



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

ANALISI DELLA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE DI UN
EDIFICIO UNIFAMILIARE

ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL
SUSTAINABILITY OF A SINGLE-FAMILY BUILDING

Relatore: Chiar.mo
Di Perna Costanzo

Tesi di Laurea di:
Perrone Federico

A.A. 2019/2020

Indice

Premessa.....	5
Capitolo 1. Introduzione	6
1.1 Il Protocollo Itaca.....	6
1.2 Prassi di Riferimento	7
1.3 UNI/PdR 13 – Sezione 0: Inquadramento generale e principi metodologici	8
1.3.1 Livelli Gerarchici.....	8
1.3.2 Procedura di valutazione.....	10
1.4 UNI/PdR 13 Sezione 1: Edifici residenziali	23
1.4.1 Punteggio.....	23
1.4.2 Criteri	24
1.4.3 Applicazione schede criterio.....	27
Capitolo 2. Caso studio: edificio unifamiliare	28
2.1 Descrizione dell'edificio	28
2.1.1 Fabbricato.....	28
2.1.2 Impianti	33
2.2 Piante, Sezioni, Prospetti	37
2.2.1 Piante.....	37
2.2.2 Prospetti.....	40
2.2.3 Sezioni	42
2.3 Relazione e calcoli	43
2.3.1 Verifiche legge 10	43
2.3.2 Fabbisogni di energia utile	43
2.3.3 Energia primaria e quote rinnovabili	44
2.3.4 Impianti	45
2.3.5 Prestazione energetica globale	46

Capitolo 3. Software ITACA	49
3.1 Funzioni principali	49
3.2 Dati di Input.....	50
3.2.1 Dati generali.....	50
3.2.2 UNI 8290.....	51
3.2.3 Edificio	52
3.3 Criteri	53
Capitolo 4. Area di valutazione A: Qualità del Sito	55
4.1 A.1 Selezione del Sito	55
Capitolo 5. Area di valutazione B: Consumo di risorse	60
5.1 B.1 Energia primaria richiesta durante il ciclo di vita.....	60
5.2 B.3 Energia da fonti rinnovabili.....	64
5.3 B.4 Materiali eco-compatibili.....	67
5.4 B.5 Acqua potabile	72
5.5 B.6 Prestazioni dell'involucro.....	74
Capitolo 6. Area di valutazione C: Carichi Ambientali.....	83
6.1 C.1 Emissioni CO ₂ equivalente.....	83
6.2 C.3 Rifiuti solidi	85
6.3 C.4 Acque reflue	87
6.4 C.6 Impatto sull'ambiente circostante.....	89
Capitolo 7. Area di valutazione D: Qualità Ambientale	91
7.1 D.2 Ventilazione	91
7.2 D.3 Benessere termoisometrico.....	95
7.3 D.4 Benessere visivo.....	99
7.4 D.5 Benessere Acustico	103
7.5 D.6 Inquinamento elettromagnetico.....	106
Capitolo 8. Area di valutazione E: Qualità del Servizio	107

8.1	E.3 Controllabilità degli impianti	107
8.2	E.6 Mantenimento delle prestazioni in fase operativa.....	109
Capitolo 9. Punteggi.....		110
9.1	A - QUALITÀ DEL SITO	110
9.2	B – CONSUMO DI RISORSE.....	111
9.3	C – CARICHI AMBIENTALI.....	114
9.4	D – QUALITA' AMBIENTALE INDOOR.....	117
9.5	E – QUALITA' DEL SERVIZIO	120
9.6	PUNTEGGIO FINALE	122
9.7	ANALISI DEL PUNTEGGIO	125
Capitolo 10. Influenza dell'orientamento.....		126
10.1	Illuminazione naturale	127
10.2	Temperatura operativa	129
10.3	Ventilazione	131
10.4	Confronto categoria D	132
Capitolo 11. Conclusioni.....		135
Bibliografia		137

Premessa

In questi ultimi anni si è dato sempre più importanza all'edilizia sostenibile, ovvero ad un modo di costruire che impiega meno risorse naturali, produce un minore impatto sull'ambiente (nell'acqua, nel suolo e nell'aria) e garantisce un maggiore comfort abitativo rispetto all'edilizia convenzionale. Il seguente studio ha lo scopo di analizzare un edificio di nuova costruzione attraverso il Protocollo Itaca ovvero, uno strumento di valutazione del livello di sostenibilità energetica ed ambientale. Il Protocollo è stato adottato da numerose Regioni e amministrazioni comunali in diverse iniziative volte a promuovere e ad incentivare l'edilizia sostenibile attraverso: leggi regionali, regolamenti edilizi, gare d'appalto, piani urbanistici, ecc. Il Protocollo permette di verificare le prestazioni di un edificio in riferimento ai consumi dell'edificio stesso, all'efficienza energetica, all'impatto sull'ambiente e all'impatto salute dell'uomo. La finalità è quella di favorire la realizzazione di edifici sempre più innovativi, a energia zero, a ridotti consumi di acqua, nonché materiali che nella loro produzione comportino bassi consumi energetici e nello stesso tempo garantiscano un elevato comfort.

Capitolo 1. Introduzione

1.1 Il Protocollo Itaca

Il Protocollo ITACA è uno tra i più diffusi strumenti di valutazione del livello di sostenibilità energetica e ambientale degli edifici. Il Protocollo permette di verificare le prestazioni di un edificio in riferimento non solo ai consumi e all'efficienza energetica, ma prendendo anche in considerazione il suo impatto sull'ambiente e sulla salute dell'uomo. Questo approccio favorisce la realizzazione di edifici sempre più innovativi, a energia zero, a ridotti consumi di acqua, ma soprattutto l'utilizzo di materiali che nella loro produzione comportino bassi consumi energetici e nello stesso tempo garantiscano un elevato comfort. Il Protocollo garantisce inoltre l'oggettività della valutazione attraverso l'impiego di indicatori e metodi di verifica conformi alle norme tecniche e leggi nazionali di riferimento. Il Protocollo ha diverse finalità in relazione al suo differente uso: è uno strumento a supporto della progettazione per i professionisti, di controllo e indirizzo per la pubblica amministrazione, di supporto alla scelta per il consumatore, di valorizzazione di un investimento per gli operatori finanziari.

Il Protocollo, è stato realizzato da ITACA (Istituto per l'innovazione e trasparenza degli appalti e la compatibilità ambientale), attivando un gruppo di lavoro interregionale in materia di edilizia sostenibile con lo scopo di sviluppare strumenti a supporto delle politiche regionali a favore delle costruzioni a elevata qualità energetico-ambientale. Uno dei primi obiettivi del gruppo di lavoro fu lo sviluppo di un sistema di valutazione a punteggio per gli edifici, fondamentale per consentire di stabilire obiettivi oggettivi e misurabili nelle iniziative pubbliche di incentivazione della sostenibilità delle costruzioni. ITACA ha adottato, quale base per lo studio del sistema di valutazione, lo strumento internazionale SBTool, strumento fondato sul principio della condivisione di criteri e metriche tra nazioni e regioni e contemporaneamente pienamente contestualizzabile all'ambito geografico di applicazione in modo da rifletterne priorità e caratteristiche.

1.2 Prassi di Riferimento

Nell'ambito della collaborazione tra ITACA e UNI, al fine di evolvere i diversi protocolli a norme tecniche nazionali di riferimento, è stata realizzata la Prassi di Riferimento UNI/PdR 13:2015, che ha sostituito il Protocollo ITACA relativo agli edifici residenziali dovuto alla necessità di adeguare lo strumento ai nuovi decreti sulla certificazione energetica:

- decreto requisiti minimi (D.M. 26 giugno 2015)
- decreto linee guida APE (D.M. 26 giugno 2015)

I due decreti hanno modificato profondamente le procedure per la certificazione energetica tra le altre cose è previsto il confronto con l'edificio di riferimento e sono stati modificati i parametri energetici da misurare.

L'aggiornamento della precedente UNI/PdR 13:2015 alla nuova UNI/PdR 13:2019 ha portato alla modifica di alcuni criteri ed alla cancellazione di altri, inoltre il nuovo UNI/PdR presenta alcuni criteri specifici dedicati agli edifici residenziali.

La Prassi di riferimento è articolata nelle seguenti sezioni:

- UNI/PdR 13.0 Inquadramento generale e principi metodologici
- UNI/PdR 13.1 Edifici residenziali
- UNI/PdR 13.2 Edifici non residenziali

1.3 UNI/PdR 13 – Sezione 0: Inquadramento generale e principi metodologici

La UNI/PdR 13:2019 Sezione 0 illustra l'inquadramento generale e i principi metodologici e procedurali che sottendono al sistema di analisi multicriteria per la valutazione della sostenibilità ambientale degli edifici, ai fini della loro classificazione attraverso l'attribuzione di un punteggio di prestazione.

1.3.1 Livelli Gerarchici

La prassi di riferimento adotta un sistema di analisi multicriteria per la valutazione della sostenibilità ambientale, strutturato secondo i tre livelli gerarchici:

- **Aree di valutazione:** tematismi di carattere generale riferiti alla sostenibilità ambientale in cui vengono individuati i principali obiettivi da raggiungere e le strategie da attuare.
- **Categorie:** gruppi di sottotematici omogenei come, ad esempio, energia, acqua, materiali, benessere termoigrometrico.
- **Criteri:** Regola per valutare se un edificio possiede o no certi requisiti al fine di stabilire, attraverso un certo numero di operazioni e/o verifiche, se una determinata proprietà o relazione sia soddisfatta o meno.

Le aree rappresentano macro-temi che si ritengono significativi ai fini della valutazione della sostenibilità ambientale di un edificio. Il presente documento considera 5 aree di valutazione, di seguito elencate:

- Area A. Qualità del sito
- Area B. Consumo di risorse
- Area C. Carichi ambientali
- Area D. Qualità ambientale indoor
- Area E. Qualità del servizio

Ogni area comprende più categorie (in numero variabile a seconda dell'area considerata), ciascuna delle quali tratta un particolare aspetto della tematica di appartenenza. Le categorie sono, a loro volta, suddivise in criteri, ognuno dei quali approfondisce un particolare aspetto della categoria di appartenenza. I criteri rappresentano le voci di valutazione del metodo e vengono usati per caratterizzare le performance dell'edificio all'inizio del processo valutativo. La prassi di riferimento assegna ad aree di valutazione, categorie e criteri una codifica, il codice delle aree è una lettera da A - E. Il codice delle categorie è formato dalla lettera dell'area di

appartenenza più un numero progressivo (per esempio B.1). Il codice dei criteri è formato dal codice della categoria a cui appartengono più un numero progressivo (per esempio B.1.1). Il codice di un'area, categoria o criterio è assegnato in riferimento alla masterlist del SBTool internazionale. Per questa ragione è possibile che non ci sia una consecutività numerica tra i codici delle categorie di una determinata area e dei criteri di una determinata categoria. Ogni criterio è associato a una o più grandezze fisiche che permettano di quantificare la performance dell'edificio in relazione al criterio considerato attraverso l'attribuzione di un valore numerico. Tali grandezze prendono il nome di indicatori.

The image shows a screenshot of the SBTool interface with several callout boxes highlighting specific elements:

- TIPOLOGIA DI INTERVENTO:** Points to the top right corner of the card, indicating 'NUOVA COSTRUZIONE' and 'RISTRUTTURAZIONE'.
- CODIFICA CRITERIO:** Points to the code 'C.3.2' in the top right corner.
- NOME CRITERIO:** Points to the main title 'Rifiuti solidi prodotti in fase operativa'.
- AREA DI VALUTAZIONE:** Points to the 'AREA DI VALUTAZIONE' field in the table below, which is 'C. Carichi ambientali'.

AREA DI VALUTAZIONE	CATEGORIA	
C. Carichi ambientali	C.3 Rifiuti solidi	
ESIGENZA	PESO DEL CRITERIO	
Favorire la raccolta differenziata	nella categoria nel sistema	
INDICATORE DI PRESTAZIONE	UNITA' DI MISURA	
Rapporto tra il numero di tipologie di rifiuto per le quali è presente un'area adibita alla raccolta differenziata entro 50 metri dall'ingresso dell'edificio rispetto alle cinque tipologie di rifiuto di riferimento.	-	
SCALA DI PRESTAZIONE		
	%	PUNTI
NEGATIVO	<0,5	-1
SUFFICIENTE	0,5	0
BUONO	0,8	3
OTTIMO	1	5

Fig. 1 – Esempio scheda criterio

1.3.2 Procedura di valutazione

Partendo da un set di voci di valutazione di base, ossia i criteri, la prassi di riferimento permette di calcolare un punteggio di prestazione finale, indicativo del livello di sostenibilità dell'edificio. Il processo di valutazione consente di formulare un giudizio sintetico sulla performance globale di un edificio, assegnando un punteggio finale. Quest'ultimo riassume le performance dell'edificio in relazione a ciascun criterio e viene calcolato a partire dal valore degli indicatori. Il punteggio di prestazione finale deve essere calcolato attraverso una procedura di valutazione che si articola nelle fasi seguenti:

- 1) caratterizzazione: le prestazioni dell'edificio per ciascun criterio vengono quantificate attraverso opportuni indicatori;
- 2) normalizzazione: il valore di ciascun indicatore viene reso adimensionale e viene "riscalato" in un intervallo di normalizzazione;
- 3) aggregazione: i punteggi normalizzati sono combinati insieme per produrre il punteggio finale.

1) Fase di caratterizzazione

La fase di caratterizzazione prevede che le performance dell'edificio siano caratterizzate per ciascun criterio attraverso l'attribuzione di un valore numerico per ciascun indicatore (solo per gli indicatori che rappresentano grandezze fisiche), oppure attraverso la comparazione con uno o più scenari di riferimento definiti all'interno del corrispondente indicatore (solo per criteri di natura qualitativa). I metodi di calcolo degli indicatori sono basati principalmente sulle norme tecniche nazionali e internazionali. L'output della fase di caratterizzazione è costituito da un set di dati numerici (cioè i valori degli indicatori), che quantificano – in termini assoluti – le performance dell'edificio per ciascun criterio. I criteri da utilizzare in fase di caratterizzazione per la valutazione di un edificio di nuova costruzione o di una riqualificazione sono parzialmente differenti.

2) Fase Di Normalizzazione

Il valore associato a ogni indicatore è caratterizzato da unità di misura differenti e da un ordine di grandezza variabile a seconda del criterio considerato. Talvolta, gli indicatori sono associati a criteri di natura qualitativa e, quindi, il loro valore numerico non è associato ad alcuna unità di misura, poiché tali indicatori non rappresentano alcuna grandezza fisica. La fase di normalizzazione prevede che i dati siano resi adimensionali e normalizzati prima della successiva fase di aggregazione. Il metodo di normalizzazione adottato nella prassi di riferimento soddisfa due requisiti:

- i valori di tutti gli indicatori sono resi adimensionali e normalizzati nell'intervallo $[-1, 5]$, detto intervallo di normalizzazione;
- prestazioni migliori sono associate a punteggi normalizzati maggiori.

I punteggi normalizzati vengono calcolati a partire dal valore degli indicatori attraverso opportune funzioni, dette funzioni di normalizzazione. Queste modificano il valore dell'indicatore e forniscono in output un punteggio normalizzato che soddisfa i precedenti requisiti. L'output della fase di normalizzazione è rappresentato da un set di punteggi variabili tra -1 e +5, ognuno associato a un criterio. La funzione di normalizzazione è definita in modo differente a seconda della tipologia di criteri.

Sono possibili 3 tipologie di criteri:

2.1) Criteri Di Tipo H.I.B. (Higher is Better)

Per i criteri di questa categoria un maggior valore dell'indicatore è indice di una migliore performance. Le funzioni di normalizzazione per criteri di tipo H.I.B. sono funzioni crescenti 'lineari a tratti' (vedere Fig. 2). Ovvero la funzione di normalizzazione:

- restituisce un punteggio normalizzato pari a -1, se il valore dell'indicatore è inferiore alla soglia definita per il punteggio zero;
- restituisce un punteggio normalizzato pari a 5, se il valore dell'indicatore è superiore o uguale alla soglia definita per il punteggio 5;
- negli altri casi il valore dell'indicatore viene normalizzato in modo lineare, attraverso interpolazione. Si otterrà un punteggio variabile tra zero e 5, con un decimale.

La funzione di normalizzazione per un criterio di tipo H.I.B. dipende da due parametri: le soglie assegnate al punteggio zero e al punteggio 5 che in genere variano da criterio a criterio. Tali parametri sono detti benchmark poiché definiscono il valore dell'indicatore associato alla prestazione standard e a quella eccezionale (rispettivamente).

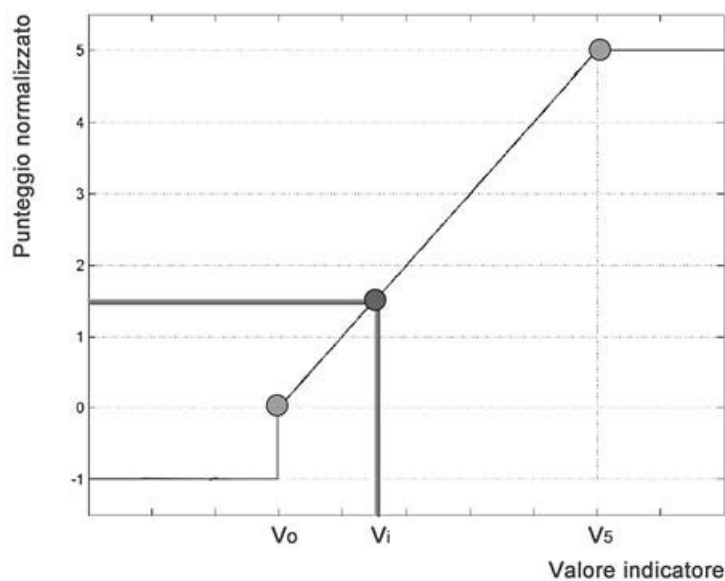


Fig. 2 – Funzione di normalizzazione H.I.B.

V_0 = valore indicatore per benchmark zero

V_5 = valore indicatore per benchmark cinque

V_i = valore indicatore

2.2) Criteri Di Tipo L.I.B. (Lower is Better)

Per i criteri di questa categoria un minor valore dell'indicatore è indicativo di una migliore performance. Anche le funzioni di normalizzazione per criteri di tipo L.I.B. sono del tipo “lineare a tratti”, ma decrescenti (vedere Fig. 3). La funzione di normalizzazione:

- restituisce un punteggio normalizzato pari a 5, se il valore dell'indicatore è inferiore o uguale alla soglia definita per il punteggio 5;
- restituisce un punteggio normalizzato pari a -1, se il valore dell'indicatore è superiore alla soglia per il punteggio zero;
- negli altri casi il valore dell'indicatore viene normalizzato in modo lineare, attraverso interpolazione. Si otterrà un punteggio variabile tra zero e 5, con un decimale.

Anche la funzione di normalizzazione per un criterio di tipo L.I.B. dipende da due parametri: la soglia associata alla performance migliore e quella soglia associata al punteggio normalizzato minimo. Queste soglie rappresentano i benchmark per la migliore e peggiore prestazione.

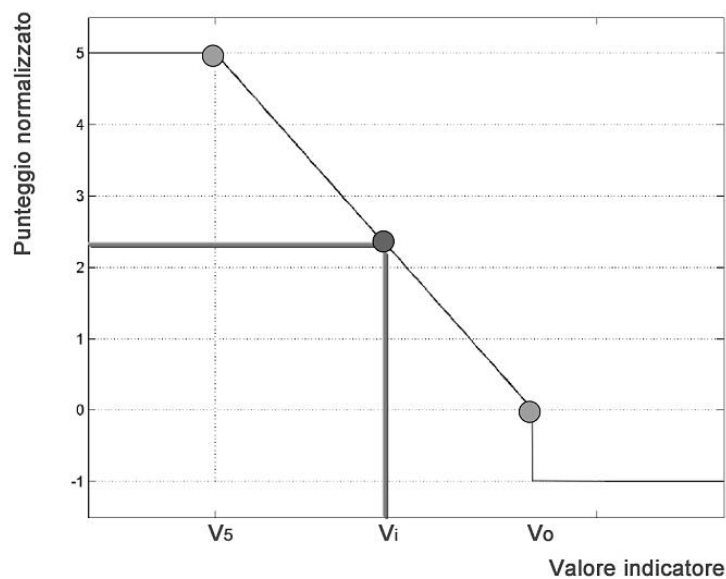


Fig. 3 – Funzione di normalizzazione L.I.B.

V_0 = valore indicatore per benchmark zero

V_5 = valore indicatore per benchmark cinque

V_i = valore indicatore

2.3) Criteri Di Tipo Qualitativo

Per i criteri di questa tipologia il punteggio normalizzato assume solo valori discreti nell'intervallo di normalizzazione, ciascuno corrispondente ad un particolare scenario definito dal corrispondente indicatore (vedere Fig. 4).

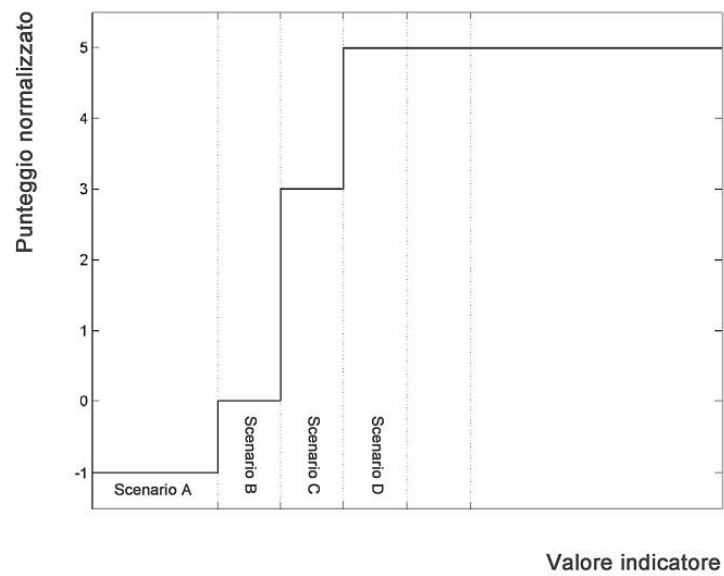


Fig. 4 – Funzione di normalizzazione Qualitativa

V_0 = valore indicatore per benchmark zero

V_5 = valore indicatore per benchmark cinque

V_i = valore indicatore

3) Fase Di Aggregazione

La fase di aggregazione prevede che i punteggi normalizzati siano aggregati per calcolare il punteggio di prestazione finale. Una volta terminata la fase di normalizzazione si dispone di un nuovo set di dati, ovvero i punteggi associati ad ogni indicatore adimensionali e normalizzati nell'intervallo $[-1, 5]$. I punteggi normalizzati devono essere, quindi, aggregati al fine di produrre il punteggio finale. La fase di aggregazione avviene in fasi successive, di seguito elencate:

- aggregazione dei criteri: i punteggi relativi ai criteri inclusi in una stessa categoria devono essere aggregati per produrre un punteggio unico per ciascuna categoria;
- aggregazione delle categorie: i punteggi di ciascuna categoria (calcolati nel livello precedente) devono essere aggregati per produrre un punteggio unico per ciascuna delle aree B, C, D, E;
- aggregazione per definire i punteggi "Qualità edificio" e "Qualità della localizzazione": i punteggi delle aree B, C, D, E e della categoria A.3 (calcolati nei livelli precedenti) devono essere aggregati per produrre il punteggio "Qualità dell'edificio". Il punteggio della categoria A.1 corrisponde al punteggio "Qualità della localizzazione";
- aggregazione finale: i punteggi relativi alla "Qualità dell'edificio" e alla "Qualità della localizzazione" devono essere aggregati per produrre il punteggio finale indicativo della performance globale dell'edificio.

Si consideri:

- X_i , la i -esima area. Il documento considera 5 aree di valutazione per cui $i = 1, 5$;
- $C_{i,j}$, la j -esima categoria dell'area $X_{i,j} = 1, \dots, N_c^{(i)}$, dove $N_c^{(i)}$ è il numero di categorie incluse nella i -esima area;
- $c_{i,j,k}$, il k -esimo criterio della j -esima categoria nella i -esima area, $k = 1, \dots, N_c^{(i,j)}$, dove $N_c^{(i,j)}$ indica il numero di criteri inclusi nella categoria $C_{i,j}$.

3.1) Aggregazione Dei Criteri

L'obiettivo dell'aggregazione per criteri consiste nella determinazione di un punteggio unico per ogni categoria. Tale punteggio fornisce un'indicazione della performance dell'edificio in relazione a ciascuna categoria. I punteggi dei criteri inclusi in una medesima categoria vengono combinati linearmente attraverso opportuni coefficienti, detti pesi. I pesi quantificano in termini di percentuale il peso di ogni criterio rispetto agli altri inclusi nella stessa categoria.

Si consideri:

- $\omega_{i,j,k}$: il peso del criterio $c_{i,j,k}$ incluso nella categoria $C_{i,j}$;
- $s_{i,j,k}$: il punteggio del criterio $c_{i,j,k}$ incluso nella categoria $C_{i,j}$;
- $S_{i,j}$: il punteggio ottenuto dall'aggregazione dei dati all'interno della categoria $C_{i,j}$.

Il punteggio associato al j-esima categoria della i-esima area viene calcolato come:

$$S_{i,j,k} = \sum_{k=1}^{N_c^{(i,j)}} \omega_{i,j,k} S_{i,j,k}$$

3.2) Aggregazione Delle Categorie

I punteggi ottenuti per ciascuna categoria sono ulteriormente aggregati per produrre un punteggio unico per ciascuna Area di valutazione B, C, D, E. L'aggregazione per categorie viene eseguita in modo analogo all'aggregazione per criteri, ovvero il punteggio finale per ciascuna area viene calcolato come combinazione lineare dei punteggi delle categorie incluse in quell'area.

Si consideri:

- $w_{i,j}$: il peso di ogni categoria inclusa nell'area X_i ;
- $S_{i,j}$: il punteggio di ogni categoria inclusa nell'area X_i ;
- S_i : il punteggio ottenuto dall'aggregazione dei dati all'interno dell'area X_i .

$$S_i = \sum_{j=1}^{N_c^{(i)}} \omega_{i,j} S_{i,j}$$

3.3) Aggregazione per definire i punteggi “qualità edificio” e “qualità della localizzazione”

I punteggi delle aree B, C, D, E e della categoria A.3 definiti nei passaggi precedenti vengono aggregati per produrre il punteggio “Qualità dell’edificio” (S_{QE}). Nel seguito indicheremo con i simboli:

S_{A3} : il punteggio della categoria A3;

- S_B : il punteggio dell’area B;
- S_C : il punteggio dell’area C;
- S_D : il punteggio dell’area D;
- S_E : il punteggio dell’area E;
- S_{QE} : il punteggio “Qualità dell’edificio”.

$$S_{QE} = 0,05 S_{A3} + 0,45 S_B + 0,2 S_C + 0,2 S_D + 0,1 S_E$$

Il punteggio “Qualità della localizzazione” (S_{QL}) corrisponde al punteggio della categoria A.1.

3.4) Aggregazione Per Definire Il Punteggio Finale Dell’edificio

I punteggi “Qualità dell’Edificio” e “Qualità della localizzazione” calcolati nel passaggio precedente devono essere infine aggregati per produrre il punteggio finale.

Nel seguito indicheremo con i simboli:

- S_{QE} : il punteggio “Qualità dell’edificio”;
- S_{QL} : il punteggio “Qualità della localizzazione”;
- S : il punteggio finale globale dell’edificio.

$$S = 0,1 S_{QL} + 0,9 S_{QE}$$

3.5) Attribuzione Dei Pesi A Criteri E Categorie

Relativamente alla fase di aggregazione dei criteri (vedi paragrafo 5.3.3.1), il peso di questi ultimi viene definito in base da tre valori, ovvero:

- durata (D_k): misura la durata nel tempo dell'effetto correlato al criterio. D_k ha valore 1 se la durata è minore di 10 anni, 2 è maggiore di 10 anni, 3 se è maggiore di 50 anni;
- estensione (E_k): misura l'estensione geografica dell'effetto correlato al criterio. E_k ha valore 1 se l'estensione è a livello di sito o edificio, 2 se è a livello di quartiere o città, 3 se è a livello regionale o globale;
- intensità (I_k): misura la magnitudo dell'effetto correlato al criterio. I_k ha valore 1 se l'intensità è debole, 2 se è moderata o indiretta, 3 se è elevata o diretta.

In base alla durata (D_k), estensione (E_k) e intensità dell'effetto correlato a un criterio, è possibile determinare il suo livello di impatto (P_k) come:

$$P_k = D_k \times E_k \times I_k$$

Il peso di un criterio nell'ambito della sua categoria (Sez. 5.3.3.1) deve essere calcolato secondo la seguente formula:

$$\omega_{i,j,k} = \frac{P_k}{\sum_{k=1}^{N_c^{(i,j)}} P_k}$$

Dove:

$\omega_{i,j,k}$: peso del criterio $c_{i,j,k}$ incluso nella categoria $C_{i,j}$

P_k = livello impatto ambientale del criterio $c_{i,j,k}$ incluso nella categoria $C_{i,j}$

Area A		
Codice criterio	Nome criterio	Livello di Impatto Pk
A.1.5	Riutilizzo del territorio	18
A.1.6	Accessibilità al trasporto pubblico	12
A.1.8	Mix funzionale dell'area	4
A.1.10	Adiacenza a infrastrutture	6
A.3.3	Aree esterne di uso comune attrezzate	4
A.3.4	Supporto all'uso di biciclette	4
A.3.7	Uso di specie arboree locali	4
A.3.10	Supporto alla mobilità green	6

Tab. 1 – Livello impatto criteri Area A

Area B		
Codice criterio	Nome criterio	Livello di Impatto Pk
B.1.2	Energia primaria non rinnovabile	27
B.1.3	Energia primaria totale	27
B.3.2	Energia rinnovabile per usi termici	18
B.3.3	Energia prodotta nel sito per usi elettrici	18
B.4.1	Riutilizzo delle strutture esistenti	12
B.4.6	Materiali riciclati/recuperati	27
B.4.7	Materiali da fonti rinnovabili	12
B.4.8	Materiali locali	12
B.4.10	Materiali disassemblabili	18
B.4.11	Materiali certificati	12
B.5.1	Acqua potabile per irrigazione	18
B.5.2	Acqua potabile per usi indoor	18
B.6.1	Energia termica utile per il riscaldamento	27
B.6.2	Energia termica utile per il raffrescamento	27
B.6.3	Coefficiente medio globale di scambio termico	18
B.6.4	Controllo della radiazione solare	18

Tab. 2 - Livello impatto criteri Area B

Area C		
Codice criterio	Nome criterio	Livello di Impatto Pk
C.1.2	Emissioni previste in fase operativa	27
C.3.2	Rifiuti solidi prodotti in fase operativa	12
C.3.3	Riuso delle terre	8
C.4.1	Acque grigie inviate in fognatura	8
C.4.3	Permeabilità del suolo	8
C.6.8	Effetto isola di calore	12

Tab. 3 - Livello impatto criteri Area C

Area D		
Codice criterio	Nome criterio	Livello di Impatto Pk
D.2.1	Efficacia della ventilazione naturale	9
D.2.2	Qualità dell'aria e ventilazione meccanica	9
D.2.6	Radon	6
D.3.1	Comfort termico estivo in ambienti climatizzati	6
D.3.2	Temperatura operativa nel periodo estivo	6
D.3.3	Comfort termico invernale in ambienti climatizzati	6
D.4.1	Illuminazione naturale	9
D.5.5	Tempo di riverberazione	9
D.5.6	Qualità acustica dell'edificio	9
D.6.1	Campi magnetici a frequenza industriale (50 Hertz)	6

Tab. 4 - Livello impatto criteri Area D

Area E		
Codice criterio	Nome criterio	Livello di Impatto Pk
E.2.1	Dotazione di spazi funzionali	6
E.3.5	B.A.C.S.	6
E.3.6	Monitoraggio dei consumi	6
E.6.5	Disponibilità della documentazione tecnica degli edifici	3
E.6.6	Disponibilità della documentazione tecnica degli edifici- B.I.M.	3
E.7.1	Design for all	6

Tab. 5 - Livello impatto criteri Area E

Il peso di una categoria nella fase di aggregazione (Sez. 5.3.3.2) dipende dal suo livello di priorità (L_j). Quest'ultimo rappresenta l'importanza assegnata al tema trattato dalla categoria. Il valore di L_j può variare da 1 (poco importante) a 5 (estremamente importante).

Il peso di una categoria nell'ambito della sua area di valutazione deve essere calcolato secondo la seguente formula:

$$w_{i,j} = \frac{L_j}{\sum_{j=1}^{N_c^{(i)}} L_j}$$

Dove:

$w_{i,j}$: peso della categoria $C_{j,k}$ inclusa nell'area A_i

L_j = livello di priorità della categoria $C_{j,k}$ inclusa nell'area A_i .

Area B		
Codice categoria	Nome categoria	Livello di priorità L_j
B.1	Energia primaria non rinnovabile richiesta durante il ciclo di vita	5
B.3	Energia da fonti rinnovabili	2
B.4	Materiali eco-compatibili	4
B.5	Acqua potabile	3
B.6	Prestazioni dell'involucro	3

Tab. 6 - Livello priorità categorie Area B

Area C		
Codice categoria	Nome categoria	Livello di priorità Lj
C.1	Emissioni di CO ₂ equivalente	4
C.3	Rifiuti solidi	2
C.4	Acque reflue	5
C.6	Impatto sull'ambiente circostante	3

Tab. 7 - Livello priorità categorie Area C

Area D		
Codice categoria	Nome categoria	Livello di priorità Lj
D.2	Ventilazione	4
D.3	Benessere termoigrometrico	5
D.4	Benessere visivo	4
D.5	Benessere acustico	5
D.6	Inquinamento elettromagnetico	2

Tab. 8 - Livello priorità categorie Area D

Area E		
Codice categoria	Nome categoria	Livello di priorità Lj
E.2	Funzionalità ed efficienza	3
E.3	Controllabilità degli impianti	3
E.6	Mantenimento delle prestazioni in fase operativa	5
E.7	Aspetti sociali	4

Tab. 9 - Livello priorità categorie Area E

1.4 UNI/PdR 13 Sezione 1: Edifici residenziali

La UNI/PdR 13:2019 Sezione 1 specifica i criteri sui quali si fonda il sistema di analisi multicriteria per la valutazione della sostenibilità ambientale degli edifici residenziali, ai fini della loro classificazione attraverso l'attribuzione di un punteggio di prestazione.

