



Università
Ca'Foscari
Venezia

Corso di Laurea Magistrale
in Scienze Ambientali

Capitale Naturale e Servizi Ecosistemici

Classe LM-75

Tesi di Laurea

**Valutazione di sostenibilità dell'edificio storico vincolato
tra tutela dell'ambiente e conservazione del patrimonio
storico-culturale: applicazione al caso studio "Ex
Manifattura Tabacchi di Bari"**

Relatrice

Prof.ssa ELENA SEMENZIN

Correlatori

Prof. Wilmer Pasut

Dott. Manfredi Vale

Anno Accademico

2021/2022

Laureanda

LISA BORGHELLO

Matricola 864303

SOMMARIO

L'attuale panorama edilizio europeo è caratterizzato da un'alta percentuale di edifici costruiti tra l'immediato dopoguerra e il 1970. L'anagrafe del parco edilizio determina un alto consumo di energia per garantirne i servizi e la conduzione. Considerando il fatto che un edificio viene definito storico con il superamento del cinquantesimo anno di età, una buona parte del parco edilizio europeo viene quindi categorizzato come tale. Occorre quindi pensare come tutelare il patrimonio storico-culturale individuato tra questi edifici e nel contempo trovare sistemi che ne permettano una riqualificazione dal punto di vista energetico.

L'approfondimento, in questo studio, del tema della riqualificazione ha portato in relazione l'attuale quadro normativo nazionale ed europeo interessante l'efficienza energetica all'interno degli edifici storici e la tutela ambientale del settore edilizio con l'importanza di preservare e valorizzare i manufatti storici e la loro testimonianza come patrimonio artistico-culturale.

Per effettuare una valutazione degli impatti ambientali che derivano dall'intero ciclo di vita dell'edificio è necessario, attraverso un approccio LCA (Life Cycle Assessment), esaminare, nel caso di un edificio esistente, le fasi di gestione, utilizzo e infine smaltimento e recupero di materiali, riducendo il più possibile le emissioni GHG (*Greenhouse Gases*) in natura. Inoltre, la valutazione di sostenibilità ambientale della riqualificazione di un'opera deve dare evidenza degli eventuali contributi significativi ad almeno uno o più obiettivi ambientali (mitigazione dei cambiamenti climatici, adattamento ai cambiamenti climatici, uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine, transizione verso un'economia circolare, prevenzione e riduzione dell'inquinamento, protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi) descritti dal Regolamento UE 2020/852, il quale impone i criteri che un'attività economica, come la riqualificazione di un edificio, deve rispettare per essere definita sostenibile.

La valutazione di sostenibilità del progetto di riqualificazione dell'Ex Manifattura Tabacchi, edificio storico sottoposto a tutela dalla Sovrintendenza, è stata effettuata comparando le scelte di intervento descritte nel progetto con i criteri e limiti imposti dalle normative di tutela dei Beni Culturali, di tutela ambientale e di efficientamento energetico. Nonostante la difficoltà di coniugare gli interventi di efficientamento con la conservazione dell'estetica del bene, in modo che questi riescano a raggiungere gli obiettivi di mitigazione e adattamento di impatti e rischi ambientali, secondo il principio DNSH (*Do Not Significant Harm*), la valutazione di sostenibilità ambientale della riqualificazione dell'opera risulta positiva

INDICE

SOMMARIO	
INTRODUZIONE	1
1. EDILIZIA E AMBIENTE	4
1.1 L'edilizia in Italia e nell'UE	5
1.2 Architettura sostenibile	9
1.1.1 Impatti ambientali connessi all'edilizia.....	10
2. PATRIMONIO CULTURALE TRA CONSERVAZIONE ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO AMBIENTALE	15
2.1 Tecniche di costruzione tradizionali ed approcci attuali.....	17
2.2 Soluzioni bioclimatiche nell'architettura storica	19
2.3 Approccio diagnostico e strategie di intervento moderne	21
2.4 Soluzioni "intelligenti" per la rimessa in uso attivo ed integrato dell'edificio storico	22
2.4.1 Strategie di intervento	23
2.4.1.1 <i>Tecniche di intervento passive</i>	24
2.4.1.2 <i>Tecniche di intervento attive</i>	26
3. QUADRO NORMATIVO.....	28
3.1 Legislazione italiana sulla tutela dei Beni culturali	29
3.2 Normative per la tutela ambientale nel settore edilizio.....	32
3.3 Normative per l'efficientamento energetico	38
3.3.1 <i>Normativa europea</i>	38
3.3.2 <i>Normativa nazionale</i>	43
4. APPLICAZIONE DEI PRINCIPI DNSH E DI QUALITA' AMBIENTALE AL CASO STUDIO EX-MANIFATTURA TABACCHI DI BARI	49
4.1 Inquadramento storico e logistico dell'Ex-Manifattura Tabacchi	49
4.1.1 Impostazione progettuale generale	52
4.2 Scelte progettuali	57
4.2.1 Energia	58
4.2.1.1 Fabbisogno Energia Primaria	59
4.2.1.2 Valorizzazione delle Volumetrie	61
4.2.1.3 Incremento Performance energetiche dell'Involucro Edilizio	62
4.2.1.4 Totale Elettrificazione del Sistema di Climatizzazione Del Complesso	65
4.2.1.5 Ottimizzazione del Comfort Termoigrometrico degli Edifici Storici	66
4.2.1.6 Utilizzo delle Fonti Rinnovabili.....	67
4.2.2 Acqua	68
4.2.2.1 Impianto idrico.....	69

4.2.2.2	Impianto fognante	69
	Controllo dei consumi idrici	70
	Impianto raccolta acque meteoriche	72
4.2.3	Rifiuti	74
5.	VALUTAZIONE COMPLESSIVA DEL PROGETTO: Qualità dell'edificio in termini ambientali in relazione agli obiettivi del DNSH oltre i requisiti minimi di legge e regolamentari	77
	CONCLUSIONI	85
	RINGRAZIAMENTI.....	87
	BIBLIOGRAFIA	88
	SITOGRAFIA	95

INTRODUZIONE

L'aumentata sensibilità che oggi si registra nei confronti delle politiche di sostenibilità ambientale rende gli obiettivi di diminuzione dei consumi energetici tra quelli primariamente perseguiti dal legislatore. La dipendenza da altri paesi per l'approvvigionamento di materie prime, vedasi la situazione europea a seguito delle vicende legate alla guerra in Ucraina e alle sue conseguenze sulla distribuzione del gas russo, rende il tema dei bisogni di energia il primo da affrontare in ogni agenda politica. La produzione di energia e il suo utilizzo consapevole sono quindi temi sociali, che coinvolgono ed impegnano tutti. In questo quadro d'insieme assumono sempre più valore le regole che permettono di coniugare la sostenibilità ambientale con gli standard di qualità della vita. Ogni azione che utilizza energia necessita quindi di un'analisi utile a determinarne l'impatto sull'ambiente e quali possibili azioni svolgere per garantire il minimo consumo di energia, l'utilizzo di fonti rinnovabili, traguardando la costante diminuzione delle cause che oggi già determinano i cambiamenti climatici.

Questa tesi pone l'attenzione sul settore dell'edilizia, responsabile di circa il 40% dell'uso di energia e del 36% delle emissioni di gas a effetto serra (Regolamento Delegato UE 2021/2139). Il patrimonio edilizio europeo è stato realizzato per la maggior parte nell'immediato dopoguerra e fino al 1970, prevedendo metodologie di costruzione utili a realizzare il maggior numero di alloggi in tempi rapidi per rispondere all'espansione demografica, privilegiando la quantità alla qualità del manufatto (Margani G. & Co, 2014); tali edifici ad oggi risultano altamente impattanti rispetto al consumo di energia e contribuiscono fortemente all'alterazione del sistema ambientale.

La realizzazione di nuove costruzioni risponde oggi a regole che ne permettono l'avvicinarsi quasi totalmente ai criteri di sostenibilità ambientale e quindi per incidere sui livelli di consumo energetico occorre intervenire sul patrimonio edilizio esistente. Per questo, negli ultimi anni grazie ad incentivi proposti dall'Unione Europea, gli Stati Membri hanno adottato politiche di intervento volte alla riqualificazione del patrimonio edilizio.

L'intervento sul patrimonio edilizio esistente, che in Italia è costituito per il 30% da edifici storici, ovvero costruiti in tempi antecedenti al 1945, impone un punto di vista e d'azione speciale. L'1,8% degli edifici storici è considerato appartenente al patrimonio storico-culturale e sottoposto a tutela ai sensi del D.lgs. 42/2004, in quanto contenente elementi di interesse artistico, storico e archeologico. Per questi edifici, ogni tipo di intervento, compresi

quelli finalizzati all'efficienza energetica, è subordinato al preventivo parere della Sovrintendenza ai beni architettonici e ambientali (Cicerchia A., & Co., 2013).

Se da un lato la tutela garantisce la preservazione del manufatto storico, come testimonianza e valore di civiltà, dall'altro non permette modifiche strutturali e uso di materiali utili al raggiungimento dei parametri di sostenibilità. L'obiettivo è quello di mettere d'accordo sostenibilità e conservazione, conciliando benefici energetici e storicità ed estetica dell'edificio (Frau C., & Co, 2015).

È necessario definire l'impatto che un'immobile provoca sull'ambiente eseguendone una valutazione ed analizzando tutte le fasi del ciclo di vita. Seguendo un approccio LCA (Life Cycle Assessment) viene considerata la produzione di materie prime, il trasporto dei materiali da costruzione, il riscaldamento ed il raffreddamento nella fase d'uso, la ristrutturazione dell'edificio, e la gestione dei rifiuti nella manutenzione e nel fine vita, allo scopo di adottare interventi che rendono gli edifici più sostenibili, in termini di qualità dell'ambiente interno e uso di energia, acqua e materiali (Nemry, F. et al., 2008).

L'argomento della seguente tesi nasce dal lavoro eseguito durante l'esperienza di tirocinio presso eAmbiente Group, società che si occupa di consulenza ambientale. L'approccio con il settore edilizio è avvenuto grazie alla collaborazione con INVIMIT, azienda in possesso di uno stabile storico nella città di Bari, ovvero l'Ex Manifattura Tabacchi. L'azienda, avendo come obiettivo la rimessa in uso attivo della manifattura, ha chiesto una valutazione del progetto di riqualificazione, sulla base delle scelte progettuali e del loro allineamento ai criteri delle normative vigenti nazionali ed Europee a cui l'edificio è sottoposto.

La valutazione di sostenibilità del progetto di riqualificazione dell'Ex Manifattura Tabacchi è stata elaborata nella seguente tesi, con l'obiettivo di portare alla luce le scelte progettuali più opportune per il raggiungimento degli obiettivi energetici e ambientali imposti dalla legge, mantenendo al contempo intatta l'identità storica ed estetica dell'edificio.

La tesi è articolata in cinque capitoli. Nel primo capitolo viene introdotto il tema dell'edilizia, facendo un'analisi del parco edilizio esistente in Europa e più nello specifico in Italia, focalizzandosi sull'epoca di costruzione, sulla tipologia di abitazione e l'efficienza energetica degli edifici. Viene inoltre introdotto il tema dell'architettura sostenibile come metodo di costruzione che concepisce immobili integrati con il contesto ambientale ed il suo intorno, ponendo l'attenzione sugli impatti ambientali che derivano dall'intero ciclo di vita dell'edificio.

Nel secondo capitolo si pone l'accento sull'edificio storico, definito patrimonio culturale, sottolineando l'importanza della conservazione del bene, affiancando al contempo l'importanza di renderlo il più efficiente possibile a livello energetico.

Nel terzo capitolo viene fatto un excursus sul quadro normativo europeo e nazionale per la tutela dei beni culturali, per la tutela dell'ambiente nel settore edilizio e le normative riguardanti l'efficientamento energetico.

Nel capitolo quattro viene descritto il progetto di riqualificazione dell'Ex Manifattura Tabacchi di Bari e vengono analizzate le scelte progettuali relative all'efficienza energetica, al risparmio idrico ed alla gestione dei rifiuti da costruzione.

Infine, il quinto capitolo è dedicato alla valutazione di sostenibilità dell'opera, che mette a confronto gli interventi descritti nel progetto con i limiti imposti dal quadro normativo.

Chiudono l'elaborato alcune riflessioni conclusive.

1. EDILIZIA E AMBIENTE

Se oggi passeggiamo tra un quartiere storico ed uno moderno, notiamo come nel primo caso vi sia un'armonia tra le parti: la casa, la chiesa, il parco, il municipio, il tutto con un accostamento di materiali e colori che conferisce un equilibrio rilassante tra uomo e natura; nella seconda situazione invece, l'affollamento di edifici sovrapposti tra loro quasi a dover necessariamente ricoprire ogni parte restante del suolo a disposizione, trasmette una sensazione soffocante e caotica, priva di ogni buon gusto (Strollo & Palazzi, 2012). Questo secondo scenario è la conseguenza di una mancata politica urbanistica che, con l'accrescimento del benessere economico, negli anni ha fatto sì che ogni cittadino o impresa potesse gestire a suo piacimento la costruzione di appartenenza e provocare così un abusivismo incontrastato e edifici di bassissima qualità, sia dal punto di vista architettonico che impiantistico (*Ibidem*).

Il progredire illimitato del settore edilizio di bassa qualità ha contribuito ad ottenere nel 1990 un valore del 55% della quantità totale di emissioni di biossido di carbonio da paesi sviluppati. Solo nel 1992 con la Conferenza Internazionale su Ambiente e Sviluppo di Rio de Janeiro si inizia a porre attenzione sulla protezione dell'ambiente, con l'obiettivo di contenere le emissioni di gas a effetto serra ad un livello che non metta in pericolo il clima mondiale. Successivamente, nel 1997 a Kyoto viene adottato un Protocollo secondo il quale i paesi industrializzati si impegnavano a ridurre entro il 2012 il totale delle emissioni di gas serra almeno del 5% rispetto ai livelli del 1990 (Il Protocollo di Kyoto). Questo documento, pur in assenza di effettivi limiti concordati, ha rappresentato una svolta per l'idea di sviluppo sostenibile nei Paesi industrializzati, iniziando ad introdurre nelle legiferazioni interessanti il clima, gli impegni da mantenere nel lungo termine per stabilizzare le concentrazioni di gas ad effetto serra, adottando nel contempo innovative politiche ambientali ed energetiche, allo scopo di evitare ulteriori danni al clima dovuti all'impatto antropico. Solo nel 2015, con la COP 21 a Parigi, i 195 Paesi partecipanti hanno concordato degli obiettivi concreti per limitare l'aumento della temperatura media del pianeta al di sotto dei 2°C, ponendosi di raggiungere il limite di 1,5°C al 2030, ricorrendo all'utilizzo sempre maggiore di fonti rinnovabili e tecnologie di decarbonizzazione (Caminiti & La Motta, 2016). È stato proprio l'Accordo di Parigi ad incoraggiare gli sforzi dell'UE volti alla decarbonizzazione del parco immobiliare, al quale è riconducibile circa il 38% di tutte le emissioni di CO₂ dell'UE, di cui il 28% derivano dalla gestione degli edifici e il 10% dei materiali utilizzati durante la costruzione e la manutenzione (Arup & WBCSD, 2021).

Attualmente si stima che a livello globale vengano costruiti circa 5,5 miliardi di m² all'anno di edifici, per un ammontare mondiale esistente di circa 255 miliardi di m² (*Ibidem*). Stando a queste cifre, che riguardano soprattutto infrastrutture e zone destinate a scopi commerciali, ogni settimana nel mondo viene costruita una quantità di edifici equivalente alla città di Parigi (London Energy Transformation Initiative, 2018), si tratta di una situazione incrementale allarmante non solamente dal punto di vista emissivo, ma anche per il sovra sfruttamento del suolo, il quale, insieme agli oceani, sarebbe, ad oggi, ancora in grado di contrastare in modo naturale una quota delle emissioni causate da attività antropiche. Il consumo di suolo, derivante dall'incremento del patrimonio edilizio, è tra le cause primarie di sofferenza del pianeta. Per questo l'ampiezza esagerata del patrimonio edilizio deve essere controllata con l'obiettivo di dare nuova vita al vecchio, scoraggiando la nuova espansione (Venuti G.C., 2013).

1.1 L'edilizia in Italia e nell'UE

Nell'ultimo mezzo secolo, la storia dell'edilizia in UE ha subito una progressione ondulatoria data dalle metodologie di costruzione e dai differenti approcci sociali rispetto all'espansione delle città. Se in principio tutto ciò che veniva costruito doveva rappresentare "il bello", con il dopoguerra tutta la cura degli aspetti estetici è passata in secondo piano. L'aumento della popolazione e la premura di rimettere in piedi un paese distrutto hanno fatto sì che tempistiche e metodologie di costruzione fossero atte solo a soddisfare la grande richiesta di alloggi, a discapito della qualità degli edifici stessi, e delle zone verdi invase dal cemento nei pressi delle piccole e grandi città, non interessandosi a ciò che avrebbe comportato in futuro questo rapido e incontrollato incremento edilizio (Margani G. et al., 2014). Il patrimonio edilizio europeo esistente è vittima della povertà delle soluzioni costruttive utilizzate, che sono poco efficienti dal punto di vista tecnologico, energetico ed impiantistico. La soluzione è la riqualificazione.

Per fare un'analisi sul patrimonio edilizio esistente dell'Unione Europea (UE) e delle scelte edilizie dei differenti Stati Membri, le istituzioni europee hanno raccolto informazioni sugli aspetti più rilevanti degli edifici, tra cui la struttura, l'età di costruzione e l'efficienza energetica. Nell'UE, nel complesso, gli edifici ad uso residenziale rappresentano il 75% del patrimonio edilizio totale (Economidou, M. et al., 2011). Nel 2019, il 53% della popolazione europea viveva in una casa indipendente, mentre il 46% viveva in un appartamento. L'Irlanda (92%) ha la percentuale più alta di popolazione che vive in una casa singola, seguita da Croazia e Belgio (entrambi con il 77,6%) e Olanda (74,85). La situazione in Italia è quasi

eguagliata: il 47% della popolazione vive in una casa indipendente, mentre la maggioranza (52,7%) vive in un appartamento³ (Fig. 1).



Figura 1 Popolazione che vive in appartamenti o in case indipendenti. Situazione abitativa europea nel 2019. Fonte: Eurostat, 2019.

In Europa, il patrimonio residenziale più antico appartiene al Regno Unito e alla Francia, oltre che ad alcune zone della vecchia Repubblica democratica tedesca. Il più recente lo si trova invece in Irlanda ed in alcune regione della Spagna⁴ (Fig. 2).

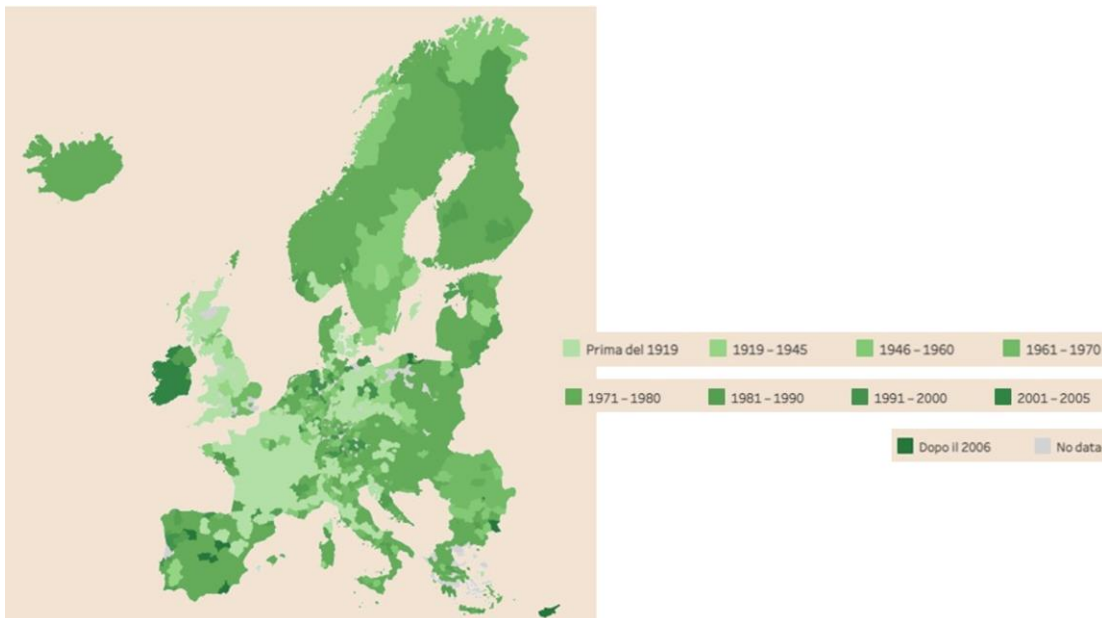


Figura 2 Epoca di costruzione del patrimonio edilizio per Stato Membro. Fonte: Eurostat, 2022.

³ Cfr. <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> consultato il 17 giugno 2022.

⁴ Ibidem

Facendo un focus sul patrimonio edilizio italiano, è stato concluso nel 2021 il nuovo censimento delle popolazioni e delle abitazioni, interrotto nel 2020 a causa della pandemia globale (Covid-19), il quale fornisce dati storici per trimestre ed anno dell'incremento dei permessi di costruzione per il numero di abitazioni in nuovi fabbricati residenziali. Analizzando i dati della serie storica dal 2001 al 2021 forniti dall'Istat (Fig. 3), il numero di abitazioni ha avuto un incremento di 2.768.894 unità, per un ammontare complessivo attuale di 24.422.182 abitazioni⁵.

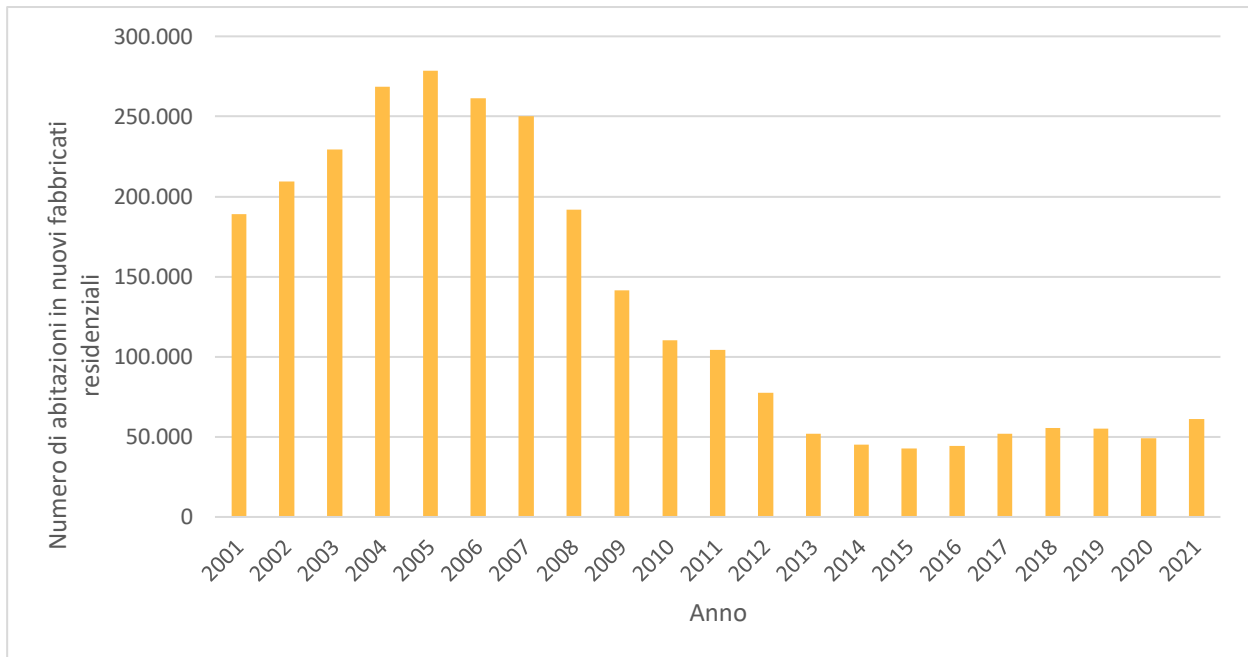


Figura 3 Numero di abitazioni in nuovi fabbricati residenziali in Italia. Fonte: Dati Istat, 2021.

Le statistiche Istat considerate nell'ultimo censimento integrano i dati riguardanti solo il numero di abitazioni residenziali. Non sono noti gli ultimi aggiornamenti sull'intero parco edilizio nazionale che includono anche edifici disposti ad altro utilizzo come fabbriche o edifici commerciali. Considerando però l'ultimo dato utile del 2011 fornito dall'Istat, riguardante l'intero patrimonio edilizio nazionale, si contava un numero di edifici di 14.452.680, di cui utilizzati 13.709.245⁶, numero che, come visibile anche nella Figura 3, include il grande picco di costruzioni residenziali degli anni precedenti (2001-2008). Il fatto che l'incremento edilizio sia diminuito rispetto al primo decennio degli anni 2000 e che le costruzioni degli ultimi dieci anni ricadano già nella categoria degli stabili edificati con una visione di architettura sostenibile, marca ancora di più l'esigenza di puntare sulla riqualificazione del vecchio, adottando soluzioni moderne per ridurre l'impatto ambientale che negli anni il settore edilizio ha provocato.

⁵ Cfr. www.istat.it consultato il 18 giugno 2022.

⁶ Ibidem

Un quarto del patrimonio residenziale è formato da edifici costruiti prima del 1946 e il 15% è stato costruito prima del 1919 (prima della legge n.375 del 1976, prima legge sul risparmio energetico). Di questi, il 4% circa è in pessimo stato di conservazione⁷ in quanto gli edifici non hanno mai subito interventi di ristrutturazione o riqualificazione energetica (Fig.4). Oltre il 25% degli edifici in Italia ha consumi annuali da 160 kWh/m² ad oltre 220 kWh/m² (ENERGETICA, E., 2020), numero troppo grande per riuscire a rispettare l'obiettivo di limitare il riscaldamento globale al di sotto della soglia di incremento di 2°C, contenendolo preferibilmente a 15°C, rispetto ai livelli preindustriali.

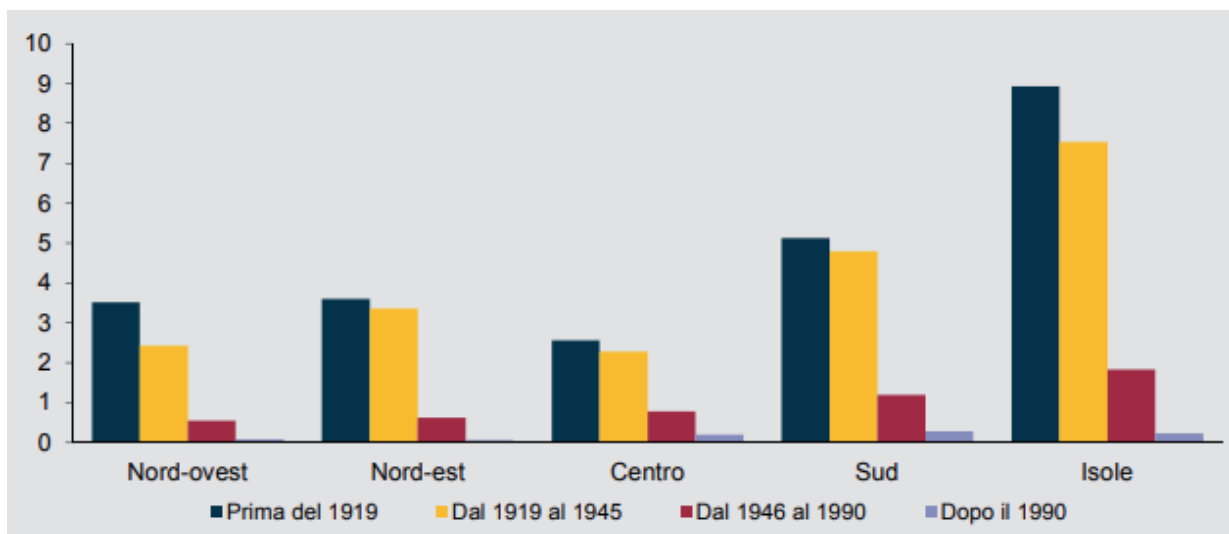


Figura 4 Edifici residenziali in pessimo stato di conservazione per epoca di costruzione e ripartizione geografica. Censimento 2011, per 100 edifici residenziali della stessa epoca di costruzione. Fonte: www.istat.it

Sebbene negli ultimi anni il settore delle costruzioni abbia avuto un declino, tra ritiro di permessi di costruzione e mancanza di riqualificazione degli edifici esistenti, gli ultimi dati di mercato indicano una ripresa al 2021 del 7,5%, con un prospetto della ripresa anche nel 2022 con una stima del +9% per il recupero e del +6% per le nuove costruzioni (Garzia C.,2021). La spinta alla ripresa in atto è dovuta alla misura di incentivazione, conosciuta come Superbonus 110%, introdotta dal Governo nel 2020, che punta alla riqualificazione energetica degli edifici.⁸

Per adempiere agli obiettivi imposti per la limitazione del cambiamento globale, è quindi necessario adottare delle politiche territoriali ed urbanistiche chiare e mirate che includano piani nazionali in materia di efficienza energetica e innovazione ambientale, tecnologie ad alta efficienza energetica, materiali certificati a basso impatto ambientale e fonti rinnovabili, per trovare una linea guida coerente ed efficace nel breve (2030), medio (2040) e lungo termine

⁷ Cfr. www.istat.it consultato il 27 aprile 2022.

⁸ Cfr. www.governo.it consultato il 10 giugno 2022.

(2050) e promuovere saldamente uno sviluppo sostenibile nel tema ambientale, sociale ed economico (Strollo & Palazzi, 2012).

Sono questi i temi su cui si basa l'architettura sostenibile, un metodo di costruzione che ha dato inizio ad una nuova era edilizia, che riporta alla luce i principi architettonici del passato, proponendo una sana convivenza tra edificio e natura.

1.2 Architettura sostenibile

Quelle che oggi appaiono come tecniche innovative per la costruzione degli edifici, in realtà sono il frutto dello studio delle metodologie di costruzione storiche dell'architettura, le quali, a causa della ristrettezza economica, della limitazione tecnologica e della carenza di risorse energetiche, adottavano pratiche di costruzione povere, utilizzando materie prime naturali e sfruttando le condizioni climatiche locali (Strollo & Palazzi, 2012). Considerando il forte impatto che il settore edilizio ha sull'ambiente, vi è stato un progresso nell'architettura che ha portato a concepire immobili integrati con il contesto ambientale ed il suo intorno, sia sfruttando le risorse disponibili che ponendo attenzione agli effetti indotti dal processo di costruzione (Frau C., et al., 2015). L'architettura sostenibile indica l'insieme delle discipline che propongono criteri ecologicamente corretti per la costruzione edilizia, conciliando le attività umane con gli aspetti ambientali. Bisogna riconoscere a queste il merito di aver spostato l'accento dall'oggetto costruito, all'uomo che lo abita, preoccupandosi quindi dell'aspetto biologico, ovvero delle condizioni di benessere fisico e psichico delle persone sulla base della tipologia di abitazioni e dove queste sono edificate (Yudelsen J., 2007). Nel concreto, l'architettura sostenibile unisce gli ideali dell'architettura ecologica⁹, dell'architettura bioclimatica¹⁰, della bioedilizia¹¹: effettua una valutazione dei materiali, dal punto di vista prestazionale e di impatto ambientale; fa uso di soluzioni tecnologiche di gestione e uso dell'edificio per renderlo efficiente a livello energetico, minimizzando l'utilizzo di fonti fossili e predilige l'energia da fonti rinnovabili; propone soluzioni impiantistiche e di involucro volte allo sfruttamento del clima e delle risorse naturali; infine propone il recupero dei rifiuti e delle acque reflue (Frau C., et al., 2015). La scelta dei materiali e l'individuazione delle tecnologie più biocompatibili hanno come scopo finale quello di tramandare alle nuove generazioni una buona qualità di vita attuale e futura,

⁹ Tendenza dell'architettura a privilegiare la progettazione e la costruzione di edifici che tengano conto di tutti gli aspetti ecologici relativi alla scelta dei materiali da utilizzare e al miglior impiego delle risorse naturali, nella prospettiva del risparmio energetico e della salvaguardia dell'ambiente.

¹⁰ L'architettura bioclimatica si basa su un modello abitativo che soddisfa i requisiti di comfort con il controllo passivo del microclima, inteso come una strategia che minimizza l'uso di impianti, sfruttando gli scambi tra edifici e ambiente.

