secondo livello e infine di riqualificazione energetica. Questa classificazione è indicata nel decreto interministeriale 26 giugno 2025 nell'allegato 1, questa differenziazione sulla tipologia di intervento impone dei vincoli sulla percentuale di involucro sottoposto a ristrutturazione. Nel caso della demolizione e successiva ricostruzione del fabbricato, si devono rispettare tutti i requisiti indicati nel capitolo 2 e 3 dell'allegato, analogamente per il solo ampliamento della volumetria. Per la ristrutturazione importante bisogna fare attenzione non solo alla percentuale di involucro considerato, per il primo livello è previsto un coinvolgimento dell'involucro superiore o uguale al 50% ma anche al totale rifacimento dell'intero impianto termico che comprende generazione, distribuzione ed emissione. Se questo ultimo concetto non è incluso nella progettazione o se non si progetta l'impianto termico nella sua interezza la ristrutturazione importante è di secondo livello e deve solamente rispettare i requisiti inerenti alle parti su cui si è intervenuto precisamente i requisiti citati nel capitolo 2,4 e 5 relativi alle trasmittanze e agli impianti sottoposti ad intervento. Per la riqualificazione energetica si agisce su una frazione limitata dell'involucro o anche esclusivamente sui sistemi tecnici presenti, si deve rispettare le disposizioni del capitolo 2 e 5 del decreto solamente delle parti coinvolte dall'intervento.

5.3.2 Descrizione degli scenari

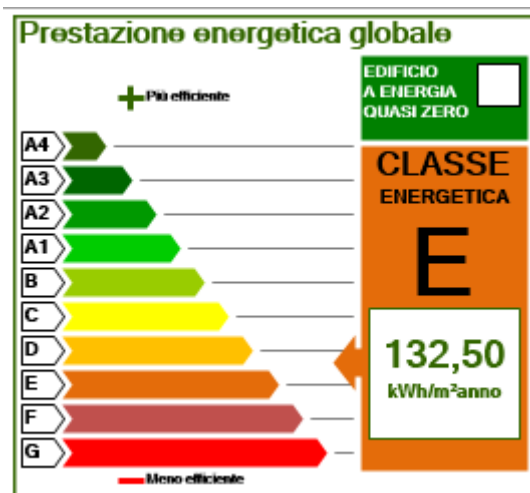
Entrando nel merito della progettazione degli interventi sono stati individuati 10 scenari di intervento con variegata tipologia di interventi adottati, non sono stati utilizzati degli algoritmi di automazione per la decisione della tipologia di migliorie utilizzate ma è proposto una serie di situazioni dal caso più semplice fino ad arrivare a un confronto tra una soluzione molto complessa ipotizzata e la soluzione effettivamente messa a punto dall'azienda, nella tabella seguente sono riassunti in forma grafica gli interventi adottati nei vari scenari.

MAPPA DEGLI INTERVENTI											
scenario	isolamento intercapedine	esterno muri	esterno copertura	esterno pavimento	Sostituzione sistema di emissione-distribuzione	pompa di calore	fotovoltaico	infissi	collettori solari	Schermature solari	A.C.S
1	verde	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso
2	verde	rosso	verde	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso
3	rosso	verde	verde	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso
4	verde	rosso	verde	verde	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso
5	rosso	verde	verde	verde	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso
6	verde	rosso	verde	verde	rosso	rosso	rosso	rosso	verde	rosso	rosso
7	rosso	verde	verde	verde	rosso	verde	verde	verde	verde	rosso	rosso
8	verde	rosso	verde	verde	rosso	rosso	rosso	verde	rosso	rosso	rosso
9	verde	rosso	verde	verde	verde	rosso	rosso	verde	rosso	rosso	rosso
10	rosso	verde	verde	rosso	verde	rosso	verde	verde	rosso	verde	verde

Tabella mappa degli interventi

Bisogna specificare che per la fruizione delle detrazioni il passaggio delle due classi deve essere in base alle unità immobiliari, ossia bisogna verificare che ognuna di queste raggiunga due classi di miglioramento, per riassumere con facilità le prestazioni si è utilizzato la performance dell'intero edificio, essa viene calcolata mediante una media ottenuta dalla somma dei prodotti tra le performance energetiche delle singole unità immobiliari e la superficie delle singole unità, divisa per la superficie totale utile dell'edificio. Dopo la descrizione degli scenari ci sarà una tabella che confronta le singole prestazioni delle varie parti dell'edificio del caso pre retrofit e del caso scelto come indicativo per i lavori.

