



# Comune di Montale

Provincia di Pistoia

## NUOVA SEDE DI PROTEZIONE CIVILE E NUOVO MAGAZZINO COMUNALE

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

### Committente

Comune di Montale

### Responsabile Unico del Procedimento

Ing. Michele Rosi

### Progetto

Progetto architettonico

**METROOFFICE ARCHITETTI**

Arch. Fabio Barluzzi  
Arch. Barbara Ponticelli

Strutture



Ing. Leonardo Catarzi

Impianti



Ing. Leonardo Catarzi

Consulenza geologica



Geol. Luca Gardone

OGGETTO DELL'ELABORATO:

**Relazione di sostenibilità**

TAVOLA:

**REL-13-PFTE-PR-13**

Formato tavola: **ISO A4**

REV. **00**

Data: **02/02/2026**

	Data	Emissione
1	02/02/26	TERZA EMISSIONE

# RELAZIONE DI SOSTENIBILITÀ

**Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica**

**(ai sensi dell'art. 11, Allegato I.7 del D.Lgs. 36/2023)**

Oggetto: Nuova Sede della Protezione Civile

Luogo: Comune di Montale (PT)

Il presente documento accompagna il Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica per la realizzazione della nuova sede della Protezione Civile e del nuovo magazzino comunale nel Comune di Montale, in Provincia di Pistoia.

## ***Indice***

### **Premessa e Obiettivi Strategici**

- a) **Obiettivi primari e analisi del contesto, dei fabbisogni e degli indicatori di prestazione**
  - Inquadramento socio-demografico
  - Analisi SWOT
  - Portatori di interessi (*Stakeholders*)
  - Obiettivi primari dell'opera
- b) **Verifica dei contributi agli obiettivi ambientali**
- c) **Stima della *Carbon Footprint* e contributo agli obiettivi climatici**
  - L'Edificio a energia quasi zero
- d) **Valutazione del ciclo di vita (LCA) ed Economia Circolare**
  - Metodologia per la determinazione dei carichi e degli impatti ambientali
  - Definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione
- e) **Analisi del consumo complessivo di energia e fonti per il soddisfacimento del bisogno energetico**
- f) **Misure per ridurre la quantità di approvvigionamenti esterni e delle opzioni di modalità di trasporto più sostenibili**
- g) **Stima degli impatti socio-economici**
- h) **Misure a tutela del lavoro dignitoso**
- i) **Sensoristica per l'uso di sistemi predittivi**
- j) **Analisi di resilienza ai cambiamenti climatici**

## **Premessa e Obiettivi Strategici**

La presente relazione attesta che la proposta progettuale è stata sviluppata in piena coerenza con gli indirizzi dell'amministrazione comunale, nel rispetto delle normative vigenti e con un approccio orientato alla funzionalità, alla durabilità e alla sostenibilità ambientale, sociale ed economica.

L'intervento non si limita alla realizzazione di un manufatto edilizio, ma costituisce la realizzazione di un nodo strategico per la gestione delle emergenze, a servizio del territorio comunale e dei comuni limitrofi della provincia di Pistoia.

### **a) Obiettivi primari e analisi del contesto, dei fabbisogni e degli indicatori di prestazione**

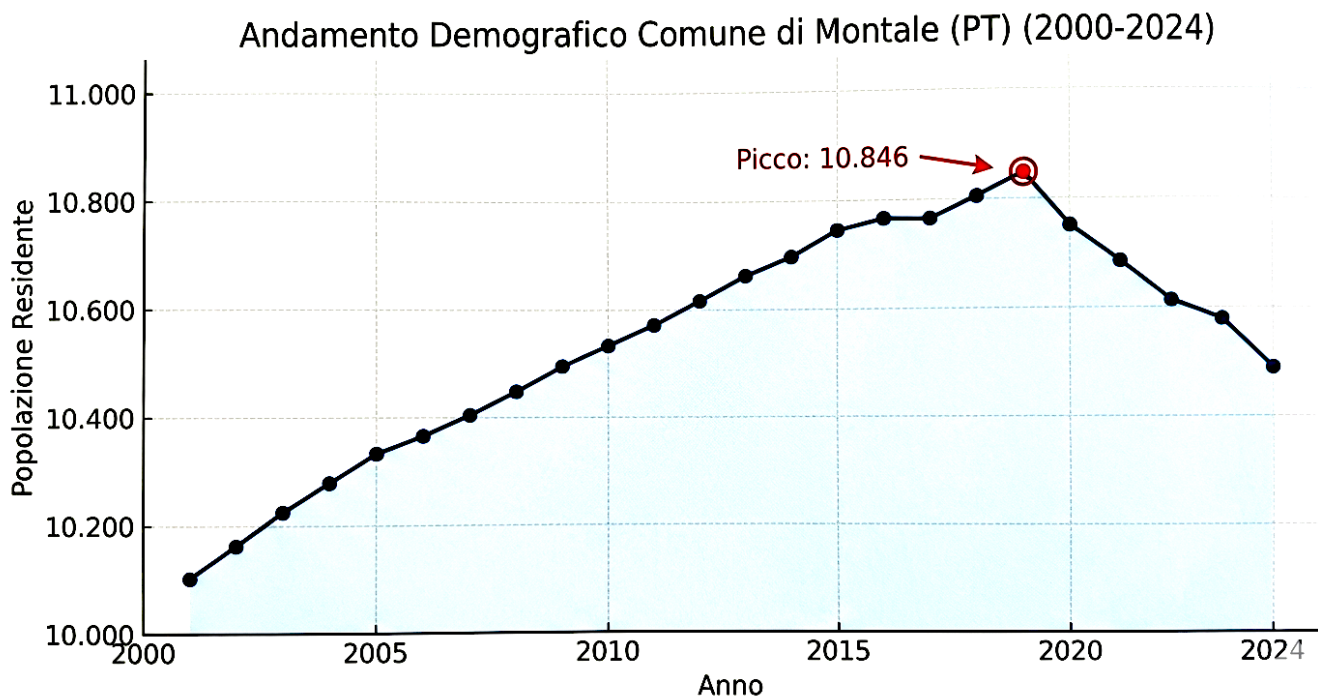
Il presente capitolo è volto ad evidenziare attraverso una analisi di contesto lo scenario all'interno del quale si andrà a realizzare l'opera oggetto di progettazione. Grazie a questa attività di studio preliminare è stato possibile individuare i fabbisogni della committenza e della comunità traducendo gli stessi in esigenze dal punto di vista architettonico e funzionale. Grazie a strumenti quali l'analisi SWOT di seguito meglio descritta si è avviato un percorso di definizione di livelli prestazionali da raggiungere attraverso la realizzazione dell'opera desiderata ovvero degli indicatori per misurare tali prestazioni.