Oggetto della valutazione è un singolo edificio e la sua area esterna di pertinenza. Si applica sia a edifici di nuova costruzione sia a edifici oggetto di ristrutturazione importante che coinvolgano non la singola unità immobiliare, ma l'intero edificio. Ai fini della prassi di riferimento, un edificio oggetto di un intervento di demolizione e ricostruzione è considerato nuova costruzione. In caso di ampliamento che comporti un nuovo volume lordo climatizzato maggiore del 15% dell'esistente o di 500 m³ si applica all'intero edificio inteso come ristrutturazione. La prassi di riferimento si applica esclusivamente a progetti di livello esecutivo. Livelli di progettazione inferiori non consentono la verifica degli indicatori dei criteri di valutazione. La prassi di riferimento si applica a edifici con una unica destinazione d'uso o con molteplici destinazioni d'uso. La prassi di riferimento si applica esclusivamente a progetti di livello esecutivo.

1.4.1 Punteggio

I criteri di valutazione per il calcolo del punteggio di prestazione di edifici residenziali sono organizzati in "schede criterio" e sono raggruppati per categoria di riferimento. Il risultato dell'attività condotta per il calcolo del punteggio di prestazione è la "relazione di valutazione", effettuata su un singolo edificio e la sua area esterna di pertinenza, contenente gli esiti della valutazione rispetto all'insieme dei criteri presi in considerazione.

I principi su cui si basa lo strumento sono:

- l'individuazione di criteri, ossia i temi ambientali che permettono di misurare le varie prestazioni ambientali dell'edificio posto in esame;
- la definizione di prestazioni di riferimento (benchmark) con cui confrontare quelle dell'edificio ai fini dell'attribuzione di un punteggio corrispondente al rapporto della prestazione con il benchmark;
- la pesatura dei criteri che ne determinano la maggiore e minore importanza;

- il punteggio finale sintetico che definisce il grado di miglioramento dell'insieme delle prestazioni rispetto al livello standard.

Oltre ai tre livelli gerarchici primari prima descritti (nome e codice criterio, area di valutazione, categoria di appartenenza), ogni "scheda criterio" include anche le seguenti voci:

- esigenza: esprime l'obiettivo di qualità che si intende perseguire;
- indicatore di prestazione: permette di quantificare la prestazione dell'edificio in relazione a ciascun criterio;
- unità di misura: riferita all'indicatore di prestazione se di natura quantitativa;
- scala di prestazione: da utilizzarsi come riferimento per la fase di normalizzazione dell'indicatore nell'intervallo da -1 a +5;
- metodo e strumenti di verifica: da utilizzare per caratterizzare il valore dell'indicatore;
- peso del criterio: grado d'importanza che viene assegnato al criterio, rispetto all'intero strumento di valutazione.

1.4.2 Criteri

I criteri di valutazione per il calcolo del punteggio di prestazione di edifici residenziali, definiti sulla base dell'inquadramento generale e dei principi metodologici descritti nella UNI/PdR 13.0:2015, sono stati organizzati in "schede criterio":

A.1 Selezione del sito

- A.1.5 Riutilizzo del territorio
- A.1.6 Accessibilità al trasporto pubblico
- A.1.8 Mix funzionale dell'area
- A.1.10 Adiacenza a infrastrutture

A.3 Progettazione dell'area

- A.3.3 Aree esterne di uso comune attrezzate
- A.3.4 Supporto all'uso di biciclette
- A.3.10 Supporto alla mobilità green

B.1 Energia primaria richiesta durante il ciclo di vita

- B.1.2 Energia primaria non rinnovabile
- B.1.3 Energia primaria totale

B.3 Energia da fonti rinnovabili

- B.3.2 Energia rinnovabile per usi termici
- B.3.3 Energia prodotta nel sito per usi elettrici

B.4 Materiali eco-compatibili

- B.4.1 Riutilizzo delle strutture esistenti
- B.4.6 Materiali riciclati/recuperati
- B.4.7 Materiali da fonti rinnovabili
- B.4.8 Materiali locali
- B.4.10 Materiali disassemblabili
- B.4.11 Materiali certificati

B.5 Acqua potabile

- B.5.1 Acqua potabile per irrigazione
- B.5.2 Acqua potabile per usi indoor

B.6 Prestazioni dell'involucro

- B.6.1 Energia termica utile per il riscaldamento
- B.6.2 Energia termica utile per il raffrescamento
- B.6.3 Coefficiente medio globale di scambio termico
- B.6.4 Controllo della radiazione solare

C.1 Emissioni di CO2 equivalente

- C.1.2 Emissioni previste in fase operativa

C.3 Rifiuti solidi

- C.3.2 Rifiuti solidi prodotti in fase operativa
- C.3.3 Riutilizzo delle terre

C.4 Acque reflue

- C.4.1 Acque grigie inviate in fognatura
- C.4.3 Permeabilità del suolo

C.6 Impatto sull'ambiente circostante

- C.6.8 Effetto isola di calore

D.2 Ventilazione

- D.2.1 Efficacia della ventilazione naturale
- D.2.2 Qualità dell'aria e ventilazione meccanica
- D.2.6 Radon

D.3 Benessere termoigrometrico

- D.3.2 Temperatura operativa nel periodo estivo

D.4 Benessere visivo

- D.4.1 Illuminazione naturale

D.5 Benessere acustico

- D.5.6 Qualità acustica dell'edificio

D.6 Inquinamento elettromagnetico

- D.6.1 Campi magnetici a frequenza industriale (50 Hertz)

E.3 Controllabilità degli impianti

- E.3.5 B.A.C.S.

E.6 Mantenimento delle prestazioni in fase operativa

- E.6.5 Disponibilità della documentazione tecnica degli edifici
- E.6.6 Disponibilità della documentazione tecnica degli edifici – B.I.M.

1.4.3 Applicazione schede criterio

In funzione del contesto alcune schede criterio non devono essere applicate per il calcolo del punteggio di prestazione dell'edificio.

Il prospetto seguente indica la scheda criterio e la condizione di non applicabilità del nostro edificio in esame:

Criterio		Condizione di non applicabilità
A.3.3	Aree esterne di uso comune attrezzate	Edifici plurifamiliari <4 u.a., assenza di aree di pertinenza esterne*
A.3.4	Supporto all'uso delle biciclette	Edifici plurifamiliari <4 u.a.
A.3.10	Supporto alla mobilità green	Edifici plurifamiliari <10 u.a. Assenza di parcheggi pertinenziali*
D.2.2	Qualità dell'aria e ventilazione meccanica	Assenza di impianto VMC in tutti i vani significativi

Tab. 10 – Condizioni di non applicabilità

Output dell'attività condotta per il calcolo del punteggio di prestazione di un edificio residenziale è una relazione di valutazione contenente gli esiti della valutazione rispetto ai criteri considerati. La relazione di valutazione deve essere redatta in base al modello specifico, riportato nell'Appendice al presente documento.

Capitolo 2. Caso studio: edificio unifamiliare



Fig. 1 – Edificio 7-A CTI

2.1 Descrizione dell'edificio

L'edificio preso in esame è il caso studio 7 A del C.T.I. (Comitato Termotecnico Italiano Energia e Ambiente), una villetta residenziale unifamiliare situata in un contesto urbano dove vi è la presenza di reti di trasporto pubblico locale. Il progetto è stato preso come riferimento e modificato sia nei componenti edilizi che impiantistici per la corretta compilazione dei criteri del Protocollo Itaca.

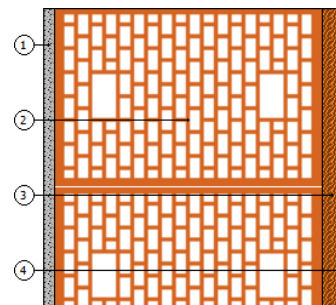
2.1.1 Fabbricato

Il presente edificio è costituito da una villetta unifamiliare con destinazione d'uso E.1.1, in riferimento alle categorie del DPR 412/93. La struttura è situata in località Roma - zona climatica D ed è composta da un'unica unità immobiliare disposta su tre livelli (il piano terreno, il primo piano e il sottotetto). I locali climatizzati sono disposti al piano terra e al primo piano. Anche l'intero vano scala è considerato riscaldato. Sono inoltre presenti due locali non climatizzati adiacenti alla zona termica in esame. In particolare sono presenti un garage e un locale tecnico adiacenti ai locali climatizzati del piano terra e un sottotetto non abitabile al terzo livello del fabbricato. La superficie utile calpestabile climatizzata totale dell'edificio è di 161,23 m² mentre il volume netto climatizzato totale è di 428,65 m³.

Murature

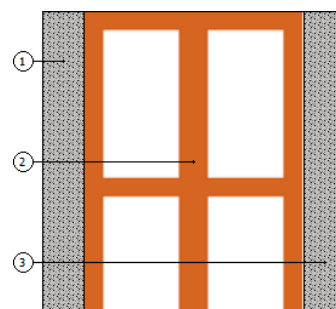
Muratura M1

	M1 (muratura esterna)	Spessore [cm]	λ [W/mK]
1	Intonaco interno (calce e gesso)	1,5	0,700
2	TAMPONATURA BIO PLAN 38-25 Wienerberger	38,0	0,090
3	Diathonite Evolution	3,0	0,045
4	Argatherm	0,3	0,128
	TOT.	42,8	0.196



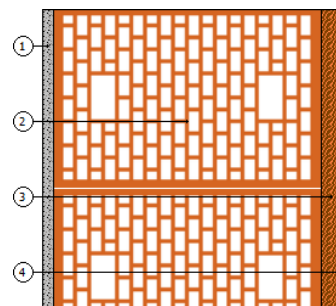
Muratura M2

	M2 Tramezzo	Spessore [cm]	λ [W/mK]
1	Intonaco interno (calce e gesso)	1,5	0,700
2	Tramezzi interni BIO PLAN 8-50	8,0	0,190
3	Intonaco interno (calce e gesso)	1,5	0,700
	TOT.	11,0	1.381



Muratura M3

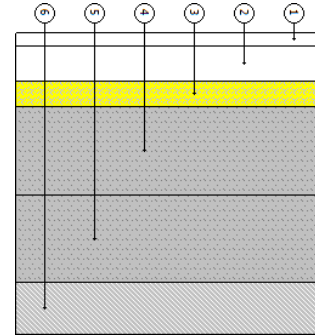
	M3 Parete amb. non riscaldato	Spessore [cm]	λ [W/mK]
1	Intonaco interno (calce e gesso)	1,5	0,700
2	TAMPONATURA BIO PLAN 38-25 Wienerberger	38,0	0,090
3	Diathonite Evolution	3,0	0,045
4	Argatherm	0,3	0,128
	TOT.	42,8	0.193



Solai

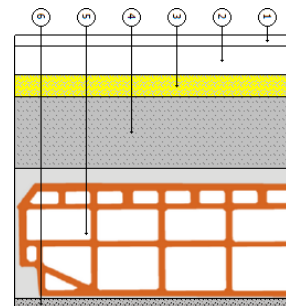
Solaio Piano terra

	Solaio Piano terra	Spessore [cm]	λ [W/mK]
1	Piastrelle ceramiche	1,5	1,300
2	Massetto mix Paris	4,0	1,830
3	Rdz Supe D	3,0	0,032
4	Massetto in calcestruzzo alleggerito (1600 kg/m ³)	10,0	1,080
5	Calcestruzzo armato (con 1% di acciaio)	10,0	2,300
6	Styrodur 3035 CS - 60 mm	6,0	
	TOT.	34,5	0.325



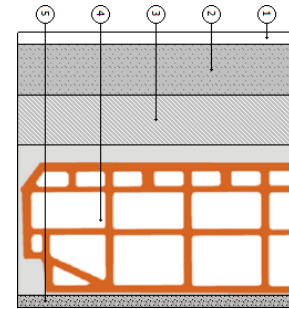
Solaio Piano primo

	Solaio Piano primo	Spessore [cm]	λ [W/mK]
1	Piastrelle ceramiche	1,5	1,300
2	Massetto mix Paris	4,0	1,830
3	Rdz Supe D	3,0	0,032
4	Massetto in calcestruzzo alleggerito (1600 kg/m ³)	10,0	1,080
5	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) 160 + malta di cemento 20	18,0	
6	Intonaco interno (calce e gesso)	1,5	0,700
	TOT.	38.0	0.608



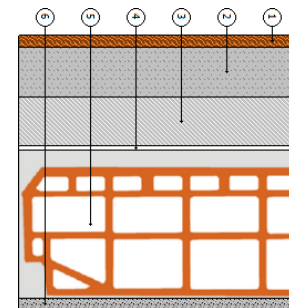
Solaio sottotetto

	Solaio Piano Sottotetto	Spessore [cm]	λ [W/mK]
1	Piastrelle ceramiche	1,5	1,300
2	Massetto in calcestruzzo alleggerito (1600 kg/m ³)	6,0	1.080
3	Styrodur 3035 CS - 60 mm	6,0	
4	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) 160 + malta di cemento 20	18,0	
5	Intonaco interno (calce e gesso)	1,5	0.700
	TOT.	33.0	0.425



Copertura

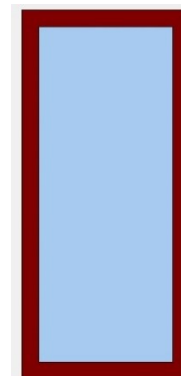
	Copertura	Spessore [cm]	λ [W/mK]
1	Tegole in Laterizio	1,5	0,720
2	Massetto in calcestruzzo alleggerito (1600 kg/m ³)	6,0	1,080
3	Styrodur 3035 CS - 60 mm	6,0	0,170
4	Bitume	0,5	
5	Soletta (blocchi in laterizio + travetti in calcestruzzo) 160 + malta di cemento 20	18,0	
6	Intonaco interno (calce e gesso)	1,5	0.700
	TOT.	33.5	0.429



Chiusure trasparenti

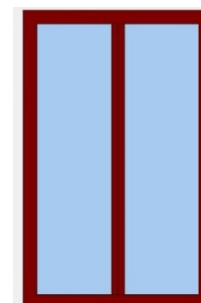
Porta finestra 100x220

A_g	Area del vetro	1,60	m^2
A_f	Area del telaio	0,60	m^2
l_g	Perimetro della superficie vetrata	5,60	m
U_g	Trasmittanza termica dell'elemento vetrato	1,00	W/m^2K
U_f	Trasmittanza termica del telaio	1,10	W/m^2K
ψ	Trasmittanza lineica (nulla in caso di vetro singolo)	0,06	W/mK
U	Trasmittanza termica totale del serramento	1,18	W/m^2K
U_{ws}	Trasmittanza termica del serramento comprensiva delle chiusure opache	1,01	W/m^2K
$g_{gl,n}$	Fattore di trasmissione solare normale del vetro	0,37	W/mK



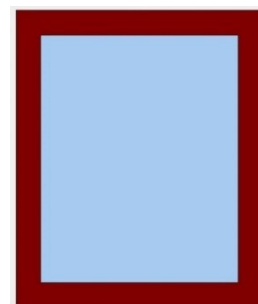
Porta finestra 140x220

A_g	Area del vetro	2,20	m^2
A_f	Area del telaio	0,88	m^2
l_g	Perimetro della superficie vetrata	10,20	m
U_g	Trasmittanza termica dell'elemento vetrato	1,00	W/m^2K
U_f	Trasmittanza termica del telaio	1,10	W/m^2K
ψ	Trasmittanza lineica (nulla in caso di vetro singolo)	0,06	W/mK
U	Trasmittanza termica totale del serramento	1,23	W/m^2K
U_{ws}	Trasmittanza termica del serramento comprensiva delle chiusure opache	1,05	W/m^2K
$g_{gl,n}$	Fattore di trasmissione solare normale del vetro	0,37	W/mK



Finestra 100x120

A_g	Area del vetro	0,80	m^2
A_f	Area del telaio	0,40	m^2
l_g	Perimetro della superficie vetrata	3,60	m
U_g	Trasmittanza termica dell'elemento vetrato	1,00	W/m^2K
U_f	Trasmittanza termica del telaio	1,10	W/m^2K
ψ	Trasmittanza lineica (nulla in caso di vetro singolo)	0,06	W/mK
U	Trasmittanza termica totale del serramento	1,21	W/m^2K
U_{ws}	Trasmittanza termica del serramento comprensiva delle chiusure opache	1,04	W/m^2K
$g_{gl,n}$	Fattore di trasmissione solare normale del vetro	0,37	W/mK



2.1.2 Impianti

L'edificio è dotato di un impianto di riscaldamento costituito da una pompa di calore servente tutti i locali riscaldati attraverso distribuzione idronica e come terminali di erogazione pannelli radianti a pavimento, ad eccezione dei bagni e del vano scala dove il riscaldamento è affidato a quattro ventilconvettori. La produzione di acqua calda sanitaria è garantita dallo stesso generatore dell'impianto di riscaldamento abbinato ad un serbatoio per l'accumulo per ACS posizionato in cantina il cui volume è di 170 Lt. Per la produzione di energia elettrica è presente un sistema di pannelli fotovoltaici di silicio policristallino collocati in copertura esposti ad Est con inclinazione di 20°. La superficie di 30 mq consente una potenza di picco di 4.1 kW utili ad integrare il fabbisogno energetico dell'abitazione. Non è presente alcun impianto di raffrescamento o climatizzazione estiva e/o di ventilazione meccanica dell'aria. Il ricambio d'aria nei locali è garantito da aerazione naturale.

PIANO TERRA

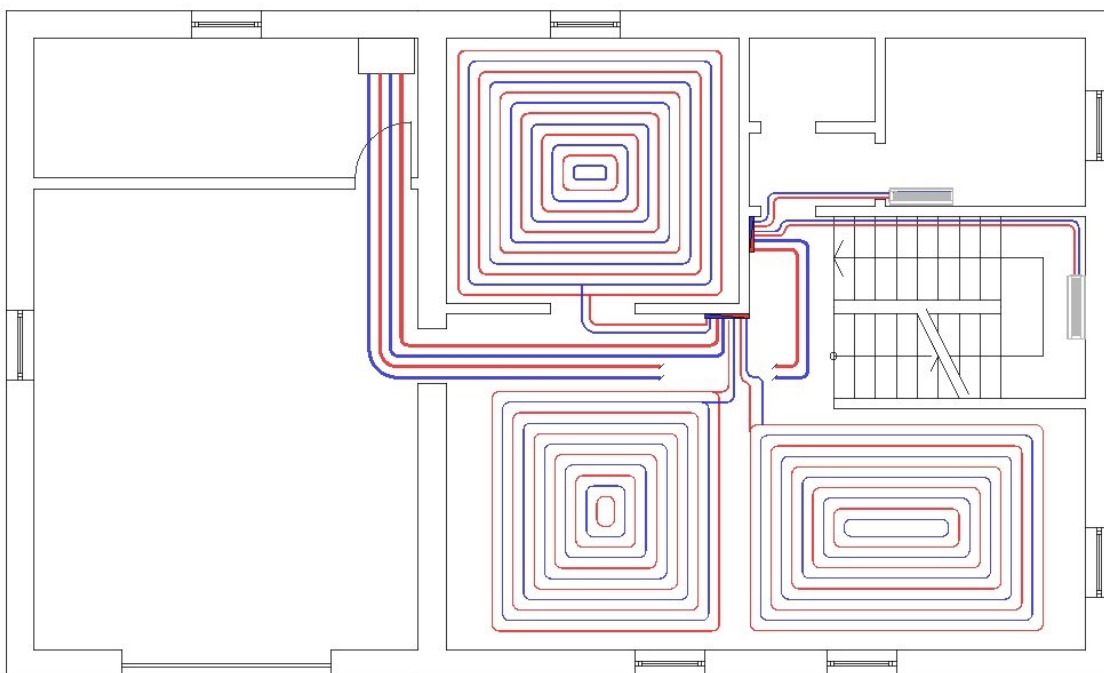


Fig. 2 – Schema impianto termico piano terra

Locale	Dispersioni [W]
Soggiorno	986.55
Cucina	361.07
Disimpegno	30.37
Ripostiglio	51.58
Bagno 1	212.26
Vano Scala	898.2

Tab. 1 – Dispersioni locali piano terra

PIANO PRIMO

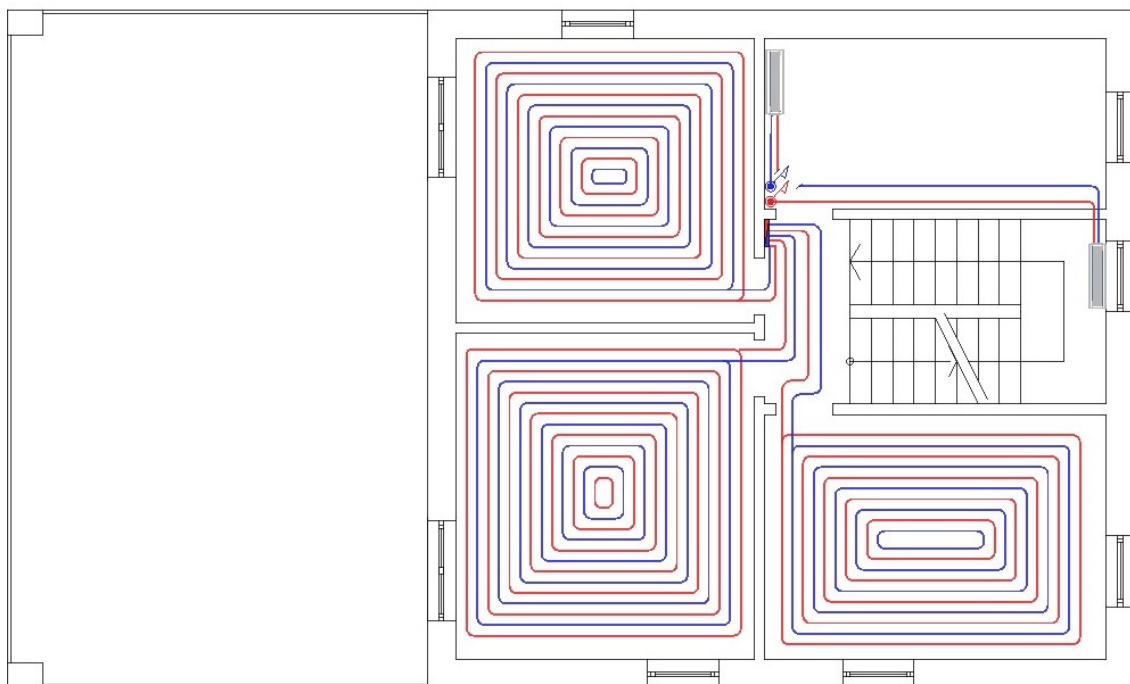


Fig. 3 - Schema impianto termico piano primo

Locale	Dispersioni [W]
Camera 1	452.78
Camera 2	375.62
Camera 3	408.89
Bagno 2	267.60

Tab. 2 - Dispersioni locali piano primo

Riepilogo delle caratteristiche principali dell'edificio

Dati di generali	
Provincia	Roma
Comune	Roma
Zona climatica	D
Tipologia di centro urbano:	Capoluogo di regione
Tipologia di edificio	Monofamiliare
Tipologia di struttura portante	Cemento Armato
Numero di piani climatizzati	2
Altezza netta dei locali (m)	2,70
Superficie utile climatizzata (m ²)	161.23
Volume netto climatizzato (m ³)	389.00
Ventilazione meccanica	No
Ricambi orari (vol/h)	0,5
S/V	0.56
Impianto di riscaldamento	
Combustibile	Energia elettrica
Sistema di generazione	Pompa di Calore
Sistema di distribuzione	Tubazioni verticali in parete esterna isolata
Sistema di regolazione	Modulabile per singolo ambiente
Sistema di emissione	Pannelli radianti a pavimento - Ventilconvettori
Impianto solare fotovoltaico	
Tipologia moduli	Silicio policristallino
Efficienza dei moduli (%)	70
Inclinazione (°)	20
Superficie captante dei collettori (m ²)	30

Tab. 3 – Riepilogo dati edificio

2.2 Piante, Sezioni, Prospetti

2.2.1 Piante

Piano Terra

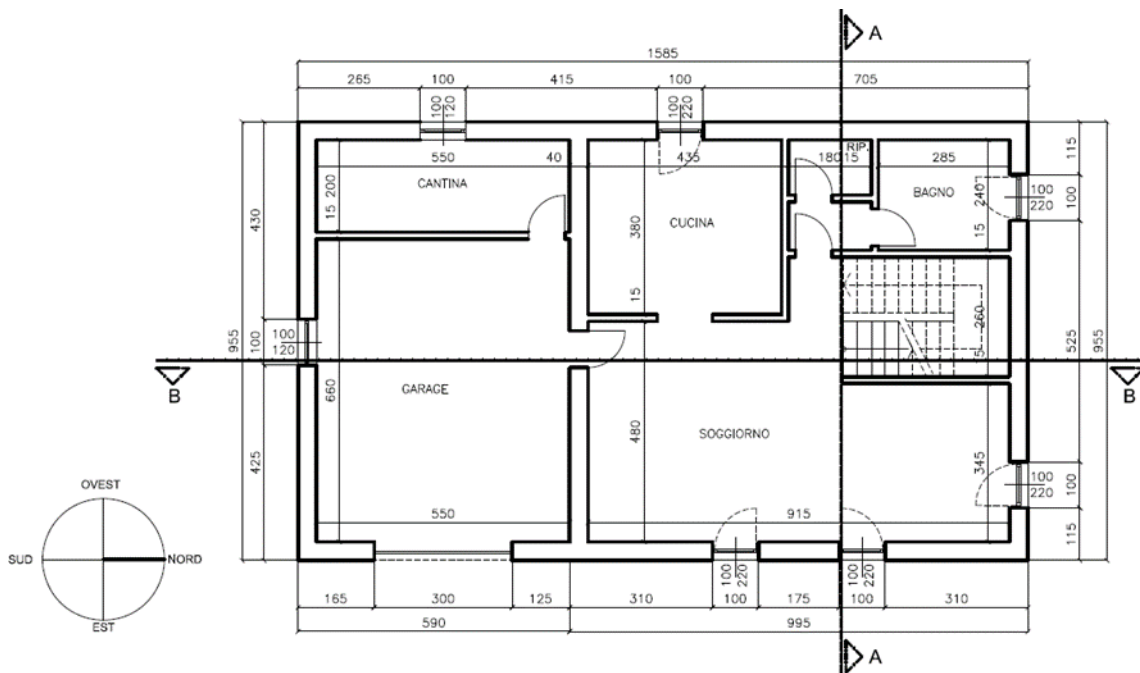


Fig. 4 - Pianta Piano Terra

LOCALE	AREA [m ²]	VOLUME [m ³]
Soggiorno	41.45	111.92
Cucina	16.22	43.79
Disimpegno	2.13	5.75
Ripostiglio	2.16	5.83
Bagno 1	7.01	18.93
Vano Scala	3.00	8.10
Garage (non riscaldato)	36.20	97.74
Cantina (non riscaldato)	11.00	29.70

Tab. 4 - Locali Piano Terra

Piano Primo

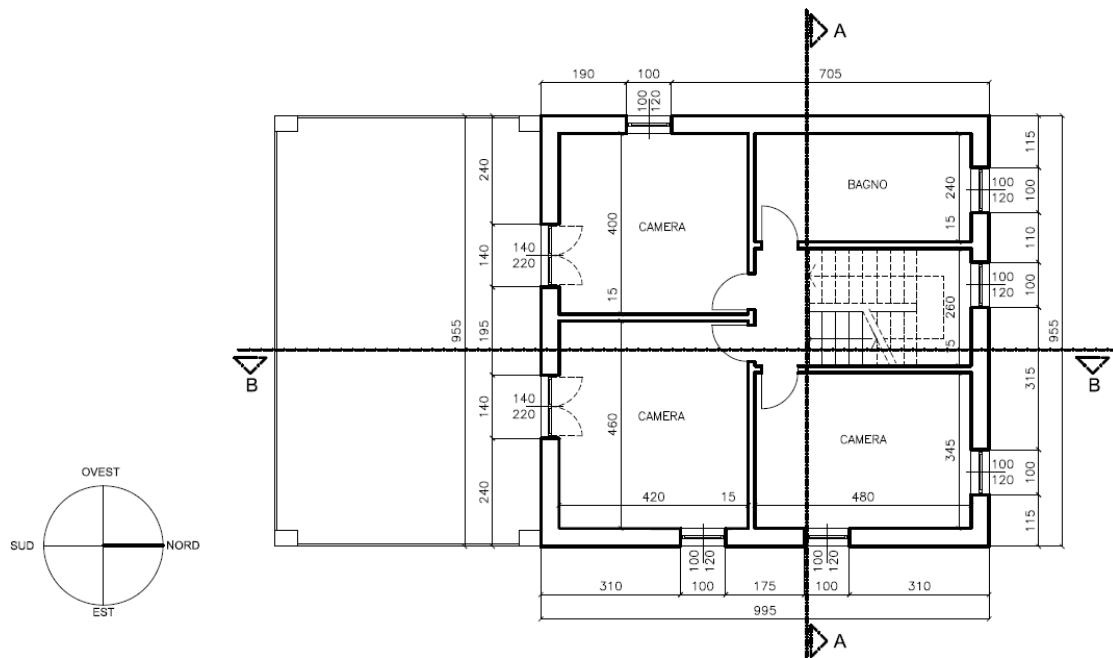


Fig. 5 - Pianta Piano Primo

LOCALE	AREA [m ²]	VOLUME [m ³]
Camera 1	19.55	52.79
Camera 2	16.56	44.71
Camera 3	17.03	45.98
Bagno 2	11.52	31.10
Vano Scala	12.48	33.70

Tab. 5 - Locali Piano Primo

Sottotetto

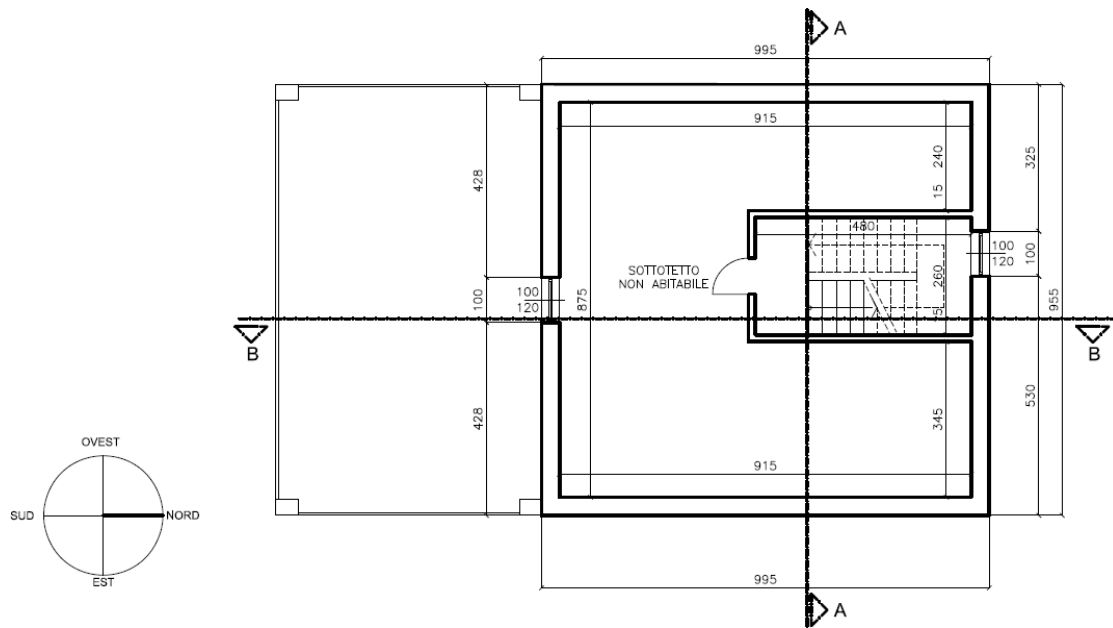


Fig. 6 - Pianta Sottotetto

LOCALE	AREA [m ²]	VOLUME [m ³]
Vano Scala	12.12	26.05
Sottotetto (non riscaldato)	65.68	177.34