Partendo dallo scenario 1 si è pensato di adottare solo una coibentazione dei muri perimetrali mediante insufflaggio di poliuretano espanso all'interno dell'intercapedine non ventilata, questo intervento riguardando tutta la muratura perimetrale costituirebbe più del 50% dell'involucro edilizio ma non avendo adottato anche come intervento la sostituzione del sistema di climatizzazione invernale non ricade nella ristrutturazione importante di primo livello, bensì nel secondo. Operativamente a rigor di logica questa soluzione non dovrebbe essere difficilmente realizzabile e costituisce una metodologia di isolamento particolarmente adatta alle stratigrafie con intercapedine, molto diffusa nel parco edilizio italiano. L'isolante scelto per l'intervento ha una conduttività termica di 0,027 W/mK, la porzione di intercapedine riempita nella sua totalità è spessa 170 mm, ne risulta che la trasmittanza termica della parete perimetrale passa da 1,077 W/m²K a 0,134 W/m²K, valore che rispetterebbe i requisiti per le componenti opache verticali precedentemente citate nel capitolo dei requisiti tecnici. Per l'analisi economica è stato adottato un costo al metro quadro uguale al massimale di spesa di 80 euro al metro quadro, questo non è il prezzo reale del materiale ma è stato considerato come anche comprensorio di tutte le spese aggiuntive per la posa in opera e del cantiere. Come risultato l'edificio passa da F a E con una prestazione energetica di 132,50 kWh/m²anno.



Prestazione energetica scenario 1

Come si può notare l'edificio non rispetta nella sua interezza il passaggio delle due classi, ergo neanche le singole unità abitative, sono necessari molti più interventi per ottenere l'ecoincentivo.

Lo scenario 2 è un upgrade dello scenario precedente utilizzando la stessa tecnica di isolamento per i muri ma aggiungendo come intervento un isolamento della copertura esternamente con pannelli di polistirene espanso 30 kg/m^3 , anche in questa configurazione si classifica il lavoro di intervento come ristrutturazione importante di secondo livello non avendo cambiato alcun sistema tecnico nell'edificio ma solo la copertura orizzontale. L'isolante scelto per la copertura orizzontale ha una conducibilità termica di $0,033 \text{ W/mK}$, per raggiungere i valori legali di trasmittanza si è scelto di utilizzare 140 mm di isolante, si ottiene una trasmittanza termica di $0.202 \text{ W/m}^2\text{K}$ nettamente inferiore a quella richiesta, invece per l'isolamento dei muri tramite insufflaggio di poliuretano a spruzzo i dati di prestazione termica sono gli stessi dello scenario 1.

Per l'analisi economica è stato adottato un costo di 230 euro al metro quadro uguale al massimale di spesa per la copertura orizzontale e 80 euro al metro quadro per l'isolamento dei muri. Come risultato l'edificio passa in classe D con una prestazione termica di $108,22 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$.



Prestazione energetica scenario 2

La prestazione energetica è nettamente migliorata rispetto al caso precedente, infatti è salito di 2 classi energetiche solamente con questi due interventi, però nonostante questo dalla simulazione molte unità immobiliari sono solo passate in classe E, per poter richiedere le detrazioni è condizione necessaria che tutte le unità immobiliari passino di 2 classi.

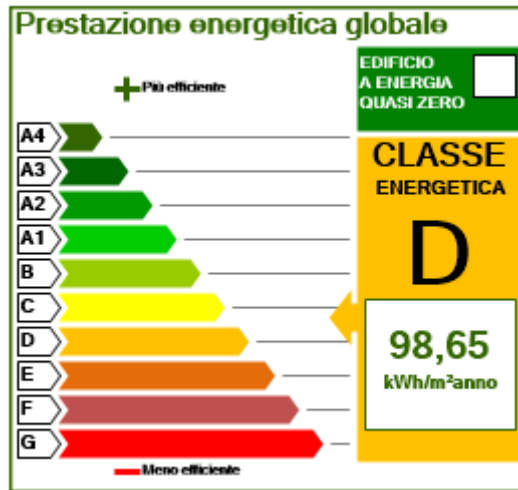
Successivamente si è pensato di confrontare lo scenario 2 con uno scenario sempre di due interventi sull'involucro esterno ma cambiando la tipologia di isolamento termico dei muri, questa volta esternamente ai muri perimetrali. Nello scenario 3 si mantiene l'isolamento della copertura orizzontale con polistirene espanso 30 kg/m^3 con conducibilità termica di $0,033 \text{ W/mK}$ e spessore di 140 mm , quindi avente la stessa trasmittanza descritta nello scenario precedente, per i muri perimetrali invece si utilizzano dei pannelli di lana di roccia da 100 kg/m^3 , la conduttività termica di questo materiale è $0,036 \text{ W/mK}$ e utilizzando uno spessore uguale alla copertura isolante di 140 mm , si ottiene così una trasmittanza termica di $0,205 \text{ W/m}^2\text{K}$, concorde con i valori limiti indicati nel Decreto requisiti. Per l'analisi economica si è preso il valore di 150 euro al metro quadro per i pannelli in lana di roccia e lo stesso prezzo al metro quadro dello scenario precedente per la copertura orizzontale. Si ottiene una prestazione energetica di $111,86 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$ equivalenti alla classe D.



Prestazione energetica scenario 3

Come si può notare la prestazione è peggiorata leggermente rispetto al caso precedente, l'isolamento esterno è meno efficiente rispetto a isolare l'intercapedine a meno di utilizzare spessori più importanti comparabili con l'intercapedine. Questa strategia è utilizzabile solo in caso lo spazio che si sottrae all'esterno sia all'interno dell'area di proprietà del fabbricato, nel caso in esame si potrebbe optare per questa soluzione ma il costo dell'intervento diventerebbe molto alto aumentando lo spessore.

