



**Politecnico  
di Torino**

Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale

in Architettura per il progetto sostenibile

Anno Accademico 2022/2023

Tesi di Laurea Magistrale

La sostenibilità energetico-ambientale nel settore edilizio

Analisi critica e applicazione della Tassonomia dell'UE

Relatrice

Prof.ssa Ilaria Ballarini

Correlatrice

Prof.ssa Alice Gorrino

Candidata

Valeria Nesci

Matricola

285782



## ABSTRACT

Negli ultimi anni, gli eventi estremi dovuti ai cambiamenti climatici e le sostanziali emissioni di gas ad effetto serra, hanno portato l'Unione Europea (UE) ad adottare delle politiche di mitigazione e di adattamento nei confronti degli impatti a livello ambientale. In quest'ottica assume notevole importanza il settore edilizio, responsabile del 40% del consumo energetico dell'UE e del 36% delle emissioni di gas ad effetto serra. Proprio in riferimento a questi dati, il settore edilizio, rappresenta sia un settore critico, responsabile di buona parte del cambiamento climatico nonché fortemente influenzato da esso, sia un settore fondamentale su cui intervenire per il raggiungimento di quella che viene definita *transizione verde*.

Dal momento che "il patrimonio edilizio esistente è inefficiente dal punto di vista energetico e che l'85-95% degli edifici odierni sarà ancora in uso nel 2050"<sup>1</sup>; assume un ruolo rilevante il tema delle ristrutturazioni. La ristrutturazione degli edifici esistenti contribuisce infatti in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici, riducendo l'uso di energia e le emissioni di gas serra per la restante fase operativa degli edifici, evitando di conseguenza le emissioni che si verificherebbero con la costruzione invece di nuovi edifici.

Obiettivo della presente tesi è quello di indagare quali siano le metodologie relative al settore edilizio affinché esso possa contribuire al raggiungimento della transizione verde; in particolare, tra le metodologie individuate, si analizzano: i protocolli di sostenibilità, lo strumento Level(s) e un nuovo sistema di classificazione europea delle attività economiche ecosostenibili: la Tassonomia; entrata in vigore con la redazione e pubblicazione nel 2020 del Regolamento UE 2020/852.

Il lavoro di tesi verte sull'analisi e sull'applicazione di quest'ultima ad un caso studio; nel quale vengono applicati i criteri relativi all'attività economica per le ristrutturazioni degli edifici esistenti per due degli obiettivi ambientali proposti dalla Tassonomia: mitigazione, ovvero limitare il più possibile l'aumento di temperatura e ridurre le emissioni di gas serra, e adattamento, ossia l'adozione di misure volte a contrastare gli effetti dovuti ai cambiamenti climatici. Per quanto riguarda il soddisfacimento dell'obiettivo mitigazione, esso consiste nell'applicazione dei requisiti minimi per le ristrutturazioni importanti secondo il DM 26/06/2015; mentre rispetto all'obiettivo adattamento, si tratta di evidenziare, in prima analisi, attraverso articoli scientifici e programmi di

---

<sup>1</sup> Commissione Europea. (2020). *SWD (2020) 550 final*.

ricerca, delle soluzioni tecnologiche abilitanti e successivamente di dimostrare l'efficacia e i benefici che quest'ultime comportano grazie alla loro applicazione, al fine di progettare edifici resilienti.

I risultati del caso studio hanno dimostrato i notevoli vantaggi che comporta una ristrutturazione, sia a livello di efficientamento energetico che di comfort relativo all'occupante; al contempo anche l'applicazione di una strategia di raffrescamento ha fornito gli stessi esiti e soprattutto ha dimostrato di ricoprire un ruolo di fondamentale importanza per poter preparare l'edificio ai futuri eventi dirompenti e come essa sia maggiormente efficiente se applicata ad un edificio già isolato termicamente; si può quindi affermare come i concetti di mitigazione ed adattamento vadano di pari passo e debbano essere considerati congiuntamente.

# Indice

<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>1</b>
<b>1. La sostenibilità .....</b>	<b>4</b>
1.1 Il concetto di sostenibilità.....	4
1.2 Le principali tappe della sostenibilità .....	6
1.3 Gli obiettivi di sviluppo sostenibile.....	10
1.3.1 L'Agenda 2030 e gli SDGs .....	10
1.3.2 Il Green Deal Europeo.....	11
1.4 Il ruolo dell'edilizia e la relazione con gli obiettivi di sviluppo sostenibile .....	13
1.5 Il ruolo dell'UE nella transizione verde.....	14
1.5.1 The Renovation Wave e il piano di finanziamento NGEU .....	15
1.5.2 La proposta di revisione della direttiva 2010/31/UE (EPBD recast) .....	18
1.6 I protocolli di sostenibilità .....	22
1.6.1 Il protocollo BREEAM .....	23
1.6.2 Il protocollo LEED.....	24
1.6.3 Il protocollo ITACA .....	24
1.6.4 Il protocollo CASBEE.....	26
1.6.5 Il protocollo SBTool.....	27
1.6.6 Il protocollo HQE.....	28
1.6.7 Level(s) .....	31
<b>2. Nuove metodologie Europee per la sostenibilità: La Tassonomia.....</b>	<b>33</b>
2.1 Il ruolo del settore finanziario nella transizione verde.....	33
2.2 Action Plan: il Piano d'Azione per finanziare la crescita sostenibile .....	34
2.3 La Tassonomia verde dell'UE .....	37
2.4 Tassonomia: uno strumento polifunzionale .....	39
2.5 I principi della Tassonomia.....	41
2.5.1 I criteri di ecosostenibilità delle attività economiche .....	41
2.5.2 Gli obiettivi ambientali della Tassonomia .....	42
2.5.3 I destinatari della Tassonomia.....	43
2.6 La logica del funzionamento della Tassonomia .....	43
2.6.1 La selezione delle attività economiche della Tassonomia .....	43
2.6.2 Le categorie di attività economiche.....	46
2.6.3 Il Climate Delegated Act e i criteri di vaglio tecnico .....	48
2.6.4 Contributo sostanziale agli obiettivi di mitigazione e adattamento.....	52

2.7	Tassonomia: il settore edilizio.....	54
2.7.1	Le attività economiche del settore edilizio .....	54
2.7.2	L'attività economica per la ristrutturazione di edifici esistenti .....	55
2.7.3	Attività di ricerca in tema di resilienza.....	64
<b>3.</b>	<b>Caso studio .....</b>	<b>81</b>
3.1	Descrizione dell'edificio .....	81
3.2	Elaborato grafico .....	84
3.3	Applicazione dello strumento Tassonomia .....	86
3.4	Scelte progettuali .....	89
3.5	Ponti termici.....	94
3.6	Verifiche di legge .....	95
3.7	Risultati .....	100
3.8	Il Resilient Cooling: applicazione di una strategia di raffrescamento passiva .....	104
	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>117</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>120</b>
	<b>SITOGRAFIA.....</b>	<b>122</b>

## INTRODUZIONE

Alla base del presente lavoro di tesi vi è l'analisi delle metodologie inerenti la sostenibilità, sia correnti che in via di sviluppo; con particolare riferimento al settore edilizio e al tema delle ristrutturazioni.

Le motivazioni che hanno spinto allo sviluppo del presente lavoro, sono state dettate dal forte interesse per le tematiche ambientali e soprattutto dalla volontà di conoscere e approfondire come mitigare gli impatti che derivano dai cambiamenti climatici da parte del settore edilizio, il quale rappresenta, sia uno dei maggiori campi responsabile di buona parte del cambiamento climatico, sia una risorsa per contrastare tale problema.

L'obiettivo di questa tesi è pertanto quello di mostrare la necessità di intervenire nei confronti dei cambiamenti climatici attraverso l'utilizzo di un quadro comune, di sottolineare l'importanza che ricoprono le ristrutturazioni, soprattutto in un'ottica di contributo sostanziale all'obiettivo mitigazione, nonché la volontà di mostrare approcci metodologici per fornire un contributo sostanziale all'obiettivo adattamento, che vadano oltre rispetto a quanto stabilito momentaneamente nella Tassonomia.

Il lavoro di tesi è stato articolato in tre capitoli, come descritto di seguito:

Nel primo capitolo viene fornito un quadro introduttivo al tema della sostenibilità e al concetto di sviluppo sostenibile, evidenziando quali siano state le principali tappe che hanno portato alla definizione dei suddetti temi ed in particolare quali siano state successivamente, le azioni politiche a livello europeo adottate al fine di perseguire la transizione verde. Successivamente è stato indagato il ruolo del settore edilizio ed il contributo che esso può fornire agli obiettivi di sviluppo sostenibile fissati dalla Commissione europea e alle azioni in materia ambientale, ponendo l'accento sull'importanza delle ristrutturazioni. In questo capitolo, vengono presentate le prime metodologie del lavoro di tesi, ovvero i protocolli di sostenibilità e lo strumento Level(s).

Il secondo capitolo si incentra su una nuova classificazione europea delle attività economiche ecosostenibili: la Tassonomia, la quale rappresenta il fulcro del presente lavoro. Si evidenziano in particolare le motivazioni e le tappe che hanno portato alla definizione dello strumento, così come la struttura e la metodologia che lo costituisce. Viene inoltre analizzata, nello specifico, l'attività economica inerente la ristrutturazione di edifici esistenti e successivamente viene fornito un focus relativo alle strategie per la resilienza nel campo edilizio.

Il terzo capitolo è relativo all'applicazione dello strumento Tassonomia ed in particolare dei criteri concernenti l'attività di ristrutturazione di edifici esistenti, specifici per l'obiettivo di mitigazione dei cambiamenti climatici. L'applicazione consiste nel formulare dapprima delle ipotesi di ristrutturazione per un caso studio e nel soddisfare poi i requisiti specifici del criterio. Per quanto riguarda invece l'obiettivo adattamento, è stata applicata, sempre al medesimo caso studio, una strategia di raffrescamento ipotizzandola per due scenari: a medio e lungo termine, per poter analizzare il suo comportamento nel tempo e i benefici che ne derivano. Nel presente capitolo vengono inoltre mostrati i risultati del caso applicativo, sia per l'obiettivo mitigazione che per l'obiettivo adattamento.

Infine, vengono riportate le conclusioni del lavoro di tesi, in cui vengono evidenziati i risultati e le considerazioni derivanti dallo studio compiuto.



# 1. La sostenibilità

## 1.1 Il concetto di sostenibilità

Il concetto di sostenibilità e successivamente di sviluppo sostenibile, come viene inteso oggi, cominciò a diffondersi a partire dagli anni '80. Prima di allora, vi erano solo pochi gruppi isolati animati da una sensibilità circa la questione ambientale; si precisa infatti che i decenni precedenti erano basati sulla crescita economica in cui la produzione industriale e i consumi delle famiglie, avevano raggiunto una crescita molto rapida, arrivando a livelli di benessere mai sperimentati fino ad allora in Occidente.

Tra la fine degli anni '60 e l'inizio degli anni '70 del Novecento, la questione ambientale irrompe sulla scena mondiale, dal momento che erano ormai diventati evidenti i danni irreparabili provocati dallo sviluppo industriale, in particolare sull'ambiente ed anche ai danni della salute umana. Tra gli anni '70 e '80 ci furono alcuni gravi disastri ambientali, i quali catalizzarono l'attenzione pubblica internazionale, tra cui: l'uso dell'Agente Arancio durante la Guerra del Vietnam, un defoliante che fu ampiamente irrorato su tutto il Vietnam del Sud; l'affondamento della superpetroliera Amoco Cádiz e gli incidenti ad alcune centrali nucleari tra cui Chernobyl, di cui si risente tutt'oggi degli effetti.

Con il crescere dell'interesse pubblico e soprattutto con la consapevolezza delle questioni ambientali e i rischi legati alla salute umana, si moltiplicarono le iniziative internazionali da parte di importanti istituzioni come l'ONU, il cui obiettivo era ed è tutt'ora quello di favorire e sostenere la pace nel mondo, di intervenire nella risoluzione dei principali problemi politici, economici, umanitari ed ambientali mondiali.

Il 1972 rappresenta una data fondamentale, poiché è l'anno in cui ci si inizia a preoccupare nel concreto della questione ambientale. In particolare, nel 1972, vi è la prima Conferenza delle Nazioni Unite sulla protezione dell'ambiente naturale, conosciuta anche come Conferenza di Stoccolma, nella quale viene richiamata per la prima volta "l'attenzione sul fatto che, per migliorare in modo duraturo le condizioni di vita, occorre salvaguardare le risorse naturali a beneficio di tutti e per raggiungere questo obiettivo è necessaria una collaborazione internazionale"<sup>2</sup>. Obiettivo della Conferenza era quello di adottare misure concrete principalmente nei confronti dei problemi ambientali, ma sottolineando anche l'importanza circa gli aspetti sociali ed economici.

---

<sup>2</sup>Are, U. F. D. S. T. (n.d.). *1972: Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente umano, Stoccolma*. <https://www.are.admin.ch/are/it/home/sviluppo-sostenibile/politica-sostenibilita/agenda2030/onu--le-pietre-miliari-dello-sviluppo-sostenibile/1972--conferenza-delle-nazioni-unite-sullambiente-umano--stoccol.htm>

Frutto della Conferenza, è la redazione della “Dichiarazione di Stoccolma”, la quale contiene 26 principi su diritti e sulle responsabilità umane nei confronti dell’ambiente, in particolare, questo senso di responsabilità viene sottolineato già a partire dal preambolo. “Quest’ultimo chiarisce come la persona sia «al tempo stesso creatura e artefice del suo ambiente» e come debba condurre «le proprie azioni con più prudente attenzione per le loro conseguenze sull’ambiente»: si riconosce, dunque, la bi-direzionalità tra azioni umane e stato dell’ambiente, la difesa e il miglioramento di quest’ultimo”<sup>3</sup>.

Dal concetto di sostenibilità deriva il concetto di sviluppo sostenibile. Il termine “sviluppo sostenibile” appare per la prima volta nel 1987 nel rapporto Brundtland, conosciuto come “Our Common Future”, ovvero un documento pubblicato dalla Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo (WCED). Il rapporto evidenziava la necessità di attuare una strategia che fosse in grado di creare un connubio tra le esigenze dello sviluppo e quelle dell’ambiente. “Questa strategia è stata definita in inglese con il termine «sustainable development», attualmente di largo uso, e tradotto successivamente con «sviluppo sostenibile»”<sup>4</sup>.

La definizione di “sviluppo sostenibile” secondo il Rapporto Brundtland è la seguente: “Lo sviluppo sostenibile è quello sviluppo che consente alla generazione presente di soddisfare i propri bisogni senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri”<sup>5</sup>.

Il termine “sostenibilità”, etimologicamente, deriva dal verbo latino “sustĭneo, sustinĕre”, che significa un qualcosa che si può sostenere, che può essere sostenuto, che può tenere in piedi. Il concetto di sostenibilità introduce dunque anche il concetto di equilibrio, in particolare in relazione alle tre dimensioni che la caratterizzano: ambientale, economica e sociale. Esse sono interdipendenti tra loro e devono equilibrarsi, infatti, la sostenibilità può essere definita anche come “l’equilibrio ottimale tra l’area economica, sociale ed ambientale”<sup>6</sup>.

Secondo quanto riportato da S. Galeone (2022), ogni dimensione mira al perseguimento di obiettivi specifici ed in particolare:

---

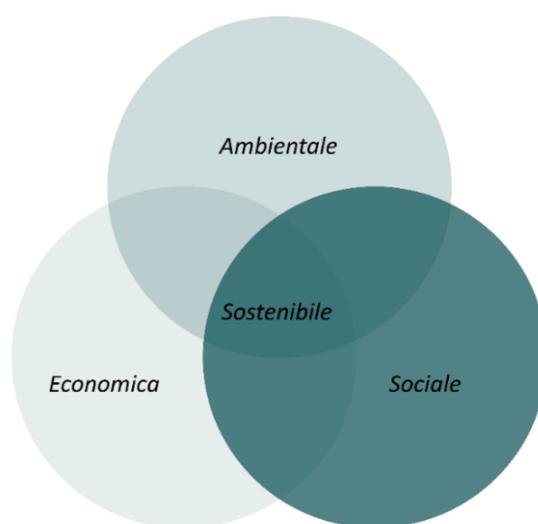
<sup>3</sup> *La dichiarazione di Stoccolma*. (n.d.). Treccani. [https://www.treccani.it/enciclopedia/conferenza-di-stoccolma\\_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29](https://www.treccani.it/enciclopedia/conferenza-di-stoccolma_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29).

<sup>4</sup> Are, U. F. D. S. T. (n.d.-b). *1987: Rapporto Brundtland*. <https://www.are.admin.ch/are/it/home/media-e-pubblicazioni/pubblicazioni/sviluppo-sostenibile/brundtland-report.html>

<sup>5</sup> Ivi.

<sup>6</sup> *Cos’è la sostenibilità*. (2022, July 19). IPLUS. <https://i-plus.it/cose-la-sostenibilita/>.

- “Sostenibilità ambientale: essa rappresenta la capacità di mantenere la qualità, la riproducibilità e la disponibilità delle risorse naturali;
- Sostenibilità economica: la capacità di garantire efficienza economica e reddito per le imprese e di generare reddito e lavoro per il sostentamento della popolazione;
- Sostenibilità sociale: intesa come la capacità di garantire la qualità della vita e le condizioni di benessere umano legate a sicurezza, salute, istruzione, democrazia, partecipazione, giustizia, equamente distribuite per classi e genere<sup>7</sup>”.



*Figura 1: La multidimensionalità della sostenibilità. Fonte: Elaborato personale.*

## 1.2 Le principali tappe della sostenibilità

Il 1992 rappresenta un anno di svolta e ciò che segna questo importante passaggio è la Conferenza delle Nazioni Unite su ambiente e sviluppo (UNCED - United Nations Conference on Environment and Development), conosciuta anche come il “Summit della Terra”, tenutasi a Rio de Janeiro dal 3 al 14 giugno 1992. Quest’ultima rappresenta una tappa fondamentale nel cammino verso la promozione di modelli di sviluppo sostenibile a livello mondiale e rappresenta tra l’altro la prima conferenza mondiale dei capi di Stato sull’ambiente. Partecipano alla Conferenza 172

<sup>7</sup> S. Galeone (2022). *Sostenibilità: cos’è e i tre pilastri per lo sviluppo sostenibile*. (2022, March 25). <https://www.inabottle.it/it/ambiente/sostenibilita-significato-e-sviluppo-sostenibile>.

rappresentanze governative, tra cui 108 Capi di Stato e 2.400 rappresentanti di organizzazioni non governative, al termine della quale vengono istituite due convenzioni e tre accordi - non vincolanti a livello internazionale - con funzione di linee-guida per tutti gli Stati membri.

Per quanto riguarda le due convenzioni, si menzionano:

1. Convenzione quadro sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC – United Nation Framework Convention Climate Change), la quale ha in particolare l'obiettivo di stabilizzare le emissioni di gas a effetto serra – causa principale del surriscaldamento globale - ad un livello tale che non metta a rischio il clima mondiale;
2. Convenzione sulla biodiversità, con l'obiettivo di tutelare le specie nei loro habitat naturali e riabilitare quelle in via di estinzione.

Mentre per i tre accordi, si citano:

1. L'Agenda 21, un programma d'azione globale in tutti i settori dello sviluppo sostenibile;
2. La Dichiarazione di Rio su ambiente e sviluppo, che sancisce in 27 principi i diritti e gli obblighi delle Nazioni;
3. La Dichiarazione dei principi per la gestione sostenibile delle foreste, la quale sancisce i principi per la gestione, la conservazione e l'utilizzazione sostenibile delle foreste.

Oltre a quanto appena citato, la Conferenza assume particolare importanza dal momento che al termine di quest'ultima, viene anche istituita la Commissione ONU per lo sviluppo sostenibile (UN-Commission on Sustainable Development, CSD) avente funzione di attuare l'Agenda 21 e la dichiarazione di Rio sull'ambiente e lo sviluppo.

Come citato, i trattati elaborati dalla UNFCCC, non erano legalmente vincolanti e nonostante il problema legato alle emissioni di CO<sub>2</sub> fosse particolarmente pressante, ai singoli Paesi firmatari non venivano imposti limiti obbligatori da rispettare. Nel 1995, però, i Paesi firmatari della UNFCCC (United Nation Framework Convention Climate Change) diedero il via alle prime negoziazioni sul clima, in quelle che vengono definite COP (Conferenze delle Parti) ovvero delle riunioni che si tengono annualmente. La prima Conferenza delle Parti – COP1 – si tenne a Berlino nel 1995; bisognerà però attendere la terza COP – COP3 – tenutasi a Kyoto (Giappone) nel 1997 per la redazione del primo atto verso un impegno vincolante volto a una riduzione delle emissioni. Questo atto prendeva il nome di “Protocollo di Kyoto” e stabiliva una riduzione quantitativa delle emissioni

di gas serra (GHG – Greenhouse Gases) a livello mondiale; nello specifico la riduzione doveva essere del 5% entro il 2012 rispetto al 1990 e solo per i Paesi industrializzati. “La motivazione della nascita del Protocollo di Kyoto, risiedeva nel contrasto al riscaldamento climatico, probabilmente il più grande e preoccupante problema ambientale dell’era moderna, con le emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera”<sup>8</sup>. Nonostante sia stato sottoscritto nel 1997, non entra in vigore prima del 2005, poiché “era necessario che venisse ratificato da non meno di 55 Nazioni, e che queste stesse Nazioni firmatarie complessivamente rappresentassero non meno del 55% delle emissioni serra globali”<sup>9</sup>. Ciò avvenne grazie alla ratificazione da parte della Russia.

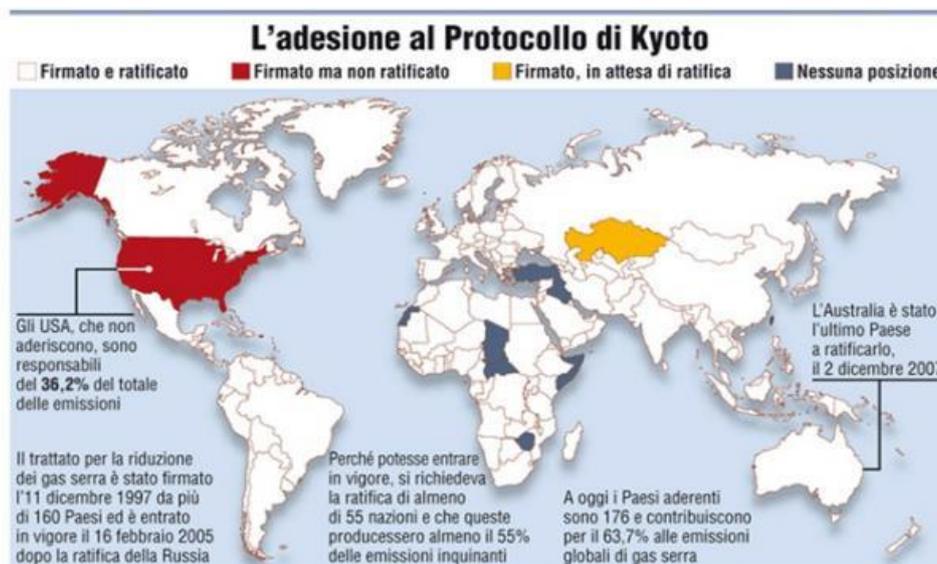


Figura 2: Adesione al Protocollo di Kyoto. Fonte: <https://www.enac.gov.it/ambiente/impatto-ambientale/le-emissioni-gassose/il-protocollo-di-Kyoto>

<sup>8</sup> Rete Clima (2014). *Protocollo di Kyoto: l'accordo internazionale per contrastare il cambiamento climatico*. <https://www.reteclima.it/protocollo-di-kyoto/>

<sup>9</sup> Enac. *Il Protocollo di Kyoto*. <https://www.enac.gov.it/ambiente/impatto-ambientale/le-emissioni-gassose/il-protocollo-di-kyoto>

Per comprendere al meglio la situazione generale sul cambiamento climatico, è interessante osservare come sia cambiata la temperatura globale dal 1850 circa ad oggi. Ogni singola fascia rappresenta un singolo anno a partire dal 1850 (sinistra-blu) ad oggi (destra-rosso) (Figura 3).

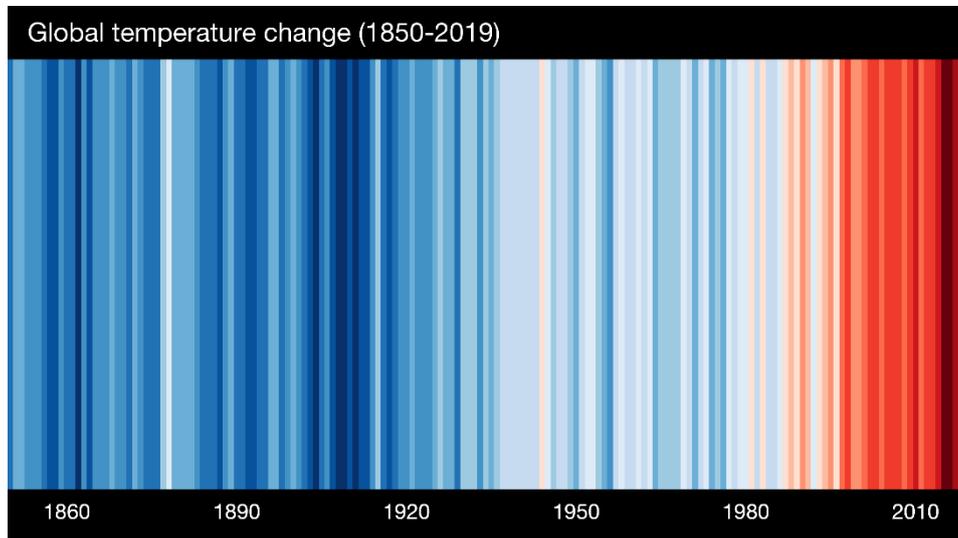


Figura 3: Climate Stripes. Fonte: <https://public.wmo.int/en/media/news/show-your-stripes-heat-continues-2020>

Nel 2015, un nuovo accordo mondiale sul clima, noto come Accordo di Parigi, viene raggiunto dalla Conferenza sul Clima di Parigi (COP21), considerato come il primo accordo universale e giuridicamente vincolante sul clima mondiale, esso rappresenta un segno di discontinuità netto rispetto al protocollo di Kyoto. L'Accordo di Parigi estende gli obblighi di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, non solo ai Paesi più sviluppati come invece prevedeva il Protocollo di Kyoto - basato su l'ipotesi che questi ultimi fossero i principali contributori alle emissioni di gas serra - ma anche ai Paesi in via di sviluppo. Così facendo è stata di fatto abrogata la distinzione di principio tra Paesi industrializzati e Paesi in via di sviluppo. Questo accade poiché, paesi in via di sviluppo, come ad esempio la Cina e l'India sono diventati pian piano tra i principali emettitori di gas serra.

L'obiettivo principale dell'Accordo di Parigi "è quello di contenere l'aumento della temperatura media globale ben al di sotto della soglia di 2 °C oltre i livelli preindustriali, e di limitare tale incremento a 1.5 °C, poiché questo ridurrebbe sostanzialmente i rischi e gli effetti dei cambiamenti

climatici”<sup>10</sup>. Per raggiungere questo obiettivo, bisogna agire sulle emissioni di gas serra andando a ridurle il più possibile via via con gli anni.

Nonostante gli obiettivi delle politiche ambientali, è certo che si verificherà un riscaldamento globale; di conseguenza, si vuole agire su due fronti:

1. Mitigazione: ovvero limitare il più possibile l'aumento di temperatura e ridurre le emissioni di gas serra;
2. Adattamento: ovvero ridurre la vulnerabilità degli impatti attesi; come ad esempio siccità, aumento del livello dei mari e perdita di biodiversità.

L'Accordo prevede che le parti presentino ogni cinque anni, a partire dal 2020, gli NDC - Nationally Determined Contribution – ovvero obiettivi nazionali di riduzione delle emissioni, o meglio le azioni per il clima e che quest'ultimi propongano obiettivi con un livello sempre più elevato, rispetto a quello precedente.

### 1.3 Gli obiettivi di sviluppo sostenibile

#### 1.3.1 L'Agenda 2030 e gli SDGs

Il 25 settembre 2015, 193 Paesi delle Nazioni Unite adottano un piano d'azione per garantire lo sviluppo sostenibile: L'Agenda 2030. Quest'ultima si prefigura l'obiettivo di fornire linee guida e azioni per riorientare l'umanità verso uno sviluppo sostenibile, in particolare, attraverso 17 obiettivi per lo sviluppo sostenibile (*Figura 4*) definiti anche SDG (Sustainable Development Goals) suddivisi in 169 target o traguardi. “L'avvio ufficiale degli obiettivi è avvenuto all'inizio del 2016, guidando i Paesi del mondo sulla strada da percorrere nell'arco dei prossimi 15 anni: i Paesi, infatti, si sono impegnati a raggiungerli entro il 2030”<sup>11</sup>. Gli SDGs sono interconnessi, indivisibili e universali e bilanciano le tre dimensioni dello sviluppo sostenibile: la dimensione economica, sociale ed ambientale; il che comporta anche una novità ovvero il superamento che la sostenibilità sia unicamente una questione ambientale. Dal momento che le “tre dimensioni dello sviluppo (economica, ambientale e sociale) sono strettamente connesse tra loro, ciascun Obiettivo (SDG) non

---

<sup>10</sup> V. Balocco (2021). *Accordo sul clima di Parigi: che cos'è, cosa chiede, come sta evolvendo*. <https://www.esg360.it/normative-e-compliance/accordo-sul-clima-di-parigi-che-cose-cosa-chiede-come-sta-evolvendo/>

<sup>11</sup> Nazioni Unite. (2022, March 30). *ONU Italia. La nuova Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile*. ONU Italia. <https://unric.org/it/agenda-2030/>

può essere considerato in maniera indipendente ma deve essere perseguito sulla base di un approccio sistemico, che tenga in considerazione le reciproche interrelazioni e non si ripercuota con effetti negativi su altre sfere dello sviluppo. Solo la crescita integrata di tutte e tre le componenti consentirà il raggiungimento dello sviluppo sostenibile”<sup>12</sup>.



Figura 4: I 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile o SDGs (Sustainable Development Goals). Fonte: <https://unric.org/it/agenda-2030/>

### 1.3.2 Il Green Deal Europeo

Nel dicembre 2019, viene introdotto “l’European Green Deal” o detto anche patto verde, il quale rappresenta parte integrante della strategia della Commissione Europea per l’attuazione dell’Agenda 2030 e gli obiettivi di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite. Quest’ultimo è un piano d’azione che definisce le azioni strategiche legislative e non, che l’UE si prefissa di realizzare nei prossimi decenni in vista della transizione verde. “Si tratta di una nuova strategia di crescita mirata a trasformare l’UE in una società giusta e prospera, dotata di un’economia moderna, efficiente sotto il profilo delle risorse e competitiva che nel 2050 non genererà emissioni nette di gas a effetto serra e in cui la crescita economica sarà dissociata dall’uso delle risorse”<sup>13</sup>.

<sup>12</sup> Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile. *L’Agenda 2030 dell’Onu per lo sviluppo sostenibile*. <https://avis.it/1-agenda-2030-dell-onu-per-lo-sviluppo-sostenibile/>

<sup>13</sup> Commissione Europea. (2019). *COM (2019) 640 final: Il Green Deal europeo*.

Uno degli obiettivi principali e soprattutto tra i più importanti del Green Deal, come visto poc'anzi nella definizione della strategia, è quello di rendere l'Europa climaticamente neutra entro il 2050, ovvero portando le emissioni nette di CO<sub>2</sub> a zero.

Tra le prime iniziative nell'ambito del Green Deal, la Commissione ha proposto una normativa europea sul clima, legata alla volontà di arrivare ad una neutralità climatica entro il 2050 come espresso già negli obiettivi del Green Deal, ma appunto passando da quello che era stato individuato come obiettivo politico a quello che sarà invece un obiettivo giuridicamente vincolante. Come passo intermedio verso la neutralità climatica, l'UE pone un obiettivo ambizioso in materia di clima, impegnandosi a ridurre le emissioni di gas ad effetto serra di almeno il 55% entro il 2030. Si parla del pacchetto "Fit for 55" - pronti per il 55% - contenente "una serie di proposte legislative, modifiche alla legislazione in vigore dell'UE nonché nuove iniziative, in materia di clima, energia e trasporti, che aiuteranno l'Unione Europea a ridurre le sue emissioni nette di gas a effetto serra e a raggiungere la neutralità climatica"<sup>14</sup>.

Altri esempi di strategie sono:

- Nuovo piano d'azione per l'economia circolare (CEAP): esso "annuncia iniziative lungo l'intero ciclo di vita dei prodotti. Mira a come sono progettati i prodotti, promuove processi di economia circolare, incoraggia il consumo sostenibile e mira a garantire che gli sprechi siano prevenuti e che le risorse utilizzate siano mantenute nell'economia dell'UE il più a lungo possibile"<sup>15</sup>;
- From Farm to fork: dal produttore al consumatore: "mira ad accelerare la transizione europea verso un sistema alimentare sostenibile, perseguendo obiettivi ambiziosi, come ad esempio ridurre del 50% l'uso e il rischio associato di pesticidi chimici, ridurre l'uso di fertilizzanti del 20% e destinare almeno il 25% della superficie agricola all'agricoltura biologica entro il 2030"<sup>16</sup>;

---

<sup>14</sup> Pronti per il 55%: in che modo l'UE trasformerà gli obiettivi climatici in legislazione. (2022, September 27). European Council. <https://www.consilium.europa.eu/it/infographics/fit-for-55-how-the-eu-will-turn-climate-goals-into-law/>

<sup>15</sup> Circular economy action plan. (n.d.). Environment. [https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan\\_en](https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en)

<sup>16</sup> La strategia dell'UE per costruire un sistema alimentare sostenibile | Parlamento europeo. (2021, November 29). <https://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/society/20200519STO79425/la-strategia-dell-ue-per-costruire-un-sistema-alimentare-sostenibile>

- Biodiversità 2030: “creazione di zone protette comprendenti almeno il 30% della superficie terrestre e marina dell'UE, il ripristino degli ecosistemi degradati, la creazione di un quadro globale ambizioso per la biodiversità”<sup>17</sup>.

#### 1.4 Il ruolo dell'edilizia e la relazione con gli obiettivi di sviluppo sostenibile

Il settore dell'edilizia è responsabile in Europa, del “36% delle emissioni annuali di anidride carbonica, del 40% del consumo di energia, del 50% delle estrazioni di materie prime, del 21% di acqua potabile e interessa 18 milioni di posti di lavoro”<sup>18</sup>. Proprio in riferimento a questi dati, il settore dell'edilizia, rappresenta allo stesso tempo sia un settore critico che fondamentale per il raggiungimento di molti degli obiettivi di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite. Sono ben nove gli obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs) a cui fa riferimento il campo dell'edilizia. Nello specifico, come riportato da GBC Italia, si parla di:

- Obiettivo 3 “Salute e Benessere”: I green building migliorano la salute e il benessere delle persone;
- Obiettivo 7 “Energia rinnovabile”: I green building possono usare energia da fonti rinnovabili, in modo da rendere la gestione più economica;
- Obiettivo 8 “Buona occupazione e crescita economica”: L'edilizia sostenibile crea posti di lavoro e stimola l'economia;
- Obiettivo 9 “Industria, Innovazione e Infrastrutture”: La progettazione di edifici sostenibili può stimolare l'innovazione e contribuire ad una infrastruttura resiliente ai cambiamenti climatici;
- Obiettivo 11 “Città e comunità sostenibili”: I green building rappresentano la base di città e comunità sostenibili;
- Obiettivo 12 “Consumo e produzione responsabile”: I green building sono costruiti secondo i principi di economia circolare e le risorse non vengono sprecate;
- Obiettivo 13 “Agire per il clima”: I green building producono meno emissioni e contribuiscono a combattere i cambiamenti climatici;

<sup>17</sup> Biodiversità: come l'UE protegge la natura. (2023, January 24). European Council. <https://www.consilium.europa.eu/it/policies/biodiversity/>

<sup>18</sup> Come contribuisce l'edilizia agli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile? - News. (2021, July 21). GBC Italia. <https://gbcitalia.org/2021/07/21/come-contribuisce-l-edilizia-agli-obiettivi-di-sviluppo-sostenibile>

- Obiettivo 15 “Flora e fauna terrestre”: I green building migliorano la biodiversità, risparmiano la risorsa dell’acqua e aiutano a proteggere le foreste;
- Obiettivo 17 “Partnership per gli obiettivi”: Costruire sostenibile crea partnership forti e globali.

Nella maggior parte degli obiettivi citati, ricorre il termine “green building”, ovvero edifici verdi, i quali rappresentano tutti quegli edifici che vengono progettati e realizzati tenendo conto della multidimensionalità della sostenibilità: dimensione ambientale, economica e sociale (*cf.* § 1.1).

In quest’ottica di edilizia sostenibile e soprattutto di soddisfacimento degli obiettivi legati alla sostenibilità, alla COP21 viene indetto il primo “Building Day” - una giornata dedicata al ruolo dell’edilizia nelle politiche ambientali e climatiche – nel quale sono stati proposti e presentati importanti obiettivi da varie organizzazioni operanti nel campo dell’edilizia. Tra queste assumono una certa rilevanza le organizzazioni “Green Building Council” (GBC) provenienti da varie parti del mondo, che fanno parte del World GBC, ovvero la più grande organizzazione internazionale al mondo attiva per il mercato delle costruzioni sostenibili e UNEP – programma ambientale delle Nazioni Unite. La giornata del “Building Day” ha dato modo di avviare la “Global Alliance for Buildings and Construction” (GlobalABC), “una partnership volontaria di governi nazionali e locali, organizzazioni intergovernative, imprese, associazioni, reti e think tanks impegnati in una visione comune: un settore delle costruzioni e delle costruzioni a emissioni zero, efficiente e resiliente”<sup>19</sup>.