Tab. 6 - Locali Piano Sottotetto

2.2.2 Prospetti

Prospetto Sud

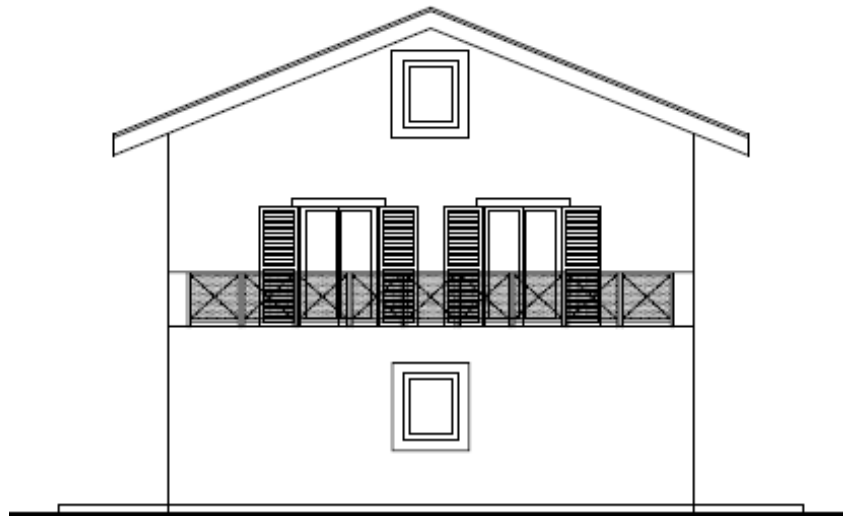


Fig. 7 - Prospetto Sud

Prospetto Est

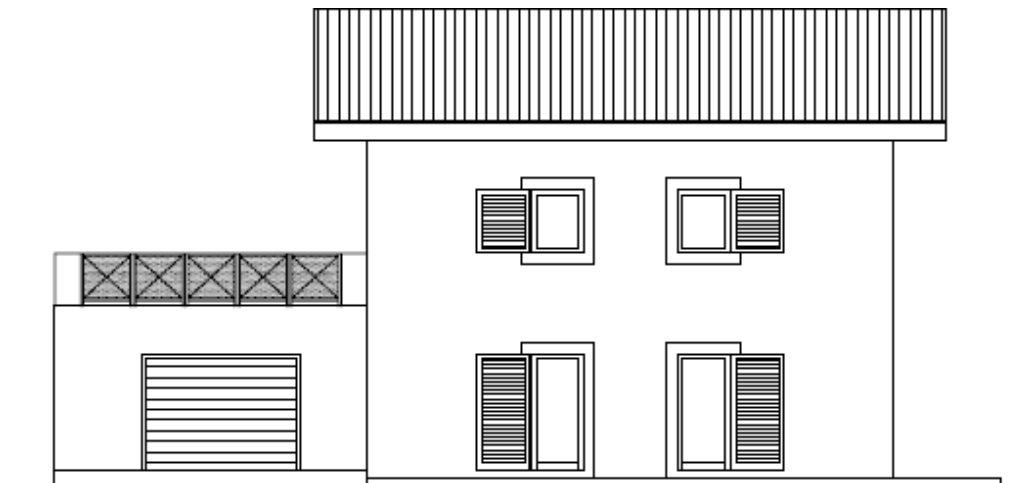


Fig. 8 - Prospetto Est

Prospetto Nord

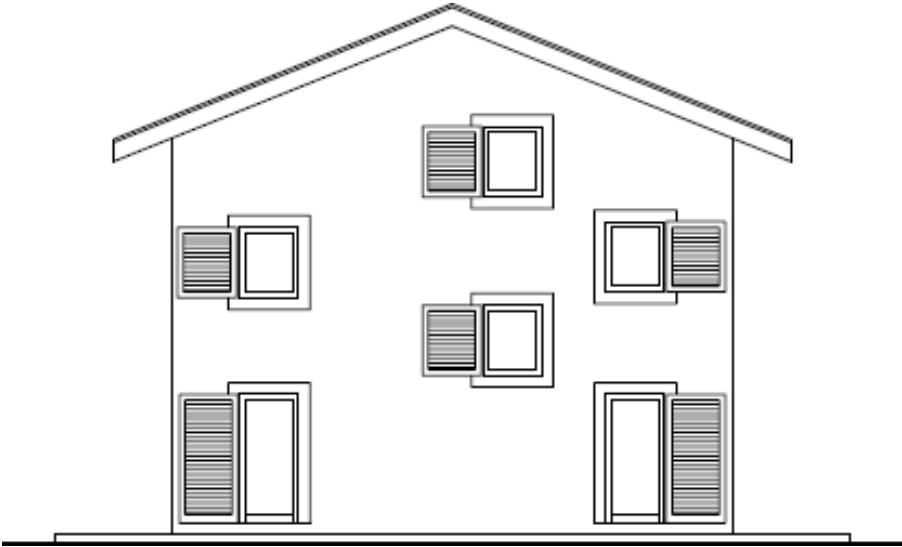


Fig. 9 - Prospetto Nord

Prospetto Ovest

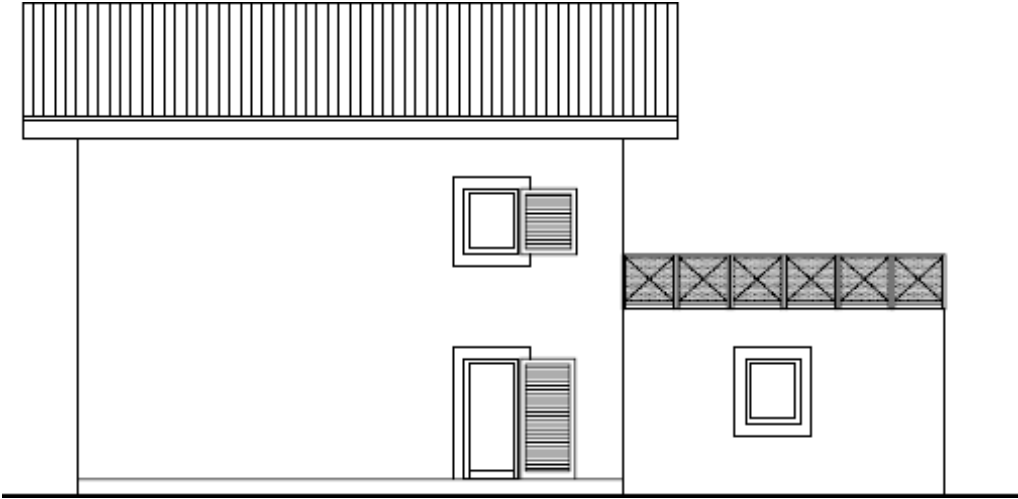


Fig. 10 - Prospetto Ovest

2.2.3 Sezioni

Sezione A-A

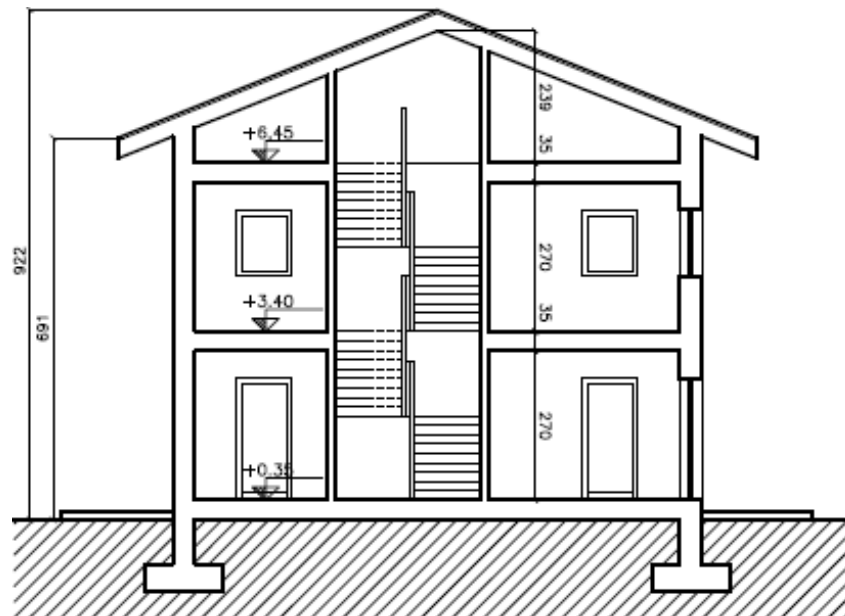


Fig. 11 - Sezione A-A

Sezione B-B

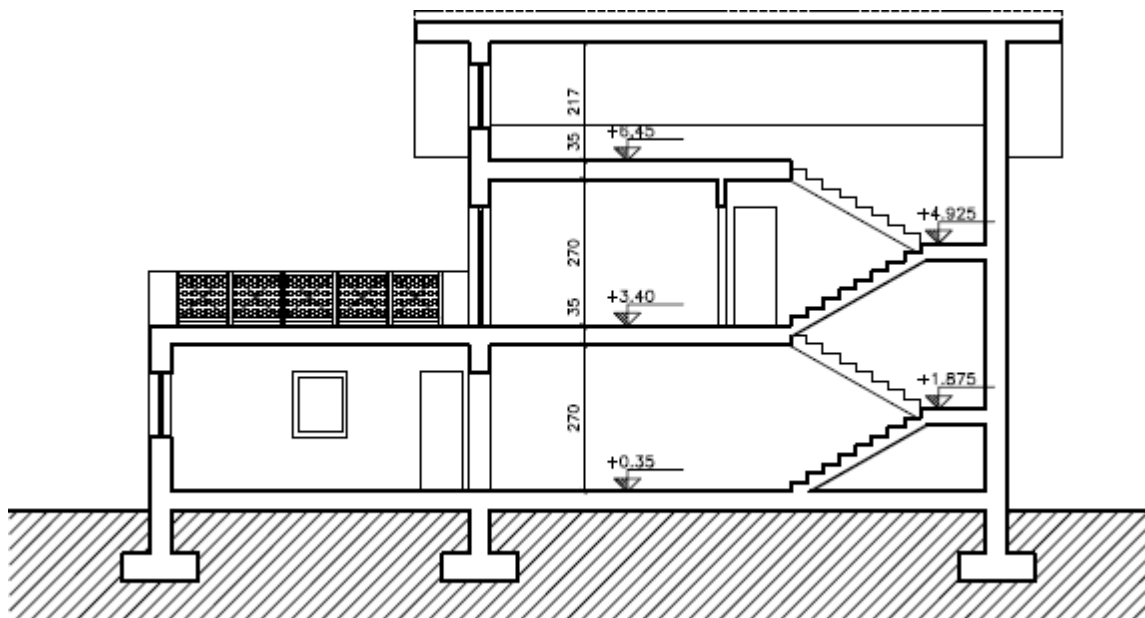


Fig. 12 - Sezione B-B

2.3 Relazione e calcoli

2.3.1 Verifiche legge 10

H'_T	Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione	$H'_T < H_{T \text{ lim}}$	0.32 < 0.58	POSITIVA
$A_{\text{sol,est}}/A_{\text{sup utile}}$	Area solare equivalente estiva per unità di superficie	$A_{\text{sol,est}}/A_{\text{sup utile}} < (A_{\text{sol,est}}/A_{\text{sup utile}})_{\text{lim}}$	0.003 < 0.030	POSITIVA
$EP_{H,\text{nd}}$	Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio	$EP_{H,\text{nd}} < EP_{H,\text{nd lim}}$	24.22 < 29.51	POSITIVA
$EP_{C,\text{nd}}$	Indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio	$EP_{C,\text{nd}} < EP_{C,\text{nd lim}}$	10.97 < 11.86	POSITIVA
EP_{gl}	Indice della prestazione energetica globale dell'edificio	$EP_{\text{gl}} < EP_{\text{gl lim}}$	43.57 < 69.13	POSITIVA
η_H	Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento	$y_H > y_{H \text{ lim}}$	0.92 > 0.62	POSITIVA
η_W	Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria	$Y_W > y_{W \text{ lim}}$	0.74 > 0.60	POSITIVA

Tab. 7 – Verifiche limiti di legge

2.3.2 Fabbisogni di energia utile

$Q_{H \text{ nd}}$	Fabbisogno energia utile per il riscaldamento	3905.51	kWh/anno
$Q_{W \text{ nd}}$	Fabbisogno energia utile per acqua calda sanitaria	2057.83	kWh/anno
$Q_{C \text{ nd}}$	Fabbisogno energia utile per il raffrescamento	1769.20	kWh/anno

Tab. 8 – Fabbisogni di energia utile

2.3.3 Energia primaria e quote rinnovabili

		EP _{ren}	EP _{nren}	EP _{totale}	Quota rinnovabile
EP _H	Energia primaria per riscaldamento [Kwh]	3952	292	4244	93%
EP _W	Energia primaria per acqua calda sanitaria [Kwh]	2714	66	2781	98%
		6666	359	7025	95%

Tab. 9 – Energia primaria

EP _{gl,tot}	Energia primaria totale	43.57	kWh/m ² anno
EP _{gl,ren}	Energia primaria fonti rinnovabili	41.35	kWh/m ² anno
EP _{gl,nren}	Energia primaria da fonti non rinnovabili	2.22	kWh/m ² anno

Tab. 10 – Indici prestazione energetica

2.3.4 Impianti

Pompa di calore

Energia termica fornita riscaldamento	4037	kWh/anno
Energia termica fornita acqua calda sanitaria	2727	kWh/anno
Energia termica fornita totale	6764	kWh/anno
Fabbisogno energia riscaldamento	725	kWh/anno
Fabbisogno energia acqua calda sanitaria	367	kWh/anno
Fabbisogno energia	1092	kWh/anno
Fabbisogno energia primaria riscaldamento	1413	kWh/anno
Fabbisogno energia primaria acqua calda sanitaria	716	kWh/anno
Fabbisogno energia primaria	2129	kWh/anno
COP	6.19	kWh/anno
Emissioni di CO ₂	0.20	Kg/ m ² anno

Tab. 11 – Dati impianto termico

Fotovoltaico

Potenza installata	4.03	kW	
Percentuale copertura fabbisogno annuo	83.16	%	
EP _{del}	Energia consegnata o fornita	359	kWh/anno
EP _{gl,ren}	Energia rinnovabile	6666	kWh/anno
EP _{exp}	Energia esportata	3500	kWh/anno
	Energia rinnovabile in situ	6580	kWh/anno
EP _{glo tot}	Fabbisogno annuale globale energia primaria	7025	kWh/anno

Tab. 12 – Dati impianto fotovoltaico

2.3.5 Prestazione energetica globale

ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI		APE 2015																																		
CODICE IDENTIFICATIVO: VALIDO FINO AL:																																				
DATI GENERALI																																				
Destinazione d'uso <input checked="" type="checkbox"/> Residenziale <input type="checkbox"/> Non residenziale Classificazione D.P.R. 412/93: E.1 (1) - Edificio adibito a residenza con carattere continuativo	Oggetto dell'attestato <input checked="" type="checkbox"/> Intero edificio <input type="checkbox"/> Unità immobiliare <input type="checkbox"/> Gruppo di unità immobiliari Numero di unità immobiliari di cui è composto l'edificio: 1	<input checked="" type="checkbox"/> Nuova costruzione <input type="checkbox"/> Passaggio di proprietà <input type="checkbox"/> Locazione <input type="checkbox"/> Ristrutturazione importante <input type="checkbox"/> Riqualificazione energetica <input type="checkbox"/> Altro: _____																																		
Dati identificativi																																				
Regione : Lazio Comune : Roma (RM) Indirizzo : 1 1 Piano : Interno : Coordinate GIS : 0.00000 ; 0.00000		Zona climatica : D Anno di costruzione: Superficie utile riscaldata: 161.23 m ² Superficie utile raffrescata: 0.00 m ² Volume lordo riscaldato: 778.00 m ³ Volume lordo raffrescato: 0.00 m ³																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Comune catastale</th> <th colspan="4">Roma (RM)</th> <th colspan="2">Sezione</th> <th colspan="2">Foglio</th> <th colspan="2">Particella</th> </tr> <tr> <th>Subalterni</th> <th>da</th> <th>a</th> <th>da</th> <th>a</th> <th>da</th> <th>a</th> <th>da</th> <th>a</th> <th>da</th> <th>a</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Altri subalterni</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Comune catastale		Roma (RM)				Sezione		Foglio		Particella		Subalterni	da	a	da	a	da	a	da	a	da	a	Altri subalterni										
Comune catastale		Roma (RM)				Sezione		Foglio		Particella																										
Subalterni	da	a	da	a	da	a	da	a	da	a																										
Altri subalterni																																				
Servizi energetici presenti																																				
<input checked="" type="checkbox"/> Climatizzazione invernale <input type="checkbox"/> Climatizzazione estiva	<input type="checkbox"/> Ventilazione meccanica <input checked="" type="checkbox"/> Prod. acqua calda sanitaria	<input type="checkbox"/> Illuminazione <input type="checkbox"/> 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 del rendimento degli impianti presenti.																																				
Prestazione energetica del fabbricato <table border="1"> <thead> <tr> <th>INVERNO</th> <th>ESTATE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> 0.00 0.00 0.00 </td> <td> 0.00 0.00 0.00 </td> </tr> </tbody> </table>	INVERNO	ESTATE	 0.00 0.00 0.00	 0.00 0.00 0.00	Prestazione energetica globale + Più efficiente EDIFICIO A ENERGIA QUASI ZERO CLASSE ENERGETICA A4 EPgl,nren 2.22 kWh/m² anno - Meno efficiente	Riferimenti Gli immobili simili a questo avrebbero in media la seguente classificazione: Se nuovi: A4 (19.85) Se esistenti:																														
INVERNO	ESTATE																																			
 0.00 0.00 0.00	 0.00 0.00 0.00																																			

Fig. 13 – Attestato Prestazione Energetica pag.1

ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

CODICE IDENTIFICATIVO: VALIDO FINO AL:



PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI IMPIANTI E CONSUMI STIMATI

La sezione riporta l'indice di prestazione energetica rinnovabile e non rinnovabile, nonché una stima dell'energia consumata annualmente dall'immobile secondo un uso standard.

Prestazioni energetiche degli impianti e stima dei consumi annui di energia

	FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE	Quantità annua consumata in uso standard (specificare unità di misura)	Indici di prestazione energetica globali ed emissioni
<input checked="" type="checkbox"/>	Energia elettrica da rete	184 kWh	Indice della prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,nren}$ kWh/m ² anno 2.22
<input type="checkbox"/>	Gas naturale		
<input type="checkbox"/>	GPL		
<input type="checkbox"/>	Carbone		
<input type="checkbox"/>	Gasolio e Olio combustibile		
<input type="checkbox"/>	Biomasse solide		Indice della prestazione energetica rinnovabile $EP_{gl,ren}$ kWh/m ² anno 41.35
<input type="checkbox"/>	Biomasse liquide		
<input type="checkbox"/>	Biomasse gassose		
<input checked="" type="checkbox"/>	Solare fotovoltaico	908 kWh	
<input type="checkbox"/>	Solare termico		Emissioni di CO ₂ kg/m ² anno 0.49
<input type="checkbox"/>	Eolico		
<input type="checkbox"/>	Teleriscaldamento		
<input type="checkbox"/>	Teleraffrescamento		
<input type="checkbox"/>	Altro (specificare)		

RACCOMANDAZIONI

La sezione riporta gli interventi raccomandati e la stima dei risultati conseguibili, con il singolo intervento o con la realizzazione dell'insieme di essi, esprimendo una valutazione di massima del potenziale di miglioramento dell'edificio o immobile oggetto dell'attestato di prestazione energetica.

RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE

INTERVENTI RACCOMANDATI E RISULTATI CONSEGUIBILI

Codice	TIPO DI INTERVENTO RACCOMANDATO	Comporta una Ristrutturazione importante	Tempo di ritorno dell'investimento anni	Classe Energetica Raggiungibile con l'intervento ($EP_{gl,nren}$ kWh/m ² anno)	CLASSE ENERGETICA raggiungibile se si realizzano tutti gli interventi raccomandati

Fig. 14 – Attestato Prestazione Energetica pag.2

	ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI CODICE IDENTIFICATIVO: VALIDO FINO AL:	
--	--	---

ALTRI DATI ENERGETICI GENERALI		
Energia esportata	3 500 kWh/anno	Vettore energetico: Energia elettrica

ALTRI DATI DI DETTAGLIO DEL FABBRICATO		
V – Volume riscaldato	778.00	m ³
S – Superficie disperdente	436.79	m ²
Rapporto S/V	0.561	
EP _{H,nd}	24.22	kWh/m ² anno
A _{sol,est} /A _{sup utile}	0.0035	-
Y _{IE}	0.0145	W/m ² K

DATI DI DETTAGLIO DEGLI IMPIANTI									
Servizio energetico	Tipo di impianto	Anno di installazione	Codice catasto regionale impianti termici	Vettore energetico utilizzato	Potenza Nominale kW	Efficienza media stagionale		EP _{ren}	EP _{nren}
						η _H	η _C		
Climatizzazione invernale	PDC elettrica aria-acqua	1000		Energia elettrica da rete	4.60	13.36	η _H	24.51	1.81
Climatizzazione estiva							η _C		
Prod. acqua calda sanitaria	PDC elettrica aria-acqua	1000		Energia elettrica da rete	4.60	30.99	η _w	16.83	0.41
Impianti combinati									
Prod. da fonti rinnovabili	Impianto fotovoltaico	1000		Solare fotovoltaico	4.03				
	PDC elettrica aria-acqua	1000		Energia elettrica da rete	4.60				
Ventilazione meccanica									
Illuminazione									
Trasporto di persone o cose									

Fig. 15– Attestato Prestazione Energetica pag.3

Capitolo 3. Software ITACA

Per la valutazione del livello di sostenibilità energetica e ambientale dell'edificio in esame è stato utilizzato il software "ITACA" sviluppato dal Professore Di Perna Costanzo del dipartimento DIISM (Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche) dell'Università Politecnica delle Marche. Il software, una volta inseriti i dati relativi ai vari criteri, restituisce il punteggio finale dell'edificio secondo i criteri definiti dalla prassi di riferimento UNI/PdR 13.:2019. La versione utilizzata è stata sviluppata durante il periodo di analisi del caso studio della suddetta tesi.

3.1 Funzioni principali

Il software è basato su linguaggio Visual Basic, linguaggio di programmazione a eventi creato da Microsoft, i dati vengono archiviati su un foglio di calcolo Access che funge da database di calcolo. Grazie ad un input guidato, il software produce automaticamente la relazione tecnica contenente il dettaglio dei dati di progetto e dei calcoli effettuati per ottenere il valore degli indicatori di prestazione richiesti. All'apertura del programma, il software richiede di aprire il database Access e di selezionare il progetto per cui si intende procedere con la valutazione della sostenibilità ambientale. Si procede per step compilando inizialmente i dati generali, che caratterizzano l'edificio, segue poi la composizione strutturale e l'identificazione dei materiali. Definito l'inquadramento generale si passa alla compilazione dei criteri definiti nella prassi di riferimento Itaca. Il software restituisce il punteggio finale di sostenibilità ambientale per l'edificio in esame.

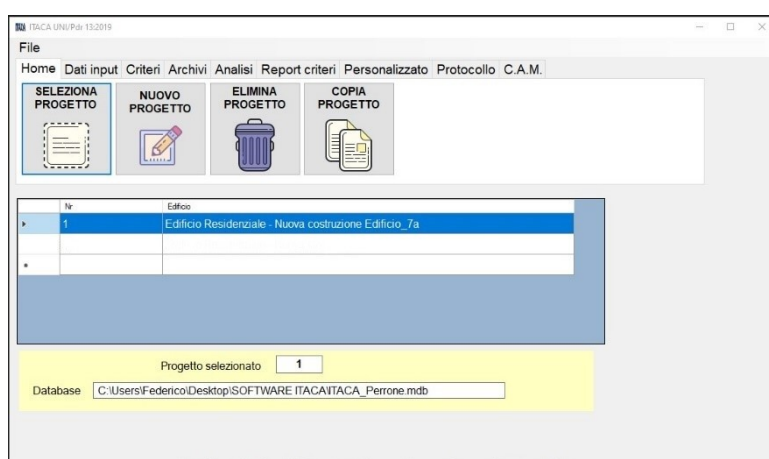


Fig. 1 –Software ITACA

3.2 Dati di Input

La scheda Dati Input si compone di tre sezioni:

- DATI GENERALI
- UNI 8290: Classificazione delle strutture dell'edificio secondo la Norma UNI 8290
- EDIFICIO: Suddivisione delle zone termiche e dei locali

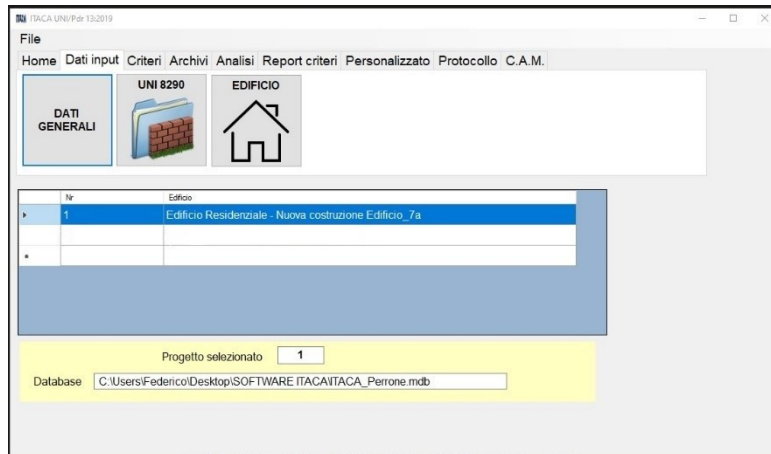


Fig. 2 – Schermata di inizializzazione del software ITACA

3.2.1 Dati generali

Nei Dati generali è necessario specificare alcuni parametri utili ad individuare in automatico i criteri applicabili per il caso specifico ed il software calcolerà i relativi pesi necessari per la valutazione della sostenibilità:

- la "tipologia di intervento": nuova costruzione o ristrutturazione;
- la "destinazioni d'uso" presenti nell'edificio oggetto di valutazione (residenziale, uffici, scuole, industrie, commercio e ricettivo) con le relative superfici utili;
- ulteriori "parametri di calcolo" definiti dal protocollo: categoria urbana, presenza di aree esterne pertinenziali, presenza di aree verdi di dimensioni significativa, previsione di scavi, previsione di allaccio alla fogna, territorio regionale a rischio radon.

Dati Generali

DATI GENERALI

Edificio: Edificio Residenziale - Nuova costruzione Edificio_7a

Provincia: RM

Data: 30/01/2020

Tipologia d'intervento: Nuova costruzione

Destinazione d'uso: Residenziale

Numero unità abitative: 1

Tipologia utilizzo: Unifamiliare o bifamiliare

Presenza di aree esterne pertinenziali
 Presenza di parcheggi pertinenziali
 Presenza di aree verdi di dimensione significativa
 Previsione di scavi
 Edificio Pubblico

Previsione di allaccio alla fognatura o sistemi di fitodepurazione
 Presenza di impianto di Ventilazione meccanica
 Presenza di impianto di Condizionamento
 Territorio regionale a rischio Radon

	Unità immobiliare	Superficie utile [mq]	EPgl,nren	EPgl,nren rif	EPgl,tot	EPgl,tot limite	QR	QR limite	CO2	CO2 rif	EPH.nd
▶	Appartamento1	161.23	2.22	19.85	43.57	69.13	95	50	0.49	10.22	24.22
*											

Fig. 3 – Schermata Dati generali

3.2.2 UNI 8290

All'interno di questa scheda i vari componenti dell'edificio vengono scomposti in base alla normativa UNI 8290: Edilizia residenziale Sistema tecnologico – Classificazione e terminologia. La norma fornisce, nel campo residenziale, la classificazione e l'articolazione del sistema tecnologico in base alla funzione che svolge all'interno dell'organismo edilizio, prevedendo tre gradi gerarchici di scomposizione, partendo da 8 classi di elementi tecnologico-funzionali, di cui solo 4 verranno prese in esame per il calcolo:

- Strutture portanti
- Chiusure
- Partizioni interne
- Partizioni Esterne

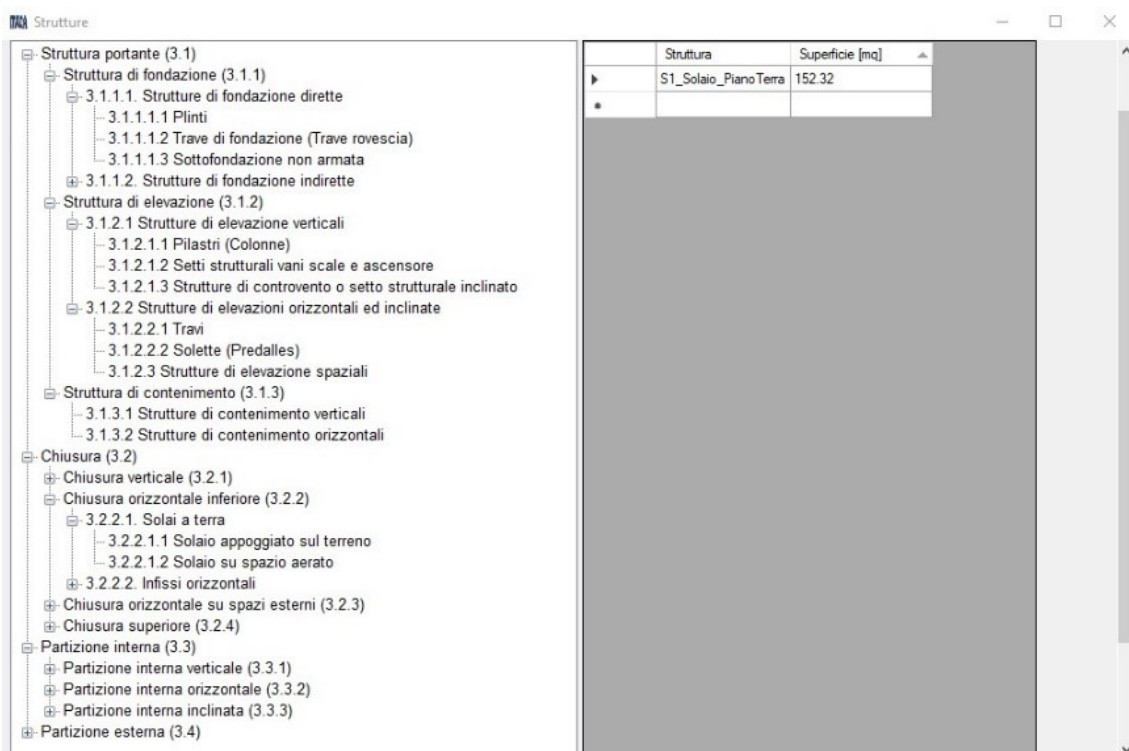


Fig. 4 – Schermata suddivisione elementi edilizi

3.2.3 Edificio

L'edificio, in questa scheda, viene suddiviso in zone termiche e nei rispettivi locali, specificando per quest'ultimi le strutture opache e quelle trasparenti di cui è composto ed inserendo informazioni per ogni elemento riguardanti:

- dati geometrici ed estensione superficiali
- esposizione
- dati acustici
- dati illuminotecnici
- Struttura.

Le informazioni riguardanti materiali e strutture sono inserite nella scheda Archivi, dove vengono specificate le caratteristiche dei materiali che compongono l'edificio e le relative stratigrafie dei componenti edilizi.

Dati_Parete

PATH **PARETE**

Dati Acustica


Struttura:

Ambienti confinanti:

Esposizione:

Superficie senza vani:

Coefficiente di assorbimento della parete:



Tipo G1:

Tipo G2:

Tipo G3:

Tipo G4:

	1 Piano	2 Balconi	3 Balconi	4 Balconi	5 Balconi
Assorbimento del soffitto (m²)	Non applicabile	0.53	0.6	0.67	0.63
Assorbimento del pavimento (m²)	Non applicabile	0.1	0	0	0
Assorbimento del muro (m²)	Non applicabile	0.1	0	0	0
Assorbimento del soffitto (m²)	Non applicabile	0.1	0	0	0
Assorbimento del pavimento (m²)	Non applicabile	0.1	0	0	0
Assorbimento del muro (m²)	Non applicabile	0.1	0	0	0
Assorbimento del soffitto (m²)	Non applicabile	0.1	0	0	0
Assorbimento del pavimento (m²)	Non applicabile	0.1	0	0	0
Assorbimento del muro (m²)	Non applicabile	0.1	0	0	0
Assorbimento del soffitto (m²)	Non applicabile	0.1	0	0	0
Assorbimento del pavimento (m²)	Non applicabile	0.1	0	0	0
Assorbimento del muro (m²)	Non applicabile	0.1	0	0	0
Assorbimento del soffitto (m²)	Non applicabile	0.1	0	0	0
Assorbimento del pavimento (m²)	Non applicabile	0.1	0	0	0
Assorbimento del muro (m²)	Non applicabile	0.1	0	0	0

Forma della facciata:

Assorbimento del tetto:

Orizzonte visivo sulla facciata:

Dati Illuminamento

Vano Finestra: Lunghezza:

Coefficiente di riflessione Luminosa: Altezza:

Fig. 5 - Schermata locali

3.3 Criteri

In questa sezione per ogni criterio il software richiede l'inserimento di specifici parametri riguardanti:

- Sito
- Fabbisogni Idro termo sanitario
- Confort acustico illuminotecnico ve
- Servizi

I Parametri riguardanti il sito, ovvero i dati per la compilazione dell'Area A del Uni Pdr 13.1, sono reperibili da mappe catastali o da planimetrie aeree dove sia possibile calcolare le distanze dell'edificio dai principali punti richiesti dai criteri. I Fabbisogni termici, energetici e di ventilazione possono essere reperiti da un software certificato in conformità alle specifiche tecniche UNI/TS 11300 che consente di calcolare le prestazioni energetiche dell'edificio per tutti i servizi previsti dalle norme, ovvero: riscaldamento, raffrescamento, acqua calda sanitaria, ventilazione, illuminazione e trasporto e che permette il calcolo delle prestazioni

energetiche dell'edificio in regime dinamico orario in conformità alla norma UNI EN ISO 52016-1:2018. Per i Parametri di confort è opportuno studiare le geometrie, esposizioni degli elementi edilizi interni ed esterni dell'abitazione, nonché le schede tecniche dei vari componenti che giocano un ruolo fondamentale per il confort, come ad esempio i componenti trasparenti o componenti di isolamento termo-acustico.

Capitolo 4. Area di valutazione A: Qualità del Sito

La prima area di valutazione riguarda la Qualità del sito e il relativo livello di urbanizzazione, ovvero il rapporto dell'edificio con il contesto urbano in cui è collocato. La sezione Qualità del sito si occupa della progettazione sostenibile dell'area oltre ad analizzare l'area di progetto premiandone la vicinanza al trasporto pubblico, l'adiacenza ad infrastrutture, lo sviluppo della mobilità ciclo-pedonale o la realizzazione aree esterne ad uso comune attrezzate. Per diminuire il consumo di territorio, inoltre, vengono premiati i progetti che si collocano in aree già edificate per contenere la "dispersione insediativa".

4.1 A.1 Selezione del Sito

A.1.5 Qualità del Sito

L'esigenza di questo criterio è quello di incoraggiare lo sviluppo all'interno delle aree urbane esistenti, al fine di ridurre gli effetti negativi sull'ambiente determinati dal fenomeno dello sprawl urbano, ovvero il fenomeno urbanistico connotato dalla crescita rapida e disordinata di una città. Essendo il nostro caso di studio un progetto redatto dal CTI (comitato Termotecnico Italiano), non siamo a conoscenza dell'esatta ubicazione dell'edificio, pertanto abbiamo ipotizzato una locazione che ricade all'interno del perimetro del centro abitato di Roma. Per valutare il peso di tale criterio si è scelto di considerare un terreno con estensione superficiale complessiva del lotto di intervento pari a 328.52 mq, l'area è stata suddivisa a seconda delle condizioni di pre-intervento, nelle categorie di Figura 1. In fase di progettazione quindi si cerca di ridurre la dispersione degli edifici, aumentare la densità per conservare sia le risorse naturali sia quelle finanziarie necessarie per la manutenzione e costruzione delle infrastrutture. Per fare ciò si predilige l'uso di aree contaminate, dismesse o precedentemente antropizzate.