Nello scenario 4 si è aggiunto l'isolamento della pavimentazione al piano terra tramite pannelli di polistirene espanso 35 kg/m^3 prendendo come riferimento lo scenario 2 come base, essendoci sotto il piano terra il box auto e le cantine si è utilizzato uno spessore dell'isolante di 100 mm per non togliere troppo spazio alla zona sottostante. La conducibilità termica dell'isolante è $0,028 \text{ W/mK}$ raggiungendo così una trasmittanza termica della pavimentazione di $0,229 \text{ W/m}^2\text{K}$, le proprietà termiche degli altri isolanti sono le medesime dello scenario 2. Con questa configurazione di scenario di intervento l'edificio diventa di classe D con prestazione energetica $98,65 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$.



Prestazione energetica scenario 4

Come si può notare nonostante non cambi di classe rispetto allo scenario 2 si riduce il consumo, questo però fa notare che l'isolamento a pavimento non risulta efficiente come l'isolamento delle pareti o della copertura.

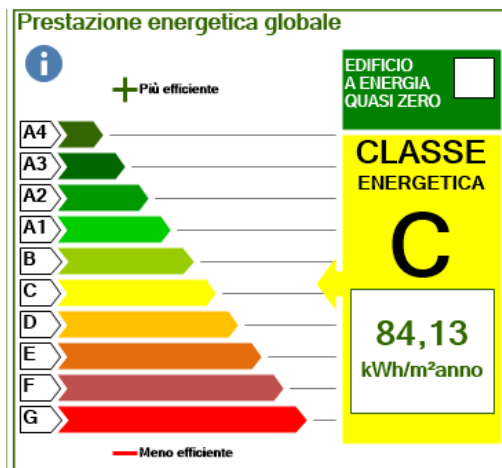
Passando allo scenario 5, fatto per confrontare sempre l'isolamento esterno con quello in intercapedine mantenendo l'isolamento della copertura orizzontale dei precedenti scenari e anche qui utilizzando l'isolamento esterno della pavimentazione del piano terra. Si mantiene l'isolamento della copertura orizzontale con polistirene espanso 30 kg/m^3 con conducibilità termica di $0,033 \text{ W/mK}$ e spessore di 140 mm , quindi avente la stessa trasmittanza descritta nello scenario precedente, per i muri perimetrali si utilizzano i pannelli di lana di roccia da 100 kg/m^3 con conduttività termica di $0,036 \text{ W/mK}$ e utilizzando uno spessore uguale alla copertura isolante, per la pavimentazione si replica il medesimo intervento dello scenario 4 con pannelli di polistirene espanso 35 kg/m^3 . La prestazione energetica risultante è $80,89 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$ e come nello scenario 4 l'edificio è classificato C.



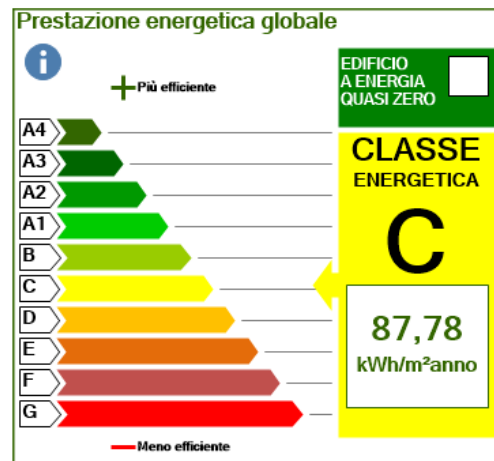
Prestazione energetica scenario 5

Confrontandolo con lo scenario precedente si nota che rispetto al 4 risulta meno performante ma migliore rispetto al caso 3 senza isolamento del pavimento, seppur sempre in modalità minore rispetto alle altre tipologie di coibentazioni, si mantiene lo stesso trend di non superamento delle due classi per alcune unità.

Per gli scenari 6 e 7 si è adottata la medesima strategia di fare un confronto su queste due diverse strade di partenza adottando un nuovo intervento non basato sull'involucro esterno. In questi due casi si installano dei collettori solari a tubi sottovuoto, per la simulazione è stato scelto un modello del database di EC700, precisamente il CRK-12 di fornitura Wolf Italia. La configurazione scelta è un array di 20 pannelli sottovuoto orientati rispetto al sud di 20° e con inclinazione rispetto al piano orizzontale ottimale a 29° , non ci sono problemi per l'orientazione dei pannelli in quanto il tetto essendo piano permette di installare un'intelaiatura di supporto ottimale. Questi pannelli fanno da integrazione al sistema di produzione di acqua calda già presente nelle abitazioni, con l'aggiunta di un accumulo termico di 1800 litri, cifra ipotizzata non sapendo il reale numero di persone che abita in ciascuno degli appartamenti. Congiuntamente a tutti gli interventi descritti nei precedenti scenari 4 e 5, nei due nuovi scenari si è ottenuta una prestazione energetica di $84,13 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$ equivalente alla classe C per lo scenario 6, per lo scenario 7 la prestazione energetica è di $87,78 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$ sempre equivalente alla classe C.