¹¹ Insieme di processi e metodi di costruzione caratterizzati dall'uso di materiali a basso impatto ambientale e non dannosi per l'uomo.

inserendo le strutture nell'ecosistema in un'ottica di sostenibilità ambientale, garantendo il benessere umano e la salvaguardia del pianeta (Scapicchio S., 2006). L'architettura sostenibile si approccia sia alla costruzione del nuovo che al recupero del costruito, facendo però chiarezza sul fatto che, in una visione pienamente sostenibile, il consumo del suolo per scopi edificabili deve essere ridotto al minimo indispensabile. Inoltre, ponendo l'attenzione sugli edifici storici, si prefigge lo scopo di mettere d'accordo sostenibilità e conservazione, conciliando benefici energetici e storicità ed estetica dell'edificio (Frau C., et al., 2015).

1.1.1 Impatti ambientali connessi all'edilizia

Per effettuare una valutazione dei possibili impatti ambientali che possono derivare dall'intero ciclo di vita dell'edificio è necessario identificare l'oggetto da analizzare e delineare, attraverso la metodologia LCA (*Life Cycle Assessment*)¹², i confini del sistema e le assunzioni metodologiche. Per ogni edificio si stabiliscono dei confini di sistema che possono includere la produzione e il trasporto dei materiali da costruzione, la ristrutturazione dell'edificio, il riscaldamento degli ambienti dell'edificio e il raffreddamento e la gestione dei rifiuti (demolizione e ristrutturazione) (Nemry, F. & Co., 2008). *“Il riscaldamento e l'illuminazione degli edifici assorbono la maggior parte del consumo di energia (42%, di cui 70% per il riscaldamento) e producono il 35% delle emissioni complessive di gas serra. Gli edifici e l'ambiente costruito utilizzano la metà dei materiali estratti dalla crosta terrestre e producono ogni anno 450 milioni di tonnellate di rifiuti da costruzione e da demolizioni, ossia più di un quarto di tutti i rifiuti prodotti. (...) In Europa la popolazione trascorre quasi il 90% del proprio tempo all'interno degli edifici: una cattiva progettazione degli immobili o il ricorso a metodi di costruzione inadeguati può avere un effetto significativo sulla salute dei loro occupanti e può rendere estremamente costosa la manutenzione, il riscaldamento ed il raffreddamento”* (Brundtland, H. G., 1987). In un progetto di costruzione “ad energia quasi zero”, come impone il D.L. 4 giugno 2013, n.63, occorre quindi considerare i costi dell'intero ciclo di vita dell'edificio, i quali inizialmente risulteranno maggiorati nella fase di realizzazione, ma un 40% dei quali potrà essere recuperato grazie ai minori consumi di energia necessari nelle successive fasi di vita dell'immobile; sulla base di questa premessa diventa del tutto evidente che con interventi di riqualificazione energetica del parco edilizio esistente si possono quindi raggiungere percentuali di risparmio tra il 10% e fino a oltre il 50% dei consumi (Frau C., & Co, 2015). È utile quindi fare una distinzione tra edifici nuovi e

¹² Il Life Cycle Assessment (Valutazione del Ciclo di Vita) rappresenta uno degli strumenti fondamentali per l'attuazione di una Politica Integrata dei Prodotti. Si tratta di un metodo oggettivo di valutazione e quantificazione dei carichi energetici ed ambientali e degli impatti potenziali associati ad un prodotto/processo/attività lungo l'intero ciclo di vita, dall'acquisizione delle materie prime al fine vita (“dalla Culla alla Tomba”). www.isprambiente.gov.it/ consultato il 23 giugno 2022.

edifici definiti esistenti. Per la prima categoria di costruzione si distinguono tre sezioni di ciclo di vita: costruzione, utilizzo e fine vita. Queste fasi a loro volta sono suddivise in differenti processi: la fase di costruzione è caratterizzata dalla produzione dei materiali da costruzione e dal trasporto dei materiali. In un'ottica di economia circolare, alcuni di questi materiali non sono di prima produzione, ma provenienti da edifici demoliti ai quali componenti è stata data nuova vita (London Energy Transformation Initiative, 2018). La fase di utilizzo è usualmente la fase più duratura, nella quale vengono considerate le emissioni dovute all'uso dell'edificio da parte degli utenti, ma anche ad operazioni di manutenzione o ristrutturazione. Il riscaldamento ed il raffreddamento sono tra gli elementi più critici per il consumo energetico nella fase utile dell'edificio. I provvedimenti recenti che sono stati presi dalla Commissione Europea nel piano REPowerEU promuovono il risparmio energetico e inducono a far ricorso alle energie rinnovabili nel settore edilizio, in una percentuale sempre crescente, con l'obiettivo di aumentare l'indipendenza energetica dell'Europa da combustibili fossili volatili¹³. Infine, la fase di fine vita fa riferimento alla demolizione dell'edificio ed ai materiali che si generano destinati allo smaltimento o a nuova vita. I materiali di costruzione accumulati ai quali si può porre attenzione in questa fase sono anche quelli del "fine vita della ristrutturazione o manutenzione". Queste sezioni prendono in considerazione la gestione dei rifiuti che si accumulano durante la demolizione dei materiali da costruzione originari e dei rifiuti che si accumulano durante la ristrutturazione dell'edificio (Nemry, F. et al., 2008). Lo scenario del ciclo di vita cambia in riferimento agli edifici esistenti, il quale sarà limitato alla seconda ed alla terza fase, in quanto è assente la fase di costruzione. Ovviamente le emissioni calcolate nell'analisi dell'oggetto costruito riqualificato o ristrutturato sono differenti dal precedente in quanto variano le tempistiche della vita utile dell'edificio, che rappresenta l'intervallo di tempo tra il momento della valutazione del progetto di riqualificazione e il fine vita dell'edificio: intervallo di tempo indicato come "vita di servizio residua" (*Ibidem*).

Ancor oggi il modello "prendere-fare-consumare-smaltire" dell'economia lineare nel settore edilizio tende ad essere presente. Tuttavia, consapevoli ormai del fatto che la salvaguardia delle risorse naturali ed il nostro pianeta sono la base di una buona qualità di vita, il settore edilizio si sta sempre più convertendo ad un sistema di economia circolare che mira a mantenere l'utilità dei prodotti, componenti e materiali il più a lungo possibile garantendone anche la qualità. La riduzione di produzione di materiale vergine e dell'uso di energia permette di diminuire le pressioni ambientali date dall'estrazione delle risorse, dalle emissioni

¹³ Cfr. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowerEU-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_it consultato il 29 luglio 2022.

e dalla gestione dei rifiuti. L'economia circolare promuove una gestione efficiente e sostenibile delle risorse naturali e dei rispettivi prodotti durante tutto il loro ciclo di vita¹⁴.

Nell'Unione Europea i rifiuti provenienti dal settore delle costruzioni e demolizioni costituiscono più di un terzo della produzione totale di rifiuti. Nel 2016 si contava un valore di 374 milioni di tonnellate di rifiuti, tra cui rottami metallici, cemento usato o prodotti in legno. Tuttora questi scarti rappresentano il più grande flusso di rifiuti dell'UE (34%); seguito da: rifiuti da attività mineraria ed estrattiva (27%); rifiuti da produzione (11%); rifiuti domestici (9%); fornitura di energia (3%) e da altre fonti (16%)¹⁵. Nonostante gli alti tassi di recupero dei materiali usati, per rispettare a pieno il concetto di economia circolare, il settore edilizio europeo deve essere molto più ambizioso. Molti degli stati membri sono sulla buona strada per raggiungere l'obiettivo del 70% di recupero e la maggior parte lo ha superato. Questo dato però si riferisce ad un recupero di rifiuti da costruzione di basso livello basato sulle operazioni di riempimento. Il fatto che molti dei flussi di materiale provenienti dai lavori di demolizione e ristrutturazione non sono adatti per il riutilizzo o riciclo di alta qualità, comporta un rallentamento degli sforzi per passare ad un'economia circolare¹⁶.

Le differenti fasi del ciclo di vita di un edificio (Fig. 5) fanno emergere il peso con cui l'uso dell'energia influisce negli impatti ambientali quantificati, sia come risultato della combustione per il riscaldamento degli ambienti che come risultato dei processi industriali coinvolti nella produzione dei prodotti da costruzione. Per questo motivo, sia il consumo di energia che le emissioni di gas serra (GHG) vengono utilizzati come parametri per la valutazione delle prestazioni ambientali degli edifici (Nemry, F. et al., 2008).

¹⁴ Cfr. <https://www.eea.europa.eu/publications/construction-and-demolition-waste-challenges> consultato il 20 aprile 2022.

¹⁵ Cfr. <https://www.eea.europa.eu/it/pressroom/infografica/il-flusso-dei-rifiuti-in-europa/view> consultato il 18 giugno 2022.

¹⁶ Cfr. <https://greenreport.it/news/economia-ecologica/economia-circolare-e-fondamentale-migliorare-le-buone-pratiche-nelledilizia/> consultato il 20 aprile 2022.

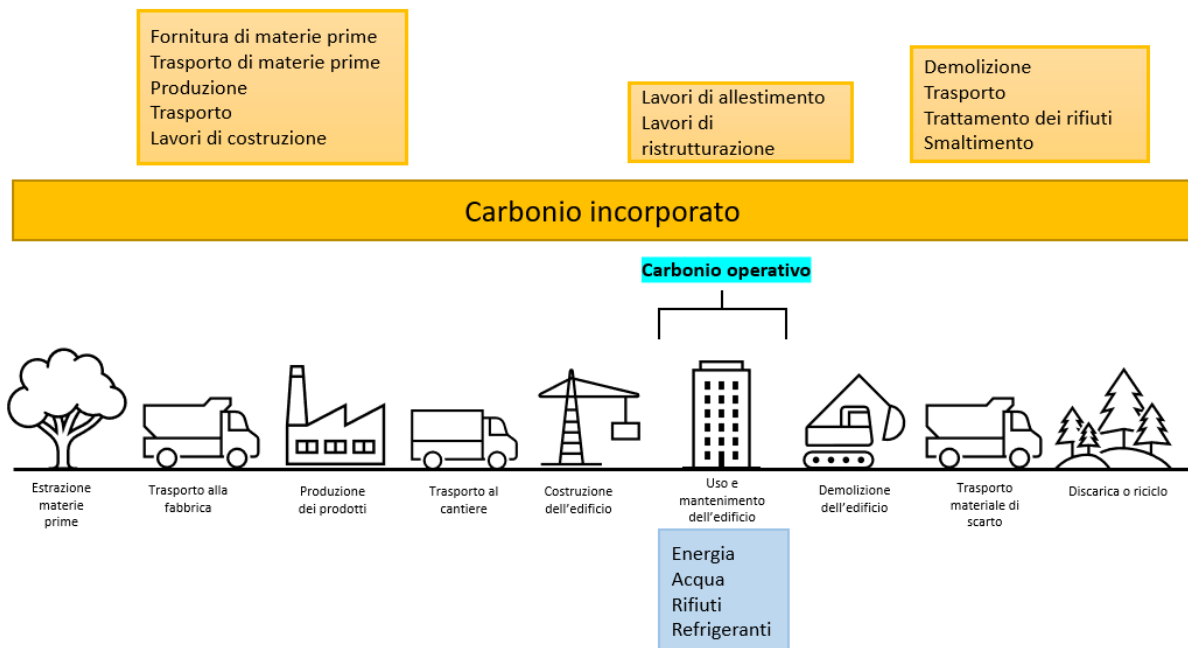


Figura 5 Ciclo di vita degli edifici. Elaborato personale Lisa Borghello

Per ottenere un futuro a Zero emissioni di Carbonio nel settore edilizio è necessario comprendere le emissioni GHG lungo l'intera vita degli edifici, analizzando nello specifico da cosa e quando si verificano.

Nel recente passato, nella considerazione del ciclo di vita di un edificio, l'attenzione era posta quasi esclusivamente rivolta alle emissioni operative di carbonio (Fig.5), non preoccupandosi della percentuale significativa di emissioni provocate dal Carbonio incorporato, ovvero le emissioni relative alla costruzione dell'edificio, inclusa l'estrazione e la lavorazione dei materiali e il consumo di energia e acqua durante la produzione, l'assemblaggio e la costruzione nonché la manutenzione nella "fase d'uso", la demolizione, lo smontaggio e lo smaltimento di ogni prodotto durante la fase di "fine vita". Tale percentuale rappresenta ora la quota di circa il 50% delle emissioni totali di carbonio incorporato durante tutto il ciclo di vita dell'edificio (Fig. 6; Arup & WBCSD,2021).

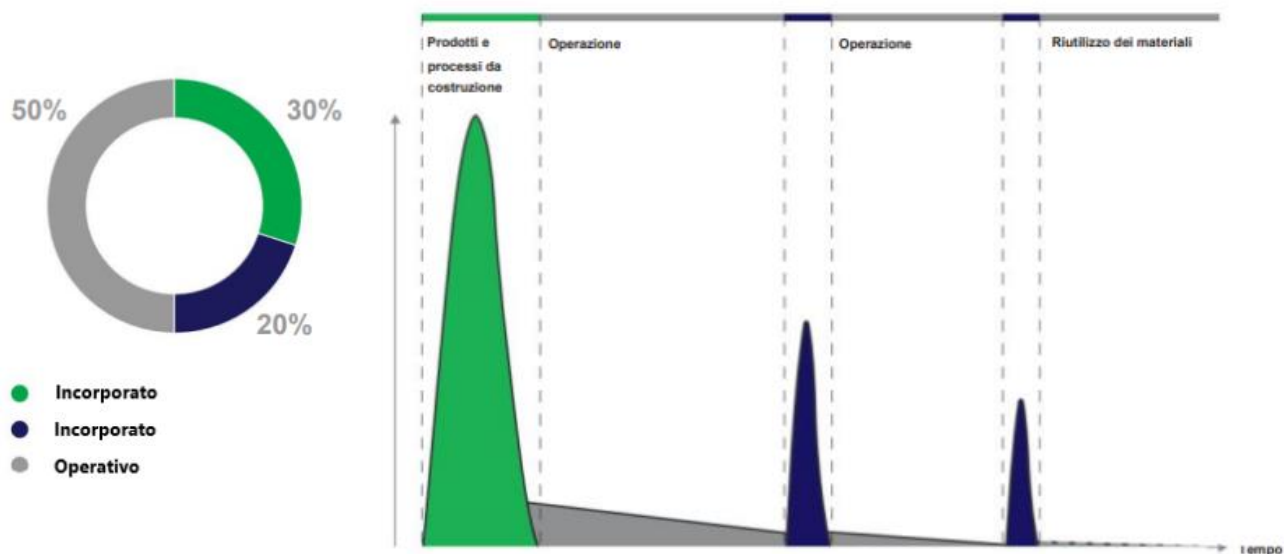


Figura 6 Distribuzione stimata delle emissioni di carbonio per fase di ciclo di vita. Fonte: Arup & WBCSD, 2021.

In relazione alla visione di sostenibilità che si è fatta strada nel tempo, le valutazioni energetiche devono quindi basarsi sull'intero ciclo di vita dei fabbricati e dei materiali costruttivi che li costituiscono, avendo una visione d'utilizzo e degli impatti potenziali associati tendente all'infinito, integrando l'energia incorporata necessaria per il recupero, riciclaggio o smaltimento dei materiali costruttivi a fine ciclo (Di Fazio et al., 2009). L'utilizzo di mezzi più efficienti, tecnologie e approcci progettuali innovativi, garantisce una maggiore efficienza in ogni fase del ciclo di vita dell'edificio, dalla progettazione alla costruzione, alla vita utile dell'oggetto costruito (Burrows & Watson, 2021).

Oggi circa il 75% del parco immobiliare esistente dell'UE è inefficiente dal punto di vista energetico. La ristrutturazione di questi edifici potrebbe ridurre del 5-6% circa il consumo totale dell'energia dell'UE e del 5% circa le emissioni di biossido di carbonio¹⁸. I quadri normativi non stanno ancora contribuendo a far applicare le migliori soluzioni per l'eliminazione delle emissioni di carbonio da progetti di costruzione o opere edilizie, con la conseguenza che il settore continua tuttora a raggiungere o superare la quantità di CO₂ massima globale necessaria per poter limitare il riscaldamento globale a 1.5°C. Si consideri che la percentuale nazionale di ristrutturazione annuale del parco immobiliare degli Stati Membri oscilla tra lo 0.4% e l'1.2%¹⁹. Questo significa che è necessario dotarsi di tutti gli strumenti disponibili per convertire il totale dell'ambiente costruito in un ambiente completamente decarbonizzato, sano e resiliente, lavorando in un'ottica di economia circolare sia per i materiali da costruzione, che per l'intero edificio.

¹⁸ Cfr. <https://www.climateaction.org/news/wgbc-sets-new-requirements-for-the-construction-sector-to-achieve-total-dec> consultato il 30 aprile 2022.

¹⁹ Ibidem

2. PATRIMONIO CULTURALE TRA CONSERVAZIONE ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO AMBIENTALE

Come è noto, i principi della sostenibilità sono fondati sull'esigenza di soddisfare i bisogni delle generazioni presenti senza compromettere il soddisfacimento di quelli delle generazioni future (Brundtland, H. G., 1987). Allo stesso modo, la tutela del patrimonio culturale ha l'obiettivo di salvaguardare la storia, l'identità di un paese, cosicché vengano preservati i valori comunitari per le future generazioni e mantenute le conoscenze tradizionali. Uno degli scopi prioritari per un intervento di manutenzione di un edificio storico è quello della conservazione materica del bene al fine di mantenerne il più possibile le sembianze originali. Oggi, la sostenibilità pone attenzione nella materia della riqualificazione con l'obiettivo di intervenire sul patrimonio storico architettonico attraverso i principi della conservazione e del miglioramento energetico. Il retrofitting sostenibile, infatti, consiste nella realizzazione di interventi volti a garantire una riduzione del fabbisogno energetico, cioè la quantità di energia necessaria per assicurare all'interno dell'edificio clima adeguato e comfort, e dei flussi energetici, ovvero la quantità di energia utilizzata dalle attività di produzione e consumo ivi allocate, che interessano l'oggetto costruito, al fine di massimizzarne l'efficienza energetica, sfruttando fonti rinnovabili. Vengono quindi messi in atto interventi che rendono gli edifici sostenibili rispetto all'ambiente interno e all'uso di energia, acqua e materiali, senza compromettere la struttura ed il valore storico dell'edificio (Di Ruocco, G., 2018).

Il concetto di conservazione nasce alla fine del XIX secolo come ribellione all'industrializzazione, quando diventa sempre più costante il trasferimento dell'uomo dalle campagne ai centri città. Persone di cultura come architetti, artisti, storici ed intellettuali si misero alla ricerca di oggetti o monumenti da salvaguardare e valorizzare, con l'obiettivo di preservare un patrimonio che avrebbe ricordato un passato da tenere sempre presente. Il timore era quello di osservare una graduale estinzione dell'originalità, dovuta alla progressiva omologazione dell'essere umano, ormai proiettato alla realizzazione di "città clone" (*Ibidem*). L'obiettivo della conservazione è quello di eseguire opere di prevenzione, salvaguardia o manutenzione per evitare di intervenire con il restauro: intervento parzialmente invasivo che, pur essendo sottoposto ad un rigoroso controllo storico-critico, implica per la maggior parte una modifica dell'oggetto. Restauro e conservazione, quindi, possono risultare terminologie opposte e contrastanti tra loro rispetto al mantenimento delle peculiarità dell'opera. Tuttavia, trovano accordo nella "conservazione integrata", che mira a coniugare le ragioni della conservazione con quelle di buon uso e il cui fine è la buona manutenzione e la cura

preventiva degli edifici (Frau C., et al., 2014). Le carenze politiche del passato hanno portato al degrado di molti edifici storici, non impegnandosi nella manutenzione costante del bene culturale, arrivando a rendere obbligatoria l'azione radicale di restauro (Della Torre, M., et al., 2013). Un'azione che ad oggi è necessaria per la conservazione e la valorizzazione di uno stabile antico è l'inserimento del miglioramento dell'efficienza energetica all'interno del progetto di restauro, andando oltre la pura conservazione e utilizzando un approccio che colga il progresso della tecnologia (Calzolari M., 2016).

A livello giuridico, le disposizioni europee dividono gli edifici esistenti in due categorie: i "beni tutelati"²⁰ e tutti gli "altri edifici" (Lucchi E., 2016). Come già detto, circa il 30% del patrimonio edilizio italiano è stato costruito in un'epoca antecedente il 1945, anno che delinea l'inizio del Secondo Dopoguerra, marcando un periodo fiorente per la ricostruzione e l'industrializzazione anche nel resto d'Europa. Ecco il motivo per cui gli edifici risalenti a questo periodo vengono denominati "storici"²¹. Di questi edifici storici, circa l'1,8% appartiene alla categoria dei "Beni culturali", cioè immobili e aree che presentano interesse storico e che sono individuate dalla legge quali testimonianze aventi valore di civiltà, ai sensi del Decreto Legislativo n.42 del 22 gennaio 2004, in quanto dimora di elementi di interesse artistico, storico, archeologico e culturale. Inoltre, secondo il dettato del Codice dei beni culturali e del paesaggio, le aree di particolare pregio²² coprono quasi la metà del territorio nazionale (46,9%) (Cicerchia A., et al., 2013). I "Beni culturali" sono oggetto di tutela da parte delle autorità ministeriali competenti. Infatti, ogni intervento che si voglia apportare al bene, compresi quelli per l'efficienza energetica, deve passare sotto lo sguardo accurato dell'organo territoriale responsabile per il patrimonio culturale del territorio. In Italia questo ente è costituito dalla Sovrintendenza ai Beni Architettonici e Ambientali. Sono esclusi come soluzioni all'eccessivo consumo energetico dello stabile gli interventi volti alle demolizioni o che manomettano il carattere storico artistico dell'edificio. Anche le destinazioni d'uso finale devono necessariamente essere compatibili con la struttura architettonica dello stabile, senza mettere a repentaglio la durevolezza del bene nel tempo (Di Ruocco, G., 2018). Può capitare che l'originaria configurazione morfologico-funzionale del bene venga sostituita con una destinazione d'uso non compatibile, poiché molto differente rispetto alla storica funzione dell'edificio e alla sua distribuzione spaziale. Tuttavia, nell'attuale contesto economico e

²⁰ I beni tutelati sono beni costituenti il patrimonio culturale e per i quali occorre garantirne la protezione e la conservazione per fini di pubblica fruizione.

²¹ I beni storici sono beni aventi un'età superiore ai 50 anni.

²² "Sono soggetti alle disposizioni di questo Titolo per il loro notevole interesse pubblico: a) le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale o di singolarità geologica; b) le ville, i giardini e i parchi, non tutelati dalle disposizioni della Parte seconda del presente codice, che si distinguono per la loro non comune bellezza; c) i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale; d) le bellezze panoramiche considerate come quadri e così pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze." Secondo il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, Articolo 136.

sociale è necessario implementare un riuso del costruito storico per abbattere i consumi di energia (Frau C., et al., 2014). La gestione degli edifici storici è da sempre un ambito che pone forti limitazioni, ma è fondamentale superare la visione puramente conservativa e dare spazio a soluzioni “tipo”, sfruttando i continui progressi della tecnologia (*Ibidem*). A livello nazionale sono state elaborate dal Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo (MiBACT) delle “*Linee Guida per l’uso efficiente dell’energia nel Patrimonio Culturale*”, grazie alle quali sono state rese unanimes le modalità generali di intervento per il risanamento energetico di edifici storici (Lucchi E., 2016). Queste linee guida essendo generali, costituiscono delle buone pratiche in relazione alla riqualificazione del parco costruito, vincolato o meno, permettendo comunque e doverosamente che lo studio degli edifici storici possa rimanere valutabile “caso per caso”, passaggio essenziale per il restauro di un bene unico nel suo valore storico-culturale (Frau C., et al., 2014).

Mantenere inalterata la struttura dell’edificio storico non concilia sempre con le esigenze energetiche imposte, in quanto quest’ultime potrebbero richiedere le installazioni di sistemi impiantistici architettonicamente impattanti. È compito del progettista creare un progetto che soddisfi entrambi i requisiti per una riqualificazione efficiente di un edificio tutelato, rispettando sia il patrimonio edilizio culturale che la riduzione generale del consumo di energia. Intervenire, infatti, sul patrimonio edilizio esistente equivale ad una sorta di processo inverso di progettazione. Quando l’edificio viene costruito ex-novo, è il progettista a dettare le regole e determinare le caratteristiche e le prestazioni del manufatto; con un edificio esistente invece, occorre conoscere pienamente i progetti, i materiali e le diverse fasi costruttive per individuare le possibilità di intervento permesso dalla tutela. Oggi, attraverso tecniche diagnostiche eseguite sul bene, come endoscopia, tecniche ultrasoniche, termo-flussimetriche, ecc., diventa possibile realizzare riqualificazioni anche su edifici storici tutelati (Di Ruocco, G., 2018).

2.1 Tecniche di costruzione tradizionali ed approcci attuali

Gli antichi edifici sono stati progettati con l’idea di sfruttare l’ambiente naturale, analizzando nello specifico gli aspetti geometrici, le variabili climatiche, i parametri geografici, topografici e biologici. Generalmente, venivano utilizzati dei criteri costruttivi conosciuti e ripetibili che prendevano in considerazione differenti aspetti per assecondare i diversi tipi di clima. Questi aspetti si distinguevano tra la conformazione urbana limitrofa all’edificio e quelli invece più intrinseci riguardanti la costruzione dello stabile. Nel primo caso le strade e

la posizione degli edifici erano sistemati in base alla direzione prevalente del vento: in un luogo particolarmente freddo, le strade venivano costruite a gomito, perpendicolari alla direzione prevalente del vento, mentre nelle zone con clima caldo, la costruzione di strade rettilinee favoriva il raffrescamento. Con lo stesso criterio, nei climi caldi, come nelle zone marine, gli edifici erano posti sottovento per sfruttare i benefici del raffrescamento naturale, mentre in quelli freddi venivano costruiti ai piedi di montagne e colline, sfruttando la morfologia del territorio per limitarne l'impatto. Come il vento, anche il sole risultava una risorsa essenziale da mettere in rilievo, disponendo gli edifici in modo da sfruttare i benefici di riscaldamento passivo e laddove questo eccedesse, la protezione climatica veniva fornita dalla vegetazione naturale, sia per il sole che per il vento. Anche la scelta del colore delle superfici e delle pavimentazioni non erano solamente di decoro o questione estetica, ma massimizzava i fenomeni di accumulo o di riflessione solare, rispettivamente nei climi caldi e freddi (Lucchi E.,2016).

Le tecniche e la saggezza di costruzione tradizionale del passato sono state scartate con l'epoca dell'industrializzazione, dove la diffusione di combustibili fossili ha messo a disposizione delle risorse energetiche più efficaci rispetto a quelle utilizzate nell'antichità che garantivano un benessere microclimatico maggiorato e costante. Gli impianti di climatizzazione di quel periodo sono l'oggetto della differenza di concezione energetica tra un edificio antico ed uno nuovo. Nel primo caso, la costruzione viene ideata con spazi ampi e spesse murature e materiali che trattengono un alto tasso di umidità, ambienti che usufruiscono della ventilazione naturale per raffrescare e creare ricircolo d'aria. L'edificio nuovo si identifica per la presenza di impianti e isolamento con scarsa massa termica. È questo il motivo per cui spesso gli interventi apportati per l'efficientamento energetico su un edificio antico possono risultare incompatibili con le esigenze di tutela (*Ibidem*). Trovare però un equilibrio tra la saggezza delle tecniche di costruzione antiche ed i moderni impianti potrebbe essere una soluzione per il raggiungimento degli obiettivi climatici imposti e la conservazione della materia storica. Il tempo ha portato ad accantonare completamente le conoscenze tramandate nei secoli che possedevano una particolare attenzione verso l'ambiente e gli agenti atmosferici e che garantivano una buona salubrità degli ambienti. Comunque, tornare oggi ad utilizzare esclusivamente sistemi preindustriali non permetterebbe di raggiungere nel breve tempo i livelli di efficienza energetica richiesti. Tuttavia, studiando queste tecniche è possibile reintrodurre in chiave moderna alcune delle tecniche bioclimatiche che potrebbero portare ad un dimezzamento delle tecnologie impiantistiche impattanti e un miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici. Questa linea d'azione dovrebbe

essere ancora più facile in quegli edifici che posseggono già elementi antichi, ma che sono stati dismessi o resi inagibili nel tempo (Stara M., 2014).

2.2 Soluzioni bioclimatiche nell'architettura storica

Il primo sistema di climatizzazione costruito nel passato, determinato dall'esigenza di scaldarsi nei mesi freddi più che garantirsi un benessere refrigerante nei mesi caldi, si riferiva al riscaldamento. In ogni stanza, o in quelle padronali, venivano inseriti i classici camini, dai quali, all'interno del muro si diramavano delle canne o definite anche trombe che disperdevano il calore del fuoco vivo anche nelle altre stanze, fino a salire ed uscire per piccole bocche alla loro sommità. Il sistema per cui una massa di aria calda, in contrasto con una di aria fredda, tende a salire, sfruttato nella forma della costruzione, realizzava tale sistema. Per questo negli edifici antichi, elementi come ampie scale o atrii erano favoriti (*Ibidem*).

Per quanto riguarda il raffreddamento, nel corso dei secoli sono stati utilizzate differenti tecniche, sfruttando la risorsa più abbondante per quel determinato luogo, come l'acqua, l'aria, l'abbassamento della temperatura notturna e altri. Quando nei climi caldi e secchi è necessario trovare una soluzione alle alte temperature, viene utilizzato il potere rinfrescante dell'evaporazione dell'acqua. Questo metodo è ancora molto utilizzato. L'acqua evapora una volta a contatto con l'aria calda, sottraendo una notevole percentuale di calore nell'aria circostante sotto forma di calore latente di vaporizzazione. Si trova ulteriore beneficio dall'acqua grazie alla nebulizzazione: lo zampillare dell'acqua da fontane, cascate e vasche, presenti nei giardini o nelle corti interne ai palazzi antichi, crea una sorta di velo d'umidità che abbassa le temperature dei cortili, creando una fresca oasi attorno allo stabile.

Altre tecniche prevedevano l'utilizzo di flussi d'aria. Vengono architettati sistemi che riescono a captare il vento anche in luoghi con climi poco ventosi, definiti come "sistemi a ventilazione naturale diretta", in quanto le correnti di aria fredda che arrivano dal sistema di areazione si congiungono direttamente con i locali da rinfrescare. Si parla di un'architettura a torre o cupola posta in posizione centrale rispetto all'edificio, dove l'aria fredda entrava e veniva indirizzata verso gli ambienti interni. L'aria calda già presente all'interno, per sollevamento, veniva spinta verso le finestre, poste nella parte alta delle pareti (soluzione adottata per minimizzare l'entrata della radiazione solare). Allo stesso modo queste "torri del vento", durante la notte, facevano fuoriuscire l'aria che diventava più leggera a causa del calore che le pareti avevano trattenuto durante il giorno (Fig.7). Questo sistema permetteva un riciclo d'aria favorevole, mantenendo un ambiente salubre in tutte le ore del giorno (*Ibidem*).

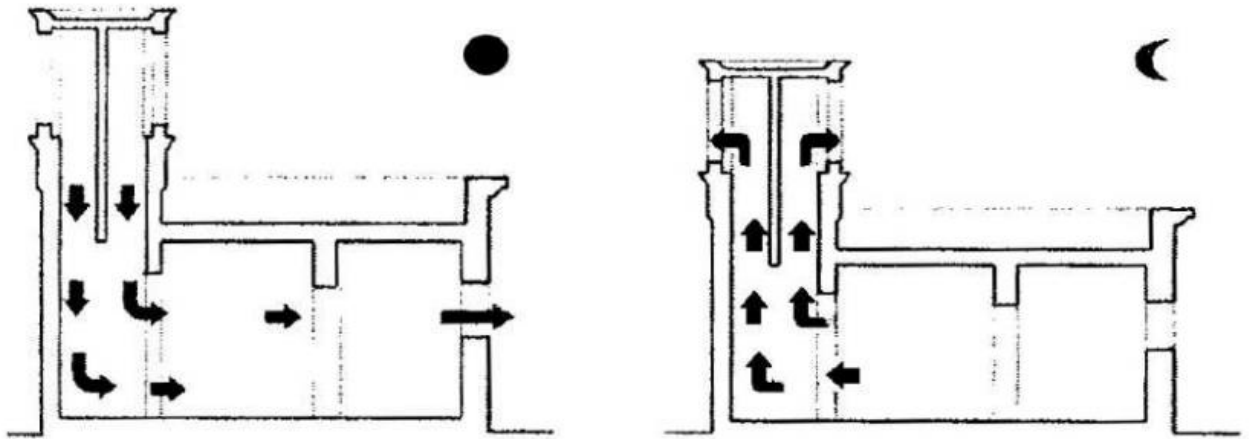


Figura 7 Schema di funzionamento del sistema di areazione in fase diurna (sinistra) ed in fase notturna (destra). Fonte: Di Ruocco, G, 2018.