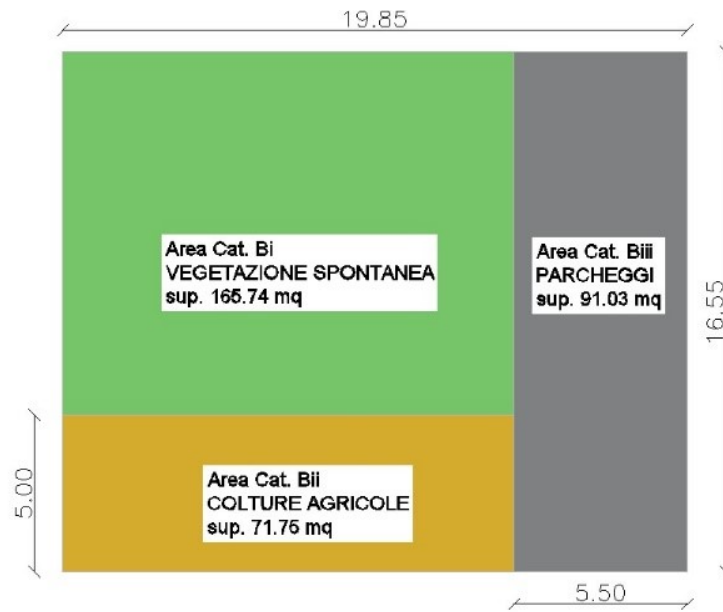


Fig. 1 - Distribuzione aree pre-intervento

RIUTILIZZO DEL TERRITORIO		
Categoria	Descrizione	Superficie [mq]
Bi	Aree con caratteristiche del terreno allo stato naturale	165.74
Bii	Area verde e/o sulla quale erano ospitate attività di tipo agricolo	71.75
Biii	Aree occupate da strutture edilizie o infrastrutture	91.03
Biv	Area sulla quale sono state svolte operazioni di bonifica del sito	0
		328.52

Tab. 1 – Distribuzione aree

A.1.6 Accessibilità al trasporto pubblico

L'edilizia sostenibile incoraggia modelli insediativi che favoriscano la mobilità sostenibile, in particolar modo l'utilizzo del trasporto urbano pubblico in grado di ridurre l'inquinamento e le esternalità negative, quali le emissioni di gas serra, lo smog, l'inquinamento acustico, la congestione del traffico urbano e l'incidentalità. Il presente criterio intende quindi premiare interventi collocati in un contesto nel quale risultano facilmente accessibili le reti di trasporto pubblico, incoraggiandone quindi l'uso. Il protocollo prende in considerazione trasporto ferroviario e trasporto su strada in relazione alla distanza del sito di intervento dai punti di accesso ai mezzi suddetti, che si configurano nella "stazione ferroviaria" e "fermata di tram /bus", purché all'interno di una distanza definita dallo stesso protocollo. Nel caso in esame sono state ipotizzate la vicinanza della rete ferroviaria e bus.

ACCESSIBILITA' AL TRASPORTO PUBBLICO		
Tipologia di trasporto	Distanza [m]	Passaggi
Linea Bus	450	18
Linea Ferroviaria	575	10

Tab. 2 – distanza trasporto pubblico

A.1.8 Mix Funzionale dell'area

Per la creazione di una vita urbana sostenibile bisogna tenere in considerazione anche la fornitura di servizi e le problematiche legate alla distanza da questi. Il criterio valuta la facilità di accesso a svariate tipologie di servizi pubblici e/o privati quali attività commerciali, uffici pubblici, strutture di svago ecc. L'indicatore di prestazione è la "Distanza media dell'edificio da strutture di base con destinazioni d'uso ad esso complementari." Nella scelta del sito è opportuno prediligere modelli insediativi in cui siano già presenti attività commerciali culturali e servizi, in modo da favorire l'andare a piedi e in bicicletta, riducendo la dipendenza dalle automobili private e dagli impatti ambientali a queste associate.

MIX FUNZIONALE DELL'AREA	
Tipologia di servizio	Distanza [m]
Negozi di alimentari	150
Bar	170
Edicola	200
Farmacia	450
Struttura sportiva	700

Tab. 3 – Mix funzionale dell'area

A.1.10 Adiacenza ad infrastrutture

Le opere di urbanizzazione conseguenti a nuovi insediamenti costituiscono un impegno molto consistente sia dal punto di vista economico che sotto l'aspetto degli impatti sull'ambiente. Il presente criterio intende delineare il quadro di contesto nel quale l'edificio è collocato in termini di adiacenza alle reti infrastrutturali pre-esistenti. Esso prevede la determinazione della distanza per precise tipologie di sottoservizi, paragonandole con uno standard del Protocollo. L'indicatore di prestazione è la distanza media dal lotto di intervento delle reti infrastrutturali di base esistenti (acquedotto, rete elettrica, gas, fognatura). Nella scelta del lotto, dovrà essere favorita la localizzazione dell'edificio in prossimità di reti infrastrutturali primarie di acquedotto, fognatura, rete elettricità e gas esistenti.

ADIACENZA A INFRASTRUTTURE	
Tipologia di servizio	Distanza [m]
Rete Elettrica	20
Acquedotto	20
Rete fognaria	20
Rete gas	20

Tab. 4 – Adiacenza infrastrutture

Capitolo 5. Area di valutazione B: Consumo di risorse

La seconda area di valutazione riguarda il consumo delle risorse con un peso e un ruolo preminente su tutto il sistema. All'interno di detta area le valutazioni sono riferite alle prestazioni energetiche dell'involucro e del sistema edificio-impianto, all'integrazione delle fonti energetiche rinnovabili (si incoraggia l'utilizzo di impianti solari termici ed il ricorso a impianti solari fotovoltaici per la produzione dell'energia elettrica). In quest'area vengono prese in considerazione le tematiche ambientali correlate alla selezione dei materiali, allo smaltimento dei rifiuti e alla riduzione dell'impatto ambientale dovuto ai trasporti, nonché alla riduzione dei consumi idrici, anche attraverso il recupero delle acque piovane.

5.1 B.1 Energia primaria richiesta durante il ciclo di vita

B.1.2 Energia primaria globale non rinnovabile

La classe energetica dell'edificio è determinata sulla base dell'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile dell'edificio $EP_{gl,nren}$, per mezzo del confronto con una scala di classi prefissate, ognuna delle quali rappresenta un intervallo di prestazione energetica definito. L'indice di prestazione energetica corrisponde all'energia totale consumata dall'edificio climatizzato per metro quadro di superficie ogni anno, ovvero quanta energia viene consumata affinché l'unità immobiliare raggiunga le condizioni di comfort secondo i servizi energetici presenti e dal tipo di immobile, considerando un utilizzo standard. Tale indice tiene conto del fabbisogno di energia primaria non rinnovabile per la climatizzazione invernale ed estiva ($EP_{H,nren}$ ed $EP_{C,nren}$), per la produzione di acqua calda sanitaria ($EP_{W,nren}$), per la ventilazione ($EP_{V,nren}$) e, nel caso del settore non residenziale, per l'illuminazione artificiale ($EP_{L,nren}$) e il trasporto di persone o cose ($EP_{T,nren}$). Esso si determina come somma dei singoli servizi energetici forniti nell'edificio in esame, ed è espresso in kWh/mq/anno in relazione alla superficie utile di riferimento.

$$EP_{gl,nren} = EP_{H,nren} + EP_{C,nren} + EP_{W,nren} + EP_{V,nren} + EP_{L,nren} + EP_{T,nren}$$

Nel nostro caso abbiamo ottenuto un indice molto performante in quanto si è cercato di limitare:

- le dispersioni attraverso l'utilizzo di superfici vetrate e murarie con buone capacità di isolamento;
- la richiesta di energia proveniente da fonti non rinnovabili adoperando un sistema fotovoltaico in combinazione con una pompa di calore.

Le strategie utili al miglioramento delle prestazioni dell'edificio in merito a questo criterio sono orientate a:

- ridurre i fabbisogni termici, attraverso un'opportuna coibentazione delle superfici disperdenti;
- aumentare la produzione di energia da fonti rinnovabili;
- ridurre il fabbisogno di energia primaria dell'impianto a fonte energetica non rinnovabile;
- ottimizzare il rendimento dell'impianto di riscaldamento- raffrescamento produzione ACS.

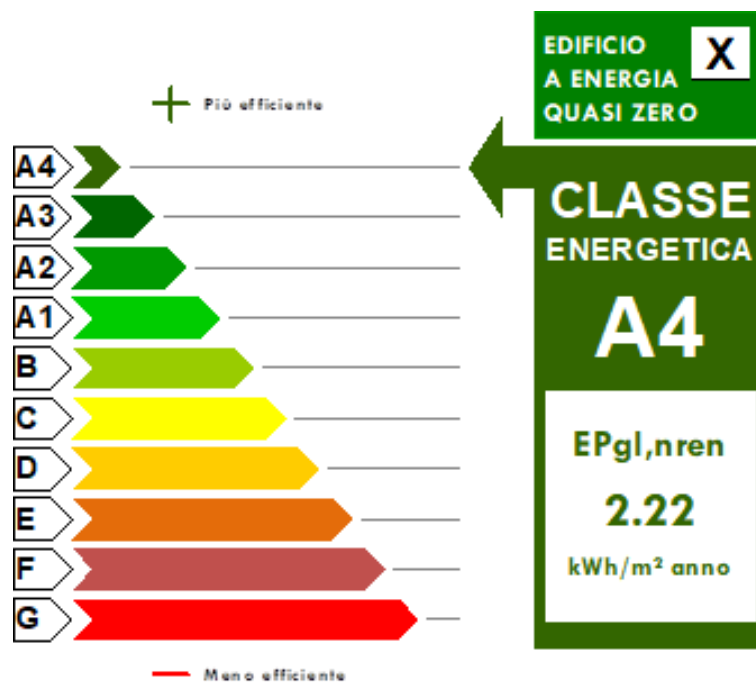


Fig. 1 – Indice di prestazione energetica

B.1.3 Energia Primaria totale

$EP_{gl,tot}$ è l'indice di prestazione energetica globale dell'edificio reale [$kWh/m^2 \cdot a$] considerando sia l'energia primaria non rinnovabile, che quella rinnovabile. $EP_{gl,tot}$ è la somma degli indici di prestazione per i singoli servizi energetici presenti nell'edificio:

$$EP_{gl,tot} = EP_{H,tot} + EP_{W,tot} + EP_{V,tot} + EP_{C,tot}$$

Il calcolo del fabbisogno annuale di energia primaria globale di un edificio tiene in considerazione due aspetti:

- i fabbisogni di energia richiesta per i diversi servizi, che dipendono dai fabbisogni di energia utile e dall'impiantistica presente;
- i vettori energetici utilizzati dagli impianti asserviti alla fornitura dei diversi servizi.

L'energia primaria si divide in due tipologie fondamentali:

- l'energia primaria rinnovabile (radiazione solare, vento...);
- l'energia primaria non rinnovabile (combustibili fossili).

Per ogni vettore e/o uso energetico è previsto un fattore di conversione in energia primaria, (riportati nella Tabella 1 del decreto Requisiti Minimi D.M. 26/06/2015) che permette di valutare nel calcolo delle prestazioni energetiche anche i contributi derivanti dall'estrazione, processamento, stoccaggio e trasporto dei vettori che alimentano gli impianti.

Vettore energetico	$f_{P,ren}$	$f_{P,ren}$	$f_{P,tot}$
Gas naturale ⁽¹⁾	1,05	0	1,05
GPL	1,05	0	1,05
Gasolio e Olio combustibile	1,07	0	1,07
Carbone	1,10	0	1,10
Biomasse solide	0,20	0,80	1,00
Biomasse liquide e gassose	0,40	0,60	1,00
Energia elettrica da rete	1,95	0,47	2,42
Teleriscaldamento	1,5	0	1,5
Rifiuti solidi urbani	0,2	0,2	0,4
Teleraffrescamento	0,5	0	0,5
Energia termica da collettori solari	0	1,00	1,00
Energia elettrica prodotta da fotovoltaico, mini-eolico e mini-idraulico ⁽²⁾	0	1,00	1,00
Energia termica dall'ambiente esterno – free cooling	0	1,00	1,00
Energia termica dall'ambiente esterno – pompa di calore	0	1,00	1,00

Fig. 2 – Tabella 1 DM 26-06-2015

La componente rinnovabile è data dalla differenza fra il fattore di conversione in energia primaria totale ed il fattore di conversione in energia primaria non rinnovabile. Per i combustibili fossili la frazione rinnovabile è ovviamente nulla mentre nel caso della radiazione solare è nulla la componente non rinnovabile. Nel caso dell'energia elettrica, il fattore di conversione tiene conto anche del rendimento medio di generazione del sistema elettrico nazionale e delle perdite medie di trasmissione dello stesso. L'energia elettrica è prevalentemente di origine non rinnovabile ma contiene anche una componente rinnovabile (idroelettrico, eolico, fotovoltaico...). Se l'energia elettrica da fotovoltaico viene prodotta e utilizzata in loco, il fattore di conversione è pari a 1: per ogni kWh di energia consegnata si considera 1 kWh di energia primaria. Se l'energia elettrica viene prelevata dalla rete, il fattore di conversione è pari a 2,42: per ogni kWh di energia consegnata sono necessari 2,42 kWh di energia primaria.

Prestazioni energetiche degli impianti e stima dei consumi annui di energia			
	FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE	Quantità annua consumata in uso standard (specificare unità di misura)	Indici di prestazione energetica globali ed emissioni
<input checked="" type="checkbox"/>	Energia elettrica da rete	184 kWh	Indice della prestazione energetica non rinnovabile $EP_{gl,ren}$ kWh/m ² anno 2.22
<input type="checkbox"/>	Gas naturale		
<input type="checkbox"/>	GPL		
<input type="checkbox"/>	Carbone		
<input type="checkbox"/>	Gasolio e Olio combustibile		
<input type="checkbox"/>	Biomasse solide		Indice della prestazione energetica rinnovabile $EP_{gl,ren}$ kWh/m ² anno 41.35
<input type="checkbox"/>	Biomasse liquide		
<input type="checkbox"/>	Biomasse gassose		
<input checked="" type="checkbox"/>	Solare fotovoltaico	908 kWh	Emissioni di CO ₂ kg/m ² anno 0.49
<input type="checkbox"/>	Solare termico		
<input type="checkbox"/>	Eolico		
<input type="checkbox"/>	Teleriscaldamento		
<input type="checkbox"/>	Teleraffrescamento		
<input type="checkbox"/>	Altro (specificare)		

Fig. 3 – Prestazioni impianti

ENERGIA PRIMARIA GLOBALE TOTALE			
EP _{gl,nren}	Energia primaria da fonti non rinnovabili	2.22	kWh/m ² anno
EP _{gl,ren}	Energia primaria da fonti rinnovabili	41.35	kWh/m ² anno
EP _{gl,tot}	Energia primaria totale	43.57	kWh/m ² anno
EP _{gl,tot rif}	Energia primaria totale	69.13	kWh/m ² anno

Tab. 1 – Indici energia primaria

5.2 B.3 Energia da fonti rinnovabili

B.3.2 Energia rinnovabile per usi termici

Al fine di ottimizzare il livello di sostenibilità dell'edificio occorre promuovere l'utilizzo di energia primaria provenienti da fonti rinnovabili per soddisfare il fabbisogno per la climatizzazione dell'edificio. QR rappresenta l'energia da fonti rinnovabili per i servizi energetici di riscaldamento, acqua calda sanitaria, e raffrescamento, secondo le norme tecniche in vigore e secondo quanto indicato nel D.Lgs. 28/2011 e ss.mm.ii. Come terminali per la climatizzazione invernale si è optato per un sistema misto ventilconvettori- pavimento radiante, che consente di riscaldare gli ambienti con temperature di mandata intorno ai 35 gradi per il sistema radiante e 45 gradi per i ventilconvettori, in abbinamento ad una pompa di calore che utilizza una fonte di energia rinnovabile quale l'energia elettrica con un rendimento maggiore rispetto alle tradizionali caldaie a gas. Nel nostro caso in esame abbiamo un COP medio nella stagione invernale superiore a 5. Le strategie migliori per il raggiungimento dell'obiettivo sono molteplici una tra queste è appunto legato all'utilizzo di impianti ad alta efficienza che utilizzano fonti rinnovabili. Questa operazione consente di consumare meno risorse energetiche ed economiche, mantenendo, allo stesso tempo, buone condizioni di confort all'interno dell'edificio.

B.3.3 Energia prodotta nel sito per usi elettrici

L'auto generazione di energia elettrica consente di ridurre i consumi e offre una maggiore certezza sui costi di produzione per gli anni a venire a differenza dell'energia elettrica prodotta da combustibili fossili. Il criterio quantifica il contributo di energia elettrica da fonti rinnovabili prodotta rispetto al fabbisogno. Per ottenere la massima resa dell'impianto si è deciso di orientare la superficie captante di circa 30 mq in direzione Est, scegliendo pannelli solari ad alto rendimento ed inclinandoli in maniera da sfruttare la pendenza della falda ovvero con inclinazione di 20°. Un maggior contributo di energia elettrica da fonti rinnovabili consente un risparmio diretto nel fabbisogno di energia dell'edificio. Al fine di ottimizzare il livello di sostenibilità dell'edificio occorre massimizzare il contributo di energia elettrica prodotta da impianti solari fotovoltaici. Per l'impianto solare fotovoltaico le principali strategie utili alla produzione di energia da fonti rinnovabili sono:

- utilizzo di pannelli ad alta efficienza;
- orientamento dei pannelli a sud;
- inclinazione del pannello pari alla latitudine del luogo;
- utilizzo di inverter ad alta efficienza

Fondamentale è la scelta del sistema FV, si possono raggruppare in due categorie:

- sistemi stand alone, cioè in grado di fornire elettricità con continuità in assenza di connessioni di rete, tramite batterie d'accumulo. Tale sistema è consigliato solo in mancanza di rete elettrica nelle vicinanze del sito, oppure se l'estensione dei pannelli copre tutto il fabbisogno;
- sistemi grid connected, cioè collegati alla rete elettrica di distribuzione a bassa tensione, senza necessità di sistemi d'accumulo. In quest'ultimo caso, l'energia prodotta in eccesso rispetto al fabbisogno è distribuita alla rete. Questo sistema è consigliabile in presenza di rete elettrica nelle vicinanze.

Servizio energetico	Tipo di impianto	Anno di installazione	Codice catasto regionale impianti termici	Vettore energetico utilizzato	Potenza Nominale kW	Efficienza media stagionale		EP _{ren}	EP _{nren}
Climatizzazione invernale	PDC elettrica aria-acqua	2020		Energia elettrica da rete	4.60	13.36	η_H	24.51	1.81
Climatizzazione estiva							η_C		
Prod. acqua calda sanitaria	PDC elettrica aria-acqua	2020		Energia elettrica da rete	4.60	30.99	η_W	16.83	0.41
Impianti combinati									
Prod. da fonti rinnovabili	Impianto fotovoltaico	2020		Solare fotovoltaico	4.03				
	PDC elettrica aria-acqua	2020		Energia elettrica da rete	4.60				
Ventilazione meccanica									
Illuminazione									
Trasporto di persone o cose									

Fig. 4 – Energia da fonti rinnovabili

5.3 B.4 Materiali eco-compatibili

B.4.6 Materiali riciclati/recuperati

Il settore delle costruzioni è responsabile del maggior consumo di materie prime rispetto a ogni altro settore industriale, contribuendo in maniera significativa al graduale esaurimento delle risorse del pianeta. È possibile limitare questo fenomeno prevedendo il riutilizzo di materiali recuperati o l'impiego di materiali riciclati. Il presente criterio intende stimare la percentuale di materiale riciclato o recuperato che è stata prevista in progetto rispetto all'involucro dell'intero edificio. L'iter di verifica considera gli elementi di involucro opaco e trasparente e dei solai interpiano, escludendo gli elementi della struttura portante, di contenimento e dei materiali di riporto utilizzati per i riempimenti. Si è deciso di rispettare quanto stabilito nel criterio 2.4.1.2 "Materia recuperata o riciclata" del DM 11-10- 2017 - Criteri Minimi Ambientali. *"Il contenuto di materia recuperata o riciclata nei materiali utilizzati per l'edificio, anche considerando diverse percentuali per ogni materiale, deve essere pari ad almeno il 15% in peso valutato sul totale di tutti i materiali utilizzati. Di tale percentuale, almeno il 5% deve essere costituita da materiali non strutturali"* come di seguito riportati nella tabella 2.

Materiale	% riciclo
Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati	> 5 %
Laterizi	> 5 %
Componenti in materie plastiche	> 30 %
Isolanti termici ed acustici	> 5 - 45 %

Tab. 2 – Limiti Criteri Minimi Ambientali

Per il rispetto di questo criterio è consigliabile prevedere l'utilizzo di materiali di recupero provenienti dallo smantellamento di altre strutture come: coppi e tegole; pavimentazioni in cotto, graniglia, legno e pietra; serramenti; in aggiunta all'utilizzo di materiali con alto contenuto di materia riciclata come: isolante in cellulosa, alluminio per i serramenti, sottofondi per pavimenti, etc.

B.4.7 Materiali da fonti rinnovabili

Per materiali provenienti da fonti rinnovabili si intende quei prodotti, componenti o semi componenti, che presentano al loro interno una significativa percentuale di materiale di origine vegetale o animale. Il presente criterio intende stimare la percentuale di materiale proveniente da fonte rinnovabile che è stata prevista in progetto rispetto alla totalità dell'involucro dell'intero edificio. Anche in questo caso si sono seguite le linee guida del criterio 2.6.4 del DM-11-2017, che incentiva ad utilizzare materiali da fonti rinnovabili per almeno il 20% in peso sul totale dell'edificio escluse le strutture portanti. In fase di progettazione per il rispetto del criterio, è opportuno allegare specifica documentazione tecnica che dimostri l'effettiva origine dei materiali naturali impiegati. Ogni elemento individuato deve essere facilmente rintracciabile all'interno degli elaborati grafici allegati alla documentazione, e devono essere con essi congruenti.

B.4.8 Materiali locali

L'approvvigionamento da produttori locali di materiale da costruzione consente di accorciare le distanze che un certo componente deve percorrere per raggiungere il sito di intervento, contribuendo a ridurre le emissioni prodotte da tali spostamenti. Il criterio intende stimare la percentuale di materiale di produzione locale che è stata prevista in progetto rispetto all'intero involucro dell'edificio. Ai fini del calcolo del presente indicatore, per "materiale di produzione locale" si intende un materiale prodotto entro una distanza limite di 300 Km dal sito di intervento. L'effettiva origine "locale" dei materiali impiegati deve essere dimostrata da documentazione allegata. Si predilige pertanto l'utilizzo di materiali pesanti (quali aggregati, sabbia, cemento, mattoni, acciaio e vetro) prodotti localmente, ovvero in stabilimenti localizzati a non più di 300 km dal sito di intervento. Mentre per i materiali di finitura (quali pitture, rivestimenti lapidei, ceramici, lignei, etc.) prodotti localmente, ovvero in stabilimenti localizzati a non più di 150 km dal sito di intervento.

B.4.10 Materiali disassemblati

La possibilità di riutilizzare o riciclare in maniera differenziata parti di edificio alla fine del suo ciclo di vita utile, permette di raccogliere una significativa quantità di materiale da poter in futuro riutilizzarne almeno in parte, minimizzando la necessità di utilizzare nuove materie prime. Il criterio intende quindi verificare quanto in progetto sia stato previsto in favore di una più agevole azione di smantellamento dell'edificio, prendendolo in esame nella sua interezza. Secondo il criterio 2.4.1.1 del DM 11-10-2017: *“almeno il 50% peso/peso dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati, escludendo gli impianti, deve essere sottoponibile, a fine vita, a demolizione selettiva ed essere riciclabile o riutilizzabile”*. Di tale percentuale, almeno il 15% deve essere costituito da materiali non strutturali. Una buona strategia di progettazione consiste nel prevedere l'utilizzo di un certo numero di tecnologie stratificate a secco attraverso l'uso di elementi smontabili in maniera meccanica e separabili nelle sue componenti primarie.

B.4.11 Materiali certificati

Il presente criterio intende stimare la percentuale di materiale biosostenibile che è stata prevista in progetto rispetto alla totalità dell'involucro edificio. Ai fini del calcolo del presente indicatore, per "materiale biosostenibile" si intende un materiale edilizio dotato di un marchio di qualità ecologica riconosciuto. È consigliabile prevedere l'utilizzo di materiali che possiedono un certificato di qualità ecologica che attesti la conformità di un prodotto rispetto ai criteri del Protocollo ITACA e ne certifica la prestazione relativa. I certificati devono appartenere ad una delle seguenti categorie:

- prodotti dotati di marchio/dichiarazione di Tipo I, conforme alla UNI EN ISO 14024;
- prodotti dotati di EPD di categoria, conforme alla norma UNI EN 15804;
- prodotti dotati di EPD specifica di prodotto, conforme alla norma UNI EN 15804;
- prodotti dotati di marchio/dichiarazione di Tipo III conforme alla norma UNI EN ISO 14025;
- prodotti dotati di altro marchio ambientale approvato dal Comitato Promotore Protocollo ITACA
- prodotti dotati di una autodichiarazione ambientale di Tipo II conforme alla norma UNI EN ISO 14021, verificata da un organismo di valutazione della conformità.



DIATHONITE EVOLUTION CERTIFICATO C

Diathonite Evolution è un intonaco premiscelato naturale ecocompatibile, completamente privo di cemento, formulato con pura calce idraulica natura NHL 3.5, sughero, argilla, polveri diatomeiche e fibre di rinforzo. Diathonite è un intonaco di sughero, marcato CE, EPD e LEED, idoneo per la realizzazione, sia in interno sia in esterno, di cappotti termici, deumidificazioni e riqualificazioni energetiche

STYRODUR 3035 CSCERTIFICATO C



Polistirene espanso estruso che non contiene CFC, HCFC e HFC come gas espandenti e contribuisce in modo significativo, in qualità di materiale termoisolante, alla riduzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera. Grazie all'innovativo agente ritardante di fiamma PolyFR, le lastre della gamma Styrodur® riescono ad ottenere l'autoestinguenza in Euroclasse E con un minore impatto sull'ambiente.

POROTHERM BIO PLAN CERTIFICATO C



Certificato N. / Certificate N.
TUVIT-LMR-0001 rev. 3

Elenco dei prodotti:
Products list:

Prodotto (Nome Commerciale)	% post *	% pre **
POROTHERM BIO	--	10
POROTHERM BIO PLAN	--	10

* Percentuale minima di materiale riciclato post-consumatore
Presence of minimum post-consumer recycled content by weight

** Percentuale minima di materiale riciclato pre-consumatore
Presence of minimum pre-consumer recycled content by weight

Data prima emissione/First issue date: 2009-07-27
Data ultima emissione/Last issue date: 2016-09-30

Fig.5 – Certificazioni di alcuni materiali del progetto

ARCHIVIO MATERIALI DELL'EDIFICIO								
Nome	Densità [kg/mc]	Conduttività [W/mK]	Calore specifico [J/kg K]	Riciclato	Rinnovabile	Locale	Disassemblato	Certificato
Diathonite Evolution	360	0.045	1001	15	0	0	0	C
Argatherm	1050	0.128	1000	15	0	0	0	X
TAMPONATURA BIO PLAN38-25/19,9T - 0,09 Wienerberger	860.7	0.09	1000	10	0	0	0	F
Tramezzi interni BIO PLAN 8-50/24,9	995.1	0.19	1000	10	0	0	0	F
Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0.7	840	15	0	1	0	E
Piastrelle ceramiche	2300	1.3	840	15	0	1	0	X
Calcestruzzo Armato	2300	2.3	1000	5	0	1	0	X
Bitume	1200	0.17	920	5	0	0.5	0	X
Blocco da solaio	1800	0.59	840	10	0	1	0	X
Intonaco esterno	1800	0.9	840	15	0	1	0	E
Argon	1.7	0.0195	520	100	100	0.25	0	X
Calcestruzzo alleggerito (1600 kg/m3)	1600	1.08	1000	5	0	1	0	X
Massetto Radiante (MassettoMix Paris)	2000	1.83	1000	5	0	0.25	0	E
Tappetino Pavimento Radiante (RDZ Super D)	1050	0.032	1210	5	0	0	0	X
Styrodur 3035 CS	30	0.034	1450	5	0	0	70	C
Tegole Laterizio	1800	0.72	1000	10	0	1	100	X
Alluminio	2700	220	880	10	0	1	100	X
Vetro	2500	1	750	0	0	1	100	X
Legno (Abete)	450	0.1	1600	0	70	0.25	100	X

Tab. 3 – Elenco materiali

5.4 B.5 Acqua potabile

B.5.1 Acqua potabile per usi irrigazione

L'irrigazione delle aree verdi è generalmente condotta attraverso l'uso di acqua potabile proveniente dagli acquedotti comunali. È tuttavia possibile mettere in atto opportuni accorgimenti tecnici per ridurre il fabbisogno irriguo richiesto e/o per minimizzare l'utilizzo di acque esclusivamente potabili andando a favorire l'integrazione di sistemi di recupero di acque non potabili (meteoriche, grigie e provenienti dagli impianti). Ciò che viene richiesto per la verifica del criterio è di calcolare l'entità del contributo dato da eventuali sistemi di recupero e di riutilizzo di acque non potabili. Una buona strategia di progettazione consiste nell'impiego di sistemi per il recupero dell'acqua piovana e la depurazione delle acque grigie derivanti dagli effluenti prodotti dalle attività domestiche o raccolte dagli impianti. La tabella 4 mostra i dettagli del fabbisogno idrico e volume di acqua risparmiata per le aree verdi del lotto.

ACQUA POTABILE PER USI IRRIGAZIONE	
Estensione aree verdi	140.65 m ²
Fabbisogno idrico specifico	0.3 m ³ /m ²
Fabbisogno idrico di riferimento annuo	42.19 m ³ /m ² anno
Fabbisogno idrico effettivo annuo	28.13 m ³ /m ² anno
V _{ris i} – Acqua risparmiata rispetto allo standard	14.06 m ³ /m ² anno
V _{ris ii} acqua risparmiata da acqua non potabile	0 m ³ /m ² anno

Tab. 4 – Acqua potabile per usi irrigazione

B.5.2 Acqua potabile per usi indoor

Ciò che viene richiesto per la verifica del criterio è di calcolare la quantità di acqua potabile consumata per usi indoor, intendendo così valutare l'entità del contributo dato da eventuali sistemi di recupero e riutilizzo delle acque non potabili (piovane e/o grigie). Nel nostro caso studio sono stati previsti: riduttori di flusso e/o aeratori con flusso ridotto su lavabi, lavelli e docce e l'istallazione di cartucce a doppio scatto. Il fabbisogno idrico per usi domestici può essere diminuito attraverso l'utilizzo di sistemi di riduzione dei consumi. La metà del consumo giornaliero di acqua potabile può essere sostituito con acque non potabili (ad esempio per il lavaggio della biancheria e per lo scarico dei WC) grazie a sistemi di distribuzione duale che integrano, nel sistema idrico, le acque meteoriche o grigie, opportunamente filtrate e depurate.

ACQUA POTABILE PER USI INDOOR			
Tipologia di servizio	Consumo V [l/ab·gg]	R [%]	Risparmio [l/ab·gg]
Usi alimentari (cottura cibi bevande)	4,8	0	0
Lavaggio biancheria	30	0	0
Lavaggio stoviglie	4,8	10	0,48
Pulizia abitazione	7,2	10	0,72
Igiene personale (escluso bagno/doccia)	13,2	10	1,32
WC	40	20	8
Bagno, doccia	30	7	2,1
TOT.	130		12,62

Tab. 5 – Acqua potabile per usi indoor

Fabbisogno idrico effettivo annuo	28.13 m ³ /m ² anno
V _{ris i} – Acqua risparmiata rispetto allo standard	14.06 m ³ /m ² anno
V _{ris ii} acqua risparmiata da acqua non potabile	0 m ³ /m ² anno

Tab. 6 – Volume acqua risparmiato

5.5 B.6 Prestazioni dell'involucro

B.6.1 Energia termica utile per il riscaldamento

Il fabbisogno di energia netta per il riscaldamento rappresenta la quantità teorica minima necessaria per riscaldare l'edificio durante la stagione invernale. Il fabbisogno di energia netta per il riscaldamento è determinato da tre contributi principali:

- fabbisogno per trasmissione attraverso l'involucro
- fabbisogno per la ventilazione degli ambienti
- apporti gratuiti interni e solari

$$\begin{aligned} Q_{H,nd} &= Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} * Q_{gn} \\ &= (Q_{H,tr} + Q_{H,ve}) - \eta_{H,gn} * (Q_{int} + Q_{sol}) \end{aligned}$$

Dove

$Q_{H,ht}$ è lo scambio termico totale nel caso di riscaldamento [kWh]

Q_{gn} sono gli apporti termici totali, somma dei contributi al riscaldamento interni e solari [kWh];

$Q_{H,tr}$ è lo scambio termico per trasmissione nel caso di riscaldamento [kWh];

$Q_{H,ve}$ è lo scambio termico per ventilazione nel caso di riscaldamento [kWh];

Q_{int} sono gli apporti termici interni [kWh];

Q_{sol} sono gli apporti termici solari [kWh];

$\eta_{H,gn}$ è il fattore di utilizzazione degli apporti termici, ovvero la misura di quanto questi incidono sul resto del fabbisogno.

$$EP_{H,nd} = \frac{Q_{H,nd}}{Sup_{utile}}$$

Le strategie di riferimento devono quindi mirare al contenimento delle quote di fabbisogno per trasmissione attraverso l'involucro e per ventilazione e alla massimizzazione degli apporti gratuiti interni e solari.

Riduzione del fabbisogno per trasmissione

La quota di fabbisogno attraverso l'involucro edilizio può essere ridotta adottando componenti opachi e vetrati a basso valore di trasmittanza termica U.

Riduzione del fabbisogno per ventilazione

La quota di fabbisogno di ventilazione è determinata in relazione alla tipologia di ventilazione adottata: naturale, meccanica. Per quanto riguarda la ventilazione naturale, il fabbisogno è determinato da un coefficiente standard di ricambio d'aria (0.34 vol.aria/h) secondo la norma UNI TS 11300, per cui non possono essere applicate strategie progettuali migliorative specifiche. Per la ventilazione meccanica è possibile invece ottimizzare il dimensionamento dell'impianto e il numero di ricambi d'aria orari in funzione del volume dell'ambiente da ventilare: l'obiettivo è di minimizzare il numero di ricambi d'aria orari. Quindi è consigliabile l'utilizzo della ventilazione meccanica qualora, a parità di qualità dell'aria fornita, il numero di ricambi di aria sia minore rispetto a quello previsto dalla normativa per la ventilazione naturale (0.34 vol.aria/h).

Massimizzazione degli apporti interni

Il contributo derivante da apporti gratuiti interni è determinato dal numero di persone presenti nell'edificio. In particolare il rapporto tra il numero di persone presenti nell'edificio e la relativa superficie, influenza in modo positivo gli apporti interni. Pertanto è consigliabile, qualora possibile, di ottimizzare l'estensione della superficie utile e del volume all'interno dell'involucro termico, evitando il sovradimensionamento degli ambienti sia in superficie che in altezza.

Massimizzazione degli apporti solari

Il contributo derivante da apporti gratuiti solari è connesso all'orientamento dell'edificio e all'irraggiamento incidente sulle superfici opache e trasparenti durante il periodo invernale, quando l'inclinazione dei raggi solari è minore (circa 25-28° sull'orizzonte). L'obiettivo principale è quello di intercettare la maggiore quantità di radiazione solare possibile, in particolare attraverso gli elementi trasparenti, al fine di massimizzare gli apporti solari. Pertanto è consigliabile:

- collocare la maggior parte delle superfici trasparenti il più possibile in direzione Sud;
- minimizzare gli aggetti orizzontali e verticali dell'edificio che possono creare ombreggiamento sugli elementi trasparenti durante il periodo invernale (in particolare balconi, logge, coperture, porticati);
- collocare l'edificio in modo tale da limitare le zone d'ombra causate da edifici adiacenti;
- evitare alberature sempreverdi che bloccano la radiazione solare anche d'inverno negli spazi aperti rivolti a sud;
- minimizzare la quota della superficie del telaio presente nei serramenti.