Prestazione energetica scenario 6



Prestazione energetica scenario 7

Qui più che confrontare la classe o la prestazione dei due casi, che sono molto simili fra di loro si può cogliere il fatto che implementare un sistema di collettori solari aumenta di una classe dell'edificio, separatamente le unità immobiliari passano quasi tutte di 2-3 classi tranne due appartamenti che rimangono in E.

Nel successivo scenario 8 si ha la configurazione base del 4 ma con l'aggiunta di interventi sul sistema di climatizzazione invernale e il rifacimento degli infissi cambiando i vecchi vetri singoli con dei vetri nuovi più performanti e cambiando il telaio, da un singolo vetro spesso 3 mm si installa un doppio vetro da 4mm di spessore con un intercapedine riempita con argon spessa 12mm, il telaio dal legno duro con trasmittanza $2.2 \text{ W/m}^2\text{K}$ si sostituisce con un telaio in PVC a 6 camere da $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$, con questa stratigrafia i serramenti raggiungono una trasmittanza termica precisamente di $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$. Per la sostituzione dell'impianto di riscaldamento invernale ovviamente essendo già installato un teleriscaldamento non avrebbe senso tornare a una caldaia alimentata a gas naturale, neanche a condensazione darebbe dei benefici ai consumi, la possibilità di un motore cogenerativo non sussiste poi nella prestazione di un sistema residenziale in quanto l'illuminazione e le appliance non vengono considerate. La configurazione per ottenere un miglioramento netto per la sostituzione è una pompa di calore alimentata da pannelli fotovoltaici installati sul tetto. La pompa di calore è di tipo aria-acqua modello JFG E 80 P marca JOANNES con potenza termica utile di 88 kW e COP 3.88, rispettante i requisiti minimi delle performance della relativa categoria di pompe di calore citata nel capitolo 3. Nella progettazione dell'impianto di climatizzazione invernale si intende anche sostituire l'emissione dei pannelli radianti a pavimento con un nuovo impianto di emissione a pannelli

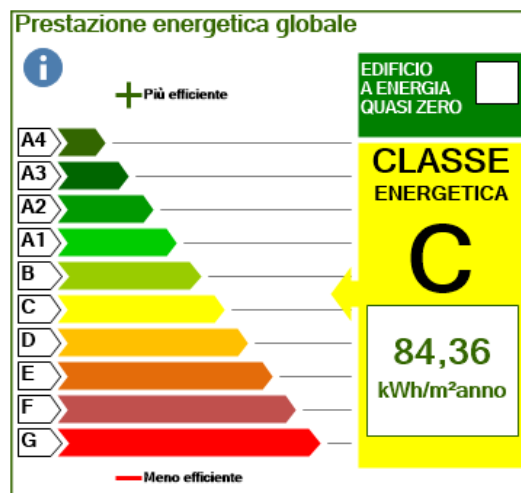
radianti a soffitto munito di sistema di regolazione per ambiente. Questo intervento ricade di nuovo nella categoria della ristrutturazione importante di 2° livello, di fatto non si sostituisce l'impianto di distribuzione, ma solo generazione, controllo ed emissione. Per il fabbisogno dell'impianto invernale si installano sul tetto 30 kW di potenza fotovoltaica, per la modellazione dell'array si è considerata un'orientazione di azimut di 0° e un'inclinazione rispetto al piano orizzontale ottimale suggerita da Edilclima di 29,5°, i moduli necessari per l'intervento sono 150 e ricoprirebbero un'area di circa 250 m², il tetto misura un'area di 413.4 m² se si considera anche la superficie sovrastante il vano scale che dà accesso al tetto, 380 m² non considerandola, di questa superficie a livello di produttività si considera un'area della sezione sud del tetto di 192 m² e una piccola area della sezione nord di superficie 66 m² che è ragionevolmente lontana dal vano scala per evitare ombreggiamenti dallo stesso, la somma delle due aree supera la superficie richiesta se i moduli fosse poggiati a terreno, considerando un'installazione con l'inclinazione ottimale su un supporto fissato al tetto è fattibile l'installazione della superficie fotovoltaica sul tetto. Come risultato della simulazione l'edificio sarebbe classificato in classe B con prestazione energetica 71,00 kWh/m²anno.



Prestazione energetica scenario 8

Questo scenario è uno degli scenari ipotizzati che è ottimamente fattibile dal punto di vista tecnico e garantisce un'ottima prestazione globale dell'edificio, separatamente le zone passano di almeno 2 classi, alcune unità arrivano anche in A1 e A2. Nel prossimo scenario si ritorna a un caso più semplice senza sostituzione del generatore, e si avvicina al caso specificatamente progettato dall'azienda.

Lo scenario 9 quindi comprende una modellazione più semplice del precedente scenario, invece di optare per la sostituzione del sistema di generazione dell'impianto invernale si sostituisce solamente il sistema di emissione con i pannelli radianti a soffitto e il sistema dell'impianto di regolazione con quella per singolo ambiente. In questo caso non si è considerata l'installazione di potenza fotovoltaica in quanto non sopperisce a nessuna esigenza energetica dei sistemi tecnici a parte gli ausiliari, il discorso verrà ripreso nella descrizione dello scenario dopo sotto un punto di vista pratico. Per l'isolamento del cappotto esterno vengono utilizzate le stesse stratigrafie dello scenario 4, per gli infissi valgono le stesse considerazioni del precedente caso. Anche questo caso cade nella categoria ristrutturazione importante di secondo livello e dalla simulazione la prestazione energetica è 84,36 kWh/m²anno corrispondente alla classe C.