In particolare, il presente capitolo prende in esame:

- Un'analisi dei fabbisogni della comunità, della committenza e dei diretti interessati a usufruire del servizio;
- Una analisi SWOT volta a individuare punti di forza, di debolezza, minacce e opportunità dell'iniziativa;
- Una analisi degli *Stakeholders*;
- Analisi dei rischi volta ad individuare potenziali azioni preventive e correttive da mettere in atto per prevenire eventi negativi o valorizzare eventi positivi relativi al proseguo dell'iniziativa;

### Inquadramento socio-demografico

Come si evince dai dati ISTAT, la popolazione ha seguito una curva caratterizzata da una crescita costante nei primi due decenni del 2000, raggiungendo il picco massimo intorno al 2019 (sfiorando i 10.850 abitanti), per poi iniziare una lieve flessione negli ultimi anni, stabilizzandosi intorno ai 10.500 abitanti attuali.



## Analisi SWOT

Al fine di esaminare l'ambito in cui si andrà a realizzare l'iniziativa, si è implementata una analisi di contesto attraverso uno strumento applicativo denominato "Analisi SWOT" volta ad evidenziare i punti di forza, di debolezza, le opportunità e le minacce derivanti dall'implementazione dell'idea progettuale.

Nelle successive fasi progettuali dovranno essere esaminate le strategie da sviluppare per superare le minacce ed i punti di debolezza individuali e valorizzare i punti di forza e le opportunità dell'iniziativa.

	ELEMENTI DI SUPPORTO	ELEMENTI DI OSTACOLO
<b>FATTORI INTERNI</b>	<p><b>Punti di Forza (Strengths)</b></p> <p>Accentramento logistico operativo: Superamento della frammentazione attuale riunendo COC, mezzi e volontari in un unico polo, ottimizzando i tempi di intervento.</p> <p>Presidio del Territorio: Localizzazione strategica a Montale, cerniera tra la piana e la zona collinare, ideale per gestire rischi idraulici e boschivi.</p> <p>Valorizzazione Patrimonio Pubblico: Trasformazione di un'area comunale in asset strategico per la sicurezza collettiva.</p>	<p><b>Punti di Debolezza (Weaknesses)</b></p> <p>Oneri di Gestione: Incremento delle spese correnti comunali per utenze e manutenzione ordinaria della nuova struttura.</p> <p>Dipendenza dal Fattore Umano: L'efficacia dell'infrastruttura è legata alla disponibilità dei volontari e al ricambio generazionale.</p>
<b>FATTORI ESTERNI</b>	<p><b>Opportunità (Opportunities)</b></p> <p>Hub Sovracomunale: Possibilità di servire i comuni limitrofi, creando economie di scala e protocolli d'intesa per la gestione condivisa delle emergenze.</p> <p>Educazione e Prevenzione: Utilizzo della sede come centro didattico permanente per diffondere la cultura della protezione civile nelle scuole.</p>	<p><b>Minacce (Threats)</b></p> <p>Eventi Climatici Estremi: Possibilità che l'intensità delle calamità superi i modelli previsionali.</p> <p>Incremento Costi: Fluttuazioni del mercato delle materie prime che potrebbero impattare sul quadro economico dell'intervento.</p>

Le analisi sono volte a valutare la miglior soluzione possibile sotto i seguenti aspetti:

- Migliore destinazione possibile delle risorse messe a disposizione dall'Ente appaltante;
- Migliore svolgimento possibile dell'attività sociale;
- Massimizzazione dei vantaggi per il luogo di insediamento;
- Massimizzazione dei vantaggi ambientali.