Oltre alla ventilazione naturale, venivano sfruttati ambienti interrati o seminterrati per il raffreddamento geotermico passivo (Fig. 8). Un esempio di impianto di condizionamento antico lo troviamo a Costozza (Vicenza), in alcune ville prepalladiane che sfruttavano le cavità naturali, talvolta allungate da condotti artificiali, caratterizzanti il sito collinare di quest'area del vicentino. Le ville erano situate in corrispondenza dell'uscita di questi covoli, che si diramavano in veri e propri labirinti sotterranei e si congiungevano tra loro nei pressi di alcune stanze, facendo penetrarvi l'aria grazie a delle griglie di ventilazione. Alcune di queste sono ancora aperte e adibite a nuovo uso (Fig.9) (*Ibidem*).



Figura 8 Corridoio di ventilazione seminterrato, villa Adriana (Roma). Fonte: Di Ruocco, G, 2018.



Figura 9 La cantina dell'attuale ristorante Villa Eolia (Vicenza). La griglia situata al centro della stanza è il punto di incontro del "sistema di ventidotti". Fonte: www.vicenzatoday.it

Come già evidenziato, lo studio dei sistemi passivi degli edifici storici è utile per apprendere, dall'architettura del passato, tecniche bioclimatiche da trasferire nelle costruzioni moderne, come elementi aggiuntivi al *Green Building*. Le condizioni microclimatiche, la velocità del vento o la temperatura in un determinato luogo, all'interno degli edifici storici, sono tematiche di spessore per ripristinare e riutilizzare dove possibile questi tipi di soluzione, garantendo comunque la loro conservazione, utile sia a tramandare la storia che un uso attivo di questa (*Ibidem*).

2.3 Approccio diagnostico e strategie di intervento moderne

Prima di intraprendere qualunque tipo di decisione sulla realizzazione di un intervento è necessario studiare approfonditamente l'edificio, osservando le caratteristiche architettoniche, strutturali, tecniche e materiali. Si tratta di una procedura sistematica che consente di costruire una sorta di "carta d'identità" dell'edificio, nell'ottica di definire gli interventi di riqualificazione energetica, ambientale e spaziale più efficaci. Le differenti fasi consistono in:

- Analisi documentaria
- Analisi funzionale dell'utilizzo passato, presente e futuro dell'edificio
- Diagnosi energetica e simulazione termodinamica
- Definizione degli interventi di efficientamento energetico più opportuni
- Realizzazione degli interventi.

La prima fase permette di scorrere la storia dell'immobile, dando una spiegazione alla presenza di determinate tecnologie, materiali, degrado o danneggiamento (Lucchi E.,2016). L'approccio diagnostico si identifica nella lettura del costruito esistente, necessaria per comprendere il significato funzionale, anche delle architetture passive, degli elementi presenti, come porticati, logge, oppure nell'allocare l'edificio nel suo contesto microclimatico (direzione dei venti, irraggiamento solare, temperatura; Di Ruocco, G., 2018). Spesso un edificio appare ai nostri occhi a seguito di differenti modifiche apportate negli anni, avvenute non sempre nel rispetto della tutela del bene culturale. È quindi ancor più necessario studiare i disegni di archivio e ricorrere solo successivamente alle apposite tecniche diagnostiche. Tra queste, il rilievo geometrico identifica gli elementi sui quali è necessario porre più attenzione. L'analisi dei materiali permette di ottenere una visione completa dello stato di conservazione dell'edificio e quindi di capire se i materiali hanno compatibilità chimica con gli interventi di riqualificazione. Nel caso in cui vi siano danneggiamenti o zone degradate, l'analisi dello stato di conservazione porta ad attuare le migliori misure di ripristino (Lucchi E.,2016). Nella fase di lettura dell'edificio, inoltre, deve essere fatta un'attenta valutazione delle possibili antichità o tecnologie in esso contenute. Possono infatti affiorare reperti storici come

caminetti, stufe in ceramica, scaldabagni in carbone o componenti di sistemi elettrici per gli apparecchi di illuminazione. È possibile, a seguito di un'attenta analisi, che i sistemi impiantistici risiedenti già nell'edificio possano essere riutilizzati, anche solo in parte, al fine di ridurre il materiale di rifiuto destinato allo smaltimento, oppure tutelati e valorizzati, mantenuti in situ o esposti a museo (Di Ruocco, G., 2018).

L'analisi funzionale ed energetica definisce le possibilità di uso futuro dello stabile, studiando quali sono gli sprechi e le inefficienze energetiche dell'edificio al momento della valutazione. Analizzare l'ubicazione dell'immobile, la geometria, la dimensione dell'edificio, gli impianti di climatizzazione e illuminazione se presenti ed effettuare un monitoraggio energetico ed ambientale, può fornire informazioni oggettive su come rendere più efficiente l'edificio nella sua fase d'uso. Il processo può risultare complesso in un edificio storico in mancanza di documentazione grafica d'archivio e per l'impossibilità di usare tecniche distruttive per risalire all'impianto o alla composizione materica dell'edificio. L'uso di strumenti tecnologicamente avanzati, permette di realizzare interventi di efficientamento energetico poco invasivi, e che danno maggiori risultati rispetto alla riduzione delle emissioni. Inoltre, devono essere realizzati nel rispetto del bene tutelato e dell'ambiente e devono risultare lungimiranti per evitare ulteriori interventi o manutenzioni invasive negli anni a seguire (Lucchi E., 2016).

2.4 Soluzioni “intelligenti” per la rimessa in uso attivo ed integrato dell'edificio storico

Un bene storico e culturale, definito come oggetto architettonico deve essere reso fruibile a tutti. Un bene, infatti, non può essere definito tale se non accessibile, ma esiste solo se appartiene in termini d'uso all'uomo. Tutto ciò che si interpone tra l'arte e l'uomo e che in qualche modo ne limita la fruizione o la possibilità di esperienza, è negazione dell'arte stessa e di tutti i principi rivolti ad una corretta pratica di salvaguardia (Treccani G. P., 1998). Gli interrogativi che vengono posti riguardo agli interventi negli edifici storici si basano sulla questione dell'incompatibilità tra la tutela di un bene e la sua accessibilità, se l'uno prevale sempre sull'altro, oppure se è possibile farli conciliare e per quanto tempo. L'architettura e l'uomo sono soggetti collegati: l'architettura senza i progetti dell'uomo non esisterebbe, e allo stesso tempo l'uomo utilizza l'oggetto architettonico come dimora. L'edificio monumentale costruito in un tempo addietro, era stato edificato per farne uso e non per essere contemplato. Per questo è necessario rimettere “sul mercato” gli edifici storici, ricollegandoli alla loro funzione e destinazione d'uso, adeguandoli alle attuali e mutate esigenze sociali, ambientali e ad un contesto di continua evoluzione. Nell'ottica di rimettere in attività un edificio storico

però, bisogna sempre avere sott'occhio il messaggio storico di cui questo è testimone. Alcuni interventi potrebbero risultare una forzatura tale da stravolgere l'organismo architettonico. Intervenire su un edificio storico risulta molto impegnativo e pretende dal progettista che non solo conosca la storia, i materiali e le tecniche costruttive dell'architettura su cui interviene, ma che sia anche aggiornato sulle metodologie e tecniche più moderne, che sia a conoscenza delle normative in vigore in termini di conservazione, tutela, ambiente e sicurezza, avendo sempre presente la destinazione d'uso dello stabile riqualificato (Arenghi A.,2003).

L'approccio critico nei confronti di un costruito storico deve valutare il fatto che tali edifici sono stati realizzati in un periodo in cui le esigenze e lo stile di vita di chi li frequentava erano molto diversi rispetto a quelli attuali. Il concetto di confort si fa strada solo alla fine del secolo scorso, quando si inizia a porre nelle mani delle prime innovazioni tecnologiche il controllo del microclima interno degli ambienti confinati, installando dispositivi il cui compito era quello di garantire il benessere termoigrometrico all'interno dei locali. È questo il più grande problema che si evidenzia nei progetti di riqualificazione, ovvero la difficoltà di inserire nuovi elementi tecnologici, del tutto estranei allo stabile. Sebbene possa essere una soluzione che aiuta a raggiungere gli obiettivi, il fatto che siano utilizzati in edifici non realizzati con criteri di efficienza energetica, rende in realtà tale operazione più dispendiosa dal punto di vista energetico. Colui che realizza un intervento di riqualificazione di un edificio storico dovrà agire su diversi fronti: una prima analisi deve studiare le criticità dell'involucro, per evidenziare come agire su di esso; una seconda analisi invece viene posta sugli impianti già presenti nello stabile, per verificare l'opportunità di recuperarne la funzione originaria o, se non pienamente efficienti, prevedere l'affiancamento di nuove tecnologie, compatibili e non invasive rispetto a quelle storiche. Oltre a ciò, gli impianti sono caratterizzati da una propria identità storica ed estetica, che determina un'analisi che va oltre la compatibilità fra patrimonio storico-culturale, impianti e comfort. L'adeguamento funzionale dell'edificio storico, quindi, rappresenta un passaggio strategico di rilievo che determina non solo un cambiamento nell'uso e nell'efficienza dell'edificio, ma garantisce anche la gestione e la manutenzione dell'edificio restaurato, consentendone la valorizzazione e l'inserimento all'interno delle funzioni contemporanee del territorio nel quale si colloca (Frau C., et al., 2014).

2.4.1 Strategie di intervento

Come evidenziato nel paragrafo precedente, le strategie di retrofitting riguardano principalmente due serie di fattori, riconducibili in prima approssimazione a interventi riguardanti l'involucro architettonico e successivamente all'implementazione impiantistica.

Un'ulteriore distinzione tra le metodologie deve essere fatta tra tecniche di costruzione “passive” e tecniche “attive”. Un corretto approccio di riqualificazione energetica di un edificio esistente, dà priorità al recupero delle caratteristiche “passive” dell'edificio, ovvero sui sistemi architettonici che, in modo naturale e senza apporto energetico, determinano il rendimento energetico di un edificio. L'utilizzo nel progetto di tecnologie “attive” consiste nel dotare l'edificio di impianti utili al raffrescamento e riscaldamento. Questo tipo di risorse però non sono ben viste negli interventi di restauro degli edifici storici, in quanto violano l'aspetto conservativo ed estetico, portando ad una resa non ottimale dell'apporto energetico atteso (Di Ruocco, G., 2018).

2.4.1.1 Tecniche di intervento passive

Tra le strategie di riqualificazione energetica ambientale perseguite, il miglioramento prestazionale dell'involucro è la tecnica passiva maggiormente considerata, in quanto finalizzata sia a ridurre la domanda di energia tramite il contenimento delle perdite termiche, che ad aumentare il comfort termico per gli utenti e minimizzare le fluttuazioni brevi dei parametri igrotermici all'interno. Nonostante il beneficio che usualmente apporta il miglioramento dell'involucro, rispetto all'efficienza energetica e alla qualità microclimatica, questo potrebbe risultare dannoso a lungo termine se durante l'intervento non si è posta abbastanza attenzione all'utilizzo dei materiali (Litti, G., et al., 2015). Inoltre, l'applicazione di un intonaco termico²³ abbinato su entrambe le facciate dell'involucro permette di ottenere un beneficio, in termini di guadagno termico, tanto da poterlo sostituire al classico cappotto²⁴, molto più invasivo, soprattutto esternamente, rispetto all'estetica storica dell'immobile (Di Ruocco, G., 2018).

Ulteriori oggetti sui quali si possono apportare interventi per ottenere dei risultati ancor più efficienti in termini di efficienza energetica sono i serramenti e le vetrate. Nel caso in cui l'elemento da modificare abbia particolare rilevanza storica, in accordo con la Soprintendenza, si può valutare di aggiungere internamente un secondo serramento, oppure sostituire semplicemente i tendaggi interni, che fungeranno da mitigatori termici. Nel caso in cui non ci sia la necessità di interpellare l'ente di tutela, è possibile sostituire le vetrate singole con vetrocamera (Fig. 10), con lastre basso emissive o selettive dello spettro luminoso: ottime soluzioni per il raggiungimento delle prestazioni richieste dalle normative vigenti (*Ibidem*).

²³ L'intonaco termoisolante è un particolare tipo di intonaco, che permette di avere un maggiore isolamento termico e diminuire la dispersione di calore verso l'esterno.

²⁴ Il cappotto termico, o cappotto isolante, è un tipo di intervento di coibentazione termica di un edificio. Consiste nell'applicazione di una serie di pannelli isolanti che isolano l'edificio dall'esterno, proteggendo l'edificio sia dal caldo che dal freddo.

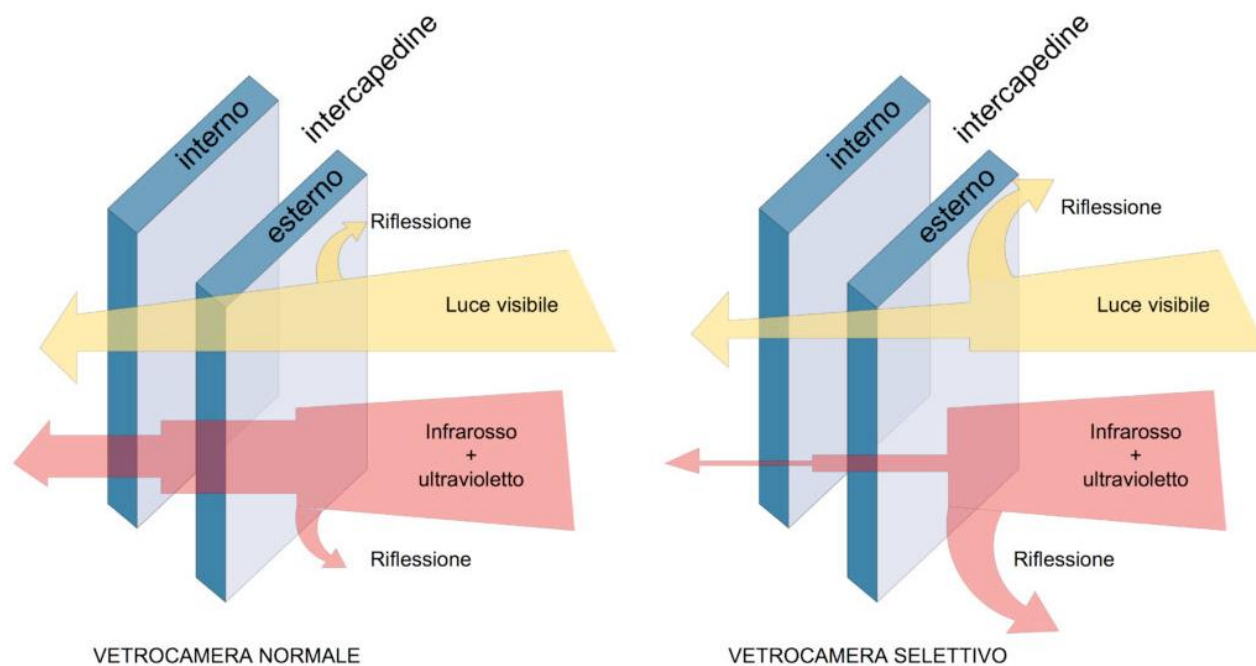
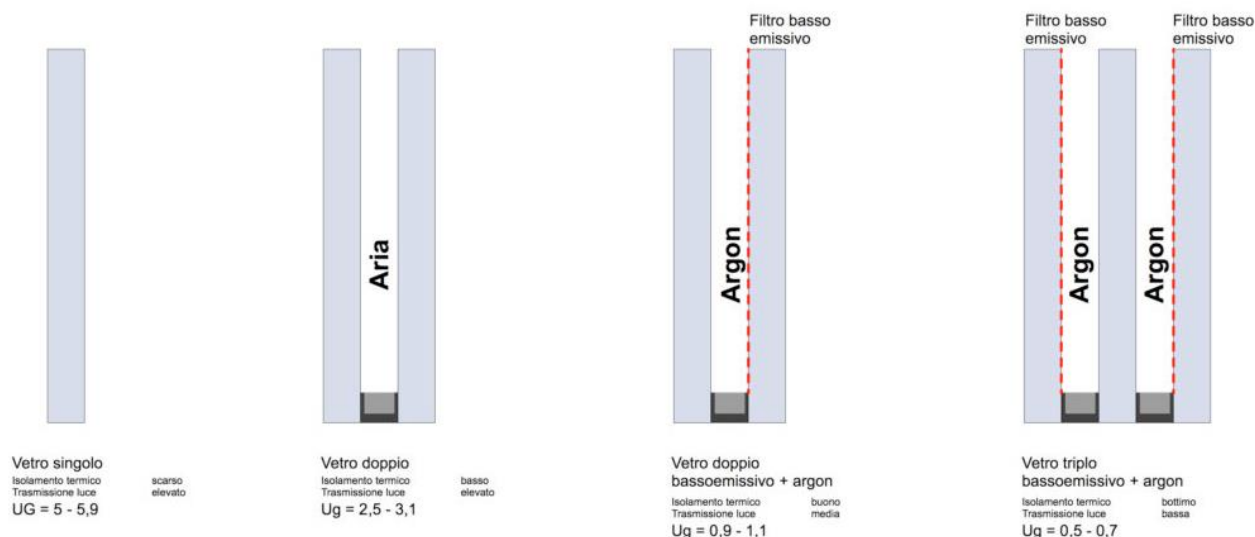


Figura 10 Differenza tra vetrocamera normale e vetrocamera selettiva dello spettro luminoso.²⁵

In aggiunta, il vetro isolante è composto da doppi o tripli strati di vetro (Fig.11), tra i quali viene inserito un gas inerte, come per esempio Argon, con l'obiettivo di ostacolare più efficacemente possibile lo scambio termico tra interno ed esterno e garantire un maggior isolamento rispetto a quanto farebbe l'aria. Il beneficio del vetro isolante si denota maggiormente nelle stagioni invernali. Il vetro a bassa emissione, sebbene sia simile esteticamente ad un vetro comune, ha la funzione di isolare al meglio l'ambiente interno rispetto a quello esterno e di conseguenza viene utilizzato non solo come copertura in vetro, ma anche per pareti. La sua struttura richiama quella del vetro camera, alla quale si aggiunge una rivestitura interna al vetro di un sottilissimo strato d'ossido metallico il quale facilita la riflessione interna dell'infrarosso e la riflessione esterna delle lunghezze d'onda ad alta frequenza (radiazione solare) (*Ibidem*).

²⁵ Cfr. <https://www.arcoatelier.it/guida-ai-serramenti/> consultato il 30 aprile 2022



*Ug = trasmittanza termica del solo vetro.
Più è bassa, minore è il calore disperso dal vetro.*

Figura 11 Esempi isolanti a bassa emissione.²⁶

2.4.1.2 Tecniche di intervento attive

Nella riqualificazione di edifici storico-culturale l'integrazione di impianti rinnovabili esterni per ottenere un apporto energetico rinnovabile, come pannelli solari o tegole solari fotovoltaiche, non ha una buona considerazione. Le tecniche di intervento attivo negli ultimi anni, per gli edifici storici, hanno per la maggior parte riguardato gli impianti d'illuminazione e di condizionamento. Il settore impiantistico è di gran lunga l'aspetto più complicato da inserire all'interno di un'architettura già esistente in termini di integrazione di attrezzature, distribuzione, e reti informatiche, dato che non esistono soluzioni standard da poter normalizzare per ogni stabile unico nel suo genere. Per i beni culturali sottoposti alla tutela della Sovrintendenza, lo scopo principale di ogni intervento è quello di minimizzare l'impatto impiantistico all'interno degli stabili che ne sono privi. Dare priorità alla riqualificazione dell'edificio con le tecniche di costruzione passive, porta ad un minor impiego del retrofitting energetico attivo, apportando minori modifiche alle apparecchiature esistenti (*Ibidem*).

Per quanto concerne gli impianti di raffreddamento, si vanno sempre più affermando impianti alimentati a pompa di calore, di differente tipologia, integrabili con fonti energetiche alternative. Il beneficio di questi impianti consiste nel garantire una maggior efficienza ed un minor impatto sulle strutture edilizie, integrando in una sola macchina la produzione di energia termica e frigorifera. Per gli impianti di climatizzazione che per lo più usufruiscono

²⁶ Ibidem

dell'acqua, viene fatto uso di radiatori spesso già esistenti all'interno dell'edificio, o, dove possibile, sistemi radianti a bassa temperatura sottopavimento. Questo intervento è approvato solo nel caso in cui la pavimentazione non sia sottoposta a vincolo, oppure, in accordo con la Soprintendenza, l'antico rivestimento viene accuratamente smontato, numerato, e rimontato al termine dell'istallazione impiantistica (*Ibidem*). La scelta del sistema di climatizzazione dipende anche dal tipo di edificio e dalla sua destinazione d'uso. Normalmente, se gli edifici sono di dimensioni consistenti la scelta più appropriata ricade nell'utilizzo di radiatori.

Per la gestione degli impianti facenti parte di un edificio storico è consigliata l'adozione di sistemi di controllo automatico e regolazione intelligente, i quali riescono ad intervenire sul comportamento termodinamico dell'organismo edilizio, erogando il calore necessario al raggiungimento delle condizioni di comfort termico desiderate e preimpostate dagli utenti. Stesso meccanismo automatico può essere utilizzato per i sistemi di accendimento/spengimento dell'impianto di illuminazione tramite, per esempio, sensori di presenza (*Ibidem*).

Il fatto che le tecniche costruttive passive necessitino di essere affiancate da quelle attive è dimostrato dall'istallazione del cappotto o dall'uso dell'involucro termoisolante, che se non affiancato da un sistema di ventilazione interno, determinerebbe un danneggiamento delle mura dovuto ad umidità e formazione di muffe. Il ricambio d'aria all'interno dei locali è quindi fondamentale. Ove possibile viene utilizzato un sistema di ventilazione controllata (VMC) che funziona grazie a delle condotte di ventilazione forzata che provvedono ad estrarre, con l'uso di aspiratori, l'aria presente negli ambienti interni e allo stesso tempo dei diffusori immettono aria di rinnovo verso altre stanze. Il flusso continuo di aria provocato dalla VMC permette non solo l'allontanamento di fumi e odori, ma anche riduce la presenza di sostanze nocive che possono essere rilasciate da diversi materiali in ambiente (es. formaldeide) (*Ibidem*).

Per incentivare maggiori interventi di riqualificazione, è necessario che il quadro normativo di tutela sia accompagnato anche da risorse economiche destinate a tali interventi. I fondi che l'Italia destina alla manutenzione e tutela dei beni culturali sono pari al 0,4% del prodotto interno lordo, la metà dell'impegno economico della Francia (0,8% in rapporto al PIL), inferiore a quello della Spagna (0,6%) e confrontabile con quella di Germania e Regno Unito (Cicerchia, A., et al., 2013). L'Italia possedendo un patrimonio culturale maggiore degli altri paesi, dovrebbe garantire maggiori risorse di quelle attuali.

3. QUADRO NORMATIVO

Solamente dal XX secolo si inizia a impostare una legislazione in ottica moderna sulla tutela dei beni culturali. La prima legge nazionale sulla tutela nasce nel 1902, la quale riguardava in particolare la “Tutela dei patrimonio monumentale”²⁷, alla quale ne seguì un’altra, sette anni dopo, “Per le antichità e le belle arti” (Pulvirenti E., 2021). Da una tematica generale di beni monumentali, con la seconda Legge si iniziava a categorizzare i beni, decidendo quali di questi sottoporre ad attività di tutela. L’anno che diede una svolta alle leggi sui beni da sottoporre a tutela fu il 1939, quando le leggi precedentemente citate vennero sostituite da ben due leggi sulla tutela, la n.1089 che si occupava della tutela delle cose di interesse storico artistico e la n. 1497 che trattava invece delle bellezze naturali. Entrambe le leggi si fondavano sulla necessità di individuare delle cose o dei luoghi di interesse culturale o artistico, con l’obiettivo di proteggerlo e di conservarlo.

“La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica. Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico delle Nazioni. Tutela l’ambiente, la biodiversità e gli ecosistemi, anche nell’interesse delle future generazioni. La legge dello Stato disciplina i modi e le forme di tutela degli animali.”

Così recita l’articolo 9, aggiornato al 9 marzo 2022, della Costituzione della Repubblica Italiana, il quale fa parte dei primi dodici articoli costituenti i “principi fondamentali”, valori alla base dell’ordinamento repubblicano, immutabili neppure attraverso il procedimento di revisione costituzionale. L’inserimento dei principi fondamentali all’interno della costituzione italiana ha come intento quello di sottolineare, anche testualmente, l’importanza dei soggetti degli articoli e di assolvere qualunque possibile dubbio sulla loro gestione (Marconi I., 2021). Consapevoli del fatto che il tema della tutela doveva essere conoscenza comune, nel 1964 nacque la Commissione Franceschini per promuovere l’importanza e la catalogazione dei beni esistenti, una “Commissione di Indagine per la tutela e la valorizzazione delle cose di interesse storico, archeologico, artistico e del paesaggio” che stese le basi per la legge dei beni culturali attualmente in vigore. Infatti, la Commissione ha redatto una serie di dichiarazioni in materia di tutela dei centri storici e dei “beni ambientali”, facendo una distinzione tra beni paesaggistici²⁸ e beni urbanistici²⁹, affermando che:

²⁷ Lo Stato unitario promulga la legge sulla Tutela del patrimonio monumentale “Legge Nasi”, una norma che introduce il limite dei 50 anni di età per l’applicazione della tutela su un oggetto, il diritto di prelazione per lo Stato in caso di vendita di beni da parte dei privati e il divieto di esportazione.

²⁸ Sono considerati beni paesaggistici le aree naturali, aree ecologiche e paesaggi artificiali.

²⁹ Sono considerati beni urbanistici le strutture urbanistiche urbane e non urbane come castelli, casolari, ville, case, case coloniche, torri etc.

“le zone corografiche costituenti paesaggi naturali, o trasformati ad opera dell’uomo, e le zone delimitabili costituenti strutture insediative, urbane e non urbane che consentano particolare pregio per i loro valori di civiltà, devono essere conservate al godimento della collettività” (Franceschini, 1967).

Anni dopo, con la legge Galasso del 1985 si decise di apporre in tutto il paese dei vincoli per le zone di particolare interesse ambientale (Simone V.,2019).

La storia legislativa riassunta finora in merito ai beni culturali, si concluse con l’emanazione nel 1999 del Testo Unico³⁰, il quale mise in un unico documento tutte le normative emanate precedentemente, senza però porvi nessuna modifica. L’elaborazione del Testo Unico ampliò la visione del bene culturale, conferendo questo titolo anche alle fotografie, agli spartiti musicali, agli strumenti scientifici e tecnici (Marconi I., 2021).

C’era però la necessità di rendere più giovane la legislazione nell’ambito dei beni culturali, così nel 2004 venne emanato il nuovo “Codice dei beni culturali e del Paesaggio” (Simone V.,2019).

3.1 Legislazione italiana sulla tutela dei Beni culturali

La parte seconda del Codice dei beni culturali e del paesaggio, Titolo I, Capo I, si apre con l’art. 10 con la definizione dei beni culturali, il quale recita:

*“Sono beni culturali le cose immobili e mobili appartenenti allo Stato, alle regioni, agli altri enti pubblici territoriali, nonché ad ogni altro ente ed istituto pubblico e a persone giuridiche private senza fine di lucro, che presentano interesse artistico, storico, archeologico o etnoantropologico”*³¹. Ne fanno parte quindi, i beni artistici come quadri, sculture; i beni architettonici come palazzi, chiese o interi centri storici; i beni archeologici, ovvero tutto ciò che è giunto a noi grazie a scavi e rinvenimenti appartenuti a civiltà antiche; beni librari; beni archivistici, inclusi manoscritti e carte geografiche; i musei e beni immateriali come antichi canti o feste tradizionali (Pulvirenti E., 2021).

Le dimensioni del patrimonio culturale italiano sono universalmente riconosciute. Non è possibile associare nessun altro paese in termini di beni culturali, in quanto l’Italia si trova al primo posto per numero di siti nominati come “patrimonio dell’umanità” nella World

³⁰ D.lg.29 ottobre 1999 n. 490 (Testo unico in materia dei beni culturali ed ambientali) è stato pubblicato nel dicembre del 1999 ed è entrato in vigore nel gennaio del 2000.

³¹ Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell’articolo 10 Legge 6 luglio 2002, n. 137. Parte seconda, Titolo I, Capo I, art. 10 “Beni culturali”.

Heritage List dell'Unesco, i quali rappresentano il 5% sul totale³². Al fine di mantenere questo primato, in conformità con l'articolo 9 della Costituzione, il Codice dei beni culturali e del paesaggio ha fissato alcuni concetti per la gestione del patrimonio culturale italiano, basandosi su tre principi fondamentali: Tutela, Conservazione e Valorizzazione. Si intende per tutela ogni attività diretta a riconoscere, proteggere e conservare un bene nel patrimonio culturale nazionale affinché la collettività lo possa conoscere e ne possa godere. Viene sottoposto a tutela un bene che è stato riconosciuto, tramite procedimento di verifica o dichiarazione dell'interesse culturale del bene, a seconda della sua natura proprietaria. Inoltre, il termine "tutela", include quello di protezione e conservazione. Quest'ultima è definita come ogni attività svolta con lo scopo di mantenere l'identità di un bene, l'integrità e la sua efficienza funzionale, basandosi sullo studio approfondito del bene culturale, per effettuare un'attenta manutenzione per mantenerlo nel tempo e per affrontare interventi di restauro per recuperarne l'integrità materiale. Per poter valorizzare un bene, è necessario svolgere attività dirette a migliorare le condizioni di conoscenza e di conservazione del patrimonio culturale, rendendolo accessibile al pubblico, per sensibilizzare e trasmettere i valori di cui questo patrimonio è testimone³³. Le funzioni di tutela e di valorizzazione di un bene culturale sono di competenza dello Stato, in collaborazione con i comuni, le città metropolitane, le province e le regioni in conformità a quanto disposto dal Titolo I della Parte seconda del Codice.³⁴

Per preservare i beni culturali occorre proteggerli nella loro integrità, sostanzialmente garantirne la conservazione. S'introducono quindi con l'art. 20 norme che vietano di alterarne lo stato fisico e l'uso non compatibile con il loro carattere storico o d'arte o potenzialmente alterante lo stato di conservazione del bene. Ne deriva che ogni qual volta esiste lo status di bene culturale esiste l'interesse dello Stato alla sua conservazione. L'art. 21 elenca gli interventi soggetti ad autorizzazione, dalla demolizione di parte del bene alla sua riallocazione, gli spostamenti dei materiali conservati, la divisione di beni quali archivi e collezioni, il trasferimento del bene. Ogni autorizzazione viene rilasciata sulla base della valutazione del progetto di protezione e conservazione del bene o di una relazione tecnica e può fornire delle prescrizioni. Gli art. 22 e 23 trattano i provvedimenti autorizzativi in edilizia per i quali necessita il parere del sovrintendente, dettando i tempi massimi per riceverli e la facoltà di richiesta di implementazione della documentazione lasciata all'Istituzione. Alcuni procedimenti tra quelli presenti all'art. 21 possono richiedere il titolo abilitativo in materia

³² Cfr. <https://www.unesco.it/> consultato il 23 giugno 2022.

³³ Cfr. <https://www.veneto.beniculturali.it/> consultato il 29 maggio 2022

³⁴ Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 Legge 6 luglio 2002, n. 137. Parte prima, art. 5 "Cooperazione delle regioni e degli altri enti pubblici territoriali in materia di tutela del patrimonio culturale".

edilizia anche del tipo semplificato purché corredato all'inizio dell'attività dell'autorizzazione ministeriale conseguita. Quando l'intervento richiesto è su beni culturali di proprietà pubblica, ad esempio di Comune o Regione, l'art. 24 prevede che l'autorizzazione possa essere contenuta negli accordi stipulati tra enti e Ministero. L'art. 25 sancisce l'utilizzo dello strumento semplificato della conferenza dei servizi nella quale l'autorizzazione ai sensi dell'art. 21 del Codice viene rilasciata dal Ministero attraverso dichiarazione motivata nel verbale della conferenza. In caso di parere negativo l'amministrazione che ha promosso la conferenza dei servizi può chiedere al Presidente del Consiglio dei ministri di dichiarare concluso il procedimento, previa deliberazione del Consiglio dei ministri. Se le determinazioni promuovono l'intervento è a carico del richiedente informare il Ministero dell'adempimento avvenuto alle prescrizioni ricevute. Il patrimonio culturale è costituito dai beni culturali e dai beni paesaggistici; per i progetti di opere sottoposte a VIA (Valutazione di impatto ambientale) è il Ministero che si pronuncia sulla compatibilità ambientale come indicato all'art. 26 e in caso di valutazione negativa il processo si chiude con la comunicazione al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio. In presenza di autorizzazione espressa, il soprintendente può ordinare la sospensione dei lavori qualora gli stessi possano essere pericolosi per l'integrità dei beni culturali in contrasto con i dettami dell'autorizzazione stessa.