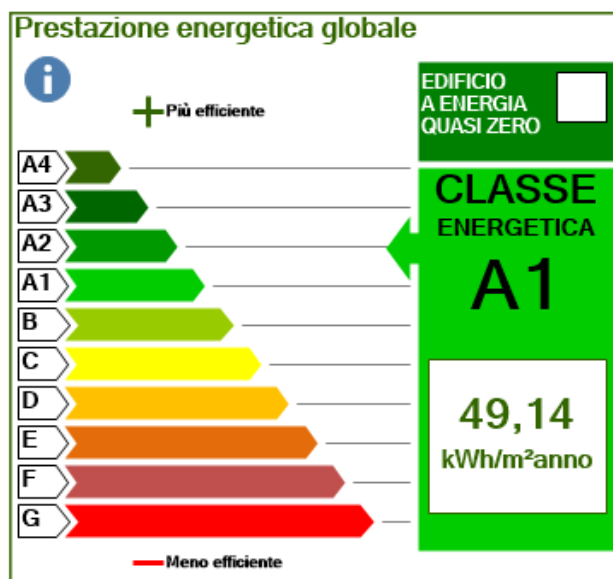


Prestazione energetica scenario 9

Come si può notare la performance dell'edificio si abbassa di una classe, e separatamente alcune unità diventano di classe B ma tutte le altre unità sono classate D o C, tutte quindi passano di almeno 2 classi rispettando il requisito per le detrazioni.

Infine arriviamo allo scenario prospettato come soluzione dal cliente e dall'azienda, è una combinazione dello scenario 5,8 e 9 con delle aggiunte per quanto riguarda il sistema di produzione dell'acqua calda sanitaria. Come suggerito dall'azienda l'isolamento con poliuretano è una soluzione molto performante ma sapendo che la distribuzione corre nell'intercapedine se un domani si volesse sostituire o bisognasse anche riparare la distribuzione, coibentare con il poliuretano comporterebbe

un'impedimento a modifiche future, quindi si è optato per la coibentazione per isolamento esterno dei muri perimetrali e della copertura seguendo la stessa stratigrafia dello scenario 5 per i muri perimetrali e isolando la copertura orizzontale con 15 cm di polistirene espanso 30 kg/m³ con conducibilità 0.033 W/mK. Per la pavimentazione si è deciso di non optare per l'isolamento poiché non si vuole demolire il vecchio impianto di emissione dei pannelli radianti a pavimento, stessa cosa per i solai interpiano, come descritto nel caso 8 si procede con l'installazione dell'impianto di emissione a pannelli radianti a soffitto con sistema di regolazione per ambiente con banda proporzionale a 0,5°C. Per le finestre valgono le stesse considerazioni dello scenario 8 e 9 con l'aggiunta della sostituzione delle schermature solari oscuranti con delle chiusure in legno con resistenza termica 0.30 m²K/W. Si sono cambiate tutti gli scaldacqua delle 30 unità immobiliari con scaldacqua a pompa di calore autonomi di classe energetica A+ per il sistema di a.c.s. Ritornando al discorso del fotovoltaico, esso in sé non costituisce una miglioria che influisce molto sulla performance per quanto riguarda il settore residenziale se non sono presenti impianti che utilizzano l'energia elettrica come vettore energetico primario. Si è deciso con il cliente di installare una potenza fotovoltaica di 15 kW con installazione di colonnina per la ricarica dei veicoli elettrici, questo sulla valutazione della classe non influirà se non in parte minima agli ausiliari dei sistemi tecnici installati, ma influirà sul risparmio energetico dei condomini in quanto con la cessione al GSE dell'impianto si ottiene una tariffa agevolata per i consumi di elettricità dell'edificio, quindi comportando a un risparmio economico considerevole. L'impianto fotovoltaico è composto da 85 moduli da 180 W che occuperebbero un'area lorda di 141 m² con un'orientazione rispetto al sud di 20° e inclinazione rispetto al piano orizzontale di 29°. La prestazione energetica risultante dell'edificio una volta terminata la simulazione è di 49.14 kWh/m²anno.



Prestazione energetica scenario 10

Dalla simulazione precedente si nota un miglioramento netto della prestazione energetica dovuto all'installazione degli scaldabagni a pompa di calore, tale modifica rispetto al caso precedente permette di utilizzare al meglio l'installazione fotovoltaica sul tetto. Tutte le unità immobiliari passano di due classi, il miglioramento più marcato lo si ha nelle unità nei piani intermedi, mentre le unità al piano terreno subiscono delle penalità dovute al pavimento non isolato, ma comunque hanno un netto miglioramento dalla situazione ante interventi.