### 1.5 Il ruolo dell’UE nella transizione verde

Come visto nel paragrafo precedente (*cf.* § 1.4), il settore edilizio, ricopre un ruolo di grande importanza nell’ottica di raggiungimento degli obiettivi proposti dal Green Deal Europeo e dall’Agenda 2030, specialmente in relazione a 9 dei 17 obiettivi (SDGs) proposti da quest’ultima.

Nel complesso il settore edilizio è responsabile circa del “40 % del consumo totale di energia dell’UE e del 36% delle emissioni di gas a effetto serra associate a questo consumo”<sup>20</sup>. Questa responsabilità deriva dal fatto che molti degli edifici ad oggi presenti sono inefficienti dal punto di vista energetico e sono perlopiù alimentati da combustibili fossili. “I regolamenti edilizi con norme specifiche sull’isolamento termico dell’involucro degli edifici, sono apparsi in Europa dopo gli anni 70, il che significa che una grande porzione del parco immobiliare dell’UE è stata costruita in assenza di requisiti di prestazione energetica: un terzo (35%) del parco immobiliare dell’UE ha più di 50 anni e

<sup>19</sup> *History | Globalabc.* (n.d.). <https://globalabc.org/about/history-timeline>

<sup>20</sup> *In evidenza: Efficienza energetica nell’edilizia.* (2020, February 17). Commissione Europea. [https://commission.europa.eu/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-02-17\\_it](https://commission.europa.eu/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-02-17_it)

oltre il 40 % è stato costruito prima del 1960. Quasi il 75% è inefficiente sotto il profilo energetico secondo gli attuali standard edilizi<sup>21</sup>. “Circa 220 milioni di unità immobiliari, vale a dire l'85 % del parco immobiliare dell'UE, sono state costruite prima del 2001, e l'85-95 % degli edifici odierni sarà ancora in uso nel 2050”<sup>22</sup>. A tal proposito, assume un ruolo rilevante il tema della ristrutturazione.

La ristrutturazione degli edifici inefficienti sotto il profilo energetico comporterebbe una miglioria sotto vari punti di vista, in particolare, economico, sociale ed ambientale. Le ristrutturazioni degli edifici però non sono considerevoli come ci si aspetterebbe visto il preambolo, l'urgenza della tematica ed anche il raggiungimento delle azioni proposte dai vari pacchetti della Commissione Europea; “attualmente la percentuale annua del parco immobiliare dell'UE sottoposta a un certo livello di ristrutturazione è solo dell'11 %, e molto raramente i lavori riguardano la prestazione energetica degli edifici, come dimostra l'esiguità del tasso annuo ponderato di ristrutturazione energetica, pari a circa l'1 %. In tutta l'UE ogni anno solo lo 0,2 % del parco immobiliare è sottoposto a ristrutturazioni profonde che riducono il consumo di energia di almeno il 60 %”<sup>23</sup>.

#### 1.5.1 The Renovation Wave e il piano di finanziamento NGEU

Nel 2020 vengono approvati dalla Commissione Europea, la strategia “Un'ondata di ristrutturazioni per l'Europa: inverdire gli edifici, creare posti di lavoro e migliorare la vita”<sup>24</sup> - conosciuta comunemente anche con il termine inglese “The Renovation Wave” - e il relativo Piano d'Azione. Questa strategia consiste nella ristrutturazione di edifici residenziali e non, mira a ridurre le emissioni di gas ad effetto serra (GHG), in particolare di CO<sub>2</sub>, nonché a migliorare la qualità della vita delle persone che abitano gli edifici e a creare posti di lavoro.

Si prefissa inoltre di perseguire due obiettivi in particolare:

- Aumentare di almeno il doppio il tasso annuo di ristrutturazione energetica sia degli edifici residenziali che non, entro il 2030;
- Intraprendere ristrutturazioni energetiche profonde.

---

<sup>21</sup> F., F., & N., J. (n.d.). *Achieving the cost-effective energy transformation of Europe's buildings*.

<sup>22</sup> Commissione Europea. (2020). *SWD (2020) 550 final*.

<sup>23</sup> Commissione Europea. (2019). *Raccomandazione (UE) 2019/786 della Commissione sulla ristrutturazione degli edifici*.

<sup>24</sup> Commissione Europea. (2020). *SWD (2020) 550 final*.

Nel Piano d’Azione invece, vengono riportate le azioni principali della Commissione e un calendario indicativo. Come si evince dal titolo della strategia, è possibile notare la stretta correlazione con la multidimensionalità della sostenibilità; infatti, quest’ultima non mira soltanto ad una decarbonizzazione del settore edilizio e quindi a soddisfare gli obiettivi del solo ambito ambientale, ma anche a fornire risvolti in ambito sociale ed economico. Si deduce quindi da parte dell’UE la volontà di non tralasciare nessun ambito della sostenibilità. Prevale, inoltre, anche la stretta relazione con il Green Deal Europeo, il quale individua la ristrutturazione degli edifici come un intervento chiave per promuovere edifici ad alta efficienza energetica e il raggiungimento dei 17 obiettivi (SDGs).

“Il piano “The Renovation Wave” individua tre aree di interesse: 1) combattere la povertà energetica e gli edifici con le prestazioni peggiori; 2) ristrutturare edifici pubblici e infrastrutture sociali (scuole, ospedali e edifici amministrativi); 3) decarbonizzazione riscaldamento e raffrescamento”<sup>25</sup>.

Per far sì che il piano “The Renovation Wave” abbia effettivamente dei riscontri positivi, bisognerà aumentare di almeno il 3% il tasso di ristrutturazione annuo, insieme ad una riduzione di circa il 75% del fabbisogno, in quanto circa l’80% degli edifici attuali esisterà ancora nel 2050, anno in cui si dovrà raggiungere la neutralità climatica.

“L’assenza o la scarsità di risorse per finanziare la ristrutturazione degli edifici è considerata l’ostacolo più importante dalla schiacciante maggioranza (92%) dei partecipanti alla consultazione pubblica aperta sull’ondata di ristrutturazioni”<sup>26</sup>. Per operare tutto ciò, c’è dunque bisogno di un cospicuo finanziamento affinché vengano incentivati gli investimenti per le ristrutturazioni.

A tal proposito l’UE ha finanziato un pacchetto per la ripresa senza precedenti: il “Next Generation EU” (NGEU), uno strumento temporaneo da circa 800 miliardi di euro; accompagnato dal quadro finanziario pluriennale 2021-2027. Viene definito di ripresa, poiché è stato stanziato in seguito all’emergenza COVID-19 e mira a ricostruire un’Europa post pandemia, più verde, più digitale e più resiliente. All’interno del pacchetto “Next Generation EU”, si inseriscono due strumenti importanti, il “REACT-EU” concepito come strumento con durata a breve termine (2021-2022) per aiutare gli Stati membri nella fase iniziale di rilancio delle proprie economie; e il “Piano di Ripresa e Resilienza” (Recovery and Resilience Facility, RRF), con durata sessennale (2020-2026), “al quale il Consiglio

---

<sup>25</sup> *Renovation wave*. (n.d.). Energy. [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave_en)

<sup>26</sup> Commissione Europea. (2020). *SWD (2020) 550 final*.

europeo ha deciso di destinare 672,5 miliardi di EUR (il 37 % dei quali sarebbe destinato alla spesa per il clima), in modo da sostenere gli investimenti nella ristrutturazione e le riforme in materia di efficienza energetica in tutti gli Stati membri”<sup>27</sup>.

“Il piano RRF individua sei grandi aree di intervento o definiti anche pilastri, sui quali dovranno poi focalizzarsi tutti i Piani Nazionali di Ripresa e Resilienza (PNRR)”<sup>28</sup>:

1. Transizione verde;
2. Trasformazione digitale;
3. Crescita intelligente, sostenibile e inclusiva;
4. Coesione sociale e territoriale;
5. Salute e resilienza economica, sociale e istituzionale;
6. Politiche per la prossima generazione.

Congiuntamente all'inefficienza degli edifici dal punto di vista energetico, vi è anche la questione della povertà energetica, tematica che tra l'altro è tra gli obiettivi principali dell'Agenda 2030 e si esplica in particolare nell'obiettivo 7 di quest'ultima: “Garantire a tutti l'accesso a un'energia conveniente, affidabile, sostenibile e moderna”. Per "povertà energetica" si intende la condizione in cui vertono le famiglie che non sono in grado di accedere ai servizi energetici essenziali. “La povertà energetica deriva da una combinazione di redditi bassi, una quota elevata del reddito disponibile speso per l'energia e una scarsa efficienza energetica, in particolare negli edifici; quest'ultima riguarda situazioni di difficoltà economica, come l'incapacità di pagare le bollette energetiche, o di problemi di isolamento, come la mancanza di accesso ai materiali che mantengono la casa calda in inverno o fresca in estate. Ciò comporta gravi implicazioni per la salute, il benessere, l'inclusione sociale e la qualità della vita dei cittadini interessati. Di conseguenza, la lotta alla povertà energetica può migliorare notevolmente la vita dei consumatori vulnerabili e apportare benefici alle società dell'UE in generale”<sup>29</sup>. L'UE si è impegnata a proteggere i consumatori più vulnerabili e a far fronte alla problematica della povertà energetica, attraverso delle azioni mirate. Tra questi il pacchetto "Energia pulita per tutti gli europei", “adottato tra la fine del 2018 e l'inizio del 2019, nel quale vengono proposti gli obiettivi in materia di energia e di clima per il periodo 2021-2030.

---

<sup>27</sup> Ivi.

<sup>28</sup> Regolamento (UE) 2021/241 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12 febbraio 2021 che istituisce il Dispositivo per la Ripresa e la Resilienza, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, 18.2.2021.

<sup>29</sup> *In primo piano: in che modo l'UE può aiutare le persone colpite dalla povertà energetica?* (2022, February 16).

Commissione Europea. [https://commission.europa.eu/news/focus-how-can-eu-help-those-touched-energy-poverty-2022-02-16\\_it](https://commission.europa.eu/news/focus-how-can-eu-help-those-touched-energy-poverty-2022-02-16_it)

Quest'ultimo comprende diverse misure legislative per i settori dell'efficienza energetica, delle energie rinnovabili e del mercato interno dell'energia elettrica<sup>30</sup>.

In linea con il pacchetto "Energia pulita per tutti gli europei", viene introdotto un ulteriore strumento: "I piani nazionali per l'energia e il clima" (PNEC), nei quali gli Stati membri devono individuare le abitazioni delle persone a rischio di povertà energetica e sviluppare strategie efficaci finalizzate a ristrutturarle in via prioritaria. Questi piani sono finalizzati anche a presentare le intenzioni da parte dei paesi dell'UE circa le risoluzioni che intendono adottare in tema di efficienza energetica, energie rinnovabili, riduzioni delle emissioni di gas serra, interconnessioni, ricerca e innovazione.

Sempre in tema di povertà energetica, vi è la Raccomandazione sulla povertà energetica proposta anch'essa dalla Commissione Europea. "In particolare, se ne raccomanda e auspica un utilizzo congiunto al pacchetto "un'ondata di ristrutturazioni", affinché la loro interazione rafforzi i rispettivi appelli ad agire sul fronte della povertà energetica e degli edifici con le prestazioni peggiori"<sup>31</sup>. La raccomandazione rimanda a degli indicatori idonei alla misurazione della povertà energetica, a cui gli Stati membri devono far riferimento per la definizione delle strategie di ripresa. In particolare, i suddetti indicatori sono presentati nel Regolamento (UE) 2018/1999 del Parlamento europeo e del Consiglio sulla governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima, di cui se ne riporta il principale:

"Con riguardo ai piani nazionali integrati per l'energia e il clima, gli Stati membri: valutano il numero delle famiglie in condizioni di povertà energetica, tenendo conto dei servizi energetici domestici necessari per garantire un tenore di vita di base nel rispettivo contesto nazionale, della politica sociale esistente e delle altre politiche pertinenti, nonché degli orientamenti indicativi della Commissione sui relativi indicatori di povertà energetica"<sup>32</sup>.

### 1.5.2 La proposta di revisione della direttiva 2010/31/UE (EPBD recast)

Altra strategia da parte dell'Unione Europea circa il raggiungimento degli obiettivi fissati dai vari pacchetti di azioni e in particolare per il raggiungimento della neutralità climatica entro il 2050,

---

<sup>30</sup> *Governance europea e nazionale su energia e clima*. (2021). Camera dei deputati - Servizio studi.

<sup>31</sup> Commissione Europea. (2020). *Raccomandazione (UE) 2020/1563 della Commissione Europea sulla povertà energetica*.

<sup>32</sup> Articolo 3, paragrafo 3, lettera d), del regolamento (UE) 2018/1999 del Parlamento europeo e del Consiglio sulla governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima.

riguarda la proposta di revisione della direttiva sulla prestazione energetica nell'edilizia, ovvero la 2010/31/UE (o anche meglio conosciuta con il termine di EPBD recast). Questa volontà di revisionare la suddetta direttiva rientra tra le iniziative proposte dal pacchetto "Pronti per il 55%" (Fit for 55), di cui si è discusso nel *paragrafo 1.3*. In questo specifico contesto, l'obiettivo principale della revisione è la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra degli edifici, al fine di ottenere un parco immobiliare a emissioni zero entro il 2050. Prima di avere effettivamente applicazione nelle azioni del pacchetto "Fit for 55", la discussione relativa alla volontà di revisionare la direttiva, era già stata preannunciata nella strategia "un'ondata di ristrutturazioni", al fine di introdurre norme minime obbligatorie di prestazione energetica per tutti i tipi di edifici, di operare una revisione del quadro degli attestati di prestazione energetica e di istituire i passaporti di ristrutturazione edilizia.

Uno dei motivi per il quale si ritiene fondamentale la revisione della direttiva, viene spiegato dalla relazione sulla valutazione di impatto, la quale accompagna la revisione stessa. La relazione individua che "ogni anno in Europa vengono costruiti circa 85 milioni di mq di edifici residenziali e 40 milioni di mq di edifici di servizio, ma i requisiti fissati dalla direttiva vigente sulla prestazione energetica degli edifici non sarebbero sufficienti a garantire che i nuovi immobili siano pienamente "decarbonizzati" o pronti per la neutralità climatica"<sup>33</sup>.

La valutazione d'impatto stabilisce che il quadro della direttiva sulla prestazione energetica nell'edilizia è insufficiente per conseguire gli obiettivi climatici per il 2030; da qui, dunque, sorge l'esigenza di rivedere la normativa. Nella stessa valutazione d'impatto si sottolinea come le ristrutturazioni annue riguardino interventi poco significativi a livello di risparmio energetico; "secondo i dati della Commissione europea, solo una quota residuale degli interventi edilizi mira a realizzare ristrutturazioni energetiche medie e profonde, che consentono un risparmio di energia primaria di oltre il 40% e il 60%"<sup>34</sup>. A fronte di queste considerazioni, siccome "solo lo 0,2 % del parco immobiliare è sottoposto a ristrutturazioni profonde che riducono il consumo di energia di almeno il 60%"<sup>35</sup>, il fatto di poter abbattere le emissioni del 55% entro il 2030, sembra quasi impossibile. Bisogna dunque agire su più fronti, come già avviato dal pacchetto "un'ondata di ristrutturazioni".

---

<sup>33</sup> Direttiva del Parlamento Europeo e del consiglio sulla prestazione energetica nell'edilizia (rifusione) del 19 maggio 2010.

<sup>34</sup> Camera dei deputati - Ufficio rapporti con l'UE. (2022). *Pacchetto "Pronti per il 55%": la revisione della direttiva sulla prestazione energetica nell'edilizia*.

<sup>35</sup> Commissione Europea. (2020). *SWD (2020) 550 final*.

Tra gli ambiziosi obiettivi proposti dalla revisione della direttiva, vi è quella di fornire nuove definizioni circa aspetti già introdotti dall'EPBD recast. In quest'ultima, infatti, veniva introdotto il concetto di "edificio a energia quasi zero" o "nZEB" - nearly Zero Energy Building – con il quale si intende un: "edificio ad altissima prestazione energetica, determinata conformemente all'allegato I. Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze"<sup>36</sup>.

Nella proposta invece, non si parla di "edifici a energia quasi zero" ma di "edifici a emissioni zero" (zero-emission building - ZEB), che viene descritto come un : "edificio ad altissima prestazione energetica in linea con il principio dell'efficienza energetica al primo posto e nel quale il fabbisogno molto basso di energia è interamente coperto da fonti rinnovabili a livello di edificio, distretto o comunità laddove tecnicamente fattibile (in particolare l'energia generata in loco, fornita da una comunità di energia rinnovabile o da energia da fonti rinnovabili o calore di scarto da un sistema di teleriscaldamento e teleraffrescamento)"<sup>37</sup>.

A tal proposito è quindi opportuno far riferimento al tema delle fonti rinnovabili, poiché citate all'interno delle direttive circa gli edifici a emissioni pari o quasi zero, e dal momento che anche la direttiva 2009/28 CE sulla promozione dell'uso delle fonti energetiche rinnovabili – anche meglio nota come RED I - che regola l'uso di quest'ultime, viene revisionata. Il suo riesame riguarda le iniziative legislative e politiche in materia di energia e clima, come annunciato nella tabella di marcia del Green Deal europeo ma soprattutto riguarda un punto chiave tra le iniziative promosse dal pacchetto "Pronti per il 55 %" (Fit for 55). Si parla della direttiva sulle energie rinnovabili UE 2018/2001 o anche RED II (renewable energy directive) – rifusione della RED I - la cui proposta di revisione si prefigge di perseguire gli obiettivi del quadro climatico ed energetico del 2030.

---

<sup>36</sup> Direttiva del Parlamento Europeo e del consiglio sulla prestazione energetica nell'edilizia (rifusione) del 19 maggio 2010.

<sup>37</sup> Ivi.

Tornando al concetto di edificio a emissioni zero, secondo le prescrizioni elencate nell'Allegato III della revisione della direttiva in tema di prestazione energetica, “un edificio è "a zero emissioni" quando il consumo totale annuo di energia primaria rispetta le soglie massime, i cui valori numerici sono differenti per tre diverse tipologie di edifici (residenziali, uffici e altri edifici non residenziali) e per le quattro aree climatiche in cui è suddivisa l'UE (mediterranea, oceanica, continentale e nordica)”<sup>38</sup>.

CONSUMO TOTALE ANNUO DI ENERGIA PRIMARIA			
Zona climatica dell'UE <sup>1</sup>	Edificio residenziale	Edificio per uffici	Altri edifici non residenziali*
Zona Mediterranea	<60 kWh/(m <sup>2</sup> .a)	<70 kWh/(m <sup>2</sup> .a)	< edificio a energia quasi zero: consumo totale di energia primaria definito a livello nazionale
Zona Oceanica	<60 kWh/(m <sup>2</sup> .a)	<85 kWh/(m <sup>2</sup> .a)	< edificio a energia quasi zero: consumo totale di energia primaria definito a livello nazionale
Zona Continentale	<65 kWh/(m <sup>2</sup> .a)	<85 kWh/(m <sup>2</sup> .a)	< edificio a energia quasi zero: consumo totale di energia primaria definito a livello nazionale
Zona Nordica	<75 kWh/(m <sup>2</sup> .a)	<90 kWh/(m <sup>2</sup> .a)	< edificio a energia quasi zero: consumo totale di energia primaria definito a livello nazionale
*:Nota: la soglia dovrebbe essere inferiore alla soglia per il consumo totale di energia primaria stabilita a livello di Stato membro per gli edifici non residenziali a energia quasi zero diversi dagli uffici.			
1: Zona mediterranea: CY, HR, IT, EL, MT, ES, PT; oceanica: BE, DK, IE, DE, FR, LU, NL; continentale: AT, BG, CZ, HU, PL, RO, SL, SK; nordica: EE, FI, LV, LT, SE.			

Tabella 1: Consumo totale annuo di energia primaria. Fonte: rielaborazione personale dell'Allegato III della proposta di revisione.

<sup>38</sup> Ivi.

## 1.6 I protocolli di sostenibilità

Per sostenere la riduzione degli impatti ambientali, dovuti nello specifico al settore edile, vengono in aiuto degli strumenti di valutazione della compatibilità ambientale degli edifici, ovvero i protocolli di certificazione. Il quadro di riferimento nel settore dell'edilizia, per quanto riguarda i percorsi normativi, le politiche di incentivo ed anche l'evoluzione degli strumenti compatibili, segue due percorsi autonomi. Si tratta di strumenti su base volontaria:

1) La valutazione ambientale dell'edificio: in questo caso rientrano i protocolli di certificazione ambientale degli edifici, essi sono basati su sistemi multicriterio;

2) La valutazione ambientale dei prodotti e dei materiali edilizi: in questo caso, invece, rientrano tutti i sistemi di marcatura ISO dei prodotti, di tipo I, II, III. Essi sono basati su una valutazione di tipo multicriterio oppure di tipo III che corrisponde alla certificazione EPD che si basa sul metodo LCA. Per il tipo II invece, si tratta di un'autocertificazione da parte del produttore o del distributore.

In questo specifico lavoro, verrà preso in considerazione solo il primo strumento, ovvero i protocolli di sostenibilità.

I metodi multicriterio, utilizzano un approccio di tipo prestazionale, ovvero verificano le prestazioni e i requisiti di ecocompatibilità del prodotto, del componente oppure dell'intero edificio secondo delle macro-aree di valutazione ed in base ad una serie di criteri di impatto ambientale, che concedono dei crediti. Questi sistemi assegnano infatti un punteggio di merito, il credito, relativo alla performance del bene. Alla fine, si classifica il prodotto o l'intero edificio in base ad una scala di qualità, la quale indica il grado di eco-sostenibilità.

Questi sistemi sono di supporto alla progettazione, in maniera particolare all'analisi LCA poiché definiscono puntualmente gli aspetti green dell'edificio e tra l'altro consentono una valutazione intermedia nelle fasi progettuali. Nonostante i notevoli aspetti positivi, vi sono però anche aspetti negativi, che pongono degli interrogativi tra i fruitori dei protocolli di sostenibilità ambientale; tra questi, ad esempio, si ha il fatto che vi sono molti criteri da osservare e di conseguenza può risultare difficile rispettarli tutti, o ancora il fatto che manca un bilancio effettivo sull'intero ciclo di vita.

I protocolli di certificazione permettono di valutare un edificio non solo tenendo in considerazione l'efficienza energetica, ma anche considerando diverse categorie di valutazione, le quali sono interessanti poiché mettono in luce diversi aspetti e soprattutto altre tematiche da valutare, tra cui appunto aspetti legati all'impatto ambientale con la finalità di ridurlo, la salute umana e il ciclo di vita dell'edificio.

Esistono diversi strumenti di valutazione e di certificazione ambientale, tra i più conosciuti si hanno sicuramente il protocollo inglese BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), il protocollo americano LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) e il protocollo italiano ITACA (Istituto per l'innovazione e trasparenza degli appalti e la compatibilità ambientale). Il primo aspetto che differenzia i protocolli BREEAM e LEED dal protocollo ITACA, è che i primi due sono protocolli aventi valenza internazionale; mentre il protocollo italiano ha valenza solo nazionale. Uno degli aspetti che invece accomuna i tre protocolli, è che tutti e tre sono certificazioni su base volontaria.

### 1.6.1 Il protocollo BREEAM

PROTOCOLLO BREEAM (UK) 1988 - Building Research Establishment Environmental Assessment Method

Il protocollo BREEAM prevede come obiettivo quello di valutare la sostenibilità degli edifici e il benessere delle persone che ci vivono. Esso valuta la performance complessiva degli edifici sulla base del soddisfacimento di determinati requisiti, contenuti in dieci categorie per la valutazione dell'impatto del manufatto nelle diverse fasi del ciclo di vita di quest'ultimo (fase di progettazione, costruzione ed utilizzo). Le dieci categorie sono: "gestione; salute e benessere; energia; trasporti; acqua; materiali; gestione dei rifiuti; uso del suolo ed ecologia; inquinamento; innovazione"<sup>39</sup>.

Per ogni requisito contenuto nella rispettiva categoria, è previsto un certo numero di crediti, la cui percentuale varia in base anche all'importanza della categoria valutata. Una volta attribuiti i crediti, vi è una pesatura del punteggio di categoria mediante coefficienti ambientali; i punteggi sommati permettono di classificare il componente. Infine, si hanno delle valutazioni finali di merito, si ottiene così la certificazione da parte di un perito accreditato da BRE (Building Research Establishment). In base al punteggio ottenuto si possono avere sei diversi livelli di certificazione: Accettabile (>10%), Pass (>25%), Buono (40%), Molto buono (55%), Eccellente (70%), Eccezionale (85%).

---

<sup>39</sup> Engineer, L. M.-R. & D. (2022, February 24). *Certificazioni per la tutela ambientale in edilizia LEED e BREEAM*. <https://blog.mannigroup.com/certificazioni-per-la-tutela-ambientale-in-edilizia-leed-e-bream>

### 1.6.2 Il protocollo LEED

PROTOCOLLO LEED (USA) 1993 - Leadership in Energy and Environmental Design

Il protocollo LEED si struttura come segue:

- 5 categorie di edifici in base alla destinazione d'uso e al tipo e alle dimensioni dell'intervento;
- 11 protocolli di certificazione;
- 1 protocollo dedicato al patrimonio storico.

All'interno delle categorie sono stati sviluppati gli 11 protocolli, essi fanno riferimento alla progettazione, alla costruzione e alla ristrutturazione oppure alla valutazione di nuove costruzioni, di edifici che non appartengono al patrimonio storico, di case ed addirittura di quartieri. Un dodicesimo protocollo (sviluppato in Italia) riguarda esclusivamente il patrimonio storico: LEED HB (historical buildings).

Il protocollo LEED analizza le prestazioni degli edifici sulla base di otto categorie:

“Trasporto e Ubicazione (LT), Sostenibilità del sito (SS), Efficienza risorse idriche (WE), Energia e Atmosfera (EA), Materiali e Risorse (MR), Qualità degli ambienti interni (IEQ), Innovazione (I), Priorità Regionale (PR)”<sup>40</sup>.

Ogni categoria comprende sia dei prerequisiti che dei crediti. Per ottenere la certificazione LEED è necessario il soddisfacimento di tutti i prerequisiti preposti dalle categorie, in quanto il raggiungimento di quest'ultimi è considerato obbligatorio. L'esito negativo di quest'ultimi non permette l'accesso ai livelli di valutazione successiva. Per quanto riguarda i crediti, invece, questi sono facoltativi ma concorrono comunque al raggiungimento del punteggio totale finale. La classificazione finale è data dal rapporto tra sommatoria dei punteggi e il punteggio massimo conseguibile.

I livelli di certificazione raggiungibili sono: Certificato (>40%), Argento (>50%), Oro (>60%), Platino (>80%).

### 1.6.3 Il protocollo ITACA

PROTOCOLLO ITACA (IT) 2004 - Istituto per l'innovazione e trasparenza degli appalti e la compatibilità ambientale

---

<sup>40</sup> Certificazioneleed.com. (2021, February 2). *Cos'è la Certificazione LEED®?*» Guida Utile - GREENITOP®. <https://www.certificazioneleed.com/edifici>

Il protocollo ITACA rappresenta una valutazione, nata prevalentemente come valutazione di sostenibilità energetico-ambientale degli edifici, ma permette anche di definire una valutazione dell'impatto ambientale da parte dell'edificio e l'impatto sulla salute umana. Il protocollo si applica sia alla fase di progetto che di costruzione ed eventualmente anche di esercizio. Il protocollo nasce principalmente dall'esigenza da parte delle regioni italiane di inserire nei vari regolamenti edilizi, dei criteri di sostenibilità, per poter avere degli strumenti di valutazione e quindi di selezione al fine di redigere delle graduatorie di merito negli appalti pubblici.

Il protocollo nazionale ITACA è stato sviluppato dal Gruppo di lavoro interregionale "Edilizia Sostenibile" istituito presso ITACA, con il supporto tecnico di iSBE Italia e ITC-CNR per contestualizzare, a livello italiano e Regionale, il sistema internazionale GBtool/SBtool (Sustainable Building Method).

ITACA comprende i protocolli per: edifici residenziali, uffici, edifici commerciali, industriali e scolastici. Il progetto per il quale si vuole applicare il protocollo deve essere registrato e soggetto ad una prevalutazione, successivamente si passa alla verifica dei crediti per la fase di progetto e poi si effettua la stessa verifica ma per la fase successiva, ovvero la fase di costruzione.

A differenza dei protocolli internazionali analizzati poc'anzi, nel protocollo nazionale ITACA il punteggio assegnato si ottiene confrontando l'indicatore calcolato con i valori di una scala di prestazione, ovvero il benchmark.

Il punteggio varia da -1 a 5, lo zero rappresenta il benchmark riferibile alla pratica costruttiva corrente, ed in particolare alla prestazione minima, mentre il valore cinque, il valore massimo, rappresenta una pratica considerevolmente avanzata. Per la valutazione complessiva, si effettua la somma dei punteggi pesati relativi a tutti i criteri, la quale determina il livello di sostenibilità energetico-ambientale. Anche questo aspetto si contrappone ai protocolli internazionali, in particolare con il protocollo LEED, nel quale i punteggi non sono soggetti ad una somma pesata.

Le aree di valutazione del protocollo sono cinque:

1. Qualità del sito
2. Consumo di risorse
3. Carichi ambientali
4. Qualità ambientale
5. Qualità servizio

Le aree di valutazioni sono raggruppate in due strumenti: Sito (peso del 10%) e Edificio (peso del 90%).

#### 1.6.4 Il protocollo CASBEE

PROTOCOLLO CASBEE (JP) 2001 - Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency

“In Giappone, sotto la direzione del Ministero del Territorio, delle Infrastrutture, dei Trasporti e del Turismo (MLIT), è stato istituito un comitato all’interno dell’IBEC che, nel 2001, ha avviato lo sviluppo degli strumenti per la valutazione della performance ambientale degli edifici. L’espressione Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency CASBEE (Sistema Completo di Valutazione per l’Efficienza Ambientale Edilizia) è stata coniata alla luce delle attività svolte da questo comitato”<sup>41</sup>. Il protocollo CASBEE è un sistema volto alla valutazione delle prestazioni ambientali degli edifici. Quest’ultimo, oltre a definire l’edificio che sarà soggetto alla valutazione di performance, fornisce anche una chiara definizione degli spazi da valutare. CASBEE, infatti, definisce il confine virtuale come una zona che circonda l’edificio in esame, in questo modo anche i confini del progetto entrano a far parte della valutazione in situ. Per definire l’Efficienza dell’Ambiente Costruito (BEE), si fa riferimento a due fattori:

- Il miglioramento della qualità ambientale Q
- La riduzione del carico ambientale C

“Ciascun elemento da valutare viene dapprima associato al Gruppo Q o al Gruppo C, per poi essere assegnato al rispettivo sottogruppo ai fini di una categorizzazione più dettagliata”<sup>42</sup> (Figura 5).

---

<sup>41</sup> Murakami, S. (2014). Il contesto di sviluppo del sistema CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency). *DOAJ: Directory of Open Access Journals - DOAJ*. [https://doi.org/10.14609/ti\\_1\\_14\\_2i](https://doi.org/10.14609/ti_1_14_2i).

<sup>42</sup> Ivi.

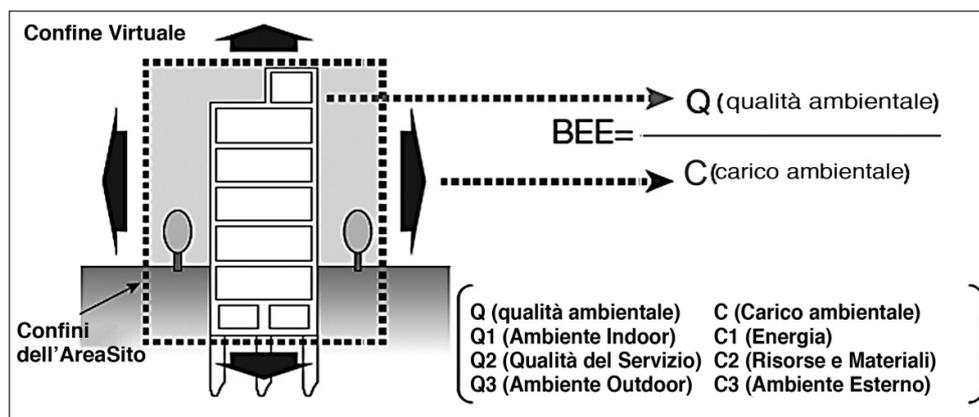


Figura 5: Delimitazione spaziale per la valutazione con CASBEE e definizione dell'Efficienza dell'Ambiente Costruito (BEE). Fonte: [www.agenziaentrate.gov.it](http://www.agenziaentrate.gov.it)

Il metodo di calcolo di punteggio, si differenzia dai protocolli descritti precedentemente in questo paragrafo poiché non si basa come quest'ultimi sulla somma pesata o meno dei punteggi attribuiti ai vari criteri di valutazione, ma sul rapporto dei due fattori descritti poc'anzi, Q (qualità ambientale) e C (carico ambientale).

Il protocollo CASBEE si può applicare a diverse scale di valutazione, oltre a quella di case e edifici (CASBEE-case e CASBEE-edifici), anche a scala urbana (CASBEE-sviluppo urbano) e addirittura a scala cittadina (CASBEE-città).

### 1.6.5 Il protocollo SBTool

#### PROTOCOLLO SBTOOL 1998 - Sustainable Building Tool

Il protocollo internazionale SBTool rappresenta uno strumento di valutazione della performance degli edifici, sviluppato nell'ambito del processo di ricerca Green Building Challenge, avviato nel 1998. La sua realizzazione e messa in atto è stata possibile grazie al coordinamento di iiSBE (international initiative for a Sustainable Built Environment) "organizzazione internazionale no profit il cui obiettivo principale consiste nella promozione di politiche, metodi e strumenti per accelerare la transizione verso un ambiente costruito sostenibile"<sup>43</sup>.

<sup>43</sup> iiSBE | iiSBE Italia. (n.d.). <https://iisbeitalia.org/node/276>

Il sistema SBTool viene definito “Generic Framework”, ovvero uno sistema multicriterio generico che necessita di una contestualizzazione regionale per poter essere utilizzato. “In relazione alle caratteristiche di ogni regione, la contestualizzazione consiste nella scelta dei criteri più rilevanti da attivare, nell’assegnazione di pesi ai criteri per riflettere le priorità locali e la definizione di scale di prestazione (benchmark) tarate sulla prassi e le condizioni locali. In tal modo, si ottiene un protocollo operativo in grado di misurare il livello di sostenibilità di una costruzione in relazione al contesto in cui è ubicata”<sup>44</sup>.

Le aree di riferimento per il protocollo SBTool sono:

1. Scelta e sviluppo del sito, pianificazione attività progettuali
2. Energia e consumo di risorse
3. Carichi ambientali
4. Qualità ambientale indoor
5. Efficienza del sistema edificio-impianto
6. Prestazione a lungo termine
7. Aspetti socioeconomici

#### 1.6.6 Il protocollo HQE

##### PROTOCOLLO HQE (FR) 1996 - Haute Qualité Environnementale

La certificazione HQE rappresenta il protocollo di sostenibilità francese avviato nel 1996, il quale persegue obiettivi di performance sostenibili attribuendo un'importanza sostanziale all'analisi del ciclo di vita su scala edilizia e agli impatti di un progetto sulla salute, sul comfort personale e sull'ambiente interno. A seconda che si voglia certificare un edificio pubblico o privato, si fa riferimento rispettivamente a due organismi certificazione indipendenti, a Certivea o a Cerqual.

La certificazione HQE copre l'intero ciclo di vita di un edificio (costruzione, ristrutturazione e gestione) e può essere applicato a edifici non residenziali, edifici residenziali e case unifamiliari, nonché pianificazione e sviluppo urbano.

---

<sup>44</sup> ESG 360. (2021, March 3). *Architettura sostenibile: definizione, bioarchitettura e green building*. ESG360. <https://www.esg360.it/environmental/architettura-sostenibile-definizione-bioarchitettura-e-green-building/>.

La valutazione della performance dell'edificio è possibile grazie ad una griglia costituita da 14 obiettivi raggruppati in 4 temi: Bioedilizia, Ecogestione, Comfort e Salute.

Questa griglia, elaborata dall'associazione HQE, sintetizza quelli che vengono considerati gli obiettivi da raggiungere ai fini dello sviluppo sostenibile.

Di seguito viene riportata una tabella (*Tabella 2*), la quale propone una vista di insieme dei suddetti protocolli di sostenibilità.