Anche gli elementi opachi contribuiscono allo sfruttamento degli apporti solari. In particolare il colore delle superfici esterne influenza la quantità di irradiazione solare assorbita perché

determina il coefficiente di assorbimento della radiazione solare. La strategia principale è quindi quella di utilizzare finiture esterne di colore scuro che assicurano un coefficiente di assorbimento della radiazione solare maggiore.

ENERGIA TERMICA UTILE PER IL RISCALDAMENTO				
	S_u [m ²]	$Q_{H,nd}$ [kWh]	$EP_{h,nd}$ [kWh/m ²]	$EP_{h,nd\ lim}$ [kWh/m ²]
Zona termica	161,23	3905.51	24.22	29.52

Tab. 7 – Energia termica utile per il riscaldamento

B.6.2 Energia termica utile per il raffrescamento

Il fabbisogno di energia netta per il raffrescamento rappresenta la quantità teorica minima necessaria per raffrescare l'edificio durante la stagione estiva.

$$Q_{C,nd} = Q_{gn} - \eta_{C,ls} * Q_{C,ht}$$

$$= (Q_{int} + Q_{sol}) - \eta_{C,ls} * (Q_{C,tr} + Q_{C,ve})$$

Dove

$Q_{C,ht}$ è lo scambio termico totale nel caso di raffrescamento [kWh]

Q_{gn} sono gli apporti termici totali, somma dei contributi al raffrescamento interni e solari [kWh];

$Q_{C,tr}$ è lo scambio termico per trasmissione nel caso di raffrescamento [kWh];

$Q_{C,ve}$ è lo scambio termico per ventilazione nel caso di raffrescamento [kWh];

Q_{int} sono gli apporti termici interni [kWh];

Q_{sol} sono gli apporti termici solari [kWh];

$\eta_{H,gn}$ è il fattore di utilizzazione degli apporti termici, ovvero la misura di quanto questi incidono sul resto del fabbisogno.

$$EP_{H,nd} = \frac{Q_{C,nd}}{Sup_{utile}}$$

Le strategie utili per raggiungere l'obiettivo riguardano la limitazione degli apporti solari estivi e degli apporti gratuiti interni. Queste operazioni consentono di consumare meno risorse energetiche ed economiche, mantenendo, allo stesso tempo, buone condizioni di confort all'interno dell'edificio.

Riduzione dei carichi solari

Il contributo derivante dai carichi solari è connesso all'orientamento dell'edificio e all'irraggiamento incidente sulle superfici opache e trasparenti durante il periodo estivo, quando l'inclinazione dei raggi solari è massima (circa 70° sull'orizzonte). L'obiettivo principale è quello di intercettare la minore quantità di radiazione solare possibile, in particolare attraverso gli elementi trasparenti, al fine di contenere i carichi solari. Pertanto le strategie consigliabili sono le stesse descritte per il criterio B.6.4 – Controllo della radiazione solare.

Riduzione del fabbisogno per trasmissione e ventilazione

La quota di fabbisogno per trasmissione attraverso l'involucro edilizio può essere ridotta adottando gli stessi accorgimenti del criterio B.6.1.

ENERGIA TERMICA UTILE PER IL RAFFRESCAMENTO				
	S_u [m ²]	$Q_{C,nd}$ [kWh]	$EP_{c,nd}$ [kWh/m ²]	$EP_{c,nd,lim}$ [kWh/m ²]
Zona termica	161,23	1769.20	10.97	11.87

Tab. 8 – Energia termica utile per il raffrescamento

B.6.3 Coefficiente medio globale di scambio termico

La trasmittanza termica indica la capacità dell'involucro di resistere al passaggio del calore dall'interno all'esterno e viceversa. H'_t rappresenta coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente.

$$H'_t = H_{tr,adj} / \sum_k \sum A_k$$

dove:

$H_{tr,adj}$ è il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione dell'involucro calcolato con la UNI/TS 11300-1 (W/K);

A_k è la superficie del k-esimo componente (opaco o trasparente) dell'involucro (m²).

Secondo la UNI/TS 11300-1 il parametro $H_{tr,adj}$ è calcolato attraverso la formula:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A$$

nella quale sono sommati i coefficienti di scambio termico per trasmissione diretta verso l'ambiente esterno (H_D), verso il terreno (H_g), attraverso gli ambienti non climatizzati (H_U), verso altre zone climatizzate a temperatura diversa (H_A), tutti espressi in W/K.

Nel nostro caso studio per rispettare il valore limite di H'_t sono stati installati pannelli isolanti e finestre a taglio termico con doppio vetro. Per limitare le dispersioni verso l'esterno possono essere adottati alcuni accorgimenti come ad esempio la riduzione della trasmittanza dei componenti dell'involucro e la riduzione dei ponti termici.

Riduzione della trasmittanza termica dei componenti di involucro

Il contenimento della trasmittanza termica dell'involucro edilizio può essere effettuato adottando componenti opachi e trasparenti a basso valore di trasmittanza U. Dal punto di vista legislativo, il DLgs 311/06 fissa i limiti massimi di trasmittanza termica U per tutte le tipologie di componente di involucro. Per quanto riguarda i componenti di involucro opachi è raccomandabile:

- definire una strategia complessiva di isolamento termico (isolamento concentrato o ripartito, struttura leggera o pesante, facciata ventilata tradizionale, facciata ventilata "attiva", ecc.);
- scegliere il materiale isolante e il relativo spessore, tenendo conto delle caratteristiche di conduttività termica, permeabilità al vapore, comportamento meccanico (resistenza e

deformazione sotto carico), compatibilità ambientale (in termini di emissioni di prodotti volatili e fibre, possibilità di smaltimento, ecc.);

- verificare la possibilità di condensa interstiziale e posizionare se necessario una barriera al vapore.

Per quanto riguarda i componenti vetrati è raccomandabile:

- non impiegare vetri semplici ma vetro camere se possibile basso-emissivi o speciali (con intercapedine d'aria multipla realizzata con pellicole, con intercapedine riempita con gas a bassa conduttività, con materiali isolanti trasparenti, ecc.);
- utilizzare telai in metallo con taglio termico, in PVC, in legno;
- isolare termicamente il cassonetto porta-avvolgibile.

Riduzione dei ponti termici.

La presenza dei ponti termici è determinata dalla presenza di disomogeneità materiche e geometriche nell'involucro opaco. In particolare le disomogeneità di tipo materico sono relative all'interruzione localizzata dello strato isolante. Per quanto riguarda la limitazione dei ponti termici è raccomandabile:

- limitare l'utilizzo di elementi aggettanti (balconi, coperture, ecc.);
- posizionare le finestre a filo con lo strato isolante;
- evitare l'interruzione dell'isolamento in corrispondenza degli elementi strutturali.

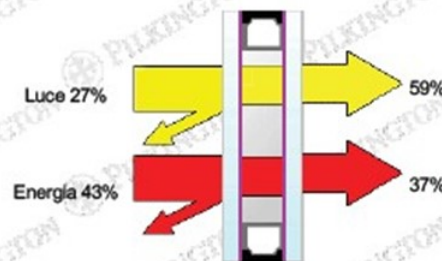
COEFFICIENTE MEDIO GLOBALE DI SCAMBIO TERMICO			
	S_u [m ²]	H'_T	$H'_{T\lim}$
Zona termica	161,23	0.32	0.58

Tab. 9 – Coefficiente medio scambio termico

B.6.4 Controllo della radiazione solare

Il controllo della radiazione solare permette di valutare l'efficacia dell'orientamento, degli elementi di involucro trasparente dell'edificio e dei sistemi di controllo solare per la riduzione degli apporti solari nel periodo estivo. Al fine di ottimizzare il livello di sostenibilità dell'edificio occorre ridurre gli apporti solari nella stagione estiva e massimizzarli in quella invernale.

Per ridurre il coefficiente EP_{cnd} , ovvero l'indice di prestazione per la climatizzazione estiva, sono stati previsti vetri a bassa trasmissione solare, in modo tale da avere minor surriscaldamento nella zona termica durante il periodo estivo e permettono il massimo guadagno degli apporti solari durante la stagione invernale. Questa operazione consente di consumare meno risorse energetiche ed economiche, mantenendo, allo stesso tempo, buone condizioni di confort all'interno dell'edificio.



DESCRIZIONE

Posizione	Prodotto	Processo	Spessore (nominale) mm	Peso kg/m ²
Pilkington Insulight™ Therm				
Vetro 1	Pilkington Optitherm™ S1	Ricotto	6,0	
Intercapedine 1	Argon (90%)		16,0	
Vetro 2	Pilkington Optitherm™ S1	Ricotto	6,0	
Codice prodotto	6S(1)-16Ar-S(1)6		28,0	30,00

PRESTAZIONE

Luce			Energia		
Trasmissione luminosa	LT	59%	Trasmissione energetica diretta	TE	32%
	UV %	21%	Riflessione energetica	RE	43%
Riflessione esterna	RL esterno	27%	Assorbimento energetico	AE	25%
Riflessione interna	RL interno	27%	Fattore solare	FS	37%
Codice prestazione			Coefficiente di shading, totale		0,43
$U_g/TL/FS$		1,0 / 59 / 37	Coefficiente di shading, onde corte		0,37
Ra		95	Indice di abbattimento acustico	$R_w(C;C_{tr})$ dB	31 (-1; -4)
Per alcune caratteristiche è riportata la sigla NPD. Questo significa che non viene dichiarata alcuna prestazione.			Trasmittanza termica	U_g W/m ² K	1,0

Fig. 6 – Scheda tecnica vetrata

Al fine di controllare l'immissione nell'ambiente interno di radiazione solare diretta, le parti trasparenti esterne degli edifici sia verticali che inclinate, devono essere dotate di sistemi di schermatura e/o ombreggiamento fissi o mobili verso l'esterno e con esposizione da sud-sud est (SSE) a sud-sud ovest (SSO). Il soddisfacimento del requisito può essere raggiunto anche attraverso le sole e specifiche caratteristiche della componente vetrata (ad esempio i vetri selettivi e a controllo solare).

Utilizzo di vetri a bassa trasmissione solare

L'abbassamento del valore fattore solare dei vetri contribuisce al miglioramento della trasmittanza dell'edificio. Si riportano di seguito alcune caratteristiche prestazionali relative ai principali tipi di vetro utilizzabili per ottimizzare il controllo solare.

- Vetri colorati (assorbenti) - i tipi convenzionali di vetro colorato possono rappresentare un problema, in relazione al loro elevato coefficiente di assorbimento della radiazione solare incidente (35,75 %), che produce temperature elevate del vetro e, quindi, alta emissività (onde lunghe).
- Vetri colorati (riflettenti) - il tipo di vetro colorato con superficie esterna riflettente a specchio riduce di molto la radiazione in ingresso (soprattutto quella luminosa) e non è, quindi, consigliabile per ambienti che richiedano elevata illuminazione o apporti solari invernali; tale tipo di vetro, inoltre, produce un impatto ambientale negativo verso l'esterno, per effetto di possibili fenomeni di abbagliamento.
- Vetri con pellicole a bassa emissività - sono i più efficaci nel ridurre la trasmissione solare termica, a parità di quella luminosa.
- Componenti vetrati multistrato - tra le configurazioni a doppio strato più efficaci vi è quella con vetro assorbente all'esterno, camera d'aria ventilata e pellicola a bassa emissività sul lato esterno del vetro interno.

Ottimizzazione dei sistemi schermanti

L'utilizzo di sistemi schermanti contribuisce a diminuire il valore di trasmittanza solare del pacchetto finestra/schermo. In questo ambito sono utili le seguenti strategie:

- collocare l'elemento schermante all'esterno. Questa posizione permette allo schermo di respingere la radiazione solare prima che raggiunga la superficie del vetro, evitando che questo si riscaldi e che si inneschi un micro effetto serra tra superficie dello schermo e il vetro;
- utilizzare schermi mobili orientabili (frangisole) in quanto, se abbinati ad un sistema di gestione automatizzato, possono assicurare un valore di trasmittanza più basso.

Ottimizzazione degli ombreggiamenti estivi

L'ottimizzazione degli ombreggiamenti estivi contribuisce a diminuire i valori F_{hor} , F_{ov} e F_{fin} delle finestre, (ovvero il fattore di ombreggiatura relativo ad aggetti orizzontali verticali ed ostruzioni esterne) e di conseguenza, il valore trasmittanza totale dell'edificio.

In questo ambito sono utili le seguenti strategie:

- ottimizzare la sporgenza dei balconi e degli altri aggetti orizzontali, in modo che l'angolo αF_{ov} sia il più alto possibile. In particolare le schermature in aggetto orizzontale sono maggiormente efficaci se collocate sulla facciata Sud dell'edificio, impedendo la penetrazione della radiazione diretta nelle ore centrali delle giornate estive e consentendo l'apporto solare invernale;
- ottimizzare la sporgenza degli aggetti verticali, in modo che l'angolo αF_{fin} sia il più alto possibile. In particolare le schermature in aggetto verticale sono maggiormente efficaci se collocate ad almeno 60° di azimut dalla direzione Sud impedendo la penetrazione della radiazione diretta nelle ore centrali delle giornate estive, e consentendo l'apporto solare invernale;
- Sfruttare la presenza di ostacoli naturali e di edifici preesistenti situati nell'immediato contesto, in modo da ottimizzare l'angolo αF_{hor} e utilizzare gli ombreggiamenti dovuti ad ostruzioni esterne.

Per quanto riguarda gli ombreggiamenti, in generale, occorre evitare il sovradimensionamento delle schermature al fine di evitare le zone d'ombra durante il periodo invernale per sfruttare completamente gli apporti solari per il fabbisogno di energia per il riscaldamento.

Capitolo 6. Area di valutazione C: Carichi Ambientali

La terza area di valutazione riguarda i carichi ambientali, ovvero le emissioni di CO₂ equivalente associate all'esercizio annuale dell'edificio. Questa categoria di crediti affronta le preoccupazioni ambientali relazionate alla qualità dell'ambiente interno, la salute degli occupanti, la sicurezza ed il comfort, l'efficacia del cambio d'aria e il controllo della contaminazione dell'aria. Le strategie progettuali proposte all'interno dei criteri proposti affrontano tali preoccupazioni con l'obiettivo di fornire una risposta alla ricerca di qualità dell'ambiente confinato.

6.1 C.1 Emissioni CO₂ equivalente

C.1.2 Emissioni previste in fase operativa

Le emissioni di CO₂ previste in fase operativa rappresentano il contributo all'effetto-serra prodotto dall'edificio per soddisfare i fabbisogni per riscaldamento e ACS e usi elettrici. Al fine di ottimizzare il livello di sostenibilità dell'edificio occorre ridurre il più possibile le emissioni di CO₂. Nel nostro caso studio, l'unità abitativa dotata di pompa di calore deve rispettare un valore limite di CO₂ pari a 10.22 Kg/m² anno.

Prestazioni energetiche degli impianti e stima dei consumi annui di energia			
	FONTI ENERGETICHE UTILIZZATE	Quantità annua consumata in uso standard (specificare unità di misura)	Indici di prestazione energetica globali ed emissioni
<input checked="" type="checkbox"/>	Energia elettrica da rete	184 kWh	Indice della prestazione energetica non rinnovabile EP _{gl,nren} kWh/m ² anno 2.22
<input type="checkbox"/>	Gas naturale		
<input type="checkbox"/>	GPL		
<input type="checkbox"/>	Carbone		
<input type="checkbox"/>	Gasolio e Olio combustibile		
<input type="checkbox"/>	Biomasse solide		Indice della prestazione energetica rinnovabile EP _{gl,ren} kWh/m ² anno 41.35
<input type="checkbox"/>	Biomasse liquide		
<input type="checkbox"/>	Biomasse gassose		
<input checked="" type="checkbox"/>	Solare fotovoltaico	908 kWh	Emissioni di CO ₂ kg/m ² anno 0.49
<input type="checkbox"/>	Solare termico		
<input type="checkbox"/>	Eolico		
<input type="checkbox"/>	Teleriscaldamento		
<input type="checkbox"/>	Teleraffrescamento		
<input type="checkbox"/>	Altro (specificare)		

Fig. 1 – Emissioni di CO₂

Le emissioni di CO₂ dovute al funzionamento dell'edificio sono proporzionate a due fattori principali: i consumi energetici e il tipo di combustibile utilizzato per le varie utenze.

Riduzione dei consumi energetici

L'obiettivo è di ridurre la quantità di energia primaria necessaria per il soddisfacimento dei fabbisogni. Nello specifico le strategie più utili sono le stesse utilizzate per il contenimento dei singoli fabbisogni di energia primaria (riscaldamento, raffrescamento, ACS) riferite ai seguenti criteri:

- Riscaldamento: criterio B.6.1
- Raffrescamento: criterio B.6.2
- ACS: criterio B.5.2

Utilizzo di combustibili a basso fattore di emissione di CO₂

I combustibili scelti per alimentare gli impianti energetici dell'edificio determinano la quantità di emissioni prodotte. L'obiettivo, per ciascun tipo di impianto, è utilizzare impianti alimentati da combustibili con il più basso fattore di emissione di CO₂. Relativamente a questo aspetto si possono effettuare le seguenti considerazioni:

- Il combustibile non rinnovabile con il fattore di emissione più basso è il gas naturale (0.1997 kgCO₂/kWh), pertanto si consiglia di utilizzarlo il più possibile dove non si possono utilizzare le fonti rinnovabili;
- Il combustibile non rinnovabile con il fattore di emissione più alto è il legno e i suoi derivati (0.3406 kgCO₂/kWh), pertanto si consiglia di utilizzarlo il meno possibile.

La scelta del combustibile dell'impianto va comunque sempre effettuata anche in relazione alla fattibilità tecnica e della convenienza economica del tipo di impianto.

6.2 C.3 Rifiuti solidi

C.3.2 Rifiuti solidi prodotti in fase operativa

In questo criterio è richiesta la valutazione delle caratteristiche funzionali e dimensionali dei sistemi di raccolta differenziata dei rifiuti (organici e non) previsti nell'edificio. La gestione di questo aspetto si concretizza, nel caso in questione, nella dedica di uno spazio di pertinenza dell'edificio, alla raccolta delle differenti tipologie di rifiuti solidi urbani. Il sito quindi deve favorire la raccolta differenziata dei rifiuti solidi attraverso la predisposizione di apposite aree, posizionate in luoghi di facile accessibilità per gli utenti e per i mezzi di carico.

RIFIUTI SOLIDI IN FASE OPERATIVA	
Tipologie di raccolta differenziata nella Provincia	Carta
	Plastica
	Vetro
	Organico
	Alluminio - Metalli
	Indifferenziato

Tab. 1 – Rifiuti solidi in fase operativa

C.3.3 Riuso delle terre

La finalità del requisito è quella di ridurre l'inquinamento generato dalle attività di costruzione, favorendo il riutilizzo delle terre di scavo in situ. Lo strato superficiale di terreno naturale per una profondità di almeno cm 60 prelevato dalle aree soggette a scavi e rinterri deve essere accantonato in cantiere per essere riutilizzato nelle opere a verde. Non può essere rinterrato ma utilizzato solo superficialmente. Per i rinterri, deve essere riutilizzato materiale di scavo (escluso il terreno naturale di cui alla precedente nota) proveniente dal cantiere stesso.

RIUSO DELLE TERRE		
$V_{s,tot}$	Volume totale degli scavi in progetto	280 mc
$V_{tr,tot}$	Volume totale delle terre di risulta riutilizzate in sito	70 mc

Tab. 2 – Riuso di terre

6.3 C.4 Acque reflue

C.4.1 Acque grigie inviate in fognatura

Per acque grigie si intendono le acque provenienti dagli scarichi di lavandini, docce e vasche; acqua di minor pregio che può essere recuperata, trattata e riutilizzata per scopi non potabili. Gli effluenti prodotti dalle attività domestiche generalmente vengono scaricati direttamente in fognatura. Per minimizzarne la quantità è possibile agire sulla riduzione dei consumi e sull'utilizzo di appositi sistemi di recupero delle acque. Ciò che viene richiesto per la verifica del criterio è di calcolare il volume dei rifiuti liquidi non prodotti rispetto alla quantità di riferimento calcolata in base al fabbisogno idrico per usi indoor. Per il soddisfacimento del criterio si possono impiegare sistemi per il recupero dell'acqua piovana, sistemi per la raccolta e la depurazione delle acque grigie derivanti dagli effluenti prodotti dalle attività domestiche o raccolte dagli impianti. In tabella 3 sono riportati i risparmi ottenuti grazie all'installazione di aeratori frangi getto.

ACQUE GRIGIE INVIAE IN FOGNATURA			
Tipologia di servizio	Consumo V [l/ab·gg]	R [%]	Risparmio [l/ab·gg]
Usi alimentari (cottura cibi bevande)	4,8	0	0
Lavaggio biancheria	30	0	0
Lavaggio stoviglie	4,8	10	0,48
Pulizia abitazione	7,2	10	0,72
Igiene personale (escluso bagno/doccia)	13,2	10	1,32
Bagno, doccia	30	7	2,1
TOT.	90		4.62

Tab. 3 – Percentuale risparmi degli aeratori frangi getto

C.4.3 Permeabilità del suolo

Nella maggior parte dei territori urbanizzati, le aree occupate da infrastrutture ed edifici sono aree attraverso cui le acque meteoriche non possono penetrare il sottosuolo, incidendo sulla capacità di ricarica delle falde acquifere. Ciò che viene richiesto per la verifica del criterio è di studiare soluzioni progettuali che favoriscano la permeabilità dei suoli, ovvero che consentano all'acqua di muoversi all'interno di essi e di valutare le aree esterne in progetto che limitano questa tendenza, prevedendo aree drenanti e permeabili. Nella tabella sottostante sono riportate le estensioni e i materiali delle superfici del nostro lotto. È quindi opportuno prevedere sistemazioni esterne a prato, in piena terra o di materiali sciolti (ghiaia, sabbia, calcestruzzo, etc.). Sono altrettanto valide soluzioni di pavimentazioni drenanti, posati a secco a giunti aperti (elementi grigliati in polietilene o altro materiale plastico riciclato con riempimento di terreno vegetale misto a torba, elementi grigliati/alveolari in cls posato a secco, con riempimento di terreno vegetale o ghiaia, etc.).

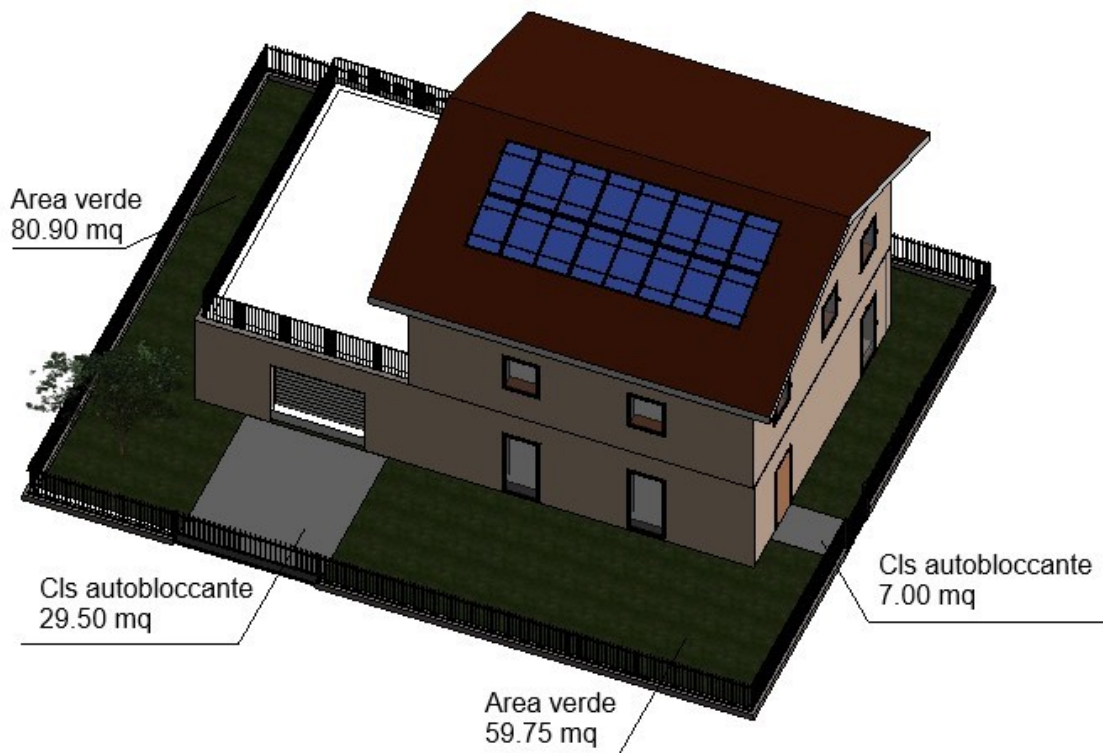


Fig. 2 – Distribuzione aree esterne

PERMEABILITA' DEL SUOLO	
Tipo di superficie	Estensione [mq]
Superficie prato	140.65
Superficie elementi autobloccanti in cls	36.5
TOT.	177.15

Tab. 4 – Permeabilità del suolo

6.4 C.6 Impatto sull'ambiente circostante

C.6.8 Effetto isola di calore

Le grandi città sono caratterizzate per la maggior parte della loro estensione da superfici asfaltate e edificate, gli spazi verdi invece sono normalmente molto pochi; questi fattori causano un aumento generale della temperatura media annua della città. La modifica avviene a causa del maggior immagazzinamento di calore da parte delle superfici, calore che viene restituito poi all'ambiente. Il fenomeno conosciuto come “effetto isola di calore” si presenta come un innalzamento della temperatura in prossimità delle superfici irraggiate dal sole, incremento di temperatura che può causare notevole discomfort microclimatico. L'utilizzo di materiali termo riflettenti permette di diminuire in maniera significativa l'innalzamento della temperatura dell'aria in prossimità di tali superfici. Diminuire l'effetto isola di calore riduce la necessità di raffrescamento estivo, i consumi di energia e la generazione di gas serra e inquinanti, nonché riduce le infrastrutture necessarie correlate. Ciò che viene chiesto in questo criterio è di calcolare il rapporto percentuale tra l'area delle superfici esterne che per morfologia sono in grado di ridurre l'effetto isola di calore e l'area complessiva delle superfici esterne. Specifiche attenzioni progettuali possono essere impiegate al fine di diminuire l'effetto isola di calore;

- utilizzare materiali per la pavimentazione di colore chiaro, limitando comunque l'area di superficie impermeabile o prevedere un tipo di copertura “verde” ovvero realizzata con un rivestimento vegetale. Tutti i tipi di copertura a verde richiedono manutenzione semi annuale.

- Per il progetto delle sistemazioni delle aree esterne di pertinenza favorire le aree verdi a prato. Per le aree che hanno la necessita di essere pavimentate, utilizzare materiali chiari o prevedere elementi alveolari.
- Prevedere che la geometria dell'edificio, la tipologia e la collocazione delle specie arboree ed arbustive e l'allocazione di specifici elementi schermanti siano in grado di produrre una superficie ombreggiata significativa per la riduzione dell'effetto "isola di calore".

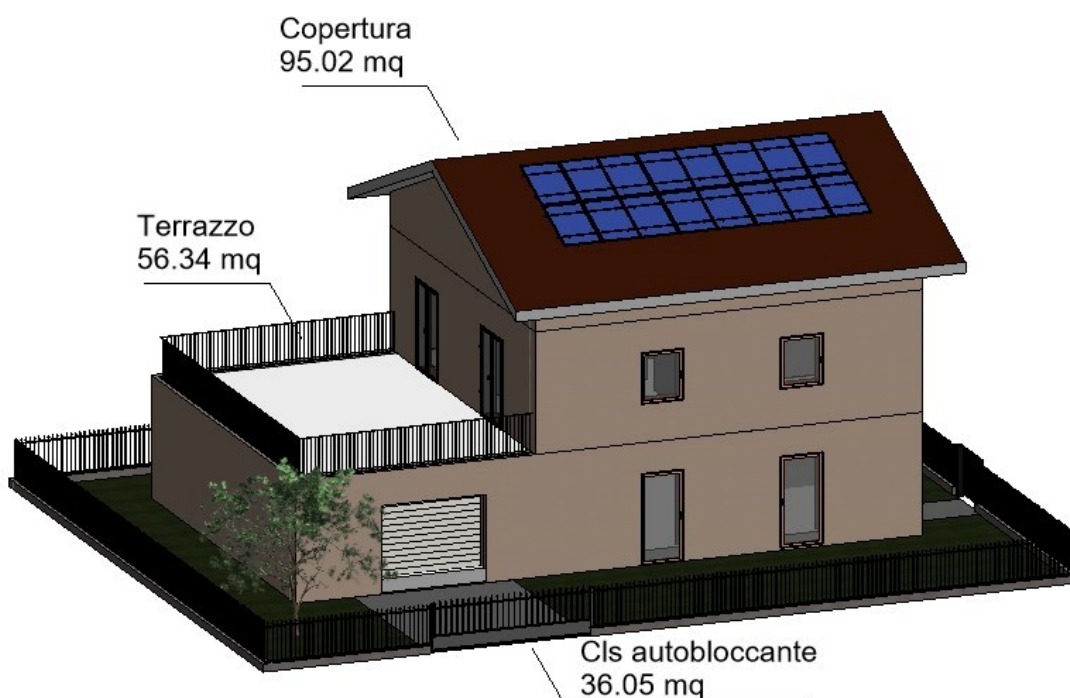


Fig. 3 – Distribuzione superfici

EFFETTO ISOLA DI CALORE	
Tipo di superficie	Estensione [mq]
Area esterna sistemata a verde	140.65
Superficie della copertura con inclinazione > 8.5° aventi indice SRI >= 29	95.02
Superfici della copertura piane aventi indice SRI < 76	56.34
Superfici esterne aventi indice SRI < 76	36.5
TOT.	328.52

Tab. 5 – Superfici aree esterne

Capitolo 7. Area di valutazione D: Qualità Ambientale

La quarta area di valutazione riguarda la qualità ambientale e prevede il controllo dei parametri che influenzano il comfort interno degli edifici: la temperatura e la ventilazione, l'illuminazione naturale e la riduzione dell'inquinamento elettromagnetico.

7.1 D.2 Ventilazione

D.2.1 Efficacia della ventilazione naturale

Ridurre l'esposizione degli occupanti dell'abitazione agli inquinanti di origine indoor mediante ricambio d'aria esterna, può essere svolto mediante la ventilazione naturale sfruttando scambi d'aria che si innescano naturalmente tra gli ambienti interni ed esterni, per differenze di temperatura e pressione oppure tramite un impianto di ventilazione meccanica. Il criterio valuta le modalità di distribuzione della ventilazione all'interno dell'edificio, indicandone l'efficacia relativamente al raggiungimento del comfort interno. La nostra abitativa non prevede un sistema di ventilazione meccanica pertanto il ricambio d'aria è affidato a discrezione dell'utente. In generale, se vogliamo sfruttare al meglio la ventilazione per effetto del vento una fase preliminare importantissima è lo studio dei venti locali. Le informazioni principali da recuperare riguardano la direzione del vento, il "calendario" dei venti prevalenti e la loro velocità media. Tutti questi dati possono poi essere raccolti e rappresentati anche tramite appositi grafici utili alla progettazione. Lo studio in dell'azione del vento sarà di aiuto in fase progettuale per comprendere la condizione in cui ci troviamo, in relazione alla provenienza del vento, al contesto, alla presenza di ostacoli e all'orientamento dell'edificio. Dopo di che si potrà valutare la disposizione interna degli spazi e le aperture dell'edificio. Un'indicazione generale è quella di posizionare ambienti come zone giorno, studi o camere da letto sul lato sopravvento (da dove proviene il vento), mentre disporre cucine, bagni e ambienti di servizio su quello sottoesposto, così che odori ed aria viziata non debbano attraversare l'appartamento prima di fuoriuscire. Con le dovute attenzioni, quindi, sarà necessario progettare distribuzione orizzontale che verticale degli spazi. Da un punto di vista puramente statistico i venti che soffiano più frequentemente sulla provincia di Roma provengono in prevalenza dai quadranti occidentali e meridionali (Figura 1).

Distribuzione della direzione dei venti a Roma (in %)

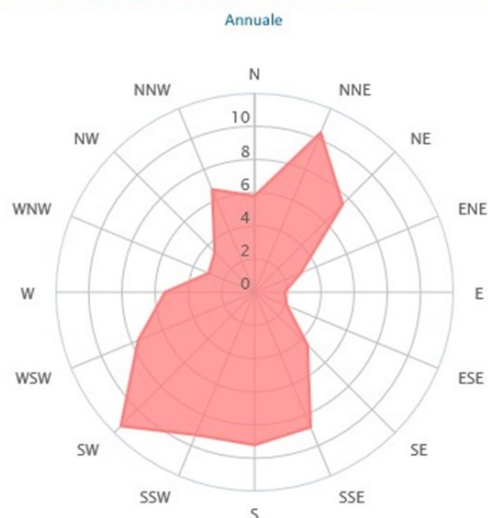


Fig. 1 – Distribuzione della direzione dei venti durante l'anno

Al fine del mantenimento della qualità dell'aria accettabile all'interno dell'ambiente con un minimo utilizzo delle risorse energetiche soluzioni efficaci possono essere:

- l'adozione di serramenti apribili e con infissi a bassa permeabilità all'aria ma tali da garantire adeguati ricambi d'aria di infiltrazione per evitare problemi di condensa superficiale;
- l'adozione di impianti a ventilazione meccanica controllata (VMC):

Ad ogni modo si deve progettare favorendo strategie che aumentino la ventilazione naturale in modo da rendere minimo il ricorso alla ventilazione meccanica, soprattutto nei periodi in cui la temperatura dell'aria esterna e il livello di umidità siano gradevoli. Gli edifici residenziali caratterizzati da un basso tasso di ricambi d'aria, presentano problemi di umidità, odori e concentrazione di sostanze inquinanti che possono portare nel tempo ad una situazione di marcato disagio e di conseguenza aumentare i rischi per la salute degli occupanti.