Sempre in riferimento alla conservazione, viene dedicato il Capo III, Sezione II, art. 29 del Codice, dove vengono esplicitati il termine di prevenzione³⁵, manutenzione³⁶ e restauro³⁷ e già dagli articoli precedenti, il documento conferisce al Ministero la gestione del restauro dei beni culturali connesso alla conservazione e le modalità di intervento per garantire il mantenimento futuro del bene, sia esso mobile o immobile. Secondo l'art. 33 del Codice, ogni intervento di conservazione a cui un bene culturale viene sottoposto, deve essere autorizzato dal sovrintendente, il quale esamina la relazione tecnica del progetto e se approvato, si procede alla fissazione del termine per l'inizio dei lavori. Inoltre, se il Ministero ritiene che gli interventi siano di particolare rilevanza, può contribuire in tutto od in parte alla relativa spesa³⁸.

³⁵ Complesso delle attività idonee a limitare le situazioni di rischio connesse al bene culturale nel suo contesto.

³⁶ Complesso delle attività e degli interventi destinati al controllo delle condizioni del bene culturale e al mantenimento dell'integrità, dell'efficienza funzionale e dell'identità del bene e delle sue parti.

³⁷ L'intervento diretto sul bene attraverso un complesso di operazioni finalizzate all'integrità materiale ed al recupero del bene medesimo, alla protezione ed alla trasmissione dei suoi valori culturali.

³⁸ Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 Legge 6 luglio 2002, n. 137. Parte seconda, Titolo I, Capo III, Sezione II, Art. 35 "Intervento finanziario del Ministero".

3.2 Normative per la tutela ambientale nel settore edilizio

Nel 2015, l'Assemblea generale delle nazioni unite approva l'Agenda 2030. Essa ingloba 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile in un programma d'azione per un totale di 169 'target' o traguardi, che i Paesi membri dell'ONU si impegnano a raggiungere entro il 2030. L'Europa recepisce completamente gli obiettivi dell'Agenda e implementa nelle proprie politiche le strategie per ottenere un futuro sostenibile, tenendo conto in maniera equilibrata delle tre dimensioni dello sviluppo sostenibile, ossia economica, sociale ed ambientale. Nel 2018 la Commissione europea pubblica un piano d'azione per finanziare la crescita sostenibile, attraverso una strategia globale che incanala i flussi di capitali verso investimenti sostenibili, ed è proprio con la pubblicazione del Green Deal Europeo³⁹ che la Commissione pone la sostenibilità e il benessere dei cittadini al centro della politica economica e degli interventi dell'Unione Europea (Fig. 12; Ciraci S., 2022).

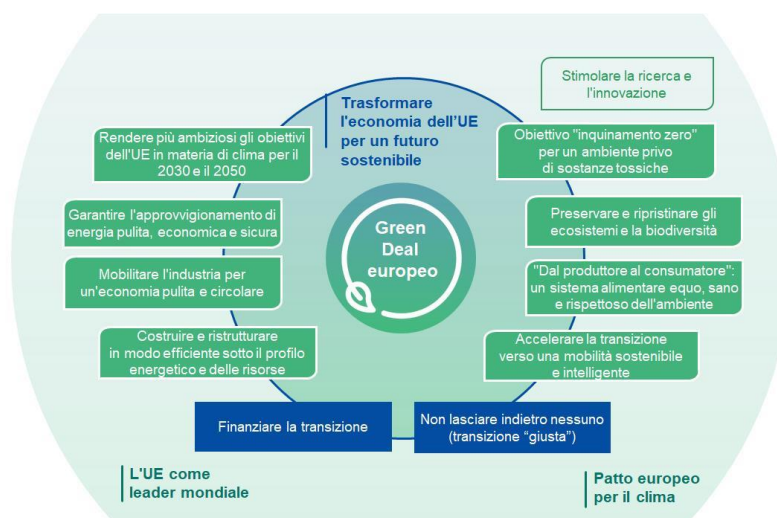


Figura 12 Il Green Deal europeo. Fonte: Commissione Europea, 2019.

Il driver delle nuove politiche dell'Unione è rappresentato dalla strategia di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici, mettendo in atto programmi orientati alla resilienza, alla prevenzione e alla gestione degli effetti attesi. Il piano è quello di adeguare interventi pubblici e privati per raggiungere nei tempi stabiliti gli obiettivi posti nell'Agenda (*Ibidem*).

³⁹ Il Green Deal europeo vuole trasformare l'UE in una società giusta e prospera, efficiente sotto il profilo delle risorse e competitiva, che a partire dal 2050 non genererà più emissioni nette di gas a effetto serra, in cui l'ambiente e la salute dei cittadini europei sono protetti e in cui si consegue la crescita economica grazie all'uso più efficiente e sostenibile delle risorse naturali. La comune strategia EU mira inoltre a proteggere, conservare e migliorare il capitale naturale e a proteggere la salute e il benessere dei cittadini dai rischi di natura ambientale e dalle relative conseguenze.

Cfr. Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al comitato economico e sociale europeo e al comitato delle regioni COM/2019/640 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT>

È proprio su questa linea che nel 2020 viene approvato dal Parlamento e dal Consiglio il Regolamento europeo 2020/852, con il quale si definiscono i criteri per stabilire se un'attività economica possa considerarsi sostenibile, per individuare il livello di eco sostenibilità di un intervento. Nel Regolamento, inoltre, viene richiamato il principio (DNSH "Do No Significant Harm") con cui un'attività economica, come un progetto infrastrutturale, non deve arrecare alcun danno significativo agli obiettivi ambientali individuati nell'accordo di Parigi (*Ibidem*). Si intendono per obiettivi ambientali:

- La mitigazione dei cambiamenti climatici;
- L'adattamento ai cambiamenti climatici;
- L'uso sostenibile e la protezione delle acque e delle risorse marine;
- La transizione verso un'economia circolare;
- La prevenzione e la riduzione dell'inquinamento;
- La protezione e il ripristino della biodiversità e degli ecosistemi.

Il principio DNSH prevede che gli interventi previsti dai PNRR⁴⁰ nazionali non arrechino nessun danno significativo all'ambiente: questo principio è fondamentale per accedere ai finanziamenti del RRF (*Recovery & Resilience Facility*; MEF, 2021). Il Regolamento Delegato UE 2021/2139⁴¹ della Commissione del 4 giugno 2021 integra il Regolamento (UE) 2020/852⁴² del Parlamento europeo e del Consiglio fissando i criteri di vaglio tecnico che consentono di determinare a quali condizioni si possa considerare un'attività economica sostenibile, in quanto contribuisce in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici o all'adattamento ai cambiamenti climatici, senza arrecare un danno significativo a nessun altro dei sei obiettivi ambientali sopraindicati. Per ogni attività economica sono stati raccolti i criteri definiti DNSH. In base a queste disposizioni gli investimenti e le riforme del PNRR non devono quindi:

- Produrre significative emissioni di gas ad effetto serra, le quali porterebbero al mancato raggiungimento del contenimento delle temperature di 1,5°C fino al 2030. Non vengono quindi considerate iniziative che implicano l'utilizzo di fonti fossili;

⁴⁰ Il PNRR è il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza approvato nel 2021 che prevede un pacchetto di investimenti e riforma articolato in sei missioni. Il Piano è in piena coerenza con i sei pilastri del **Next Generation EU** riguardo alle quote d'investimento previste per i progetti green (37%) e digitali (20%). Le risorse stanziare nel Piano sono pari a 191,5 miliardi di euro, ripartite in sei missioni: Digitalizzazione, innovazione, competitività e cultura - 40,32 miliardi; Rivoluzione verde e transizione ecologica - 59,47 miliardi; Infrastrutture per una mobilità sostenibile - 25,40 miliardi; Istruzione e ricerca - 30,88 miliardi; Inclusione e coesione - 19,81 miliardi; Salute - 15,63 miliardi.

⁴¹ REGOLAMENTO DELEGATO (UE) 2021/2139 DELLA COMMISSIONE del 4 giugno 2021 che integra il regolamento (UE) 2020/852 del Parlamento europeo e del Consiglio fissando i criteri di vaglio tecnico che consentono di determinare a quali condizioni si possa considerare che un'attività economica contribuisce in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici o all'adattamento ai cambiamenti climatici e se non arreca un danno significativo a nessun altro obiettivo ambientale. Pubblicato sulla Gazzetta ufficiale dell'unione Europea 09/12/2021.

⁴² REGOLAMENTO (UE) 2020/852 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL DEL CONSIGLIO del 18 giugno 2020 relativo all'istituzione di un quadro che favorisce gli investimenti sostenibili e recante modifica del regolamento (UE) 2019/2088, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'unione Europea 22/06/2020.

- Contribuire al verificarsi di eventi inerenti al cambiamento climatico come l'innalzamento del livello del mare, la siccità o esondazioni dei fiumi;
- Compromettere la qualità delle risorse idriche, a causa di uno scorretto utilizzo della risorsa;
- Essere poco sensibili allo smaltimento dei materiali o risorse naturali, producendo rifiuti pericolosi o non riciclabili per i quali non è possibile il riuso;
- Introdurre sostanze tossiche e pericolose in natura, come per esempio quelle elencate nell'Authorization List del Regolamento Reach⁴³;
- Danneggiare o non salvaguardare i siti che rientrano nella Rete Natura 2000⁴⁴ (*Ibidem*).

I criteri di vaglio tecnico (Tab.1) consentono di determinare se l'attività economica contribuisce in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici o all'adattamento ai cambiamenti climatici e dovrebbero garantire che la stessa attività non abbia un impatto significativo sull'ambiente. Quindi questi criteri specificano le prescrizioni minime che l'attività economica deve soddisfare per essere considerata sostenibile.

Tabella 1 Criteri di vaglio tecnico per la ristrutturazione di edifici esistenti. Fonte: Regolamento Delegato (UE) 2021/2139.

Criteri di vaglio tecnico – Ristrutturazione di edifici esistenti Contributo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici	“DNSH”- Do No Significant Harm
1 Mitigazione dei cambiamenti climatici	La ristrutturazione degli edifici è conforme ai requisiti applicabili per le ristrutturazioni importanti. ⁴⁵ In alternativa, comporta una riduzione del fabbisogno di energia primaria di almeno il 30 %. ⁴⁶
2 Adattamento ai cambiamenti climatici	L'edificio non è adibito all'estrazione, allo stoccaggio, al trasporto o alla produzione di combustibili fossili.
3 Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine	Fatta eccezione per i lavori di ristrutturazione all'interno di unità immobiliari residenziali, il consumo di acqua specificato per i seguenti apparecchi idraulici, se installati nell'ambito dei lavori di ristrutturazione, è attestato da schede tecniche di prodotto, da una certificazione dell'edificio o da un'etichetta di prodotto esistente nell'Unione, conformemente alle specifiche tecniche di cui all'appendice E del presente allegato: a) i rubinetti di lavandini e lavelli presentano un flusso d'acqua

⁴³ Regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento Europeo e del Consiglio, concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche.

⁴⁴ Natura 2000 è il principale strumento della politica dell'Unione Europea per la conservazione della biodiversità. Si tratta di una rete ecologica diffusa su tutto il territorio dell'Unione, istituita ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" per garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario.

⁴⁵ Come stabilito nelle regolamentazioni nazionali e regionali in materia di edilizia applicabili alle «ristrutturazioni importanti» che attuano la direttiva di 2010/31/UE. La prestazione energetica dell'edificio o della parte ristrutturata che è ammodernata soddisfa i requisiti minimi di prestazione energetica ottimali in funzione dei costi conformemente alla direttiva pertinente.

⁴⁶ Il fabbisogno iniziale di energia primaria e il miglioramento stimato si basano su una perizia dettagliata dell'edificio, su una diagnosi energetica condotta da un esperto indipendente accreditato o su qualsiasi altro metodo trasparente e proporzionato e convalidato mediante un attestato di prestazione energetica. Il miglioramento del 30 % deriva da un'effettiva riduzione del fabbisogno di energia primaria (in cui le riduzioni del fabbisogno di energia primaria netta mediante fonti di energia rinnovabili non sono prese in considerazione) e può essere conseguito mediante una serie di misure entro un massimo di tre anni.

	<p>massimo di 6 litri/minuto;</p> <p>b) le docce presentano un flusso d'acqua massimo di 8 litri/minuto;</p> <p>c) i vasi sanitari, compresi quelli accoppiati a un sistema di scarico, i vasi e le cassette di scarico hanno una capacità di scarico completa massima di 6 litri e una capacità di scarico media massima di 3,5 litri;</p> <p>d) gli orinatoi utilizzano al massimo 2 litri/vaso/ora. Gli orinatoi a scarico d'acqua hanno una capacità di scarico completa massima di 1 litro.</p>
4 Transizione verso un'economia circolare	<p>Almeno il 70 % (in termini di peso) dei rifiuti da costruzione e demolizione non pericolosi (escluso il materiale allo stato naturale definito alla voce 17 05 04 dell'elenco europeo dei rifiuti istituito dalla decisione 2000/532/CE) prodotti in cantiere è preparato per il riutilizzo, il riciclaggio e altri tipi di recupero di materiale, incluse operazioni di riempimento che utilizzano i rifiuti in sostituzione di altri materiali, conformemente alla gerarchia dei rifiuti e al protocollo UE per la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione. I gestori limitano la produzione di rifiuti nei processi di costruzione e demolizione, conformemente al protocollo UE per la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione, tenendo conto delle migliori tecniche disponibili e utilizzando la demolizione selettiva onde consentire la rimozione e il trattamento sicuro delle sostanze pericolose, e facilitano il riutilizzo e il riciclaggio di alta qualità tramite la rimozione selettiva dei materiali, avvalendosi dei sistemi di cernita dei rifiuti da costruzione e demolizione disponibili.</p> <p>I progetti degli edifici e le tecniche di costruzione sostengono la circolarità e in particolare dimostrano, con riferimento alla norma ISO 20887 o ad altre norme per la valutazione del disassemblabilità o adattabilità degli edifici, come essi siano progettati per essere più efficienti dal punto di vista delle risorse, adattabili, flessibili e smantellabili per consentire il riutilizzo e il riciclaggio.</p>
5 Prevenzione e riduzione dell'inquinamento	<p>I componenti e i materiali edili utilizzati nella ristrutturazione dell'edificio che possono venire a contatto con gli occupanti emettono meno di 0,06 mg di formaldeide per m³ di materiale o componente in seguito a prove effettuate in conformità delle condizioni di cui all'allegato XVII del regolamento (CE) n. 1907/2006 e meno di 0,001 mg di composti organici volatili cancerogeni delle categorie 1A e 1B per m³ di materiale o componente, in seguito a prove effettuate in conformità delle norme CEN/EN 16516 o ISO 16000-3:2011 o ad altre condizioni di prova e metodi di determinazione standardizzati equivalenti. Sono adottate misure per ridurre il rumore, le polveri e le emissioni inquinanti durante i lavori di costruzione o manutenzione.</p>

Per il settore edilizio, in linea con gli obiettivi sopracitati, si fa riferimento, più nello specifico, all'efficientamento energetico, alla gestione dei rifiuti e al risparmio idrico e alla protezione delle acque. Seguendo le direttive fornite dai criteri di vaglio tecnico, la buona gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione può essere utile nel riutilizzo dei materiali, fornendo delle materie prime secondarie che sostituiscono quelle vergini, grazie ad efficienti tecniche di raccolta differenziata e compostaggio. Per le acque e per le rispettive attività che le vedono coinvolte, quali raccolta, trattamento e fornitura, i criteri di vaglio tecnico prendono in considerazione metriche per i livelli di perdita nei sistemi di fornitura idrica e validi sistemi di trattamento per le acque reflue. Le misure di efficientamento energetico, e altre misure

quali l'utilizzo di energie che operano sfruttando fonti rinnovabili, possono contribuire notevolmente alla riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra. I criteri di vaglio tecnico aiutano a raggiungere gli standard di prestazione e i valori limite che definiscono il contributo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici, all'adattamento ai cambiamenti climatici e agli altri impatti e rischi ambientali (Regolamento Delegato UE 2021/2139).

Il settore edilizio è responsabile a livello europeo del 40% del consumo di energia e del 36% delle emissioni di carbonio. Quindi operare per ridurre questi valori emissivi, può essere un buon modo per contribuire alla mitigazione dei cambiamenti climatici. Vengono stabiliti criteri di vaglio tecnico per la costruzione di nuovi edifici, la ristrutturazione di quelli esistenti, l'installazione di dispositivi per l'efficienza energetica e le energie rinnovabili in loco, basandosi sul potenziale impatto delle attività, sulla prestazione energetica degli edifici e sulle emissioni di gas a effetto serra, nonché sul carbonio incorporato (*Ibidem*).

Un ulteriore requisito a cui un progetto edilizio deve render conto è quello dei Criteri Ambientali Minimi (CAM). Sono requisiti ambientali definiti per le varie fasi del processo di acquisto, utili ad individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore rispetto al profilo ambientale nell'intero ciclo di vita, prendendo in considerazione la disponibilità di mercato. I CAM sono definiti dal Piano per la sostenibilità ambientale dei consumi del settore della pubblica amministrazione e sono adottati con Decreto 11 ottobre 2017⁴⁷ del Ministro dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del mare. La loro applicazione sistematica ed omogenea indirizza la scelta delle tecnologie ambientali e dei prodotti ambientalmente preferibili e fa sì che coloro che operano nel sistema economico, sia come consumatori che come produttori, si adeguino alle nuove Richieste della Pubblica Amministrazione⁴⁸.

In Italia, l'efficacia dei CAM è stata assicurata grazie all'art. 18 della L.221/2015⁴⁹ e, successivamente, all'art. 34 recante "Criteri di sostenibilità energetica e ambientale" del D.lgs. 50/2016⁵⁰ "Codice degli appalti" (modificato dal D. Lgs.56/2017), che ne hanno reso obbligatoria l'applicazione da parte di tutte le stazioni appaltanti. Questo obbligo garantisce che la politica nazionale in materia di appalti pubblici verdi sia incisiva non solo

⁴⁷ DECRETO 11 ottobre 2017 Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici. (17A07439) pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.259 del 06-11-2017)

⁴⁸ Ministero della Transizione ecologica, i Criteri Ambientali Minimi. Cfr. <https://www.mite.gov.it> consultato il 30 maggio 2022.

⁴⁹ Legge 28 dicembre 2015, n. 221. Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali.

⁵⁰ DECRETO LEGISLATIVO 18 aprile 2016, n. 50 Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture. (16G00062), pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.91 del 19-04-2016

nell'obiettivo di ridurre gli impatti ambientali, ma nell'obiettivo di promuovere modelli di produzione e consumo più sostenibili, "circolari" e nel diffondere l'occupazione "verde"⁵¹.

I CAM sono predisposti a seconda della "categoria merceologica" e tra queste rientra anche quella "edilizia". I CAM per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici singoli o in gruppi sono descritti da schede tecniche che si suddividono tra risparmio idrico, fine vita dei componenti edilizi e rifiuti e diagnosi energetica (Tab.2). Nella tabella seguente sono descritti i CAM inerenti agli interventi di ricostruzione e riqualificazione degli edifici esistenti.

Tabella 2 Specifiche Tecniche dell'edificio per interventi di ricostruzione e riqualificazione di edifici esistenti. Fonte: Allegato tecnico CAM edilizia.

<p>Diagnosi energetica</p>	<p>Il progettista deve presentare la relazione tecnica di cui al decreto ministeriale 26 giugno 2015 e l'Attestato di prestazione energetica (APE) dell'edificio ante e post operam, gli interventi previsti ed i conseguenti risultati raggiungibili.</p> <p>I progetti degli interventi di nuova costruzione e degli interventi di ristrutturazione rilevante, inclusi gli interventi di demolizione e ricostruzione, ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi (es. regolamenti urbanistici e edilizi comunali, etc.), devono garantire che il fabbisogno energetico complessivo dell'edificio sia soddisfatto da impianti a fonti rinnovabili o con sistemi alternativi ad alta efficienza (cogenerazione o trigenerazione ad alto rendimento, pompe di calore centralizzate etc.) che producono energia all'interno del sito stesso dell'edificio per un valore pari ad un ulteriore 10% rispetto ai valori indicati dal decreto legislativo 28/2011, secondo le scadenze temporali ivi previste.</p>
<p>Risparmio idrico</p>	<p>I progetti, ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi (es. regolamenti urbanistici ed edilizi comunali, etc.), deve prevedere:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la raccolta delle acque piovane per uso irriguo e/o per gli scarichi sanitari, attuata con impianti realizzati secondo la norma UNI/TS 11445 «Impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano - Progettazione, installazione e manutenzione» e la norma UNI EN 805 «Approvvigionamento di acqua - Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici» o norme equivalenti. Nel caso di manutenzione/ristrutturazione di edifici tale criterio è applicato laddove sia tecnicamente possibile; - l'impiego di sistemi di riduzione di flusso, di controllo di portata, di controllo della temperatura dell'acqua; - l'impiego di apparecchi sanitari con cassette a doppio scarico aventi scarico completo di massimo 6 litri e scarico ridotto di massimo 3 litri. - Gli orinatoi senz'acqua devono utilizzare un liquido biodegradabile o funzionare completamente senza liquidi; <p>Per gli edifici non residenziali deve essere inoltre previsto un sistema di monitoraggio dei consumi idrici.</p>
	<p>I progetti devono prevedere un piano per il disassemblaggio e la demolizione selettiva, dove possibile, dell'opera a fine vita che</p>

⁵¹ Cfr. nota 17.

Fine vita di rifiuti e componenti edilizi	<p>permetta il riutilizzo o il riciclo dei materiali, componenti edilizi e degli elementi prefabbricati utilizzati.</p> <p>Allo scopo di ridurre l'impiego di risorse non rinnovabili, di ridurre la produzione di rifiuti e lo smaltimento in discarica, con particolare riguardo ai rifiuti da demolizione e costruzione (coerentemente con l'obiettivo di recuperare e riciclare entro il 2020 almeno il 70% dei rifiuti non pericolosi da costruzione e demolizione), fermo restando il rispetto di tutte le norme vigenti, il progetto deve prevedere l'uso di materiali prodotti con un determinato contenuto di riciclato.</p>
---	---

3.3 Normative per l'efficiamento energetico

3.3.1 Normativa europea

A partire dagli impegni presi con la sottoscrizione del Protocollo di Kyoto (1997), nel quale veniva promossa un'innovazione tecnologica sostenibile per il miglioramento dell'efficienza energetica nei diversi campi di applicazione, l'UE ha promosso delle nuove politiche comunitarie in materia di efficientamento energetico. Precedentemente, alla metà degli anni '80, probabilmente a seguito della crisi petrolifera, il Parlamento Europeo emanava la Direttiva 85/377/EEC, subito seguita nel settembre del 1993 dalla 93/76/ECC⁵², per introdurre i concetti di valutazione di impatto ambientale e certificazione energetica. A seguire venne emanata la Direttiva 2001/77/CE⁵³ che aveva come oggetto la promozione di energia elettrica da fonti rinnovabili, incentivando lo sfruttamento di queste risorse e l'incremento di posti di lavoro sulla base degli obiettivi nazionali stabiliti. L'anno dopo, la direttiva 2002/91/CE⁵⁴, rinominata EPBD (*Energy Performance Building Directive*) si focalizza sul rendimento energetico del settore edilizio, promuovendo il miglioramento del rendimento energetico degli edifici, in funzione del clima che caratterizza ogni stato. Viene posta l'attenzione alla riqualificazione del patrimonio edilizio esistente nel quale *“una ristrutturazione importante dovrebbe essere considerata un'opportunità di migliorare il rendimento energetico mediante misure efficaci sotto il profilo dei costi”*. Questa normativa si riferisce prevalentemente agli edifici esistenti con ampie metrature (> 1000mq), facendo eccezione per alcune categorie di edifici come quelli adibiti al culto e *“edifici e monumenti ufficialmente protetti come patrimonio designato o in virtù del loro speciale valore architettonico o storico, nei casi in cui il rispetto delle prescrizioni implicherebbe un'alterazione inaccettabile del loro carattere o aspetto”*, per i quali c'è la possibilità di non applicare requisiti richiesti. La normativa

⁵² DIRETTIVA 93/76/CEE DEL CONSIGLIO del 13 settembre 1993 intesa a limitare le emissioni di biossido di carbonio migliorando l'efficienza energetica (SAVE), pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee 22/09/1993.

⁵³ DIRETTIVA 2001/77/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 27 settembre 2001 sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della comunità europea 27/10/2001.

⁵⁴ DIRETTIVA 2002/91/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell'edilizia, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee 04/01/2003.

EPBD è stata aggiornata con la Direttiva 2010/31/CE descritta in seguito (Frau C., et al., 2014).

La Direttiva 2003/87/CE⁵⁵, definita come *Emission Trading*, conferisce un valore economico alle emissioni di gas a effetto serra, permettendo lo scambio di quote all'interno della Comunità Europea, con lo scopo di promuovere la riduzione delle emissioni seguendo criteri validi in termini economici. La Direttiva 2006/32/CE⁵⁶, ha lo scopo di raggiungere l'obiettivo di risparmio energetico rafforzando e migliorando l'efficienza degli usi finali di energia. L'obiettivo nazionale globale, adottato dagli Stati Membri è pari al 9% entro il nono anno di applicazione della Direttiva. Questa percentuale viene calcolata rispetto al valore medio annuo del consumo finale di energia, relativo ai 5 anni precedenti all'entrata in vigore della Direttiva. Per far in modo di raggiungere l'obiettivo prefissato, vengono istituiti i Piani di Azione Nazionale in Materia di Efficienza Energetica (*Ibidem*).

La Direttiva 2009/28/CE⁵⁷ marca nuovamente sul tema dalla promozione dell'uso di energia da fonti rinnovabili, fissando degli obiettivi nazionali obbligatori per la quota complessiva; impone l'obbligo di redigere un Piano Nazionale ad ogni stato membro e che la quota di energia da fonti rinnovabili di ogni Stato sul consumo finale lordo nel 2020 corrisponda all'obiettivo nazionale per la quota relativa a quell'anno (*Ibidem*).

La Direttiva 2010/31/UE⁵⁸, come detto precedentemente, ha sostituito la Direttiva 2002/91/CE, e per questo viene nominata come EPBD2 (Energy Performance Building Directive 2). Questa direttiva rende nota la necessità di attuare nuove strategie di risparmio energetico, per raggiungere gli obiettivi imposti dal pacchetto "Clima-Energia". Questi obiettivi sono:

- A partire dal 31 dicembre 2020 per tutte le nuove costruzioni limitare la richiesta di energia ad una quantità minima per il loro funzionamento (edifici NZEB – Nearly Zero Energy Building);
- Dal 31 dicembre 2018, gli edifici pubblici dovranno adeguarsi agli standard degli "edifici ad energia quasi zero".

⁵⁵DIRETTIVA 2003/87/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 13 ottobre 2003 che istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità e che modifica la direttiva 96/61/CE del Consiglio, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 25/10/2003.

⁵⁶ DIRETTIVA 2006/32/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 5 aprile 2006 concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e recante abrogazione della direttiva 93/76/CEE del Consiglio, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 27/04/2006.

⁵⁷ DIRETTIVA 2009/28/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 23 aprile 2009 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 05/06/2009.

⁵⁸ DIRETTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 18/06/2010.

- Per gli edifici esistenti, la Direttiva EPDB viene estesa anche agli edifici di metrature ridotte per rappresentare al meglio l'intero patrimonio costruito. In questa categoria ricadono nuovamente gli edifici di valore storico e architettonico che possono ricorrere allo strumento della deroga per non rispettare completamente i requisiti minimi energetici nel caso in cui gli interventi arrechino danno alla loro identità storico-artistica (*Ibidem*).

La Direttiva 2012/27/UE⁵⁹, modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga la direttiva 2006/32/CE, incrementando i vincoli agli Stati Membri per sensibilizzare ancor di più all'utilizzo efficace ed efficiente di energia all'interno delle abitazioni, nei processi industriali e nei trasporti. L'art.7 prevede, per il periodo 2014-2020, una riduzione cumulativa dei consumi di energia pari a 25,5 Mtep con misure attive per l'efficienza energetica (Bertini I, 2017). Le politiche di efficientamento energetico e di riqualificazione edilizia del patrimonio immobiliare pubblico e privato realizzate in Italia in questi anni corrispondenti alla suddetta Direttiva UE, hanno permesso di ottenere risparmi, nel 2020, pari a 5,46 Mtep consentendo di raggiungere complessivamente per il periodo 2014-2020, un risparmio cumulato di 23,24 Mtep (Fig. 13). I risultati ottenuti rappresentano poco più del 91 % dell'obiettivo atteso. (Federici A. et al., 2021).

Occorre riconoscere che la crisi economica derivante dalla pandemia Covid 19 è stata affrontata dall'Unione Europea sollecitando gli Stati membri ad attuare politiche di riqualificazione infrastrutturale, edilizie ed energetiche, con attenzione particolare al minor consumo di energia (*Ibidem*).

Misure di policy notificate	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2014-2020
Schema d'obbligo - Certificati bianchi	0,872	0,859	1,102	1,346	1,186	1,517	1,510	8,392
Misura alternativa 1 - Conto Termico	0,004	0,009	0,016	0,043	0,098	0,182	0,269	0,621
Misura alternativa 2 - Detrazioni fiscali	0,364	0,739	1,091	1,480	1,850	2,251	2,621	10,396
Misura alternativa 3 - Fondo nazionale efficienza energetica	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Misura alternativa 4 - Piano Impresa 4.0	0,000	0,000	0,000	0,300	0,440	0,510	0,580	1,830
Misura alternativa 5 - Politiche di coesione	0,002	0,101	0,167	0,168	0,222	0,223	0,225	1,108
Misura alternativa 6 - Campagne di informazione	0,000	0,015	0,026	0,084	0,088	0,094	0,104	0,411
Misura alternativa 7 - Mobilità sostenibile	0,000	0,000	0,000	0,000	0,087	0,240	0,156	0,483
Risparmi totali	1,242	1,722	2,403	3,421	3,971	5,017	5,465	23,241

Figura 13 Risparmi obbligatori (Mtep) ai sensi dell'art. 7 della EED - Anni 2014-2019. Fonte: Federici A. et al., 2021

⁵⁹ DIRETTIVA 2012/27/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 25 ottobre 2012 sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE, pubblicata dalla Gazzetta ufficiale dell'unione Europea il 14/11/2012.

Rispetto agli edifici “beni culturali”, nel 2017 è entrata in vigore la norma UNI EN 16883:2017 “Conservazione dei beni culturali-Linee guida per migliorare la prestazione energetica degli edifici storici”, la quale ha come tema principale il miglioramento della prestazione energetica all’interno degli edifici storici. Questo si ottiene grazie alla conoscenza delle caratteristiche dell’edificio e degli interventi da apportare in esso, valutando l’impatto per cui potrebbero comprometterne la conservazione. Questa norma non si limita ad includere gli edifici categorizzati beni culturali, ma espande le linee guida per il miglioramento della prestazione energetica anche agli edifici storici di ogni età⁶⁰.

Prima del 2017, le Direttive in vigore introducevano esclusivamente indicazioni riguardo gli interventi su edifici storici e conferivano alle legislazioni locali il compito di attuare strategie politiche di restauro architettonico, in accordo con le culture del luogo. Sono esclusi dall’applicazione delle direttive i beni storico-architettonici sottoposti a vincolo, mentre quelli non ricadenti in questa categoria sono completamente sottoposti a queste direttive (Lucchi, E. et al., 2013). Con la UNI EN 16883:2017 si evidenzia ancor più l’importanza degli edifici storici, prendendo maggiormente coscienza dell’impatto a cui questi potrebbero essere soggetti e definendo ufficialmente i comportamenti di riguardo nei confronti di questi.

Inglobando la direttiva 2010/31/UE e la direttiva 2012/27/UE, nel 2018 l’UE ha stabilito un quadro legislativo per aumentare la prestazione energetica degli edifici. Entrano in vigore la Direttiva UE 2018/2002⁶¹ sull’efficienza energetica e la Direttiva UE 2018/844⁶², sulla prestazione energetica edilizia che fissano il quadro regolatorio per il raggiungimento dei nuovi obiettivi europei al 2030 in materia di energia e clima. Più in particolare, la seconda promuove l’installazione di sistemi di automazione e controllo degli impianti tecnologici presenti negli edifici, promuovendo l’utilizzo di tecnologie smart in alternativa ai controlli fisici. La direttiva 2018/844 ha introdotto strategie di ristrutturazione a lungo termine che riguardano l’elaborazione di una strategia a lunga visione per ciascuno Stato Membro per incrementare la ristrutturazione del patrimonio nazionale di edifici pubblici e privati, con l’obiettivo di ottenere un parco immobiliare ad alta efficienza energetica e decarbonizzato entro il 2050; trasformare gli edifici esistenti in edifici ad energia quasi zero entro il 2050 e

⁶⁰ Cfr. <http://store.uni.com/catalogo/index.php/uni-en-16883-2017.html> consultato il 30 maggio 2022

⁶¹ DIRETTIVA (UE) 2018/2002 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO dell’11 dicembre 2018 che modifica la direttiva 2012/27/UE sull’efficienza energetica, pubblicato dalla Gazzetta ufficiale dell’unione Europea il 21/12/2018.