Confronto pre-retrofit e scenario 10																														
Unità	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
PRE	F	F	F	F	F	F	F	E	F	F	F	F	G	F	F	F	F	F	G	F	F	F	F	F	G	F	G	G	G	F
POST	C	B	C	B	B	B	A2	A3	A2	A3	A4	A2	A2	A3	A2	A3	A4	A2	A2	A3	A2	A3	A4	A2	A1	A2	B	A1	A1	A1

Tabella confronto classi energetiche dei singoli appartamento pre-scenario 10

5.3.3 Analisi economica

Prima di fare le considerazioni economiche del caso studio si denota che le stime delle spese per i diversi scenari di intervento sono state fatte attraverso i massimali di spesa dati dall'allegato I del decreto Requisiti, non rispecchiano i veri costi che sono calcolati tramite prezziari forniti dalla regione per i preventivi, non ci sono le spese accessorie per i ponteggi e della prestazione professionale dell'asseveratore. Detto questo nella seguente tabella viene riassunto il costo indicativo diviso per intervento.

Intervento	costo [€]
insufflaggio	116856,0
esterno muri	219106,5
esterna copertura	79386,9
esterno pavimento	41425,2
sostituzione sistema di emissione-regolazione	181500,0
pompa di calore	114400,0
fotovoltaico scenario 8	72000,0
infissi	134090,0
collettori solari	57000,0
schermature solari	37510,0
fotovoltaico scenario 10	30000,0
A.C.S	30000,0

Tabella costo degli interventi

Dalla tabella si può facilmente constatare che l'intervento più costoso è l'isolamento dei muri perimetrali tramite coibentazione esterna, costo paragonabile con la sostituzione dell'impianto di emissione del sistema di climatizzazione invernale, i costi calcolati su Edilclima sono tendenzialmente diversi da quelli stimati dall'azienda, per esempio nello scenario 10, ossia quello scelto effettivamente dall'azienda il costo stimato sul software è 744593 € mentre il costo preventivato dall'azienda non contando la prestazione professionale è di 692743 €. Lo scostamento è dovuto principalmente alle ipotesi di utilizzare i massimali di spesa non avendo un prezzoario, ovviamente l'isolamento e fotovoltaico sono stati sovrastimati, mentre il costo della sostituzione degli infissi è praticamente coincidente.

Nel programma vengono indicati i tempi di ritorno degli investimenti, cosa che di per se non ha molto significato avendo fatto un'analisi concepita per l'utilizzo dell'ecoincentivo del 110%, il tempo di ritorno dell'investimento è comunque in tutti gli scenari 5 anni, inoltre l'utente finale in questo caso il condominio dà la cessione del credito all'azienda che effettua gli interventi, perciò effettivamente è a costo zero, l'azienda recupererà tutto sempre in 5 anni con una maggiorazione del 10%. Comunque in ogni caso si è stimato il tempo di ritorno dell'investimento per ogni scenario.

Tabella tempo di ritorno dell'investimento										
scenario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TIR	15	18,1	30,2	18,3	30,5	26,43	35,61	78,6	61,6	85,32

Tabella tempo di ritorno degli investimenti

Come previsto il tempo di ritorno dell'investimento aumenta con l'aumentare del costo complessivo dell'intervento, il programma calcola il TIR tramite il tempo di ritorno semplice ossia dividendo la spesa per i risparmi tra caso pre intervento e scenario post intervento. Si nota subito che nel caso dello scenario 1,2,4 è un tempo di ritorno che non fosse finanziato dagli incentivi sarebbe ancora fattibile autofinanziare la spesa con un tempo di ritorno "relativamente basso", mentre nel caso in esame scelto sarebbe non proponibile con 85 anni di ritorno dell'investimento senza nessun incentivo.

5.4 Interpello Agenzia delle entrate

La soluzione optata dall'azienda per gli interventi purtroppo analizzando la parte impiantistica non rientra tra le tipologie agevolate dal decreto Rilancio, poiché per sostituire gli impianti di emissione e distribuzione bisognerebbe cambiare il generatore, cosa che il cliente ha deciso di non applicare, per chiedere chiarimenti ad Agenzia delle Entrate viene scritta insieme all'azienda un'istanza di interpello in merito a questo particolare quesito non presente tra gli interpellati.

Descrizione:

L'istante professionista abilitato è stato incaricato ad effettuare la valutazione per i lavori di efficientamento energetico di un condominio, si effettueranno interventi di isolamento del cappotto termico esterno, sostituzione degli infissi comprensori degli oscuranti, l'installazione di potenza fotovoltaica sul tetto congiuntamente all'installazione di colonnine di ricarica dei veicoli elettrici. Oltre agli interventi precedentemente citati si vorrebbe anche sostituire l'impianto di distribuzione del riscaldamento con montanti nuovi e coibentati e l'installazione di pannelli radianti a soffitto per non dover demolire quelli già presenti a pavimento non regolati. Nella normativa relativi alla detrazione

fiscale del 110% (Superbonus) non è specificato se si possano effettuare i suddetti interventi senza sostituire il generatore in quanto l'edificio è allacciato al teleriscaldamento e non è possibile sostituirlo con un'altra forma di generazione in quanto ai sensi del Decreto Legislativo n. 192, 19 agosto 2005 si obbliga la predisposizione all'allacciamento al teleriscaldamento quando le tratte di rete esistenti, o già approvate, siano a una distanza minore di 1000 m dagli edifici di nuova costruzione.