PROTOCOLLI DI SOSTENIBILITA'								
Nome del protocollo	Origine	Ambito di applicazione				Ente certificatore	Metodo di valutazione	Tipologia di certificazione
		F.P	F.C	F.G	F.R/S			
<b>LEED</b>	Stati Uniti, 1993	●	●	●		U.S. BGC o al Green Building Council Italia	Sistema multicriterio a punteggio	Internazionale
<b>BREEAM</b>	Regno Unito, 1990	●	●	●		Ente terzo accreditato da BRE (Building Research Establishment)	Sistema multicriterio a punteggio	Internazionale
<b>ITACA</b>	Italia, 2004	●	●	●		Ente Unico nazionale ACCREDIA	Sistema multicriterio a punteggio e scala di prestazione (benchmark)	Nazionale
<b>CASBEE</b>	Giappone, 2001	●	●	●	●	Institute for Building Environment and Energy Conservation (IBEC) e 12 istituzioni private approvate dall'IBEC	Assegnazione di diversi valori a Q (quality) ed LR (loading reduction)	Nazionale
<b>SBTool</b>	1998	●	●	●		iISBE	Sistema multicriterio a punteggio e scala di prestazione (benchmark)	Nazionale
<b>HQE</b>	Francia, 1996	●	●	●		Ente terzo nominato da Certivea	Soddisfacimento di 14 criteri (cibles)	Internazionale

F.P : Fase progettuale  
F.C : Fase di costruzione  
F.G : Fase di gestione  
F.R/S : Fase di Riqualificazione o Smantellamento

Tabella 2: Protocolli di sostenibilità. Fonte: elaborato personale.

### 1.6.7 Level(s)

Oltre ai protocolli di sostenibilità elencati precedentemente, già particolarmente conosciuti e ampiamente utilizzati, si evidenzia un ulteriore strumento: Level(s) ovvero il quadro europeo di rendicontazione degli edifici sostenibili; il quale si sta sviluppando in questi anni. A differenza dei precedenti protocolli, i quali vengono sviluppati in differenti Paesi, questo strumento viene proposto direttamente dalla Commissione Europea, con lo scopo di creare un quadro comune per il mercato dell'edilizia sostenibile.

Il quadro comune Level(s) è strutturato attraverso sei macro-obiettivi relativi agli aspetti chiave della sostenibilità durante l'intero ciclo di vita dell'edificio e su sedici indicatori. "Gli indicatori di sostenibilità all'interno di ciascun macro-obiettivo descrivono come le prestazioni degli edifici possono essere allineate con gli obiettivi politici strategici dell'UE in settori quali l'energia, l'uso dei materiali e dei rifiuti, l'acqua, la qualità dell'aria interna e la resilienza ai cambiamenti climatici"<sup>45</sup>. Nella *Tabella 3*, vengono riportati i sei macro-obiettivi con gli indicatori specifici.

Il quadro di riferimento comune è articolato in tre livelli - da qui il nome "Level(s)" - che consentono di scegliere quanto saranno avanzate le comunicazioni sulla sostenibilità del progetto. I tre livelli rappresentano gli stadi di esecuzione di un progetto edilizio indicati di seguito:

"Livello 1 - la progettazione concettuale del progetto edilizio: è il livello più semplice in quanto comporta valutazioni qualitative iniziali della base per la progettazione concettuale e per la comunicazione dei concetti che sono stati o sono destinati ad essere applicati;

Livello 2 - le prestazioni in fase di progettazione dettagliata e costruzione dell'edificio: rappresentano un livello intermedio in quanto comportano la valutazione quantitativa delle prestazioni progettate e il monitoraggio della costruzione secondo unità e metodi standardizzati;

Livello 3 - le prestazioni del progetto "come costruito" e del progetto "in uso": mostrano le prestazioni dell'edificio dopo il completamento e la consegna al cliente e rappresentano il livello più avanzato in quanto comportano il monitoraggio e il rilevamento dell'attività sia del cantiere che

---

<sup>45</sup> *How does Level(s) work?*. Environment. [https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels/lets-meet-levels/how-does-levels-work\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels/lets-meet-levels/how-does-levels-work_en)

dell'edificio completato e dei suoi primi occupanti"<sup>46</sup>. Per l'applicazione dello strumento Level(s) vengono messi a disposizione dei manuali, affinché il progettista o in generale l'utente, possa essere accompagnato passo dopo passo nell'applicazione e nel soddisfacimento dei requisiti relativi agli indicatori, in base al livello che si vuole raggiungere.

MACRO-BIETTIVO	INDICATORI	UNITA' DI MISURA
1. Emissioni di gas serra lungo il ciclo di vita degli edifici	1.1 Prestazione energetica della fase di utilizzo	(kWh/m <sup>2</sup> /anno)
	1.2 Potenziale di riscaldamento globale del ciclo di vita	(CO <sub>2</sub> eq./m <sup>2</sup> /anno)
2. Cicli di vita dei materiali circolari ed efficienti nell'uso delle risorse	2.1 Computo metrico estimativo, materiali e vita utile	Quantitativi unitari, massa e anni
	2.2 Rifiuti e materiali da costruzione e demolizione	kg di rifiuti e di materiali per m <sup>2</sup> di superficie utile totale
	2.3 Progettazione per l'adattabilità e la ristrutturazione	Punteggio relativo all'adattabilità
	2.4 Design per la decostruzione, il riuso e il riciclaggio	Punteggio relativo allo smantellamento
3. Uso efficiente delle risorse idriche	3.1 Consumo idrico nella fase di utilizzo	m <sup>3</sup> di acqua per occupante
4. Spazi sani e confortevoli	4.1 Qualità dell'aria interna	Parametri relativi a ventilazione, CO <sub>2</sub> e umidità Elenco degli inquinanti considerati
	4.2 Tempo al di fuori dell'intervallo di comfort termico	% di tempo al di fuori dell'intervallo durante le stagioni di riscaldamento e di raffrescamento
	4.3 Illuminazione e comfort visivo	Lista di controllo di livello 1
	4.4 Acustica e protezione dal rumore	
5. Adattamento e resilienza ai cambiamenti climatici	5.1 Protezione della salute e del comfort termico dell'occupante	% prevista di tempo al di fuori dell'intervallo per gli anni 2030 e 2050
	5.2 Maggior rischio di eventi atmosferici estremi	Lista di controllo di livello 1
	5.3 Drenaggio sostenibile	
6. Ottimizzazione del valore e del costo del ciclo di vita	6.1 Costi del ciclo di vita	(EUR/m <sup>2</sup> /anno)
	6.2 Creazione di valore ed esposizione al rischio	Lista di controllo di livello 1

Tabella 3: Macro-obiettivi ed indicatori del quadro comune Level(s). Fonte: rielaborazione personale.

<sup>46</sup> Nicholas Dodd, Mauro Cordella, Marzia Traverso, Shane Donatello. Level(s) – Un quadro di riferimento comune dell'UE per i principali indicatori in materia di sostenibilità degli edifici.

## 2. Nuove metodologie Europee per la sostenibilità: La Tassonomia

### 2.1 Il ruolo del settore finanziario nella transizione verde

Si è visto, in particolare nei paragrafi dedicati del capitolo precedente, come l'Unione Europea stia ponendo le basi per le prime azioni vincolanti nei confronti degli Stati membri al fine del perseguimento e soprattutto raggiungimento della transizione verde. Tra le iniziative citate si ricordano in particolare il "Fit for 55%", la "legge europea per il clima" e per quanto riguarda il settore edilizio il "Renovation Wave". Non si parla più di fornire delle semplici proposte da parte degli Stati membri su come poter mitigare l'impatto dei cambiamenti climatici e il conseguente adattamento a quest'ultimi, ma si richiedono dei veri e propri obiettivi fissati da scadenze imprescindibili. Questo perché per salvare il nostro pianeta sono necessarie, ora più che mai, misure e iniziative ambiziose e talvolta drastiche, al fine di salvaguardare l'ambiente ma anche la salute umana. Capire l'importanza del perseguimento della transizione verde è necessario specialmente se si fa riferimento agli ultimi rapporti scientifici, i quali mostrano cambiamenti climatici senza precedenti. Inoltre, i danni che si riscontrano non sono solo a livello ambientale ma anche a livello economico, poiché comportano gravi perdite finanziarie, ed anche a livello umano in quanto gli eventi climatici estremi implicano perdite di vite umane.

In quest'ottica il settore economico-finanziario assume un ruolo cruciale, poiché al fine di raggiungere tutti gli obiettivi preposti dall'Unione Europea e sostenere il processo di transizione, c'è bisogno di un ingente ammontare di investimenti. L'aspetto puramente monetario però non è sufficiente per raggiungere gli obiettivi politici, tra cui quelli climatici, ma è necessaria una revisione del settore finanziario, in particolare di ogni azienda, società finanziaria, banca, ed anche delle figure professionali quali quelle di assicuratore e di investitore, per allinearsi con gli obiettivi legati alla sostenibilità. Da diverso tempo l'interesse nei confronti delle tematiche ambientali da parte degli investitori e del settore finanziario è aumentato, tant'è che per esprimerne la vicinanza e anzitutto la volontà di adottare un approccio sostenibile, viene coniato il termine di "finanza sostenibile". "Per finanza sostenibile si intende una finanza che tiene in considerazione fattori di tipo ambientale, sociale e di governo societario, i cosiddetti fattori ESG (Environment-Social-Governance), i quali vengono presi in considerazione nelle decisioni di investimento, per orientare i capitali verso attività e progetti sostenibili a più lungo termine. La finanza sostenibile è dunque

l'applicazione del concetto di sviluppo sostenibile all'attività finanziaria"<sup>47</sup>. Questo settore è molto importante specialmente per il tema degli investimenti; infatti, proprio per raggiungere gli obiettivi della sostenibilità, come già anticipato, sono necessari ingenti finanziamenti. In particolare, alla conferenza delle parti di Glasgow - COP26 - si è sottolineato come non bastino solo gli investimenti pubblici ma come siano di fondamentale importanza anche gli investimenti privati, proprio per soddisfare gli obiettivi a livello Europeo e contrastare gli impatti dovuti ai cambiamenti climatici. La funzione degli investimenti è così suddivisa:

"1) Finanziamenti pubblici: per costruire le infrastrutture necessarie per transitare verso un'economia più verde e più resiliente al clima; 2) Finanziamenti privati: per finanziare la tecnologia e l'innovazione, e per contribuire a trasformare i miliardi di denaro pubblico in migliaia di miliardi di investimenti per il clima"<sup>48</sup>.

A sottolineare l'importanza strategica del settore finanziario per la transizione ecologica ed anche l'impegno concreto di questo settore, vi è la politica "Glasgow Financial Alliance for Net Zero" (GFANZ) definita come una "coalizione globale dei principali istituti finanziari che si impegnano per accelerare la decarbonizzazione dell'economia"<sup>49</sup>. "I membri dell'alleanza includono più di 550 aziende appartenenti a sette alleanze net-zero specifiche del settore provenienti da tutto il settore finanziario globale. I membri dell'Alleanza includono banche, assicuratori, proprietari di patrimoni, gestori patrimoniali, fornitori di servizi finanziari e consulenti di investimento. Tutti i membri si sono impegnati in modo indipendente per l'obiettivo dello zero netto entro il 2050, oltre a fissare obiettivi intermedi per il 2030 o prima e riferire in modo trasparente sui progressi lungo il percorso"<sup>50</sup>.

## 2.2 Action Plan: il Piano d'Azione per finanziare la crescita sostenibile

Alla fine del 2016 la Commissione Europea ha istituito un gruppo di esperti ad alto livello sulla finanza sostenibile, ovvero l'HLEG (High-Level Expert Group on sustainable finance). Nel 2018 il gruppo di esperti ha pubblicato una relazione finale nella quale viene presentata una visione globale sui modi per elaborare una strategia finanziaria sostenibile per l'UE. "Dalla relazione emerge che la

---

<sup>47</sup> *Finanza sostenibile*. (n.d.). L'economia per Tutti. <https://economiepertutti.bancaditalia.it/informazioni-di-base/finanza-sostenibile/?dotcache=refresh>.

<sup>48</sup> FINANZA. (2021, October 26). UN Climate Change Conference (COP26) at the SEC – Glasgow 2021. <https://ukcop26.org/it/gli-obbiettivi-della-cop26/finanza/>.

<sup>49</sup> Neri, V. (2022, June 30). *Glasgow Financial Alliance for Net Zero: gli investitori pro-clima e pro-carbone*. Valori. <https://valori.it/glasgow-financial-alliance-for-net-zero-carbone/>.

<sup>50</sup> *About Us*. (2022, December 15). Glasgow Financial Alliance for Net Zero. <https://www.gfanzero.com/about/>.

finanza sostenibile consta di due imperativi: 1) migliorare il contributo della finanza alla crescita sostenibile e inclusiva finanziando le esigenze a lungo termine della società; 2) consolidare la stabilità finanziaria integrando i fattori ambientali, sociali e di governance (ESG) nel processo decisionale relativo agli investimenti. La relazione propone otto raccomandazioni chiave, diverse raccomandazioni trasversali e azioni mirate a specifici settori del sistema finanziario”<sup>51</sup>.

La Commissione europea, basandosi sul lavoro svolto dall’HGEL ed in particolare sulle otto raccomandazioni proposte nella relazione finale, redige e pubblica nel 2018, il “Piano d’Azione per la finanza sostenibile”. Quest’ultimo fa parte del Piano di Attuazione dell’Accordo di Parigi, relativo all’allineamento dei flussi finanziari agli obiettivi climatici globali e all’Agenda 2030 delle Nazioni Unite per lo sviluppo sostenibile. In quest’ottica quindi, il Piano d’Azione ha l’obiettivo di delineare “le strategie e le misure da adottare, per la realizzazione di un sistema finanziario in grado di promuovere uno sviluppo autenticamente sostenibile sotto il profilo economico, sociale e ambientale, contribuendo ad attuare l’Accordo di Parigi sui cambiamenti climatici e l’Agenda 2030 delle Nazioni Unite per lo sviluppo sostenibile”<sup>52</sup>.

Il Piano d’Azione si compone di tre obiettivi e dieci azioni (*Tabella 4*), nonché di tre pilastri fondamentali.

Per quanto riguarda il primo obiettivo, si sottolinea come i livelli di investimento attuali non siano sufficienti alla realizzazione di un sistema economico in linea con gli obiettivi ambientali e sociali; inoltre nella situazione attuale, risulta difficile per gli investitori orientare i flussi capitali su quelli che vengono chiamati gli investimenti verdi, perché non è ben chiaro quello che si intende con “investimento sostenibile”, ovvero quali siano le attività sostenibili su cui investire, rappresentando ovviamente un ostacolo. Per quanto riguarda il secondo obiettivo, è necessario considerare i rischi ambientali e sociali e soprattutto includerli nei processi decisionali finanziari al fine di limitare le ripercussioni economiche; infine, per quanto concerne il terzo obiettivo, attraverso la trasparenza da parte delle imprese sulle questioni ambientali, gli investitori potranno valutare il finanziamento di progetti con obiettivi a lungo termine.

---

<sup>51</sup> Commissione Europea. *COM (2018) 97 final: Piano d’azione per finanziare la crescita sostenibile*.

<sup>52</sup> CONSOB. *Il Piano di azione per la finanza sostenibile*. <https://www.consob.it/web/area-pubblica/il-piano-di-azione-per-la-finanza-sostenibile>

PIANO D'AZIONE PER LA FINANZA SOSTENIBILE	
OBIETTIVI	AZIONI
<b>OBIETTIVO 1</b> RIORIENTARE I CAPITALI VERSO UN'ECONOMIA SOSTENIBILE	1. Stabilire una chiara e dettagliata Tassonomia europea per classificare le attività sostenibili
	2. Creare uno standard europeo per i green bond e marchi per i prodotti finanziari verdi
	3. Aumentare gli investimenti in progetti sostenibili
	4. Incorporare la sostenibilità nell'ambito dei servizi di consulenza
	5. Sviluppare benchmark di sostenibilità
<b>OBIETTIVO 2</b> INTEGRARE LA SOSTENIBILITA' NELLA GESTIONE DEL RISCHIO	6. Migliorare l'integrazione della sostenibilità nei rating e nelle ricerche di mercato
	7. Chiarire gli obblighi di disclosure di asset manager e investitori istituzionali
	8. Introdurre un fattore di rischio «verde» nelle regole prudenziali per banche e compagnie assicurative
<b>OBIETTIVO 3</b> AUMENTARE LA TRASPARENZA E LA PIANIFICAZIONE A LUNGO TERMINE	9. Rafforzare la reportistica di sostenibilità
	10. Promuovere una governance aziendale sostenibile e ridurre la pianificazione di breve termine sul mercato dei capitali

Tabella 4: Obiettivi e azioni del Piano d'Azione per la Finanza sostenibile. Fonte: Rielaborazione personale.

La Commissione stabilisce i seguenti pilastri della Finanza sostenibile:

“1) la creazione di un sistema di classificazione basato su dati scientifici delle attività sostenibili (la c.d. Tassonomia); 2) l'introduzione di un regime di informativa obbligatorio per le imprese, sia finanziarie che non finanziarie, relativamente al loro impatto sull'ambiente e sulla società, nonché ai rischi operativi e finanziari legati alla sostenibilità da loro affrontati; 3) la predisposizione di un insieme di strumenti (quali indici di riferimento, standard, norme e marchi) finalizzati a supportare imprese, partecipanti ai mercati finanziari e intermediari, nell'allineamento delle proprie strategie di investimento agli obiettivi ambientali dell'Unione”<sup>53</sup>.

<sup>53</sup> Assolombarda. (2022). *Linee guida per l'applicazione della Tassonomia in azienda: La classificazione UE delle attività ecosostenibili come bussola verso la transizione ecologica*.

### 2.3 La Tassonomia verde dell'UE

L'UE e gli Stati membri promuovono quindi sempre di più una crescita che sia sostenibile e soprattutto che sia in linea con gli SDGs e con i punti chiave dell'Accordo di Parigi. A tal proposito nel TFUE – il Trattato sul funzionamento dell'Unione europea – secondo quanto riportato negli articoli 11 e 114, viene previsto che tutte le proposte della Commissione soddisfino le esigenze connesse con la tutela ambientale al fine di promuovere lo sviluppo sostenibile e che sia incluso in esse un elevato livello di protezione ambientale. Non è ovviamente escluso in questo discorso il settore economico-finanziario poiché si è visto come il suo contributo sia di fondamentale importanza; quest'ultimo presenta però la necessità di tradurre gli obiettivi politici in un quadro di riferimento univoco, che sia utile agli investitori e che possa in questo modo mettere in relazione gli obiettivi del settore economico-finanziario con gli obiettivi politici legati alla sostenibilità, in particolare quelli ambientali.

Come visto nel paragrafo precedente, uno dei maggiori ostacoli per gli investitori finanziari è proprio quello di non sapere bene su quali progetti sostenibili orientare i flussi capitali, poiché non è chiaro quale sia il concetto dietro al termine di "investimento sostenibile" e quali siano le attività sostenibili nello specifico; di conseguenza il passaggio da finanza tradizionale a finanza sostenibile risulta difficile. Per questo tra i pilastri del Piano d'azione, vi è quello di creare un sistema unificato di classificazione delle attività sostenibili, ovvero un chiaro orientamento in merito alle attività che possono essere definite sostenibili in quanto contribuiscono all'attenuazione e all'adattamento dei cambiamenti climatici, nonché agli obiettivi ambientali e sociali. Esso consentirà non solo agli investitori di avere un quadro chiaro e soprattutto comune a cui riferirsi per gli investimenti, ma apporterà anche un enorme beneficio alla sostenibilità ambientale, economica e sociale, contribuendo alla transizione verso un'economia a basso contenuto di carbonio.

Il progetto per un sistema unificato di classificazione delle attività sostenibili prende il nome di "Tassonomia", il quale nasce appunto sulla base del Piano d'Azione per la finanza sostenibile del 2018. La Tassonomia integra al suo interno tutti gli aspetti legati alla sostenibilità, incentrandosi su gli obiettivi ambientali, in particolare quelli legati ai cambiamenti climatici, e su obiettivi sociali ed economici. Elaborare un sistema, che racchiuda al suo interno la classificazione delle attività economiche e soprattutto del loro allineamento alla sostenibilità, richiede un lavoro piuttosto laborioso e complesso, nonché una quantità di tempo considerevole, tant'è che la Commissione ha deciso di incentrare il lavoro inizialmente sulla classificazione delle principali attività che

contribuiscono alla lotta ai cambiamenti climatici. A tal proposito, come si analizzerà in seguito, viene redatto un primo Atto Delegato che sviluppa i criteri di vaglio tecnico per i primi due obiettivi ambientali del Regolamento della Tassonomia, ovvero la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici.

Al fine di elaborare questa prima classificazione, la Commissione ha istituito nel 2018 un gruppo tecnico di esperti sulla finanza sostenibile, il TEG (Technical Expert Group), formato da 35 membri provenienti da diversi ambienti: accademici, imprenditoriali e finanziari.

Il TEG viene incaricato di:

“Studiare e sviluppare una prima Tassonomia delle attività economiche in grado di contrastare i cambiamenti climatici e di adattarsi agli stessi; studiare uno standard europeo per i Green Bond; creare una metodologia per la costruzione di benchmark climatici e di benchmark per la Disclosure ESG; fornire linee guida per la rendicontazione delle informazioni aziendali legate al cambiamento climatico”<sup>54</sup>.

Per quanto riguarda i Green Bond, vi è la volontà da parte della Commissione di “creare uno standard volontario per le obbligazioni verdi dell'UE per migliorare l'efficacia, la trasparenza, la comparabilità e la credibilità del mercato delle obbligazioni verdi e per incoraggiare i partecipanti al mercato a emettere e investire in obbligazioni verdi dell'UE”<sup>55</sup>. In questo modo, gli investitori avranno a disposizione un solido strumento per dimostrare che stanno finanziando progetti verdi legittimi in linea con la tassonomia dell'UE. Per i due sistemi di benchmark invece, essi sono strumenti dove l'intento è quello di stanziare ingenti quantità di capitali privati verso la transizione climatica e quindi verso progetti con obiettivi a lungo termine.

“A marzo 2020 il TEG ha pubblicato il Report finale sulla Tassonomia, contenente raccomandazioni sulla struttura della Tassonomia e una guida per la sua implementazione, nonché un “Allegato tecnico”, con indicazioni sui criteri di vaglio tecnico per l'individuazione delle attività economiche che contribuiscono agli obiettivi di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici”<sup>56</sup>. Alla fine del lavoro formulato dal TEG, l'UE ha adottato attraverso il Regolamento UE n.2020/852, il Regolamento sulla Tassonomia, ossia il sistema generale per la classificazione delle attività

---

<sup>54</sup> *Technical expert group on sustainable finance (TEG)*. Finance. [https://finance.ec.europa.eu/publications/technical-expert-group-sustainable-finance-teg\\_en](https://finance.ec.europa.eu/publications/technical-expert-group-sustainable-finance-teg_en)

<sup>55</sup> *European green bond standard*. Finance. [https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/european-green-bond-standard\\_en](https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/european-green-bond-standard_en)

<sup>56</sup> Assolombarda. (2022). *Op. cit.*

economiche sostenibili. Congiuntamente al Regolamento, è stata inoltre istituita la Piattaforma sulla Finanza Sostenibile (Platform on Sustainable Finance - PSF) - la quale va a sostituire il TEG - ossia un gruppo di lavoro composto da esperti del settore, avente funzione di sviluppare ulteriormente la Tassonomia nel suo insieme.

“Il Regolamento UE n. 2020/852, base su cui appunto fonda la Tassonomia, da un lato, fornisce la base legale e giuridica del progetto e, dall’altro, definisce i principi e la logica di funzionamento dell’intero sistema. Lo scopo generale è quello di stimolare lo sviluppo della finanza sostenibile e, in particolare, di favorire il finanziamento delle attività economiche che sono in linea con gli obiettivi del Green Deal Europeo”<sup>57</sup>.

#### 2.4 Tassonomia: uno strumento polifunzionale

La Tassonomia è anzitutto un sistema univoco di classificazione e qualificazione della attività economiche considerate eco-sostenibili, ma ricopre anche altre funzioni, tant’è che può essere considerato come uno strumento polifunzionale.

In particolare, si pone come:

“1) Uno strumento di trasparenza per la qualificazione e la rendicontazione dell’impegno verso la sostenibilità ambientale; 2) uno strumento di supporto alla compliance normativa (sia obbligatoria che volontaria) – in quanto guida agli obblighi di legge e alle best practices in materia ambientale; 3) uno strumento di pianificazione degli investimenti e delle strategie aziendali; 4) uno strumento di prevenzione dei rischi ambientali e di complessivo miglioramento della resilienza”<sup>58</sup>.

Una delle funzioni più importanti è sicuramente quella di porsi come strumento di trasparenza, poiché in questo modo lo strumento pone degli obblighi di rendicontazione nei confronti degli investitori finanziari e delle aziende, essi infatti hanno l’obbligo di “rendicontare il proprio livello di sostenibilità ambientale in base al sistema fornito dalla tassonomia stessa”<sup>59</sup>. Ciò significa che le aziende o gli investitori finanziari sono tenuti a fornire il maggior numero possibile di informazioni sul livello di sostenibilità dell’attività economica su cui intendono investire, al fine di analizzare il possibile impatto ambientale, economico e sociale. Nonostante la Tassonomia ponga questi obblighi

---

<sup>57</sup> Assolombarda. (2022). *Op. cit.*

<sup>58</sup> Grazia Vascello (2022). *La gestione delle emergenze: quali contributi dalla Tassonomia?*.

<sup>59</sup> Assolombarda. (2022). *Op. cit.*

di trasparenza, esso non deve essere inteso come uno strumento obbligatorio dalle imprese e dagli investitori.

Lo strumento Europeo, al di là dell'obbligo di trasparenza, non si pone come un sistema obbligatorio in tutto e per tutto nei confronti degli investitori, non prevede difatti che quest'ultimi investano e indirizzino i propri capitali verso le attività economiche considerate eco-sostenibili dalla Tassonomia, ma prevede, al contrario, la totale autonomia da parte degli attori finanziari, i quali possono operare come preferiscono, anche perseguendo attività che non siano incluse nella Tassonomia o allineate con i principi di quest'ultima, a patto che tutto ciò venga dichiarato (secondo il principio di trasparenza). L'intento è comunque quello di invogliare gli investitori a perseguire delle scelte consapevoli nei loro investimenti, delle scelte che siano in linea con gli aspetti ambientali e che mirino a soluzioni a lungo termine; è proprio per questo motivo che viene richiesto di attuare il principio di trasparenza, poiché ciò offre l'occasione alle aziende e/o agli investitori finanziari di riflettere sul proprio operato sia presente che futuro. Pertanto, la Tassonomia deve essere considerata come uno strumento trasparente a sostegno degli investitori e delle imprese, in modo che possa accompagnarli verso l'adozione di scelte consapevoli ed in linea con gli obiettivi europei.

La Commissione tiene a specificare sia cosa è la Tassonomia sia cosa non è. La Tassonomia in ultima analisi viene definita come "uno strumento di trasparenza, basato su un sistema di classificazione comune, che traduce gli obiettivi climatici ed ambientali dell'UE in criteri specifici per le attività economiche allo scopo di incentivare gli investimenti privati. Al contrario, la Tassonomia non rappresenta: una lista di attività economiche in cui investire obbligatoriamente per gli investitori; un requisito obbligatorio per gli investimenti pubblici; un insieme di requisiti ambientali obbligatori per le aziende o per i prodotti finanziari"<sup>60</sup>.

Inoltre, la Commissione Europea, per sottolineare il suo intento e l'importanza dello strumento Tassonomia, definisce gli obiettivi generali di quest'ultimo:

"fornire indicazioni alle aziende, agli investitori e ai policy maker su quali attività economiche possano essere considerate sostenibili dal punto di vista ambientale; favorire il raggiungimento degli obiettivi del Green Deal europeo; contrastare e limitare i rischi di greenwashing; aiutare le aziende a pianificare la propria transizione verso un'economia low-carbon; stimolare gli investimenti sostenibili nelle aziende; indurre l'intero sistema finanziario a sostenere un'economia più

---

<sup>60</sup> Assolombarda. (2022). *Op. cit.*

sostenibile, attraverso l'integrazione della tassonomia in tutte le norme di riferimento del settore finanziario; riorientare i flussi di capitali del mercato UE verso gli investimenti sostenibili"<sup>61</sup>.

Tra gli obiettivi si sottolinea l'importanza di contrastare e limitare i rischi del greenwashing, tematica che si collega fortemente alla funzione di "strumento di trasparenza" della Tassonomia. Per trasparenza, infatti, non si intende la sola rendicontazione da parte degli attori finanziari, ma anche la volontà di eliminare ogni tentativo da parte delle aziende di etichettare dei prodotti come ecosostenibili o "verdi" quando in realtà non lo sono, auto dichiarando la loro conformità ai criteri ESG.

## 2.5 I principi della Tassonomia

### 2.5.1 I criteri di ecosostenibilità delle attività economiche

Dopo aver compreso come nasce la Tassonomia, quali siano le sue prerogative e le sue funzioni, è importante anche capire quali sono i principi fondamentali su cui quest'ultima si basa. Il centro dello strumento è sicuramente, come si è già ampiamente dibattuto, l'attività economica considerata ecosostenibile dal punto di vista ambientale. Per essere considerata eco-sostenibile, un'attività deve rispettare contemporaneamente quattro criteri.

Secondo quanto riportato dall'Art.3 del Regolamento UE n. 2020/852, l'attività economica può essere considerata eco-sostenibile se soddisfa i seguenti criteri:

- a) contribuisce in modo sostanziale al raggiungimento di uno o più degli obiettivi ambientali del Regolamento;
- b) non arreca un danno significativo a nessuno degli obiettivi ambientali del Regolamento (principio del DNSH);
- c) è svolta nel rispetto delle garanzie minime di salvaguardia;
- d) è conforme ai criteri di vaglio tecnico fissati dalla Commissione.

Per quanto riguarda il primo punto, contribuire al raggiungimento di uno o più degli obiettivi proposti dalla Tassonomia, significa che le attività economiche prese in considerazione

---

<sup>61</sup> A. Giacomelli, "EU sustainability Taxonomy for non-financial undertaking: summary reporting criteria and extension to SMEs", Ca' Foscari University of Venice, 2021, p. 1.

contribuiscono a mitigare gli effetti dovuti ai cambiamenti climatici o che quest'ultime possano generare un beneficio sostanziale sempre dal punto di vista ambientale; il secondo requisito fa invece riferimento al DNSH (Do Not Significant Harm) e consiste nel non arrecare danno a nessuno degli obiettivi ambientali ed in particolare sull'ambiente stesso; Il terzo criterio invece prevede che vengano rispettate le garanzie minime di salvaguardia sociale da parte delle imprese che attuano un'attività economica, in particolare esse devono perseguire le linee guida dell'organizzazione OCSE (Organization for Economic Co-operation and Development), destinate principalmente alle imprese multinazionali, le quali consistono in una serie di raccomandazioni comportamentali proposte dai governi degli Stati membri, le linee guida e le raccomandazioni dell'organizzazione ILO (International Labour Organization), il cui obiettivo è quello di fissare norme minime internazionali delle condizioni di lavoro e dei diritti fondamentali del lavoratore; infine per quanto riguarda il rispetto dei criteri di vaglio tecnico, quest'ultimi sono racchiusi in atti delegati, come si vedrà meglio in seguito, nei quali vengono specificati i requisiti prestazionali a livello ambientale che bisogna perseguire per fornire un contributo sostanziale ad un unico obiettivo ambientale o più, senza arrecare danno agli altri obiettivi ambientali.

### 2.5.2 Gli obiettivi ambientali della Tassonomia

Sia nell'Articolo 3 del Regolamento UE n.2020/852 che nel paragrafo precedente, si fa spesso riferimento a degli obiettivi ambientali; infatti, una parte fondamentale della struttura della Tassonomia è costituita dall'individuazione e dalla definizione di sei obiettivi ambientali, stilati nell'Art. 9 del suddetto Regolamento.

Essi sono:

- 1) la mitigazione dei cambiamenti climatici;
- 2) l'adattamento ai cambiamenti climatici;
- 3) l'uso sostenibile e la protezione delle acque e delle risorse marine;
- 4) la transizione verso un'economia circolare;
- 5) la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento;
- 6) la protezione e il ripristino della biodiversità e degli ecosistemi.

Questi obiettivi sono strettamente connessi e interdipendenti tra loro, infatti agendo su uno di essi, gli effetti si ripercuotono anche sugli altri.

### 2.5.3 I destinatari della Tassonomia

Per quanto riguarda il campo di applicazione, la Tassonomia si riferisce a due destinatari: i destinatari diretti e quelli indiretti. Per quanto riguarda la prima categoria, essi sono:

“I partecipanti ai mercati finanziari che offrono prodotti finanziari; e

le imprese (finanziarie e non finanziarie) oggi soggette all’obbligo di realizzazione della dichiarazione non finanziaria ai sensi della Direttiva 2013/34/UE (la c.d. NFRD) e che, in prospettiva saranno soggette alla nuova direttiva che supererà la NFRD, la c.d. Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD)”<sup>62</sup>.

Della seconda categoria invece, ovvero i destinatari indiretti, fanno parte tutti gli investitori economici interessati agli investimenti verdi e alle prerogative della finanza sostenibile. Come visto nei paragrafi precedenti, tutti gli attori coinvolti sono soggetti al principio di trasparenza, ciò vale sia a livello Europeo che Internazionale, visto il livello di integrazione tra i mercati dei capitali e le catene di fornitura a livello internazionale.

## 2.6 La logica del funzionamento della Tassonomia

### 2.6.1 La selezione delle attività economiche della Tassonomia

Parte fondamentale del protocollo Tassonomia è l’attività economica. Le attività economiche individuate come ecosostenibili derivano da una lunga e laboriosa analisi con successiva selezione da parte del TEG, il cui processo si fonda sul codice NACE. La Tassonomia per realizzare il sistema di classificazione delle attività economiche, si avvale appunto del codice NACE – Nomenclatura delle Attività Economiche nella Comunità Europea – ovvero “un sistema di classificazione generale utilizzato per sistematizzare ed uniformare le definizioni delle attività economico/industriali negli Stati facenti parte dell’Unione europea”<sup>63</sup>. Il TEG fa riferimento a questo codice in quanto ricopre in

---

<sup>62</sup> Assolombarda. (2022). *Op. cit.*

<sup>63</sup> iCRIBIS. *Codice NACE: cos’è, a cosa serve*. <https://www.icribis.com/it/approfondimenti/azienda/codici-NACE>

modo completo i settori economici dell'Unione Europea ed anche in relazione a quanto stabilito in ambito legislativo dal Regolamento CE 1893/2006.

L'intento della Tassonomia, nel definire le attività economiche ecosostenibili, è quello di perseguire una transizione verso un'economia a emissioni nette zero entro il 2050 – tra gli obiettivi principali stabiliti dalle politiche internazionali, a cui appunto il sistema fa riferimento - attraverso la definizione delle attività che contribuiranno nella transizione e supportando quelle che già la sostengono. In quest'ottica la Tassonomia mira a identificare tutte quelle attività che possono fornire un contributo sostanziale agli obiettivi ambientali sia attraverso le proprie prestazioni, sia consentendo una transizione dei sistemi considerati critici ad esse associate, poiché un'attività per essere considerata ecosostenibile non può prescindere dal sistema più ampio in cui opera. L'esito positivo della transizione inoltre non dipende solo dall'attività economica e dall'ambito in cui opera, ma bisogna considerare anche che la transizione dipende dalle politiche di ogni singolo Paese. È importante quindi per l'investitore considerare sia l'attività economica e il suo contributo a lungo termine, sia il relativo contesto, locale e politico.

A questo punto, è interessante capire la metodologia operata per la selezione delle attività economiche che vanno a comporre la classificazione della Tassonomia. Il codice NACE a cui si è fatto riferimento poc'anzi e sui cui fonda il sistema di classificazione della Tassonomia, presenta un complesso sistema in cui si classificano centinaia e centinaia di classi di attività economiche. Come si può dedurre, dato il cospicuo numero di classi, il TEG ha operato una scrematura di quest'ultime, andando ad individuare i settori prioritari, i quali saranno poi composti dalle attività economiche e i relativi criteri tecnici di screening. Il primo passo è stato quello di individuare all'interno di ogni settore, le attività che offrono un contributo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici. A tal proposito, è fondamentale specificare cosa si intenda per contributo sostanziale.

Il concetto di contributo sostanziale rientra tra i primi criteri da soddisfare affinché un'attività economica possa essere considerata ecosostenibile e soprattutto inclusa nella Tassonomia. Come si sottolinea anche dal binomio, il contributo deve avere un certo spessore, una certa entità, essere appunto "sostanziale". Tutto ciò in relazione al fatto che per attuare una transizione verde e la realizzazione degli obiettivi ambientali, è necessario un cambiamento sostanziale rispetto al livello di performance ambientale attuale.

Tenendo conto della definizione di contributo sostanziale, le attività economiche sono state poi scelte anche in base ai dati quantitativi di emissioni di CO<sub>2</sub> dei macrosettori NACE a cui

appartengono e in base al potenziale che le attività stesse possiedono al fine di ridurre le emissioni di altri settori.

Al fine della selezione delle attività economiche, vengono previste tre possibili modalità di contributo sostanziale, che possono essere così distinte:

- “Riduzione delle pressioni esercitate sull’ambiente: ossia, produzione di un basso impatto ambientale connesso a un alto potenziale di sostituzione di attività più impattanti (per esempio, nel caso delle attività che utilizzano fonti energetiche rinnovabili); oppure riduzione degli impatti prodotti da altre attività (ad esempio, nel caso di attività di trattamento delle acque reflue prodotte da altre attività industriali);
- miglioramento dello stato dell’ambiente: ossia produzione di un impatto positivo sull’ambiente (ad esempio, nel caso degli interventi di bonifica e ripristino ambientale);
- abilitazione di altre attività: ossia supporto affinché altre attività economiche possano fornire un contributo sostanziale a un obiettivo ambientale (ad esempio, nel caso delle attività che si occupano di produrre o di installare impianti per l’efficientamento energetico, oppure delle attività di ricerca per lo sviluppo di materiali utili a contrastare i rischi di allagamento, il cui lavoro si volge essenzialmente a beneficio di altre attività economiche, superando i “confini” della propria attività e delle proprie performance)”<sup>64</sup>.