⁶² DIRETTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 30 maggio 2018 che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell’edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull’efficienza energetica, pubblicata dalla Gazzetta ufficiale dell’unione Europea il 19/06/2018.

ottenere la massima efficienza energetica negli edifici di nuova costruzione a partire dal 2021; ed infine sostenere l'installazione di tecnologie intelligenti in tutti gli edifici⁶³.

Nel 2021 la Commissione Europea propone un'ulteriore revisione che andrebbe a modificare, sostituire e abrogare la vigente direttiva 2010/31/UE recentemente modificata dalla direttiva 2018/844/UE. La proposta ha l'obiettivo di aumentare l'efficienza energetica nel settore dell'edilizia, ottenendo un drastico calo delle emissioni degli edifici, sia di nuova costruzione che esistenti, contribuendo in modo sostanziale al raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione dell'UE entro il 2030 e il 2050. La Commissione pone come scopo primo l'ammodernamento del parco immobiliare attraverso obiettivi specifici, quali: aumentare il tasso e la profondità delle ristrutturazioni degli edifici, migliorare le informazioni in materia di prestazione energetica e la sostenibilità degli edifici, garantire che tutti gli edifici siano in linea con i requisiti di neutralità climatica fissati per il 2050. Si impongono inoltre norme minime di prestazione energetica sulle quali si dovranno improntare le ristrutturazioni degli edifici meno efficienti. Gli edifici pubblici e non residenziali dovranno diventare almeno di classe F entro il 2027 e almeno di classe E entro il 2030. Gli edifici residenziali meno efficienti dovrebbero passare dalla classe G alla F entro il 2030 e alla E entro il 2033. Gli stati membri sono invitati a predisporre dei piani nazionali di ristrutturazione degli edifici per dettare le regole e le tempistiche utili all'ottenimento di un parco edilizio ad emissioni zero entro il 2050⁶⁴.

Con l'ultima Legge sul clima (Regolamento UE 2021/1119)⁶⁵ l'Unione Europea trasforma l'impegno politico del Green Deal europeo per la neutralità climatica UE entro il 2050 un obbligo vincolante, imponendo quindi ad ogni Stato Membro delle strategie nazionali imprescindibili con lo scopo di garantire il raggiungimento degli obiettivi preposti⁶⁶.

In risposta alle implicazioni sul mercato energetico mondiale dell'invasione russa dell'Ucraina, la Commissione Europea ha stipulato il piano REPowerEU per rendere l'Europa indipendente dai combustibili fossili russi prima del 2030, stabilendo una serie di misure volte ad accelerare la transizione verde, aumentando allo stesso tempo la resilienza del sistema energetico dell'UE. Queste misure inducono gli Stati Membri a collaborare con partner

⁶³ Cfr. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/it/sheet/69/efficienza-energetica>, consultato il 4 giugno 2022.

⁶⁴ Cfr. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021PC0802> consultato il 2 agosto 2022.

⁶⁵ REGOLAMENTO (UE) 2021/1119 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 30 giugno 2021 che istituisce il quadro per il conseguimento della neutralità climatica e che modifica il regolamento (CE) n. 401/2009 e il regolamento (UE) 2018/1999 («Normativa europea sul clima»), pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'unione europea 09/07/2021.

⁶⁶ Cfr. <https://www.europarl.europa.eu/news/it/press-room/20210621IPR06627/legge-ue-sul-clima-approvato-l-accordo-sulla-neutralita-climatica-entro-il-2050> consultato il 4 giugno 2022.

internazionali per trovare forniture energetiche alternative di gas, petrolio e carbone e promuovono gli investimenti nell'energia rinnovabile⁶⁷.

3.3.2 *Normativa nazionale*

La crisi energetica del 1973 che si generò a seguito dell'interruzione del flusso di approvvigionamento di petrolio a causa della guerra arabo-israeliana, creò una maggior attenzione globale sulle fonti energetiche. In Italia, la normativa in materia di efficienza energetica inizia a farsi strada due anni dopo, nel 1975, con la redazione del primo Piano Energetico Nazionale (PEN), che aveva come obiettivo quello di rimpiazzare il petrolio idealizzando uno scenario energetico futuro basato sul nucleare. Questo scenario era pensato ipotizzando una crescita smisurata dei fabbisogni energetici nazionali. Seguirono differenti edizioni e aggiornamenti, la prima nel 1977 e quella seguente nel 1981, la quale non subì modifiche nella previsione di come produrre energia e continuò a mantenere l'idea del nucleare ridimensionandolo in base al fabbisogno. Con l'incidente della centrale nucleare di Chernobyl il giudizio negativo nei confronti di questa tecnologia era sentimento comune e fu il referendum del 1987 a porre definitivamente la parola fine ai programmi nucleari per la produzione di energia elettrica. Il terzo e ultimo PEN del 1988 delega alle regioni molte decisioni relative all'efficienza energetica, rendendo così molto difficile comporre azioni che dovrebbero essere applicate a livello nazionale⁶⁸.

Nel 2007 viene redatto e poi rivisto nel 2011 il Piano d'azione nazionale per l'Efficienza Energetica, il quale descrive le strategie promosse dal Governo italiano per migliorare l'efficienza energetica, grazie all'utilizzo di fonti rinnovabili e la riduzione dei costi dell'energia per cittadini ed imprese⁶⁹.

La prima normativa italiana in tema di risparmio energetico è la legge 30 marzo 1976, n. 37370, la quale recita:

“Al fine di contenere il consumo energetico per usi termici negli edifici, sono regolate dalla presente legge le caratteristiche di prestazione dei componenti, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici per il riscaldamento degli ambienti e per la produzione di acqua calda per usi igienici e sanitari, alimentati da combustibili solidi, liquidi o gassosi negli edifici pubblici o privati, con esclusione di quelli adibiti ad attività industriali o

⁶⁷ Cfr. Nota 13

⁶⁸ Cfr. <http://www.linkiesta.it/it/blog-post/2012/10/05/il-piano-energetico-nazionale-un-obiettivo-primario-di-cui-si-sente-il/10815/> consultato il 2 giugno 2022.

⁶⁹ Cfr. <https://www.enea.it/it/seguici/publicazioni/EAI/anno-2012/n.-1-gennaio-febbraio-2012-1/il-piano-d2019azione-per-l2019efficienza-energetica> consultato il 2 giugno 2022.

⁷⁰ LEGGE 30 marzo 1976, n. 373 Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale, n.148 del 07/06/1976.

*artigianali. Sono regolate altresì le caratteristiche di isolamento termico degli edifici da costruire o ristrutturare, nei quali sia prevista l'installazione di un impianto termico di riscaldamento degli ambienti". La legge introduce quindi il concetto di isolamento termico degli edifici e il tema della progettazione degli impianti ma permette un ampio margine di azione per gli interventi sul costruito esistente, infatti "nel caso di ristrutturazioni di edifici esistenti, il sindaco può disporre che siano osservate le norme sulle caratteristiche di isolamento termico, quando la commissione edilizia comunale abbia accertato la sussistenza delle condizioni tecniche per la loro applicazione"*⁷¹.

Successivamente, la legge 9 gennaio 1991, n.10⁷² non concordava pienamente con la legge che la precedeva rispetto al termine di risparmio energetico, in quanto affermava che non poteva riferirsi solamente al miglioramento dell'isolamento termico dell'involucro, ma doveva considerare anche le fonti di energia rinnovabile e la riduzione dei consumi. Inoltre, viene introdotto il concetto di certificazione energetica, grazie al quale l'attenzione ricade anche sul rendimento degli impianti ed ai progettisti viene imposta l'esecuzione delle misurazioni con strumenti adatti per calcolare l'efficacia del loro progetto dal punto di vista energetico. In mancanza di decreti attuativi, la legge rimase inefficace fino al 2002, quando venne attuata a livello nazionale la Direttiva 2002/91/CE, la quale si focalizzava sull'efficienza energetica nella sfera edilizia considerando anche le differenti condizioni climatiche dei paesi. Questa direttiva viene attuata in Italia solo 3 anni dopo con il Decreto legislativo 19 agosto 2005, n.192, della quale art. 1 spiega:

*"Il presente decreto stabilisce i criteri, le condizioni e le modalità per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici al fine di favorire lo sviluppo, la valorizzazione e l'integrazione delle fonti rinnovabili e la diversificazione energetica, contribuire a conseguire gli obiettivi nazionali di limitazione delle emissioni di gas a effetto serra posti dal protocollo di Kyoto, promuovere la competitività dei comparti più avanzati attraverso lo sviluppo tecnologico"*⁷³.

Questo decreto legislativo, in linea con la direttiva sopracitata, promuove l'integrazione di impianti fotovoltaici e termici negli edifici, facendo però eccezione per gli edifici esistenti da

⁷¹ Ibidem

⁷² Legge ordinaria del Parlamento 9 gennaio 1991 n. 10, *Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia*, pubblicata sulla *Gazzetta Ufficiale* n. 13 del 16/01/1991.

⁷³ Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192, *Attuazione della Direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia*, pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n. 222 del 23/09/2005.

ristrutturare, per i quali l'installazione delle energie rinnovabili dipende dal tipo di intervento. Sono invece esclusi dal decreto i beni sottoposti a vincolo⁷⁴.

Il decreto dell'anno successivo (D.lgs. 29 dicembre 2006 n.311)⁷⁵, modifica leggermente quanto definito, inserendo l'obbligo dell'uso di fonti rinnovabili per la produzione dell'energia elettrica e termica e obbliga la certificazione energetica degli edifici esistenti.

La legge 6 agosto 2008, n.13 ha cancellato l'obbligo di allegare la certificazione energetica all'atto di compravendita o di locazione dell'immobile. Gli edifici storici vengono esclusi dalle prescrizioni del decreto in quanto l'intervento potrebbe compromettere l'aspetto del manufatto ed i suoi caratteri artistici e storici. Nel 2009 sono stati pubblicati due decreti, rispettivamente il DPR 2 aprile 2009, n. 59⁷⁶ e il DM 26/06/2009⁷⁷, i quali entrano in vigore a posteriori del decreto legislativo 3 marzo 2011, n.28⁷⁸, rendendo nuovamente obbligatoria la certificazione energetica per interventi su manufatti e standardizzano l'iter del calcolo per l'acqua sanitaria, la climatizzazione invernale ed estiva e l'illuminazione artificiale.

Facendo un confronto tra le normative europee e quelle nazionali, si nota come le due vadano di pari passo, sebbene le leggi nazionali siano state modificate più volte nel giro di pochi anni. Rispetto a quello europeo, l'apparato giuridico nazionale, marca maggiormente la distinzione tra "beni tutelati" e tutti gli "altri edifici", in quanto nei primi non è cogente il calcolo dell'efficienza energetica dato che potrebbe compromettere l'aspetto storico artistico del bene. Per il patrimonio non tutelato invece è richiesto l'intervento per avvicinarsi il più possibile alle prestazioni energetiche che caratterizzano le nuove costruzioni (Lucchi, E. et al., 2013).

Ad aggiornamento del D.lgs. n.192/2005 viene emanato il Decreto-legge 4 giugno 2013, n.63⁷⁹ il quale stende disposizioni per l'efficienza energetica del patrimonio edilizio rendendo obbligatorio l'Atto di Prestazione Energetica (APE) a partire dal 7 agosto 2013, grazie alla

⁷⁴ Art. 3 comma 3. Sono esclusi dall'applicazione del presente decreto [...] gli immobili ricadenti nell'ambito della disciplina della parte seconda e dell'articolo 136, comma 1, lettera b) e c) del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n.42, recante il codice dei beni culturali e del paesaggio.

⁷⁵ Decreto legislativo 29 dicembre 2006 n.311, Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia, pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n. 26 del 01/02/2007- Supplemento ordinario n. 26/L.

⁷⁶ Decreto del Presidente della Repubblica 2 aprile 2009 n. 59, Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto 19 agosto 2005, n.192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia, pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n. 132 del 10/08/2009

⁷⁷ Decreto Ministeriale 26 giugno 2009, Ministero dello Sviluppo Economico Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n. 158 del 10/7/2009

⁷⁸ Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28, Attuazione della Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE. (11G0067), pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n. 71 del 28/03/2011.

⁷⁹ DECRETO-LEGGE 4 giugno 2013, n. 63 Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale. (13G00107), pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n.130 del 05/06/2013.

circolare del MiSE (Ministero dello Sviluppo Economico)⁸⁰. In questo decreto viene conferita agli edifici con alta prestazione energetica, basso fabbisogno energetico e con fornitura prevalentemente da fonti rinnovabili, la sigla NZEB (Nearly Zero Energy Building), concetto che indica un edificio ad energia quasi zero. Nel 2014 viene emanato il decreto legislativo 102/2014⁸¹, il quale, in accordo con il Piano d'Azione per l'Efficienza energetica, introducono misure volte al raggiungimento degli obiettivi nazionali posti al 2020. L'Articolo 1 del decreto afferma che: *“Il presente decreto, in attuazione della direttiva 2012/27/ UE e nel rispetto dei criteri fissati dalla legge 6 agosto 2013, n. 96, stabilisce un quadro di misure per la promozione e il miglioramento dell'efficienza energetica che concorrono al conseguimento dell'obiettivo nazionale di risparmio energetico indicato all'articolo 3. Il presente decreto, inoltre, detta norme finalizzate a rimuovere gli ostacoli sul mercato dell'energia e a superare le carenze del mercato che frenano l'efficienza nella fornitura e negli usi finali dell'energia”*. Vengono descritte delle regole da seguire per raggiungere l'efficienza energetica, grazie a programmi di formazione e certificazione; il decreto prevede inoltre un'analisi del patrimonio urbano, per indicare le aree più idonee alla riqualificazione energetica ed ha come obiettivo quello di sensibilizzare i cittadini ponendo l'accento sull'importanza del risparmio energetico, per rendere migliore la vita delle persone, nel futuro prossimo e lontano, portando a termine gli obiettivi fissati entro il 2020.

L'anno seguente, nel 2015, viene emanato il decreto interministeriale del 26 giugno 2015⁸², il quale è composto da tre decreti, che rispettivamente definiscono:

1. I nuovi requisiti minimi per gli edifici e la procedura di calcolo delle prestazioni energetiche;
2. Gli schemi da utilizzare per le relazioni tecniche dei progetti di costruzioni ex-novo, ristrutturazioni importanti e per edifici ad energia quasi zero;
3. Le nuove linee nazionali per l'Attestato di Prestazione Energetica.

Il Decreto Interministeriale 16 settembre 2016⁸³, attiva i processi per migliorare la prestazione energetica delle sedi di proprietà della Pubblica Amministrazione, determinando le linee

⁸⁰ Cfr. <https://www.cti2000.eu/legislazione-nazionale/> il 2 giugno 2022

⁸¹ Decreto Legislativo 18 luglio 2014, n. 102, Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE. (16G00153), pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.172 del 25/07/2016.

⁸² Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici, (GU Serie Generale n.162 del 15-07-2015 - Suppl. Ordinario n. 39) in <http://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2015/07/15/15A05198/sg> consultato il 2 giugno 2022.

⁸³ Ministero dello sviluppo economico, Modalità di attuazione del programma di interventi per il miglioramento della prestazione energetica degli immobili della pubblica amministrazione centrale, in <http://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2016/11/09/16A07878/sg> consultato il 2 giugno 2022.

guida e le modalità per intervenire e dare priorità a quegli interventi che possono essere finanziati e le modalità di raccolta statistica delle attività utili all'avanzamento dei lavori.

Il decreto 11 gennaio 2017⁸⁴ individua i target da raggiungere negli anni tra il 2017 e il 2020 con lo strumento dei certificati bianchi⁸⁵ tenendo invariati gli obiettivi nazionali di efficienza energetica legati agli strumenti di sostegno e divulgazione della stessa; definisce le regole per il confezionamento dei progetti dalla culla alla realizzazione, indicando le modalità, i soggetti e i programmi di accesso. Il decreto determina anche le misure utili a rilevare l'efficacia dei certificati bianchi e attualizza il metodo di verifica e controllo sui progetti valutati idonei.

Da ultimo, l'atto legislativo individua la quantità nazionale per anno, nel periodo 2017-2020, di risparmio energetico da raggiungere con lo strumento dei Certificati Bianchi⁸⁶.

Negli ultimi anni, il decreto legislativo n.73 del 14 luglio 2020⁸⁷ ed il Decreto legislativo n.48 del 10 giugno 2020⁸⁸ hanno recepito rispettivamente nell'ordinamento interno la Direttiva UE 2018/2002 sull'efficienza energetica e la Direttiva (UE) 2018/844 sulla prestazione energetica nell'edilizia. Secondo questi testi, agli Stati membri viene consigliato, là dove possibile, l'utilizzo di nuove tecnologie e misure di efficienza energetica dal punto di vista tecnico, economico, ambientale che permettano comunque di raggiungere gli obiettivi previsti dall'UE.

Il Decreto legislativo n.73/2021⁸⁹ rimarca gli obiettivi di risparmio energetico prefissati dal governo nazionale entro il 2030, riprendendo quanto già indicato nel Piano nazionale integrato per l'energia ed il clima (PNIEC). Questi obiettivi sono attualmente in evoluzione per poter essere allineati ai nuovi traguardi ambientali fissati nella Legge europea sul clima, ovvero una riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra inferiore al 55% entro il 2030 e la neutralità climatica dell'UE entro il 2050. Per collaborare al raggiungimento di questi traguardi, tra gli interventi più rilevanti, vi è stata l'introduzione con l'art.119 del decreto-

⁸⁴ Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili, (GU Serie Generale n.23 del 28-01-2017), in <http://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2017/01/28/17A00506/sg> consultato il 3 giugno 2022.

⁸⁵ O Titoli di Efficienza Energetica (TEE), sono titoli negoziabili che certificano i risparmi energetici conseguiti negli usi finali di energia, realizzando interventi di incremento dell'efficienza energetica. Il sistema dei CB è un meccanismo di incentivazione che si basa su un regime obbligatorio di risparmio di energia primaria per i distributori di energia elettrica e gas naturale con più di 50.000 clienti finali. Per ogni anno d'obbligo, dal 2017 al 2020, sono stati fissati gli obiettivi di risparmio che i distributori devono raggiungere attraverso la realizzazione di interventi di efficienza energetica. In <https://www.gse.it/servizi-per-te/efficienza-energetica/certificati-bianchi> consultato il 3 giugno 2022.

⁸⁶ In <http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/PAEE-2017-completo-rs.pdf> consultato il 3 giugno 2022.

⁸⁷ Decreto Legislativo 14 luglio 2020, n. 73, Attuazione della direttiva 2018/2002, che modifica le direttive 2012/27/UE sull'efficienza energetica. (20G0093), pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n.175 del 14/07/2020.

⁸⁸ Decreto Legislativo 10 giugno 2020, n. 48 Attuazione della direttiva (UE) 2018/844 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica. (20G0066), pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n.146 del 10-06-2020).

⁸⁹ DECRETO-LEGGE 25 maggio 2021, n. 73 Misure urgenti connesse all'emergenza da COVID-19, per le imprese, il lavoro, i giovani, la salute e i servizi territoriali. (21G0084), pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n.123 del 25/05/2021.

legge 34/2020⁹⁰, di una detrazione pari a 110 per cento (Superbonus⁹¹) delle spese relative a specifici interventi di efficienza energetica, inclusi interventi di demolizione e ricostruzione o interventi di isolamento termico e sostituzione degli impianti di climatizzazione o la fornitura di acqua calda sanitaria a condensazione con efficienza almeno pari alla classe A, autorizzata solo nel caso in cui viene assicurato il miglioramento di almeno due classi energetiche, o, se non possibile, il raggiungimento della classe energetica più alta, da dimostrare con l'APE (Attestato di Prestazione Energetica)⁹².

L'efficienza energetica e la riqualificazione degli edifici costituisce una delle quattro aree di intervento del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), ovvero la Missione "Rivoluzione verde e transizione ecologica". Le componenti del Piano vengono inserite, quindi, in un percorso di decarbonizzazione dell'economia che prevede connessioni anche con gli altri settori di intervento della missione in un disegno complessivo di spesa per investimenti che ammonta a 59,7 miliardi di euro (Chiorazzo V., et al., 2021).

⁹⁰DECRETO-LEGGE 19 maggio 2020, n. 34 Misure urgenti in materia di salute, sostegno al lavoro e all'economia, nonché di politiche sociali connesse all'emergenza epidemiologica da COVID-19. (20G00052) pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.128 del 19-05-2020.

⁹¹ Il Superbonus è una agevolazione fiscale dedicata alla riqualificazione energetica dell'immobile rivolta a tutti i cittadini che svolgono determinati lavori sull'immobile in cui possiedono un diritto reale.

⁹² Cfr. https://temi.camera.it/leg18/temi/tl18_risparmio_efficienza_energetica.html consultato il 5 giugno 2022.

4. APPLICAZIONE DEI PRINCIPI DNSH E DI QUALITA' AMBIENTALE AL CASO STUDIO EX-MANIFATTURA TABACCHI DI BARI

4.1 Inquadramento storico e logistico dell'Ex-Manifattura Tabacchi

Nella politica di valorizzazione e sfruttamento delle risorse connesse alla produzione e trasformazione del tabacco, alla fine dell'800 il governo nazionale costruì una serie di nuove strutture industriali volte alla manipolazione ultima del tabacco per la lavorazione dei suoi derivati.

Nel Sud-Italia, la Puglia e in particolare la Provincia di Lecce, rappresentava il luogo di massima produzione nazionale di tabacco. Per questo motivo e a seguito di considerazioni economiche e logistiche, si decise di costruire una grande industria di trasformazione del tabacco nella città di Bari. Grazie all'espansione urbana della nuova città ottocentesca, agli efficienti collegamenti ferroviari e navali e alla presenza di un'alta disponibilità di donne di ceto medio-basso, ai tempi considerate particolarmente adatte alla manipolazione del prodotto, si diede vita ad un progetto primo nel suo genere: venne costruita la Manifattura dei Tabacchi di Bari (Fig.14), prima in Italia ad essere edificata da un progetto ex-novo.



Figura 14 Immagine aerea dell'Ex Manifattura Tabacchi di Bari, nel riquadro rosso. Fonte: Google Earth.

Nel 1904 il Comune di Bari scelse come area edificabile una porzione di terreno decentrata rispetto allo sviluppo della città, nella zona libera del quartiere Libertà con una dimensione di

30.000 mq. Con Legge speciale del 1905 il Ministero del Tesoro e delle Finanze approvò l'intervento finanziandolo su cinque esercizi finanziari per un importo di £ 800.000. Il progetto venne affidato all'ingegnere Vittorio Emanuele Aliprandi e, nell'anno seguente, venne dato inizio alle procedure d'appalto.

La struttura era composta da una successione di padiglioni, finalizzati a distinte funzioni produttive, situati all'interno di un grande recinto rettangolare di circa tre ettari di superficie, con edifici composti da uno, due e tre piani, realizzati con strutture murarie, volte e solai, coperture a tetto con grandi capriate di diversa tipologia. In previsione dell'allacciamento di un tronco ferroviario per l'importazione e l'esportazione dei prodotti, però mai realizzato, venne mantenuto indenne un grande cortile nel retro dell'area, verso la campagna. Il progetto da subito si dimostrò all'avanguardia, con soluzioni tecniche e funzionali di grande interesse architettonico e strutturale. Consapevole del fatto che le lavoratrici erano esclusivamente donne, il progettista ebbe accorgimenti anche dal punto di vista sociale, quali gli edifici per servizi igienici autonomi, l'asilo nido e ambienti di dopolavoro. Ricordiamo che la forza lavoro delle tabaccaie raggiunse le 1000 unità.

La fase esecutiva del progetto ebbe inizio nel 1908 e si concluse nel 1913 con alcune varianti rispetto al progetto iniziale, e si diede subito il via alla fase produttiva. Negli anni a seguire, data la grande richiesta di prodotti, vennero apportati ampliamenti e trasformazioni dell'esistente (Fig. 15), con l'obiettivo di aumentare il numero di impianti e di superficie destinata alla produzione. Vengono in sequenza costruiti i padiglioni lungo il perimetro del cortile libero sul fondo delle vie Crisanzio e Nicolai e lungo via Libertà, innalzati tutti gli stabili di un piano, spostate attività e usufruito dei cortili interni come depositi macchinari, cisterne e capannoni. L'ampliamento maggiore si verificò al termine del secondo conflitto mondiale. Per gli interventi successivi al progetto iniziale, per la trasformazione dei diversi padiglioni, vennero utilizzate tecniche costruttive diverse poco compatibili con la struttura edilizia originaria.

Non potendo più ampliare la struttura, negli anni '80 del secolo scorso, lo stabile venne abbandonato e l'attività spostata nella nuova zona industriale di Bari già dal 1984.

Solo nel 1996, una parte della struttura, dopo quasi vent'anni di inattività, venne ristrutturata per la localizzazione del mercato giornaliero di via Nicolai.

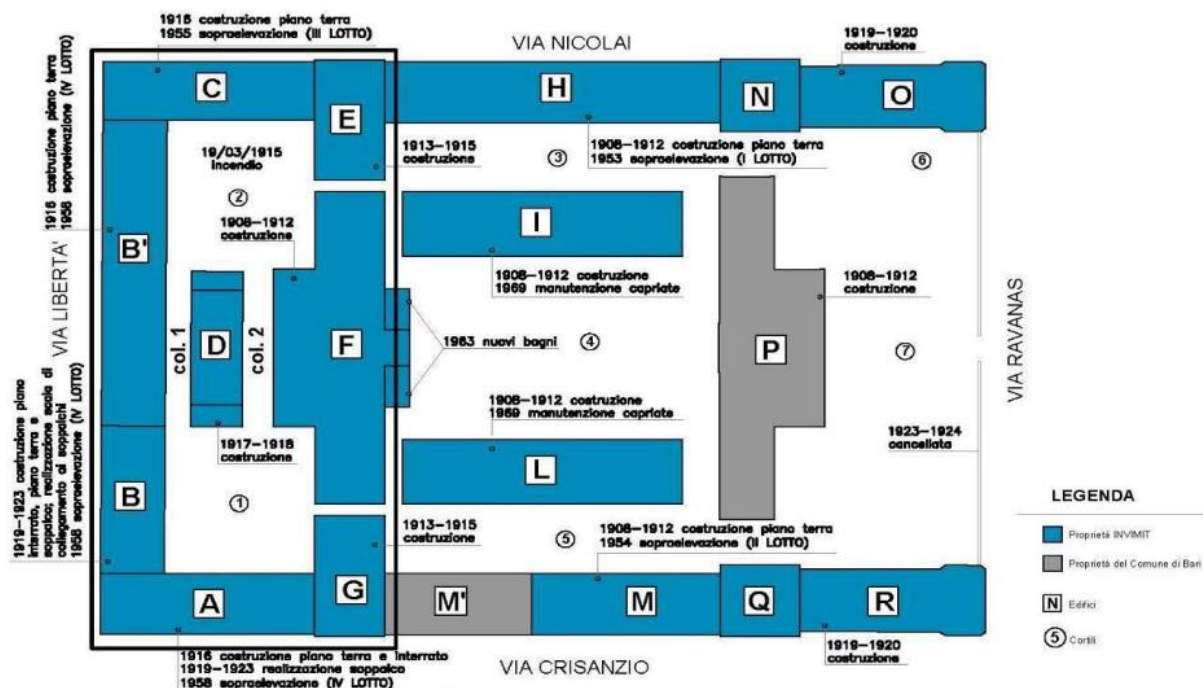


Figura 15 Tavole sinottica delle trasformazioni dell'Ex Manifattura Tabacchi. Fonte: Caudai E., 2020.

Dopo essere passata nella disponibilità del patrimonio immobiliare dell'Università di Bari, che aveva pensato di destinare la struttura alla Facoltà di Educazione, l'ex Manifattura è stata acquisita dalla Investimenti Immobiliari Italiani SpA – INVIMIT SGR – una società di gestione del risparmio costituita nel 2013 con l'obiettivo di fungere “da cerniera tra soggetti pubblici e mercato”. Nel 2014 è stato istituito il Fondo i3-Università che è proprietario di gran parte del compendio immobiliare dell'ex Manifattura. Invimit, con l'obiettivo di rigenerare l'ambito urbano in cui è ubicato l'immobile, ha individuato nel CNR il potenziale utilizzatore del complesso siglando con esso un accordo volto alla ristrutturazione per il suo recupero e la sua rifunzionalizzazione per accogliere le strutture che il CNR vorrà insediare. Il MIBACT ha autorizzato l'alienazione del compendio con le seguenti prescrizioni:

- Le opere dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Soprintendenza ai sensi dell'art. 21 comma 4 e 5 del D.lgs. 42/04 e garantire la conservazione dell'immobile senza compromettere la lettura degli originari caratteri architettonici;
- Gli usi dovranno essere compatibili con il carattere del bene e non essere pregiudizievoli alla sua integrità con una destinazione volta prevalentemente all'uso culturale o terziario escludendo l'uso residenziale;
- Garantire la fruizione pubblica.

Il progetto, si inserisce tra gli interventi che potrebbero beneficiare del Dispositivo per la Ripresa e la Resilienza (Recovery and Resilience Facility – RRF; Regolamento UE 241/2021), il quale prevede che gli interventi finanziati dal PNRR debbano essere conformi al principio del “non arrecare danno significativo all’ambiente” o “Do not significant harm” (DNSH), come sancito dalla Tassonomia per la finanza sostenibile⁹³ all’art. 17.

Con riferimento alla Guida operativa per il rispetto del DNSH del Ministero delle Finanze (MEF, 2021), il progetto si inserisce nel bando:

Ecosistemi dell'innovazione nel Mezzogiorno. Investimento: M5C3 Misura 5 Componente 3 - Fondo complementare - ECOSISTEMI PER L'INNOVAZIONE AL SUD IN CONTESTI URBANI MARGINALIZZATI. “Candidatura di progetti volti a creare ecosistemi dell'innovazione nel Mezzogiorno. L'investimento ha lo scopo di promuovere la rigenerazione sociale ed ambientale delle aree urbane più degradate del Sud Italia, mediante la creazione di quattro Innovation Hubs per offrire formazione altamente qualificata, favorire la ricerca multidisciplinare e la nascita di attività economiche innovative”.

La Scheda Tecnica 2 della Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all’ambiente fornisce indicazioni gestionali ed operative per tutti gli interventi che prevedano la ristrutturazione e la riqualificazione degli edifici ricadenti nei Codici NACE – F41.2 e F43. La scheda si applica a qualsiasi investimento che preveda la ristrutturazione o la riqualificazione o la demolizione e ricostruzione a fini energetici e non di nuovi edifici residenziali e non residenziali (progettazione e realizzazione).

L’attività di ristrutturazione dell’Ex Manifattura Tabacchi ricade nel Regime 2 (si faccia riferimento all’investimento M5C3 della “Mappatura di Correlazione fra Investimenti – Riforme e Schede Tecniche” della Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all’ambiente): Mero rispetto del DNSH.

4.1.1 Impostazione progettuale generale

L’Ex Manifattura Tabacchi rappresenta un manufatto di grandissimo interesse storico, testimonianza dell’architettura industriale della prima metà del ‘900, la quale tiene insieme funzionalità e armonia. Per questo, le accortezze che dal principio si sono avute nell’affrontare il progetto sono state di grande rispetto nei confronti dell’opera esistente, superando le difficoltà che la modifica delle grandi superfici della struttura comportavano.

⁹³ Regolamento (UE) 2020/852

Allo stesso tempo si è rispettata anche l'esigenza di rendere compatibili le trasformazioni previste nel progetto con la destinazione d'uso dello stabile in conformità agli obblighi di legge per i laboratori, in questo caso, del CNR.

Per meglio orientarsi nelle varie fasi progettuali l'intero complesso è stato suddiviso e classificato in settori a cui è stata assegnata una lettera di riferimento come di seguito rappresentato (Fig. 16). L'intervento di cui al presente progetto riguarda esclusivamente i settori A – B – B' – C – D – E – F G che nell'insieme formano un quadrilatero con due ampie corti interne. I corpi B – B' sono prospicienti via Libertà, i corpi A e G si affacciano su via Crisanzio mentre C ed E su via Nicolai.



Figura 16 Suddivisione in Lettere del complesso di edifici dell'Ex Manifattura tabacchi di Bari. Fonte: Relazione tecnica del progetto.

Il volume del **corpo A** è simile per dimensioni e caratteri costruttivi al suo simmetrico corpo C che, come detto, si affaccia sulla via Nicolai. Esistono tuttavia importanti elementi di differenziazione tra i due fabbricati anche se non visibili esteriormente.