Strategie di Riferimento per lo sfruttamento della ventilazione naturale

La corretta distribuzione degli ambienti dell'edificio è mirata a definire ambienti con un doppio affaccio verso l'esterno in modo da poter collocare le finestre su più di un lato esterno. In merito a questo tipo di strategia è consigliabile:

- Limitare l'utilizzo di divisori interni a tutta altezza nella zona giorno, se questa può avere un doppio affaccio;

- utilizzare, se consentito, bagni a ventilazione forzata senza affacci esterni, per lasciare più superficie esterna agli ambienti principali;
- collocare gli ambienti più ampi agli angoli dell'edificio in modo da poter avere un doppio affaccio esterno;
- collocare i ripostigli e gli altri locali di servizio verso l'interno dell'edificio o dell'unità abitativa.

Ottimizzazione della posizione delle finestre

Per questo tipo di strategia è consigliabile:

- collocare più finestre di ridotte dimensioni, rispetto ad un'unica finestra;
- nel caso siano presenti almeno 2 finestre, collocarle su lati opposti;
- nel caso siano presenti almeno 2 finestre, collocare la finestra più vicina al lato esposto al vento in posizione più bassa rispetto a quella opposta;
- nel caso siano presenti almeno 2 finestre, utilizzare, per la finestra esposta al vento un'apertura dal basso verso l'alto, mentre per la finestra sottovento un'apertura dall'alto verso il basso.

D.2.6 Radon

Il radon è un gas radioattivo inodore e incolore proveniente dal sottosuolo; è un agente cancerogeno che causa soprattutto un aumento del rischio di contrarre il tumore polmonare. È un gas inerte ed elettricamente neutro, per cui non reagisce con altre sostanze. La concentrazione di radon dipende da molti fattori: la presenza di uranio e radio nel sottosuolo e nei materiali da costruzione, dalla permeabilità del suolo e dalle abitudini di vita. Nel caso che l'area di progetto sia caratterizzata da un rischio di esposizione al gas Radon secondo la mappatura regionale, devono essere adottate strategie progettuali e tecniche costruttive atte a controllare la migrazione di Radon negli ambienti confinati. Deve essere previsto un sistema di misurazione e avviso automatico della concentrazione di Radon all'interno degli edifici. Il progettista deve verificare che i componenti utilizzati abbiano documentazione specifica in merito alla eventuale mitigazione di radon negli ambienti interni. Nei nuovi edifici possono essere installati:

- sistema di depressurizzazione passiva sub-soletta contro terra o sub-membrana;
- sistema di depressurizzazione attiva sub-soletta contro terra o sub-membrana.

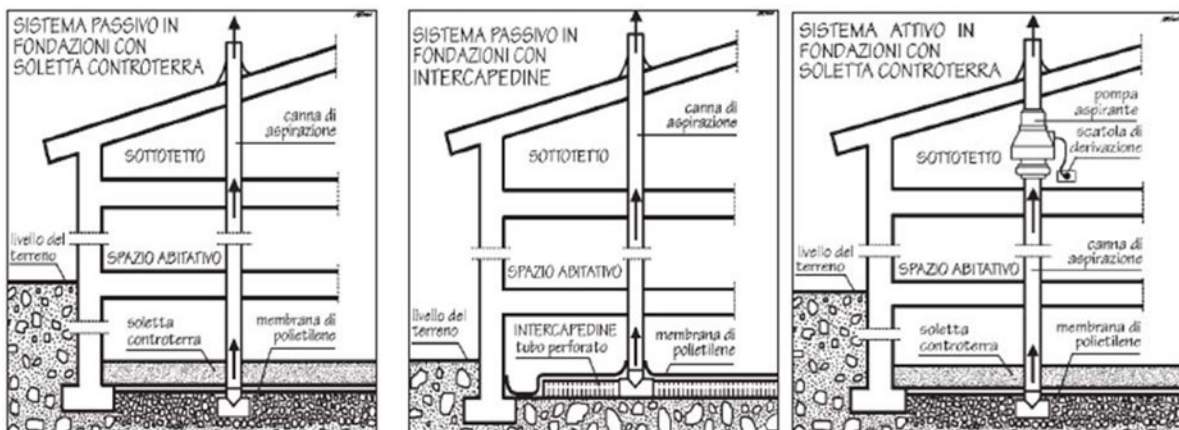


Fig. 2 – Sistemi riduzione del Radon

Gli interventi si possono generalmente suddividere in:

- eliminazione dei fattori che generano depressione nei locali abitativi;
- depressurizzazione dell'area sottostante l'edificio;
- generazione di una sovrappressione artificiale nell'edificio;
- espulsione mediante ventilazione dell'aria ricca di radon dalla cantina;
- espulsione mediante ventilazione dell'aria ricca di radon dai locali abitativi e/o filtrazione dell'aria;
- isolamenti e sigillatura.

7.2 D.3 Benessere termoigrometrico

D.3.2 Temperatura operativa nel periodo estivo

Il benessere termo-igrometrico dell'individuo può essere definito come "la condizione mentale di soddisfazione nei confronti dell'ambiente termico" (UNI ISO EN 7730); coincide con lo stato in cui il soggetto non sente caldo né freddo. La sensazione di benessere è diversa da soggetto a soggetto e dipende da fattori quali il metabolismo, il vestiario, l'attività che sta svolgendo ecc. Per la valutazione del comfort termo-igrometrico esistono due modelli basati su analisi statistiche modello di Fanger e modello adattivo. Sul modello di Fanger è basata la norma UNI EN ISO 7730, norma indicata nei CAM per la valutazione del comfort termo-igrometrico, il quale considera il corpo umano come un sistema termodinamico che scambia calore e lavoro con l'ambiente esterno. La seguente equazione descrive il bilancio termico tra corpo umano e ambiente:

$$S = M - W - E - E_{res} - C_{res} - C - R - K$$

dove:

S è la variazione di energia interna del corpo umano nell'unità di tempo (potenza acquisita o ceduta)

M è la potenza generata dall'attività metabolica

W è la potenza meccanica scambiata tra corpo umano e ambiente

E è la potenza termica dispersa per evaporazione attraverso la pelle

E_{res} è potenza termica ceduta all'ambiente nella respirazione come calore latente

C_{res} è la potenza termica ceduta all'ambiente nella respirazione come calore sensibile

C è la potenza termica scambiata per convezione

R è la potenza termica scambiata per irraggiamento

K è la potenza termica scambiata per conduzione

Allo stato termico del corpo umano contribuiscono quattro parametri fisici dell'ambiente:

- t_a temperatura dell'aria
- v_a velocità dell'aria
- t_r temperatura media radiante
- Φ grado igrometrico o umidità relativa

e due grandezze relative al soggetto:

- M attività svolta, ovvero il metabolismo energetico
- I_{cl} resistenza termica dell'abbigliamento

L'insieme di queste sei variabili viene generalmente chiamato ambiente termico.

La temperatura operativa rappresenta la temperatura uniforme di un ambiente fittizio in cui un soggetto scambierebbe per irraggiamento e convezione la stessa energia che scambia con l'ambiente reale, generalmente non uniforme. La temperatura operante dipende quindi dalla temperatura dell'aria interna e dalle temperature superficiali della zona termica, da cui si ricava la temperatura media radiante. Può essere calcolato in accordo con UNI EN ISO 52016-1 in regime dinamico con passo orario e in assenza di impianti. La definizione di temperatura operativa è legata alle sensazioni termiche di un utente all'interno della zona considerata. È un parametro che ha a che fare con il benessere degli occupanti e di conseguenza può essere utilizzata per l'analisi del comfort termico.

$$t_o = \frac{h_c T_a + h_r T_t}{h_c + h_r}$$

Dove

T_a Temperatura dell'aria

T_r Temperatura radiante

h_c coefficiente scambio termico convettivo

h_r coefficiente scambio termico per irraggiamento

Un efficiente isolamento termico deve infatti porsi come obiettivo il mantenimento non solo di una corretta temperatura dell'aria, ma anche di quella di muri, pavimenti e soffitti: il microclima interno di ogni abitazione dipende infatti non solo dalla temperatura dell'aria, ma anche da quella delle pareti e dei pavimenti. Per il miglior comfort possibile, in inverno, occorre che tutte le superfici interne alla casa siano ben calde: per questo diventa fondamentale adottare tecnologie come il riscaldamento a pavimento, che consente la distribuzione uniforme del calore in tutte le stanze. Per evitare che le superfici si raffreddino, è necessario coibentare i muri esterni, a fare ciò ci aiuta il "cappotto", capace anche, nei mesi estivi, di contenere il surriscaldamento delle pareti esterne, mantenendo dunque più freschi gli ambienti interni e ottenendo una Temperatura operante inferiore.

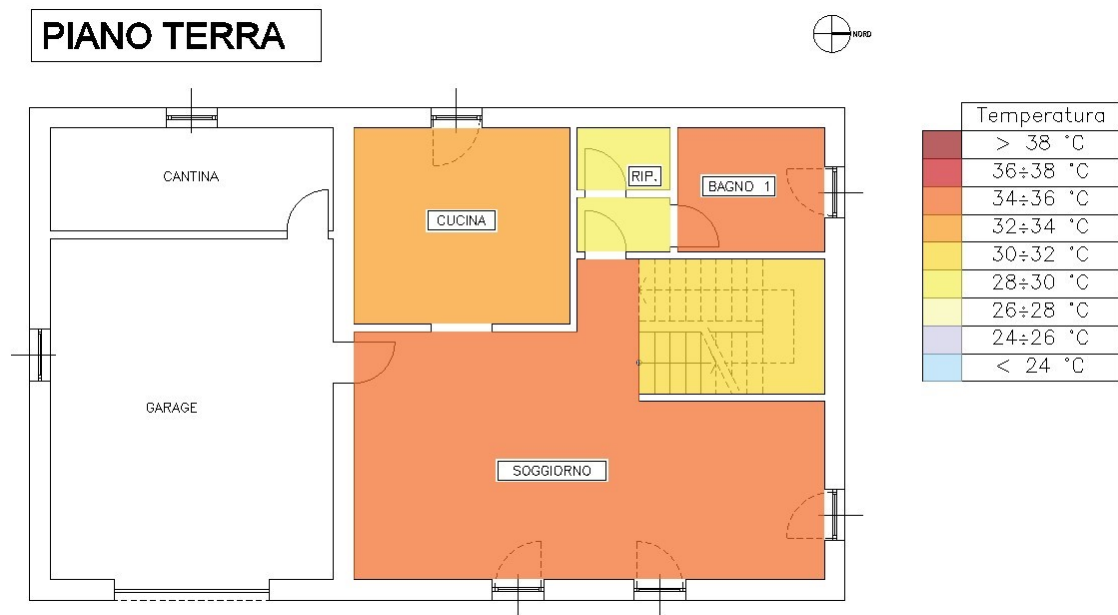


Fig. 3 – Distribuzione temperature operative piano terra

TEMPERATURA OPERATIVA NEL PERIODO ESTIVO – PIANO TERRA	
LOCALE	TEMPERATURA MASSIMA [°C]
Soggiorno	34.53
Cucina	33.47
Disimpegno	29.19
Ripostiglio	28.46
Bagno 1	34.98
Vano Scala	31.92

Tab. 1 – temperature operative locali piano terra

PIANO PRIMO

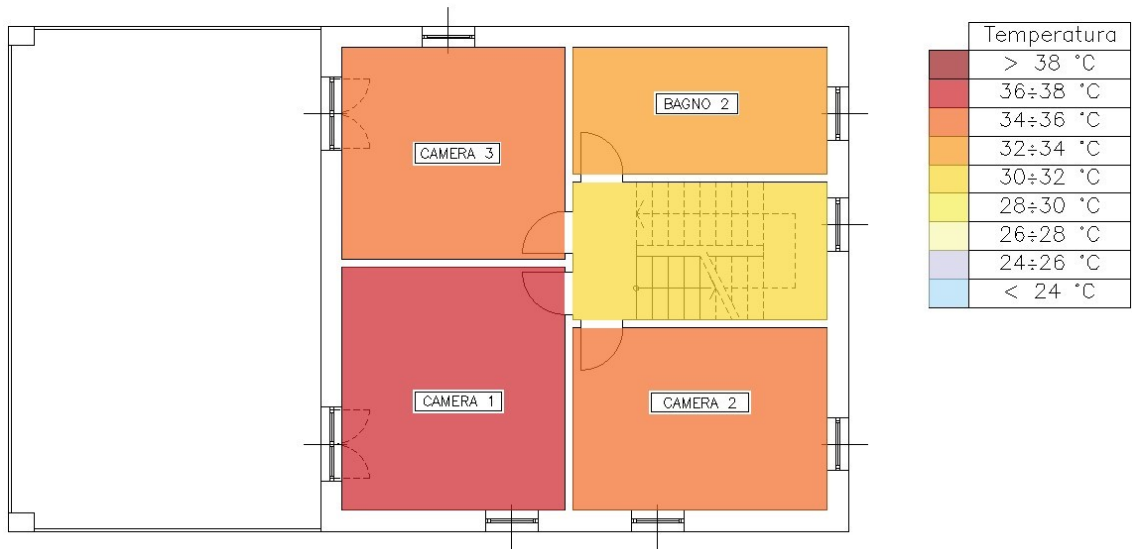


Fig. 4 – Distribuzione temperature operative piano primo

TEMPERATURA OPERATIVA NEL PERIODO ESTIVO – PIANO PRIMO	
LOCALE	TEMPERATURA MASSIMA [°C]
Camera 1	36.75
Camera 2	35.80
Camera 3	35.98
Bagno 2	34.63
Vano Scala	31.92

Tab. 2 – temperature operative locali piano primo

7.3 D.4 Benessere visivo

D.4.1 Illuminazione naturale

Il livello di illuminazione naturale di un ambiente dell'edificio è influenzato dalla geometria dell'ambiente, dalla superficie e posizione delle finestre, dalla presenza di ombreggiamenti esterni e dalle proprietà degli elementi vetrati: le strategie di riferimento saranno pertanto orientate all'ottimizzazione di questi fattori. Tale criterio misura la capacità delle aperture trasparenti di garantire un adeguato confort luminoso all'interno degli ambienti. Il D.M. 5 luglio 1975 riguarda le dimensioni minime degli ambienti e in particolare per la questione della luce naturale all'art. 5 dispone quanto segue: *“Tutti i locali degli alloggi, eccettuati quelli destinati a servizi igienici, disimpegni, corridoi, vani-scala e ripostigli debbono fruire di illuminazione naturale diretta, adeguata alla destinazione d'uso. Per ciascun locale d'abitazione, l'ampiezza della finestra deve essere proporzionata in modo da assicurare un valore di fattore luce diurna medio non inferiore al 2%, e comunque la superficie finestrata apribile non dovrà essere inferiore a 1/8 della superficie del pavimento.”* Il Fattore di luce diurna è un parametro atto a caratterizzare, dal punto di vista illuminotecnico nel caso di sorgente di luce naturale, l'ambiente oggetto di studio ed è il rapporto tra l'illuminamento E_{int} in un punto posto su una superficie all'interno dell'ambiente, e l'illuminamento E_{est} che si ha nelle identiche condizioni di tempo e di luogo, su una superficie orizzontale esterna esposta in modo da ricevere ricevere luce dall'intera volta celeste.

$$FLD = \frac{E_{int}}{E_{est}}$$

All'interno di un ambiente chiuso l'illuminamento naturale nei diversi punti è costituito da tre componenti: l'apporto di luce proveniente dalle sorgenti primarie esterne (il cielo), l'apporto di luce dovuto alle riflessioni delle superfici di eventuali ostruzioni urbane esterne, l'apporto di luce dovuto alle riflessioni multiple che si verificano all'interno dell'ambiente. Il FLD dipende dalla dimensione, forma e posizione delle aperture finestrate, dal coefficiente di trasmissione nel visibile del materiale trasparente che costituisce le finestre, dalle aree dei diversi elementi che costituiscono l'involucro e che sono presenti all'interno del locale (pareti, pavimenti, soffitti, arredi, ecc.), dalla presenza di ostruzioni di qualsiasi genere, esterne o interne, che limitino la vista della volta celeste. Di seguito vengono riportate alcune strategie atte a migliorare l'illuminamento naturale.

Ottimizzazione della geometria dell'ambiente

La geometria dell'ambiente influenza il valore del fattore di luce diurna, in linea generale si suggerisce, se possibile, di evitare le predisposizioni di ambienti stretti e profondi, e in particolare di definire la profondità dell'ambiente in relazione alla posizione delle finestre per massimizzare il valore del rapporto aero illuminante.

Ottimizzazione della superficie e della posizione delle finestre

Per quanto riguarda la tipologia e la posizione delle finestre, le scelte progettuali più efficaci sono:

- Finestre in lunghezza: sono utili, a parità di sviluppo, in ambienti rettangolari aventi come lato minore la profondità;
- Finestre rettangolari a tutta altezza (verticali): sono utili, a parità di altezza, in ambienti rettangolari aventi come lato maggiore la profondità.

Limitazione degli ombreggiamenti esterni

La presenza di ombreggiamenti esterni comporta una riduzione dell'ingresso della luce solare all'interno degli ambienti, e quindi una riduzione del fattore di luce diurna. Le strategie progettuali devono essere orientate alla limitazione degli ombreggiamenti medi annuali che si verificano sulla superficie trasparente:

- Ombreggiamenti dovuti ad ostruzioni esterne: occorre evitare il posizionamento di ostacoli esterni di altezza superiore alla distanza centro finestra – terreno prospicienti alle finestre degli ambienti;
- Ombreggiamenti dovuti ad aggetti orizzontali: occorre limitare il più possibile la presenza di sporgenze orizzontali (balconi, coperture, portici) al di sopra delle finestre e limitare, se possibile, l'arretramento delle stesse rispetto al filo esterno della muratura;
- Ombreggiamenti dovuti ad aggetti verticali: occorre limitare il più possibile la presenza di sporgenze verticali ai lati delle finestre e limitare, se possibile, l'arretramento delle stesse rispetto al filo esterno della muratura.

Per quanto riguarda gli ombreggiamenti è utile ricordare che tuttavia la loro presenza è consigliata nel periodo estivo e sconsigliata nel periodo invernale per limitare i consumi energetici per riscaldamento e raffrescamento.

Ottimizzazione della trasparenza dei vetri

Il valore del fattore di luce diurna è determinato anche dal grado di trasparenza dei vetri impiegati. Le strategie progettuali devono essere quindi orientate a massimizzare il valore di trasmissione luminosa del vetro. In linea generale i vetri di esiguo spessore e senza trattamenti

di controllo solare sono i più performanti dal punto di vista della trasmissione luminosa (es. vetri singoli e doppi tradizionali), mentre i vetri a controllo solare sono caratterizzati anche da un fattore di trasmissione luminosa più bassi (es. vetri tripli o doppi con trattamento basso-emissivo). Tuttavia occorre tenere presente che, sempre in linea generale, i vetri ad alta trasmissione luminosa sono caratterizzati da un fattore solare più alto rispetto a quelli con valori di tD65 più basso e ciò può causare problemi di surriscaldamento estivo degli ambienti.

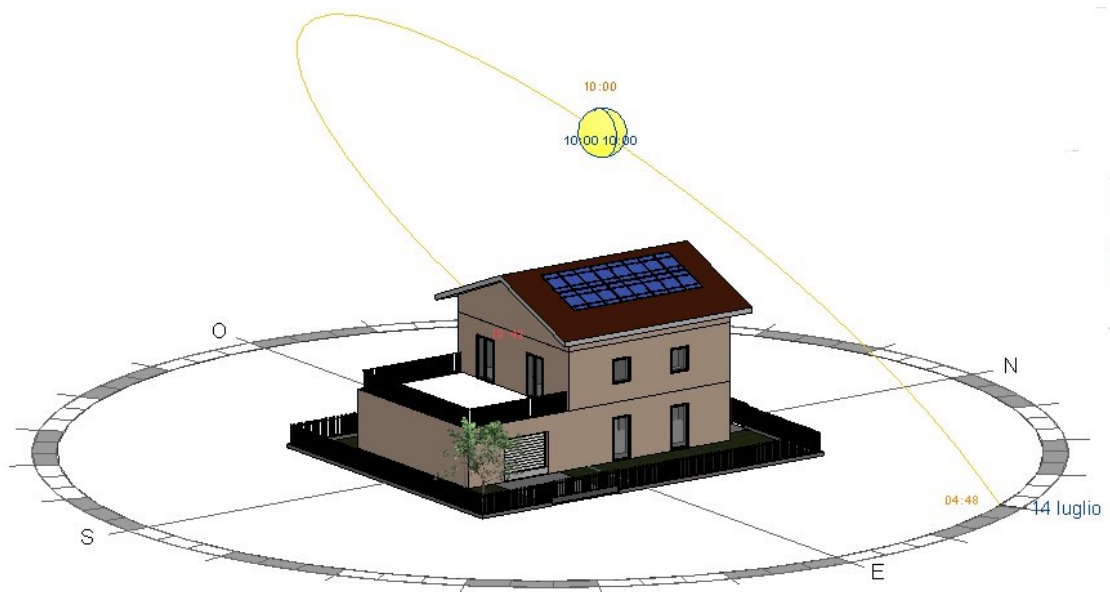


Fig. 5 – Orientamento edificio

ILLUMINAZIONE NATURALE	
LOCALE	FLD
Soggiorno	5.46
Cucina	1.81
Camera 1	1.80
Camera 2	0.90
Camera 3	2.52

Tab. 3 – FLD locali

PIANO TERRA

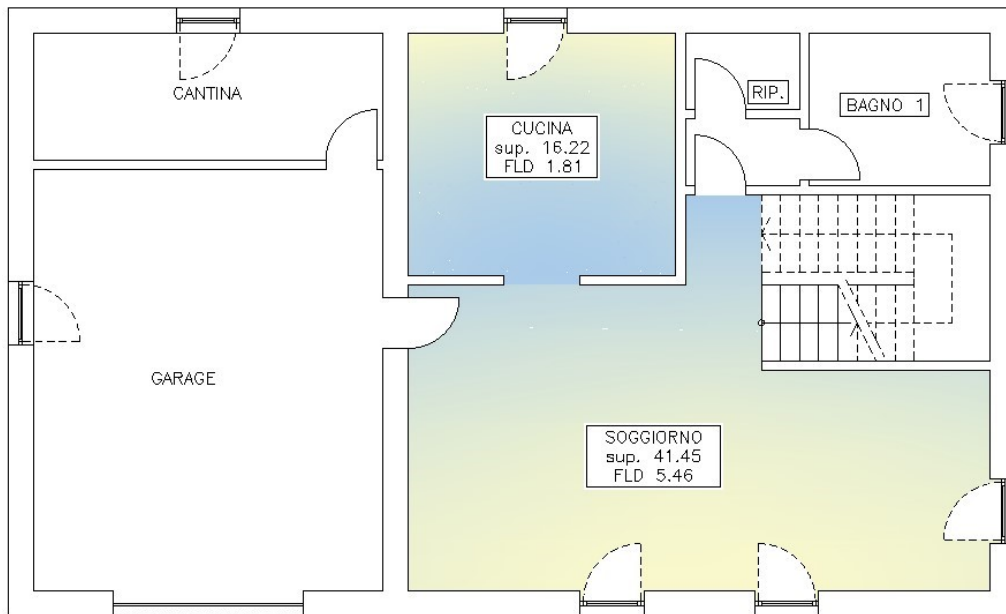


Fig. 6 – FLD Piano terra

PIANO PRIMO

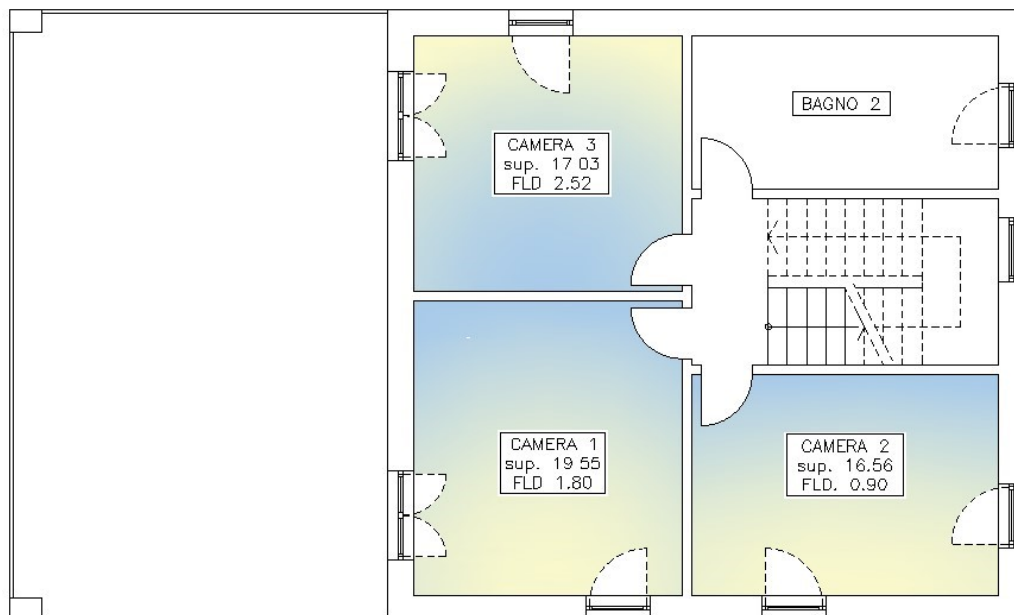


Fig. 7 – FLD Piano primo

7.4 D.5 Benessere Acustico

D.5.6 Qualità acustica dell'edificio

Per garantire il benessere acustico negli edifici a partire già dalla fase di progettazione è necessario prevedere interventi di riduzione del rumore interno con l'utilizzo di un buon grado di isolamento acustico delle componenti edilizie, il controllo del rumore delle sorgenti interne come gli impianti ed in certi casi garantire una riverberazione ottimale. È chiaro che tutte le prestazioni valutate in sede progettuale devono, poi essere verificate in opera ad effizio ultimato. La prassi UNI/pdr 2019 prevede il calcolo, per ciascuna unità immobiliare, dei requisiti acustici della UNI 11367-2010 validi per le unità immobiliari aventi le seguenti destinazioni d'uso:

- residenziale
- direzionale ed uffici
- ricettiva (alberghi, pensioni e simili)
- ricreativa
- di culto
- commerciale

Per il modello di calcolo dei requisiti acustici passivi si fa uso della norma UNI EN 12354 e UNI/TR 11175:

- L'isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,Nt}$ [UNI 12354-3:2017]
- Indice del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato $L'_{n,w}$ [UNI 12354-2:2017]
- Indice del potere fonoisolante apparente di partizioni tra ambienti $R'W$ [UNI 12354-1:2017]

Per quanto riguarda invece il rumore prodotto da impianti tecnologici impianti sono classificati a seconda delle modalità di funzionamento in servizi a funzionamento continuo e servizi a funzionamento discontinuo.

La norma UNI 12354-5 ha individuato un metodo di calcolo che richiede dati in ingresso di difficile reperibilità pertanto per una corretta progettazione ci si basa sulle indicazioni di corretta posa in opera dei sistemi costruttivi.

UNI 11367: CLASSI ACUSTICHE					
	Isolamento acustico normalizzato di facciata	Potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari	Pressione sonora di calpestio normalizzato tra ambienti di differenti unità immobiliari	Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo	Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo
	$D_{2m,nT,w} \geq$	$R'_w \geq$	$L'_{nw} \leq$	$L_{ic} \leq$	$L_{id} \leq$
	[dB]	[dB]	[dB]	[dBA]	[dBA]
I	43	56	53	25	30
II	40	53	58	28	33
III	37	50	63	32	37
IV	32	45	68	37	42

Tab. 4 – Classi acustiche uni 11367

Dove:

- Potere fonoisolante apparente (R'_w): Indica la capacità di una partizione di limitare il passaggio di rumori aerei (voci, TV, radio, ecc.). Il parametro definisce in sostanza “quanti dB è in grado di eliminare la partizione”. Più il valore di R'_w è alto, migliore è la prestazione di isolamento.
- Isolamento acustico di facciata ($D_{2m,nT,w}$): Caratterizza la capacità di una facciata di abbattere i rumori aerei provenienti dall'esterno. Anche questo parametro indica in sostanza “quanti dB” è in grado di eliminare la partizione.
- Livello di rumore di calpestio di solai (L'_{nw}): Caratterizza la capacità di un solaio di abbattere i rumori impattivi. Si valuta azionando una macchina per il calpestio sul solaio e misurando il livello di rumore percepito nell'ambiente disturbato. Più basso è il livello di rumore rilevato migliori sono le prestazioni di isolamento del solaio.
- Livello di rumore di impianti a funzionamento discontinuo (L_{id}): Il parametro si valuta misurando il “picco massimo” di rumore emesso dall'impianto. Il DPCM considera impianti a funzionamento discontinuo: ascensori, scarichi idraulici, bagni, servizi igienici e rubinetteria.
- Livello di rumore di impianti a funzionamento continuo (L_{ic}): Il descrittore si determina misurando il “livello costante” di rumore emesso dall'impianto. Sono impianti a funzionamento continuo gli impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento

La trasmissione del rumore avviene tra due ambienti, adiacenti o sovrapposti, in uno dei quali si trova la sorgente di rumore, mentre nell'altro il ricevitore. Il rumore esterno, trasmesso per via aerea attraverso l'involucro dell'edificio, e generato principalmente dal traffico veicolare e dalle eventuali attività, diurne e notturne, tipiche dell'area oggetto di interesse. Le strategie progettuali da applicare riguardano principalmente i seguenti aspetti:

- Orientamento e posizionamento degli edifici: occorre, nei limiti del possibile, situare l'edificio alla massima distanza dalle eventuali sorgenti di rumore, e sfruttare l'effetto schermante di ostacoli naturali o artificiali (rilievi del terreno, fasce di vegetazione, altri edifici, ecc.);
- Distribuzione planivolumetrica degli ambienti interni: i locali che presentano i requisiti più stringenti di quiete (camere da letto) dovranno preferibilmente essere situati sul lato dell'edificio meno esposto agli eventuali rumori esterni;
- Gli elementi dell'involucro esterno dovranno garantire valori elevati di potere fonoisolante:
 - per le pareti opache e consigliabile l'adozione di pareti doppie con spessore differente e con all'interno materiale fonoassorbente prevalentemente di origine naturale;
 - per i serramenti, che sono in genere l'elemento acusticamente più debole dell'involucro, e consigliabile l'adozione di vetri stratificati o vetrocamera, aventi lastre di spessore differente, e telai a bassa permeabilità all'aria;

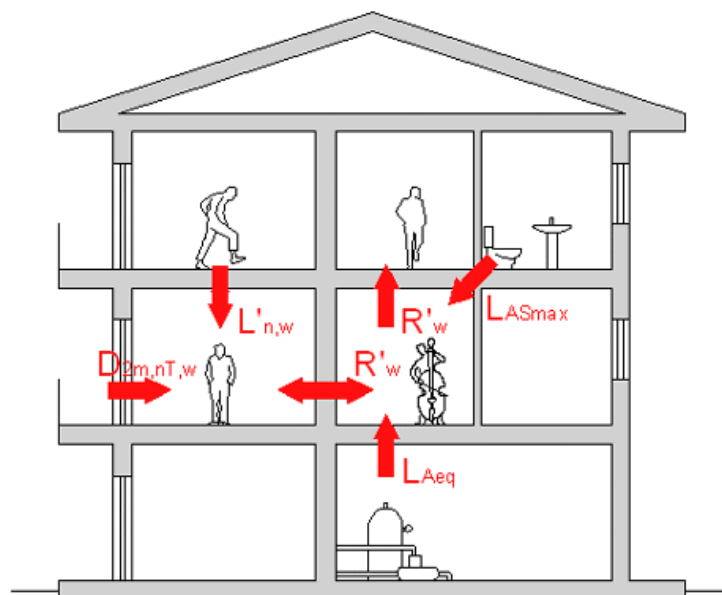


Fig. 9 – Descrittori acustici

7.5 D.6 Inquinamento elettromagnetico

D.6.1 Campi magnetici a frequenza industriale

Il criterio in esame valuta la presenza di strategie progettuali di riduzione dell'esposizione degli utenti dell'edificio a campi magnetici, che comportano, nel lungo periodo, una maggiore esposizione a patologie. Le strategie progettuali che si possono adottare per minimizzare l'esposizione ai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz) negli ambienti interni sono, principalmente le seguenti:

A livello dell'unità abitativa

- Impiego di apparecchiature e dispositivi elettrici ed elettronici a bassa produzione di campo;
- Configurazione della distribuzione dell'energia elettrica nei singoli locali secondo lo schema a "stella";
- Impiego del disgiuntore di rete nella zona notte per l'eliminazione dei campi elettrici in assenza di carico a valle.

A livello dell'organismo abitativo

- Evitare l'adiacenza delle principali sorgenti di campo magnetico presenti nell'edificio con gli ambienti interni. Mantenere quindi la massima distanza possibile da cabine elettriche secondarie, quadri elettrici, montanti e dorsali di conduttori.

Capitolo 8. Area di valutazione E: Qualità del Servizio

La quinta area di valutazione riguarda la qualità del servizio che risulta direttamente collegata al mantenimento nel tempo delle prestazioni in fase operativa ed è funzione delle modalità di conservazione e di aggiornamento della documentazione tecnica dell'edificio.

8.1 E.3 Controllabilità degli impianti

E.3.5 B.A.C.S.