Il TEG ha poi infine individuato le attività prioritarie. Infatti, non vengono considerate tutte le attività che un settore può contenere, ma esse vengono ulteriormente scremate poiché non tutte riescono a fornire un contributo sostanziale agli obiettivi ambientali. Ciò nonostante, le attività che non sono inserite nella classificazione della Tassonomia, non devono essere considerate automaticamente “insostenibili” ma semplicemente come “non classificate”. “Per questa prima fase del progetto, il Parlamento e il Consiglio Europei hanno deciso di prioritizzare e analizzare solo le attività economiche più rilevanti e maggiormente capaci di incidere su ciascun obiettivo ambientale, tralasciandone - momentaneamente – altre, per esigenze pratiche legate alla complessità dello

---

<sup>64</sup> Assolombarda. (2022). *Op. cit.*

studio da condurre. È infatti previsto che la tassonomia venga sviluppata gradualmente nel corso del tempo, per includere progressivamente anche attività economiche e settori inizialmente non presi in considerazione"<sup>65</sup>.

## 2.6.2 Le categorie di attività economiche

Nel paragrafo precedente, si è visto quali sono le possibili modalità per fornire un contributo sostanziale agli obiettivi ambientali, le quali permettono di individuare e selezionare le attività che rientrano nella classificazione Tassonomia. Fatto innovativo per la selezione e categorizzazione delle attività economiche, è quella di includere da parte del TEG, anche attività che non agiscono ancora in un regime low-carbon – ovvero già a basse emissioni di carbonio - ma che si trovano in una fase transitoria e possono perciò fornire un contributo alla mitigazione dell’impatto ambientale. Si parla del passaggio da attività cosiddette “brown” ad attività “green”, il cui obiettivo è anche quello di incentivare gli investimenti volti a ridurre le emissioni.

Le attività individuate vengono a loro volta classificate in specifiche categorie di attività, le quali si differenziano a seconda che forniscano un contributo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici o all’adattamento ai cambiamenti climatici. Ogni categoria è formata da attività che attraverso una determinata azione forniscono appunto un contributo sostanziale. Nello specifico, per la mitigazione dei cambiamenti climatici si parla di attività low carbon, attività di transizione e attività abilitanti; mentre per l’adattamento ai cambiamenti climatici non vi è una propria e vera categoria ma si parla di qualsiasi attività che fornisca un contributo sostanziale purché rispetti il principio del DNSH, ovvero non arrechi in nessun modo un danno significativo agli obiettivi ambientali.

Di seguito si riportano le specifiche di ogni categoria di attività.

### 1) Attività low carbon

Sono tutte quelle attività che hanno emissioni basse, zero o negative – ovvero sottrarre gas serra dall’atmosfera, soprattutto CO<sub>2</sub> - e che sono già compatibili con un’economia a zero emissioni di carbonio entro il 2050.

---

<sup>65</sup> Assolombarda. (2022). *Op. cit.*

## 2) Attività di transizione

“Si tratta di attività per le quali non esistono alternative low-carbon tecnologicamente ed economicamente praticabili e che, tuttavia, presentano delle prestazioni (intese come livello di emissioni di carbonio) che corrispondono alle migliori performance del settore. Considerati questi limiti oggettivi e alla luce degli sforzi rispetto alla media di settore, tali attività possono essere qualificate come attività di contributo sostanziale all’obiettivo di mitigazione dei cambiamenti climatici se favoriscono la transizione verso un’economia climaticamente neutra entro il 2050. Ciò, a condizione che esse non ostacolino lo sviluppo e la diffusione di alternative a basse emissioni, né comportino una dipendenza da asset ad elevata intensità di carbonio. Si noti che, in astratto, questa categoria di attività si presta ad essere utilizzata per il contributo a tutti gli obiettivi ambientali ma, per scelta legislativa, è stata applicata solo all’obiettivo di mitigazione dei cambiamenti climatici. Essa, infatti, non riguarda un settore o un’attività specifica, ma il modo in cui un’attività viene condotta. Il Regolamento prevede che i criteri per questo tipo di attività debbano essere revisionati ogni tre anni, per consentire l’aggiornamento tempestivo della tassonomia in base agli sviluppi scientifici e tecnologici. Questo perché le attività di transizione, in realtà, non sono compatibili con l’obiettivo finale della neutralità climatica e possono essere considerate ecosostenibili solo in virtù di un compromesso di durata limitata, finalizzato a migliorare il più possibile le performance di attività economiche altamente impattanti, nell’attesa che emergano soluzioni tecnologiche migliori”<sup>66</sup>.

## 3) Attività abilitanti

“Sono le attività che consentono direttamente ad altre attività di apportare un contributo sostanziale a uno o più obiettivi. Come per le attività di transizione, anche le attività abilitanti forniscono un contributo sostanziale se non ostacolano gli obiettivi ambientali a lungo termine; inoltre, esse debbono presentare un significativo impatto positivo per l’ambiente, sulla base di considerazioni relative al ciclo di vita”<sup>67</sup>.

---

<sup>66</sup> Assolombarda. (2022). *Op. cit.*

<sup>67</sup> Ivi.

### 2.6.3 Il Climate Delegated Act e i criteri di vaglio tecnico

La fase successiva alla disamina delle attività economica è la redazione dei criteri di vaglio tecnico per ogni singola attività economica, i quali rappresentano la fase applicativa del protocollo Tassonomia. A tal proposito oltre al Regolamento UE n.2020/852, vi è un altro importante documento per lo sviluppo dello strumento Tassonomia, esso consiste in un Atto Delegato denominato “Climate Delegated Act”. Quest’ultimo viene pubblicato dalla Gazzetta Ufficiale dell’UE il 9 dicembre 2021, attraverso il Regolamento delegato UE n. 2021/2139, nel quale vengono elaborati i criteri di vaglio tecnico relativi a due dei sei obiettivi ambientali: mitigazione dei cambiamenti climatici e adattamento ai cambiamenti climatici. Come esposto precedentemente, il TEG ha incentrato il proprio lavoro sui primi due obiettivi ambientali, data la natura complessa del lavoro stesso. “Per quanto riguarda i restanti quattro obiettivi ambientali, ad oggi non è stato ancora pubblicato nessun atto ufficiale da parte dell’Unione Europea, l’unico riferimento disponibile è la bozza del secondo Atto Delegato contenente le indicazioni metodologiche e le raccomandazioni sui criteri associati ai restanti obiettivi ambientali – resa disponibile direttamente dalla Piattaforma sulla Finanza Sostenibile ai fini della consultazione pubblica”<sup>68</sup>.

Il Climate Delegated Act annovera i settori e le relative attività che vengono considerati responsabili del maggior contributo di emissioni di CO<sub>2</sub>, in particolare tra essi rientrano i settori energetico, manifatturiero, dei trasporti e delle costruzioni.

Come si è detto vengono analizzati, momentaneamente, i primi due obiettivi ambientali; pertanto, l’Atto Delegato viene articolato in due Allegati e tre articoli. Per quanto riguarda la suddivisione in allegati si ha:

- Allegato I: il quale contiene sia i criteri di contributo sostanziale che i criteri di DNSH in relazione all’obiettivo di mitigazione dei cambiamenti climatici; e
- Allegato II: il quale contiene sia i criteri di contributo sostanziale che i criteri di DNSH in relazione all’obiettivo di adattamento ai cambiamenti climatici.

I criteri a cui si fa riferimento, sono i criteri di vaglio tecnico, i quali forniscono per ciascuna attività economica, i dettagli tecnici relativi alle condizioni di contributo sostanziale e di danno significativo da soddisfare. Come visto anche nei paragrafi precedenti, un’attività economica per essere considerata ecosostenibile, deve soddisfare anche i requisiti dei criteri di vaglio tecnico.

---

<sup>68</sup> Assolombarda. (2022). *Op. cit.*

I criteri di vaglio tecnico vengono formulati nel Regolamento UE n.2020/852 nell'Art. 19, il quale ne stabilisce i requisiti e la funzione. Quest'ultimi vengono definiti come criteri quantitativi, i quali stabiliscono ove possibile delle soglie minime da rispettare, in alternativa vengono definiti qualitativi; inoltre come si può dedurre anche dagli allegati sopra citati, i criteri di vaglio tecnico hanno la funzione di individuare i principali contributi potenziali a favore di un determinato obiettivo ambientale e di specificare le prescrizioni minime che devono essere soddisfatte per evitare un danno significativo a qualsiasi dei pertinenti obiettivi ambientali. In riferimento, nello specifico, all'individuazione dei principali contributi potenziali a favore di un determinato obiettivo ambientale, essi devono rispettare il principio della "neutralità tecnologica". Con questo principio il legislatore europeo ha stabilito che, "a patto di garantire il livello di performance ambientale richiesto, la scelta di una tecnologia piuttosto che di un'altra è indifferente ai fini dell'allineamento alla tassonomia"<sup>69</sup>. Ciò implica un importante fattore, ovvero quello che non ci sia concorrenza a livello dei mercati, poiché se determinate attività economiche diverse tra loro forniscono il medesimo contributo, è indifferente la tecnologia adoperata da esse. "L'unica eccezione espressamente prevista dal legislatore in deroga al suddetto principio è quella delle attività di produzione di energia elettrica che utilizzano combustibili fossili solidi, le quali *"non possono in alcun caso essere considerate attività economiche ecosostenibili"* (art. 19, 3° comma). In altre parole, queste attività non potrebbero essere qualificate come ecosostenibili nemmeno se – ipoteticamente – avessero una tecnologia in grado di garantire un livello di performance ambientale in linea con gli obiettivi della Tassonomia"<sup>70</sup>.

Si possono poi citare altri due requisiti importanti, ovvero il fatto che i criteri di vaglio tecnico debbano tenere conto del ciclo di vita dei prodotti e dei servizi, con particolare attenzione al fine vita di quest'ultimi, si ricorda infatti che tra gli obiettivi ambientali della Tassonomia vi è quello di procedere verso un'economia che sia il più possibile circolare, proprio per minimizzare quello che potrebbe essere l'impatto ambientale. In riferimento a quest'ultimo poi, i criteri di vaglio tecnico fanno anche riferimento ai sistemi di etichettatura e di certificazione dell'Unione Europea; come, ad esempio, le certificazioni forestali FSC o PEFC o anche le etichette ambientali di tipo I.

Infine, per quanto riguarda la struttura dei criteri, essi sono composti da una scheda tecnica per ogni attività economica, la quale riporta la descrizione dell'attività economica in esame, il riferimento al

---

<sup>69</sup> Assolombarda. (2022). *Op. cit.*

<sup>70</sup> Assolombarda. (2022). *Op. cit.*

codice NACE ove possibile, i criteri di vaglio tecnico per il contributo sostanziale e i criteri di vaglio tecnico di DNSH.

Di seguito si riporta un flow-chart raffigurante una sintesi dei concetti chiave espressi nei precedenti paragrafi del presente capitolo, al fine di fornire una vista d'insieme delle informazioni espresse.

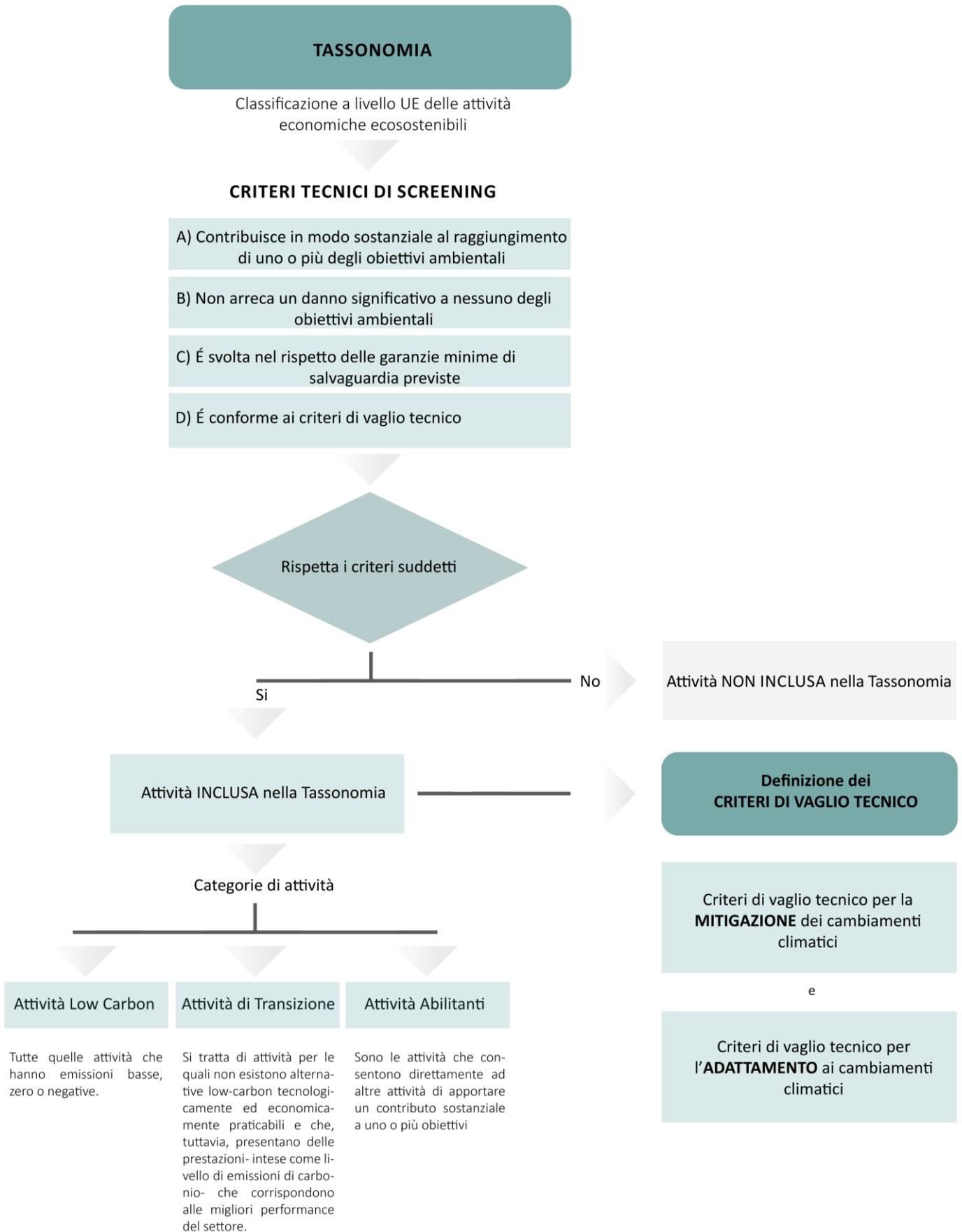


Figura 6: Flow-chart sulla struttura della Tassonomia. Fonte: elaborato personale.

#### 2.6.4 Contributo sostanziale agli obiettivi di mitigazione e adattamento

Dal momento che, al centro del lavoro del TEG, vi è la disamina dei primi due obiettivi ambientali della Tassonomia, è opportuno sottolineare cosa si intenda per contributo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici e contributo sostanziale all'adattamento ai cambiamenti climatici. Nel Regolamento UE n.2020/852, vengono dedicati due articoli ai suddetti obiettivi, in particolare l'articolo 10 e 11.

Per quanto riguarda il contributo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici, si riportano i principali punti dell'articolo secondo quanto segue:

1. Si considera che un'attività economica dà un contributo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici se contribuisce in modo sostanziale a stabilizzare le concentrazioni di gas a effetto serra nell'atmosfera al livello che impedisce pericolose interferenze di origine antropica con il sistema climatico in linea con l'obiettivo di temperatura a lungo termine dell'Accordo di Parigi evitando o riducendo le emissioni di gas a effetto serra o aumentando l'assorbimento dei gas a effetto serra, anche attraverso prodotti o processi innovativi mediante:

a) la produzione, la trasmissione, lo stoccaggio, la distribuzione o l'uso di energie rinnovabili conformemente alla direttiva (UE) 2018/2001, anche tramite tecnologie innovative potenzialmente in grado di ottenere risparmi significativi in futuro oppure tramite il necessario rafforzamento o ampliamento della rete;

b) il miglioramento dell'efficienza energetica, fatta eccezione per le attività di produzione di energia elettrica di cui all'articolo 19, paragrafo 3;

c) l'aumento della mobilità pulita o climaticamente neutra;

d) il passaggio all'uso di materiali rinnovabili di origine sostenibile;

e) l'aumento del ricorso alle tecnologie, non nocive per l'ambiente, di cattura e utilizzo del carbonio (carbon capture and utilisation — CCU) e di cattura e stoccaggio del carbonio (carbon capture and storage — CCS), che consentono una riduzione netta delle emissioni di gas a effetto serra;

f) il potenziamento dei pozzi di assorbimento del carbonio nel suolo, anche attraverso attività finalizzate ad evitare la deforestazione e il degrado forestale, il ripristino delle foreste, la gestione sostenibile e il ripristino delle terre coltivate, delle praterie e delle zone umide, l'imboschimento e l'agricoltura rigenerativa;

g) la creazione dell'infrastruttura energetica necessaria per la decarbonizzazione dei sistemi energetici;

h) la produzione di combustibili puliti ed efficienti da fonti rinnovabili o neutre in carbonio; o

i) il sostegno di una delle attività elencate ai punti da a) ad h) del presente paragrafo in conformità dell'articolo 16.

Scopo principale è quindi quello di ridurre le emissioni di gas serra, in particolare quelle di CO<sub>2</sub>, attraverso attività che possano fornire un beneficio; quest'ultime vengono infatti selezionate proprio in base al presente scopo, ovvero in base alla capacità di essere decarbonizzate a loro volta o di consentire la decarbonizzazione in altri settori. Entrambe le attività sono necessarie tant'è che il TEG ha ritenuto utile adottare i seguenti concetti per considerare non solo la selezione delle attività economiche per il sistema generale, ma anche stabilire i criteri di selezione e identificare i tipi di finanziamento che potrebbero essere considerati ammissibili.

Per quanto riguarda invece il contributo sostanziale all'adattamento ai cambiamenti climatici, si riportano anche qui i principali punti del rispettivo articolo secondo quanto segue:

1. Si considera che un'attività economica dà un contributo sostanziale all'adattamento ai cambiamenti climatici se:

a) comprende soluzioni di adattamento che riducono in modo sostanziale il rischio di effetti negativi del clima attuale e del clima previsto per il futuro sull'attività economica o riducono in modo sostanziale tali effetti negativi, senza accrescere il rischio di effetti negativi sulle persone, sulla natura o sugli attivi; o

b) fornisce soluzioni di adattamento che, oltre a soddisfare le condizioni stabilite all'articolo 16, contribuiscono in modo sostanziale a prevenire o ridurre il rischio di effetti negativi del clima attuale e del clima previsto per il futuro sulle persone, sulla natura o sugli attivi, senza accrescere il rischio di effetti negativi sulle altre persone, sulla natura o sugli attivi

2. Le soluzioni di adattamento di cui al paragrafo 1, lettera a), sono valutate e classificate in ordine di priorità utilizzando le migliori proiezioni climatiche disponibili e prevengono e riducono, come minimo:

a) gli effetti negativi, sull'attività economica, dei cambiamenti climatici legati a un luogo e contesto determinato; oppure

b) i potenziali effetti negativi dei cambiamenti climatici sull'ambiente in cui si svolge l'attività economica.

I concetti di mitigazione e adattamento sono strettamente connessi tra loro, specialmente perché nonostante le opere di mitigazione attuate ad oggi, un cambiamento climatico si verificherà sicuramente, così come tutti gli impatti negativi ad esso correlati di cui si ha già testimonianza. Pertanto, la mitigazione aiuta in parte l'adattamento a mitigare appunto quelli che saranno le ripercussioni sull'ambiente e non solo. La differenza tra i due obiettivi sta nella definizione dei criteri di vaglio tecnico delle attività economiche, che, come si vedrà in seguito, si differenziano soprattutto per la loro natura, quantitativa per la mitigazione e qualitativa per l'adattamento.

## 2.7 Tassonomia: il settore edilizio

### 2.7.1 Le attività economiche del settore edilizio

Tra i settori inclusi nella Tassonomia si annovera il settore edilizio, quest'ultimo viene considerato tra i settori che producono le maggiori quantità di CO<sub>2</sub> e di conseguenza rientra tra i settori prioritari. Si è sottolineato infatti, in particolare nel capitolo precedente, come il settore edile nell'Unione Europea sia responsabile del "40 % del consumo di energia e del 36 % delle emissioni di carbonio"<sup>71</sup>. Aspetto da sottolineare, è il fatto che nonostante la situazione del settore edilizio sia critica, il tasso di ristrutturazione annuale si aggira attorno all'1%; un tasso davvero irrisorio se si pensa agli obiettivi da perseguire entro il 2050. Dal momento che il settore edilizio ricopre un ruolo di rilievo per la mitigazione dei cambiamenti climatici è opportuno stabilire le attività economiche e i relativi criteri di vaglio tecnico, tali da fornire un contributo sostanziale.

All'interno del protocollo Tassonomia, per il settore "Edilizia e attività immobiliari" rientrano le seguenti attività economiche:

- Costruzione di nuovi edifici
- Ristrutturazione di edifici esistenti
- Installazione, manutenzione e riparazione di dispositivi per l'efficienza energetica

---

<sup>71</sup> Diana, M. (2021, December 6). *UE alla ricerca di standard comuni per misurare le emissioni di carbonio incorporate dagli edifici*. ENEA - Dipartimento Unità per l'efficienza Energetica. <https://www.energiaenergetica.enea.it/vi-signaliamo/ue-alla-ricerca-di-standard-comuni-per-misurare-le-emissioni-di-carbonio-incorporate-dagli-edifici.html>

- Installazione, manutenzione e riparazione di stazioni di ricarica per veicoli elettrici negli edifici (e negli spazi adibiti a parcheggio di pertinenza degli edifici)
- Installazione, manutenzione e riparazione di strumenti e dispositivi per la misurazione, la regolazione e il controllo delle prestazioni energetiche degli edifici
- Installazione, manutenzione e riparazione di tecnologie per le energie rinnovabili
- Acquisto e proprietà di edifici

Come si vedrà nel paragrafo successivo verrà analizzata nel dettaglio, data la sua importanza, l'attività economica per le ristrutturazioni di edifici esistenti, a cui seguirà poi nel capitolo successivo un caso studio con relativa applicazione dell'attività economica.

### 2.7.2 L'attività economica per la ristrutturazione di edifici esistenti

L'attività economica inerente la ristrutturazione di edifici esistenti, residenziali e non, fa parte del settore "Edilizia e attività immobiliari" dell'Atto Delegato 2021/2139. Come si è visto, il settore edilizio è tra i maggiori produttori di gas serra – specialmente CO<sub>2</sub>– e di conseguenza anche uno dei settori più importanti per fornire un contributo sostanziale. Tra tutte le attività del settore, la scelta è ricaduta sull'analisi delle ristrutturazioni di edifici esistenti poiché, per perseguire una transizione verso un'economia a emissioni nette zero c'è bisogno di aumentare il tasso di ristrutturazioni portandolo dall'1% annuo ad almeno il 3% annuo. La ristrutturazione degli edifici esistenti contribuisce infatti in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici, riducendo l'uso di energia e le emissioni di gas serra per la restante fase operativa degli edifici ed evitando le emissioni che si verificherebbero con la costruzione di nuovi edifici. Inoltre, in un'ottica di ciclo di vita e di economia circolare, rientra tra le attività che meglio perseguono gli obiettivi di quest'ultime, come ad esempio quelli di limitare la produzione di rifiuti da C&D (Costruzione e Demolizione) e di riqualificazione, prolungando in questo modo il ciclo di vita dell'edificio stesso.

“Il TEG riconosce che è necessario considerare sia la domanda di energia che le emissioni di gas serra come parametri per valutare le prestazioni di un edificio. Tuttavia, il feedback ricevuto attraverso la consultazione con le istituzioni finanziarie e gli sviluppatori ha dimostrato che, in pratica, la maggior parte non è pronta a utilizzare i parametri delle emissioni di gas serra per valutare le prestazioni delle proprie attività e dei propri beni. In questo contesto, il TEG ha deciso di adottare un approccio

transitorio basato sulla decisione iniziale di utilizzare le metriche energetiche, che saranno estese per includere le emissioni di gas serra una volta che saranno disponibili dati sufficienti per queste ultime<sup>72</sup>. Come si vedrà successivamente le soglie minime dei criteri di vaglio tecnico non riguardano il rispetto di soglie minime relative ai quantitativi di emissioni di gas ad effetto serra, ma si parla appunto di rispettare valori circa le prestazioni energetiche dell'edificio. Dal momento che si vogliono incentivare gli investimenti nei confronti delle attività di ristrutturazione, imporre dei criteri troppo restrittivi e su dati che sono attualmente di difficile reperibilità da parte dell'investitore, comporterebbe l'effetto contrario rispetto a quello sperato; per questo il TEG per il momento farà riferimento alle sole metriche energetiche. "Il TEG riconosce che le emissioni del settore non sono causate solo durante la fase operativa di un edificio, ma che emissioni significative sono generate durante l'estrazione, la produzione e il trasporto dei materiali da costruzione, così come durante il processo di costruzione e attraverso il processo di demolizione a fine vita. A causa delle attuali limitazioni dei dati sulle emissioni di gas serra dell'intero ciclo di vita, il TEG ha scelto di concentrarsi sulla fase operativa. Tuttavia, il TEG raccomanda vivamente di stabilire ulteriori soglie per le emissioni di gas serra non appena saranno disponibili dati più solidi"<sup>73</sup>.

Nell' Atto Delegato, vengono individuati i criteri di vaglio tecnico specifici per l'attività, in particolare i criteri che forniscono un contributo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici, all'adattamento ai cambiamenti climatici e per ognuno dei due obiettivi i criteri relativi al principio di DNSH. I criteri facenti parte dell'Atto Delegato, sono relativi a qualsiasi tipologia di ristrutturazione, tranne per le ristrutturazioni di edifici destinati a essere occupati da attività di estrazione, trasporto o produzione di combustibili fossili (sia per l'effettiva estrazione, trasporto, produzione e/o per scopi amministrativi); esse vengono escluse poiché per lo strumento Tassonomia sono attività che non possono essere classificate nel sistema dal momento che non producono nessun contributo ambientale, ma anzi lo indeboliscono.

Nella figura seguente viene riportato l'avanzamento del flow-chart presentato poc'anzi (*cfr. § 2.6.3*), il quale mette in evidenza l'attività economica analizzata, ovvero l'attività economica relativa alle ristrutturazioni di edifici esistenti e la necessità di definire dei criteri di vaglio tecnico specifici per quest'ultima, i quali saranno specificati in delle apposite Schedature come si vedrà di seguito.

---

<sup>72</sup> TEG. (2020). *Taxonomy: Final report of the Technical Expert Group on Sustainable Finance*.

<sup>73</sup> TEG. (2020). *Taxonomy: Final report of the Technical Expert Group on Sustainable Finance*.

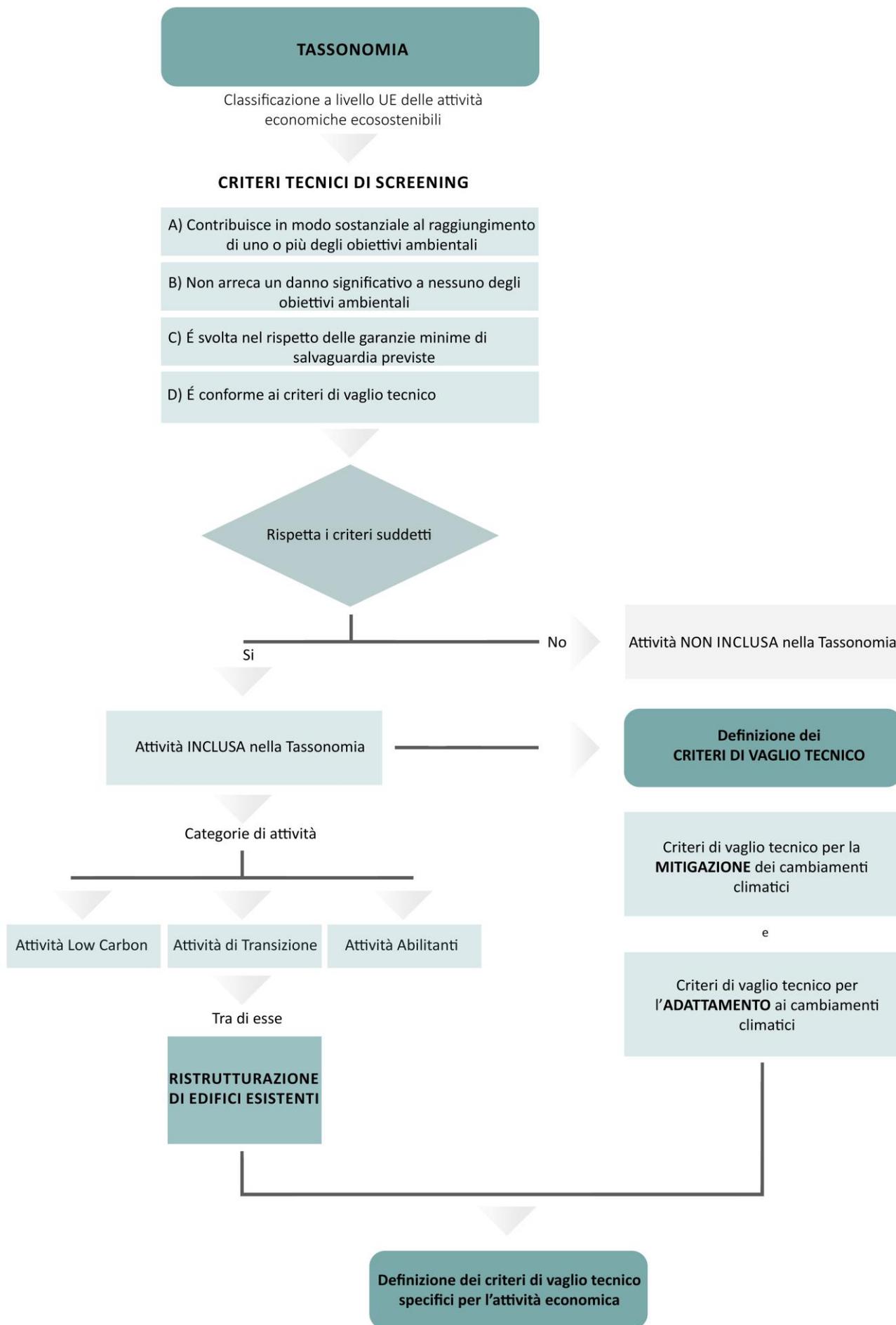


Figura 7: Flow-chart inerente l'obiettivo di mitigazione per l'attività economica di ristrutturazione di edifici esistenti. Fonte: elaborato personale.

Per l'obiettivo mitigazione, le soglie minime da rispettare dei suddetti criteri, "si basano sui rispettivi parametri stabiliti nei regolamenti edilizi e nelle norme edilizie applicabili per le ristrutturazioni importanti che recepiscono la direttiva EPBD oppure, nel caso di miglioramenti relativi, sui risparmi energetici calcolati in termini di fabbisogno netto di energia primaria durante la fase operativa del ciclo di vita dell'edificio, ossia la "fase B6" secondo il CEN T350 (espressi in kWh/m<sup>2</sup> all'anno)"<sup>74</sup>. La proposta da parte del TEG di inserire come criterio, una soglia alternativa basata sul miglioramento relativo della prestazione energetica, è dovuto al fatto che lo strumento Tassonomia si riferisce sia ad un contesto Nazionale che Internazionale e dal momento che le politiche sono differenti in base al contesto locale, non tutti i Paesi potrebbero essere in grado di applicare o rispettare i requisiti stipulati per le ristrutturazioni importanti, ma essere comunque in grado di fornire un contributo dal punto di vista di risparmio energetico di almeno il 30% calcolato in termini di domanda netta di energia primaria.

Il TEG riconosce, oltre al criterio suddetto, anche l'ammissibilità di schemi alternativi come, ad esempio, schemi di certificazione della sostenibilità commerciale o una normativa o un requisito nazionale simile in Paesi al di fuori dell'UE, i quali dimostrino il soddisfacimento dei criteri di prestazione stabiliti nella Tassonomia.

Nella *Tabella 5* verranno elencati nel dettaglio i criteri di vaglio tecnico per l'obiettivo mitigazione e le relative soglie minime da rispettare al fine di poter considerare ammissibile l'attività economica, ovvero la ristrutturazione di edifici esistenti in questo caso, nonché l'iter da seguire per soddisfare i criteri.

---

<sup>74</sup> Ivi.

<b>CRITERI DI VAGLIO TECNICO PER L'ATTIVITA' DI RISTRUTTURAZIONE DI EDIFICI ESISTENTI</b>	
OBIETTIVO	CRITERI DI VAGLIO TECNICO
Contributo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici	1. La ristrutturazione degli edifici è conforme ai requisiti applicabili per le ristrutturazioni importanti.
	2. In alternativa, comporta una riduzione del fabbisogno di energia primaria di almeno il 30 %.
<b>PROCEDURA PER LA VERIFICA DEL CRITERIO 1</b>	
TIPOLOGIE DI RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI	VERIFICHE DA EFFETTUARE <sup>(*)</sup>
<b>1° LIVELLO</b>	A, B, D, E, F, G, H, J, K, L, M, P, Q, R, S, T, W, X, Y. <sup>(**)</sup>
Intervento sull'involucro edilizio con un incidenza >50% della SLD complessiva dell'edificio; e Ristrutturazione dell'impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva asservito all'intero edificio	
<b>2° LIVELLO</b>	B, C, E, F, I, K, L. <sup>(**)</sup>
Intervento sull'involucro edilizio con un'incidenza >25% della SLD complessiva dell'edificio; e Può interessare la ristrutturazione dell'impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva	
<b>PROCEDURA PER LA VERIFICA DEL CRITERIO 2</b>	
Il fabbisogno iniziale di energia primaria e il miglioramento stimato si possono basare su :	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• una perizia dettagliata dell'edificio</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• una diagnosi energetica condotta da un esperto indipendente accreditato</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• qualsiasi altro metodo trasparente e proporzionato e convalidato mediante un attestato di prestazione energetica</li> </ul>	

(\*) : I requisiti da verificare dipendono dalla classificazione dell'edificio in esame. Si veda Tabella 2.

(\*\*) : I requisiti da verificare vengono esplicitati nella Tabella 3.

(\*\*\*) NB : E' possibile applicare questo criterio nel caso in cui non sia possibile applicare i requisiti per le ristrutturazioni

Tabella 5: Schedatura obiettivo Mitigazione per l'attività di ristrutturazione di edifici esistenti. Fonte: elaborato personale.

TAB. 2 VERIFICHE DA RISPETTARE		
CLASSIFICAZIONE DEGLI EDIFICI	RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE DI 1°LIVELLO	RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE DI 2°LIVELLO
E1(1) E1(2) E1(3) E2 E3 E4 E5 E7	A, B, D, E, F, G, H, J, K, L, M, P, Q, R, S, T, W, X, Y	B, C, E, F, I, K, L
E6	A, B, D, E, F, H, J, K, L, M, P, R, S, T, W, X, Y	Q,
E8	A, B, E, F, H, J, K, L, M, P, Q, R, S, T, W, X, Y	C, E, F, K, Q

Tabella 6: Verifiche da rispettare. Fonte: Rielaborazione personale.

TAB. 3 ELENCO DELLE VERIFICHE (DM 26/6/15)	
A	Verificare che $EP_{H,nd}$ , $EP_{C,nd}$ e $EP_{gl,tot}$ siano inferiori ai valori limite
B	Verificare che $H'T$ sia inferiore al valore limite
C	Verificare che la trasmittanza delle strutture opache e chiusure tecniche rispetti i valori limite
D	Verificare che la trasmittanza dei divisori sia inferiore o uguale a $0.8 \text{ W/m}^2\text{K}$
E	Le altezze minime dei locali di abitazione [...] possono essere derogate fino a 10 cm
F	Verificare l'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali
G	Verificare nelle località in cui $I_{m,s} \geq 290 \text{ W/m}^2$ , che le pareti opache verticali, orizzontali e inclinate rispettino i limiti di trasmittanza periodica ( $Y_{IE}$ ) e massa superficiale ( $M_s$ )
H	Verificare che il rapporto $A_{sol,est} / A_{sup\ utile}$ rispetti i limiti previsti
I	Verificare che per le chiusure tecniche trasparenti $g_{gl+sh} \leq 0,35$
J	Valutare l'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate
K	Verificare l'efficacia, per le strutture di copertura, dell'utilizzo di materiali a elevata riflettanza solare e di tecnologie di climatizzazione passiva
L	Rispettare gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili termiche ed elettriche secondo quanto previsto dal DLgs 28/11 e s.m.
M	Verificare che i rendimenti $\eta_H, \eta_W$ e $\eta_C$ siano maggiori dei rispettivi valori limite
N	Realizzare una diagnosi energetica dell'edificio e dell'impianto
O	Rispettare i limiti e le regole previste per la sostituzione generatore di calore, la sostituzione di macchine frigorifere e la sostituzione di generatori di calore per l'ACS
P	Per gli edifici ad uso non residenziale, è obbligatorio un livello minimo di automazione le tecnologie dell'edificio e degli impianti termici
Q	Rispettare i limiti e le regole per la termoregolazione
R	Rispettare i limiti e le regole per la contabilizzazione del calore
S	Rispettare i limiti e le regole per l'installazione di generatori di calore a biomasse
T	In caso di presenza di reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento in prossimità dell'edificio in progetto è obbligatorio predisporre i collegamenti
U	Rispettare i limiti e le regole per la sostituzione di apparecchi di illuminazione
V	Rispettare i limiti e le regole per l'installazione, sostituzione o riqualificazione degli impianti di ventilazione
W	Rispettare i limiti e le regole per il trattamento dell'acqua di impianto e la contabilizzazione del volume di acqua calda sanitaria
X	Rispettare i limiti e le regole per la micro cogenerazione
Y	Rispettare i limiti e le regole per ascensori e scale mobili

Tabella 7: Elenco delle verifiche. Fonte: Rielaborazione personale.