Il corpo A, infatti, oltre ad avere un piano interrato posto a quota – 3.80 dal livello stradale, assente nel corpo C, è stato oggetto di una trasformazione strutturale, anche quella avvenuta intorno agli anni '50, che ha comportato la realizzazione di un piano soppalcato a quota + 3.00 circa per tutta la sua estensione. Questo progetto prevede la totale demolizione di questo soppalco perché incompatibile con la distribuzione impiantistica a servizio dei laboratori (Caudai E., 2020).

La sua parte interrata coperta da una volta a sesto ribassato, al contrario, verrà pienamente utilizzata, previa bonifica, unitamente all'interrato del corpo B, per l'ubicazione dei numerosi depositi, locali di servizio e tecnici e per quelle funzioni per le quali è richiesto specificatamente il posizionamento in piani interrati.

Dal punto di vista strutturale i due corpi sono caratterizzati a piano terra da una pilastrata centrale con passo 5 m., il primo piano posto a quota +6.00 ha una pianta libera con una luce di circa 14 metri coperta da capriate tipo Polonceau poggiate su lesene interne alle due facciate contrapposte con passo di circa 5m (*Ibidem*).

I **corpi B – B'** costituiscono il fronte più esteso della fabbrica coincidente quasi con l'intero isolato su via Libertà: 118 metri a cui si aggiungono le testate dei corpi A e C. Il corpo B si distingue dal B' solo dal punto di vista strutturale avendo un piano interrato a quota -3.50 e, a piano terra, una maglia strutturale su 3 campate con passo 4.80 anziché su 2 con passo 7.25. Anche questi corpi al primo piano a quota +6.00 presentano una pianta libera con una luce di circa 14 metri coperta da capriate tipo Polonceau poggiate su lesene interne alle due facciate contrapposte con passo di circa 5m (*Ibidem*).

Il **corpo D** determina e costituisce l'elemento di separazione tra le due corti. Originariamente la sua funzione era esclusivamente tecnologica in quanto, proprio per la sua posizione centrale, ospitava la centrale di produzione di calore e del vapore utilizzati nel ciclo produttivo come testimoniato dalla alta ciminiera ad esso connessa. Il corpo di fabbrica, che è provvisto di un ampio interrato, doveva originariamente essere costituito da un solo piano fuori terra di altezza pari a quella dei piani terra dei corpi circostanti e quindi di circa 6 metri. Negli anni '50 era stato aggiunto un ulteriore piano di cui restano solo le murature perimetrali in quanto sia il solaio che la sua copertura sono attualmente quasi del tutto crollati. Questo corpo di fabbrica è l'unico per il quale si prevede un ampliamento e una complessiva rivisitazione. Per la sua posizione continuerà a rivestire un ruolo strategico nell'economia funzionale dell'intervento e sarà connesso a tutti i livelli con i corpi prospicienti (F e B)

attraverso passaggi aerei e ospiterà al piano interrato quasi tutte le centrali tecnologiche mentre, ai piani superiori saranno allocate funzioni comuni all'intera Struttura di Ricerca quali il CED (Centro Elaborazione Dati), la Biblioteca, le Aule Seminari, le Aree Break e le Direzioni (*Ibidem*).

Il **corpo E** è in tutto simile per caratteristiche costruttive e dimensionali al **corpo G**, si attestano rispettivamente su via Nicolai e via Crisanzio racchiudendo nello spazio tra i due il corpo F distaccato su ogni fronte di circa m. 2.70 e funzionalmente collegato con passaggi coperti al primo piano.

Questi due corpi costituiscono con F la struttura originaria della Manifattura Tabacchi e, al pari di F, hanno a piano terra una impostazione a tre campate con volte a crociera e una pianta libera a primo piano a quota +6.00 con una copertura impostata su delle Polonceau molto particolari in ferro e ghisa (*Ibidem*).

Il **corpo F** (Fig. 17), come detto, è uno dei blocchi costituenti il nucleo originario della Manifattura Tabacchi, è caratterizzato da una maggiore altezza rispetto agli altri e da una maggiore profondità del corpo di fabbrica – corpo quintuplo centrale più due corpi tripli laterali –. È posto al confine interno con il resto del complesso, attualmente parzialmente occupato al piano terra dal mercato rionale, che dovrebbe essere oggetto di un futuro intervento secondo quanto previsto dal Concorso del 2016.

Questo corpo è caratterizzato dalla presenza di volte a crociera a piano terra impostate su una maglia quadrata di grandi pilastri da 120 cm. con passo di circa 5 metri. Lo stesso piano terra è realizzato con murature perimetrali in pietra a differenza delle altre murature quasi tutte in tufo. La scelta è da mettere in relazione con la sua maggiore altezza. Al primo piano un sistema di archi a tutto sesto supporta il solaio del secondo e ultimo piano la cui copertura in marsigliesi è impostata su capriate lignee a differenza di quanto riscontrato per gli altri corpi (fatta eccezione per E e G) nei quali le capriate sono del tipo Polonceau in ferro. Il corpo F si affaccia sull'area mercatale attraverso il corpo scala monumentale, sovrastato da un timpano sul quale è montato l'orologio, al quale negli anni '50 sono stati simmetricamente affiancati due corpi di fabbrica con caratteri formali simili all'originale (*Ibidem*).



Figura 17 Il Corpo F verso l'area mercantile con i due corpi laterali aggiunti. Fonte: Caudai E., 2020

Il progetto prevede il mantenimento di questi volumi contrariamente a quanto invece previsto per la superfetazione costituita da un corridoio su pilastri realizzato in epoca recente per disimpegnare l'aula bunker (Fig. 18). Il mantenimento di questo corpo disturberebbe notevolmente la corretta lettura dell'edificio sia perché stilisticamente avulso dal complesso architettonico (anche se appare difficoltoso parlare di stile per questa superfetazione) sia perché cancella la simmetria con l'attacco analogo posto sul lato sinistro di chi guarda (*Ibidem*).



Figura 18 Il corridoio esterno aggiunto, di cui si prevede l'eliminazione. Fonte: Caudai E., 2020

Dal punto di vista del risparmio energetico e dei requisiti DNSH, la progettazione si è trovata di fronte a una grande sfida. Infatti, i vincoli imposti sugli immobili, ad eccezione del Corpo D, hanno richiesto uno sforzo maggiore per il raggiungimento degli obiettivi.

I vincoli imposti per il mantenimento delle caratteristiche storiche ed architettoniche dei prospetti dei corpi storici, non hanno consentito la realizzazione di un cappotto esterno, ma si è dovuta adottare una soluzione di isolamento interna.

Questa è stata di semplice adozione per il corpo D, non soggetto a vincoli, per il quale si sono ottenuti i parametri di trasmittanza termica minimi previsti dalla normativa per gli interventi di ristrutturazione importante di primo livello/edifici a quasi energia zero.

Questo, con la riduzione dell'altezza interna degli ambienti a seguito della creazione di un controsoffitto impiantistico, ha consentito di inserire ciascuna stanza in una "scatola" spostando l'effetto negativo dei ponti termici al di sopra delle aree abitabili. L'effetto "scatola" è stato progettato anche per i corpi storici. Tuttavia, i vincoli a cui sono soggetti non hanno permesso di realizzare un isolamento interno sufficiente a far rientrare l'intervento nell'ambito della ristrutturazione. In questo caso, l'intervento si inserisce nella categoria di riqualificazione energetica e riguarda la sostituzione degli impianti e degli infissi.

Tuttavia, la struttura massiva dell'involucro esistente e le condizioni climatiche favorevoli si sono ben integrate ai sistemi impiantistici innovativi a pompa di calore e di controllo termoigrometrico della qualità dell'aria, garantendo il raggiungimento di alti livelli di risparmio energetico e conseguentemente di comfort ambientale anche per i corpi storici.

Particolare attenzione, è stata posta al recupero delle acque piovane, bene prezioso per il sito di progetto. L'acqua viene raccolta e, a seguito delle procedure di decontaminazione, riutilizzata per l'irrigazione delle serre e delle aree verdi del complesso. L'acqua di scolo delle serre viene a sua volta raccolta e riutilizzata per l'annaffiamento, dando vita a un ciclo completo e complesso di riuso.

Infine, oggetto di studio è stata la gestione dei rifiuti dei materiali derivanti da demolizione e costruzione con l'obiettivo di ottimizzare il processo in linea con gli obiettivi nazionali ed europei.

4.2 Scelte progettuali

Il fatto che l'edificio dell'Ex Manifattura tabacchi sia sottoposto a vincolo della Sovrintendenza, rappresenta un aspetto di fondamentale importanza, in quanto ha fortemente condizionato le scelte progettuali utili a raggiungere i valori massimi di performance energetiche a seguito della ristrutturazione dell'edificio. Per garantire ciò, è stato ideato un progetto teso a recare il minor impatto possibile sull'ambiente, mantenendo invariato il valore estetico e storico dell'oggetto di intervento e valorizzando contestualmente il valore architettonico dei manufatti.

Gli edifici oggetto del presente progetto di rifunzionalizzazione appartengono temporalmente a più fasi costruttive: in particolare gli edifici E, F e G sono da considerarsi originali e frutto

del primo progetto di Aliprandi (1904), mentre gli edifici A, B, B', C, e D sono il risultato di una serie di interventi successivi di minore valenza architettonica.

Le modalità operative scelte nel progetto si differenziano rispetto alla tipologia di edifici sottoposti a riqualificazione:

- Edificio D → unico corpo per il quale si prevede un ampliamento e una complessiva rivisitazione.
- Edificio A, B-B', C, E, F, G → corpi di fabbrica posti a Vincolo della Soprintendenza.

Si analizzano nel seguito gli aspetti decisivi nella realizzazione del progetto di ristrutturazione che portano a soddisfare quanto definito dal PNRR, compreso il soddisfacimento degli obiettivi DNSH e dei requisiti minimi.

4.2.1 Energia

La volontà progettuale, condivisa con la locale Soprintendenza, è tesa ad utilizzare sistemi di approvvigionamento energetico non impattanti unitamente alla volontà di ridurre la domanda di energia derivante dalla climatizzazione dei locali, salvaguardando l'integrità del contesto nel quale si inserisce l'intervento.

L'edificio sarà dotato di un impianto di climatizzazione estiva ed invernale alimentato da pompe di calore invertibili polifunzionali in grado di trasferire energia anche da porzioni di impianto con esigenze climatiche contrapposte senza bisogno di interagire con l'ambiente esterno.

In particolare, le unità polifunzionali previste a progetto tipo Daikin serie EWYD-4Z avranno dei valori di prestazione energetica COP (coefficiente di prestazione) ed EER (rapporto di efficienza energetica) ben superiori a già eccellenti valori previsti dalle attuali misure legate all'Ecobonus:

Tabella 3 Valori di prestazione energetica degli impianti di climatizzazione. Fonte: Relazione tecnica del progetto.

Polivalente	Climatizzazione invernale		Climatizzazione estiva	
	COP	COP limite (ecobonus)	EER	EER limite (ecobonus)
EWYD450	4.32	3.61	3.51	3.33
EWYD500	4.30	3.61	3.6	3.33
EWYD600	4.23	3.61	3.55	3.33
EWYD700	4.33	3.61	3.67	3.33

4.2.1.1 Fabbisogno Energia Primaria

Gli stabili di prima edificazione (Corpo F – E – G) presentano al piano terra un'impostazione a campate con volte a crociera e primo piano a quota +6,00 m. Gli altri corpi del complesso sono stati edificati in più fasi, prima realizzando solo il piano terra e negli anni successivi una sopraelevazione, con termine dei lavori negli anni '50. Anche questi corpi presentano un primo piano a quota +6.00 m con pianta libera. Si riporta in Figura 19 una tabella riassuntiva delle superfici lorde degli edifici della Ex Manifattura Tabacchi che complessivamente ammonta a circa 19.332,77 m², con una superficie disperdente quasi doppia ed un rapporto $S/V = 0,55$.

Le dimensioni del complesso, la cui volumetria totale assomma a 119.575,00 m³, unitamente allo stato in cui versa attualmente lo stabile, rendono l'intera ex-Manifattura Tabacchi completamente inefficiente dal punto di vista energetico. Dover riscaldare un complesso antico di così grandi dimensioni, comporta un uso consistente di metano.

L'edificio attualmente sarebbe caratterizzato da una classe energetica F con i seguenti valori di energia primaria da fonte non rinnovabile:

$$EP_{gl.nren} = 125,36 \text{ kWh/mq anno}$$

L'edificio attualmente non fa uso di energia da fonte rinnovabile: $EP_{gl.ren} = 0,00 \text{ kWh/mq anno}$.

E determinerebbe emissioni di CO₂ = 23,51 kg/m² anno.

		SUPERFICI LORDE
A	interrato	854,22
	piano terra	816,07
	primo piano	816,46
	Totali	2.486,75
B	interrato	681,94
	piano terra	596,09
	primo piano	595,75
	Totali	1.873,78
B'	piano terra	1.226,83
	primo piano	1.227,74
	Totali	2.454,57
C	piano terra	784,55
	primo piano	783,99
	Totali	1.568,54
D	interrato	1.160,86
	piano terra	509,03
	primo piano	450,59
	amm. Primo	427,25
	secondo	439,91
	Totali	2.987,64
E	piano terra	523,61
	primo piano	522,03
	Totali	1.045,64
F	piano terra	1.954,74
	primo piano	1.965,78
	secondo piano	1.936,99
	Totali	5.857,50
G	piano terra	529,37
	primo piano	528,99
	Totali	1.058,36
TOTALI		19.332,77

Figura 19 Tabella riassuntiva delle superfici lorde degli edifici della Ex Manifattura Tabacchi.
Fonte: Caudai E., 2020

Al fine di ridurre il consumo di energia necessaria alla climatizzazione degli edifici storici della ex Manifattura Tabacchi oggetto di intervento di ristrutturazione si è quindi deciso di applicare sinergicamente quattro soluzioni:

- 1) Valorizzare la volumetria degli spazi da climatizzare;
- 2) Incrementare in modo rilevante le proprietà di isolamento termico della copertura e delle superfici trasparenti;
- 3) Ricorrere ad impianti da fonte rinnovabile per la climatizzazione estiva ed invernale alimentati da unità polivalenti ad alta efficienza energetica;

4) Adottare impianti di ventilazione meccanica controllata per il rinnovo dell'aria con recupero dell'energia dall'aria in espulsione.

Si fa notare che con riferimento alle superfici opache (ad eccezione del Corpo D, non soggetto a vincolo per la Soprintendenza) non è stato possibile intervenire sull'involucro edilizio in maniera significativa. Ciò nonostante, considerato che le condizioni climatiche favorevoli e la struttura massiva delle pareti sono in grado di contribuire favorevolmente allo sfasamento nella stagione estiva, nonché all'inerzia termica in quella invernale gli interventi sopra menzionati hanno permesso comunque di ottenere risultati significativi in termini di risparmio energetico.

4.2.1.2 Valorizzazione delle Volumetrie

L'ex Manifattura Tabacchi risulta essere composto da edifici di grande volumetria, in linea con i canoni architettonici dell'epoca oltre che della destinazione d'uso originale. In particolare, risulta importante evidenziare non tanto la, pur notevole, estensione planimetrica degli edifici quanto piuttosto l'elevazione dei solai del primo piano che definisce la volumetria degli ambienti.

La nuova destinazione d'uso dell'Ex Manifattura Tabacchi sarà prevalentemente del tipo uffici e laboratori di cui l'altezza minima del soffitto, secondo quanto previsto dal DM 5 luglio 1975, è pari a 2,70 m, a fronte di un'altezza disponibile complessiva di 6,00 m. In fase preliminare, in cui sono state considerate le diverse opzioni progettuali, si è valutata con attenzione la differenza fra l'altezza prescritta e quella disponibile cercando la miglior soluzione che permettesse di valorizzare le volumetrie utilizzabili. La scelta che è risultata soddisfare al meglio sia gli aspetti legati alla sostenibilità del progetto di riqualificazione che i vincoli imposti dalla Soprintendenza prevede la realizzazione di soppalchi a quota di circa m. + 3,50 dal piano di calpestio di ciascun piano, generando i seguenti benefici:

- la divisione di un volume in due locali sovrapposti, di cui uno adibito a rispondere alla nuova destinazione d'uso dell'Ex Manifattura Tabacchi mentre quello superiore ad uso tecnico (non climatizzato), necessario ad ospitare gli impianti per la climatizzazione degli ambienti e l'operatività dei laboratori, riduce in modo sensibile la domanda delle utenze termiche sia nel periodo estivo che nel periodo invernale con dei rilevanti risparmi nella fornitura dei vettori energetici;
- il vincolo imposto dalla soprintendenza di Bari nell'apportare modifiche all'estetica esteriore dell'edificio rende ideale la scelta di trasformare uno dei due spazi, ottenuti dalla divisione del volume, in locali tecnici interni contenenti gli impianti di climatizzazione e i

relativi sistemi di distribuzione che non avrebbero potuto trovare altrimenti altra idonea collocazione.

4.2.1.3 Incremento Performance energetiche dell'Involucro Edilizio

Il complesso storico è stato edificato con le tecnologie costruttive in uso nella prima metà del XX secolo, epoca in cui non esistevano riferimenti normativi tesi a garantire delle prestazioni energetiche minime degli edifici.

L'insieme di edifici è composto, ad eccezione del corpo D, da stabili a struttura mista in muratura (utilizzata diffusamente per la realizzazione delle pareti esterne) e in calcestruzzo armato, quest'ultimo necessario anche a garantire la portanza delle ampie luci dei solai. Le murature (Fig. 20) risultano essere di spessore variabile, ma comunque sempre di notevole larghezza (spesso superiore ai 60 cm) e quasi tutte realizzate in tufo, ad eccezione del corpo F che ha muratura in pietra, scelta costruttiva probabilmente dettata dalla maggior altezza di questo stabile rispetto agli altri.

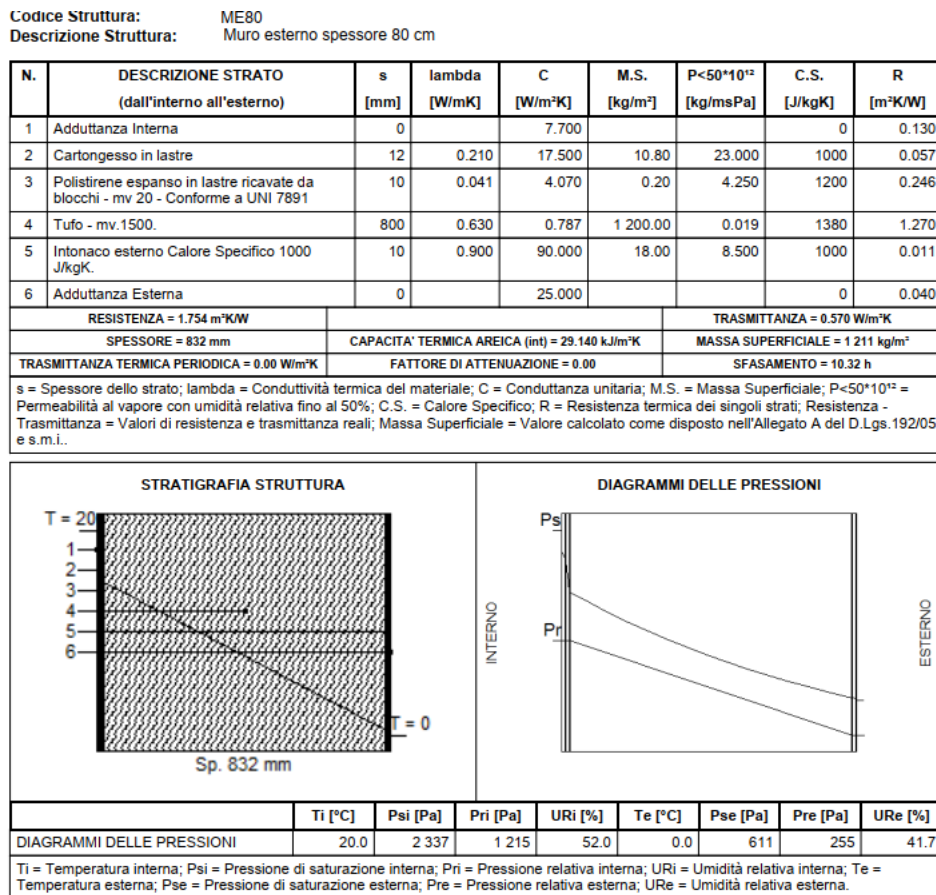


Figura 20 Spessore e composizione delle murature del complesso edilizio. Fonte: Relazione tecnica del progetto. Fonte: Caudai E., 2020

Lo studio stratigrafico delle murature ed il calcolo della trasmittanza delle diverse tipologie murarie dà evidenza del fatto che le prestazioni in termini di isolamento termico sono non rispondenti ai limiti della normativa attuale (DM 26 giugno 2015), tale considerazione è peraltro comprensibilmente estendibile anche alla copertura ed agli infissi. Le scelte progettuali sono state quindi indirizzate a valutare soluzioni tese a migliorare le caratteristiche dell'intero involucro edilizio sia con riferimento alle superfici opache, verticali e orizzontali, che alle superfici trasparenti.

I vincoli posti dalla Soprintendenza di Bari, tesi a tutelare il pregio storico dell'Ex Manifattura Tabacchi non hanno permesso di agire secondo le abituali pratiche di intervento, che prevedono l'applicazione di un cappotto di isolamento applicato sulle superfici esterne delle pareti perimetrali riuscendo in tal modo a ridurre la trasmittanza termica e contestualmente limitare i ponti termici nelle zone di interpiano, tipicamente fra i cordoli dei solai e le murature.

Tuttavia, sempre nel rispetto del principio che tende a salvaguardare il patrimonio architettonico oggetto della riqualificazione, si è deciso di intervenire sul lato interno degli stabili sia rispetto alle pareti perimetrali, che rispetto ai solai dei soppalchi che delimitano i locali tecnici, riuscendo in tal modo a garantire un triplo beneficio, ovvero:

- Assicurare una significativa riduzione della trasmittanza termica delle pareti perimetrali per il Corpo D, non soggetto a vincoli. L'applicazione di pannelli di rivestimento a doppio strato (cartongesso, EPS/XPS) opportunamente dimensionati in relazione alle diverse tipologie di mura perimetrali e del loro spessore consentirà in fase di realizzazione di raggiungere i livelli di trasmittanza delle pareti verticali opache rispondenti ai limiti di legge previsti dall'Allegato 1 del DM 26 giugno 2015 ("Decreto dei Minimi").
- Ridurre la dispersione dei ponti termici che si formano nel collegamento tra solai e murature perimetrali. L'inserimento dei soppalchi consente di abbassare la linea del ponte termico, definita dall'intersezione fra le mura perimetrali ed il piano soppalcato, là dove la presenza dello strato di isolamento termico del soppalco in continuità con l'isolamento interno delle pareti verticale elimina la creazione dei ponti termici;
- Tutelare le superfici interne delle pareti perimetrali interne degli edifici. La necessità di climatizzare i volumi interni dell'ex Manifattura Tabacchi al fine di renderli idonei alla destinazione d'uso designata impone la posa di un impianto termico di distribuzione idronico che, qualora fosse visibile, andrebbe a deturpare la gradevolezza estetica dei

locali. Alternativamente, si sarebbe costretti a danneggiare le murature al fine di creare le canalizzazioni necessarie alla posa dell'impianto di distribuzione di cui sopra, pertanto, l'applicazione di uno strato di isolamento perimetrale su cui "annegare" l'impianto di distribuzione garantisce la conservazione della muratura perimetrale unitamente alla qualità estetica dei locali interni.

A completamento delle scelte progettuali relative all'involucro edilizio si evidenziano altre due importanti tipologie di intervento:

- Coibentazione della copertura con il recupero completo delle capriate metalliche esistenti e la parziale sostituzione di quelle lignee e il recupero di una grande percentuale dei laterizi originali (tegole) assicurando un livello di trasmittanza termica conforme ai valori di legge. (DM 26 giugno 2015 "Decreto Requisiti Minimi");
- Ristrutturazione delle superfici trasparenti (Fig.21-22) garantendo la sostituzione degli infissi originali con infissi di uguale disegno e spessore dei profili ma migliorando le performance termiche tramite l'inserimento del taglio termico e l'utilizzo di vetrocamere basso emissive tali da garantire una trasmittanza globale del serramento inferiore a quanto indicato nell'allegato 1 del DM 26 giugno 2015 ("Decreto Requisiti Minimi").

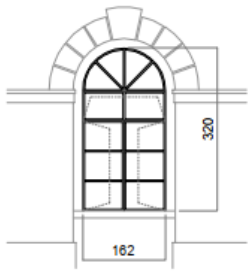

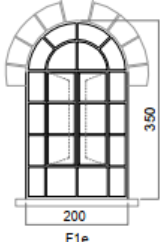
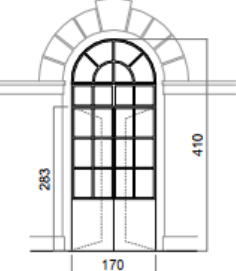
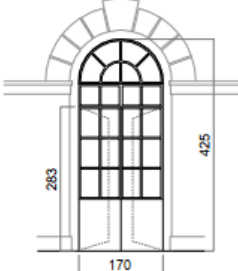
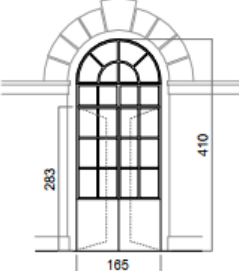
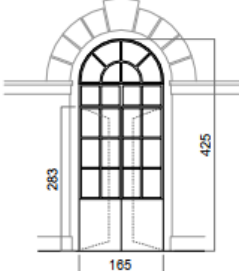
 <p>F1c</p>	 <p>F1d</p>	 <p>F1e</p>	
<p>quantità: n.50 superficie: 4,90mq sup. totale: 245mq</p>	<p>quantità: n.8 superficie: 5,85mq sup. totale: 46,80mq</p>	<p>quantità: n.29 superficie: 6,55mq sup. totale: 189,95mq</p>	
 <p>PF1</p>	 <p>PF2</p>	 <p>PF3</p>	 <p>PF4</p>
<p>quantità: n.8 superficie: 6,06mq sup. totale: 53,28mq</p>	<p>quantità: n.14 superficie: 6,91mq sup. totale: 96,74mq</p>	<p>quantità: n.23 superficie: 6,47mq sup. totale: 148,81mq</p>	<p>quantità: n.13 superficie: 6,72mq sup. totale: 87,36mq</p>

Figura 21 Dimensioni delle superfici trasparenti dell'Ex Manifattura Tabacchi di Bari. Fonte: Caudai E., 2020

COEFFICIENTE RIDUZIONE AREA TELAIO	0.1477
RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA	0.130 m ² K/W
RESISTENZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA	0.040 m ² K/W
CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE INTERNA	7.700 W/m ² K
CONDUTTANZA UNITARIA SUPERFICIALE ESTERNA	25.000 W/m ² K
RESISTENZA TERMICA TOTALE	0.441 m²K/W
TRASMITTANZA TOTALE	2.267 W/m²K
TRASMITTANZA VETRO TOTALE	1.195 W/m²K

Figura 22 Calcoli dell'efficienza delle superfici trasparente in sostituzioni delle originali. Fonte: Relazione tecnica del progetto. Fonte: Caudai E., 2020

4.2.1.4 Totale Elettificazione del Sistema di Climatizzazione Del Complesso

L'elettificazione è un fattore-chiave della transizione verde in quanto rappresenta la premessa essenziale per lo sfruttamento dell'energia prodotta da fonti rinnovabili che risultano quasi esclusivamente di tipo elettrico.

Tradizionalmente il riscaldamento degli edifici viene garantito attraverso sistemi di generazione, che seppur ad altissimo rendimento, sono fonte di emissione diretta di CO₂ dovuta alla combustione delle fonti fossili da cui vengono alimentate.

La forte volontà di perseguire delle soluzioni progettuali tese a minimizzare gli impatti su tutte le matrici ambientali ha portato alla decisione di svincolarsi completamente dall'approvvigionamento di fonti fossili e di adottare come unico vettore energetico l'energia elettrica. Tale scelta è stata altresì supportata dal primo principio cardine della bioedilizia che indica come si debba valorizzare il legame fra il sistema edificio-impianto ed il contesto paesaggistico, ambientale e climatico. Tale principio, declinato al progetto di riqualificazione della ex Manifattura Tabacchi, porta a considerare, come elemento degno di valorizzazione, la scelta di un sistema di produzione dell'energia termica e frigorifera che possa sfruttare le caratteristiche climatiche della località in cui il complesso è localizzato.

Si specifica che, unica eccezione a quanto sopra riportato la fa la presenza di una caldaia a gas metano da 50kW utilizzata esclusivamente per elevare la temperatura dell'acqua al fine di realizzare il ciclo settimanale anti-legionella per l'impianto a servizio dell'ACS (Acqua Calda Sanitaria) i cui consumi energetici sono del tutto trascurabili rispetto ai consumi dell'intera ex Manifattura Tabacchi.

La scelta di sistemi per il condizionamento estivo ed invernale degli edifici che utilizza la tecnologia delle pompe di calore reversibili e polivalenti (in grado di produrre

contemporaneamente fluidi termovettori freddi e caldi), in una fascia climatica con clima temperato caldo, quale quella di Bari, garantisce:

- altissimi livelli di rendimento, ovvero alto rapporto fra energia termica resa all'utenza ed energia assorbita, con rapporti a livello stagionale ben superiori a 4,0;
- annullamento delle emissioni dirette di anidride carbonica. L'utilizzo di generatori a pompa di calore, in contrapposizione all'utilizzo di caldaie a condensazione ad alta efficienza, assicura una riduzione annua pari a circa 13 kg di CO₂ equivalente su unità di superficie riscaldata (Tab.4).

Tabella 4 Riduzione annua di kg di CO₂ equivalente su unità di misura riscaldata. Fonte: APE Ante e Post Operam

	Ante Operam	Post Operam - Corpi Storici	Post Operam -Corpo D	Riduzione annua su unità di sup. riscaldata
	(A.O.)	(P.O.)		(A.O. – P.O)
Emissioni di CO₂ (kg/m² anno)	23,51	5,77	4,48	13,26 kg di CO ₂ -eq

4.2.1.5 Ottimizzazione del Comfort Termoigrometrico degli Edifici Storici

Il comfort termoigrometrico degli stabili oggetto dell'intervento di riqualificazione dell'ex Manifattura Tabacchi è fortemente determinato dalle prestazioni dell'involucro edilizio e da un impianto di condizionamento che consenta di rispondere alle necessità delle utenze.

La scelta di installare un impianto a pompe di calore accoppiato ad un sistema di distribuzione idronico e ad un sistema di unità terminali tipo fan-coil abbinato ad unità di trattamento aria con recuperatore, rappresenta una soluzione progettuale ottimale per la specifica destinazione d'uso in oggetto.

In particolare, si evidenzia come tale soluzione progettuale garantisca i seguenti importanti vantaggi:

- la bassa inerzia termica dei sistemi di cessione ad aria permette di garantire costantemente il comfort termoigrometrico anche per utenze aventi richieste termiche discontinue come previsto dalla destinazione d'uso dell'ex Manifattura Tabacchi;
- un sistema di cessione fan coil abbinato ad unità di trattamento aria garantisce il comfort termoigrometrico sia nelle stagioni calde che nelle stagioni fredde, garantendo un ricambio d'aria costante e mantenendo elevati standard di comfort interni

- un efficiente sistema di alimentazione idronica che connette i generatori termici (pompe di calore) alle sottocentrali;

Nella determinazione delle portate d'aria, viene posta particolare attenzione alla salubrità degli ambienti: i laboratori che prevedono l'utilizzo di agenti chimici e gas pericolosi sono mantenuti in regime di sottopressione rispetto agli ambienti adiacenti, così da evitare la fuoriuscita di esalazioni, e sono dotati di cappe, con ventilatori indipendenti dal sistema trattamento aria generale, per l'estrazione forzata del fluido inquinato.

La scelta progettuale del sistema HVAC (*Heat, Ventilation and Air Conditioning*) definita per l'ex Manifattura Tabacchi ha visto una perfetta integrazione dei sistemi di generazione, distribuzione e cessione del calore. Si evidenzia per contro come altre possibili soluzioni tecniche relative ai sistemi di cessione non avrebbero garantito, con uguale efficienza, il comfort termoigrometrico. Si fa riferimento, ad esempio, ai sistemi radianti che avendo maggiore inerzia termica non permettono di rispondere in modo altrettanto rapido alle mutate richieste di climatizzazione da parte delle utenze né tanto meno si prestano facilmente al raffrescamento dei locali nel periodo estivo necessitando in questo caso di sistemi di deumidificazione che aumentano inesorabilmente la domanda di energia elettrica.

4.2.1.6 Utilizzo delle Fonti Rinnovabili

Dal punto di vista della produzione di energia da fonti rinnovabili, si ricorrerà agli impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria mediante pannelli solari ad alta efficienza a tubi sottovuoto, e a pannelli fotovoltaici per la autoproduzione di energia elettrica.