L'opera è concepita non come un semplice edificio amministrativo, ma come un'infrastruttura strategica resiliente, in grado di portare benefici a lungo termine per i fruitori abituali della struttura (operatori di Protezione Civile, VAB, Croce d'Oro), sia per quelli eccezionali (cittadini, scolaresche, ecc.). I principali ambiti presi in esame sono:

- Crescita e Sviluppo: La presenza di una sala formazione permette la costante riqualificazione dei volontari e l'educazione della cittadinanza (scolaresche, corsi aperti), aprendo un ampio spettro di possibilità d'uso.

- Produttività Operativa: La distinzione funzionale tra piano terra (magazzino logistico) e primo piano (operativo/residenziale) ottimizza i tempi di risposta in emergenza. La presenza di spazi per il riposo (camera da letto) e il vitto (cucina) garantisce l'operatività h24 del COC (Centro Operativo Comunale), ma anche la possibilità di utilizzare la struttura come rifugio in caso di emergenza.
- Minimizzazione Impatti Negativi: La scelta del cemento faccia a vista riduce drasticamente i costi operativi legati alla manutenzione (tinteggiature, intonaci), liberando risorse pubbliche per altre attività comunali nel lungo periodo.

### Portatori di interessi (Stakeholders)

Vengono definiti *stakeholders* tutti i soggetti che hanno un interesse, anche se non manifestato, nella realizzazione del progetto. L'analisi degli *stakeholders* è un processo di mappatura che consente di raccogliere informazioni qualitative e quantitative per determinare chi e perché potrà agire nell'interesse del progetto. In primis gli *stakeholders* possono essere classificati in *interni*, ovvero dipendenti dell'organizzazione ed *esterni*, ovvero al di fuori dell'organizzazione che realizzerà il progetto. L'analisi degli *stakeholders* prevede diverse fasi, tra cui la loro identificazione e la valutazione degli interessi e dei loro poteri/influenze per poter valutare come poter accogliere le aspettative di tutti i soggetti coinvolti. Risultano tra i principali *stakeholders* dell'iniziativa:

- Amministrazione Comunale di Montale;
- Regione Toscana;
- Enti pubblici atti al rilascio di pareri, autorizzazione e nulla osta;
- Volontari della Protezione Civile;
- Operatori della Protezione Civile;
- Associazioni locali;
- Dipendenti del Comune di Montale coinvolti nel processo di affidamento, incarichi, lavori, sorveglianza etc.;
- Le imprese esecutrici dei servizi e dei lavori relativi alla realizzazione della nuova costruzione;
- Comuni limitrofi della Provincia di Pistoia;
- Cittadinanza locale.

	SCARSO INTERESSE	ALTO INTERESSE
SCARSO POTERE	SCARSO POTERE E SCARSO INTERESSE - Popolazione sovracomunale - Visitatori occasionali - Imprese esecutive dell'opera	SCARSO POTERE E ALTO INTERESSE - Volontari della Protezione Civile (associazioni locali, coordinamenti intercomunali, squadre operative) - Operatori della Protezione Civile (personale comunale, tecnici e addetti all'emergenza) - Cittadini di Montale (in particolare residenti dell'area di intervento) - Associazioni locali (associazioni di volontariato, associazioni ambientaliste) - Scuole e istituti di formazione (uso per educazione alla prevenzione e protezione civile)
ALTO POTERE	ALTO POTERE E SCARSO INTERESSE - Altri enti pubblici atti al rilascio di pareri, autorizzazioni e nulla osta - Provincia di Pistoia (pianificazione territoriale, viabilità, coordinamento emergenze)	ALTO POTERE E ALTO INTERESSE - Regione toscana - Giunta comunale - Ufficio Tecnico / Lavori Pubblici - Responsabile Protezione Civile comunale - Responsabile Unico del Procedimento (RUP)

## **Obiettivi primari dell'opera**

Nel presente paragrafo si intendono mettere in evidenza gli obiettivi primari in termini di “outcome” connessi alla realizzazione del nuovo edificio destinato alla Protezione Civile e magazzino comunale del Comune di Montale, in provincia di Pistoia.

Negli ultimi anni, a livello nazionale e regionale, sono stati avviati importanti programmi di rafforzamento delle infrastrutture pubbliche dedicate alla gestione delle emergenze, alla prevenzione dei rischi e alla resilienza dei territori, con particolare attenzione all'adeguamento sismico, all'efficienza energetica e alla funzionalità operativa delle strutture strategiche. Il progetto proposto, finanziato con fondi pubblici e inserito nel quadro delle politiche di potenziamento della Protezione Civile, prevede la realizzazione di un nuovo edificio concepito come presidio operativo moderno, sicuro ed efficiente.

La nuova struttura risponde alle specifiche esigenze operative della Protezione Civile comunale e sovracomunale, garantendo spazi adeguati per il coordinamento delle emergenze, il ricovero dei mezzi e delle attrezzature, la formazione dei volontari e il supporto alla popolazione in situazioni di crisi. L'intervento contribuisce al rafforzamento del sistema locale di protezione civile e rappresenta un investimento strategico per la sicurezza, la prevenzione dei rischi e la tutela della collettività.

La realizzazione di un'opera pubblica di questo tipo sul territorio del Comune di Montale genera benefici diffusi e strutturali, configurandosi come leva di sviluppo sociale, ambientale ed economico. In particolare, la presenza di una sede funzionale e riconoscibile per la Protezione Civile favorisce una maggiore efficienza nella gestione delle emergenze, rafforza il senso di sicurezza percepita dalla popolazione e promuove una cultura della prevenzione e della partecipazione civica, anche attraverso attività formative e di sensibilizzazione rivolte alla comunità.