Il livello prestazionale del sistema di automazione presente nell'edificio è in grado di influenzare la prestazione energetica globale dell'edificio stesso. Per sistemi domotici BACS, Building & Automation Control System, si intendono sistemi di controllo e automazione dell'edificio; essi rappresentano validi alleati nella riduzione dei consumi energetici degli edifici, a differenza di sistemi passivi come l'isolamento dell'involucro o le finestre ad alte prestazioni, l'automazione degli edifici rappresenta una misura di efficienza energetica attiva. Un sistema BACS ha infatti il compito di utilizzare e regolare al meglio gli impianti tecnologici in risposta al mutare delle condizioni ambientali esterne, per assicurare sempre il massimo comfort possibile agli occupanti dell'edificio. La norma UNI EN 15232 stabilisce una classificazione di efficienza energetica dei sistemi di controllo degli impianti, da un minimo di "D" (nessuna automazione, nessuna misura di efficienza energetica) ad un massimo di "A" (automazione e controllo utilizzando lo stato dell'arte disponibile). Questa classificazione si applica agli edifici civili, quindi non solo al residenziale ma anche e soprattutto a edifici del terziario, uffici, commercio, ricettività e sanità. La norma EN 15232 definisce due metodi per calcolare il contributo dei sistemi di automazione sulle prestazioni energetiche degli edifici:

Metodo dettagliato

- Calcola la prestazione energetica dettagliata
- Si applica in presenza di informazioni dettagliate su edificio, sistemi HVAC e sul tipo di funzioni di automazione, controllo e gestione implementate

Metodo dei fattori BAC

- Permette di stimare rapidamente l'impatto dei sistemi di automazione, controllo e gestione sulla prestazione energetica di un edificio

- Si applica correlando una prestazione energetica misurata o stimata con una specifica classificazione BAC dell'edificio

Il metodo dei fattori BACS può essere usato sostanzialmente in due modalità:

- se il consumo di energia dell'edificio non è noto, i fattori BACS possono essere usati per determinare il risparmio di energia in termini percentuali [%] passando da una classe di efficienza di partenza scelta come riferimento (tipicamente C o D) ad una classe di efficienza più performante (tipicamente A o B);
- se il consumo di energia dell'edificio è noto, i fattori BACS possono essere usati per determinare il risparmio di energia, oltre che in termini percentuali anche in termini assoluti [kWh] rispetto alla classe scelta come riferimento. Conoscendo il costo dell'energia [€ / kWh], e rapportando il risparmio ottenibile annualmente al costo del sistema di automazione implementato, sono quindi facilmente stimabili (sempre con un certo grado di approssimazione) utili indicatori economici come ad esempio il risparmio economico annuo previsto ed il tempo di ritorno dell'investimento. Di seguito sono riportate le tabelle dei coefficienti di risparmio

Riscaldamento raffrescamento ACS

Energia termica in edifici residenziali									
Tipologia Edificio / Locale	Classi e Fattori di efficienza BAC				Risparmio (rif. classe D)			Risparmio (rif. C)	
	D	C (rif)	B	A	C/D	B/D	A/D	B/C	A/C
	Senza Automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta efficienza					
Appartamenti, villette, altri residenziali	1,10	1,00	0,88	0,81	9%	20%	26%	12%	19%

Fig. 1 - Fattori di efficienza BACS per energia termica negli edifici residenziali

Energia elettrica

Energia elettrica in edifici residenziali									
Tipologia Edificio / Locale	Classi e Fattori di efficienza BAC				Risparmio (rif. classe D)			Risparmio (rif. C)	
	D	C (rif)	B	A	C/D	B/D	A/D	B/C	A/C
	Senza Automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta efficienza					
Appartamenti, villette, altri residenziali	1,08	1,00	0,93	0,92	7%	14%	15%	7%	8%

Fig. 2 - Fattori di efficienza BACS per energia elettrica negli edifici residenziali

8.2 E.6 Mantenimento delle prestazioni in fase operativa

E.6.5 Disponibilità della documentazione tecnica degli edifici

Al termine dei lavori di realizzazione di un edificio la documentazione tecnica prodotta e aggiornata risulta spesso frammentaria se non addirittura difficilmente reperibile. Tale fenomeno rende difficoltose le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria sull'immobile, con la possibilità di far aumentare i costi di riparazione, e non salvaguardarsi da inefficienze non previste degli impianti tecnici o stato di degrado della struttura che possono mettere in pericolo gli utenti. Il presente criterio mira a valutare se tali operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria hanno trovato un adeguato spazio all'interno del percorso progettuale, garantendo un'archiviazione dei dati aggiornati e completi. Al fine di garantire una consultazione della documentazione tecnica, manualistica e manutentiva degli edifici, che risulti ordinata, aggiornata, e facilmente reperibile si prevedono le seguenti strategie:

- Porre la documentazione tecnica del fabbricato a disposizione degli utenti;
- Collegare la documentazione tecnica dell'edificio con i manuali d'uso ed i manuali di manutenzione;
- Redigere il "fascicolo del fabbricato", in cui diagnosticare frequentemente gli interventi di riduzione dei rischi eventualmente presenti.

E.6.6 Disponibilità della documentazione tecnica degli edifici – B.I.M.

Lo scopo di questo criterio è quello di avere a disposizione un modello BIM dell'edificio, ovvero un modello informativo che rappresenti attraverso la virtualizzazione dei dati e dei contenuti informativi la realtà dell'edificio. Un modello BIM infatti consente di ottimizzare la gestione dell'edificio nel suo ciclo di vita.

Capitolo 9. Punteggi

Il software Itaca prevede il calcolo integrato di indicatore e punteggio per ogni criterio considerato. Di seguito si riportano le tabelle che indicano il peso ed il punteggio sulla base dei dati inseriti di ogni criterio e i grafici ove si riporta il peso del criterio sulla categoria di appartenenza.

9.1 A - QUALITÀ DEL SITO

A.1 - Selezione del sito

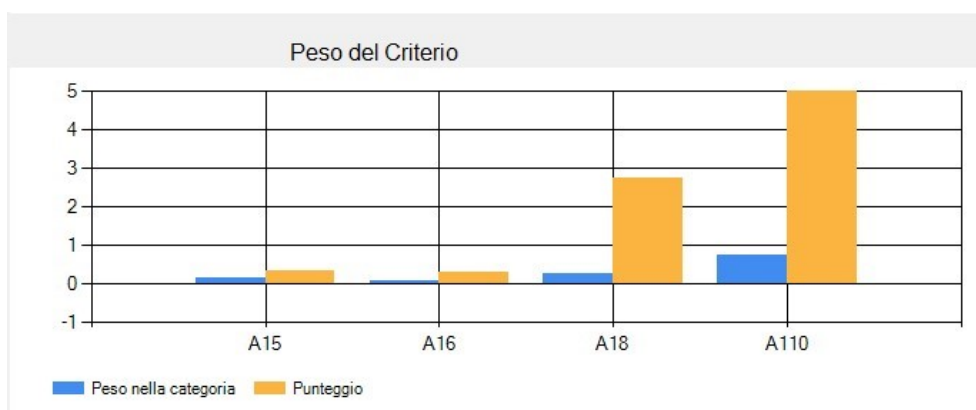


Fig. 1 –Punteggi Area qualità del sito

Selezione del sito		
Criterio	Punteggio	Peso
A.1.5 - Riutilizzo del territorio	0.33	45.00
A.1.6 - Accessibilità al trasporto pubblico	0.32	30.00
A.1.8 - Mix funzionale dell'area	2.77	10.00
A.1.10 - Adiacenza a infrastrutture	5.00	15.00

9.2 B – CONSUMO DI RISORSE

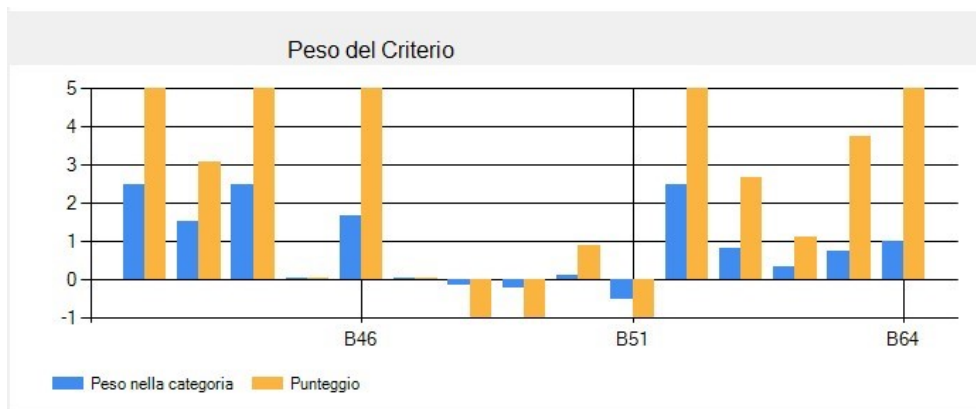


Fig. 2 –Punteggi Area Consumo di risorse

B.1 - Energia primaria richiesta durante il ciclo di vita

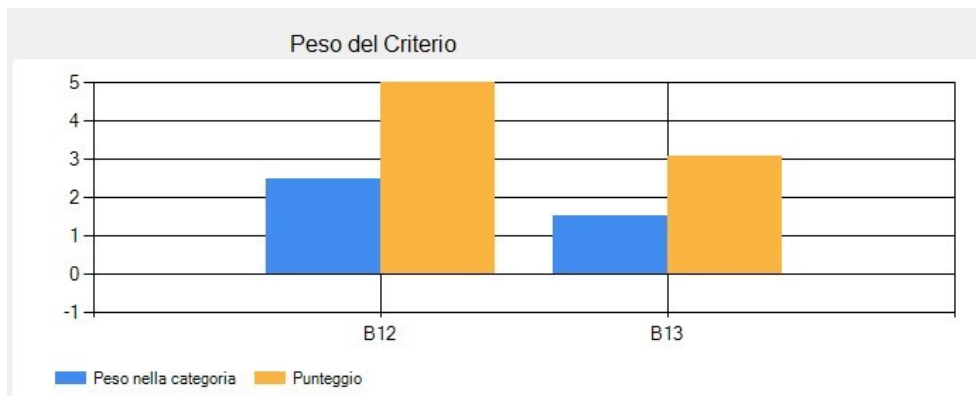


Fig. 3 – Punteggi Categoria Consumo di risorse

Energia primaria richiesta durante il ciclo di vita		
Criterio	Punteggio	Peso
B.1.2 - Energia primaria non rinnovabile	5.00	50.00
B.1.3 - Energia primaria totale	3.08	50.00

B.3 - Energia da fonti rinnovabili

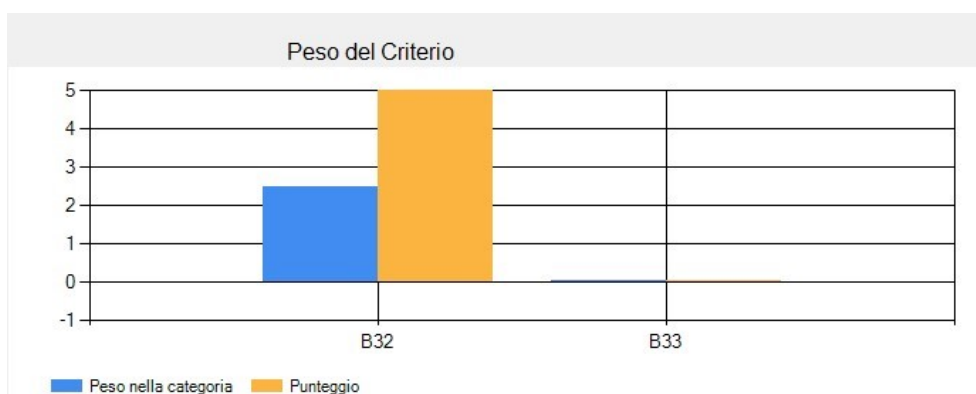


Fig. 4 – Punteggi Categoria Energia da fonti rinnovabili

Energia da fonti rinnovabili		
Criterio	Punteggio	Peso
B.3.2 - Energia rinnovabile per usi termici	5.00	50.00
B.3.3 - Energia prodotta nel sito per usi elettrici	0.04	50.00

B.4 - Materiali eco-compatibili

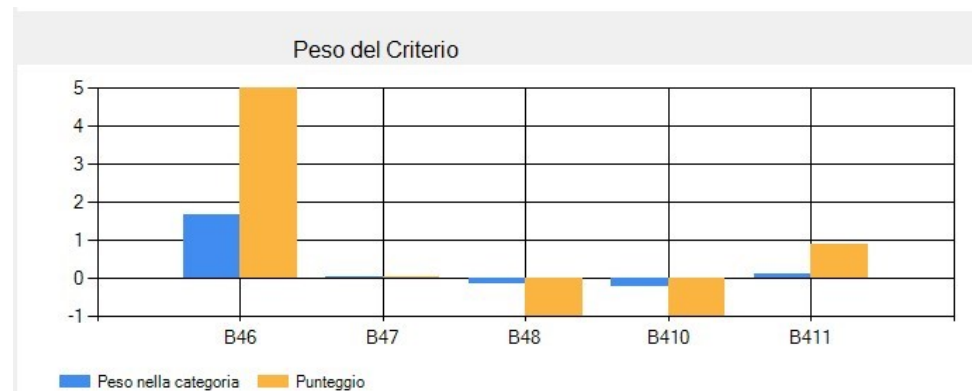


Fig. 5 – Punteggi Categoria Materiali eco sostenibili

Materiali eco-compatibili		
Criterio	Punteggio	Peso
B.4.6 - Materiali riciclati/recuperati	5.00	33.33
B.4.7 - Materiali da fonti rinnovabili	0.02	14.81
B.4.8 - Materiali locali	-1.00	14.81
B.4.10 - Materiali disassemblabili	-1.00	22.22
B.4.11 - Materiali certificati	0.90	14.81

B.5 - Acqua potabile

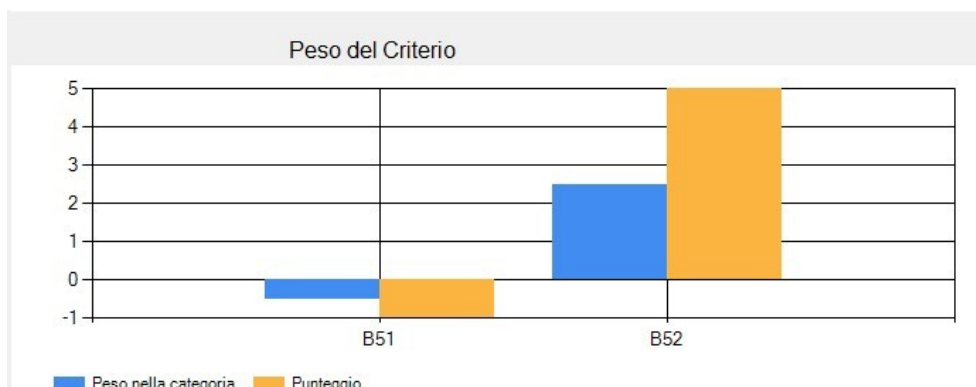


Fig. 6 –Punteggi Categoria Acqua potabile

Acqua potabile		
Criterio	Punteggio	Peso
B.5.1 - Acqua potabile per irrigazione	-1.00	50.00
B.5.2 - Acqua potabile per usi indoor	5.00	50.00

B.6 - Prestazione dell'involucro

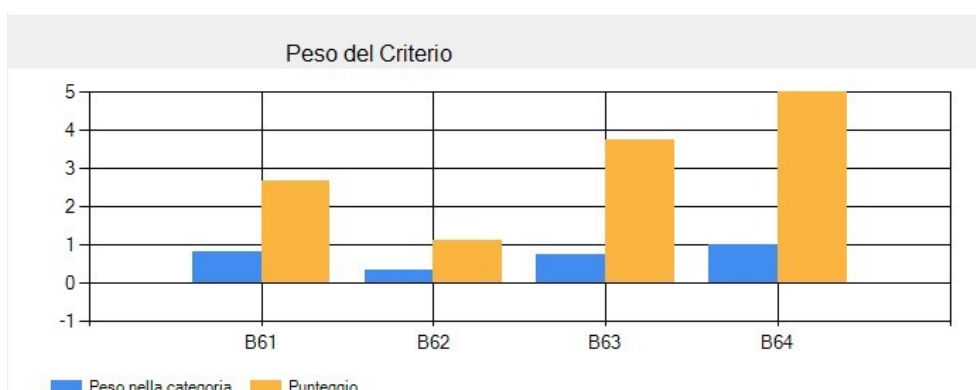


Fig. 7 – Punteggi Categoria Prestazioni dell'involucro

Prestazione dell'involucro		
Criterio	Punteggio	Peso
B.6.1 - Energia termica utile per il riscaldamento	2.69	30.00
B.6.2 - Energia termica utile per il raffrescamento	1.14	30.00
B.6.3 - Coefficiente medio globale di scambio termico	3.74	20.00
B.6.4 - Controllo della radiazione solare	5.00	20.00

9.3 C – CARICHI AMBIENTALI

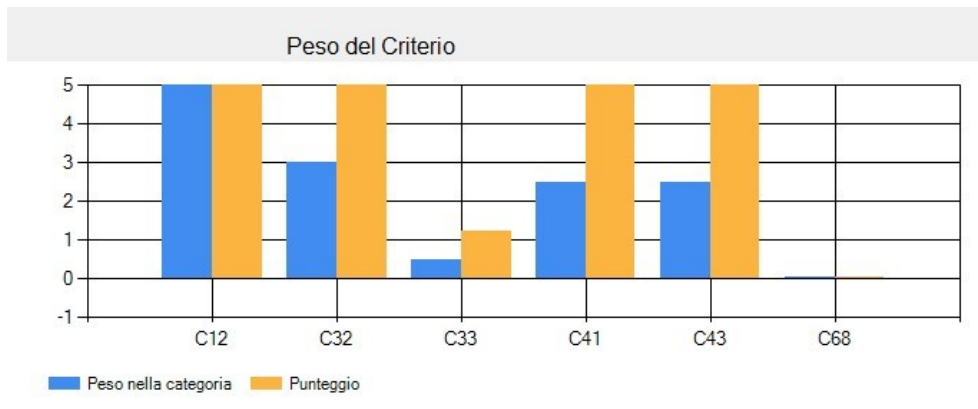


Fig. 8 – Punteggi Area Carichi ambientali

C.1 – Emissioni di CO₂ equivalente

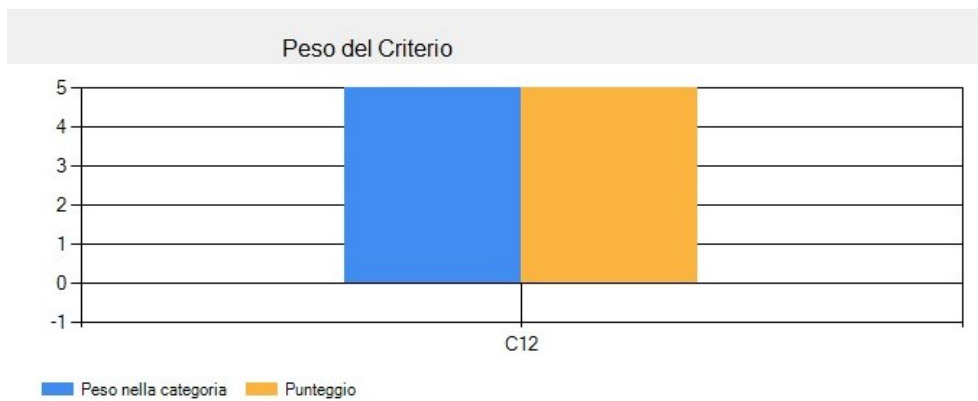


Fig. 9 – Punteggi Categoria Emissioni di CO₂

Emissioni di CO ₂ equivalente		
Criterio	Punteggio	Peso
C.1.2 - Emissioni previste in fase operativa	5.00	100.00

C.3 – Rifiuti solidi

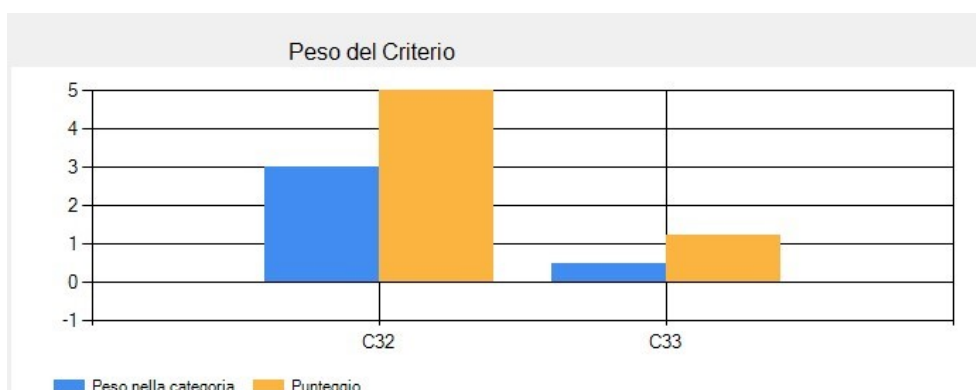


Fig. 10 – Punteggi Categoria Rifiuti solidi

Rifiuti solidi		
Criterio	Punteggio	Peso
C.3.2 - Rifiuti solidi prodotti in fase operativa	5.00	60.00
C.3.3 - Riuso delle terre	1.25	40.00

C.4 – Acque reflue

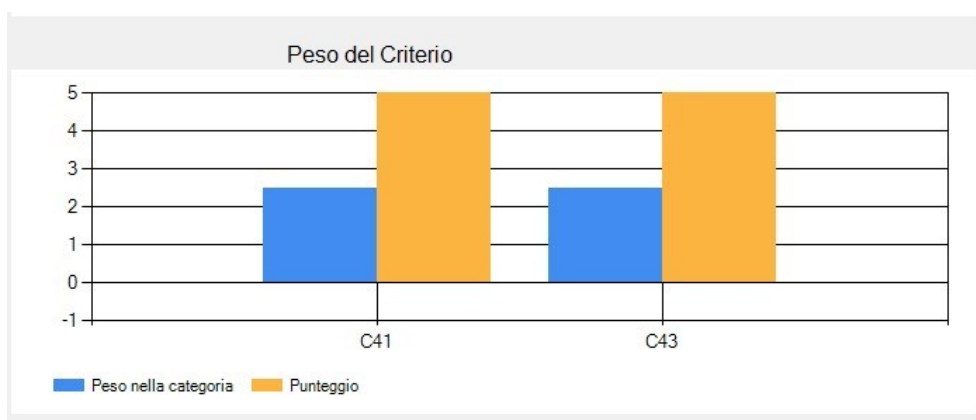


Fig. 11 – Punteggi Categoria Acque reflue

Acque reflue		
Criterio	Punteggio	Peso
C.4.1 - Acque grigie inviate in fognatura	5.00	50.00
C.4.3 - Permeabilità del suolo	5.00	50.00

C.6 – Impatto sull'ambiente circostante

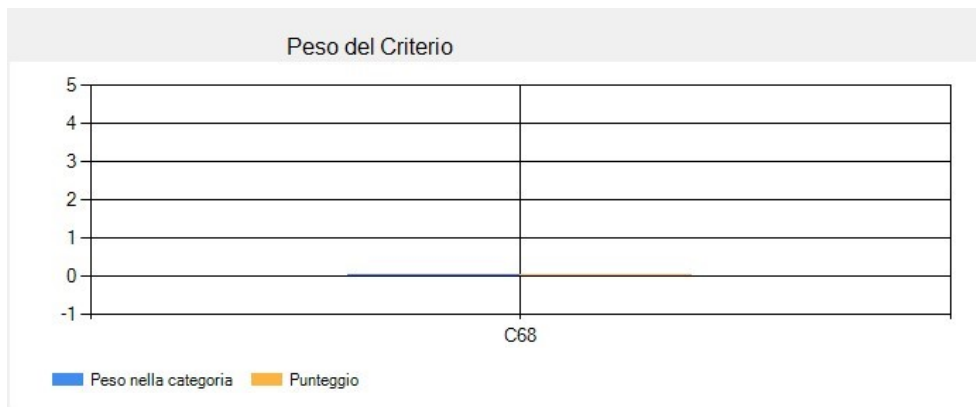


Fig. 12 – Punteggi Categoria Impatto sull'ambiente circostante

Acque reflue		
Criterio	Punteggio	Peso
C.6.8 - Effetto isola di calore	0.04	100.00

9.4 D – QUALITA' AMBIENTALE INDOOR

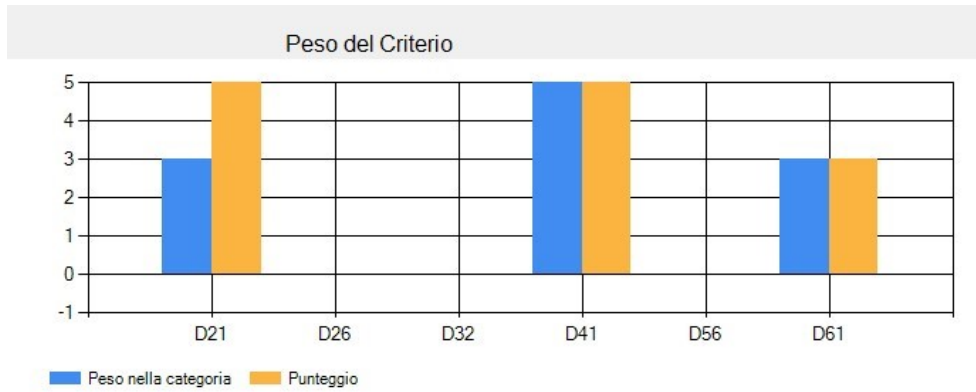


Fig. 13 –Punteggi Area Qualità ambientale indoor

D.2 – Ventilazione

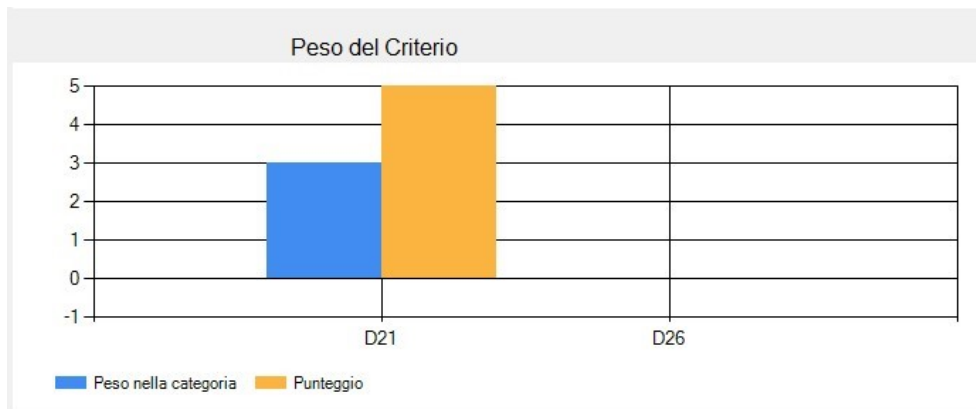


Fig. 14 –Punteggi Categoria Ventilazione

Ventilazione		
Criterio	Punteggio	Peso
D.2.1 - Efficacia della ventilazione naturale	5.00	60.00
D.2.6 - Radon	0.00	40.00

D.3 – Benessere termo igrometrico

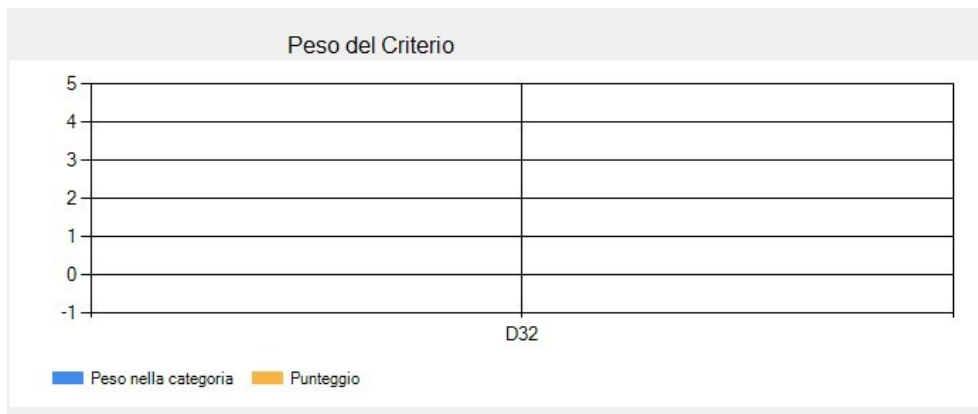


Fig. 15 –Punteggi Categoria Benessere termoigrometrico

Benessere termoigrometrico		
Criterio	Punteggio	Peso
D.3.2 – Temperatura operativa nel periodo estivo	0.00	100.00

D.4 – Benessere visivo

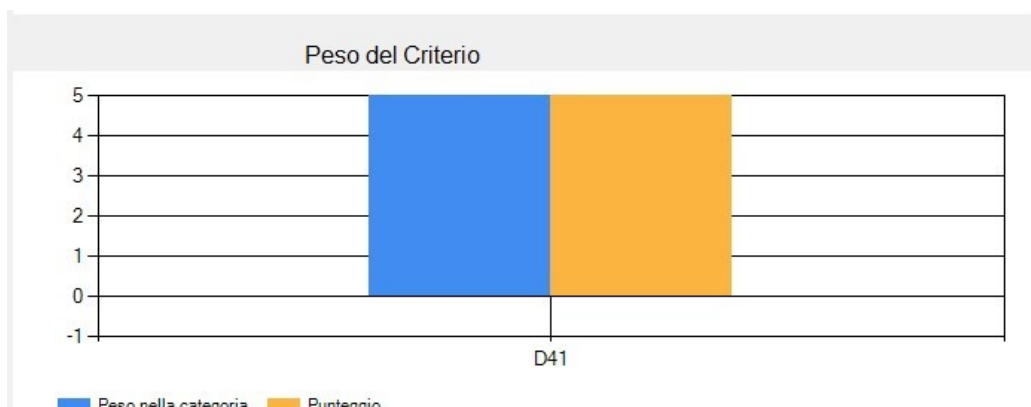


Fig. 16 – Punteggi Categoria Benessere visivo

Benessere visivo		
Criterio	Punteggio	Peso
D.4.1 – Illuminazione naturale	5.00	100.00

D.5 – Benessere acustico

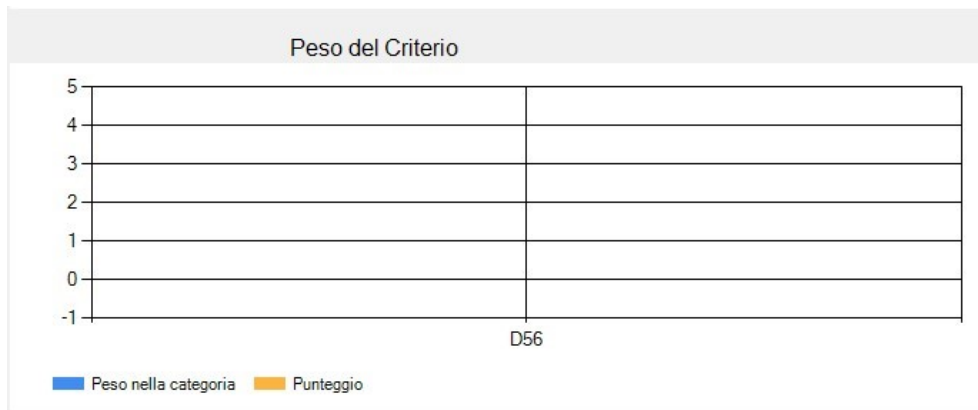


Fig. 17 – Punteggi Categoria Benessere acustico

Benessere acustico		
Criterio	Punteggio	Peso
D.5.6 – Qualità acustica dell'edificio	0.00	100.00

D.6 – Inquinamento elettromagnetico

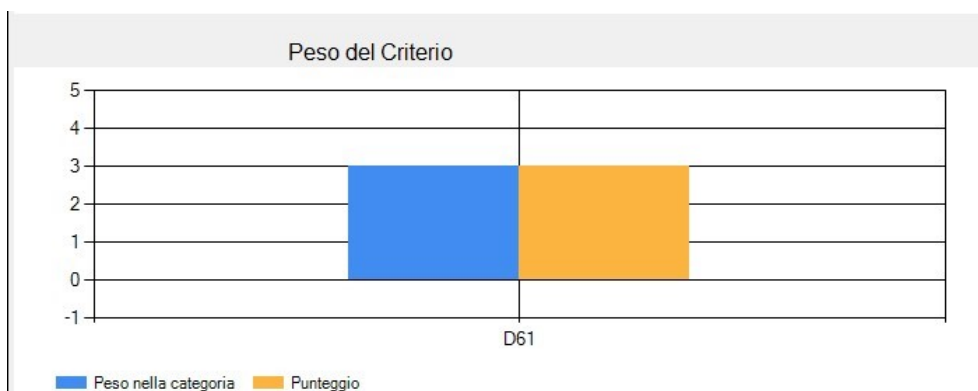


Fig. 18 – Punteggi Categoria Inquinamento elettromagnetico

Inquinamento elettromagnetico		
Criterio	Punteggio	Peso
D.6.1 – Campi Magnetici a frequenza industriale	3.00	100.00

9.5 E – QUALITA' DEL SERVIZIO

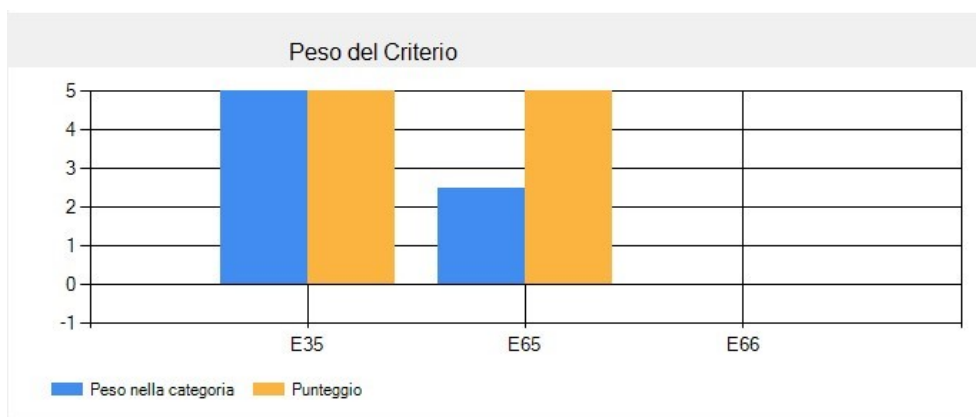


Fig. 19 – Punteggi Area Qualità del servizio

E.3 – Controllabilità degli impianti

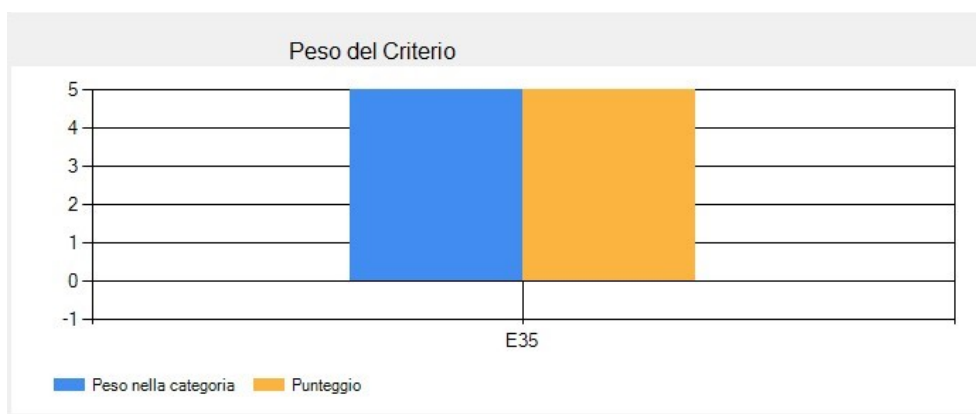


Fig. 20 – Punteggi Categoria Controllabilità degli impianti

Controllabilità degli impianti		
Criterio	Punteggio	Peso
E.3.5 – B.A.C.S.	5.00	100.00

E.6 – Mantenimento delle prestazioni in fase operativa

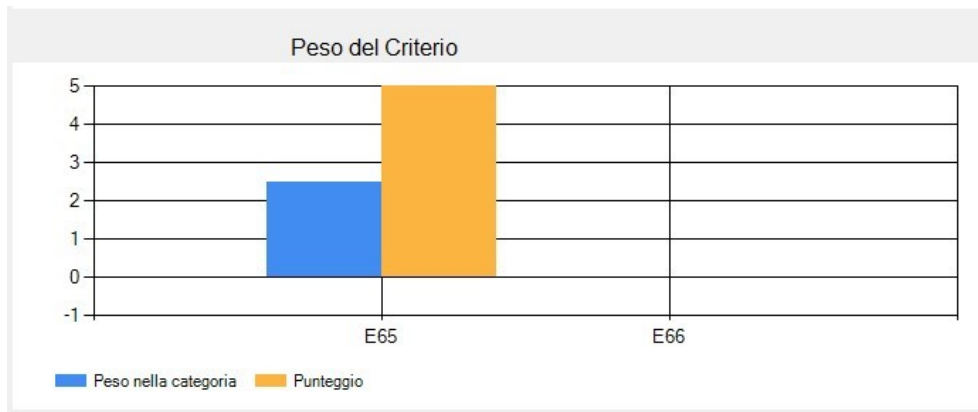


Fig. 21 – Punteggi Categoria Mantenimento delle prestazioni in fase operativa

Mantenimento delle prestazioni in fase operativa		
Criterio	Punteggio	Peso
E.6.5 – Disponibilità della documentazione tecnica degli edifici	5.00	50.00
D.6.6 - Disponibilità della documentazione tecnica degli edifici B.I.M.	0.00	50.00

9.6 PUNTEGGIO FINALE

Infine il software offre la possibilità all'utente di stampare la relazione di valutazione del protocollo Itaca. Nell'attestato di protocollo sono riportati i descrittori di sintesi dell'edificio sotto esame e i valori di indicatore e punteggio per ogni criterio considerato per il calcolo di sostenibilità.