Soluzione interpretativa:

Gli interventi di installazione dei montanti di distribuzione e l'installazione di pannelli radianti a soffitto senza il cambio del generatore attuale (centralina di teleriscaldamento) possano essere dettratti con il Superbonus 110%.

6. Conclusioni

In conclusione l'ecoincentivo introdotto dal decreto Rilancio rappresenta un'occasione imperdibile per il rinnovo del parco edilizio italiano, l'efficienza energetica è un tema di vitale importanza per l'Italia e per il mondo in generale, se si vuole rispettare quanto firmato nei trattati firmati nel COP 21 per limitare l'innalzamento della temperatura media globale al di sotto di 2 °C, l'obiettivo di innalzare del 20% l'efficienza energetica parte proprio dal consumo, infatti gli edifici rappresentano il 30% del consumo globale di energia e proprio gli edifici come sono stati costruiti durante gli anni del boom economico sono inefficienti.^[32] Secondo la mentalità che deriva dall'incentivo del 110%, si deve fare di tutto per sfruttare a pieno questa opportunità, e non limitarsi solamente al passaggio di due classi, l'obiettivo ultimo del progettista che realizza i miglioramenti deve essere di fare il possibile per migliorare energeticamente l'edificio e la vita dei suoi occupanti, il più vicino possibile al concetto di edificio a energia zero, criterio ora obbligatorio per la costruzione di nuovi edifici occupati da pubblica amministrazione e scuole, questo concetto dovrebbe essere anche esteso a tutto il parco edilizio, con le difficoltà del caso, poiché non tutti gli edifici possono diventare a energia zero, basti pensare all'enorme patrimonio culturale di musei e palazzi antichi che caratterizzano il nostro paese, che sono esentati di norma ad attestare la loro efficienza energetica. A mio parere per diminuire la nostra impronta ecologica bisogna cercare di estendere tutte le migliorie possibili e compatibili a tutti gli edifici del nostro parco edilizio, senza esentare abitazioni e/o uffici che sono in luoghi come centri storici o di importanza di patrimonio culturale, sul quale non vengono effettuati interventi, per migliorie non si intende interventi che modificano la struttura in sé, ma sui

sistemi tecnici che li servono e sull'installazione di pannelli FV per mitigare i consumi e contribuire a far diventare ogni edificio un generatore di energia, bisognerebbe inoltre creare degli incentivi maggiori non solo per il settore residenziale, ma anche per l'industria e il settore terziario che sono utenze energivore. Inoltre una conseguenza importante di questi investimenti oltre alla diminuzione dell'impronta ecologica che ha l'Italia è il risparmio in energia primaria e conseguentemente in risorse energetiche quali gas naturale, petrolio e carbone che non dimentichiamoci essere importati quasi totalmente da paesi esteri, questo ovviamente contribuisce al debito pubblico dello stato e alla sua dipendenza energetica da altre nazioni, tematica di cui si è ampiamente parlato in questi anni dopo le crisi energetiche del 1973 e del 1979 e dalle tensioni crescenti con la Russia, diminuire quindi la nostra spesa energetica non è solo una questione di sostenibilità, è anche una questione di indipendenza energetica per arrivare in futuro a soddisfare il fabbisogno del paese tramite fonti rinnovabili. Questo discorso vale comunque in compresenza di incentivi da parte dello stato poiché come si è visto dall'analisi economica degli scenari la spesa economica non è trascurabile per i privati cittadini che decidono di aumentare l'efficienza energetica delle proprie abitazioni, in quanto le cifre da investire sono considerevoli.

L'ecoincentivo del 110% su cui è basato il ragionamento di questo scritto cesserà di esistere nel 2022 e resteranno i precedenti ecoincentivi che erano presenti prima del decreto Rilancio, un prolungamento dell'incentivo è difficile da prevedere in quanto la spesa aumenterà il debito pubblico, l'ideale sarebbe la trasformazione del 110% in un incentivo rivolto ai medesimi soggetti del superbonus ma ridotto al di sotto del 100% per evitare di gravare poi sul debito pubblico che è esponenzialmente aumentato con gli effetti della pandemia globale. Un'altra soluzione possibile all'incentivare l'efficienza energetica degli edifici tassando ulteriormente l'anidride carbonica prodotta dagli impianti e di conseguenza alzando il costo dell'energia elettrica, di conseguenza si induce i consumatori a consumare in maniera più responsabile l'energia. Questo processo si chiama induced energy saving, questo metodo porta i consumatori (cittadini e industrie) ad apportare politiche di risparmio energetico, ma anche i produttori per far scendere il prezzo a un livello competitivo investirebbero sulle rinnovabili per non pagare ulteriori tasse sulle emissioni. [33] Per arginare i cambiamenti climatici bisognerebbe optare per una combinazione delle due metodologie, sia tassando sulle emissioni sia che lo stato aiuti le imprese e i cittadini a finanziare lo sviluppo di un'economia sostenibile.