Sulla base degli indicatori promossi da ISTAT nel Rapporto BES 2024, è possibile ricondurre gli output dell'intervento ai seguenti benefici attesi:

Benessere soggettivo della popolazione e degli operatori, misurato sulla base dei seguenti indicatori:

- Soddisfazione per la propria vita;
- Giudizio positivo sulle prospettive future;
- Giudizio negativo sulle prospettive future.

Paesaggio e patrimonio culturale:

- Insoddisfazione per il paesaggio del luogo di vita

Relazioni sociali della popolazione e degli operatori, misurati sulla base dei seguenti indicatori:

- Persone su cui contare;
- Partecipazione sociale;
- Partecipazione civica e politica
- Fiducia generalizzata;
- Attività di volontariato;

- Finanziamento delle associazioni.

Come impatto diretto connesso non solo all'utilizzo della struttura ma anche al processo di realizzazione e di funzionamento dell'opera, si prevedono benefici attesi in termini di:

Lavoro e conciliazione dei tempi di vita:

- Tasso di occupazione;
- Tasso di mancata partecipazione al lavoro;
- Tasso di infortuni sul lavoro mortali e con inabilità permanente.

Benessere economico:

- Reddito disponibile lordo pro capite;
- Bassa intensità di lavoro.

Ambiente e sostenibilità:

- Emissioni di CO<sub>2</sub> e. Altri gas clima alteranti;
- Qualità dell'aria;
- Preoccupazione per i cambiamenti climatici;
- Indice di durata dei periodi di caldo;
- Giorni con precipitazione estremamente intensa;
- Popolazione esposta al rischio di alluvioni;
- Dispersione da rete idrica comunale;
- Energia elettrica da fonti rinnovabili.

Tutti i benefici attesi sugli indicatori sopra citati sono impatti attesi nel breve periodo ma con durata sul lungo periodo. Per la loro quantificazione in termini di punti percentuali si suggerisce per le fasi esecutive di progettazione una indagine volta a misurare la situazione AS IS, pre-intervento, anche con interviste alla popolazione per mezzo di strumenti digitali quali forum online, e poi misurare la situazione TO BE sottoponendo le stesse domande una volta presentato il progetto che si intende realizzare. Gli stessi strumenti di monitoraggio potrebbero essere utilizzati per misurare l'impatto reale una volta completata l'opera.

## **b) Verifica dei contributi agli obiettivi ambientali**

La valutazione è finalizzata a verificare che l'intervento non arrechi un danno significativo ai seguenti sei obiettivi ambientali:

- mitigazione dei cambiamenti climatici, evitando emissioni significative di gas a effetto serra (GHG);
- adattamento ai cambiamenti climatici, limitando l'esposizione a rischi climatici attuali e futuri per persone, beni e attività;
- uso sostenibile e protezione delle risorse idriche e marine, garantendo il mantenimento del buono stato dei corpi idrici;
- transizione verso un'economia circolare, attraverso la prevenzione dei rifiuti e il loro riutilizzo e riciclo;
- prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'aria, dell'acqua e del suolo;
- protezione e ripristino della biodiversità e degli ecosistemi.

Il progetto di nuova costruzione dell'edificio destinato alla Protezione Civile del Comune di Montale rientra nella categoria degli interventi di edilizia pubblica strategica inquadrato come intervento di "Costruzione di nuovi edifici"- scheda 1 DNSH - e non contribuisce in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici, ma è tenuto a dimostrare il rispetto del principio di non arrecare danni significativi agli obiettivi ambientali.

La verifica ex-ante, condotta in fase di progettazione, è stata effettuata in coerenza con i contenuti della Scheda 1 – Costruzioni di nuovi edifici, applicabile a interventi di nuova edificazione, demolizione e ricostruzione e ampliamento di edifici esistenti, sia residenziali che non residenziali, nonché alle relative pertinenze e opere accessorie. Nei successivi livelli progettuali e in fase di esecuzione, l'Appaltatore verificherà le prescrizioni previste per le verifiche ex-post.

La Scheda 1 individua, inoltre, specifici principi guida per la progettazione dell'intervento, stabilendo che i nuovi edifici debbano essere progettati e realizzati con l'obiettivo di ridurre al minimo il consumo di energia e le emissioni di carbonio lungo l'intero ciclo di vita. In tal senso, l'edificio per la Protezione Civile non è destinato ad attività incompatibili con il principio DNSH, quali l'estrazione, lo stoccaggio o l'utilizzo di combustibili fossili, attività soggette al sistema ETS con elevate emissioni di gas serra, né attività connesse allo smaltimento o all'incenerimento dei rifiuti. Particolare attenzione è stata posta agli aspetti di adattamento ai cambiamenti climatici, alla gestione sostenibile delle risorse idriche, alla selezione dei materiali da costruzione e alla gestione dei rifiuti di cantiere, in considerazione del ruolo strategico della struttura anche in contesti emergenziali legati a eventi climatici estremi. In questo quadro, il rispetto dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) per l'affidamento dei servizi di progettazione e per l'esecuzione dei lavori di interventi edilizi, costituisce uno strumento fondamentale per garantire la conformità alla verifica dei contributi agli obiettivi ambientali.