Per l'obiettivo di adattamento invece - a differenza dell'obiettivo mitigazione - si parla di criteri tecnici qualitativi, essi infatti non sono caratterizzati da soglie minime o da valori da soddisfare affinché l'attività economica sia considerata ammissibile ma fanno più che altro riferimento ad un insieme di principi guida da seguire e a dei criteri di selezione che possono essere utilizzati per determinare se un'attività economica fornisce un contributo sostanziale all'adattamento. "Per i criteri di selezione qualitativa, non sono ancora stati sviluppati parametri di riferimento misurati o metriche accettate per l'adattamento, non esiste una metodologia consolidata per definire criteri di screening quantitativi per l'adattamento e obiettivi di adattamento definiti a livello nazionale, settoriale o subnazionale"<sup>75</sup>; proprio per questo motivo i criteri qualitativi possono essere applicati a tutte le attività economiche, senza distinzioni.

Nel Climate Delegated Act ed in particolare nell'Allegato II, inerente l'obiettivo di adattamento, non vengono definite nello specifico quali siano le soluzioni di adattamento dell'attività economica, in questo caso la ristrutturazione di edifici esistenti, ma piuttosto le modalità su come attuare delle soluzioni di adattamento. Prima di tutto l'attività economica deve attuare delle soluzioni di adattamento che hanno l'obiettivo di ridurre i più importanti rischi climatici che pesano sull'attività. Per fare ciò è opportuno, prima individuare quali sono i rischi climatici che incidono sull'attività e poi proporre delle soluzioni di adattamento che dovranno rispettare dei determinati criteri, come si vedrà in seguito.

Nell'appendice A del suddetto Atto Delegato si riportano i principali rischi a livello climatico che possono verificarsi sull'attività economica, utili al fine di effettuare una valutazione del rischio climatico; inoltre, la valutazione del rischio climatico e della vulnerabilità è proporzionata alla portata dell'attività e alla durata prevista. Una volta individuati i rischi legati alla specifica attività economica, fatta una valutazione del rischio climatico sulla base dell'attività stessa e della sua durata, si possono attuare delle soluzioni di adattamento che dovranno rispettare, come anticipato, dei criteri espressi secondo la *Tabella 8*.

---

<sup>75</sup> Ivi.

<b>CRITERI DI VAGLIO TECNICO PER L'ATTIVITA' DI RISTRUTTURAZIONE DI EDIFICI ESISTENTI</b>
<b>OBIETTIVO</b>
Contributo sostanziale all'adattamento ai cambiamenti climatici
<b>CRITERI</b>
<p>Le soluzioni di adattamento attuate:</p> <p>a) non influiscono negativamente sugli sforzi di adattamento o sul livello di resilienza ai rischi climatici fisici di altre persone, della natura, del patrimonio culturale, dei beni e di altre attività economiche;</p> <p>b) favoriscono le soluzioni basate sulla natura o si basano, per quanto possibile, su infrastrutture blu o verdi;</p> <p>c) sono coerenti con i piani e le strategie di adattamento locali, settoriali, regionali o nazionali;</p> <p>d) sono monitorate e misurate in base a indicatori predefiniti e, nel caso in cui tali indicatori non siano soddisfatti, vengono prese in considerazione azioni correttive;</p> <p>e) laddove la soluzione attuata sia fisica e consista in un'attività per la quale sono stati specificati criteri di vaglio tecnico nel presente allegato, la soluzione è conforme ai criteri di vaglio tecnico relativi a "non arrecare danno significativo" (DNSH) per tale attività.</p>

*Tabella 8: Schedatura per l'obiettivo di adattamento per l'attività economica relativa alle ristrutturazione di edifici esistenti.  
Fonte: elaborato personale.*

Nonostante non vengano riportate nell'Atto Delegato le specifiche soluzioni di adattamento da applicare, nel rapporto tecnico del TEG viene sottolineato che "le attività di ingegneria associate alla progettazione, alla costruzione, all'adeguamento e alla ricostruzione di infrastrutture per aumentare la resilienza ai rischi legati al clima, attraverso l'attuazione di misure di adattamento strutturale o di approcci basati sugli ecosistemi, contribuiscono alla riduzione del rischio climatico fisico di altre attività economiche<sup>76</sup>".

Inoltre, si ricorda che non è sufficiente che l'attività fornisca un contributo sostanziale ma che rispetti anche il principio di DNSH, ovvero quello di non arrecare danno significativo agli altri obiettivi ambientali. I criteri di DNSH sono specificati nel Climate Delegated Act, in particolare nell'Allegato I per quanto riguarda la mitigazione dei cambiamenti climatici e nell'Allegato II invece per l'adattamento ai cambiamenti climatici.

---

<sup>76</sup> Ivi.

### 2.7.3 Attività di ricerca in tema di resilienza

Analizzando il tema della Tassonomia si è ampiamente dibattuto come i due obiettivi affrontati e analizzati siano momentaneamente la mitigazione dei cambiamenti climatici e l'adattamento ai cambiamenti climatici; in particolare, per l'obiettivo mitigazione si hanno a disposizione dei criteri quantitativi, che attraverso il rispetto di soglie e valori numerici, permettono di capire se l'obiettivo di contributo sostanziale alla mitigazione venga raggiunto per la specifica attività economica; mentre per l'adattamento la situazione risulta essere più complicata dal momento che si parla perlopiù di criteri qualitativi, che appunto a differenza dei precedenti, non forniscono un valore a cui riferirsi per capire se l'attuazione della tecnologia scelta sia sufficiente a fornire un contributo sostanziale all'adattamento ai cambiamenti climatici. Come si vedrà infatti in seguito, precisamente nel Capitolo 3, dedicato all'applicazione dello strumento ad un caso studio, la verifica dei criteri per l'obiettivo mitigazione risulta essere più semplice ed intuitiva, discorso opposto quello per l'obiettivo adattamento, per il quale non vengono fornite delle vere e proprie indicazioni o pratiche da mettere in atto. Pertanto, al fine di fornire un ulteriore contributo allo strumento Tassonomia e all'obiettivo *adattamento* nell'ambito edilizio, si sono individuati alcuni progetti di ricerca, che incorporano metodologie e tecnologie abilitanti in tema di resilienza, le quali possono contribuire in modo sostanziale al raggiungimento dell'obiettivo adattamento ed essere utili ai progettisti per orientare le proprie scelte progettuali. Successivamente, nel Capitolo 3, si passerà all'applicazione di una strategia di raffrescamento per mostrare il contributo apportato all'obiettivo adattamento.

Ultimamente il tema della resilienza sta trovando ampio campo nel contesto generale ed in particolare nel settore edile, nel quale la progettazione di edifici resilienti è diventata necessaria e soprattutto urgente a causa della crescente frequenza e intensità con cui si verificano gli eventi estremi associati ai cambiamenti climatici. Tra le principali problematiche che si possono riscontrare nel campo edilizio a livello di edificio, vi sono le ondate di calore e le interruzioni di corrente che spesso si verificano anche contemporaneamente; questi due fenomeni sono di fondamentale importanza poiché vanno a condizionare le prestazioni dell'edificio e a interferire sul comfort termico dell'occupante, di conseguenza si parla di realizzare principalmente edifici resilienti termicamente. In quest'ottica, l'interesse è cresciuto per portare la progettazione degli edifici oltre i requisiti minimi standard, al fine di conseguire gli obiettivi prestazionali anche in caso di cambiamenti futuri. A tal proposito, infatti, non sono sufficienti esclusivamente le decisioni progettuali e le condizioni fissate dal progettista nelle fasi di progettazione o di ristrutturazione che soddisfano le prestazioni presenti richieste, ma è necessario ragionare in un'ottica futura dove le

prestazioni dell'edificio possono essere influenzate da una vasta gamma di eventi, i quali possono verificarsi durante la fase operativa. Secondo quanto riportato dall'IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change – ovvero l'organismo delle Nazioni Unite che si occupa della valutazione scientifica dei cambiamenti climatici, si prevede, attraverso rapporti di valutazione, che gli impatti dovuti ai cambiamenti climatici saranno sempre più dirompenti e soprattutto che la gravità e la frequenza di tali scenari saranno sempre più in aumento negli anni successivi a causa appunto dei cambiamenti climatici. Da qui, si capisce l'importanza di essere preparati ai futuri scenari.

La parola resilienza trae origine dal latino, dal verbo "*rēsīlīre*" che significa "tornare indietro"; l'uso comune della parola resilienza si diversifica a seconda dell'ambito che si considera, ma generalmente può essere definita come la capacità di un'entità o di un sistema di tornare alla condizione normale dopo il verificarsi di un evento che interrompe il suo stato iniziale. Nel caso specifico di un edificio esso viene considerato resiliente se è in grado di tornare alle condizioni normali, ovvero ai normali livelli prestazionali precedenti al verificarsi dell'evento dirompente. La capacità di un edificio di essere resiliente, può essere descritto attraverso quattro criteri: capacità di assorbimento, capacità di adattamento, capacità di ripresa e velocità di recupero, in relazione all'evento dirompente.

Di seguito si specifica il significato di ciascun criterio:

“Capacità di assorbimento: è la capacità di un sistema di assorbire gli impatti di eventi dirompenti e di minimizzarne le conseguenze con il minimo sforzo [..];

Capacità di adattamento: è la capacità di adeguarsi ad eventi indesiderati subendo alcuni cambiamenti [..];

Capacità di ripresa: è la capacità di tornare ad un normale o migliore funzionamento[..];

Velocità di recupero: è la velocità del processo di recupero[..]<sup>77</sup>.

La capacità di ripresa viene considerata come la più importante ma anche come la più difficile da raggiungere, dal momento che l'entità degli eventi molto spesso non può essere quantificata. La resilienza di un edificio, inoltre, dipende in particolare dalle sue caratteristiche, come ad esempio i componenti di involucro edilizio, e dalla natura dell'interruzione.

Come accennato, sono stati realizzati e sono ancora in corso ricerche e studi relativi al tema della resilienza in ambito edilizio; in particolare la *IEA* ovvero *l'Agenzia Internazionale dell'Energia* ha

---

<sup>77</sup> AA.VV., (2021). Resilient cooling strategies – A critical review and qualitative assessment. *Energy and Buildings*, 251, 111312. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111312>

istituito un programma noto come *EBC*: “*Programma energia negli edifici e nelle comunità*” il quale “svolge attività di ricerca e sviluppo verso emissioni di energia e carbonio prossime allo zero nell'ambiente costruito. Questi progetti di ricerca congiunti sono diretti alle tecnologie e alle attività di risparmio energetico che supportano l'applicazione pratica della tecnologia. I risultati sono utilizzati anche nella formulazione di politiche e standard internazionali e nazionali per il risparmio energetico”<sup>78</sup>. Il programma è stato sviluppato in relazione al contesto, in cui il settore edilizio rappresenta uno dei maggiori emettitori di CO<sub>2</sub> ed anche uno dei maggiori consumatori di energia.

Il programma di ricerca *EBC* viene svolto principalmente attraverso una serie di progetti di ricerca, i cosiddetti “*Annex*”; di particolare interesse ai fini della ricerca di tesi vi è l’*Annex 80* relativo al raffreddamento resiliente degli edifici, noto con il termine di *Resilient Cooling*, “utilizzato per indicare soluzioni di raffreddamento a basso consumo energetico e a basse emissioni di carbonio, in particolare soluzioni che non siano solo efficienti, convenienti e protettive dal punto di vista climatico, ma anche robuste e di supporto in caso di eventi estremi”<sup>79</sup>. Come si è sottolineato infatti il fenomeno del surriscaldamento, insieme all’interruzione di corrente, è uno dei maggiori problemi a cui è soggetto l’edificio e l’occupante.

“L’*Annex 80* comprende la valutazione, la ricerca e lo sviluppo di tecnologie di raffreddamento attivo e passivo suddivise nei seguenti quattro gruppi:

- a. Ridurre i guadagni termici indotti dall'esterno negli ambienti interni;
- b. Migliorare il comfort personale oltre al raffrescamento degli ambienti;
- c. Rimuovere il calore sensibile dagli ambienti interni;
- d. Controllo del calore latente (umidità) degli ambienti interni”<sup>80</sup>.

Di seguito si elencano le tecnologie specifiche di ogni categoria suddetta.

Categoria a. Ridurre i guadagni termici indotti dall'esterno negli ambienti interni

Con il termine “guadagno solare” si intende l’aumento della temperatura dovuto al passaggio dell’energia solare attraverso componenti edilizi come finestre o porte; come si può dedurre ciò può rappresentare un beneficio o un danno a seconda della stagione e/o del clima che si considera. È

---

<sup>78</sup> *EBC* // *IEA EBC*. <https://www.iea-ebc.org/ebc>

<sup>79</sup> *EBC Annex 80 (2019). Testo allegato.*

<sup>80</sup> *IEA EBC. IEA EBC Annex 80 - Resilient Cooling*. <https://annex80.iea-ebc.org/>

dunque importante una corretta gestione del guadagno solare, attraverso soluzioni tecnologiche attive o passive, affinché venga massimizzato il comfort e minimizzati invece i costi. L'Annex 80 individua per questa categoria, le seguenti soluzioni tecnologiche:

- Schermature solari avanzate
- Materiali freddi avanzati
- Tecnologie avanzate per le vetrate
- Facciate ventilate, tetti ventilati
- Tetti verdi, facciate verdi

In alcuni casi le strategie proposte dall'Annex 80 possono essere suddivise a loro volta, in sottocategorie; è il caso ad esempio dei sistemi vetrati, tra cui si possono annoverare i vetri *Low-E* e gli *Smart Glazing* come si vedrà in seguito.

Nel caso di sistemi vetrati, essi sono spesso accompagnati e considerati insieme ai sistemi di schermatura solare, in quanto se usati simultaneamente forniscono notevoli benefici in tema di gestione del guadagno di calore. "La capacità combinata delle finestre e delle tecnologie di schermatura di fornire un raffreddamento resistente dipende dalle proprietà intrinseche del pacchetto finestra/vetro, modificato da eventuali tecnologie di schermatura"<sup>81</sup>; di conseguenza la scelta del giusto pacchetto vetrato è di fondamentale importanza. "I sistemi di vetratura utilizzati oggi nella maggior parte delle finestre utilizzano tinte e rivestimenti per l'assorbimento e la riflessione e possono essere ulteriormente combinati in vetri multipli in un'unità di vetratura isolata con due o più strati di vetro che forniscono un'ampia gamma di capacità di gestione termica"<sup>82</sup>. In particolare, la tecnologia più efficace e utilizzata è quella che incorpora rivestimenti a bassa emittanza termica infrarossa, definiti come vetri "*low-E*" ovvero vetri basso emissivi. In particolare i vetri bassi emissivi assolvono due funzioni, prima di tutto riducono il guadagno solare e riducono poi anche la trasmittanza termica della finestra. Si sottolinea che questa tipologia di vetri non interferisce sul passaggio di luce diurna.

I vetri che presentano però proprietà ottiche e solari fisse, non sono in grado di adattarsi ai mutamenti dovuti ai cambiamenti climatici, di conseguenza sono stati studiati dei vetri definiti "*smart glazing*" "le cui proprietà di trasmissione della luce si modificano dinamicamente per

---

<sup>81</sup> AA.VV., (2021). Resilient cooling strategies – A critical review and qualitative assessment. *Energy and Buildings*, 251, 111312. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111312>

<sup>82</sup> Ivi.

controllare il passaggio dell'irraggiamento solare negli edifici"<sup>83</sup>. Esempi di smart glazing sono i vetri *termocromici*, ovvero vetri che possiedono proprietà ottiche solari che variano moderatamente con la temperatura; i vetri *elettrocromici* e i vetri a *cristalli liquidi*.

Così come per i vetri, anche "i sistemi di ombreggiamento possono essere statici o dinamici e possono essere montati sia all'esterno che all'interno della vetrata [..]; le soluzioni di ombreggiatura più conosciute sono le tende, le veneziane e i tendaggi azionabili all'interno, schermi, tende, persiane e alette/sporgenze all'esterno"<sup>84</sup>. In ogni caso è più efficiente un sistema di ombreggiamento posto esternamente, dal momento che la radiazione solare assorbita viene intrappolata prima che arrivi all'interno dell'edificio.

I materiali freddi avanzati, conosciuti come CEM (Cool Envelope Material), sono dei materiali riflettenti che vengono applicati sui componenti dell'involucro, come pareti e tetti, conferendo una superficie opaca al sole che riduce il guadagno netto di calore radiativo dell'involucro. I CEM presentano un'elevata riflettanza solare statica nel caso di CEM di colore chiaro o bianco ultraluminoso, un'elevata riflettanza statica nel vicino infrarosso nel caso di CEM di colore freddo ed anche un'alta riflettanza solare sensibile alla temperatura nel caso di CEM termocromici. Questa strategia comporta notevoli benefici dal momento che riduce il flusso di calore nello spazio occupato (in edifici climatizzati e non) e consente di risparmiare energia per il raffreddamento. Nonostante i CEM non forniscono direttamente una capacità di ripristino o di recupero nel caso di eventi dirompenti, essi essendo misure passive di controllo solare, continuano comunque a mitigare il guadagno di calore solare indesiderato anche in caso di un'interruzione di corrente o un'ondata di calore.

Nel caso di facciate verdi, facciate irrigate, tetti verdi e laghetti sul tetto, conosciute come superfici d'involucro evaporative, si sfrutta appunto l'evaporazione verso l'esterno dell'involucro edilizio; questa condizione rappresenta una tecnica di raffrescamento efficiente. "La differenza principale tra le facciate verdi o irrigate e le coperture (tetto verde o stagno sul tetto) è legata al deflusso verticale dell'acqua, che amplifica il trasferimento termico a causa dell'aumento del trasferimento di calore sensibile e convettivo nel flusso d'acqua. Inoltre, le facciate evaporative richiedono un getto d'acqua continuo o una fornitura d'acqua per irrigare in modo permanente la parte superiore,

---

<sup>83</sup> Wikipedia. (2023, January 13). *Smart glass*. Wikipedia. [https://en.wikipedia.org/wiki/Smart\\_glass](https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_glass).

<sup>84</sup> AA.VV., (2021). Resilient cooling strategies – A critical review and qualitative assessment. *Op. cit.*

mentre i laghetti e i tetti verdi possono adattarsi più facilmente a diverse condizioni climatiche senza fornitura d'acqua”<sup>85</sup>.

“I tetti e le facciate ventilate sono stati ampiamente sviluppati come elemento di adattamento per il recupero del calore invernale e la dissipazione del calore estivo; un rivestimento aggiuntivo opaco o trasparente forma una doppia pelle ventilata, che consente varie strategie di flusso d'aria per raffreddare il lato esterno quando necessario”<sup>86</sup>. Le tipologie di superfici dell'involucro ventilato sono: facciata a intercapedine chiusa; facciata con aria di scarico; facciata a cortina d'aria esterna; tetto ventilato; tetto ventilato accoppiato alla ventilazione naturale dell'edificio. La prima tipologia citata, è comunque sconsigliata nel caso di climi soggetti ad elevate temperature, dal momento che il surriscaldamento della cavità interna chiusa non produrrebbe nessun raffrescamento.

#### Categoria b. Migliorare il comfort personale oltre al raffrescamento degli ambienti

In questa specifica categoria si parla di comfort personale, in particolare si può parlare di comfort termoigrometrico, ovvero quella condizione soggettiva mentale e fisica che esprime soddisfazione per l'ambiente termico. Nell'Annex 80 rientrano le seguenti tecnologie:

- Ventilazione confortevole e movimento d'aria elevato
- Micro-raffreddamento e controllo del comfort personale

Tra le soluzioni tecnologiche inerenti i sistemi di comfort personale rientrano anche i PCS, conosciuti come sistemi di condizionamento personalizzato, ovvero “sistemi per riscaldare e/o raffreddare direttamente gli occupanti o l'ambiente termico circostante di un singolo occupante, sotto il controllo dell'occupante stesso, senza influenzare l'ambiente termico degli altri occupanti. [...] I dispositivi PCS non hanno capacità di assorbimento nel caso in cui si verifichi un effetto dirompente ed in particolar modo un'ondata di calore, in quanto questa capacità è propria dei componenti di involucro; mentre invece hanno capacità di adattamento e possono comunque continuare a svolgere le loro funzioni durante le ondate di calore, in quanto il PCS o l'utente che lo controlla può regolare la sua potenza frigorifera fino alla massima capacità”<sup>87</sup>. Nel caso di un'interruzione di corrente però, i PCS cessano di funzionare; ma a prescindere dall'evento dirompente che si verifica, sono poi in grado di tornare ai loro normali livelli di funzionalità, purché il sistema non sia stato danneggiato fisicamente.

---

<sup>85</sup> Ivi.

<sup>86</sup> Ivi.

<sup>87</sup> Ivi.

### Categoria c. Rimozione del calore dagli ambienti interni

Per calore sensibile si intende l'energia termica che produce una variazione di temperatura nella sostanza interessata; esso è definito "sensibile" poiché tale differenza di temperatura è tangibile.

Tra le soluzioni tecnologiche di questa categoria rientrano, secondo l'Annex 80:

- Raffrescamento ventilato
- Utilizzo della massa termica, compresa l'attivazione idronica, il PCM e l'accumulo off-peak
- Raffreddamento adiabatico/evaporativo
- Raffreddamento radiativo a cielo aperto
- Macchine frigorifere a compressione ad alte prestazioni, tra cui unità e chiller single split, multiple split e VRV
- Refrigeratori ad assorbimento ad alte prestazioni, compreso il raffreddamento ad assorbimento
- Dissipatori di calore naturali, come acqua di falda, scambiatori di calore in foro, labirinti di terra, tubi di terra, laghetti sul tetto e altri
- Raffreddamento solare
- Sistemi di recupero del calore

Tra le soluzioni descritte si sottolinea in particolare il raffreddamento ventilativo (VC), in quanto rappresenta una delle tecnologie maggiormente utilizzate; questa tecnologia sfrutta il potenziale di raffreddamento dell'aria esterna e può essere suddiviso in: ventilazione naturale, ventilazione meccanica o ibrida. "L'obiettivo è quello di migliorare il comfort termico degli occupanti attraverso il trasferimento convettivo del calore, aumentando l'effetto di raffreddamento evaporativo sulla pelle degli occupanti e diminuendo l'effetto di raffreddamento notturno"<sup>88</sup>.

### Categoria d. Eliminazione dell'umidità dagli ambienti interni

Per calore latente si intende l'energia termica che, quando viene somministrata ad un corpo, provoca una trasformazione dello stato fisico della materia. Tra le soluzioni tecnologiche per eliminare l'umidità si ha:

- Deumidificazione ad alte prestazioni, compresa l'umidificazione con essiccatore

---

<sup>88</sup> Ivi.

“La rimozione del calore latente dagli ambienti interni attraverso la deumidificazione è un metodo essenziale e importante, soprattutto nei climi caldi e umidi, per ridurre il carico di raffreddamento e aumentare il comfort umano”<sup>89</sup>. Tra i metodi di deumidificazione possono essere citati: la deumidificazione con essiccanti, la deumidificazione per refrigerazione, la deumidificazione per ventilazione, la deumidificazione termoelettrica e la deumidificazione ad assorbimento. Le tecnologie di deumidificazione risultano essere performanti durante gli impatti delle ondate di calore; discorso opposto nel caso di interruzioni di corrente.

Di seguito viene riportata una tabella in cui vengono elencate le categorie proposte dall’Annex 80 e un’ipotetica suddivisione delle strategie di raffrescamento attive e passive per ogni categoria.

---

<sup>89</sup> Ivi.

ATTIVITA' di RICERCA			
ANNEX 80 - EBC-IEA Programme			
CATEGORIE DI STRATEGIE DI RAFFRESCAMENTO	STRATEGIE DI RAFFRESCAMENTO	SOTTO-STRATEGIE	
		ATTIVE	PASSIVE
A. Ridurre i guadagni termici indotti dall'esterno negli ambienti interni	1. Schermature solari avanzate	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frangisole fotovoltaico</li> <li>• Sistemi a lamelle orientabili</li> <li>• Lamine traslucide</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tende</li> <li>• Veneziane</li> <li>• Persiane</li> </ul>
	2. Materiali freddi avanzati (CEM)		
	3. Tecnologie avanzate per le vetrate	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vetri elettrocromici</li> <li>• Vetri termocromici</li> </ul>	Vetri Low-E
	4. Facciate ventilate e tetti ventilati		
	5. Facciate e tetti verdi		
B. Migliorare il comfort personale oltre al raffrescamento degli ambienti	1. PCS (sistemi di comfort personali)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventilatori</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indossabili conduttivi</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superfici raffrescate</li> <li>• Unità di micro-climatizzazione delle postazioni di lavoro (inclusi PCM)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isolamento variabile degli indumenti</li> </ul>

	1. Raffrescamento ventilato			• Ventilazione naturale
	2. Utilizzo della massa termica (inclusi i PCM)			
	3. Raffreddamento adiabatico/evaporativo (DEC O IDEC)		• IDEC	• DEC
	4. Raffreddamento radiativo a cielo aperto		• Pitture per tetti che aumentano la riflettività solare e l'emissività del tetto	
	5. Raffreddamento a compressione		• Bacini di raccolta	
	6. Raffreddamento ad assorbimento			
	7. Dissipatori di calore naturali		• Scambiatori di calore in foro (BHE)	• Scambiatore di calore terra-aria (EAHE)
	8. Raffrescamento solare		• Pannelli radianti	
	9. Sistemi di recupero calore		• Sistemi di superficie radiante	
			• TABS	
			• Deumidificazione per ventilazione	
			• Deumidificazione con essiccanti	
			• Deumidificazione per refrigerazione	
			• Deumidificazione termoelettrica	
C. Rimozione del calore sensibile dagli ambienti interni				
D. Rimozione del calore latente dagli ambienti interni				

Tabella 9: Schedatura inerente il "Resilient cooling", individuazione di strategie di raffrescamento attive e passive.  
Fonte: elaborato personale.

Nell'articolo scientifico già citato per la discussione sulle tecnologie di raffrescamento attive e passive, ovvero "*Resilient cooling strategies – A critical review and qualitative assesment*", viene condotta una valutazione di tipo qualitativo sulle tecnologie di raffrescamento (*Tab.3 nell'articolo, Tabella 10 nel presente testo*). Nello specifico gli autori analizzano i livelli prestazionali delle singole capacità di resilienza per una specifica tecnologia, a seconda della problematica a cui è soggetta, ovvero le ondate di calore e le interruzioni di corrente. Le capacità di resilienza vengono valutate in base a tre categorie: alta - la strategia può mantenere o addirittura aumentare la sua capacità di raffreddamento o di riduzione del carico termico durante un determinato evento - , moderata - la strategia può mantenere la sua capacità di raffreddamento o di riduzione del carico termico la maggior parte del tempo durante un determinato evento - e bassa - la strategia subirà una diminuzione della capacità di raffreddamento o di riduzione del carico di calore durante un determinato evento. Per quanto riguarda la velocità di recupero, le categorie sono le medesime ma la valutazione avviene in ore e giorni, in particolare si considera che la velocità di recupero sia alta quando il recupero avviene entro un'ora, moderata se quest'ultima avviene in diverse ore, bassa se invece il recupero avviene in uno o più giorni. Nel lavoro svolto dagli autori viene anche inserita una sezione dedicata alle "zone climatiche" al fine di indicare quale soluzione tecnologica possa essere adottata in base appunto alle caratteristiche di una determinata zona climatica; altra sezione inserita è quella dedicata al Livello di Maturità Tecnologica (*TRL- Technology Readiness Level*), con il cui termine si indica una metodologia per la valutazione del grado di maturità di una tecnologia.

A conclusione di questo *excursus* sulle tecnologie di raffrescamento attive e passive, si può dedurre come non esista una tecnologia migliore di un'altra o una tecnologia che sia in grado di rispondere a tutti gli effetti di un evento dirompente; risulta quindi chiaro come sia necessario una combinazione tra tecnologie aventi capacità differenti, in modo che una tecnologia possa intervenire quando una di esse non è più in grado di rispondere all'esigenza richiesta dall'edificio o dall'occupante. Si sottolinea come le strategie di raffrescamento attive, siano per natura, quelle che comportano i maggiori benefici, dal momento che possono essere adattate o adattarsi ai cambiamenti climatici e ai relativi effetti; aspetto sfavorevole però è che essendo *attive* esse cessano di funzionare durante le interruzioni di corrente. Si potrebbe ovviare a questo problema, avendo a disposizione una produzione di energia locale o in loco o di essere collegati a un accumulo di energia elettrica o termica.

**Table 3**  
Assessment of cooling strategies, in term of resilience capacities, applicability, and technology readiness.

Cooling-strategy categories	Cooling strategies		Resilience under extreme events					Power outage			Climate zone	Technology readiness level (TRL)
	Heatwave		Absorptive capacity	Adaptive capacity	Restorative capacity	Recovery speed	Absorptive capacity	Adaptive capacity	Restorative capacity	Recovery speed		
	Absorptive capacity	Adaptive capacity										
A	Static solar shading/glazing	Low	N/A	Low-Moderate	Low	N/A	N/A	N/A	All	9		
	Dynamic solar shading/glazing	Moderate-High	N/A	Low	Low	N/A	N/A	N/A	All	9		
	Cool envelope materials	High	N/A (High for thermochromic CEMS)	High	N/A (High for thermochromic CEMS)	N/A	N/A	N/A	All (preferable for 0-4B)	Light-colored and cool-colored CEMS: 9; other CEMS: 4-6		
B	Green roofs, roof pond, and green facades	High	Moderate-High (Low for some plant species)	Moderate-High (Low for some plant species)	Moderate-High (Low for some plant species)	High	Moderate-High (Low for some plant species)	Moderate-High (Low for some plant species)	All	Green roofs and facades: 9 - roof ponds and evaporative systems: 4-8		
	Ventilated roofs and facades	Low-Moderate	Moderate-High	Moderate-High	Moderate-High	Moderate-High for passive systems; N/A for active systems	Moderate-High	Moderate-High	All	4-9		
	Thermal mass including PCMs	High	N/A	N/A	N/A	N/A	Low - High	Moderate	All (less effective 0-2)	4-9		
	Passive ventilative cooling	Low	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate-High	Moderate	Moderate	All (less effective in 0A, 0B, 1A, 1B)	9		
	Active ventilative cooling	Moderate	High	High	Moderate-High	Low	N/A	High	Moderate-High	9		
	Adiabatic/evaporative cooling	Moderate	High	High	Moderate-High	Moderate	Moderate	High	All except 0A, 1A	9		
	Compression refrigeration	N/A	High	High	High	N/A	N/A	High	All	9		
	Absorption refrigeration including desiccant cooling	N/A	High	High	High	N/A	N/A	High	All (preferable 0A,1A, 2A)	9		
	Passive ground source cooling	Moderate	Moderate	High	Moderate-High	Moderate	High	High	All	9		
	Active ground source cooling	High	High	High	Moderate-High	N/A	N/A	High	Moderate-High	9		
Sky radiative cooling	N/A	N/A	Low-Moderate	Low-Moderate	N/A	N/A	Moderate	Moderate	Increased performance in climates that are cold or with high seasonal variation (4, 5, 6) and dry (C, B) compared to hot and warm (2, 3) humid (A) climates.	7-9		
High-temperature cooling system: Radiant cooling	Low - High	Low - High	High	Moderate - High	Low - High	Low - High	High	Moderate - High	All	9		

**Table 3 (continued)**

Cooling- strategy categories	Cooling strategies	Resilience under extreme events						Climate zone	Technology readiness level (TRL)	
		Heatwave		Power outage		All				
		Absorptive capacity	Adaptive capacity	Restorative capacity	Recovery speed	Absorptive capacity	Adaptive capacity	Restorative capacity	Recovery speed	
C	Personal comfort systems	N/A	High	High	High	N/A	N/A or Low (e.g., fan-ventilated clothing ensembles)	High	High	5–9
D	Dehumidification including desiccant dehumidification	N/A	Moderate- High	Moderate- High	Moderate	N/A	N/A	Moderate	Moderate	9

Tabella 10: Assessment of cooling strategies, in term of resilience capacities, applicability, and technology readiness.  
Fonte: Articolo scientifico “Resilient cooling strategies – A critical review and qualitative assesment”.

Al fine di ampliare e concludere il discorso sul tema della resilienza nell'ambito edilizio, vengono riportate le principali informazioni di alcuni articoli scientifici, i quali studiano soluzioni strategiche di adattamento e ne mostrano i risultati. Il primo articolo analizzato è *"Assessing The Climate Resilience Of Passive Cooling Solutions For Italian Residential Buildings"* (Mamak P. Tootkaboni, Ilaria Ballarini, Vincenzo Corrado) il quale propone di "analizzare l'efficienza energetica e la resilienza climatica di tre soluzioni di raffreddamento passivo per edifici residenziali italiani in climi futuri"<sup>90</sup>; questo articolo fa parte di una ricerca con il programma EBC della IEA, di cui si è discusso precedentemente.

Le tecnologie di raffrescamento passivo utilizzate fanno parte della prima categoria individuata dall'Annex 80, ovvero "Ridurre i guadagni termici indotti dall'esterno negli ambienti interni"; esse sono: finestra a doppio vetro ultra selettivo, tenda a rullo esterna e tegole fredde.

Dal momento che gli eventi climatici dirompenti saranno sempre più frequenti e sempre più intensi e poiché le prestazioni degli edifici saranno messe a dura prova, si necessita che quest'ultimi siano resilienti adottando soluzioni che siano in grado di rispondere agli impatti, di conseguenza è opportuno servirsi di dati meteorologici futuri. A tal proposito dopo aver individuato i dati climatici per la città di Roma, vengono individuati nel lavoro, gli anni meteorologici tipici, ovvero : l'anno meteorologico tipico storico (2001-2020), l'anno meteorologico tipico futuro a medio termine (2041-2060) e l'anno meteorologico tipico futuro a lungo termine (2081-2100); e due condizioni dell'edificio: situazione pre-retrofit e post-retrofit; le due condizioni permettono di valutare al meglio le soluzioni di raffrescamento passive proposte. Per la valutazione delle prestazioni delle soluzioni di raffreddamento selezionate sono stati utilizzati i seguenti "tre indicatori chiave di prestazione (KPI):

- HE [%], ossia le ore di superamento, che rappresentano il numero di ore nei mesi di giugno, luglio e agosto in cui la temperatura operativa della zona è superiore alla temperatura limite superiore,
- EP<sub>C,nd</sub> [kWh/m<sup>2</sup>], ovvero il fabbisogno di energia termica per il raffreddamento degli ambienti nei mesi di giugno, luglio e agosto,
- E<sub>el,C</sub> [kWh/m<sup>2</sup>], ovvero il consumo di energia elettrica (dalla rete) per il raffreddamento nei mesi di giugno, luglio e agosto"<sup>91</sup>.

---

<sup>90</sup> M. P. Tootkaboni, I. Ballarini, V. Corrado. *Assessing The Climate Resilience Of Passive Cooling Solutions For Italian Residential Buildings*.

<sup>91</sup> Ivi.

Le strategie di raffrescamento passivo vengono applicate ad un caso studio, in particolare esso consiste in una casa unifamiliare, assimilabile al progetto IEE-TABULA (Corrado et al., 2012) ovvero un archetipo che rappresenta la casa italiana costruita tra il 1946-1960. Il caso studio presenta delle scarse prestazioni energetiche a causa del fattore di forma più elevato e dei componenti dell'involucro non isolati (Ballarini et al., 2017).

I risultati dello studio indicano che, tra le soluzioni selezionate, la finestra a doppio vetro ultra è la strategia che meglio interviene sulla riduzione degli effetti dei cambiamenti, sulla base degli indicatori chiave. I risultati di questa ricerca hanno anche rivelato che l'applicazione di tutte e tre le soluzioni di raffreddamento menzionate, potrebbe sviluppare in modo significativo le prestazioni energetiche degli edifici; in particolare questo miglioramento è più considerevole per l'edificio post-ristrutturazione. “Questi risultati gettano nuova luce sul compromesso tra efficienza energetica e resilienza climatica. In questo caso, è necessario identificare soluzioni di raffrescamento che aiutino a mitigare i cambiamenti climatici e a favorire l'adattamento ad essi, per garantire sia la sostenibilità che la resilienza climatica dell'ambiente costruito”<sup>92</sup>.

Attraverso i risultati di questo studio, si può quindi affermare quanto detto precedentemente, ovvero il fatto che non esiste una soluzione migliore rispetto ad un'altra ma che la miglior soluzione sia la combinazione di più tecnologie aventi differenti capacità e prestazioni, in modo da poter far fronte, per quanto possibile, agli effetti dovuti ai cambiamenti climatici.