7. Bibliografia e sitografia

- [1] M.Economidou^aV.Todeschi^{ab}P.Bertoldi^aD.D'Agostino^aP.Zangheri^aL.Castellazzi^a, *Review of 50 years of EU energy efficiency policies for buildings*, 15/10/2020.
- [2] Agenzia delle Entrate, *istanza d'interpello n°570*, 09/12/2020.
- [3] Agenzia delle Entrate, *istanza d'interpello n°326*, 09/12/2020.
- [4] Agenzia delle Entrate, *istanza d'interpello n°24*, 08/01/2021.
- [5] Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana, D.L Rilancio n°34, *Misure urgenti in materia di salute, sostegno al lavoro e all'economia, nonché' di politiche sociali connesse all'emergenza epidemiologica da COVID-19*, 19/05/2020, art. 119
- [6] Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana, D.L Rilancio n°34, *Misure urgenti in materia di salute, sostegno al lavoro e all'economia, nonché' di politiche sociali connesse all'emergenza epidemiologica da COVID-19*, 19/05/2020, art. 121
- [7] Agenzia delle Entrate, Circolare 24/E, *Detrazione per interventi di efficientamento energetico e di riduzione del rischio sismico degli edifici, nonché opzione per la cessione o per lo sconto in luogo della detrazione previste dagli articoli 119 e 121 del decreto-legge 19 maggio 2020, n. 34 (Decreto Rilancio) convertito con modificazione dalla legge 17 luglio 2020, n. 77– Primi chiarimenti*, 08/07/2020.
- [8] Agenzia delle Entrate, Circolare 30/E, *Detrazione per interventi di efficientamento energetico e di riduzione del rischio sismico degli edifici prevista dall'articolo 119 del decreto-legge 19 maggio 2020, n. 34 (Decreto Rilancio) – Risposte a quesiti*, 22/12/2020.
- [9] Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana, L. n. 178, *Bilancio di previsione dello Stato per l'anno finanziario 2021 e bilancio pluriennale per il triennio 2021-2023*, 30/12/2020.
- [10] Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana, L. n°10, *Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia*, 09/01/1991.
- [11] Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana, D.L n°192, *Attuazione della direttiva (UE) 2018/844, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, della direttiva 2010/31/UE, sulla prestazione energetica nell'edilizia, e della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia*, 19/08/2005, art. 3.
- [12] Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana, L. n°90, *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63, recante disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché' altre disposizioni in materia di coesione sociale*, 03/08/2013, art. 1.
- [13] Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana, D.I 26/06/2015, *Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici*, 26/06/2015, art. 4.

- [14] Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana, D.L n°48, *Attuazione della direttiva (UE) 2018/844 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica*, 10/06/2020, art. 3.
- [15] Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana, D. Requisiti tecnici, *Requisiti tecnici per l'accesso alle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici - cd. Ecobonus*, 6/08/2020.
- [16] Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana, D. Asseverazioni, *Requisiti delle asseverazioni per l'accesso alle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici - cd. Ecobonus*, 6/08/2020
- [17] <http://www.estif.org/solarkeymarknew/>
- [18] Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana, D. Requisiti tecnici, *Requisiti tecnici per l'accesso alle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici - cd. Ecobonus*, 6/08/2020.
- [19] Gazzetta ufficiale della Repubblica Italiana, D. Requisiti tecnici, *Requisiti tecnici per l'accesso alle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici - cd. Ecobonus*, 6/08/2020, allegato I.
- [20] Ente nazionale italiano di unificazione, UNI EN ISO 6946:2018, *Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodi di calcolo*, 01/03/2018.
- [21] Ente nazionale italiano di unificazione, UNI ISO 9869:2015, *Isolamento termico - Elementi per l'edilizia - Misurazione in situ della resistenza termica e della trasmittanza termica - Parte 1: Metodo del termoflussimetro*, 22/10/25.
- [22] http://www.carlesistrumenti.eu/Fpdf/Misura_trasmittanza_termica_in_opera.pdf
- [23] Ente nazionale italiano di unificazione, UNI/TR 11552:2014, *Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici - Parametri termofisici*, 02/10/2014.
- [24] Ente nazionale italiano di unificazione, UNI EN ISO 13370:2018, *Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo*, 01/03/2018.
- [25] Ente nazionale italiano di unificazione, UNI EN ISO 10077:2018, *Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica*, 01/03/2018.
- [26] Ente nazionale italiano di unificazione, UNI EN 410:2011, *Vetro per edilizia - Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate*, 10/03/2011.
- [27] Ente nazionale italiano di unificazione, UNI EN ISO 10211:2018, *Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati*, 01/03/2018.
- [28] Ente nazionale italiano di unificazione, UNI EN ISO 14683:2018, *Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento*, 01/03/2018
- [29] Ente nazionale italiano di unificazione, UNI 10389-1:2019, *Misurazioni in campo - Generatori di calore - Parte 1: Apparecchi alimentati a combustibile liquido e/o gassoso*. 27/06/2019.

[30] Ente nazionale italiano di unificazione, UNI T/S 11300-2, *Prestazioni energetiche degli edifici Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali*, 07/02/2019.

[31] Riven s.r.l., *dati edificio via Vittori per caso studio*.

[32] UNFCCC, *Accordo di Parigi sui cambiamenti climatici*, 12/12/2015.

[33] [Marc Hafstead](#), *Can Induced Energy Efficiency Save the Planet?*, Joule, Volume 3, Issue 9, 2019, Pages 2067-2069.