Le principali criticità potenzialmente rilevabili nella realizzazione dell'intervento riguardano il contenimento delle emissioni climalteranti, la resilienza dell'edificio agli eventi meteorologici estremi, l'uso efficiente delle risorse idriche, la corretta gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione, la selezione di materiali privi di sostanze nocive e la corretta integrazione dell'opera nel contesto ambientale e territoriale di riferimento.

### **c) Stima della *Carbon Footprint* e contributo agli obiettivi climatici**

La maggior parte degli edifici costruiti ha un'impronta di carbonio positiva, dannosa per l'ambiente e inquinante. Per ridurre la *carbon footprint* si è quindi deciso di demolire l'edificio esistente e realizzare un edificio di tipo NZEB, Edificio a Energia Quasi Zero.

La *carbon footprint* (letteralmente, "impronta di carbonio") è un parametro che viene utilizzato per stimare le emissioni di gas serra causate da un prodotto, da un edificio, da un servizio, da un'organizzazione, da un evento, da un individuo.

Secondo le indicazioni del Protocollo di Kyoto, i gas serra che devono essere presi in considerazione sono:

- anidride carbonica (CO<sub>2</sub>); metano (CH<sub>4</sub>);
- ossido nitroso (N<sub>2</sub>O);
- idrofluorocarburi (HFC);

- perfluorocarburi (PFC);
- esafloruro di zolfo (SF6).

Utilizzando la metodologia LCA (*Life Cycle Assessment*), possiamo prevedere o altrimenti analizzare l'impatto ambientale di un bene o servizio, studiare come i processi di produzione possano essere migliorati per estendere la vita utile del prodotto – quindi inviarlo in discarica il più tardi possibile – o, ancora una volta, ridurre la quantità di materie prime per ottenere l'oggetto finito. A questo proposito, le possibilità sono:

- produzione di energia da fonti rinnovabili (vento, solare, biomassa, energia idroelettrica, geotermica, moto ondoso);
- studi relativi a edifici con energia netta (o quasi) zero (ZEB: Zero Energy Building o NZEB: edifici a energia quasi zero);
- materiali a cambiamento di fase, ZEB Zero Energy Building.

### **L'Edificio a energia quasi zero**

Gli edifici a energia quasi zero sono così chiamati perché il bilancio energetico netto tra i flussi di energia in entrata e in uscita è assimilabile a zero. Bilanciando a zero il livello di energia in entrata e in uscita dall'edificio, è possibile raggiungere il livello desiderato di qualità ambientale relativo a ventilazione, illuminazione, carichi interni, ecc.

Sebbene il calcestruzzo abbia un'energia incorporata iniziale significativa, la *Carbon Footprint* dell'opera viene valutata sull'intero ciclo di vita:

- Fase di Produzione: Si prevede l'uso di cementi miscelati (con aggiunte minerali o sottoprodotti) che riducono le emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto al clinker puro.
- Fase d'Uso (compensazione): La durabilità del cemento faccia a vista elimina le emissioni associate ai cicli di manutenzione e rifacimento facciate.
- Contributo agli obiettivi: L'autoproduzione energetica da fotovoltaico abbatte la *carbon footprint* operativa, allineando l'edificio agli obiettivi di decarbonizzazione al 2030/2050.

### **d) Valutazione del ciclo di vita (LCA) ed Economia Circolare**

L'LCA, *Life Cycle Assessment* (in italiano "valutazione del ciclo di vita") è un metodo che valuta l'insieme di interazioni che un prodotto o un servizio ha con l'ambiente, considerando il suo intero ciclo di vita che include le fasi di:

- pre-produzione (incluse le fasi di estrazione e produzione dei materiali);
- produzione;
- distribuzione;
- uso, riuso e manutenzione;
- riciclaggio;
- dismissione finale.

La procedura LCA è standardizzata a livello internazionale dalle norme ISO 14040 e 14044. L'analisi del ciclo di vita è un processo iterativo che comprende quattro fasi principali:

- definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione;
- analisi di inventario (LCI, *Life Cycle Inventory*);
- valutazione dell'impatto (LCIA, *Life Cycle Impact Assessment*);
- interpretazione.

Nel caso specifico delle costruzioni, l'analisi LCA può essere considerata uno strumento di progettazione di tipo ingegneristico, utile a fornire risposte quantitative alle seguenti problematiche:

- selezione dei materiali, nel rispetto della loro funzione d'opera
- scelta delle tecniche costruttive;
- individuazione delle soluzioni impiantistiche;
- gestione del fine vita dell'edificio.

L'applicazione della LCA già in fase di progettazione preliminare di un edificio può fornire informazioni oggettive di natura energetico ambientale al fine di supportare le successive fasi di progettazione esecutiva, consentendo in particolare, di imputare ad elementi e componenti strutturali impiantistici i corrispondenti impatti ambientali di ciclo di vita, fornendo dunque un valido contributo al processo decisionale. L'obiettivo di una tale analisi è quello di indirizzare le scelte progettuali mediante un approccio alla valutazione di sistema dei carichi energetico-ambientali dei materiali, delle tecniche costruttive e delle tipologie degli impianti di servizio che, a livello complessivo e non di singolo componente, corrispondano al minor consumo di risorse ed impatti ambientali. Grazie all'approccio dell'LCA, è possibile il confronto, già in fase preliminare, tra diverse soluzioni progettuali, mettendo in evidenza le prestazioni energetico-ambientali di ognuna di queste.