Il secondo articolo scientifico analizzato è *“Developing a test framework for assessing building thermal resilience”* (Shabnam Homaei, Mohamed Hamdy - Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway) nel quale viene illustrata la resilienza termica di un edificio, attraverso una curva di resilienza multifase, in seguito ad un evento dirompente, in particolare in seguito ad un'interruzione di corrente avente la durata di quattro giorni. In questo lavoro, la resilienza dell'edificio viene misurata attraverso un indicatore: la temperatura interna operativa. La curva di resilienza multifase è composta da tre fasi:

“Fase I: Fase pre-disturbo: In questa fase, l'edificio funziona in base alla temperatura nominale prima dell'evento di disturbo;

Fase II: fase di avanzamento del disturbo: L'evento di disturbo si verifica all'inizio di questa fase e le prestazioni dell'edificio (la temperatura operativa interna) diminuiscono fino alla fine di questa fase;

---

<sup>92</sup> Ivi.

Fase III: fase successiva al disturbo: Questa fase mostra il processo di recupero, con il quale la temperatura operativa dell'edificio verrà migliorata e tornerà all'obiettivo prefissato o anche di più. La fase post-disturbo è composta da due parti: la parte di ripristino, in cui la temperatura aumenta fino a raggiungere l'obiettivo prefissato e il post-ripristino, che avviene dopo il superamento dell'obiettivo prefissato<sup>93</sup>. Ogni fase elencata durerà quattro giorni ciascuna.

Oltre a queste fasi, si può notare che ci sono quattro diversi livelli di prestazione nella curva di prestazione multifase. Questi livelli di prestazione possono essere definiti come segue:

“TST: è l'obiettivo prefissato (la temperatura di riferimento), necessario per la prestazione desiderata dell'edificio.

- TRT: è la soglia di robustezza delle prestazioni. Qualsiasi prestazione (cioè la temperatura operativa) superiore a questo valore sarà una prestazione robusta, mentre se la temperatura operativa è inferiore a TRT, la prestazione non sarà robusta.

- THT: è la soglia di abitabilità per gli occupanti. Il superamento di questa soglia indica che l'edificio non è riuscito a fornire le condizioni di comfort minime richieste per gli occupanti dell'edificio. Se le prestazioni dell'edificio (ad esempio, la temperatura operativa interna) supera questa soglia, l'edificio non riuscirà ad avere un recupero sicuro. Ma se l'edificio riesce a recuperare prima di raggiungere la soglia di abitabilità, l'edificio sarà termicamente resiliente.

- Tmin: è il livello minimo di prestazione causato dall'evento perturbatore<sup>94</sup>.

Si sottolinea che questo tipo di analisi si riferisce a edifici completamente elettrici, ovvero che utilizzano l'elettricità per soddisfare tutti i tipi di richiesta dell'edificio.

Come caso oggetto di studio è stato scelto come modello rappresentativo, una casa monofamiliare norvegese, completamente elettrica. Inoltre vengono ipotizzati due design differenti e per ognuno di essi viene ipotizzato l'utilizzo di batterie e non.

In conclusione, si può affermare che, dai risultati ottenuti, un involucro più robusto ovvero con le prestazioni migliori e l'utilizzo delle batterie di accumulo, fanno sì che l'edificio sia maggiormente

---

<sup>93</sup> Homaei, S., & Hamdy, M. (2021). Developing a test framework for assessing building thermal resilience. *Building Simulation Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.26868/25222708.2021.3025>

<sup>94</sup> Ivi.

preparato all'evento dirompente. In ogni caso esaminato però, nonostante l'utilizzo delle batterie, non vi è un recupero sicuro dopo aver affrontato un'interruzione di corrente per quattro giorni.

### 3. Caso studio

#### 3.1 Descrizione dell'edificio

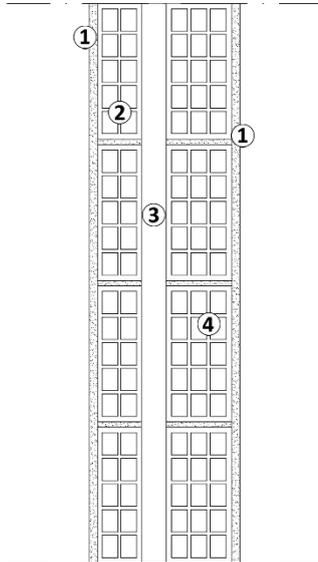
Il caso, oggetto di studio, è un edificio residenziale situato nel comune di Novara, in Piemonte e costruito attorno al 1976. Quest'ultimo fa parte, in particolare, della categoria E.1(1), ovvero degli edifici adibiti a residenza abitativa continuativa; si tratta infatti di un condominio residenziale.

Il condominio è costituito da cinque piani, nello specifico da un piano seminterrato, un piano rialzato e da altri tre piani fuori terra (P1-P2-P3); per quanto riguarda la copertura essa è costituita da un classico tetto a doppia falda, con sottotetto non riscaldato. La forma in pianta dell'edificio è assimilabile ad un rettangolo interrotto nella mezzeria dal corpo scala, il quale serve sia gli spazi soprastanti, ovvero gli appartamenti, sia gli ambienti sottostanti adibiti a funzione di cantine. L'unità immobiliare è composta da nove appartamenti, aventi metratura differente e disposti nel seguente modo: due appartamenti al piano rialzato e tre appartamenti per ognuno dei tre piani superiori. L'accesso al condominio è possibile grazie all'ingresso posto su Viale Papa Giovanni XXIII, mentre l'accesso al cortile, posto sul lato opposto, è possibile attraverso il passo carrabile a lato della facciata principale del condominio.

Per quanto riguarda i componenti edilizi costituenti il condominio, essi vengono realizzati con la tecnica tipica degli anni 70'-80', in particolare per quanto riguarda le strutture opache verticali esse sono caratterizzate dalla tipologia muraria a cassa vuota, ovvero costituita da due strati di mattoni pieni e un'intercapedine tra di essi; mentre per quanto riguarda le strutture opache orizzontali esse sono realizzate in latero-cemento.

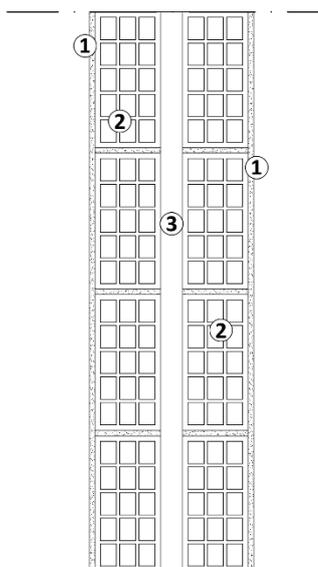
Di seguito vengono rappresentati i principali componenti edilizi, in particolare: le pareti perimetrali, il solaio tipo e il solaio verso il sottotetto, i quali rappresentano lo stato dell'arte del caso studio.

**Parete perimetrale M1 e M3 - Sp. tot. 27.5 cm**



1. Intonaco di gesso e sabbia - Sp. 1.5 cm
2. Muratura in laterizio - Sp. 8 cm
3. Intercapedine non ventilata -Sp. 4.5 cm
4. Muratura in laterizio - Sp. 12 cm

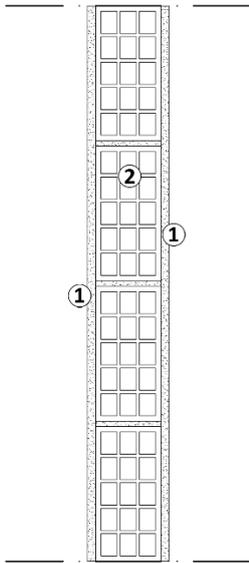
**Parete perimetrale M16 - Sp. tot. 30 cm**



1. Intonaco di gesso e sabbia - Sp. 1 cm
2. Muratura in laterizio - Sp. 12 cm
3. Intercapedine non ventilata -Sp. 4 cm

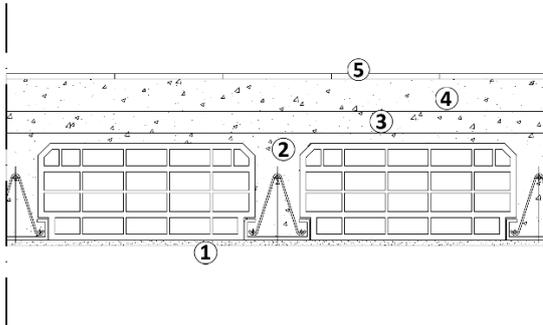
*Figura 8: Stratigrafie pre- retrofit dei componenti verticali opachi. Fonte: elaborato personale.*

**Sottofinestra - Sp. tot. 15 cm**



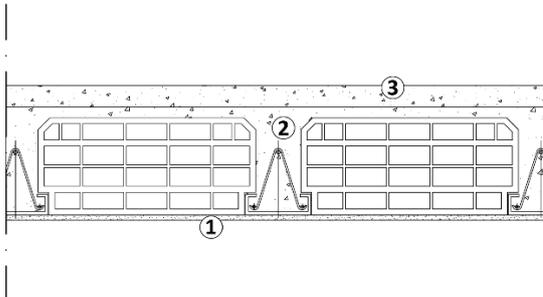
1. Intonaco di gesso e sabbia - Sp. 1.5 cm
2. Muratura in laterizio - Sp. 12 cm

**Solaio tipo - Sp. tot. 30 cm**



1. Intonaco di gesso e sabbia - Sp. 1 cm
2. Soletta in laterizio - Sp. 18 cm
3. Cls di sabbia e ghiaia -Sp. 4 cm
4. Sottofondo di cemento magro - Sp. 6 cm
5. Piastrelle in ceramica - Sp. 1 cm

**Solaio verso sottotetto - Sp. tot. 23 cm**

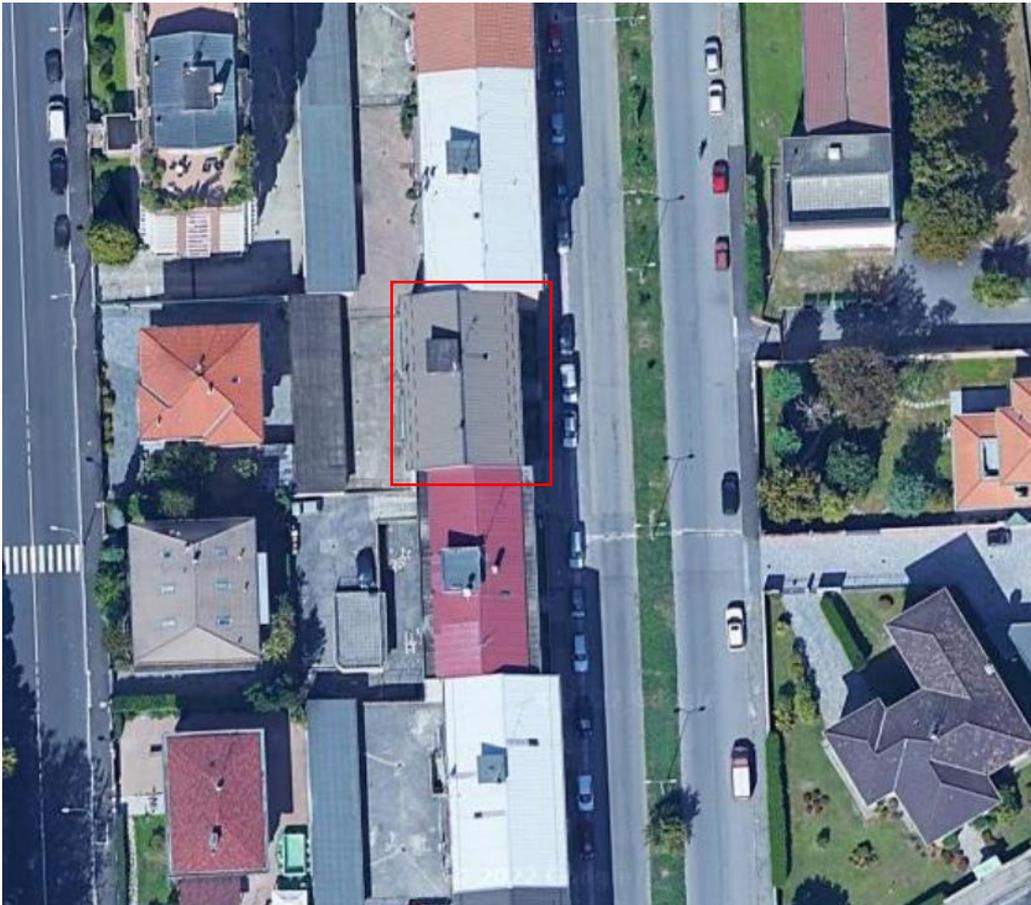


1. Intonaco di gesso e sabbia - Sp. 1 cm
2. Soletta in laterizio - Sp. 18 cm
3. Cls di sabbia e ghiaia -Sp. 4 cm

*Figura 9: Stratigrafie pre-retrofit del sottofinestra, del solaio tipo e del solaio verso sottotetto. Fonte: Elaborato personale.*

### 3.2 Elaborato grafico

Al fine di una migliore comprensione dell'edificio oggetto di studio, si riporta un elaborato grafico costituito dall'inquadratura planimetrica, in cui viene individuato il fabbricato, e le foto delle due facciate principali che rappresentano il condominio.



*Figura 10: Inquadramento planimetrico. Fonte: Google Maps.*



*Figura 11: Lato ingresso su Via Papa Giovanni XXIII. Fonte: Google Maps.*



*Figura 12: Lato cortile. Fonte: Google Maps.*

### 3.3 Applicazione dello strumento Tassonomia

Come previsto nel capitolo precedente, oltre all'analisi teorica dello strumento Tassonomia, si è deciso di applicare quest'ultimo ad un caso studio, scegliendo di approfondire nello specifico l'attività economica associata alla ristrutturazione di edifici esistenti. La scelta rappresenta la conseguenza dell'ampia discussione sviluppata nei capitoli precedenti, in particolare nel primo capitolo, nel quale si fa riferimento al contesto globale circa le politiche ambientali e i relativi obiettivi, nonché al problema legato al tasso di ristrutturazione annuo praticamente nullo rispetto al ruolo cruciale del settore edilizio nel contributo alla mitigazione e al perseguimento di un'economia a emissioni zero entro il 2050; infatti le ristrutturazioni di edifici esistenti sono attualmente considerate come la miglior pratica per aiutare la crisi climatica e il raggiungimento degli obiettivi politici a livello ambientale.

Nella schedatura inerente l'obiettivo *mitigazione* per l'attività di ristrutturazione di edifici esistenti (cfr. *Tabella 5, §2.7.2*), vengono elencati due criteri secondo i quali l'attività suddetta può fornire un contributo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici; essi sono criteri di tipo quantitativo caratterizzati da delle soglie minime da rispettare. Il criterio scelto e che viene successivamente applicato al caso studio è il primo, ovvero : *“La ristrutturazione degli edifici è conforme ai requisiti applicabili per le ristrutturazioni importanti”* in cui si devono rispettare appunto i requisiti per le ristrutturazioni importanti, i quali attuano la direttiva 2010/31 UE (o anche EPBD recast); ciò si può tradurre a livello nazionale nell'applicazione dei requisiti minimi per le ristrutturazioni importanti secondo il Decreto Ministeriale del 26 giugno 2015. Come discusso nel capitolo precedente, si predilige l'applicazione del primo criterio dal momento che il secondo è definito come un criterio “alternativo”, ovvero un criterio che si applica nel momento in cui non è possibile applicare o rispettare i requisiti definiti per le ristrutturazioni importanti.

Secondo il Decreto Ministeriale del 26 giugno 2015 per determinare le verifiche da rispettare, bisogna seguire tre passaggi fondamentali:

1. Si determina l' “Ambito di applicazione” e la “Classificazione dell'edificio” (DPR 412/93);
2. Si ricava l'elenco completo delle prescrizioni da rispettare dallo “Schema delle verifiche”;
3. Si prende atto delle prescrizioni consultando l'“Elenco delle verifiche”.

Seguendo quindi i suddetti passaggi, si individua dapprima l'ambito d'applicazione relativo al caso studio in esame, ovvero, in questo caso, quello delle ristrutturazioni importanti.

Secondo il Decreto, la categoria delle ristrutturazioni importanti è caratterizzata da due livelli di ristrutturazioni importanti:

- Ristrutturazioni importanti di primo livello:

in cui la ristrutturazione prevede contemporaneamente “un intervento che interessa l’involucro edilizio con un’incidenza superiore al 50 % della superficie disperdente lorda complessiva dell’edificio e la ristrutturazione dell’impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva asservito all’intero edificio”<sup>95</sup>. Si sottolinea che con “ristrutturazione dell’impianto termico” si intende quanto previsto dal DLgs192/2005 All.A, ovvero: *“l’insieme di opere che comportano la modifica sostanziale sia dei sistemi di produzione che di distribuzione ed emissione del calore”*.

- Ristrutturazioni importanti di secondo livello:

in cui “l’intervento interessa l’involucro edilizio con un’incidenza superiore al 25 % della superficie disperdente lorda complessiva dell’edificio e può interessare l’impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva”<sup>96</sup>.

Appurato che ci si trova nella categoria delle ristrutturazioni importanti, bisogna definire quale sia il livello di ristrutturazione, di primo o secondo, per poter soddisfare poi determinate verifiche di legge relative alla tipologia di intervento.

In questo caso specifico, sono state fatte delle ipotesi di intervento sul caso studio, andando a definire uno scenario (*scenario 1*) nel quale si interviene sull’involucro opaco e sull’impianto termico. Successivamente alla definizione degli interventi migliorativi ipotizzati per il caso studio, si è individuato il livello di ristrutturazione importante attinente, ovvero il secondo livello. Si anticipa che, come si vedrà in dettaglio in seguito, l’ipotesi di intervento ha interessato per quanto riguarda l’involucro opaco, sia i componenti verticali con la realizzazione di un cappotto esterno su due delle pareti perimetrali, sia i componenti orizzontali con l’isolamento dei solai, nello specifico del solaio sottotetto, del solaio verso le cantine e del solaio su passo carrabile; per quanto riguarda infine l’impianto termico, l’intervento riguarda la sostituzione del solo generatore di calore, ovvero della caldaia, passando da una caldaia tradizionale ad una caldaia a condensazione.

---

<sup>95</sup> DM 26/06/2015 – Allegato 1: *Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici*.

<sup>96</sup> Ivi.

Definite le ipotesi, l'intervento interessa nel complesso circa il 70% della superficie disperdente e come si è detto la sola sostituzione del generatore di calore; di conseguenza si può affermare che il caso studio appartiene ad una ristrutturazione importante di secondo livello. L'intervento ricade ancora in un intervento di secondo livello dal momento che non vi è la modifica sostanziale dell'impianto termico, ovvero anche dei sistemi di distribuzione ed emissione del calore.

Oltre alla definizione dell'ambito di applicazione, bisogna definire la "classificazione dell'edificio". In questo caso la classificazione dell'edificio è di tipo E.1 ovvero edifici adibiti a residenza ed in particolare rientra nella categoria E1. (1) in quanto è assimilabile ad una residenza continuativa, si tratta infatti di un condominio.

Il secondo passaggio è quello di individuare le prescrizioni da rispettare attraverso lo schema delle verifiche, in cui a seconda della classificazione dell'edificio vengono individuate le specifiche prescrizioni; in particolare per gli edifici di tipo E1. (1) esse sono sette e secondo il terzo passaggio ovvero consultando "l'elenco delle verifiche" del DM 26/06/2015, possono essere così elencate:

B: verificare che  $H_T$  sia inferiore al valore limite;

C: verificare che la trasmittanza delle strutture opache e chiusure tecniche rispetti i valori limite;

E: le altezze minime dei locali di abitazione [...] possono essere derogate fino a 10 cm;

F: verificare l'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali;

I: verificare che per le chiusure tecniche trasparenti  $g_{gl+sh} \leq 0,35$ ;

K: verificare l'efficacia, per le strutture di copertura, dell'utilizzo di materiali a elevata riflettanza solare e di tecnologie di climatizzazione passiva;

L: rispettare gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili termiche ed elettriche secondo quanto previsto dal D.lgs. 28/11 e s.m.

Il requisito L, "secondo le FAQ pubblicate ad Agosto 2016 dal Ministero dello Sviluppo Economico, si applica solo se l'intervento ricade anche negli ambiti di applicazione del D.lgs. 28/11 ovvero nel caso di edifici di nuova costruzione o di edifici esistenti soggetti a ristrutturazione rilevante (ovvero edificio con superficie utile superiore ai 1000 m<sup>2</sup> e soggetto a ristrutturazione integrale degli elementi edilizi costituenti l'involucro oppure edificio soggetto a demolizione e ricostruzione in

manutenzione straordinaria)<sup>97</sup>. In questo specifico caso, questo requisito non verrà considerato per le verifiche di legge, dal momento che il caso studio non rientra in nessuna delle casistiche esplicitate dal Ministero; infatti, ha una superficie utile inferiore ai 1000 m<sup>2</sup> e l'intervento non interesserà, secondo le ipotesi, anche i componenti trasparenti, perciò, non vi sarà una ristrutturazione integrale degli elementi edilizi dell'involucro. Come si vedrà in seguito, sempre in riferimento alle ipotesi fatte, anche altri requisiti non verranno considerati ai fini della verifica.

### 3.4 Scelte progettuali

Come accennato nel paragrafo precedente - dopo un'attenta analisi dei componenti di involucro relativi alla situazione base dell'edificio - le ipotesi di ristrutturazione hanno interessato i componenti opachi dell'involucro edilizio e il generatore di calore dell'impianto termico. In questo paragrafo verranno spiegate nel dettaglio, quali sono state le scelte progettuali che hanno costituito l'intervento di ristrutturazione. Si sottolinea inoltre che tutte le ipotesi effettuate sono state applicate attraverso l'utilizzo del software EC700 per il calcolo delle prestazioni energetiche della Edilclima s.r.l.

Per quanto riguarda i componenti di involucro opachi verticali, si è deciso di isolare le pareti perimetrali andando a realizzare un cappotto esterno in lana di roccia; in particolare sono state oggetto di intervento: la parete che affaccia sul lato principale in Via Papa Giovanni XIII e quella con affaccio sul cortile, in quanto vengono considerate, all'interno del caso studio, come le uniche due facciate verso l'esterno disperdenti dell'edificio; infatti le restanti due facciate, componenti l'involucro, sono adiacenti ad altri edifici anch'essi riscaldati ed ipotizzando una temperatura di 20°C per entrambi gli edifici, esse non vengono considerate ai fini del calcolo. Nello specifico, l'isolamento ha interessato solo le facciate del piano rialzato e dei tre piani soprastanti, escludendo la porzione del piano seminterrato ovvero quello inerente le cantine.

Per isolare le pareti delle facciate esterne si è scelto di utilizzare la lana di roccia, materiale incombustibile e con alte prestazioni termiche ed acustiche; infatti secondo il Decreto Legislativo 10/06/2020 n. 48 - il quale recepisce la direttiva UE 2018/844 del Parlamento europeo e del Consiglio – si stabilisce che *“la strategia di ristrutturazione a lungo termine è recepita nel Piano nazionale integrato per l'energia e il clima e comprende l'integrazione degli interventi di*

---

<sup>97</sup> ANIT. *Efficienza energetica e acustica degli edifici.*

*efficientamento energetico degli edifici con gli interventi per la riduzione del rischio sismico e di incendio, volta ad ottimizzare la sicurezza, i costi di investimento e la durata degli edifici, ai fini dell'accesso agli incentivi*<sup>98</sup>. In un'ottica quindi di sicurezza, la lana di roccia risulta essere uno dei materiali migliori; oltre a tali prescrizioni, la scelta della lana di roccia presenta dei benefici non solo a livello di sicurezza per l'uomo e per l'edificio stesso ma anche a livello di impatto ambientale, in quanto in un'ottica futura di smantellamento e smaltimento, quest'ultima è particolarmente sicura e soprattutto riciclabile al 100%; riciclando la lana di roccia il consumo delle risorse primarie viene ridotto e sostituito da lana riciclata, diminuendo al contempo i rifiuti destinati alla discarica. In particolare, il discorso sulla riciclabilità è di fondamentale importanza non solo in funzione dell'impatto ambientale come già sottolineato, ma anche in relazione allo strumento Tassonomia, poiché tra gli obiettivi ambientali vi è quello che stabilisce una *"transizione verso un'economia circolare"*, di conseguenza il materiale scelto fornisce un contributo e soddisfa anche quest'ultimo. Tra le altre caratteristiche, la lana di roccia non contiene gas effetto serra o gas lesivi allo strato di ozono come i CFC, HCFC o CO<sub>2</sub> che, come si ricorda, è uno degli obiettivi primari delle politiche ambientali a livello europeo e tra l'altro contribuisce a soddisfare l'obiettivo di *"contributo sostanziale ai cambiamenti climatici"*, che secondo la definizione del Regolamento 852/2020 UE, si ha quando vengono stabilizzate, ridotte, assorbite o evitate le concentrazioni di gas a effetto serra nell'atmosfera.

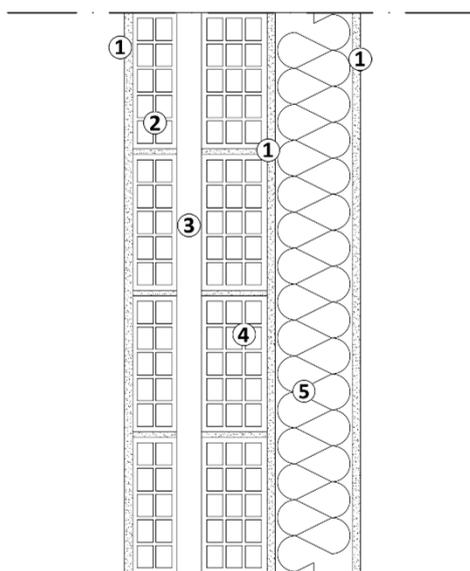
In particolare, come lana di roccia per le pareti perimetrali si è scelto il modello Frontrock Pro della ROCKWOOL, un pannello rigido a doppia densità non rivestito per l'isolamento termico e acustico dei sistemi a cappotto. La scelta di realizzare un cappotto esterno è stata frutto di varie considerazioni, prima di tutto di tipo esigenziale da parte dei condomini, dal momento che non si è voluto sottrarre metratura alle varie abitazioni con la conseguente mobilitazione di quest'ultimi in una sistemazione temporanea durante la realizzazione dei lavori e poi di tipo prestazionale, in quanto la realizzazione del cappotto esterno comporta notevoli vantaggi tra cui la riduzione delle escursioni termiche, facendo sì che la massa muraria resti più calda in inverno e più fresca in estate, generando un migliore comfort abitativo e riducendo l'utilizzo e il costo dell'energia e riducendo la possibilità che si verifichi condensa dovuta all'umidità nella muratura, con conseguente formazione di muffa.

---

<sup>98</sup> Decreto Legislativo 10/06/2020 n.48

L'isolante è stato posto, nel modello di calcolo, al di sopra dell'intonaco di finitura delle pareti facenti parte della tipologia "T", ovvero le pareti da locali climatizzati verso l'esterno, e ricoperto per una maggiore protezione da un altro intonaco di finitura. Nello specifico l'azienda produttrice consiglia le modalità di posa in opera del materiale, ovvero interponendo uno strato di malta cementizia con funzione di collante tra la porzione muraria e l'isolante, il quale viene a sua volta ricoperto da uno strato di rasante ed infine da uno strato di fissante ed infine di finitura, che andranno a costituire l'intonaco; oltre ad essere incollati, i pannelli saranno poi anche tassellati.

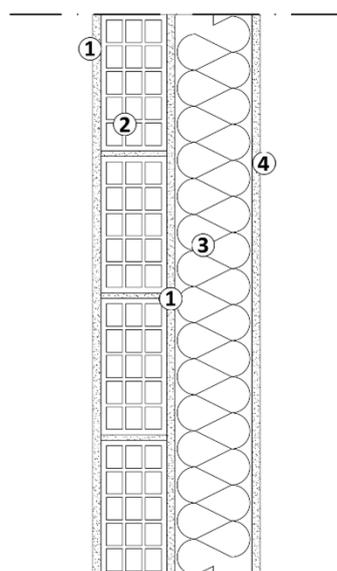
**Parete perimetrale M1 e M3 - Sp. tot. 43.5 cm**



1. Intonaco di gesso e sabbia - Sp. 1.5 cm
2. Muratura in laterizio - Sp. 8 cm
3. Intercapedine non ventilata - Sp. 4.5 cm
4. Muratura in laterizio - Sp. 12 cm
5. Frontrock Pro ROCKWOOL - Sp. 14 cm

*Figura 13: Stratigrafia post-retrofit delle pareti perimetrali M1 e M3. Fonte: Elaborato personale.*

**Sottofinestra - Sp. tot. 30 cm**



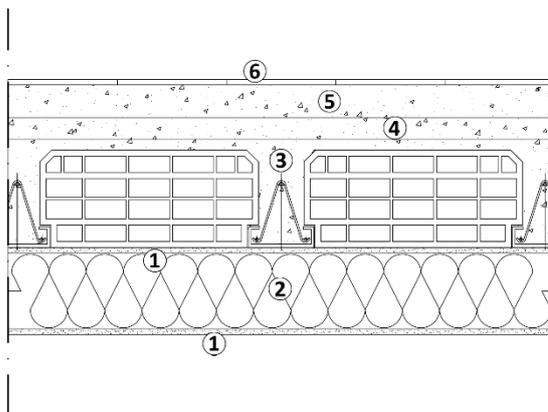
1. Intonaco di gesso e sabbia - Sp. 1.5 cm
2. Muratura in laterizio - Sp. 12 cm
3. Frontrock Pro ROCKWOOL - Sp. 14 cm
4. Intonaco di gesso e sabbia - Sp. 1 cm

*Figura 14: Stratigrafia post-retrofit del sottofinestra. Fonte: Elaborato personale.*

Oltre alle pareti perimetrali, sono stati isolati anche i componenti orizzontali, in particolare il solaio verso le cantine, il solaio su passo carrabile e il solaio sottotetto. Anche in questo caso il materiale isolante ipotizzato è la lana di roccia, per le caratteristiche e le prestazioni descritte in precedenza, sempre della stessa azienda ma utilizzando ipoteticamente due modelli diversi in base alla differente applicazione. In particolare per il solaio verso le cantine e il solaio su passo carrabile è stato ipotizzato l'uso del Ceilingrock Top, un pannello rigido a doppia densità rivestito con un velo minerale e realizzato con lana di roccia riciclata destinato proprio all'isolamento termico e acustico all'intradosso di primi solai; inoltre il medesimo prodotto, così come anche gli altri, rispetta i CAM (criteri ambientali minimi) aspetto fondamentale soprattutto in un'ottica di circolarità.

Nei due casi appena citati l'isolante viene posto appunto nell'intradosso dei solai, come mostrato di seguito.

**Solaio tipo - Sp. tot. 45 cm**



1. Intonaco di gesso e sabbia - Sp. 1 cm
2. Ceilingrock top ROCKWOOL - Sp. 14 cm
3. Soletta in laterizio - Sp. 18 cm
4. Cls di sabbia e ghiaia -Sp. 4 cm
5. Sottofondo di cemento magro - Sp. 6 cm
6. Piastrelle in ceramica - Sp. 1 cm

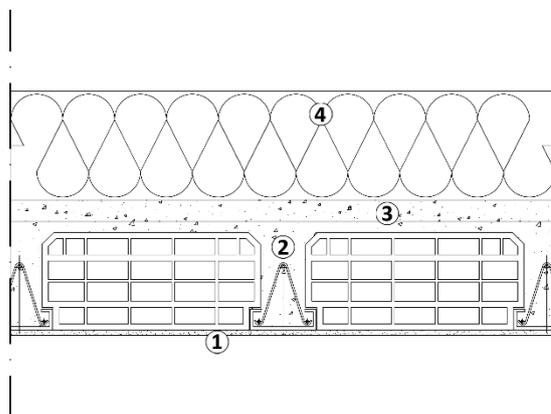
*Figura 15: Stratigrafia post-retrofit del solaio tipo. Fonte: Elaborato personale.*

Così come discusso anche per l'applicazione del cappotto esterno, l'intervento su questi solai risulta essere non invasivo; in questo modo si garantisce l'isolamento termico ed acustico degli ambienti soprastanti e si contribuisce inoltre alla correzione acustica dei locali in cui viene posato. La messa in opera dei pannelli in lana di roccia è possibile grazie all'utilizzo di ganci metallici a scomparsa in

corrispondenza del perimetro del solaio e tra un pannello e l'altro, in modo da essere agganciati e connessi tra loro; è possibile, inoltre, porre uno strato di malta adesiva tra il pannello e il solaio per una maggiore aderenza, concludendo eventualmente con un'apposita finitura con funzione estetica su tutta la superficie dei pannelli.

Analizzando le stratigrafie dei solai nella situazione base, il solaio sottotetto in particolare presentava un sottile strato di isolante, posto probabilmente in un secondo momento; esso è stato, sempre nelle ipotesi di intervento, rimosso e sostituito con un altro modello della ROCKWOOL, il Roulrock kraft ovvero feltro in lana di roccia a bassa densità rivestito su un lato da un foglio di carta kraft politenata con funzione di freno vapore, per l'isolamento termico ed acustico dell'ultimo solaio in sottotetti non abitabili; quest'ultimo è stato posto nell'estradosso del solaio, con la differenza che essendo un solaio verso un sottotetto non riscaldato non presenta un intonaco di finitura di protezione come nelle pareti perimetrali, poiché al sicuro da intemperie e agenti atmosferici, o una malta di rifinitura per una questione estetica. Di seguito viene riportata la stratigrafia nella situazione di post-retrofit.

**Solaio verso sottotetto - Sp. tot. 43 cm**



1. Intonaco di gesso e sabbia - Sp. 1 cm
2. Soletta in laterizio - Sp. 18 cm
3. Cls di sabbia e ghiaia -Sp. 4 cm
4. Roulrock kraft ROCKWOOL - Sp. 14 cm

*Figura 16: Stratigrafia post- retrofit del solaio verso sottotetto. Fonte: Elaborato personale.*

Una volta ipotizzate e applicate tramite software le scelte progettuali inerenti i componenti di involucro, si è passati alla valutazione della centrale termica. L'intervento è ricaduto sul generatore di calore ovvero sulla sostituzione della caldaia, adibita sia a riscaldamento sia alla produzione di acqua calda sanitaria, passando da una caldaia tradizionale ad una caldaia a condensazione molto

più prestante rispetto al vecchio sistema, pur mantenendo le stesse funzioni. Grazie all'isolamento dell'involucro la richiesta di energia da parte del sistema è diminuita, in particolare quella richiesta al generatore, si è passati infatti da una caldaia tradizionale con una potenza al focolare di 40 kW ad una caldaia a condensazione da circa 20 kW.

### 3.5 Ponti termici

Si dedica all'interno di questo capitolo, un accenno all'elaborazione dei ponti termici, in quanto sono stati riformulati in base alle modifiche apportate sulle stratigrafie dei componenti di involucro. In particolare, tra le possibili configurazioni dei ponti termici sono state individuate le seguenti conformazioni, considerate come quelle probabili all'interno del caso studio:

- Tipologia W: Parete – Telaio
- Tipologia R: Parete – Copertura
- Tipologia P: Parete – Pilastro
- Tipologia IF: Parete – Solaio interpiano
- Tipologia B: Parete – Balcone
- Tipologia C: Angolo tra pareti
- Tipologia C: Angolo tra pareti con pilastro
- Tipologia GF: Parete - Solaio rialzato

I ponti termici della tipologia C, angolo tra pareti e angolo tra pareti con pilastro, sono gli unici due ponti termici ad avere valore negativo. Il fatto che la trasmittanza termica lineica assuma valore negativo è dovuto al fatto che il calcolo viene effettuato su dimensioni esterne; infatti, le dispersioni dei componenti misurati a dimensioni esterne saranno superiori rispetto a  $W_{tot}$  ovvero al flusso totale disperso, facendo sì che il valore della trasmittanza termica lineica  $Y_e$  sia negativo.

Si sottolinea che ciò non deve essere considerato come un errore all'interno del calcolo, ma anzi risulta essere tipico nei casi in cui viene realizzato un cappotto esterno; la discontinuità dell'isolamento è tale da non avere una dispersione ulteriore in corrispondenza del nodo.

### 3.6 Verifiche di legge

Come visto in precedenza, in base alla tipologia di intervento e soprattutto in base al livello di ristrutturazione importante considerato, bisogna rispettare le verifiche di legge stabilite dal Decreto Ministeriale del 26 giugno 2015. Per il caso studio specifico, le verifiche da rispettare sono quelle già esplicitate nel paragrafo 3.3; quest'ultime vengono sottoposte ad un'ulteriore scrematura dal momento che non verranno verificate tutte, poiché esse dipendono dalle ipotesi dell'intervento. Per una maggiore chiarezza, verranno elencate di seguito, le verifiche che sono state prese in considerazione ai fini del soddisfacimento dei requisiti per il caso studio:

B: verificare che  $H'_T$  sia inferiore al valore limite;

C: verificare che la trasmittanza delle strutture opache e chiusure tecniche rispetti i valori limite;

F: verificare l'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali;

Le verifiche che non sono state effettuate invece sono state le seguenti, poiché non rientravano nelle ipotesi di intervento - come, ad esempio, i componenti finestrati che si ipotizza non vengano sostituiti - o non erano conformi alla casistica:

E: le altezze minime dei locali di abitazione [...] possono essere derogate fino a 10 cm;

I: verificare che per le chiusure tecniche trasparenti  $g_{gl+sh} \leq 0,35$ ;

K: verificare l'efficacia, per le strutture di copertura, dell'utilizzo di materiali a elevata riflettanza solare e di tecnologie di climatizzazione passiva;

L: rispettare gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili termiche ed elettriche secondo quanto previsto dal DLgs 28/11 e s.m.