Una limitazione all'installazione dei pannelli è data dall'impossibilità di utilizzare le falde di copertura su specifico diniego della Soprintendenza, la quale ha reso disponibile la sola superficie piana del corpo D la cui copertura è di nuova realizzazione. È stato previsto un impianto fotovoltaico costituito da n.35 pannelli al silicio policristallino da 330Wp, per una potenza complessiva di 11,55 kW, posizionati sul tetto del corpo D, distribuiti su n.2 stringhe connesse ad un inverter trifase da 10kW.

Nelle scelte progettuali effettuate e che hanno portato al progetto esecutivo degli impianti come proposto, sono state valutate diverse possibili soluzioni alternative che da una analisi costi/benefici sono risultate non convenienti o non proponibili.

In primis è stata esclusa la possibilità di ricorrere alla Microgenerazione che, atteso che l'edificio si trova in una zona ad alta densità abitativa, risulta non implementabile a causa della emissione sonora legata al funzionamento continuo di motori alternativi, alla

impossibilità di sfruttare adeguatamente il cascame termico nelle stagioni estive, e all'emissione in ambiente di CO₂.

Analogamente è stata esclusa la possibilità di ricorrere alla Geotermia a bassa Entalpia in quanto la dimensione dell'edificio e la "grandezza" dei volumi da climatizzare avrebbe richiesto un numero improponibile di sonde geotermiche ad anello chiuso (più di 300, profonde circa 110m) che non solo non trovavano capienza nel sedime di intervento, ma avrebbero rappresentato un costo di investimento non sostenibile.

La soluzione progettata con il ricorso alle unità polivalenti permette di portare gli edifici dalla attuale classe energetica (Tab.5) convenzionale **F** (APE ante operam) ad una classe energetica **A3** per i corpi di fabbrica storici (A, B, C, E, F, G) e una classe energetica A4 per il corpo di fabbrica **D**.

Tabella 5 Classe energetica di goni edificio ante e post-operam.

	Ante operam	Post Operam	Post Operam
Corpi di fabbrica	A, B, C, D, E, F, G	A, B, C, E, F, G	D
Classe energetica	F	A3	A4
energia primaria da fonte non rinnovabile: EPgl.nren (kWh/mq anno)	125,36	26,16	20,22
energia da fonte rinnovabile: EPgl.ren (kWh/mq anno)	0,00	36,60	20,65
emissioni di CO₂ (kg/mq anno)	23,51	5,77	4,48

4.2.2 Acqua

La gestione delle risorse idriche è normata dai Criteri Ambientali Minimi (CAM), che fanno riferimento alle norme ISO:

- UNI/TS 11445 "Impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano - Progettazione, installazione e manutenzione".
- UNI EN 805 "Approvvigionamento di acqua - Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici" o norme equivalenti o norma equivalente.
- UNI 9182 "Impianti di alimentazione e distribuzione acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione" per il dimensionamento degli impianti idrici e fognanti.

4.2.2.1 Impianto idrico

La definizione delle portate nelle tubazioni che alimentano le diverse zone d'impianto ed il loro diametro è stata ottenuta utilizzando i metodi di calcolo indicati nella citata norma UNI 9182, in ciò compresi i limiti di velocità di scorrimento del fluido nei tubi.

I dati di progetto, intesi come unità da alimentare, sono stati rilevati dagli elaboratori architettonici in relazione alla presenza ed alla possibile contemporaneità di utilizzo dei servizi igienici e dal quadro delle esigenze formulato dal CNR, all'interno del quale si sono prese in considerazione le necessità dell'Ente Usuario in termini di consumi idrici di acqua potabile e demineralizzata per i laboratori.

4.2.2.2 Impianto fognante

Quanto all'impianto fognante in progetto, riguarda lo scarico di tutti i WC presenti all'interno dell'edificio e quelli che vengono definiti "scarichi normali" all'interno del quadro redatto dal CNR per i laboratori.

Gli "scarichi chimici" dei laboratori non confluiranno nella rete che convoglia le acque fino all'impianto di scarico cittadino, in quanto contenendo sostanze chimiche, solventi, ecc., bisogna evitare che procurino alla rete pubblica danni da inquinamento. Inoltre, i contenuti di queste acque sono fortemente variabili a seconda del dipartimento da cui provengono, e la loro variegata composizione pone il rischio materiale di possibili reazioni incontrollate, anche di tipo esplosivo. Per tutte le ragioni sopra riportate si è optato per uno smaltimento di questi scarichi "in loco" da affidare a ditte certificate secondo la normativa vigente, che preleveranno direttamente dai laboratori queste sostanze e le smaltiranno opportunamente come scarichi speciali.

La rete di scarico del fabbricato sarà realizzata in polietilene ad alta densità per condotte non in pressione. Le montanti verticali fognarie saranno prolungate oltre il solaio del piano secondo, per consentire di arrivare in esterno per la ventilazione primaria. Nei casi in cui tali montanti fuoriusciranno in corrispondenza delle capriate, la tubazione correrà orizzontalmente fino ad arrivare all'esterno attraversando le pareti perimetrali del "sottotetto". In tutti gli altri casi verranno prolungate verticalmente oltre la copertura piana e dotate di cappello esaustore.

La definizione del diametro e delle pendenze necessarie e sufficienti allo smaltimento delle acque nere nelle diverse zone dell'impianto ha tenuto presente i criteri indicati nella norma UNI 9183 "Edilizia: Sistemi di scarico delle acque usate. Criteri di progettazione, collaudo e gestione".

Individuata una colonna di scarico, mediante la tabella in appendice B della norma UNI citata ne sono stati via via calcolati i valori di unità di scarico (U.S.) corrispondenti a partire dallo scarico del primo apparecchio, sommando progressivamente le unità di scarico degli apparecchi successivi attribuibili alla colonna nel suo percorso di avvicinamento al collettore principale di scarico.

Controllo dei consumi idrici

Le precauzioni assunte in fase progettuale garantiscono sia il rispetto delle normative e degli standard menzionati in questo paragrafo che – più in generale – il rispetto del 3° Obiettivo della Tassonomia (*Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine*) e dei limiti DSNH, per i quali vengono rispettati i limiti sugli apparecchi idrici indicati nelle norme ISO seguenti:

- EN 200 "Rubinetteria sanitaria - Rubinetti singoli e miscelatori per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2 - Specifiche tecniche generali";
- EN 816 "Rubinetteria sanitaria - Rubinetti a chiusura automatica PN 10";
- EN 817 "Rubinetteria sanitaria - Miscelatori meccanici (PN 10) - Specifiche tecniche generali";
- EN 1111 "Rubinetteria sanitaria - Miscelatori termostatici (PN 10) - Specifiche tecniche generali";
- EN 1112 "Rubinetteria sanitaria - Dispositivi uscita doccia per rubinetteria sanitaria per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2 - Specifiche tecniche generali";
- EN 1113 "Rubinetteria sanitaria - Flessibili doccia per rubinetteria sanitaria per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2 - Specifiche tecniche generali", che include un metodo per provare la resistenza alla flessione del flessibile;
- EN 1287 "Rubinetteria sanitaria - Miscelatori termostatici a bassa pressione - Specifiche tecniche generali";
- EN 15091 "Rubinetteria sanitaria - Rubinetteria sanitaria ad apertura e chiusura elettronica".

Per gli edifici non residenziali, come nel caso dell'ex Manifattura Tabacchi, è inoltre previsto un sistema di monitoraggio dei consumi idrici.

Per quanto riguarda gli spazi interni all'edificio, sono installati apparecchi sanitari con cassette a doppio scarico e con rubinetti erogatori dotati di sistemi di riduzione del flusso. La

temperatura di mandata dell'acqua calda ad uso igienico sanitario è controllata da un idoneo sistema di regolazione digitale. È inoltre previsto un sofisticato sistema di Building Automation di tutto l'edificio e delle sue dotazioni impiantistiche in grado di monitorare i consumi energetici ed idrici.

In conformità con le specifiche di settore, tutte le utenze idriche saranno alimentate da un gruppo di pressurizzazione ad inverter in grado di regolare la portata erogata in relazione alle richieste dell'utenza e garantendo alla bocca di erogazione più sfavorita la pressione richiesta per norma di 1,0 bar. Inoltre, tutte le bocche di erogazione dell'acqua sono dotate di filtro aeratore per la riduzione dei consumi idrici.

I valori soglia di portata massima indicati nel rispetto del principio DNSH sono rispettivamente:

- Rubinetti → $Q_m = 6 \text{ l/m}$;
- Docce → $Q_m = 8 \text{ l/m}$;
- WC → volume di risciacquo pieno massimo di 5l,
volume di risciacquo medio massimo di 3,5l;
- Orinatoi → $Q_m = 2 \text{ litri/vasca/ora}$,
 $V_m \text{ risciacquo } 1l$.

I valori di portata nominale unitaria degli utilizzatori sono indicati nella Relazione Tecnica del progetto esecutivo come segue:

- Lavabi → $Q_m = 6 \text{ l/min}$;
- Docce → Non sono presenti docce ad uso del personale.

Le docce presenti sono solo quelle di sicurezza che prevedono un getto d'acqua abbastanza potente ma limitato nel tempo e della capacità massima di 90 lt che vengono stoccati nella vasca sottostante la doccia in quanto contenenti sostanze nocive che non possono essere addotte alla rete di scarico. Quindi si tratta di un numero limitato di docce di emergenza situate all'interno dei depositi di sostanze potenzialmente pericolose (n 3) e in prossimità di alcuni laboratori (n. 3).

- WC → capacità massima di accumulo = 5 l;
- Orinatoi → non presenti.

Impianto raccolta acque meteoriche

Le acque piovane vengono raccolte e riutilizzate, grazie alla realizzazione di impianti di depurazione che eliminano gli inquinanti provenienti da superfici scolanti (Fig. 23). Le superfici delle due corti interne sono state opportunamente impermeabilizzate per evitare lo sversamento di inquinanti nel suolo e nel sottosuolo.

La gestione delle acque piovane avviene secondo due modalità distinte. Le acque che ricadono nelle falde esterne degli edifici vengono recapitate sulla pubblica via confinante e confluiscono nell'impianto cittadino di raccolta delle acque bianche. Invece, le acque che ricadono sulle falde interne ai corpi di fabbrica, sull'edificio D e sulla parte impermeabile delle due corti vengono raccolte, grigliate, dissabbiate, disoleate ed accumulate in una vasca interrata (già esistente) e rese disponibili per l'irrigazione delle serre e delle aree verdi delle corti (Fig. 24). Le acque di scolo delle serre sono a loro volta raccolte e inviate ad un impianto sperimentale del CNR per il recupero e il loro riutilizzo per innaffiamento, dando vita a un ciclo completo di recupero, evitando qualsiasi spreco di acqua piovana. Il troppo pieno della vasca di accumulo viene convogliato in una trincea drenante. L'accumulo delle acque meteoriche rese disponibili per il riutilizzo dell'irrigazione è dimensionato considerando l'intera intensità e portata di pioggia del sito di progetto. Garantisce, quindi, il totale recupero delle acque piovane, senza l'ausilio di soluzioni progettuali aggiuntive.

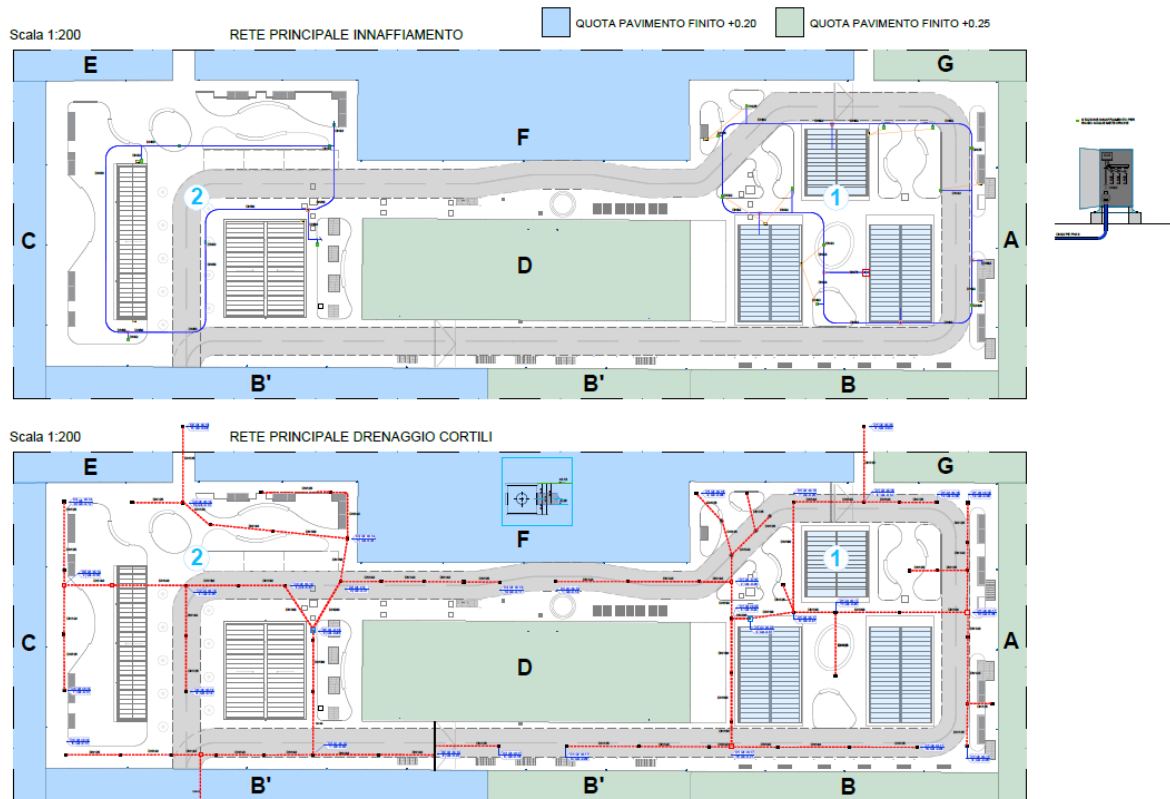


Figura 23 Reti principali innaffiamento e drenaggio cortili. Fonte: Caudai E., 2020

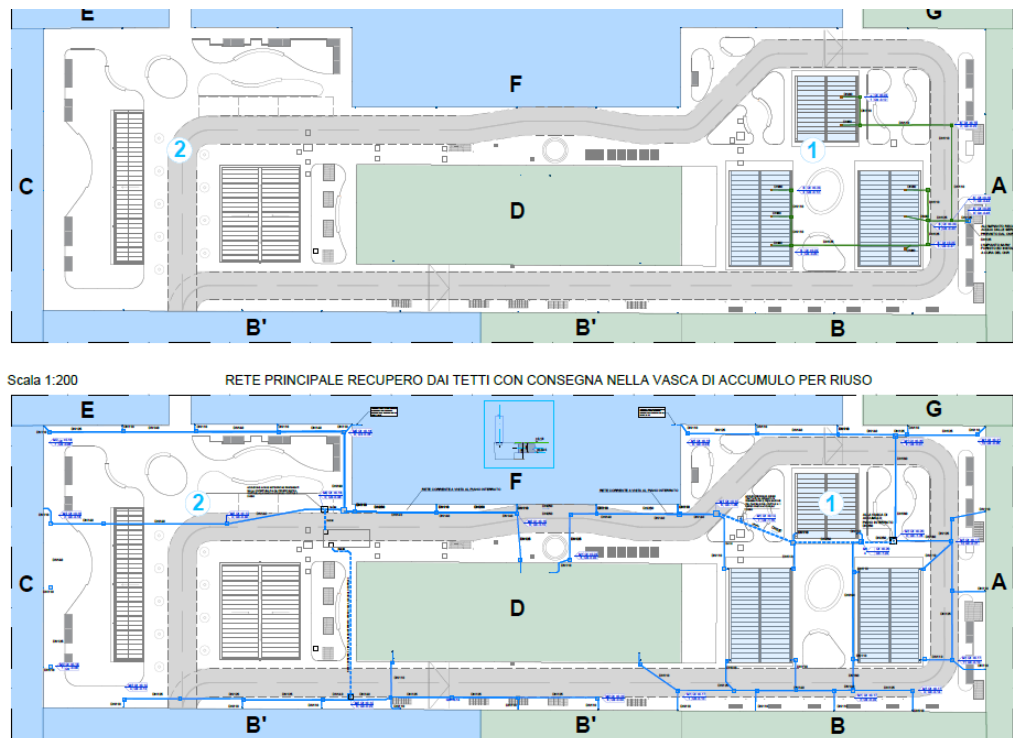


Figura 24 Reti recupero acque dalle serre e rete principale recupero dai tetti. Fonte: Caudai E., 2020

4.2.3 Rifiuti

Al fine di favorire la transizione verso un'economia circolare e non ostacolare il raggiungimento dell'Obiettivo 4 della Tassonomia, il progetto deve prevedere che almeno il 70% (in peso) dei rifiuti non pericolosi da costruzione e demolizione prodotti in cantiere siano predisposti per il riutilizzo, il riciclaggio ed altri tipi di recupero, comprese le operazioni di riempimento utilizzando rifiuti in sostituzione di altri materiali, in conformità alla gerarchia dei rifiuti ed al protocollo dell'UE sulla gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione⁹⁴.

Al contempo, Criteri Ambientali Minimi richiedono che i rifiuti dismessi in fase esecutiva del progetto debbano essere rimossi, separati, e consegnati alle ditte specializzate ed autorizzate alla produzione di “riciclato per le costruzioni e l'edilizia”.

La produzione di rifiuti da costruzione e demolizione è controllata e limitata in conformità al protocollo UE di cui in precedenza e alle migliori tecniche disponibili; è operata la demolizione selettiva per facilitare il riciclo e consentire la rimozione e la manipolazione sicura delle sostanze pericolose.

Nella Tabella 6 vengono riassunte le quantità in metri cubi (m³) dei materiali provenienti dalla demolizione degli edifici, come rilevato dagli elaborati di progetto.

Con il codice CER 17 05 04, 17 01 07, 17 04 11 si intendono materiali delle rispettive categorie, ma non contenenti sostanze pericolose.

Tra i materiali di demolizione rilevati, si registra la presenza di miscele bituminose contenenti catrame di carbone, materiale, invece, qualificabile tra le sostanze pericolose. Vengono inserite nella tabella che segue con il simbolo (*).

Tabella 6 Metri cubi di materiali di demolizione presunti al termine del progetto, classificati con codice CER. Fonte: Relazione tecnica del progetto.

CER	Descrizione	m ³
170504	Terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503	3000
170101	Cemento	700
170102	Mattoni	500
170103	Mattonelle e ceramiche	1500
170107	Miscugli di frazioni separate di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 17 01 06	1500

⁹⁴ Protocollo UE per la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione.

170201	Legno	730
170202	Vetro	10
170301*	Miscele bituminose contenenti catrame di carbone	20
170402	Alluminio	2
170405	Ferro e Acciaio	25
170407	Metalli misti	10
170411	Cavi, diversi da quelli di cui alla voce 17 04 10	2

Le quantità sopra elencate vengono trattate come segue:

- 600 m³ di terre e rocce di scavo, pari al 20% del totale, sono necessari per le opere di risistemazione superficiale del piano campagna, il restante viene consegnato a ditte di settore, che li utilizzano per opere di riempimento.
- Il cemento, i mattoni, le mattonelle e ceramiche e i miscugli di materiale finiscono come riciclato per l'edilizia, mentre vetro, alluminio, ferro e acciaio e metalli misti vengono recuperati completamente da ditte specializzate di trattamento rifiuti.
- Il legno viene recuperato al 100%: le travi recuperabili vengono riutilizzate nelle ristrutturazioni storiche; il materiale non recuperabile in quanto tale, viene utilizzato come biomassa per gli impianti di cogenerazione.
- Le miscele bituminose possono essere riciclate tramite triturazione e riutilizzo nella formazione dei manti stradali, come componente dell'asfalto.
- Per la totalità dei cavi elettrici dismessi si recuperano le parti metalliche interne (rame).
- Sarà posta particolare cura alla gestione dei rifiuti da cantiere: infatti, il materiale inerte da demolizione anziché nella forma di cumulo indifferenziato di materiale di vario genere sarà raccolto in cumuli distinti di materiale omogeneo. Le modalità di lavoro all'interno del cantiere hanno incidenza determinante sulla composizione dei rifiuti e sulla possibilità del loro riutilizzo. Adottare la demolizione selettiva potrà, ad esempio, facilitare il recupero degli inerti, previo idoneo trattamento, come materiali da costruzione in sostituzione degli inerti di origine naturale.

Inoltre, in linea con i CAM e il regolamento Comunale della Città di Bari, idonei spazi sotto il pergolato della corte n.2 sono predisposti per lo stoccaggio dei rifiuti urbani destinati alla raccolta differenziata locale. È delegata all'appaltatore la gestione dei rifiuti ex-post.

L'attenzione alla gestione dei rifiuti già in fase di progettazione non si limita esclusivamente alla quantificazione delle macerie e al recupero dei materiali. La progettazione della ristrutturazione e del recupero degli edifici si focalizza sull'utilizzo di tecniche a secco. Queste consentono, oltre a un contenimento dei tempi e dei costi di costruzione, ridotti impatti ambientali sia durante le fasi di costruzione, sia alla fine della vita utile dell'organismo edilizio, grazie all'alta percentuale di recupero dei singoli componenti. L'utilizzo di tecniche reversibili e "riciclabili" si applica anche al consolidamento degli elementi strutturali per i quali si è optato per l'utilizzo di profili metallici, opportunamente dimensionati.

5. VALUTAZIONE COMPLESSIVA DEL PROGETTO: Qualità dell'edificio in termini ambientali in relazione agli obiettivi del DNSH oltre i requisiti minimi di legge e regolamentari

A seguito di un'analisi accurata delle normative e dei regolamenti nazionali ed europei, e delle schede tecniche del progetto, si afferma che la ristrutturazione degli edifici è conforme ai requisiti applicabili per le ristrutturazioni importanti per il Corpo D e di riqualificazione energetica per i Corpi Storici. Il manufatto D rispetta i requisiti per gli edifici a quasi energia zero, contribuendo in modo sostanziale alla mitigazione del cambiamento climatico (Obiettivo 1 DNSH). Infatti, le scelte progettuali apportate al manufatto D permettono il passaggio da una classe energetica F a una classe A4, ottenendo un fabbisogno di energia primaria non rinnovabile di soli 20,22 kWh/mq anno (più dell'83% in meno rispetto allo stato di fatto). Il fabbisogno di energia primaria soddisfatto da fonti rinnovabili è pari a 20,65 kWh/mq anno con la conseguente riduzione di emissioni di CO2 dell'80%.

Per Corpi Storici, nonostante le difficoltà di ristrutturazione incontrate per assicurare il rispetto dei vincoli paesaggistici e urbanistici imposti dalla Soprintendenza, si garantisce un elevato livello di risparmio energetico conforme ai requisiti DNSH essendo intervenuti aumentando in modo significativo le performance energetiche delle coperture degli stabili e delle superfici trasparenti, oltre ad aver fatto delle scelte impiantistiche che garantiscono l'azzeramento di emissioni dirette di CO2 (più del 75% in meno rispetto allo stato di fatto). Le misure adottate per gli edifici storici permettono di raggiungere la classe energetica A3 con un fabbisogno di energia primaria pari a 63,21 kWh/mq anno di cui 36,60 kWh/mq anno assolti da fonti energetiche rinnovabili.

Inoltre, l'edificio non è adibito all'estrazione, allo stoccaggio, al trasporto o alla produzione di combustibili fossili. I vincoli DNSH sulla mitigazione e adattamento al cambiamento climatico definiti dal Regolamento UE 852/2020 sono quindi rispettati.

Di seguito si riassumono sinteticamente (Tab. 7) le evidenze riportate nei precedenti paragrafi al fine di valutare la sostenibilità del progetto di riqualificazione dell'Ex Manifattura Tabacchi rispetto ai criteri della Tassonomia (misure previste per NACE F41.2/43).

Tabella 7 Efficienza energetica. Rispetto dei criteri DNSH delle scelte progettuali.

Requisito DNSH	Rispettato (si/no)	Scelte progettuali che determinano il rispetto del requisito	Target extra
Mitigazione del cambiamento climatico: non produrre	Si	Misure progettuali architettoniche: Dal punto di vista architettonico, le	L'intervento si inserisce nel Regime 2, tuttavia si raggiungono

<p>significative emissioni di gas ad effetto serra (DNSH objective 1: climate change adaptation and climate change mitigation).</p>		<p>scelte progettuali che hanno permesso di raggiungere questo obiettivo sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • miglioramento dei valori di trasmittanza delle chiusure verticali per il corpo D tramite isolamento interno; • rifacimento della copertura con inserimento di strato isolante per tutti gli edifici; • ristrutturazione degli infissi mediante aggiunta di taglio termico e vetri più performanti per tutti gli edifici; • riduzione della dispersione dei ponti termici per tutti gli edifici; • contenimento dei volumi da climatizzare. • Le misure architettoniche hanno consentito di ridurre il fabbisogno energetico degli edifici e di adottare soluzioni impiantistiche innovative, a energia rinnovabile a basso consumo energetico e impatto ambientale. <p>Misure progettuali impiantistiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le scelte progettuali che hanno permesso di raggiungere questo obiettivo sono: • produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili (pannelli fotovoltaici) a servizio del complesso edilizio; • produzione di acqua calda sanitaria da fonti rinnovabili (pannelli solari); • totale elettrificazione dell'impianto di climatizzazione mediante utilizzo di pompe di calore polivalenti aria-acqua per la climatizzazione degli edifici; • impianto di trattamento aria completo di sezione di recupero calore. 	<p>anche le più restrittive e virtuose misure previste per il Regime 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ristrutturazione importante di primo livello (caso edificio D): è conforme ai requisiti della normativa vigente in merito ai rendimenti degli edifici (EPBD). <p>Classe energetica: A4</p> <p>Fabbisogno energia primaria: 20.22 kWh/mqanno</p> <p>Emissioni CO2 4.48 kg/mq anno;</p> <ul style="list-style-type: none"> • riqualificazione energetica (caso edifici storici): la ristrutturazione deve fornire un risparmio nel fabbisogno di energia primaria tra il 20 ed il 40% rispetto alla situazione ex ante. <p>Classe energetica: A3</p> <p>Fabbisogno energia primaria [kWh/mqanno] 26.16 << 125.36 (ex ante) = - 76%.</p>
<p>Mitigazione del cambiamento climatico: l'edificio non è soggetto all'estrazione, allo stoccaggio, al trasporto e alla produzione dei combustibili fossili (DNSH objective 2: climate change adaptation and climate change mitigation).</p>	<p>Sì</p>	<p>La totale elettrificazione del sistema e l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili consente di evitare l'utilizzo di fonti fossili (si utilizza solamente una caldaia a gas metano per il trattamento anti-legionella) e la riduzione sensibile delle emissioni di gas ad effetto serra.</p>	<p>Le scelte progettuali consentono di non utilizzare combustibili fossili per il funzionamento del sistema edificio-impianto.</p>

A testimonianza dei risultati delle scelte progettuali adottate si riporta di seguito il confronto fra gli indici di prestazione energetica riportati negli Attestati di Prestazione Energetica (APE) per gli stabili storici e l'edificio D dell'Ex Manifattura Tabacchi nella configurazione Ante Operam e Post Operam (Fig. 24,25,26).



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO APE A.O.

VALIDO FINO AL: 07/08/2029



DATI GENERALI

Destinazione d'uso

- Residenziale
 Non residenziale

Classificazione D.P.R. 412/93: E.2 Edifici adibiti a uffici e assimilabili: pubblici o privati

Oggetto dell'attestato

- Intero edificio
 Unità immobiliare
 Gruppo di unità immobiliari

Numero di unità immobiliari di cui è composto l'edificio: 1

- Nuova costruzione
 Passaggio di proprietà
 Locazione
 Ristrutturazione importante
 Riqualificazione energetica
 Altro: APE ante operam

Dati identificativi



Regione: PUGLIA
 Comune: BARI
 Indirizzo: Via Crisanzio, Via Libertà, Via Nicolai
 Piano:
 Interno:
 Coordinate GIS: Lat: 41°7'45" Long: 16°52'11"

Zona climatica: C
 Anno di costruzione: primi del 900'
 Superficie utile riscaldata (m²): 0
 Superficie utile (m²): 14 994.72
 Volume lordo riscaldato (m³): 0
 Volume lordo raffrescato (m³): 72 837.41

Comune catastale	BARI (BA) - A662				Sezione	Foglio				Particella			
Subalterni	da	a		\ da	a		\ da	a		\ da	a		\
Altri subalterni													

Servizi energetici presenti

- Climatizzazione invernale
 Ventilazione meccanica
 Illuminazione
 Climatizzazione estiva
 Prod. acqua calda sanitaria
 Trasporto di persone o cose

PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto dei rendimenti degli impianti presenti.

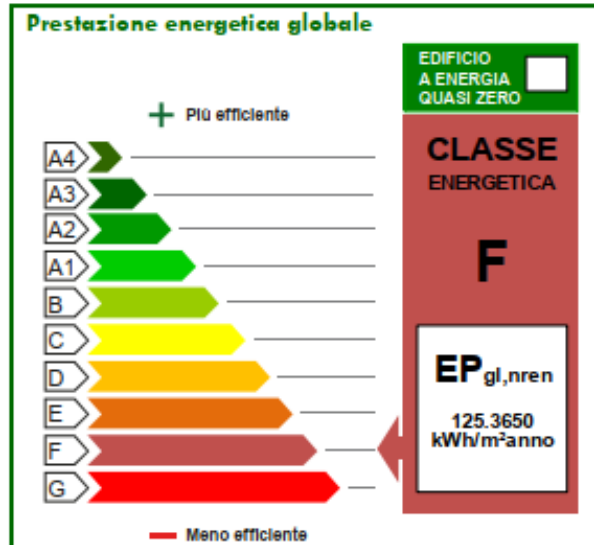
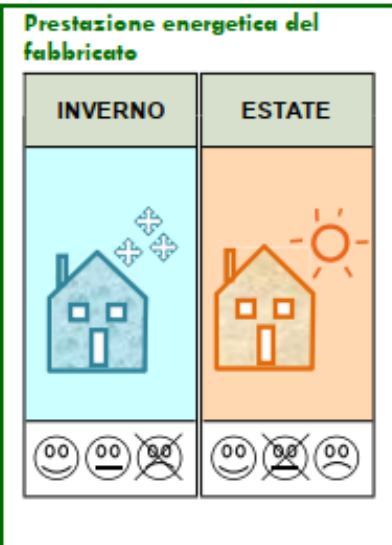


Figura 24 Attestato di prestazione energetica ante operam dell'Ex Manifattura Tabacchi di Bari.



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:

VALIDO FINO AL:



DATI GENERALI

Destinazione d'uso

- Residenziale
- Non residenziale

Classificazione D.P.R. 412/93: E2 uffici e assimilabili

Oggetto dell'attestato

- Intero edificio
- Unità immobiliare
- Gruppo di unità immobiliari

Numero di unità immobiliari di cui è composto l'edificio: 1

- Nuova costruzione
- Passaggio di proprietà
- Locazione
- Ristrutturazione importante
- Riqualificazione energetica
- Altro:

Dati identificativi

Regione: PUGLIA

Comune: BARI

Indirizzo: Via Pietro Ravanas, 298

Piano: T-1-2

Interno:

Coordinate GIS: Lat: 41°7'45" Long: 16°52'11"

Zona climatica: C

Anno di costruzione:

Superficie utile riscaldata (m²): 13 188.33

Superficie utile raffrescata (m²): 13 188.33

Volume lordo riscaldato (m³): 64 999.38

Volume lordo raffrescato (m³): 64 999.38

Comune catastale	BARI (BA) - A662	Sezione	Foglio	Particella
Subalterni	da a \ da a	\ da a	a \ da a	\ da a \
Altri subalterni				

Servizi energetici presenti

- Climatizzazione invernale
- Ventilazione meccanica
- Illuminazione
- Climatizzazione estiva
- Prod. acqua calda sanitaria
- Trasporto di persone o cose

PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto dei rendimenti degli impianti presenti.