Una volta effettuate le scelte progettuali, è poi possibile misurarne l'efficacia, attraverso la riapplicazione iterativa della tecnica LCA, in modo da valutare l'efficacia delle eventuali proposte di cambiamento e/o miglioramento.

L'approccio LCA consente di valutare e quantificare per ogni progetto gli impatti ambientali di prodotti (intesi come beni o servizi) lungo il loro intero ciclo di vita e quindi dalla fase di estrazione delle materie prime necessarie per la produzione dei materiali e dell'energia per la produzione del bene fino alla fase del loro smaltimento finale.

Ne consegue che nella valutazione dell'impatto ambientale del progetto incide notevolmente:

- l'utilizzo di materiali provenienti da fonti rinnovabili (di origine vegetale o animale);
- il tasso di riutilizzo di materiali recuperati;
- l'impiego di materiali riciclati;
- la percentuale in peso dei materiali di origine locale impiegati nella costruzione dell'edificio, rispetto alla totalità dei materiali utilizzati.

La metodologia LCA, da molti anni applicata al settore delle costruzioni, costituisce infatti il metodo scientificamente riconosciuto di valutazione quantitativa dei danni ambientali dovuti ad un prodotto-edificio-servizio.

Essa consente di acquisire consapevolezza del danno ambientale in ognuna delle fasi che compongono il ciclo di vita di un prodotto (e quindi anche di un edificio): dalla produzione, trasporto, uso, riciclo, riuso fino alla dismissione.

### **Metodologia per la determinazione dei carichi e degli impatti ambientali**

L'analisi LCA avrà per oggetto la valutazione degli impatti ambientali relativi alla struttura di riferimento. L'edificio preso in considerazione è un'opera pubblica.

L'analisi farà riferimento ai dati climatici relativi alla località alle principali caratteristiche dell'edificio. Stimati i carichi ambientali ed i relativi danni sull'ambiente e sulla salute umana imputabili a questo

edificio, si definiranno poi alcune alternative costruttive con l'obiettivo di migliorare le caratteristiche di sostenibilità. Si individueranno, cioè, materiali e tecniche costruttive in grado di minimizzare gli impatti ambientali e accrescere il livello di sostenibilità della struttura di riferimento.

Si svilupperanno quindi differenti analisi LCA per la struttura edilizia, utilizzando di volta in volta i materiali e le tecniche costruttive individuate, per poterne confrontare le prestazioni ambientali, attraverso l'applicazione iterativa della tecnica LCA.

Lo scopo dello studio sarà, quindi, la quantificazione delle prestazioni ambientali di soluzioni progettuali alternative, nonché l'individuazione e lo sviluppo di tipologie edilizie efficaci per il contenimento delle emissioni in atmosfera e la riduzione dei danni sull'uomo e sull'ecosistema.

I principali obiettivi dello studio possono essere così sintetizzati:

- analisi ambientale del sistema edificio di riferimento;
- identificazione e quantificazione dei carichi ambientali prima, e degli impatti ambientali poi, a esso associati
- identificazione degli aspetti cruciali dal punto di vista ambientale di materiali e sistemi utilizzati, lungo l'intero ciclo di vita, e sviluppo di nuovi scenari progettuali alternativi, attraverso l'individuazione di materiali alternativi e di processi eco-sostenibili;
- individuazione dello scenario progettuale più sostenibile.

### **Definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione**

Il primo passo dell'analisi LCA è la definizione della funzione del sistema in esame e l'individuazione dell'unità funzionale.

La funzione di un sistema edilizio è fornire all'utente un determinato livello di comfort e di qualità della vita, rispettando requisiti di sicurezza, fruibilità ed igiene, secondo quanto previsto dalla norma UNI 82903. Una corretta progettazione deve, quindi, garantire una piacevole ed uniforme temperatura interna, un'ottima qualità dell'aria, un'umidità regolare e costante e al contempo garantire i requisiti di sicurezza strutturale, affidabilità e durabilità. Il benessere psicofisico e la salvaguardia della vita degli utenti si considereranno garantiti da opportune condizioni, ipotesi e scelte tecniche, sia su materiali e sistemi che su processi costruttivi relativi alla progettazione e alla realizzazione dell'edificio di volta in volta in esame.

L'unità funzionale, come già detto, deve essere coerente con scopi ed obiettivi dello studio e deve individuare in modo chiaro e misurabile il riferimento a cui tutti i dati di input e di output devono essere normalizzati.

Nel settore delle costruzioni, essa è definita in molti modi ( $m_2$  di superficie interna utile;  $m_3$  di volume interno utile, numero di occupanti; tonnellate di materiale usato; etc.). Considerato lo scopo del progetto, e quindi la necessità di confrontare soluzioni costruttive diverse per uno stesso edificio di riferimento, si ritiene opportuno definire l'unità funzionale come la superficie utile totale dell'edificio.