In particolare, per quanto riguarda la verifica L, essa deve essere verificata nel momento in cui la superficie utile sia superiore ai 1000 m<sup>2</sup> – nel caso studio essa è pari a circa 735 m<sup>2</sup>, perciò, non viene applicata - o nel caso in cui l'edificio sia soggetto a ristrutturazione integrale degli elementi edilizi costituenti l'involucro oppure si tratti di un edificio soggetto a demolizione e ricostruzione in manutenzione straordinaria, che non rispecchia comunque il caso in esame.

Di seguito verranno spiegati quali sono stati i passaggi fondamentali per poter soddisfare le verifiche di legge suddette, al fine di raggiungere gli interventi migliorativi sull'edificio esistente.

<b>TABELLA 10</b> (Appendice A) Valore massimo ammissibile del coeff. globale di scambio termico $H'_T$ [W/m <sup>2</sup> K]						
N. riga	RAPPORTO DI FORMA (S/V)	Zona climatica				
		A e B	C	D	E	F
1	$S/V \geq 0,7$	0,58	0,55	0,53	0,50	0,48
2	$0,7 > S/V \geq 0,4$	0,63	0,60	0,58	0,55	0,53
3	$0,4 > S/V$	0,80	0,80	0,80	0,75	0,70
N. riga	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	Zona climatica				
		A e B	C	D	E	F
4	Ampliamenti e Ristrutturazioni importanti di secondo livello per tutte le tipologie edilizie	0,73	0,70	0,68	0,65	0,62

Tabella 11: Valore massimo ammissibile del coefficiente globale di scambio termico. Fonte: DM 26/06/2015.

Per quanto riguarda la verifica A, ovvero il soddisfacimento del valore limite del coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione  $H'_T$ , si è fatto riferimento alla Tabella 10 dell'Appendice A del DM 26/06/15; quest'ultima riporta il valore massimo ammissibile del coefficiente globale di scambio termico il quale dipende, a seconda del caso in esame, dal rapporto di forma S/V o dalla tipologia di intervento, ed in entrambi i casi anche dalla zona climatica. Seguendo quanto riportato in Tabella 10, ci si riferisce alla riga n°4, ovvero quella inerente la tipologia di intervento, in quanto riguarda gli "ampliamenti e le ristrutturazioni importanti di secondo livello per tutte le tipologie edilizie", inoltre sapendo che la zona climatica di progetto è la E, si individua il valore limite il quale corrisponde a 0,65.

Nel software EC700 la verifica viene effettuata per ogni singolo appartamento, la quale risulta essere positiva per ognuno di essi dal momento che il relativo valore di  $H'_T$  è inferiore al valore massimo ammissibile indicato, i valori variano infatti da un minimo di 0,14 ad un massimo di 0,21 (Tabella 12).

Valore del coefficiente medio globale di scambio termico $H'_T$		
Appartamento	$H'_T$ amm. [W/m <sup>2</sup> K]	$H'_T$ [W/m <sup>2</sup> K]
1	0,65	0,18
2		0,16
3		0,21
4		0,20
5		0,20
6		0,20
7		0,20
8		0,14
9		0,14

Tabella 12: Valore del coefficiente medio globale di scambio termico  $H'_T$ . Fonte: elaborato personale

Per quanto concerne la verifica C ovvero “verificare che la trasmittanza delle strutture opache e chiusure tecniche rispetti i valori limite”, nel capitolo 5 al paragrafo 5.2 relativo a “Requisiti e prescrizioni per gli interventi sull’involucro” del DM 26/06/2015 si fa riferimento ai valori limite proposti dalle Tabelle dell’Appendice B del suddetto Decreto, in particolare dalla 1 alla 3. Così come per il coefficiente medio di scambio termico globale, il valore dipende dalla zona climatica in questione, ovvero la zona climatica E. In particolare, viene fatta un’ulteriore divisione tra le prescrizioni, tra quelle entrate in vigore dal 1° ottobre 2015 e quelle dal 1° gennaio 2021. In questo caso si farà riferimento ai valori limite proposti dalle prescrizioni entrate in vigore dal 1° gennaio 2021.

Per le strutture opache verticali verso l’esterno e soggette a riqualificazione, si utilizza la Tabella 1 dell’Appendice B in cui il valore limite fissato è 0,28 W/m<sup>2</sup>K, valore che viene soddisfatto e verificato all’interno del caso studio, dal momento che le strutture opache verticali sono inferiori al valore limite, esse infatti presentano un valore di trasmittanza pari a 0,198 W/m<sup>2</sup>K.

Nel caso del solaio su passo carrabile, ci si riferisce alla Tabella 3 dell'Appendice B, relativa alle strutture opache orizzontali di pavimento verso l'esterno, in cui il valore limite per la zona climatica E è fissato a  $0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Per il solaio verso le cantine e il solaio verso il sottotetto, si utilizzano invece come riferimento, rispettivamente la Tabella 3 dell'Appendice B, relativa alle strutture opache orizzontali di pavimento verso l'esterno e la Tabella 2 dell'Appendice B, relativa alle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura verso l'esterno. In questo specifico caso, siccome le strutture non confinano con un ambiente esterno ma verso un ambiente non climatizzato, si considera quanto riportato dal DM 26/06/2015, ovvero : *“Nel caso di strutture delimitanti lo spazio riscaldato verso ambienti non riscaldati, i valori limite di trasmittanza devono essere rispettati dalla trasmittanza della struttura divisa per il fattore di correzione dello scambio termico tra ambiente climatizzato e non climatizzato, come indicato nella norma UNI TS 11300-1”<sup>99</sup>*. Di conseguenza tenendo conto dei valori limite espressi dalle Tabelle, rispettivamente  $0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$  e  $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ , e i valori dei  $b_{tr,u}$  delle strutture opache orizzontali,  $0,50$  per il solaio verso le cantine e  $0,70$  per il solaio verso il sottotetto, si individuano i valori limite della trasmittanza termica dei componenti, rispettivamente:  $0,58 \text{ W/m}^2\text{K}$  e  $0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Anche per i due componenti orizzontali la verifica è soddisfatta, in quanto il valore è di  $0,203 \text{ W/m}^2\text{K}$  per il solaio verso le cantine e di  $0,156 \text{ W/m}^2\text{K}$  per il solaio verso il sottotetto.

La seguente Tabella riassume in modo chiaro i valori che sono stati menzionati poc'anzi, in modo da presentare un quadro d'insieme.

---

<sup>99</sup> ANIT. *Efficienza energetica e acustica degli edifici*. Op. cit.

Trasmittante termiche U		
Componente	U amm. [W/m <sup>2</sup> K]	U [W/m <sup>2</sup> K]
Parete M1	0,28	0,198
Parete M3	0,28	0,198
Solaio verso cantine	0,58	0,203
Solaio su passo carrabile	0,29	0,207
Solaio verso sottotetto	0,34	0,156

Tabella 13: Trasmittanze termiche U dei componenti di involucro. Fonte: elaborato personale.

Sempre nel capitolo 5, al paragrafo 5.2 relativo a “Requisiti e prescrizioni per gli interventi sull’involucro” viene riportata al punto 2, una prescrizione circa l’obbligo di inserimento di valvole termostatiche a seconda del contesto, ovvero:

*“2. Per gli edifici dotati di impianto termico non a servizio di singola unità immobiliare residenziale o assimilata, in caso di riqualificazione energetica dell’involucro edilizio, coibentazioni delle pareti o l’installazione di nuove chiusure tecniche trasparenti, apribili e assimilabili, delimitanti il volume climatizzato verso l’esterno, ovvero verso ambienti non dotati di impianto di climatizzazione, al rispetto dei requisiti di cui alle lettere da a) a d), si aggiunge l’obbligo di installazione di valvole termostatiche, ovvero di altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare, assistita da compensazione climatica del generatore, quest’ultima può essere omessa ove la tecnologia impiantistica preveda sistemi di controllo equivalenti o di maggiore efficienza o qualora non sia tecnicamente realizzabile”<sup>100</sup>.*

Il contesto che rispecchia il caso studio è quello relativo alla presenza di un impianto termico non a servizio di singola unità immobiliare – infatti l’impianto di riscaldamento in questo caso è un impianto centralizzato – e si effettua inoltre una coibentazione delle pareti; pertanto, nelle ipotesi di intervento si dovranno inserire anche le valvole termostatiche.

Infine, l’ultima verifica secondo il DM 26/06/2015, è la verifica F ovvero quella inerente all’assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali che risulta essere positiva per tutte

<sup>100</sup> DM 26/06/2015 – Allegato 1: Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici. Op. cit.

le strutture che sono state oggetto di intervento, in particolare viene soddisfatta sia l'assenza di condensa superficiale che interstiziale. Si sottolinea che il mese critico, per tutti i componenti suddetti è ottobre.

### 3.7 Risultati

L'applicazione dello strumento Tassonomia inerente l'obiettivo mitigazione, per quanto concerne il caso studio, è consistito nell'applicazione dei requisiti minimi per le ristrutturazioni importanti secondo il Decreto Ministeriale del 26 giugno 2015; svolto tramite il software EC700 per il calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici della Edilclima S.r.l. L'applicazione ha fornito dei valori numerici in linea con i requisiti minimi, tant'è che le verifiche di legge effettuate hanno tutte restituito un esito positivo. Si ricorda che le verifiche effettuate sono state quelle assimilabili a una ristrutturazione importante di secondo livello ed in particolare esse sono state, in base alle ipotesi di intervento effettuate:

- La verifica del coefficiente medio di scambio termico globale  $H'_T$  rispetto al valore limite espresso in Tabella 10 dell'Appendice A del DM 26/06/2015;
- La verifica della trasmittanza delle strutture opache rispetto al valore limite espresso dalle Tabelle 1, 2 e 3 dell'Appendice B del DM 26/06/2015 e;
- La verifica dell'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali.

Importante non è solo il soddisfacimento delle verifiche di legge, ma anche i risultati conseguenti alla realizzazione del cappotto esterno sui componenti opachi verticali e l'isolamento del solaio verso le cantine, su passo carrabile e verso il sottotetto. Infatti, a livello di impianto di riscaldamento si evidenzia come la potenza richiesta al generatore di calore sia nettamente inferiore a quella del generatore installato, passando circa da 40 kW a 20 kW. Inoltre, il passaggio da una caldaia tradizionale ad una caldaia a condensazione, comporta un notevole beneficio in termini di rendimento e, se si fa riferimento alla sostenibilità, la caldaia a condensazione produce basse quantità di CO<sub>2</sub> rispetto a qualsiasi combustibile fossile.

Le ipotesi di intervento per il caso studio, hanno comportato notevoli benefici all'edificio anche in un'ottica di classe energetica, vi è infatti un importante salto di classe, passando dalla classe E – stato di pre-retrofit - alla classe B – nella situazione di post- retrofit; tant'è che l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile  $EP_{gl,nren}$  è quasi un terzo rispetto al valore nella situazione base, si passa infatti da un valore di 147,38 kWh/m<sup>2</sup> anno a 57,96 kWh/m<sup>2</sup> anno.

Nonostante non sia espressamente richiesto dal DM 26/06/2015, nel caso di una ristrutturazione importante di secondo livello, vengono comunque analizzati i seguenti indicatori: indice di prestazione termica utile per il riscaldamento, indice di prestazione termica utile per il raffrescamento, indice di prestazione energetica globale ed infine l'efficienza media stagionale dell'impianto per i servizi di riscaldamento e acqua calda sanitaria. L'analisi consiste in un confronto dei suddetti indicatori, tra la fase di pre-retrofit e la fase di post-retrofit, al fine di evidenziare il risparmio in termini energetici; di conseguenza in questa sezione non si terrà conto se vi è o meno il soddisfacimento della verifica.

Per quanto riguarda l'indice di prestazione termica utile per il riscaldamento, cioè l'energia utile ideale dell'involucro, il valore calcolato si riferisce al consumo specifico, ovvero al valore di  $Q_{H,nd}$  espresso in kWh/m<sup>2</sup>. Nella fase di pre-retrofit esso assume un valore pari a 102,51 kWh/m<sup>2</sup>, mentre nella situazione di post-retrofit esso è pari a 33,82 kWh/m<sup>2</sup>. Come si può intuire, l'isolamento dei componenti, ha comportato un notevole beneficio (Fig. 17).

Nel caso invece dell'indice di prestazione termica utile per il raffrescamento, il valore calcolato si riferisce al consumo specifico ovvero al valore di  $Q_{C,nd}$  espresso in kWh/m<sup>2</sup>. Nella fase di pre-retrofit esso assume un valore pari a 4,57 kWh/m<sup>2</sup>, mentre nella situazione di post-retrofit esso è pari a 14,24 kWh/m<sup>2</sup>. In questo caso invece, c'è stato un peggioramento, dovuto probabilmente all'isolamento dei componenti (Fig. 17)

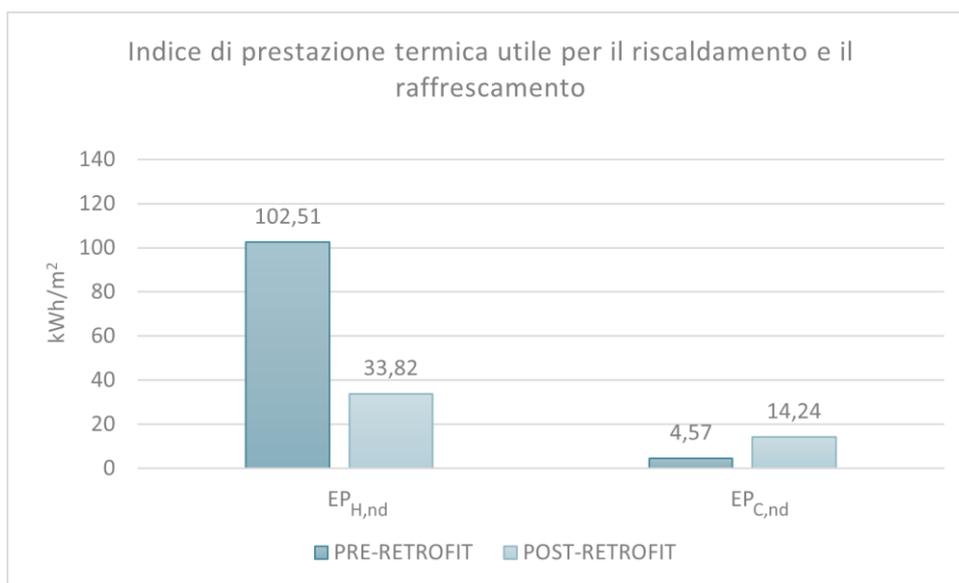


Figura 17: Indice di prestazione termica utile per il riscaldamento e il raffrescamento nelle situazioni di pre e post retrofit. Fonte: elaborato personale.

Per quanto riguarda l'indice di prestazione energetica globale, esso è stato suddiviso per servizio, ossia il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria. In particolare, per il riscaldamento il valore nella situazione di pre-retrofit è pari a 120,33 kWh/m<sup>2</sup>, mentre nella situazione di post-retrofit esso è pari a 32,45 kWh/m<sup>2</sup>; per quanto riguarda l'acqua calda sanitaria (ACS) il valore nella situazione di pre-retrofit è pari a 27,06 kWh/m<sup>2</sup>, mentre nella situazione di post-retrofit esso è pari a 25,51 kWh/m<sup>2</sup> (Istogramma 2). Anche in questo caso è possibile notare un netto miglioramento rispetto alla situazione iniziale, specialmente per il riscaldamento, mentre per l'ACS vi è una diminuzione minima. I valori descritti rappresentano solo la quota di non rinnovabile, in quanto non sono state previste nel caso studio e secondo il rispetto dei requisiti minimi per questo caso, l'utilizzo di fonti rinnovabili; il valore della quota rinnovabile è talmente minimo da poter essere trascurato.

L'indice di prestazione energetica globale risulta quindi essere pari a 147,39 kWh/m<sup>2</sup> nella situazione di pre-retrofit e pari a 57,96 kWh/m<sup>2</sup> nella situazione di post-retrofit (Fig. 18). Si sottolinea che la percentuale di energia primaria coperta da fonti rinnovabili è pari ad 1; poiché in questo caso studio non vi è l'implementazione di fonti rinnovabili, ma l'1% rappresenta la quota di energia elettrica che serve l'edificio che deriva da fonti rinnovabili (ad esempio l'energia elettrica presa dalla rete, viene prodotta in parte anche da rinnovabili).

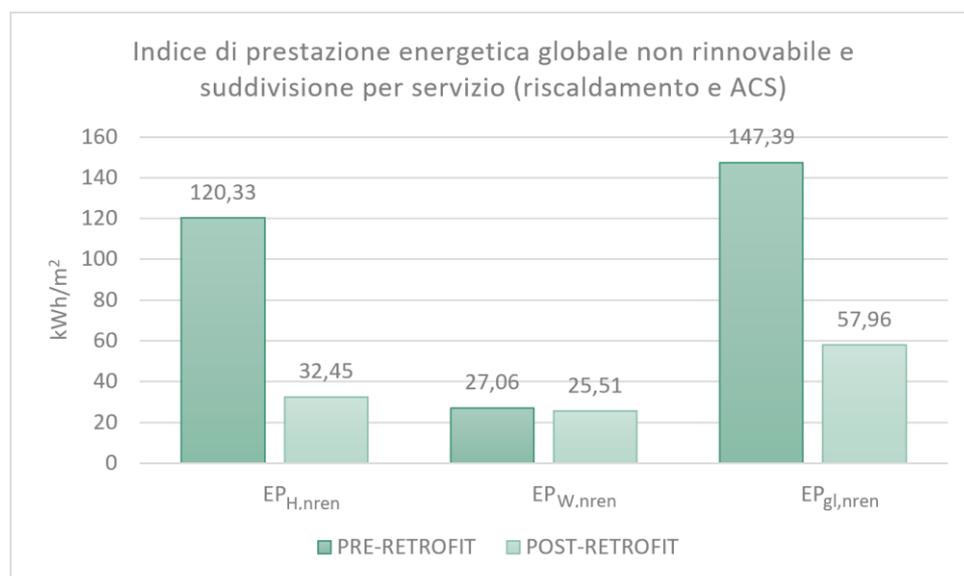


Figura 18: Indice di prestazione energetica globale non rinnovabile e suddivisione per servizio (riscaldamento e ACS). Fonte: elaborato personale.

Infine, si analizza l'efficienza media stagionale degli impianti, ovvero il rapporto tra l'energia termica di un determinato servizio e l'energia primaria dello stesso servizio. Nello specifico, per il riscaldamento l'efficienza in termini percentuali è pari all'84,9% nella situazione di pre-retrofit, mentre arriva al 104% nella situazione di post-retrofit; nel caso invece dell'ACS l'efficienza nella situazione di pre-retrofit è pari a 42,8%, mentre è pari al 45,4% nella situazione di post-retrofit (Fig. 19).

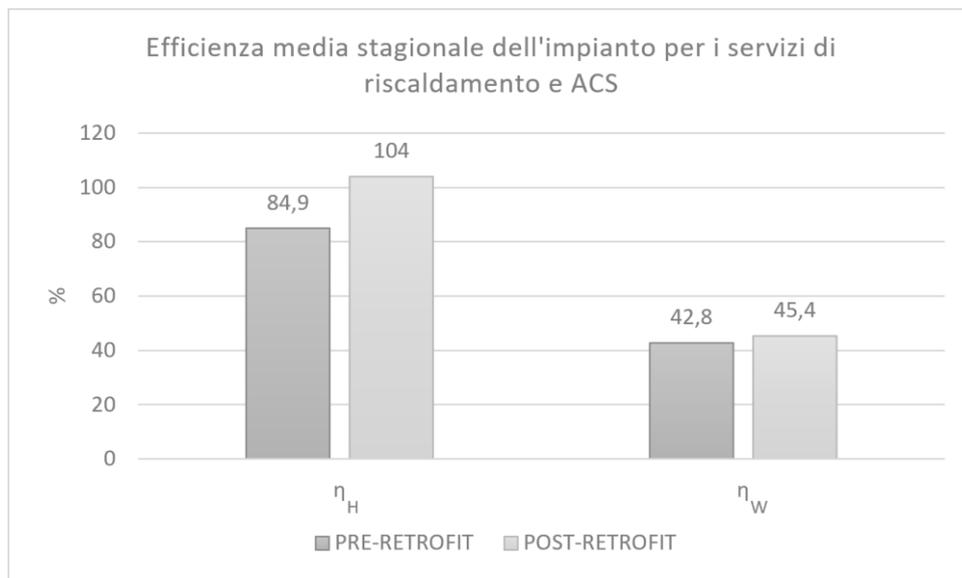


Figura 19: Efficienza media stagionale dell'impianto per i servizi di riscaldamento e acqua calda sanitaria. Fonte: elaborato personale.

### 3.8 Il Resilient Cooling: applicazione di una strategia di raffrescamento passiva

Nel paragrafo 2.7.3, dedicato alle attività di ricerca in tema di resilienza nell'ambito edilizio, si è fatto riferimento ad un importante programma di ricerca, ovvero l'Annex 80 della IEA (Agenzia Internazionale dell'Energia), inerente il raffrescamento resiliente degli edifici. Questo programma, come si è visto, nasce per contrastare gli effetti dovuti ai cambiamenti climatici, in particolare nasce come risposta alla necessità di far fronte al fenomeno del surriscaldamento globale, adottando soluzioni di raffrescamento sia attive che passive.

Il presente paragrafo ha l'obiettivo di mostrare l'importanza che ricoprono le soluzioni di raffrescamento nel breve e soprattutto nel lungo termine, in quanto gli effetti dei cambiamenti climatici saranno sempre più frequenti e dirompenti, e di mostrare come il tema dell'adattamento ricopra un ruolo di fondamentale importanza, insieme a quello della mitigazione. Dal momento però che questi due concetti vanno di pari passo, è necessario quindi che vengano presi in considerazione entrambi e soprattutto adottati contemporaneamente.

Considerando le quattro categorie proposte dall'Annex 80, si è deciso di analizzare la prima categoria, ovvero la categoria a): "Ridurre i guadagni termici indotti dall'esterno negli ambienti interni", adottando come soluzione di raffrescamento passivo, per il presente studio, la schermatura solare. Dal momento che si vuole analizzare il comportamento prestazionale dell'edificio e della strategia di raffrescamento passiva nel tempo, sono stati individuati tre anni climatici tipo che andranno a caratterizzare gli scenari di intervento: l'anno storico 2010, considerato come la baseline di partenza, in cui si ipotizza che non ci siano cambiamenti climatici; l'anno futuro a medio termine 2050 e l'anno futuro a lungo termine 2090, nei quali invece si ipotizza la presenza di cambiamenti climatici.

L'*Annex 80 Weather Data Task Group* ha generato i dati climatici per la città di Roma, i quali andranno a caratterizzare poi gli anni climatici tipo. Essi sono stati individuati secondo il seguente approccio:

"I Global Climate Models (G.C.M.s) sono modelli matematici per la previsione del cambiamento climatico; utilizzando gli scenari di concentrazioni di gas serra (dal 5° A.R. dell'IPCC) come dati di ingresso, questi modelli forniscono informazioni su scala globale con una risoluzione spaziale di 150 600 km<sup>2</sup> (Symon, 2013). Questi modelli non sono appropriati per effettuare simulazioni energetiche a scala di edificio perché non permettono di considerare gli effetti del cambiamento climatico e le relative condizioni meteorologiche estreme a livello locale. Pertanto, è necessario scalare i modelli

alla risoluzione spaziale (inferiore a 100 km<sup>2</sup>) e temporale (inferiore al dato mensile) applicabili alla scala di analisi. La tecnica dinamica utilizza perciò i Regional Climate Models (R.C.M.s) per ottenere informazioni climatiche ad una scala spaziale e temporale più piccola (downscaling methodology); i R.C.M.s meglio rappresentano la variabilità geografica e temporale del clima locale e forniscono set di dati fisicamente coerenti (Soares et al., 2012). In questo studio è stato impiegato GERICS-REMO-2015 come R.C.M., perché, oltre a rappresentare una scala spaziale più piccola, i dati climatici sono disponibili su base oraria. Il modello utilizzato è MPI-M-MPI-ESM-LR, essendo ben supportato dal rapporto IPCC sulla valutazione del modello climatico (Flato et al., 2014). Per l'Europa il punto di accesso di EURO-CORDEX è la Earth System Grid Federation (ESGF) su una griglia di 0,11°, in coordinate polari (equivalenti a una griglia di 12,5 km). NetCDF4, che è un formato di file per la memorizzazione di dati scientifici multidimensionali, è il formato presente in questo database. I dati climatici orari per l'aeroporto di Roma Fiumicino sono stati estratti utilizzando il programma Cordex Data Extractor, che consente di rilevare il punto dati sulla griglia più vicino alla latitudine e alla longitudine desiderate. Questi dati climatici sono stati estratti adottando lo scenario RCP 8,5 del 5° A.R. dell' IPCC per i periodi 2041-2060 (2050) e 2081-2100 (2080). Questo scenario rappresenta la proiezione del clima futuro più aggiornata disponibile al momento dello studio. Successivamente, è stata applicata la metodologia della norma EN ISO 15927-4 (CEN, 2005b) per costruire l'anno climatico tipo futuro a partire da una serie di 20 anni di dati climatici. Questa norma internazionale permette di selezionare dati meteorologici appropriati per effettuare una valutazione a lungo termine del consumo energetico medio per il riscaldamento e il raffrescamento<sup>101</sup>.

Grazie ai dati climatici generati e forniti dal gruppo di ricerca dell'Annex 80, è stato possibile condurre la presente analisi; in particolare dal momento che i dati climatici disponibili sono quelli relativi alla città di Roma, si ipotizza che l'edificio oggetto di studio si trovi a Roma e non a Novara, luogo in cui è invece situato; al fine di effettuare e valutare comunque il comportamento del sistema.

Di seguito vengono riportati gli istogrammi relativi alle temperature medie mensili rispettivamente per gli anni 2010, 2050 e 2090, al fine di fornire una visione generale dell'andamento delle temperature e poter comprendere nel dettaglio i valori restituiti dal calcolo dinamico orario per i vari scenari esaminati.

---

<sup>101</sup> Mamak P. Tootkaboni, Ilaria Ballarini, Vincenzo Corrado. *L'effetto del raffrescamento con ventilazione meccanica sulla prestazione degli edifici residenziali italiani nel contesto del cambiamento climatico*. AiCARR - Edifici e impianti per il clima futuro.

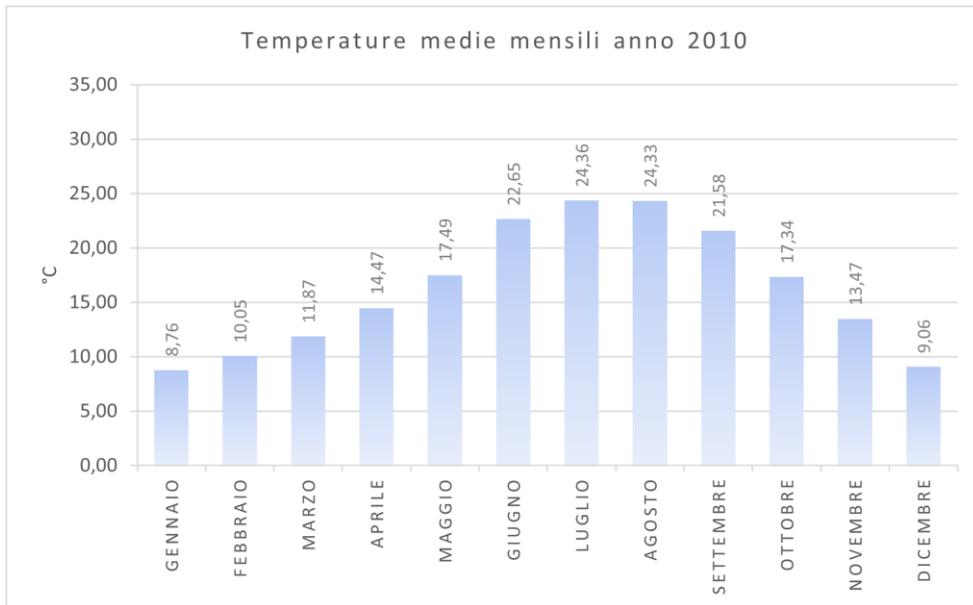


Figura 20: Temperature medie mensili anno 2010. Fonte: elaborato personale.

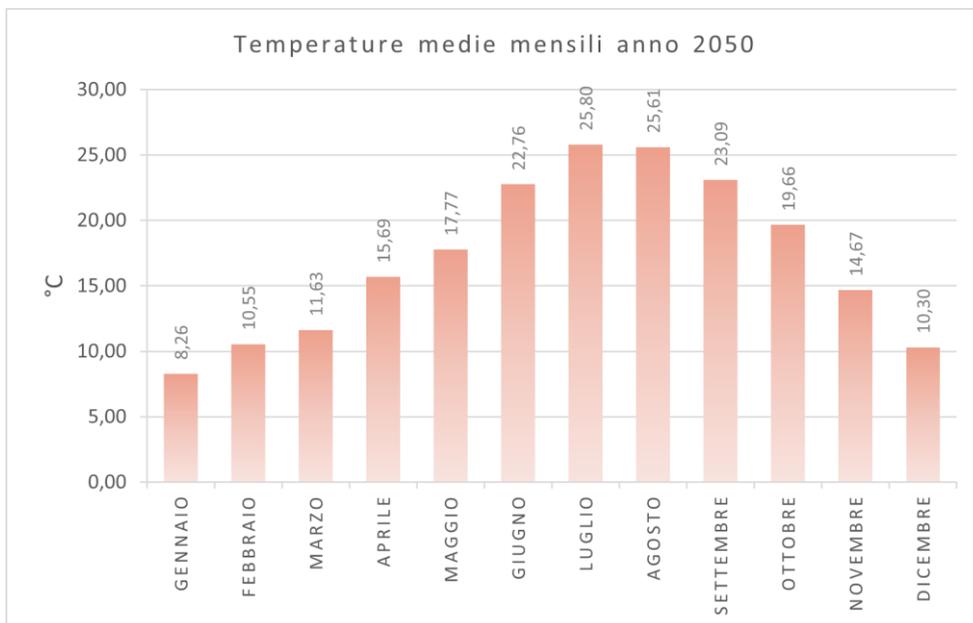


Figura 21: Temperature medie mensili anno 2050. Fonte: elaborato personale.

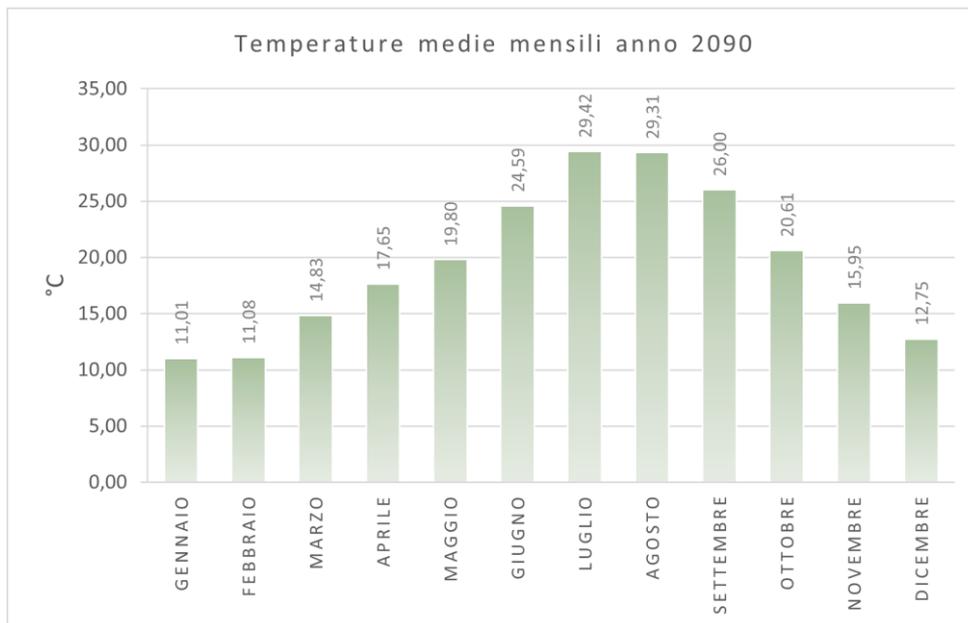


Figura 22: temperature medie mensili anno 2090. Fonte: elaborato personale.

L'analisi relativa al comportamento della strategia di raffrescamento passiva è stata effettuata sul modello utilizzato come caso studio, già per l'applicazione del criterio di mitigazione della Tassonomia; ovvero sull'edificio residenziale di tipo E.1 (1), situato a Novara. In particolare l'analisi è stata suddivisa in due fasi: la prima fase si incentra sul valutare il comportamento prestazionale dell'edificio andando a considerare sia la situazione di base (pre-retrofit), sia la situazione caratterizzata dagli interventi di ristrutturazione visti precedentemente (post-retrofit) per ogni anno climatico tipo (2010, 2050 e 2090); la seconda fase si è basata invece sull'applicazione della strategia di raffrescamento passiva sui casi di post-retrofit rispettivamente per il 2050 e il 2090.

Gli scenari individuati per la prima fase, in base a quanto affermato, sono:

- Scenario 1A: pre-retrofit anno 2010
- Scenario 2A: post-retrofit anno 2010
- Scenario 1B: pre-retrofit anno 2050
- Scenario 2B: post-retrofit anno 2050
- Scenario 1C: pre-retrofit anno 2090
- Scenario 2C: post-retrofit anno 2090

Nei suddetti scenari si analizza il comportamento dell'edificio anno per anno, sia nella situazione di pre-retrofit, ovvero senza interventi di ristrutturazione, sia nella situazione di post-retrofit caratterizzata invece da interventi di ristrutturazione.

Successivamente, per quanto riguarda la seconda fase, si analizzano invece i seguenti gli scenari:

- Scenario 3B: post-retrofit anno 2050 con applicazione della strategia
- Scenario 3C: post-retrofit anno 2090 con applicazione della strategia

In questi scenari, appunto, viene applicata la strategia di raffrescamento, in modo da analizzare quali siano i cambiamenti e i benefici rispetto alle precedenti applicazioni. Si sottolinea infine, che per tutti gli scenari proposti è stato effettuato il metodo del calcolo dinamico orario secondo quanto previsto dalla UNI EN ISO 52016.

Per valutare e soprattutto confrontare tutti gli scenari suddetti sono stati presi in considerazione due indicatori di prestazione:

- $EP_{H,nd}$  [kWh/m<sup>2</sup>]: l'indice di prestazione termica utile per il riscaldamento, ossia il fabbisogno di energia termica per il riscaldamento; e
- $EP_{C,nd}$  [kWh/m<sup>2</sup>]: l'indice di prestazione termica utile per il raffrescamento, ossia il fabbisogno di energia termica per il raffrescamento.

Si precisa che i due indicatori di prestazione sono stati ricavati aggregando i risultati orari, ovvero sommando rispettivamente i valori orari di  $Q_{H,sys,out}$  [kWh] per il riscaldamento e i valori orari di  $Q_{C,sys,out}$  [kWh] per il raffrescamento, normalizzandoli rispetto alla superficie utile.

Si sottolinea infine che il calcolo dinamico orario tiene conto di un impianto a potenza illimitata e della stagione reale sia per il riscaldamento che per il raffrescamento.

Per quanto riguarda l'analisi degli scenari relativi alla prima fase, ovvero senza l'applicazione della strategia di raffrescamento, sono stati effettuati i seguenti passaggi, sia per la situazione di pre-retrofit che per la situazione di post-retrofit: impostazione del calcolo dinamico orario secondo la UNI EN ISO 52016, la definizione del profilo orario, l'inserimento dei dati climatici orari in base all'anno preso in esame, la gestione delle schermature con il rispettivo valore del fattore solare corretto. In particolare il profilo orario scelto in funzione della categoria E.1 (1), relativa al caso studio, è l'Re-5 : "Residenziale normalmente abitato (lavoratori) – inferiore ai 100 m<sup>2</sup>"; mentre il

valore del valore del fattore solare corretto per l'energia estiva ed invernale è pari a 0,60, assimilabile ad una tenda bianca posta internamente.

Per la gestione delle schermature solari è stata effettuata un'analisi relativa all'andamento del sole durante la giornata, per comprendere quale fosse la gestione migliore da adottare in base all'irraggiamento e all'orientamento. La gestione delle schermature viene effettuata solo per i seguenti orientamenti: Est, Nord-Est, Sud-Est, Ovest, Nord-Ovest e Sud-Ovest in quanto l'edificio confina a Nord e a Sud con le pareti perimetrali degli edifici adiacenti, di conseguenza queste facciate sono cieche. Si considera che ad Est, dove sorge il sole, le schermature siano chiuse dalle ore 7.00 alle ore 12.00, che intorno alle ore 13.00 il sole si trovi nel punto più alto dell'edificio, mentre dalle ore 14.00 in poi si trovi ad Ovest dove tramonta il sole; qui si ipotizza che le schermature siano chiuse dalle 13.00 alle 17.00. In tutti gli altri orari invece, quest'ultime sono aperte. Inoltre, si ipotizza la medesima gestione delle schermature solari per tutto l'anno, sia in periodo invernale che in periodo estivo.

Di seguito si riporta uno schema inerente la gestione delle schermature, il quale rispecchia quanto suddetto.