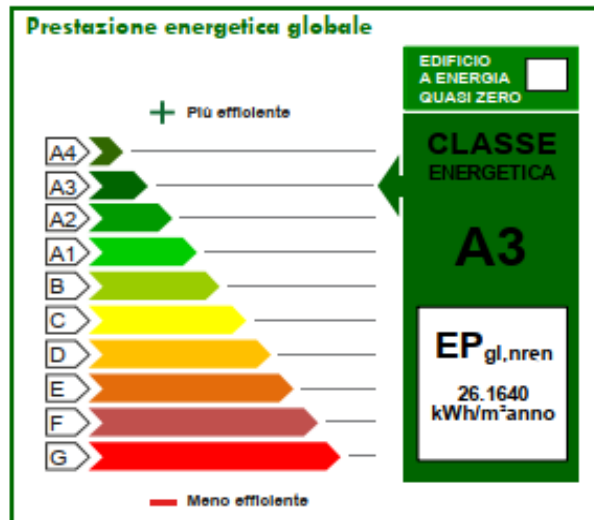
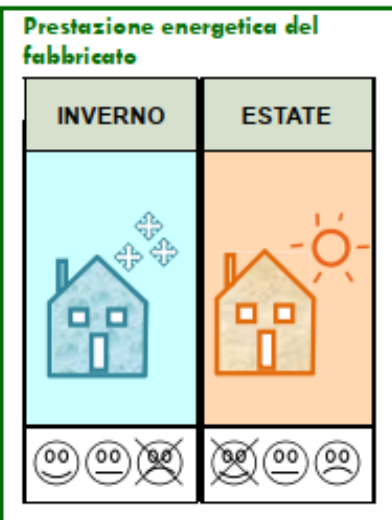


Figura 25 Attestato di prestazione energetica post operam dell'Ex Manifattura Tabacchi di Bari. Corpi storici.



ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO:



DATI GENERALI

Destinazione d'uso

- Residenziale
 Non residenziale

Classificazione D.P.R. 412/93: E2 uffici e assimilabili

Oggetto dell'attestato

- Intero edificio
 Unità immobiliare
 Gruppo di unità immobiliari

Numero di unità immobiliari di cui è composto l'edificio: 1

- Nuova costruzione
 Passaggio di proprietà
 Locazione
 Ristrutturazione importante
 Riqualificazione energetica
 Altro: AMPLIAMENTO

Dati identificativi



Regione: PUGLIA
 Comune: BARI
 Indirizzo: Via Pietro Ravanas, 298
 Piano: T-1-2
 Interno: CORPO D.
 Coordinate GIS: Lat: 41°7'45" Long: 16°52'11"

Zona climatica: C
 Anno di costruzione:
 Superficie utile riscaldata (m²): 2 249.27
 Superficie utile raffrescata (m²): 2 249.27
 Volume lordo riscaldato (m³): 10 716.00
 Volume lordo raffrescato (m³): 10 716.00

Comune catastale	BARI (BA) - A662				Sezione					Foglio	X	Particella	X
Subalterni	da	a	\	da	a	\	da	a	\	da	a	\	
Altri subalterni													

Servizi energetici presenti

- Climatizzazione invernale
 Ventilazione meccanica
 Illuminazione
 Climatizzazione estiva
 Prod. acqua calda sanitaria
 Trasporto di persone o cose

PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile in funzione del fabbricato e dei servizi energetici presenti, nonché la prestazione energetica del fabbricato, al netto dei rendimenti degli impianti presenti.

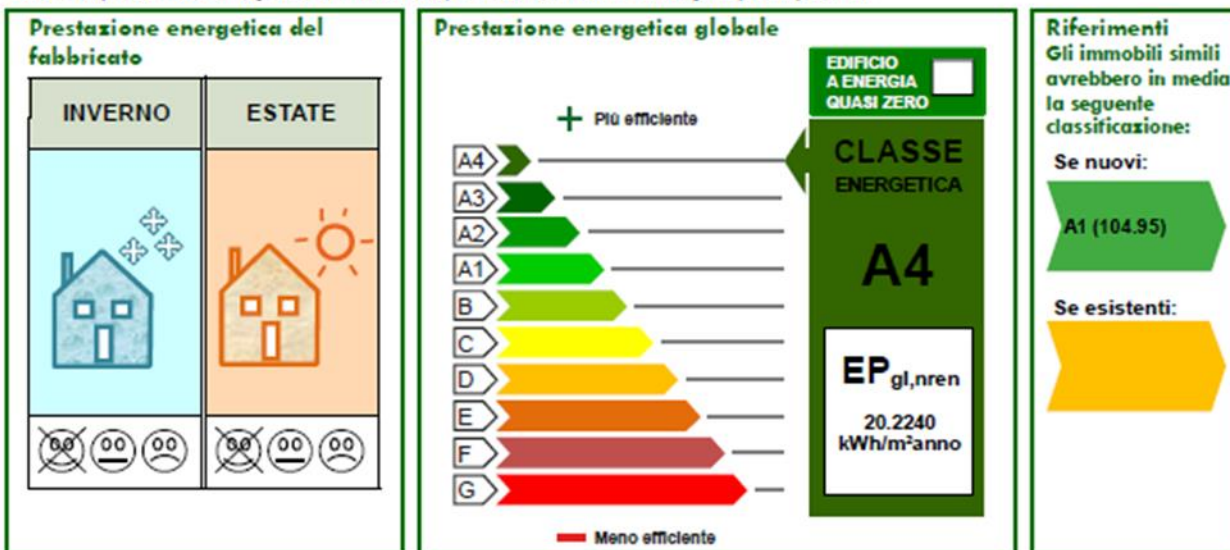


Figura 26 Attestato di prestazione energetica post operam dell'Ex Manifattura Tabacchi di Bari. Corpo D.

La gestione dei rifiuti da demolizione e costruzione generati durante le attività di cantiere rientra nelle specifiche sopra riportate, sia in termini di rispetto delle leggi correnti che di rispondenza ai criteri indicati nella tassonomia UE.

Al fine dell'osservazione del DNSH come definito dal Regolamento UE 852/2020, nel progetto si intende avviare a recupero una percentuale superiore al 70% di rifiuti predisposti per il riutilizzo, il riciclo e altri tipi di recupero, risultato che rende le modalità operative idonee al rispetto del criterio DNSH all'Obiettivo 4 della Tassonomia, non ostacolando la transizione verso un'economia circolare.

Si utilizzano infatti tecniche costruttive che consentono il facile riuso al termine del ciclo di vita dell'edificio e che prevedono la scelta di materiali da costruzione, realizzati con una percentuale di riciclo conforme ai requisiti normativi.

Nella fase esecutiva del progetto è promossa l'idea di limitare la produzione di rifiuti nei processi di costruzione e demolizione tenendo conto delle migliori tecniche disponibili per la demolizione selettiva e facilitare il riutilizzo in loco di rifiuti in sostituzione ad altri materiali, grazie ad opere di risistemazione del piano campagna, operazioni di riempimento o ristrutturazioni storiche.

In particolare, si evidenzia che il presente progetto contribuisce in modo sostanziale al raggiungimento dell'obiettivo 4 "transizione verso un'economia circolare" indicato dall'articolo 9 del Reg. UE 2020/852, favorendo il riciclo e riutilizzo dei rifiuti raccolti. Inoltre, non si arreca un danno significativo a nessuno degli obiettivi ambientali del DNSH e viene dato un contributo sostanziale ai primi due obiettivi, come esplicitamente richiesto dalla norma.

Viene riportata di seguito la Tabella 8 riassuntiva delle scelte progettuali che contribuiscono al rispetto del principio DNSH per la gestione dei rifiuti.

Tabella 8 Rifiuti. Rispetto dei criteri DNSH delle scelte progettuali.

Requisito DNSH	Rispettato (sì/no)	Scelte progettuali che determinano il rispetto del requisito	Target extra
Economia circolare: Recupero di oltre il 70% dei rifiuti in peso	Sì	Le scelte progettuali che hanno permesso di raggiungere questo obiettivo sono: <ul style="list-style-type: none"> • Recupero delle rocce di scavo per opere di risistemazione superficiale; • Gestione come riciclo di cemento, mattoni, mattonelle e simili derivanti da demolizione; • Riutilizzo del legno per le opere di ristrutturazione, compatibilmente con il suo stato di salute 	Attenzione alla gestione dei rifiuti anche durante il ciclo di vita dell'immobile: si sceglie di utilizzare per le attività di ristrutturazione tecniche costruttive a secco così che i materiali utilizzati possano essere facilmente riutilizzati al termine della vita utile dell'edificio.

		<ul style="list-style-type: none"> Disposizione del materiale da demolizione in cumuli così da semplificare le operazioni di trattamento, riciclo e/o riuso degli stessi. 	
Prevenzione e riduzione dell'inquinamento	Sì	Non sono stati rilevati materiali contenenti amianto.	NA

In merito ai valori soglia descritti nel terzo obiettivo ambientale di cui all'articolo 12 del Reg. UE 2020/852, i valori delle portate descritti nella Relazione Tecnica del Progetto dell'ex Manifattura Tabacchi sono inclini ad un uso sostenibile per la protezione delle acque.

Nel progetto si è voluto contribuire attivamente alla riduzione dell'impatto sul sistema idrologico superficiale e sotterraneo promuovendo il risparmio idrico ed il riuso delle acque meteoriche.

L'accumulo delle acque meteoriche rese disponibili per il riuso dell'irrigazione è dimensionato considerando l'intera intensità e portata di pioggia del sito di progetto. Garantisce, quindi, il totale recupero delle acque piovane, senza l'ausilio di soluzioni progettuali aggiuntive. Per quanto concerne le nuove utenze idriche si garantisce il rispetto dei valori soglia, in ottemperanza al DM11 ottobre 2017 (CAM) e agli standard UNI.

Si può affermare quindi che il progetto di riqualificazione dell'Ex Manifattura Tabacchi rispetta l'Obiettivo 3 "uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine" come definito dal Regolamento UE 852/2020.

Di seguito, si propone una matrice che evidenzia il raggiungimento dei principi DNSH in termini di risparmio idrico (Tab. 9).

Tabella 9 Risparmio idrico. Rispetto dei criteri DNSH delle scelte progettuali.

Requisito DNSH	Rispettato (sì/no)	Scelte progettuali che determinano il rispetto del requisito	Target extra
Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine: recupero delle acque piovane (<i>DNSH objective 3 Sustainable use and protection of water and marine resources</i>).	Sì	Il complesso dispone di una vasca interrata per il recupero dell'acqua piovana. L'acqua che cade sulle falde interne degli edifici e sull'edificio D, dopo essere stata decontaminata, viene stoccata nella vasca esistente e utilizzata per l'irrigazione delle serre e dei giardini. L'acqua di scolo delle serre viene nuovamente raccolta e riutilizzata.	L'impianto di recupero delle acque piovane è stato dimensionato al fine di accumulare l'intera portata di pioggia del sito in oggetto.

<p>Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine: controllo dei consumi idrici (<i>DNSH objective 3 Sustainable use and protection of water and marine resources</i>).</p>	<p>Sì</p>	<p>Gli impianti di adduzione sono dotati di rubinetteria sanitaria conforme alle norme UNI di settore. Tutte le utenze idriche saranno alimentate da un gruppo di pressurizzazione ad inverter in grado di regolare la portata erogata in relazione alle richieste dell'utenza e garantendo alla bocca di erogazione più sfavorita la pressione richiesta per norma di 1,0 bar. Tutte le bocche di erogazione dell'acqua sono dotate di filtro aeratore per la riduzione dei consumi idrici. Sono rispettate le portate minime di erogazione previste dal DNSH.</p>	<p>È previsto un sofisticato sistema di Building Automation di tutto l'edificio e delle sue dotazioni impiantistiche in grado di monitorare i consumi energetici ed idrici.</p>
---	------------------	---	---

CONCLUSIONI

La valutazione di sostenibilità del progetto di riqualificazione dell'edificio dell'Ex Manifattura Tabacchi mette in luce le criticità esistenti tra gli interventi di efficientamento energetico e la conservazione del Bene Culturale.

La direzione verso cui ci si deve muovere, come spero di aver fatto emergere in questo elaborato, è che il patrimonio edilizio storico culturale, nella consapevolezza del suo valore, soprattutto in Italia, non deve esistere solamente per essere contemplato, ma può essere reimmesso in uso attivo grazie ad interventi che operino sia nel rispetto della storicità e dell'estetica del manufatto che rispetto alla tutela dell'ambiente. Sebbene questa possa sembrare un'affermazione scontata, è necessario far notare come, in Italia, è solo da qualche anno che ci si sta impegnando nella valorizzazione del patrimonio culturale di interesse collettivo in termini ambientali, economici e sociali. L'aumentata sensibilizzazione a questo tema ha marcato la cognizione che l'edificio storico, come bene culturale, è unico ed inimitabile nel suo genere e che pertanto, va preservato, tutelato e valorizzato.

In quest'ottica, l'intervento di efficientamento energetico è considerato come uno step fondamentale per la conservazione del costruito storico, considerando che, se le scelte progettuali di intervento sono prese ed analizzate con competenza ed efficacia, queste non compromettono necessariamente l'identità dell'edificio, ma rappresentano il valore aggiunto per portare lo stabile nuovamente fruibile alla comunità.

Il corpo legislativo riguardante la tutela ambientale nel settore edilizio e l'efficientamento energetico non rende semplici gli interventi di riqualificazione, sia per il numero di normative da prendere in considerazione per la realizzazione dell'intervento, che per i limiti tecnici che questi impongono sulle scelte progettuali, soprattutto se queste sono applicate ad un edificio sottoposto a tutela.

Sono queste, infatti, le criticità riscontrate nella valutazione di sostenibilità del progetto di riqualificazione dell'Ex Manifattura Tabacchi, dove il dover tener fede all'estetica del palazzo ha portato ad utilizzare scelte alternative rispetto a quelle che avrebbero portato a risultati di efficienza energetica maggiori. Inoltre, il fatto di non poter applicare gli stessi interventi a tutto il complesso storico, per rispettare vincoli paesaggisti e urbanistici, ha reso più complicato il raggiungimento degli obiettivi di mitigazione, adattamento e riduzione degli impatti e rischi ambientali, secondo il principio DNSH.

Tuttavia, dalla valutazione complessiva del progetto emerge che tutti gli interventi descritti rispettano i requisiti applicabili alla riqualificazione energetica degli edifici storici, migliorando di ben più di due classi di efficienza energetica il complesso edilizio. Il recupero della percentuale di rifiuti da demolizione e costruzione superiore al 70% promuove la transizione verso un'economia circolare e il progetto per la riduzione dell'impatto nel sistema idrologico superficiale e sotterraneo contribuisce al totale recupero delle acque piovane senza l'incremento di ulteriori impianti.

Quindi, in conclusione, si può affermare che il progetto di riqualificazione dell'Ex Manifattura Tabacchi rispetta gli obiettivi definiti dal Regolamento UE 852/2020 ed inoltre non arreca alcun danno significativi agli obiettivi ambientali del DNSH, rispettando i criteri di vaglio tecnico imposti dal Regolamento. Di conseguenza, il progetto di questa attività economica si può valutare come sostenibile.

Grazie ai risultati ottenuti dalla valutazione di sostenibilità del progetto, l'intervento nell'Ex Manifattura Tabacchi è stato classificato primo nella graduatoria per la qualità e l'innovazione, la fattibilità, la performance in termini di rispetto dell'ambiente, di redditività sociale e di sostenibilità finanziaria, nonché di pieno rispetto dei vincoli e dei criteri del principio "Do Not Significant Harm" (DNSH), tra le altre 27 proposte di innovazione nella ricerca nel Sud Italia che l'Agenzia di Coesione ha ammesso definitivamente a finanziamento con fondi PNRR. Alla riqualificazione dell'Ex Manifattura Tabacchi saranno destinati 22 milioni di euro⁹⁵.

⁹⁵ Cfr. https://www.ansa.it/pnrr/notizie/regioni/puglia/2022/08/02/pnrr-20-mln-di-euro-per-recupero-ex-manifattura-tabacchi-a-bari_247ff134-df8c-4328-b540-fccf0abce794.htm consultato il 2 agosto 2022.

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio innanzitutto la Professoressa Elena Semenzin ed il Professor Wilmer Pasut per avermi dedicato il loro tempo ed avermi dato la possibilità di sviluppare una tesi con un tema importante, attuale e futuro.

Un ulteriore ringraziamento va ai miei tutor aziendali, Federica Vazzola e Manfredi Vale, che mi hanno permesso di collaborare al progetto con INVIMIT per un utile scambio di informazioni.

Per finire, dedico questa tesi ai miei genitori, i quali sacrifici hanno permesso la realizzazione dei miei studi. Estendo i ringraziamenti anche a mia sorella, a Francesco ed ai miei nonni che sono stati un supporto fondamentale in questi anni di studi.

BIBLIOGRAFIA

Allegato tecnico CAM edilizia, (2017). Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nel settore della Pubblica amministrazione, ovvero Piano d'azione nazionale sul Green Public Procurement (PANGPP). CRITERI AMBIENTALI MINIMI PER L’AFFIDAMENTO DI SERVIZI DI PROGETTAZIONE E LAVORI PER LA NUOVA COSTRUZIONE, RISTRUTTURAZIONE E MANUTENZIONE DI EDIFICI PUBBLICI. Gazzetta ufficiale della repubblica italiana. Serie generale n.259.

Arengi, A. (2003). Interventi su edifici storici e vincolati, Corso “Progetto per l’accessibilità”, Bergamo 23 marzo 2003.

Arup & WBCSD (2021). The Net-zero buildings – Where do we stand.

Barbieri, B., & Tatti, I. (2021). Riqualficazione del patrimonio edilizio residenziale quale strategia dell’UE Green Deal. Dalle politiche ai casi studio europei all’analisi di due esperienze progettuali in ambito nazionale. Redevelopment of the residential building stock as an EU Green Deal strategy. From European policies and case studies to the analysis of two national project experiences (Doctoral dissertation, Politecnico di Torino).

Bertini I., (2017). Piano d’Azione Italiano per l’Efficienza Energetica, ENEA.

Burrows V.K., Watson E. (2021). Advancing Net Zero Whole Life Carbon – Offsetting Residual Emissions from the Building and Construction Sector.

Calzolari, M. (2016). Prestazione energetica delle architetture storiche: sfide e soluzioni: analisi dei metodi di calcolo per la definizione del comportamento energetico. Prestazione energetica delle architetture storiche, 1-218.

Caminiti, N.M., & La Motta, S. (2016). L’Accordo di Parigi.

Caudai, E. (2020). Riqualficazione e ristrutturazione del compendio immobiliare denominato “Ex Manifattura dei Tabacchi” di Bari – Fase 1. Relazione Tecnica Generale.

Chiarozzo, V., et al., (2021). Rapporto 2021 sul coordinamento della finanza pubblica. Corte dei conti, Sezioni riunite in sede di controllo.

Cicerchia, A., Costanzo, L., Famiglietti, G., Ferrara, A., & Ferruzza, A., (2013) PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE. Commissione scientifica per la misurazione del benessere, Istat.

Ciraci, S. (2022). La valutazione DNSH per le infrastrutture e il protocollo Envision.

Clemente, C. (2011). I linguaggi della sostenibilità. Evoluzione di una cultura progettuale consapevole - DEI Tipografia del Genio Civile.

Decreto del Presidente della Repubblica 2 aprile 2009 n. 59, Regolamento di attuazione dell’articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto 19 agosto 2005, n.192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 132 del 10/08/2009

Decreto Legislativo 10 giugno 2020, n. 48 Attuazione della direttiva (UE) 2018/844 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018, che modifica la direttiva

2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica. (20G00066), pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n.146 del 10-06-2020).

Decreto Legislativo 14 luglio 2020, n. 73, Attuazione della direttiva 2018/2002, che modifica le direttive 2012/27/UE sull'efficienza energetica. (20G0093), pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n.175 del 14/07/2020.

DECRETO LEGISLATIVO 18 aprile 2016, n. 50 Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture. (16G00062), pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n.91 del 19-04-2016

Decreto Legislativo 18 luglio 2014, n. 102, Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE. (16G00153), pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n.172 del 25/07/2016.

Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192, Attuazione della Direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia, pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n. 222 del 23/09/2005.
Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 Legge 6 luglio 2002, n. 137.

Decreto legislativo 29 dicembre 2006 n.311, Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia, pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n. 26 del 01/02/2007-Supplemento ordinario n. 26/L.

Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28, Attuazione della Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE. (11G0067), pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n. 71 del 28/03/2011.

DECRETO LEGISLATIVO 29 ottobre 1999, n. 490. Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'articolo 1 della legge 8 ottobre 1997, n. 352. Pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n. 302 del 27/12/1999 – Suppl. Ordinario n. 229.

Decreto Ministeriale 26 giugno 2009, Ministero dello Sviluppo Economico Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n. 158 del 10/7/2009

DECRETO-LEGGE 19 maggio 2020, n. 34 Misure urgenti in materia di salute, sostegno al lavoro e all'economia, nonché di politiche sociali connesse all'emergenza epidemiologica da COVID-19. (20G00052) pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n.128 del 19-05-2020.

DECRETO-LEGGE 25 maggio 2021, n. 73 Misure urgenti connesse all'emergenza da COVID-19, per le imprese, il lavoro, i giovani, la salute e i servizi territoriali. (21G00084), pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n.123 del 25/05/2021.

DECRETO-LEGGE 4 giugno 2013, n. 63 Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla

Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale. (13G00107), pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.130 del 05/06/2013.

Di Fazio, S., Barreca, F., & Cardinali, G. (2009). A model for the Building Sustainable Index assessment of agri-food facilities. In Proceedings of the XXXIII CIOSTA/CIGR V International Conference.

Di Ruocco, G. (2018) Strategie innovative non invasive per l'efficientamento energetico degli edifici storici. CUES Edizioni.

DIRETTIVA (UE) 2018/2002 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO dell'11 dicembre 2018 che modifica la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, pubblicato dalla Gazzetta ufficiale dell'unione Europea il 21/12/2018.

DIRETTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 30 maggio 2018 che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica.

DIRETTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 30 maggio 2018 che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, pubblicata dalla Gazzetta ufficiale dell'unione Europea il 19/06/2018.

DIRETTIVA 2001/77/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 27 settembre 2001 sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della comunità europea 27/10/2001.

DIRETTIVA 2002/91/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell'edilizia, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee 04/01/2003.

DIRETTIVA 2002/91/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell'edilizia, pubblicata sulla Gazzetta ufficiale delle Comunità Europee del 04/01/2003.

DIRETTIVA 2003/87/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 13 ottobre 2003 che istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità e che modifica la direttiva 96/61/CE del Consiglio, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 25/10/2003.

DIRETTIVA 2003/87/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, del 13 ottobre 2003 che istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità e che modifica la direttiva 96/61/CE del Consiglio, pubblicata sulla Gazzetta ufficiale delle Comunità Europee del 25/10/2003.

DIRETTIVA 2006/32/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 5 aprile 2006 concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e recante abrogazione della direttiva 93/76/CEE del Consiglio, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 27/04/2006.

DIRETTIVA 2009/28/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 23 aprile 2009 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e

successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 05/06/2009.

DIRETTIVA 2009/28/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, del 23 aprile 2009 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE, Gazzetta ufficiale delle Comunità Europee del 05/06/2009.

DIRETTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 18/06/2010.

DIRETTIVA 2012/27/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 25 ottobre 2012 sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE, pubblicata dalla Gazzetta ufficiale dell'unione Europea il 14/11/2012.

DIRETTIVA 93/76/CEE DEL CONSIGLIO del 13 settembre 1993 intesa a limitare le emissioni di biossido di carbonio migliorando l'efficienza energetica (SAVE), pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee 22/09/1993.

DIRETTIVA DEL PARLAMENTO 2001/77/CE EUROPEO E DEL CONSIGLIO, del 27 settembre 2001 sulla rimozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità, pubblicata sulla Gazzetta ufficiale delle Comunità Europee del 27/10/2001.

Economidou, M., Atanasiu, B., Despret, C., Maio, J., Nolte, I., Rapf, O., ... & Zinetti, S. (2011). Europe's buildings under the microscope. A country-by-country review of the energy performance of buildings.

ENERGETICA, E. (2020). RAPPORTO ANNUALE EFFICIENZA ENERGETICA 2020.

Federici A., Preziosi M., Viola C., (2021). Obiettivi nazionali di risparmio energetico: risultati, barriere e sfide, ENEA.

FRANCESCHINI, Atti della Commissione Franceschi (1967). Dichiarazioni I-LVII

Frau C., Loria E., Cau G., (2014). Attività di diagnosi energetica sull'edificio vincolato: caso studio del Centro Ricerche Sotacarbo, Enea.

Garzia C. (2021), Rapporto Unicmi 2021 - dati aggiornati sul mercato dell'involucro edilizio per il 2021 e le proiezioni per il 2022.

Brundtland, H. G. (1987). Our common future. *Report of the World Commission on Environment and Development*. Pinto, M. R. (2012). Procedure e strumenti innovativi per la gestione e la manutenzione degli edifici. Landolfo R., Losasso M., Pinto MR, *Innovazione e sostenibilità negli interventi di riqualificazione edilizia. Best practice per il retrofit e la manutenzione*. Alinea, Firenze, 183-201.

Il Protocollo di Kyoto della Convenzione sui Cambiamenti Climatici (versione italiana), 2009.

Impresa, F. (2012). Edilizia sostenibile, opportunità e minacce. *Microimpresa, 2012*.

Koukkari, H., & Sarvakanta, L. (2005). Ageing challenges in the construction sector. *International Journal of Strategic Property Management*, 9(2), 91-97.

Legge 28 dicembre 2015, n. 221. Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali.

LEGGE 30 dicembre 2021, n. 234 Bilancio di previsione dello Stato per l'anno finanziario 2022 e bilancio pluriennale per il triennio 2022-2024. (21G00256), pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.310 del 31/12/2021.

LEGGE 30 marzo 1976, n. 373 Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale, n.148 del 07/06/1976.

Legge ordinaria del Parlamento 9 gennaio 1991 n. 10, *Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia*, pubblicata sulla *Gazzetta Ufficiale* n. 13 del 16/01/1991.

Litti, G., Audenaert, A., & Braet, J. (2015). Retrofit energetico ambientale in edifici storici e monumentali: possibili rischi causati dalla mancanza di un protocollo legislativo e metodologico. *Recupero e conservazione*, 125, 1-16.

London Energy Transformation Initiative. (2018). LETI Climate Emergency Design Guide How new buildings can meet UK climate change targets.

Lucchi, E. (2016). *Quando il RINNOVO è una questione di RISPETTO*. The Next Building ((No. 2), pp. 64-71).

Lucchi, E., & Pracchi, V. (2013). Efficienza energetica e patrimonio costruito: La sfida del miglioramento delle prestazioni nell'edilizia storica (Vol. 662). Maggioli Editore.

Marconi, I. (2021). L'articolo 9 della Costituzione: cultura, paesaggio e ricerca. Altalex "Wolters Kluwer".

Margani, G., Colombrita, N., & Lione, R. (2014). La riqualificazione dell'edilizia residenziale del secondo dopoguerra: la "zona a mare" di Catania. Aracne.

MEF (2021). Dipartimento della Ragioneria dello stato, Unità Di Missione NG Eu. Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (cd. DNSH).

Nemry, F., Uihlein, A., Colodel, C. M., Wittstock, B., Braune, A., Wetzel, C., & Gallon, N. (2008). Environmental improvement potentials of residential buildings (IMPRO-building). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities (JRC Scientific and Technical Research Series).

Pinto, M. R. (2012). Procedure e strumenti innovativi per la gestione e la manutenzione degli edifici. *Landolfo R., Losasso M., Pinto MR, Innovazione e sostenibilità negli interventi di riqualificazione edilizia. Best practice per il retrofit e la manutenzione. Alinea, Firenze*, 183-201.

Pulvirenti, E. (2021), Patrimonio e Legislazione. Didatticarte.

Regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 18 dicembre 2006, concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH), che istituisce un'Agenzia europea per le sostanze chimiche, che modifica la direttiva 1999/45/CE e che abroga il regolamento (CEE) n. 793/93 del Consiglio e il regolamento (CE) n. 1488/94 della Commissione, nonché la direttiva 76/769/CEE del Consiglio e le direttive della Commissione 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE e 2000/21/CE. Regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento Europeo e del Consiglio, concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche.

REGOLAMENTO (UE) 2020/852 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL DEL CONSIGLIO del 18 giugno 2020 relativo all'istituzione di un quadro che favorisce gli investimenti sostenibili e recante modifica del regolamento (UE) 2019/2088, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'unione Europea 22/06/2020.

REGOLAMENTO (UE) 2021/1119 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 30 giugno 2021 che istituisce il quadro per il conseguimento della neutralità climatica e che modifica il regolamento (CE) n. 401/2009 e il regolamento (UE) 2018/1999 («Normativa europea sul clima»), pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'unione europea 09/07/2021.

REGOLAMENTO (UE) 2021/241 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 12 febbraio 2021 che istituisce il dispositivo per la ripresa e la resilienza, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale dell'unione Europea 18/02/2021.

REGOLAMENTO DELEGATO (UE) 2021/2139 DELLA COMMISSIONE del 4 giugno 2021 che integra il regolamento (UE) 2020/852 del Parlamento europeo e del Consiglio fissando i criteri di vaglio tecnico che consentono di determinare a quali condizioni si possa considerare che un'attività economica contribuisce in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici o all'adattamento ai cambiamenti climatici e se non arreca un danno significativo a nessun altro obiettivo ambientale. Pubblicato sulla Gazzetta ufficiale dell'unione Europea 09/12/2021.

Scapicchio, S. (2006). Bioarchitettura. Bioarchitettura, 1000-1005.

Simone, V. (2019). Storia della tutela dei beni culturali. Lavorazioni e Tecniche. FineArt by Di Mano in Mano.

Stara, M. (2014). Riqualficazione energetica dell'edilizia storica. Criticità e strategie d'intervento. Università degli Studi di Cagliari - Dottorato di ricerca in Tecnologie per la Conservazione dei Beni Architettonici e Ambientali.

Stefano Della Torre, M., & Moiola, R. DAL RESTAURO ALLA CONSERVAZIONE PROGRAMMATA DEL PATRIMONIO STORICO ARCHITETTONICO.

Strollo, R. M., & Palazzi, I. (2012). Bioarchitettura e restauro eco-sostenibile. Master in Economia e Progettazione Europea dello Sviluppo Territoriale Sostenibile.

TECNOLOGIE, L., & IL, P. (2014) INNOVAZIONE E SOSTENIBILITÀ NEL SETTORE EDILIZIO “Costruire il Futuro”. Terzo Rapporto dell'Osservatorio congiunto. Legambiente, Fillea Cgil - Filca Cisl - Feneal Uil.

Tosone, A. (2012). L'esercizio della sostenibilità sul patrimonio edilizio storico dell'Aquila. Prassi e ambiti applicativi nella fase della ricostruzione. *IN_BO. Ricerche e progetti per il territorio, la città e l'architettura*, 3(5), 29-40.

Treccani, G. P. (1998). Barriere architettoniche e tutela del costruito. *TeMa*, 1, 9-13.

Venuti G.C. URBANISICA INFORMAZIONI. Urbanistica, Società, Istituzioni. Patrimonio edilizio: rigenerazione vs espansione.

Yudelson, J. (2007). *Green building A to Z: Understanding the language of green building*. New Society Publishers.

SITOGRAFIA

<https://www.istat.it>

<https://www.climateaction.org/news/wgbc-sets-new-requirements-for-the-construction-sector-to-achieve-total-dec>

https://ec.europa.eu/info/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-lut-17_it

<https://greenreport.it/news/economia-ecologica/economia-circolare-e-fondamentale-migliorare-le-buone-pratiche-nelledilizia/>

<https://www.eea.europa.eu/publications/construction-and-demolition-waste-challenges>

<https://www.vicenzatoday.it/cucina/longare-chiude-aeolia-dei-chemello-il-ristorante-nel-cuore-di-costozza.html>

<https://www.arcoatelier.it/guida-ai-serramenti/>

http://www.aedon.mulino.it/risorse/dib_tu/desantis.htm

<http://www.icar.beniculturali.it/biblio/pdf.Studi/franceschini.pdf>

<http://www.governo.it>

<https://www.eea.europa.eu/it/pressroom/infografica/il-flusso-dei-rifiuti-in-europa/view>

<https://www.veneto.beniculturali.it/>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT>

<https://www.mite.gov.it>

<http://store.uni.com/catalogo/index.php/uni-en-16883-2017.html>

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/it/sheet/69/efficienza-energetica>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021PC0802>

<https://www.europarl.europa.eu/news/it/press-room/20210621IPR06627/legge-ue-sul-clima-approvato-l-accordo-sulla-neutralita-climatica-entro-il-2050>

<https://www.enea.it/it/seguici/pubblicazioni/EAI/anno-2012/n.-1-gennaio-febbraio-2012-1/il-piano-d2019azione-per-l2019efficienza-energetica>

<http://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2015/07/15/15A05198/sg>

<http://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2017/01/28/17A00506/sg>

<https://www.cti2000.eu/legislazione-nazionale/>

<https://www.gse.it/servizi-per-te/efficienza-energetica/certificati-bianchi>

<http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/PAEE-2017-completo-rs.Pdf>

https://temi.camera.it/leg18/temi/tl18_risparmio_efficienza_energetica.htm

<https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

https://www.ansa.it/pnrr/notizie/regioni/puglia/2022/08/02/pnrr-20-mln-di-euro-per-recupero-ex-manifattura-tabacchi-a-bari_247ff134-df8c-4328-b540-fccf0abce794.htm

https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_it