Per quanto riguarda i confini del sistema edificio, bisognerà tenere ovviamente in conto l'intero ciclo di vita, dall'estrazione delle materie prime alla fase di dismissione dell'edificio e di smaltimento dei residui. A tal fine l'edificio di riferimento potrà essere scomposto in due macrosistemi suddivisi in unità costitutive:

- Involucro edilizio: include tutte le componenti edilizie messe in opera per la realizzazione dell'involucro edilizio, divise a loro volta in componenti e sub-componenti. Nella prima categoria rientreranno gli elementi strutturali (piastra, setti, solaio e scale) e non strutturali (tamponature

divisorie e tramezzature), mentre nella seconda i materiali edili utilizzati per realizzare il componente dell'edificio a cui essi si riferiscono (calcestruzzo, acciaio, etc.).

- Impiantistica dell'edificio: indica le componenti impiantistiche dell'edificio, riconducibili agli impianti elettrici, termici ed idrico sanitari.

## VALUTAZIONE CARICHI AMBIENTALI E METODOLOGIA LCA, ANALISI ED INTERPRETAZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI

Per quantificare le emissioni nell'ambiente e le categorie di impatto ad esse associate si utilizzeranno metodi standardizzati che saranno opportunamente scelti sulla base di casi studio già implementati e noti in letteratura. Valutate le emissioni e i danni, seguirà la fase di interpretazione dei risultati. Saranno anche condotte analisi di sensibilità, analisi di incertezza e analisi contributive con l'obiettivo di verificare l'accuratezza dei dati e della metodologia scelta e la loro influenza sul risultato finale.

Tali procedure consentiranno non solo di calcolare il livello di incertezza dei dati utilizzati, ma anche di individuare quale elemento o processo produttivo incide maggiormente sulla valutazione ambientale.

### **e) Analisi del consumo complessivo di energia e fonti per il soddisfacimento del bisogno energetico**

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo edificio classificabile come NZEB.

Con l'acronimo NZEB si fa riferimento a edifici caratterizzati da un'elevata prestazione energetica che richiedono per il loro funzionamento un consumo energetico estremamente basso. Il loro fabbisogno è quindi coperto in maniera significativa da energia prodotta da fonti rinnovabili. Il fabbisogno per riscaldamento, raffrescamento e produzione di Acqua Calda Sanitaria per le docce e la cucina è soddisfatto interamente da fonti rinnovabili. Le pompe di calore elettriche ad alta efficienza alimentate dall'impianto fotovoltaico in copertura.

Le ampie vetrate degli uffici e della sala comune sono orientate per massimizzare il guadagno solare passivo. Il calcestruzzo a vista funge da massa termica, accumulando fresco notturno e rilasciandolo durante il giorno (sfasamento dell'onda termica), riducendo il carico sui condizionatori. Sono previsti sistemi di schermatura solare (frangisole).

### **f) Misure per ridurre la quantità di approvvigionamenti esterni e delle opzioni di modalità di trasporto più sostenibili**

La totalità del materiale previsto in progetto è materiale di uso comune nel settore edile e non si rilevano allo stato attuale difficoltà di reperimento dello stesso nella zona di realizzazione dell'intervento. Il tipo di materiale scelto ha le caratteristiche di massima durabilità e funzionalità nel lungo periodo tale da non comportare ingenti interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria durante gli anni di utilizzo della struttura.

Relativamente agli impatti derivanti dai trasporti correlati all'approvvigionamento dei materiali necessari alla realizzazione delle opere sarà utile attuare nei successivi livelli di progettazione il seguente processo di ottimizzazione delle forniture:

- Selezione e localizzazione dei fornitori sulla base del materiale previsto a progetto;
- Determinazione delle distanze dal fornitore scelto al cantiere;

- Individuazione di una idonea area di stoccaggio nei pressi del cantiere sia coperta che scoperta;
- Ottimizzazione del numero di viaggi e ottimizzazione delle tempistiche di approvvigionamento;
- Definizione di un piano di riuso/reimpiego e smaltimento degli sfridi e del materiale in eccesso in cantiere;
- Monitoraggio della tipologia di mezzi utilizzati e del numero di viaggi effettuati sia con mezzi propri che con mezzi di terzi;
- Favorire trasporti a pieno carico eventualmente restituendo materiale di scarto e sfridi ai fornitori, o lo spostamento di materiale verso altri cantieri.

Il tipo di materiale impiantistico scelto ha le caratteristiche di massima durabilità e funzionalità in particolare per quei componenti soggetti ad una maggiore usura. Inoltre, con un importante contributo di energia da fonti rinnovabili sono stati eliminati combustibili fossili da trasportare in loco. Tale metodologia di lavoro consentirà di tenere sotto controllo costi economici ed ambientali connessi al trasporto nel processo di approvvigionamento, dando la possibilità di sviluppare buone pratiche anche durante i lavori in modo tale da ridurre l'impatto ambientale dei trasporti di materiale in cantiere. Le terre da scavo prodotte per le fondazioni saranno, previa caratterizzazione ambientale, riutilizzate in sito per la modellazione delle aree verdi esterne, minimizzando il trasporto a discarica.