Ore	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Nord	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nord-Est	-	-	-	-	-	-	-	√	√	√	√	√	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Est	-	-	-	-	-	-	-	√	√	√	√	√	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sud-Est	-	-	-	-	-	-	-	√	√	√	√	√	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sud	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sud-Ovest	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	√	√	√	√	-	-	-	-	-	-
Ovest	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	√	√	√	√	-	-	-	-	-	-
Nord-Ovest	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√	√	√	√	√	-	-	-	-	-	-
Orizzontale	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

Legenda simboli: - Schermature solari aperte; √ Schermature solari chiuse

Figura 23: Profilo di utilizzo delle schermature solari.

Attraverso i valori di  $Q_{H,sys,out}$  [kWh] e  $Q_{C,sys,out}$  [kWh] restituiti dal calcolo, relativi rispettivamente al riscaldamento ed al raffrescamento, vengono determinati gli indici di prestazione termica utile espressi in kWh/m<sup>2</sup>.

Per quanto riguarda l'anno 2010 nella situazione di pre-retrofit, il valore di  $EP_{H,nd}$  è pari a 30,52 kWh/m<sup>2</sup>, mentre il valore di  $EP_{C,nd}$  è pari a 25,02 kWh/m<sup>2</sup>. Nella situazione di post-retrofit si nota invece come il valore relativo al riscaldamento diminuisca notevolmente arrivando a 3,09 kWh/m<sup>2</sup>; sintomo dell'efficacia degli interventi di isolamento. Il raffrescamento invece, nel post-retrofit aumenta, arrivando ad un valore pari a 33,59 kWh/m<sup>2</sup>; ciò è dovuto probabilmente al decremento delle dispersioni termiche indotte dal cappotto esterno. Nella figura 24 si possono visionare i valori suddetti.

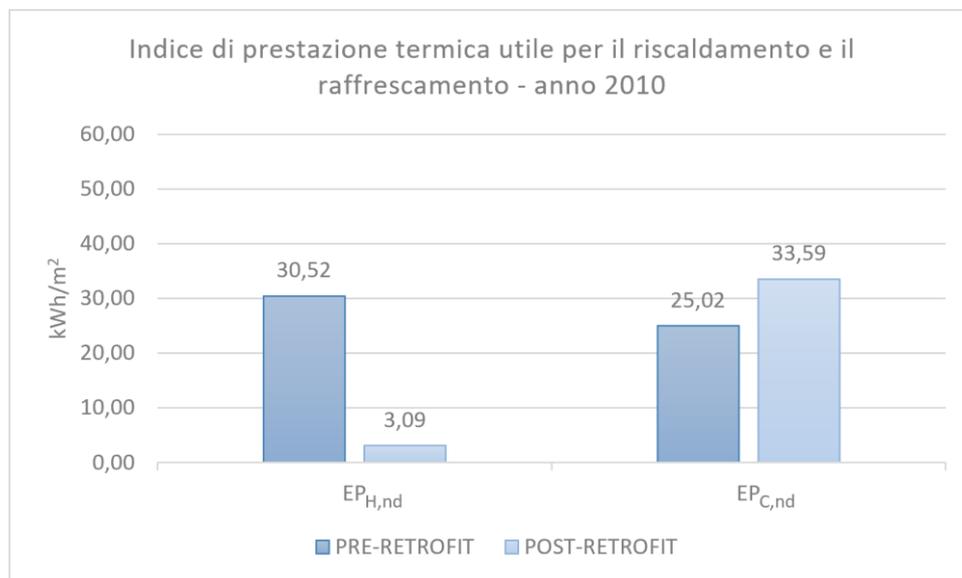


Figura 24: Situazione di pre e post-retrofit per l'anno climatico 2010. Fonte: elaborato personale.

Per quanto riguarda l'anno 2050 nella situazione di pre-retrofit, il valore di  $EP_{H,nd}$  è pari a 27,03 kWh/m<sup>2</sup>, mentre il valore di  $EP_{C,nd}$  è pari a 32,06 kWh/m<sup>2</sup>. Nella situazione di post-retrofit si nota invece come il valore relativo al riscaldamento diminuisca notevolmente arrivando a 2,59 kWh/m<sup>2</sup>; anche qui sintomo dell'efficacia degli interventi di isolamento. Il raffrescamento invece, nel post-retrofit aumenta, arrivando ad un valore pari a 39,19 kWh/m<sup>2</sup>; ciò è dovuto probabilmente al cappotto esterno. Nella figura 25 si possono visionare i valori suddetti.

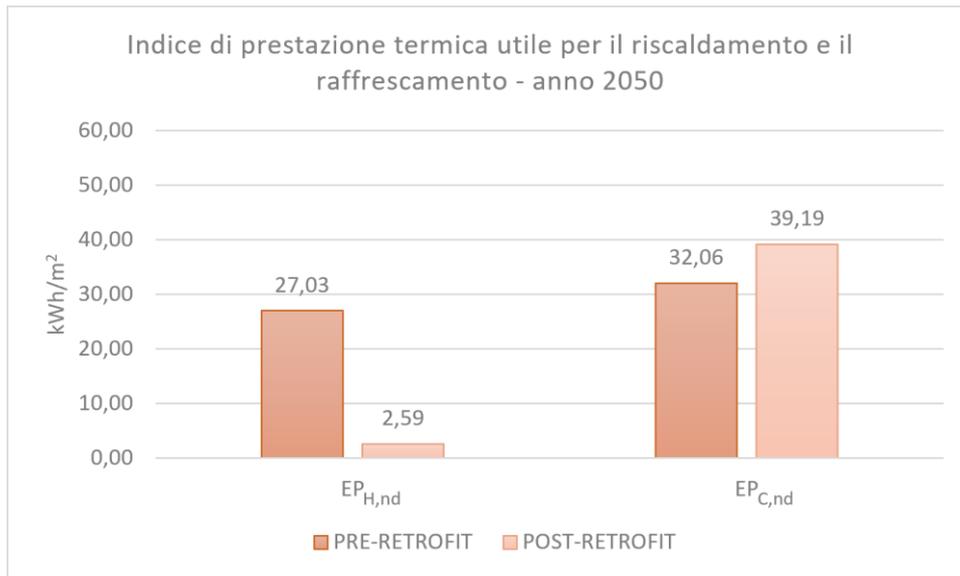


Figura 25: Situazione di pre e post-retrofit per l'anno 2050. Fonte: elaborato personale.

Infine, per quanto concerne l'anno 2090 nella situazione di pre-retrofit, il valore di EP<sub>H,nd</sub> è pari a 8,19 kWh/m<sup>2</sup>, mentre il valore di EP<sub>C,nd</sub> è pari a 45,49 kWh/m<sup>2</sup>. Nella situazione di post-retrofit il valore relativo al riscaldamento è pari a 0,05 kWh/m<sup>2</sup>; le alte temperature e l'isolamento contribuiscono a far sì che questo valore diminuisca notevolmente. Il raffrescamento invece, nel post-retrofit aumenta, arrivando ad un valore pari a 39,19 kWh/m<sup>2</sup>; ciò è dovuto probabilmente al cappotto esterno. Nella figura 26 si possono visionare i valori suddetti.

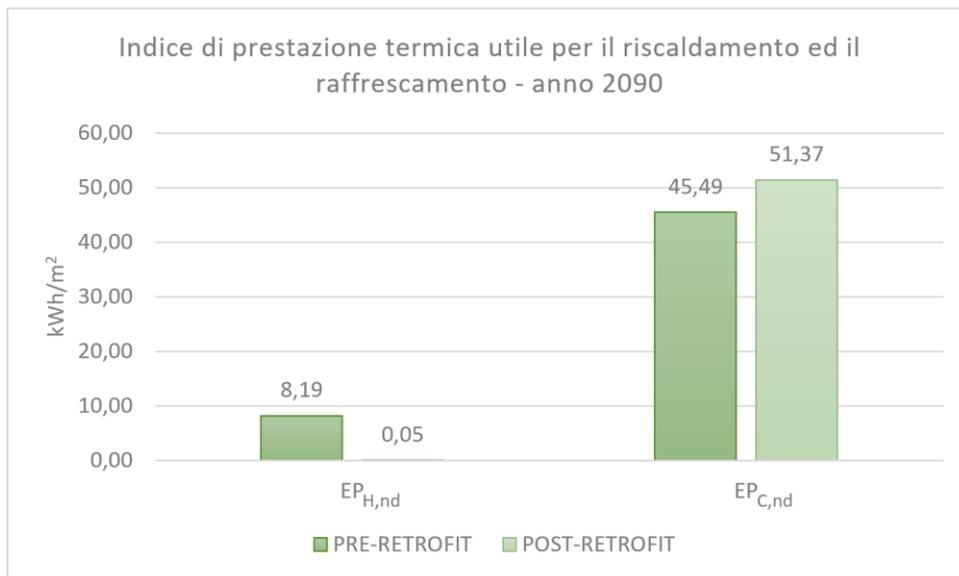


Figura 26: Situazione di pre e post-retrofit per l'anno 2090. Fonte: elaborato personale.

In relazione ai risultati restituiti dal calcolo orario per i tre differenti scenari, si può notare come il valore dell'indice di prestazione termica utile per il riscaldamento ( $EP_{H,nd}$ ) diminuisca man mano che si confrontano i tre scenari, sia nella situazione di pre-retrofit che di post-retrofit. Questo fenomeno può essere giustificato dal fatto che le temperature aumentano con l'avanzare degli anni e di conseguenza l'energia richiesta al sistema diminuisce; a far diminuire tale valore contribuisce ovviamente anche la presenza dell'isolamento a cappotto ipotizzato per il pre-retrofit. Stesse ipotesi possono essere prese in considerazione anche per il valore dell'indice di prestazione termica utile per il raffreddamento ( $EP_{C,nd}$ ), per il quale si nota un aumento, ovvero una richiesta di energia maggiore da parte del sistema. Se si analizzano poi nel dettaglio i singoli valori, per gli scenari 2010 e 2050 sia per quanto riguarda il riscaldamento che il raffreddamento, si può vedere come tra i due scenari non ci sia una differenza eccessiva, dal momento che se si analizzano le temperature medie mensili per i rispettivi anni, esse si differenziano al massimo di due gradi centigradi. Discorso inverso se si confrontano invece i due scenari 2010 e 2050 con il 2090, dove invece si può notare una differenza netta tra i risultati; il 2090 infatti presenta delle temperature medie mensili che si discostano fortemente da quelle dei due scenari precedenti. In sostanza si può affermare, che per quanto riguarda il fabbisogno per il riscaldamento, il sistema non richiede molta energia e soprattutto ne richiede sempre meno nel corso del tempo; discorso opposto invece per quanto

riguarda il fabbisogno di raffrescamento. Questa analisi pone quindi l'accento sulla necessità di considerare l'ausilio di soluzioni di raffrescamento, attive o passive, al fine di migliorare il fabbisogno di energia termica per il raffrescamento. Proprio per questo motivo, come si vedrà in seguito è stata adottata una soluzione di raffrescamento passiva, ovvero la schermatura solare, la quale grazie ad una corretta gestione e alla modifica del fattore solare corretto dalla presenza delle schermature solari, comporta notevoli benefici in termini prestazionali.

L'implementazione della strategia di raffrescamento viene applicata agli scenari di post-retrofit per gli anni 2050 e 2090, ovvero per gli anni in cui si ipotizza la presenza di cambiamenti climatici e i loro effetti sull'edificio. La procedura per l'analisi è la medesima di quella utilizzata per gli scenari pre e post-retrofit senza la presenza della strategia di raffrescamento; si utilizza quindi sempre il metodo del calcolo dinamico orario, il profilo: "Residenziale normalmente abitato (lavoratori) – inferiore ai 100 m<sup>2</sup>" e la medesima gestione delle schermature; quest'ultime però si differenziano dai precedenti scenari per il valore del fattore solare corretto per la presenza di schermature solari che si ipotizza assumere, pari a 0,10 sia per l'energia invernale che per quella estiva. Questo valore è assimilabile ad una veneziana esterna, molto più performante sia a livello di fattore di riduzione degli apporti solari che di collocazione, in quanto risulta essere più efficiente un sistema di schermatura posto esternamente, dal momento che la radiazione solare viene in parte assorbita e riflessa prima di giungere all'interno dell'edificio.

In merito all'anno 2050, il valore dell'indice di prestazione termica utile per il riscaldamento  $EP_{H,nd}$ , risulta essere maggiore rispetto alla situazione di post-retrofit in cui non viene applicata la strategia; si passa da un valore di 2,59 kWh/m<sup>2</sup> ad un valore pari a 5,39 kWh/m<sup>2</sup>. Questo aumento può essere giustificato dal fatto che vengono diminuiti gli apporti e di conseguenza viene richiesta più energia per il riscaldamento al sistema. Al contempo però, la diminuzione degli apporti comporta una miglioria per quanto riguarda l'indice di prestazione termica utile per il raffrescamento  $EP_{C,nd}$ , passando da un valore di 39,19 kWh/m<sup>2</sup> ad un valore di 25,28 kWh/m<sup>2</sup>; obiettivo che si voleva raggiungere attraverso l'utilizzo delle schermature solari. Nella figura 27 si possono visionare i valori suddetti.

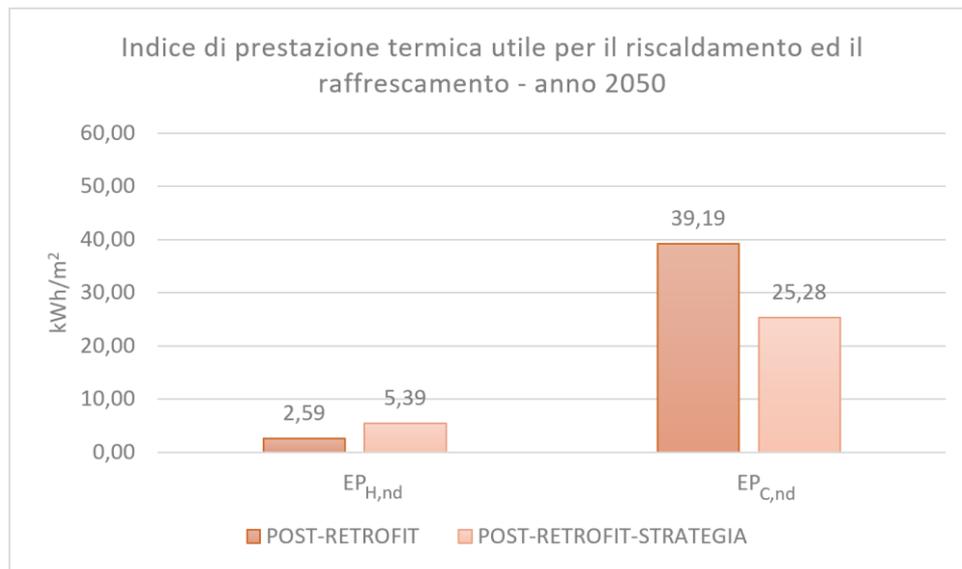


Figura 27: Confronto tra post-retrofit senza e con l'applicazione della strategia di raffrescamento per l'anno 2050.  
Fonte: elaborato personale.

In relazione all'anno 2090, il valore dell'indice di prestazione termica utile per il riscaldamento  $EP_{H,nd}$ , anche qui risulta essere maggiore rispetto alla situazione di post-retrofit in cui non viene applicata la strategia; si passa infatti da un valore di 0,05 kWh/m<sup>2</sup> ad un valore pari a 0,81 kWh/m<sup>2</sup>. Questo aumento può essere giustificato dal fatto che vengono diminuiti gli apporti e di conseguenza viene richiesta più energia per il riscaldamento al sistema. Allo stesso tempo però, la diminuzione degli apporti comporta una miglioria per quanto riguarda l'indice di prestazione termica utile per il raffrescamento  $EP_{C,nd}$ , passando da un valore di 51,37 kWh/m<sup>2</sup> ad un valore di 32,96 kWh/m<sup>2</sup>; obiettivo che si voleva raggiungere attraverso l'utilizzo e la gestione delle schermature solari. Nella figura 28 si possono visionare i valori suddetti.

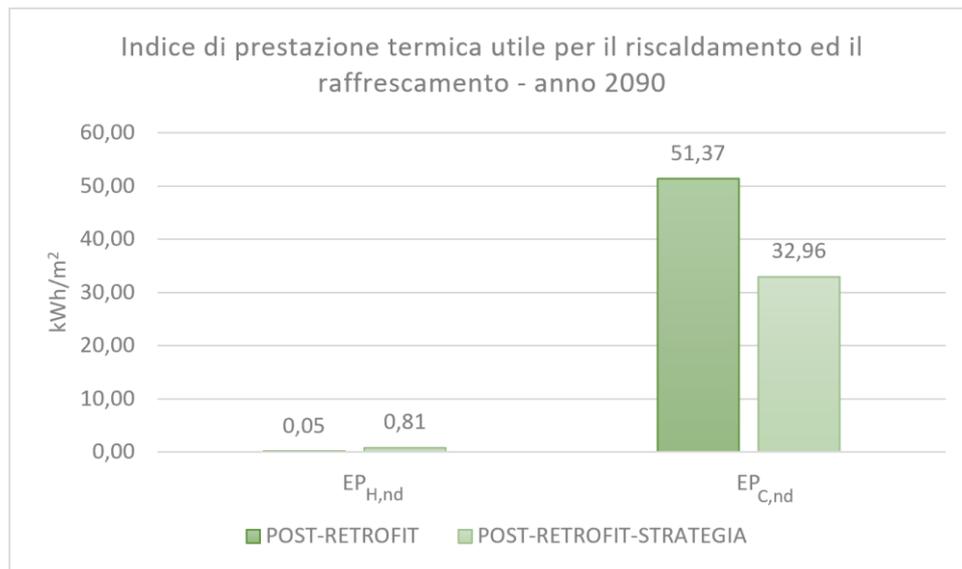


Figura 28: Confronto post-retrofit senza e con l'applicazione della strategia di raffrescamento per l'anno 2090. Fonte: elaborato personale.

Dall'analisi degli scenari appena esaminati, si può verificare come l'implementazione di una strategia di raffrescamento comporti notevoli benefici sull'indice di prestazione termica utile per il raffrescamento  $EP_{C,nd}$ . In particolare si sottolinea come i valori di  $EP_{C,nd}$  del post-retrofit con l'applicazione della strategia, siano inferiori ai valori di  $EP_{C,nd}$  nella situazione base, sia per il 2050 che il 2090.

In conclusione si può quindi affermare come gli interventi di ristrutturazione, volti a fornire un contributo sostanziale all'obiettivo di mitigazione, comportino un notevole beneficio in termini di prestazioni energetiche e in termini di benefici legati alla dimensione ambientale; e come l'applicazione di una strategia di raffrescamento volta a fornire invece un contributo sostanziale all'obiettivo di adattamento ai cambiamenti climatici, comporti anch'essa benefici in termini di prestazioni energetiche e soprattutto come l'applicazione di quest'ultima sia più efficiente se applicata ad un edificio già soggetto a ristrutturazione, anche parziale. Ovviamente la prestazione dell'edificio e la sua capacità di resilienza potrebbero essere aumentate se venissero studiate combinazioni di soluzioni di raffrescamento, in base alle necessità e al luogo. Si sottolinea inoltre, che la metodologia ipotizzata in questo studio per l'obiettivo adattamento, risulta essere di difficile applicazione nel campo professionale, dal momento che non sono stati ancora definiti dei dati climatici futuri a livello Nazionale a cui riferirsi, infatti i dati climatici futuri presenti ad oggi, sono

solo quelli per la città di Roma. Come si è infatti sottolineato anche all'inizio del presente paragrafo, per condurre lo studio per i due differenti obiettivi della Tassonomia, ovvero mitigazione e adattamento, ci si è serviti di due differenti set di dati climatici: uno per la città di Novara, luogo in cui è effettivamente inserito l'edificio oggetto del caso studio, e uno per la città di Roma, luogo in cui si ipotizza trasporre l'edificio al fine di compiere comunque l'analisi relativa all'obiettivo adattamento.

## CONCLUSIONI

Nel presente lavoro di tesi si è voluto mettere in luce l'importanza che ricopre il tema della sostenibilità in generale e soprattutto nel settore edilizio.

Infatti, dal momento che il settore edilizio ricopre un ruolo di fondamentale importanza per la mitigazione e l'adattamento dei cambiamenti climatici, si è voluto indagare quali potessero essere le migliori soluzioni per far sì che quest'ultimo possa contribuire al raggiungimento degli obiettivi posti dall'Unione Europea. In particolare, si è individuato come le ristrutturazioni degli edifici esistenti, siano momentaneamente la migliore soluzione da adottare per far sì che ci sia effettivamente un miglioramento sull'impatto ambientale, economico e sociale.

Grazie ad una prima parte di ricerca e studio teorico sulle metodologie di sostenibilità, quali ad esempio i protocolli di sostenibilità, sulle direttive adottate e sui programmi d'azione dell'Unione Europea, è stato possibile sviluppare un'analisi comparativa e critica del contesto, evidenziando come, nonostante le metodologie per la sostenibilità nel settore edilizio siano molteplici e largamente diffuse, spesso la problematica consiste nel trovare un linguaggio comune per progettisti e imprenditori; proprio per questo motivo viene indagata una metodologia che possa porre le basi per un quadro e un linguaggio univoco al fine di raggiungere effettivamente una transizione verde. Particolarità della metodologia su cui si è incentrato il lavoro, ovvero la Tassonomia, è quella di individuare le attività economiche che possono essere considerate ecosostenibili, non solo per il settore edilizio ma anche per altri settori, individuati come i più critici e i più importanti nel contesto globale. La Tassonomia rappresenta uno strumento polifunzionale, il quale offre a diversi ambiti e diversi settori, la possibilità di affiancarsi al tema della sostenibilità.

Si sottolinea che i confini del sistema del presente studio sono circoscritti a due dei sei obiettivi ambientali proposti dalla Tassonomia, ovvero la mitigazione dei cambiamenti climatici e l'adattamento ai cambiamenti climatici, in virtù del fatto che questa nuova classificazione è ancora in via di sviluppo e ha posto le basi momentaneamente solo per gli obiettivi suddetti. Per i restanti quattro obiettivi, infatti, si è in attesa di un Atto Delegato che li definisca e che fornisca i criteri di vaglio tecnico per metterli in atto. Inoltre, sempre in tema di confini di sistema si evidenzia come per l'obiettivo di mitigazione ci si sia riferiti agli indicatori proposti dal DM 26/06/2015, mentre per l'adattamento lo studio si sia limitato al solo fabbricato.

Analizzati dal punto di vista teorici i temi suddetti, ci si è spostati all'applicazione di quest'ultimi attraverso un caso studio; in particolare, all'applicazione dei criteri stipulati per "l'attività di

ristrutturazione per gli edifici esistenti”. Le ipotesi di intervento per il caso studio, hanno dimostrato come attraverso anche solo alcuni interventi di ristrutturazione, i benefici siano molteplici, sia a livello di prestazioni energetiche sia a livello di comfort abitativo. Grazie anche alle attività di ricerca in tema di adattamento e all’applicazione di soluzioni di raffrescamento, si sottolinea come gli edifici efficienti da un punto di vista energetico e soggetti a ristrutturazione siano maggiormente resilienti agli eventi dirompenti presenti e soprattutto futuri, dovuti ai cambiamenti climatici. In particolare, si evidenzia come la combinazione tra la mitigazione e l’adattamento sia necessaria, rappresentata in questo caso specifico, dall’unione tra le soluzioni di ristrutturazione e dalle strategie tecnologiche resilienti.

All’interno del lavoro di tesi, vengono inserite delle “Schedature” per gli obiettivi di mitigazione dei cambiamenti climatici e adattamento ai cambiamenti climatici dello strumento Tassonomia. Esse consistono in delle tabelle contenenti i criteri specifici per l’attività economica di ristrutturazione di edifici esistenti, relativi ai suddetti obiettivi ed in particolare, per l’obiettivo mitigazione viene specificato l’iter progettuale per soddisfarli, mentre per l’obiettivo adattamento vengono fornite delle soluzioni di adattamento, ovvero una disamina sulle strategie di raffrescamento. Le suddette schedature sono state pensate con lo scopo di fornire aiuto a coloro che si affacciano per la prima volta allo strumento Tassonomia, per essere guidati ed avere una maggiore chiarezza nell’applicazione dello strumento per la specifica attività di ristrutturazione.

Oltre agli esiti positivi evidenziati, il lavoro di tesi ha permesso anche di individuare quali siano gli aspetti che dovrebbero essere migliorati ed integrati. In prima analisi si evidenzia come per quanto riguarda lo strumento Tassonomia, non siano presenti ancora degli indicatori quantitativi per i criteri che si riferiscono all’obiettivo adattamento. Essi infatti vengono definiti perlopiù come criteri qualitativi e di conseguenza, non potendosi riferire a delle soglie minime da rispettare, non si riesce a definire se la soluzione di adattamento che si vuole adottare abbia poi effettivamente un riscontro positivo nel tempo. Questo è un aspetto sicuramente svantaggioso, in quanto come ampiamente dibattuto, l’obiettivo mitigazione e l’obiettivo adattamento dovrebbero essere condotti di pari passo, cosa che risulta momentaneamente difficile. Nel presente studio si è voluto comunque fornire un ulteriore contributo rispetto a quanto viene stabilito nella Tassonomia per l’adattamento, attraverso uno studio delle attività di ricerca in tema di resilienza nel campo edilizio, focalizzandosi principalmente sul lavoro svolto dalla IEA con l’Annex 80, e applicando poi al caso studio una delle strategie proposte proprio dal gruppo di ricerca dell’Annex 80, ovvero la schermatura solare. Nonostante i risultati soddisfacenti, per condurre l’analisi energetica ci si è

dovuti servire sia di due set climatici differenti sia di due metodologie di calcolo differenti, a seconda dell'obiettivo indagato. Per quanto riguarda i dati climatici per l'obiettivo mitigazione, l'analisi è stata condotta facendo riferimento ai dati climatici di legge per la città di Novara, luogo in cui è effettivamente posto l'edificio oggetto del caso studio; mentre per quanto riguarda l'obiettivo adattamento ci si è riferiti a dati climatici futuri generati e forniti per la città di Roma dall'Annex 80 *Weather Data Task Group*. Al momento infatti non sono disponibili dati climatici futuri per l'intero territorio Nazionale, ma appunto solo per la città di Roma. Per quanto riguarda le metodologie di calcolo, per l'obiettivo mitigazione si è utilizzato un metodo quasi stazionario secondo la specifica tecnica UNI/TS 11300; mentre per l'obiettivo adattamento si è utilizzato il metodo del calcolo dinamico orario attraverso cui si possono fare delle considerazioni più precise ed efficaci. Come si può comprendere tutto ciò comporta una certa disomogeneità nell'analisi e soprattutto nei risultati; nonché una certa difficoltà da parte dei professionisti del settore nell'applicare la metodologia.

È necessaria quindi l'implementazione di indicatori omogenei e soprattutto di tipo qualitativo per la resilienza o comunque di metodologie univoche, in modo tale che gli obiettivi di mitigazione e di adattamento possano essere adottati nel medesimo tempo e contrastare gli effetti dovuti ai cambiamenti climatici.

## BIBLIOGRAFIA

- A. Giacomelli, “EU sustainability Taxonomy for non-financial undertaking: summary reporting criteria and extension to SMEs”, Ca’ Foscari University of Venice, 2021, p. 1.
- ANIT. (n.d.). *Efficienza energetica e acustica degli edifici*.
- Assolombarda. (2022). *Linee guida per l’applicazione della Tassonomia in azienda: La classificazione UE delle attività ecosostenibili come bussola verso la transizione ecologica*.
- AA.VV., (2021). Resilient cooling strategies – A critical review and qualitative assessment. *Energy and Buildings*, 251, 111312. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111312>
- Camera dei deputati - Ufficio rapporti con l’UE. (2022). *Pacchetto “Pronti per il 55%”: la revisione della direttiva sulla prestazione energetica nell’edilizia*.
- Commissione Europea. (n.d.). *COM(2018) 97 final: Piano d’azione per finanziare la crescita sostenibile*.
- Commissione Europea. (2019a). *Raccomandazione (UE) 2019/786 della Commissione sulla ristrutturazione degli edifici*.
- Commissione Europea. (2019). *COM(2019) 640 final: Il Green Deal europeo*.
- Commissione Europea. (2020a). *Raccomandazione (UE) 2020/1563 della Commissione Europea sulla povertà energetica*.
- Commissione Europea. (2020). *SWD(2020) 550 final*.
- Direttiva del Parlamento Europeo e del consiglio sulla prestazione energetica nell’edilizia (rifusione) del 19 maggio 2010.
- DM 26/06/2015 – Allegato 1: *Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici*.
- EBC Annex 80 (2019). *Testo allegato*.
- F., F., & N., J. (n.d.). *Achieving the cost-effective energy transformation of Europe’s buildings. Governance europea e nazionale su energia e clima*. (2021). Camera dei deputati - Servizio studi.
- Grazia Vascello (2022). *La gestione delle emergenze: quali contributi dalla Tassonomia?*.

- Homaei, S., & Hamdy, M. (2021). Developing a test framework for assessing building thermal resilience. *Building Simulation Conference Proceedings*.  
<https://doi.org/10.26868/25222708.2021.30252>
- M. P. Tootkaboni, I. Ballarini, V. Corrado. *Assessing The Climate Resilience Of Passive Cooling Solutions For Italian Residential Buildings*.
- Mamak P. Tootkaboni, Ilaria Ballarini, Vincenzo Corrado. *L'effetto del raffrescamento con ventilazione meccanica sulla prestazione degli edifici residenziali italiani nel contesto del cambiamento climatico*. AiCARR - Edifici E Impianti per Il Clima Futuro.
- Murakami, S. (2014). Il contesto di sviluppo del sistema CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency). *DOAJ: Directory of Open Access Journals - DOAJ*. [https://doi.org/10.14609/ti\\_1\\_14\\_2i](https://doi.org/10.14609/ti_1_14_2i)
- Nicholas Dodd, Mauro Cordella, Marzia Traverso, Shane Donatello. (n.d.). *Level(s) – Un quadro di riferimento comune dell'UE per i principali indicatori in materia di sostenibilità degli edifici*.
- Regolamento (UE) 2021/241 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12 febbraio 2021 che istituisce il Dispositivo per la Ripresa e la Resilienza, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, 18.2.2021.
- TEG. (2020). *Taxonomy: Final report of the Technical Expert Group on Sustainable Finance*.

## SITOGRAFIA

*About Us.* (2022, December 15). Glasgow Financial Alliance for Net Zero.

<https://www.gfanzero.com/about/>

Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile. *L'Agenda 2030 dell'Onu per lo sviluppo sostenibile.*

<https://asvis.it/l-agenda-2030-dell-onu-per-lo-sviluppo-sostenibile/>

Are, U. F. D. S. T. (n.d.-a). *1972: Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente umano, Stoccolma.*

[https://www.are.admin.ch/are/it/home/sviluppo-sostenibile/politica-sostenibilita/agenda2030/onu-\\_le-pietre-miliari-dello-sviluppo-sostenibile/1972--conferenza-delle-nazioni-unite-sullambiente-umano--stocol.html](https://www.are.admin.ch/are/it/home/sviluppo-sostenibile/politica-sostenibilita/agenda2030/onu-_le-pietre-miliari-dello-sviluppo-sostenibile/1972--conferenza-delle-nazioni-unite-sullambiente-umano--stocol.html)

Are, U. F. D. S. T. (n.d.-b). *1987: Rapporto Brundtland.*

<https://www.are.admin.ch/are/it/home/media-e-pubblicazioni/pubblicazioni/sviluppo-sostenibile/brundtland-report.html>

*Biodiversità: come l'UE protegge la natura.* (2023, January 24). European Council.

<https://www.consilium.europa.eu/it/policies/biodiversity/>

Certificazioneleed.com. (2021, February 2). *Cos'è la Certificazione LEED®? » Guida Utile -*

*GREENiTOP®.* <https://www.certificazioneleed.com/edifici/>

*Circular economy action plan.* (n.d.). Environment.

[https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan\\_en](https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en)

*Come contribuisce l'edilizia agli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile? - News.* (2021, July 21). GBC

Italia. <https://gbcitalia.org/2021/07/21/come-contribuisce-l-edilizia-agli-obiettivi-di-sviluppo-sostenibile/>

CONSOB. *Il Piano di azione per la finanza sostenibile.* <https://www.consob.it/web/area-pubblica/il-piano-di-azione-per-la-finanza-sostenibile>

*Cos'è la sostenibilità.* (2022, July 19). IPLUS. <https://i-plus.it/cose-la-sostenibilita/>

Diana, M. (2021, December 6). *UE alla ricerca di standard comuni per misurare le emissioni di carbonio incorporate dagli edifici*. ENEA - Dipartimento Unità per L'efficienza Energetica. <https://www.energiaenergetica.enea.it/vi-segnaliamo/ue-alla-ricerca-di-standard-comuni-per-misurare-le-emissioni-di-carbonio-incorporate-dagli-edifici.html>

*EBC* || *IEA EBC*. (n.d.-a). <https://www.iea-ebc.org/ebc>

Enac. *Il Protocollo di Kyoto*. <https://www.enac.gov.it/ambiente/impatto-ambientale/le-emissioni-gassose/il-protocollo-di-kyoto>

Engineer, L. M.-R. & D. (2022, February 24). *Certificazioni per la tutela ambientale in edilizia LEED e BREAM*. <https://blog.mannigroup.com/certificazioni-per-la-tutela-ambientale-in-edilizia-leed-e-bream>

ESG 360. (2021, March 3). *Architettura sostenibile: definizione, bioarchitettura e green building*. ESG360. <https://www.esg360.it/environmental/architettura-sostenibile-definizione-bioarchitettura-e-green-building/>

*European green bond standard*. (n.d.). Finance. [https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/european-green-bond-standard\\_en](https://finance.ec.europa.eu/sustainable-finance/tools-and-standards/european-green-bond-standard_en)

*FINANZA*. (2021, October 26). UN Climate Change Conference (COP26) at the SEC – Glasgow 2021. <https://ukcop26.org/it/gli-obiettivi-della-cop26/finanza/>

*Finanza sostenibile*. (n.d.). L'economia per Tutti. <https://economiepertutti.bancaditalia.it/informazioni-di-base/finanza-sostenibile/?dotcache=refresh>

*History* | *Globalabc*. (n.d.). <https://globalabc.org/about/history-timeline>

*How does Level(s) work?* (n.d.). Environment. [https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels/lets-meet-levels/how-does-levels-work\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels/lets-meet-levels/how-does-levels-work_en)

iCRIBIS. (n.d.). *Codice NACE: cos'è, a cosa serve*.

IEA EBC. (n.d.). *IEA EBC Annex 80 - Resilient Cooling*. <https://annex80.iea-ebc.org/>

*iiSBE | iiSBE Italia*. (n.d.). <https://iisbeitalia.org/node/276>

*In evidenza: Efficienza energetica nell'edilizia*. (2020, February 17). Commissione Europea. [https://commission.europa.eu/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-02-17\\_it](https://commission.europa.eu/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-02-17_it)

*In primo piano: in che modo l'UE può aiutare le persone colpite dalla povertà energetica?* (2022, February 16). Commissione Europea. [https://commission.europa.eu/news/focus-how-can-eu-help-those-touched-energy-poverty-2022-02-16\\_it](https://commission.europa.eu/news/focus-how-can-eu-help-those-touched-energy-poverty-2022-02-16_it)

*La dichiarazione di Stoccolma*. (n.d.). Treccani. [https://www.treccani.it/enciclopedia/conferenza-di-stoccolma\\_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/](https://www.treccani.it/enciclopedia/conferenza-di-stoccolma_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/)

*La strategia dell'UE per costruire un sistema alimentare sostenibile | Parlamento europeo*. (2021, November 29). <https://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/society/20200519STO79425/la-strategia-dell-ue-per-costruire-un-sistema-alimentare-sostenibile>

Nazioni Unite. (2022, March 30). *ONU Italia La nuova Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile*. ONU Italia. <https://unric.org/it/agenda-2030/>

Neri, V. (2022, June 30). *Glasgow Financial Alliance for Net Zero: gli investitori pro-clima e pro-carbone*. Valori. <https://valori.it/glasgow-financial-alliance-for-net-zero-carbone/>

*Pronti per il 55%: in che modo l'UE trasformerà gli obiettivi climatici in legislazione*. (2022, September 27). European Council. <https://www.consilium.europa.eu/it/infographics/fit-for-55-how-the-eu-will-turn-climate-goals-into-law/>

*Renovation wave*. (n.d.). Energy. [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave_en)

Rete Clima (2014). *Protocollo di Kyoto: l'accordo internazionale per contrastare il cambiamento climatico*. <https://www.reteclima.it/protocollo-di-kyoto/>

S. Galeone (2022). *Sostenibilità: cos'è e i tre pilastri per lo sviluppo sostenibile*. (2022, March 25). <https://www.inabottle.it/it/ambiente/sostenibilita-significato-e-sviluppo-sostenibile>.

*Technical expert group on sustainable finance (TEG)*. (n.d.). Finance.

[https://finance.ec.europa.eu/publications/technical-expert-group-sustainable-finance-teg\\_en](https://finance.ec.europa.eu/publications/technical-expert-group-sustainable-finance-teg_en)

V. Balocco (2021). *Accordo sul clima di Parigi: che cos'è, cosa chiede, come sta evolvendo*.

<https://www.esg360.it/normative-e-compliance/accordo-sul-clima-di-parigi-che-cose-cosa-chiede-come-sta-evolvendo/>

Wikipedia contributors. (2023, January 13). *Smart glass*. Wikipedia.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Smart\\_glass](https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_glass)