#### **g) Stima degli impatti socio-economici**

L'opera genera un alto Valore Pubblico:

- Riduzione divari territoriali: La sede è dimensionata per fungere da punto di riferimento anche per i comuni limitrofi. Questo garantisce che anche le aree marginali o i piccoli comuni vicini possano beneficiare di un coordinamento emergenziale efficiente, riducendo la disparità di sicurezza tra centro e periferia.
- Miglioramento della qualità della vita: Una Protezione Civile efficiente significa tempi di intervento ridotti in caso di calamità (alluvioni, terremoti), tutelando direttamente la vita e i beni dei cittadini.
- Inclusione Sociale: La sala formazione e la sala comune con cucina sono spazi flessibili che, in tempo di pace, favoriscono l'aggregazione del volontariato locale, promuovendo la coesione sociale.

#### **h) Misure a tutela del lavoro dignitoso**

Al fine di assicurare il rispetto del lavoro dignitoso, con la presente commessa, sarà garantito un giusto reddito a tutti i professionisti membri del gruppo di lavoro, secondo la qualifica nonché relativamente ai compiti che saranno chiamati a svolgere. Verrà garantita la trasparenza di ogni rapporto professionale che sarà instaurato attraverso la compilazione di tutta la documentazione idonea ad assicurarla.

In particolare:

- l'Appaltatore, e gli altri soggetti esecutori devono osservare tutte le norme e prescrizioni dei CCNL e di zona stipulati tra le parti sociali firmatarie di contratti collettivi nazionali comparativamente più rappresentative, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, sicurezza, salute, assicurazione, assistenza, contribuzione e retribuzione dei lavoratori. La disciplina contrattuale di

riferimento è rappresentata dal Contratto collettivo nazionale Edilizia del 2022 che è esso stesso espressione del perseguimento del rispetto del cosiddetto “lavoro dignitoso”. Le parti contrattuali hanno infatti previsto un aumento salariale per gli operai comuni, nuove misure per contrastare il sotto inquadramento e conseguente rafforzamento della qualificazione professionale, più investimenti sulla sicurezza;

- In caso di subappalto, l'Appaltatore applicherà prezzi congrui che garantiscano comunque il rispetto degli standard qualitativi e prestazionali;
- L'Appaltatore sarà solidamente responsabile con il subappaltatore nel caso di mancato rispetto da parte di quest'ultimo degli obblighi gravanti su di lui relativi alla sicurezza previsti dalla normativa vigente; Prima dell'inizio lavori, l'appaltatore e i subappaltatori sono tenuti a trasmettere, prima dell'inizio lavori, documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa edile, ove presente, assicurativi e antinfortunistici, nonché copia dei piani di sicurezza di cui al D. Lgs. 81/2008;
- Nei contratti sia di subappalto che di sub affidamento sarà specificato l'ammontare degli oneri della sicurezza posti a carico del sub affidatario con allegato le voci di prezzo consultate per determinare l'importo finale;
- Nelle fatture dei corrispettivi dei subappaltatori, l'appaltatore dovrà indicare l'eventuale somma corrisposta per oneri della sicurezza.

Non mancherà infatti una particolare attenzione al tema della sicurezza sul luogo del lavoro, riducendo al minimo l'esposizione al rischio degli stessi lavoratori attraverso la programmazione di misure idonee a soddisfare tale scopo. Inoltre, si provvederà a formare ed informare adeguatamente tutti gli operatori circa le tutele predisposte.

Con tali scelte operative si intende quindi assicurare la sostenibilità del progetto da un punto di vista sociale in linea con i bisogni espressi dalla società volti ad incentivare la stabilizzazione e la crescita economica.

#### **i) Sensoristica per l'uso di sistemi predittivi**

Con l'obiettivo di approfondire la conoscenza della struttura in oggetto e migliorarne le prestazioni, nei successivi livelli di progettazione si potrà prevedere di installare all'interno del fabbricato una rete di sensori che siano in grado di monitorarne l'efficienza e allo stesso tempo siano in grado di verificare che i parametri reali della struttura (in termini di efficienza energetica e efficienza strutturale) corrispondano a quelli di progetto. L'intero edificio potrà essere sottoposto a monitoraggio. I sistemi adottati permetteranno di analizzare i sistemi ambientale (temperatura, umidità, polveri, etc.), l'efficienza degli impianti e delle strutture. In questo modo sarà possibile verificare che le condizioni presenti nella struttura realizzata siano analoghi a quelli previsti da progetto. La sensoristica sarà installata anche in punti chiave della struttura in cemento armato. Questo permetterà, nel tempo, di monitorare la salute strutturale dell'edificio e di valutare in tempo reale l'agibilità post-sisma.

#### **j) Analisi di resilienza ai cambiamenti climatici**

Per la progettazione si sono tenuti in considerazione numerosi aspetti connessi ai potenziali cambiamenti climatici, in particolare la scelta effettuata delle soluzioni tecnologiche impiantistiche è

stata fatta nell'ottica di garantire il maggior comfort e la maggiore adattabilità della struttura a diverse temperature e condizioni ambientali.

Anche l'aspetto della sicurezza è stato considerato nei massimi dettagli tenendo conto dei rischi ambientali connessi al territorio dove sarà ubicata la struttura. Per le progettazioni di dettaglio successive si suggerisce un'analisi climatica e dei rischi ambientali di dettaglio al fine di ovviare anche con interventi comportamentali e di utilizzo della struttura eventuali rischi di sicurezza per gli utenti e il personale in servizio.