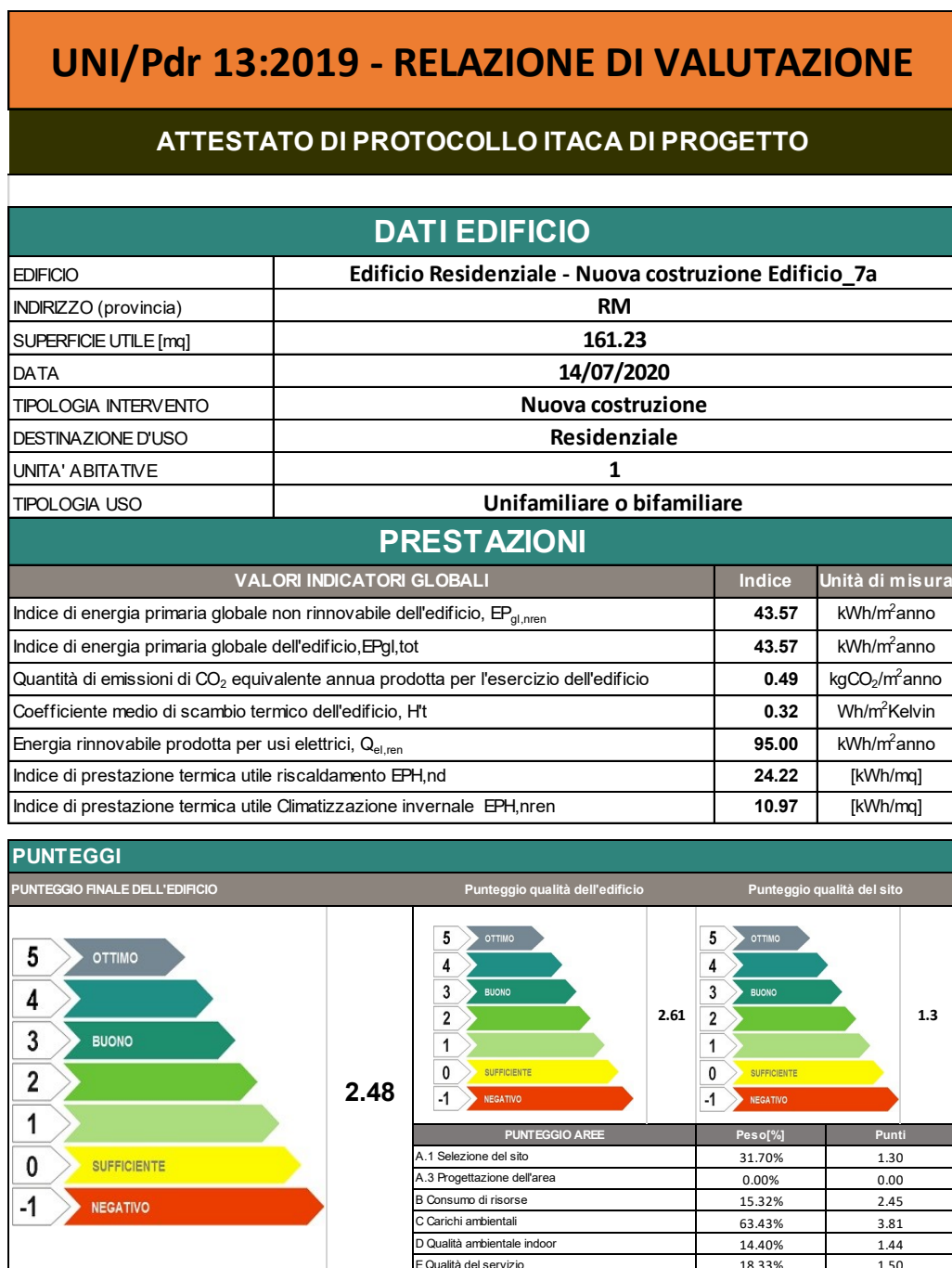


Fig. 22 – Punteggi finale edificio

ELENCO CRITERI		PESI	PUNTEGGI
A			
Qualità del sito			
A.1	Selezione del sito	10.5%	1.3
X A.1.5	Riutilizzo del territorio	45.0%	0.33
X A.1.6	Accessibilità al trasporto pubblico	30.0%	0.32
X A.1.8	Mix funzionale dell'area	10.0%	2.77
X A.1.10	Adiacenza ad infrastrutture	15.0%	5.00
A.3			
Progettazione dell'area		-	-
A.3.3	Aree esterne di uso comune attrezzate	-	-
A.3.4	Supporto all'uso di biciclette	-	-
A.3.7	Uso di specie arboree locali	-	-
A.3.10	Supporto alla mobilità green	-	-
B			
Consumo di risorse		42.4%	2.45
B.1	Energia primaria richiesta durante il ciclo di vita dell'edificio	29.4%	4.10
X B.1.2	Energia primaria globale non rinnovabile	50.0%	5.00
X B.1.3	Energia primaria totale	50.0%	3.08
B.3			
Energia da fonti rinnovabili		11.9%	2.50
X B.3.2	Energia rinnovabile per usi termici	50.0%	5.00
X B.3.3	Energia prodotta nel sito per usi elettrici	50.0%	0.04
B.4			
Materiali eco-compatibili		23.5%	1.40
B.4.1	Riutilizzo delle strutture esistenti	-	-
X B.4.6	Materiali riciclati/recuperati	33.3%	5.00
X B.4.7	Materiali da fonti rinnovabili	14.8%	0.02
X B.4.8	Materiali locali	14.8%	-1.00
X B.4.10	Materiali disassemblabili	22.2%	-1.00
X B.4.11	Materiali certificati	14.9%	0.90
B.5			
Acqua potabile		17.6%	2.00
X B.5.1	Acqua potabile per usi irrigazione	50.0%	-1.00
X B.5.2	Acqua potabile per usi indoor	50.0%	5.00
B.6			
Prestazioni dell'involucro		17.6%	2.90
X B.6.1	Energia termica utile per il riscaldamento	30.0%	2.69
X B.6.2	Energia termica utile per il raffrescamento	30.0%	1.14
X B.6.3	Coefficiente medio globale di scambio termico	20.0%	3.74
X B.6.4	Controllo della radiazione solare	20.0%	5.00
C			
Carichi ambientali		18.8%	3.81
C.1	Emissioni di CO ₂ equivalente	28.6%	5.00
X C.1.2	Emissioni previste in fase operativa	100.0%	5.00
C.3			
Rifiuti solidi		14.3%	3.50
X C.3.2	Rifiuti solidi prodotti in fase operativa	60.0%	5.00
X C.3.3	Riutilizzo delle terre	40.0%	1.25
C.4			
Acque reflue		35.7%	5.00
X C.4.1	Acque grigie inviate in fognatura	50.0%	5.00
X C.4.3	Permeabilità del suolo	50.0%	5.00
X C.6.8	Effetto isola di calore	100.0%	0.04

D		Qualità ambientale indoor	18.8%	1.44
D.2	Ventilazione		25.0%	3.00
X	D.2.1	Efficienza della ventilazione naturale	60.0%	5.00
	D.2.2	Qualità dell'aria e ventilazione meccanica	-	-
X	D.2.6	Radon	40.0%	0.00
D.3		Benessere termoigrometrico	31.2%	0.00
	D.3.1	Comfort termico estivo in ambienti climatizzati	-	-
X	D.3.2	Temperatura operativa nel periodo estivo	100.0%	0.00
	D.3.3	Comfort termico invernale in ambienti climatizzati	-	-
D.4		Benessere visivo	-	5.00
X	D.4.1	Illuminazione naturale	100.0%	5.00
D.5		Benessere acustico	31.2%	0.00
	D.5.5	Tempo di riverberazione	-	-
X	D.5.6	Qualità acustica dell'edificio	100.0%	0.00
D.6		Inquinamento elettromagnetico	12.6%	3.00
X	D.6.1	Campi magnetici a frequenza industriale (50 Hertz)	100.0%	3.00
E		Qualità del servizio	9.5%	1.50
E.2		Funzionalità ed efficienza	-	-
	E.2.1	Dotazione di servizi	-	-
E.3		Controllabilità degli impianti	37.5%	3.00
X	E.3.5	B.A.C.S.	100.0%	5.00
	E.3.6	Monitoraggio dei consumi	-	-
X	E.6.5	Disponibilità della documentazione tecnica	50.0%	5.00
X	E.6.6	Disponibilità della documentazione tecnica	50.0%	0.00
E.7		Aspetti sociali	-	-
	E.7.1	Design for all	-	-

Fig. 23 – Elenco criteri

9.7 ANALISI DEL PUNTEGGIO

Dall'analisi del grafico di Fig. 24 appare evidente come il punteggio di ogni singola area non dovrebbe mai corrispondere ad un valore negativo, in quanto rappresenterebbe una situazione al di sotto della norma e di conseguenza porterebbe ad un punteggio finale dell'edificio non conforme ai requisiti previsti della Uni Pdr 13.1. Complessivamente l'edificio oggetto di studio ha ottenuto un punteggio nella media, ma ci sono alcuni campi in cui vale la pena prestare maggiore attenzione per ottenere un punteggio migliore. Partendo dal sito di costruzione, la vicinanza alle infrastrutture, ai mezzi pubblici ed alle strutture commerciali o servizi hanno reso possibile ottenere la sufficienza ma sarebbe stato più opportuno una scelta del sito che preveda una bonifica dell'area per ottenere un punteggio maggiore. Nell'area di valutazione B (Consumo di risorse) l'edificio ha ottenuto un buon punteggio per quanto riguarda l'aspetto termico, mentre il contributo ecosostenibile dato dai materiali utilizzati non risulta pienamente soddisfacente a causa dell'utilizzo di materiali non eco sostenibili o della difficoltà incontrate nel reperire i certificati conformi al protocollo. Nell'area di valutazione C l'unità immobiliare raggiunge un punteggio superiore a 3 grazie alle basse emissioni di CO₂, vantaggio concesso dall'utilizzo della pompa di calore e grazie agli accorgimenti per lo smaltimento delle acque reflue. Nelle aree di valutazione D ed E l'edificio ottiene un punteggio discreto ma non ottimale; questo è il punto di partenza per valutare diverse scelte progettuali che possano influenzare il punteggio di queste aree e di conseguenza migliorare il punteggio finale come analizzato nel capitolo successivo.

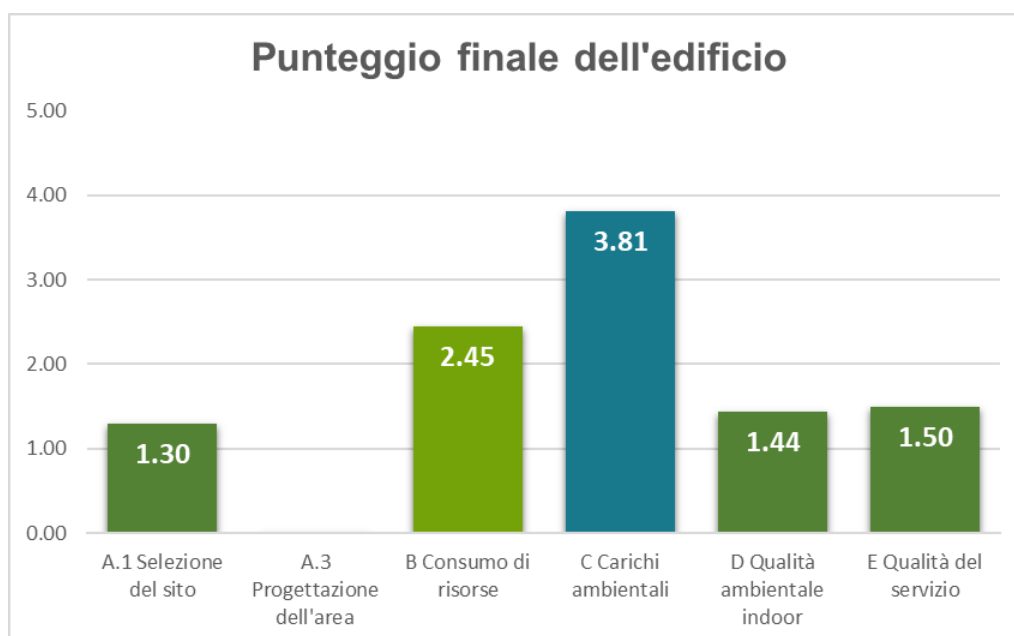


Fig. 24 – Andamento punteggi Aree

Capitolo 10. Influenza dell'orientamento

Un aspetto fondamentale da tenere in considerazione durante la fase progettuale, e che influenza diversi criteri del protocollo, è l'orientamento dell'edificio. Quest'ultimo condiziona diversi parametri: dalla ventilazione al benessere visivo e termoisolometrico. Pertanto si è deciso di valutare l'influenza dell'orientamento dell'abitazione sui diversi criteri della categoria D, nel caso specifico variando l'orientamento dell'edificio di 90° , come nella figura sottostante.

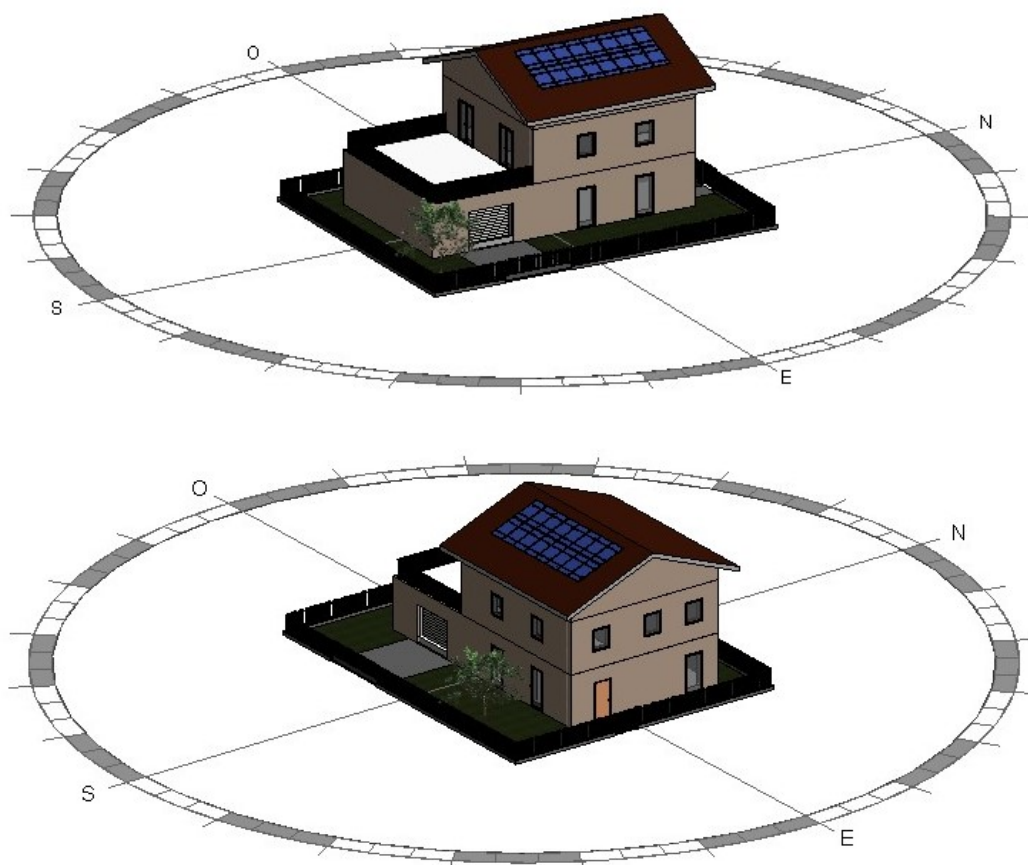
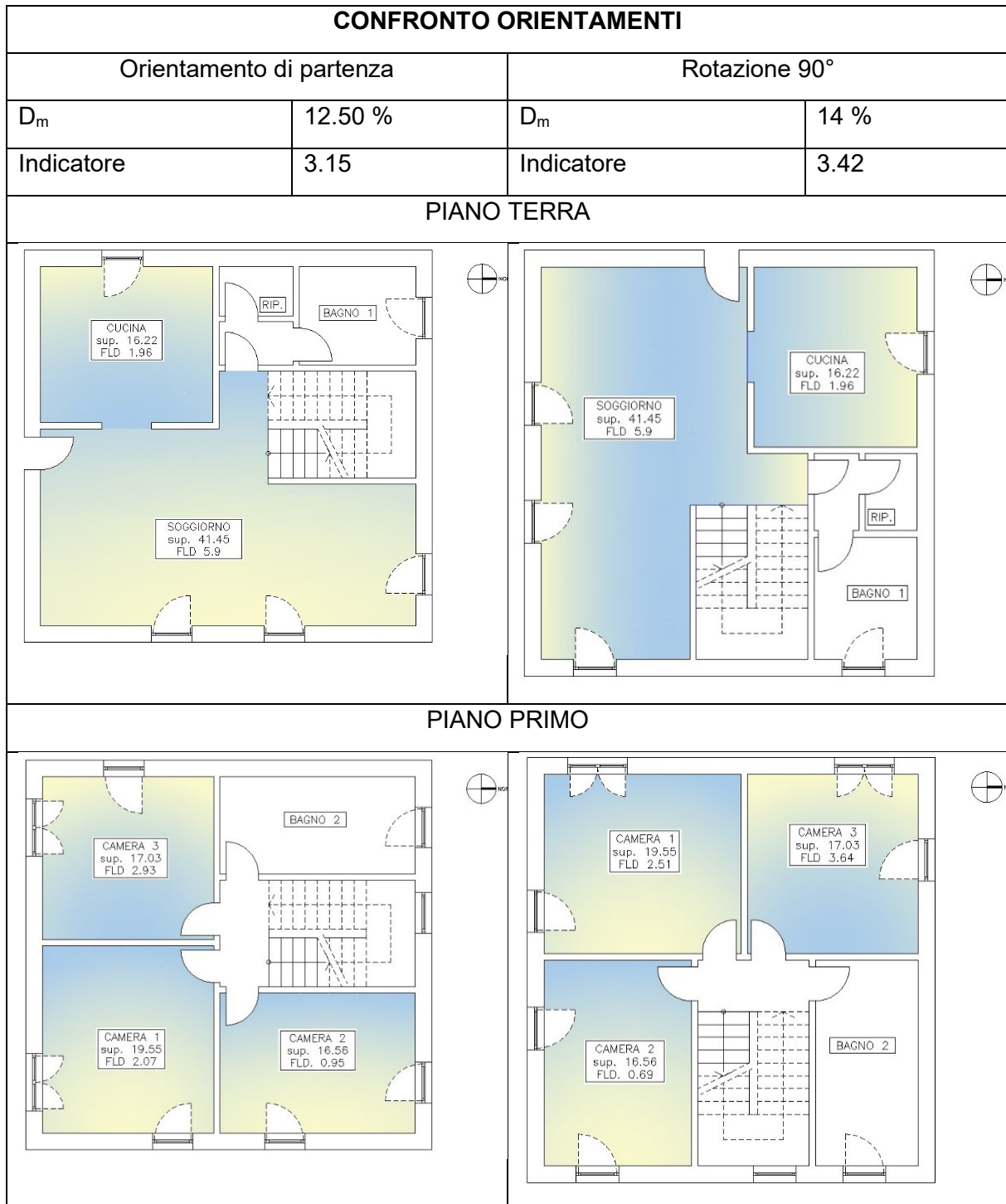


Fig. 1 – Cambio orientamento

10.1 Illuminazione naturale

Per quanto riguarda l'illuminazione naturale, come affermato nel Cap. 7.3, il livello di illuminazione naturale di un ambiente dell'edificio è influenzato dalla geometria dell'ambiente, dalla superficie e posizione delle finestre, dalla presenza di ombreggiamenti esterni e dalle proprietà degli elementi vetrati. Pertanto abbiamo deciso di verificare quanto uno di questi aspetti possa influenzare il Fattore di Luce diurno dei locali. L'esigenza di tale verifica scaturisce dall'esigenza di verificare le indicazioni dei Criteri Minimi Ambientali, dove ogni locale debba avere un coefficiente FLD maggiore del 2%. Complessivamente, dal cambio orientamento otteniamo un punteggio del criterio e un FLD medio (D_m) maggiore rispetto all'orientamento originario, ma ciò non è sufficiente per la verifica CAM 2.3.5.2. Questo vale per ogni locale in particolare si fa riferimento alla Camera 2. Sarà necessario pertanto andare ad analizzare l'influenza degli elementi vetrati sia per quanto riguarda la superficie aero illuminante che per quanto riguarda le specifiche tecniche delle vetrate in particolare modo il coefficiente di trasmissione luminosa.



Tab. 1 – Confronto orientamento FLD

10.2 Temperatura operativa

Variando l'orientamento si modifica di conseguenza l'andamento delle temperature interne dei locali. Anche in questo caso il locale con la temperatura operativa maggiore è la Camera 1; la variazione di posizione implica però un incremento della temperatura massima in ogni locale e quindi un peggioramento del punteggio del criterio (da 0 a -1). Come si evince dai grafici riportati, nel cambio di orientamento si ha un numero di ore maggiore in cui la temperatura operativa supera la temperatura di riferimento.

Orientamento di partenza

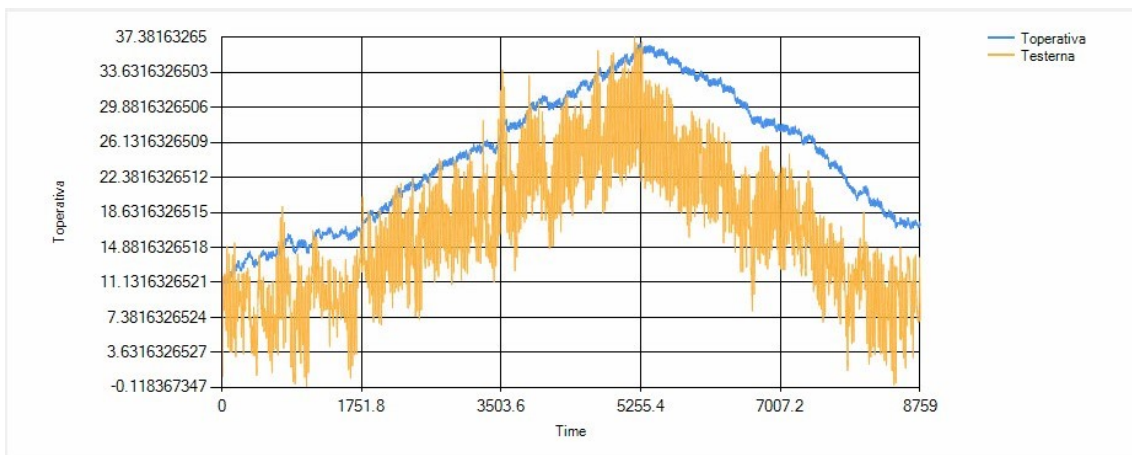


Fig. 2 – Grafico temperatura operativa

Cambio Orientamento

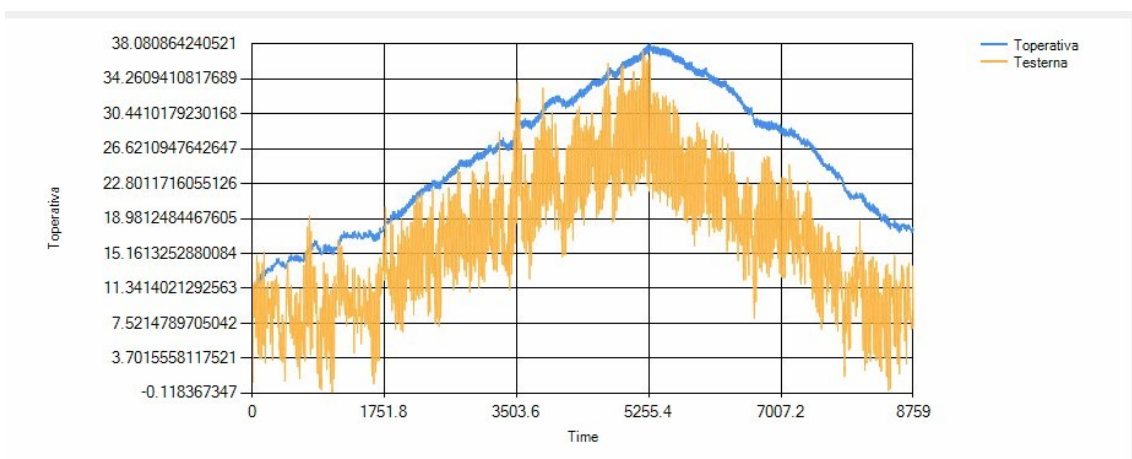


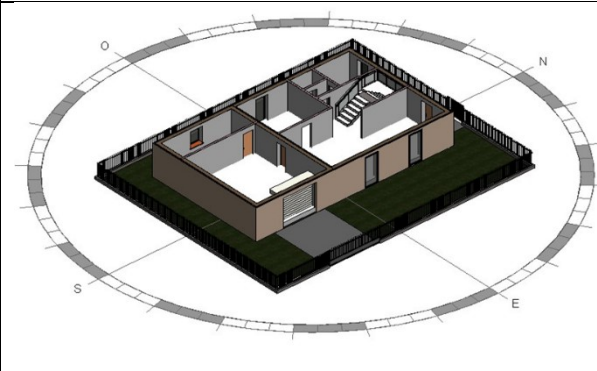


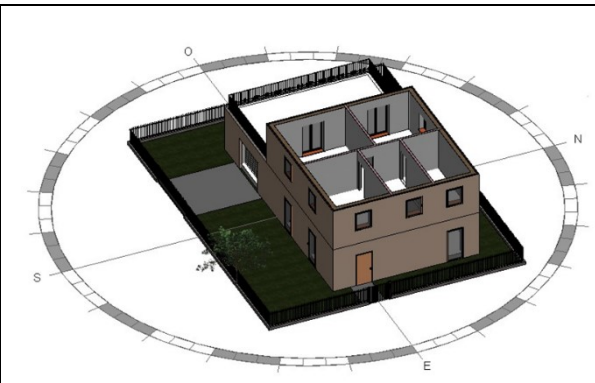
Fig. 3 – Grafico temperatura operativa



Tab. 2 – Confronto orientamento Temperatura

10.3 Ventilazione

In riferimento al Cap. 7.1, dallo studio delle mappe dei venti durante l'anno, si evince che i venti che soffiano più frequentemente sulla provincia di Roma provengono in prevalenza dai quadranti occidentali e meridionali. Pertanto, la rotazione dell'abitazione di 90 gradi permette di avere sul versante sud - ovest una superficie finestrata maggiore rispetto a quella di partenza e quindi un maggior flusso in entrata. La conferma è data dall'incremento dell'indicatore del criterio D.2.1 - Efficacia della ventilazione naturale.

CONFRONTO ORIENTAMENTI			
Orientamento di partenza		Rotazione 90°	
Indicatore	1.28	Indicatore	1.95
PIANO TERRA			
			
PIANO PRIMO			
			

Tab.3 – Confronto orientamento Ventilazione

10.4 Confronto categoria D

Alla luce delle modifiche effettuate sull'edificio orientato a 90° si riporta per completezza il focus del report sulla CATEGORIA D.

D.2 Ventilazione		
D.2.1	Efficiacia della ventilazione naturale	
	Esigenza	Garantire una ventilazione naturale che consenta di mantenere una qualità dell'aria interna (IAQ) accettabile per l'utente.
1.285	Indicatore di prestazione	Coefficiente d'efficiacia della ventilazione naturale, η_{vm} , dipendente da:
5	Punteggio	
D.2.6	Radon	
	Esigenza	Minimizzare l'esposizione al radon, controllandone la migrazione dai terreni agli ambienti interni.
0	Indicatore di prestazione	Presenza/assenza di strategie progettuali per il controllo della migrazione del Radon.
0	Punteggio	
D.3 Benessere termoigrometrico		
D.3.2	Temperatura operativa nel periodo estivo	
	Esigenza	Mantenere un livello soddisfacente di comfort termico durante il periodo
29.64611872	Indicatore di prestazione	Scarto medio tra la temperatura operativa e la temperatura ideale degli ambienti nel periodo estivo (ΔT_m).
0	Punteggio	
D.4 Benessere visivo		
D.4.1	Illuminazione naturale	
	Esigenza	Garantire un livello adeguato di illuminazione naturale negli ambienti
3.150376019	Indicatore di prestazione	Edifici residenziali: Media ponderata dei valori di fattore medio di luce diurna degli ambienti dell'edificio. Edifici NON residenziali: Rapporto tra il fattore medio di luce diurna dell'edificio in esame e il fattore medio di luce diurna dell'edificio limite.
5	Punteggio	
D.5 Benessere acustico		
D.5.6	Qualità acustica dell'edificio	
	Esigenza	Protezione dai rumori esterni ed interni all'edificio.
55.54	Indicatore di prestazione	Classe acustica globale dell'edificio.
0	Punteggio	
D.6 Inquinamento elettromagnetico		
D.6.1	Campi magnetici a frequenza industriale (50 Hertz)	
	Esigenza	Minimizzare il livello dei campi elettrici e magnetici a frequenza industriale (50 Hz) negli ambienti interni al fine di ridurre il più possibile l'esposizione degli individui.
3	Indicatore di prestazione	Presenza e caratteristiche delle strategie adottate per la riduzione dell'esposizione ai campi magnetici a frequenza industriale all'interno dell'edificio.
3	Punteggio	

Tab. 4 – Criteri categoria D orientamento originale

D.2 Ventilazione		
D.2.1	Efficiacia della ventilazione naturale	
	Esigenza	Garantire una ventilazione naturale che consenta di mantenere una qualità dell'aria interna (IAQ) accettabile per l'utente.
1.95	Indicatore di prestazione	Coefficiente d'efficiacia della ventilazione naturale, η_{vn} , dipendente da:
5	Punteggio	
D.2.6	Radon	
	Esigenza	Minimizzare l'esposizione al radon, controllandone la migrazione dai terreni agli ambienti interni.
0	Indicatore di prestazione	Presenza/assenza di strategie progettuali per il controllo della migrazione del Radon.
0	Punteggio	
D.3 Benessere termigrometrico		
D.3.2	Temperatura operativa nel periodo estivo	
	Esigenza	Mantenere un livello soddisfacente di comfort termico durante il periodo
36.6	Indicatore di prestazione	Scarto medio tra la temperatura operativa e la temperatura ideale degli ambienti nel periodo estivo (ΔT_m).
-1	Punteggio	
D.4 Benessere visivo		
D.4.1	Illuminazione naturale	
	Esigenza	Garantire un livello adeguato di illuminazione naturale negli ambienti
3.41	Indicatore di prestazione	Edifici residenziali: Media ponderata dei valori di fattore medio di luce diurna degli ambienti dell'edificio. Edifici NON residenziali: Rapporto tra il fattore medio di luce diurna dell'edificio in esame e il fattore medio di luce diurna dell'edificio limite.
5	Punteggio	
D.5 Benessere acustico		
D.5.6	Qualità acustica dell'edificio	
	Esigenza	Protezione dai rumori esterni ed interni all'edificio.
55.54	Indicatore di prestazione	Classe acustica globale dell'edificio.
0	Punteggio	
D.6 Inquinamento elettromagnetico		
D.6.1	Campi magnetici a frequenza industriale (50 Hertz)	
	Esigenza	Minimizzare il livello dei campi elettrici e magnetici a frequenza industriale (50 Hz) negli ambienti interni al fine di ridurre il più possibile l'esposizione degli individui.
3	Indicatore di prestazione	Presenza e caratteristiche delle strategie adottate per la riduzione dell'esposizione ai campi magnetici a frequenza industriale all'interno dell'edificio.
3	Punteggio	

Tab. 5 – Criteri categoria D 90°

PUNTEGGI		
PUNTEGGIO AREE	Peso [%]	Punti
A.1 Selezione del sito	31.7%	1.3
A.3 Progettazione dell'area	0.00%	0.00
B Consumo di risorse	15.32%	2.45
C Carichi ambientali	63.43%	3.81
D Qualità ambientale indoor	14.40%	1.44
E Qualità del servizio	25.00%	1.50

Fig. 4 – Punteggi orientamento originario

PUNTEGGI		
PUNTEGGIO AREE	Peso [%]	Punti
A.1 Selezione del sito	31.7%	1.3
A.3 Progettazione dell'area	0.00%	0.00
B Consumo di risorse	15.32%	2.45
C Carichi ambientali	63.43%	3.81
D Qualità ambientale indoor	13.60%	1.36
E Qualità del servizio	25.00%	1.50

Figura 5 – Punteggi orientamento 90°

Nonostante il cambio di orientamento dell'abitazione abbia portato un piccolo miglioramento nel benessere visivo e nella ventilazione, non si rilevano variazioni nel punteggio del criterio; l'aumento di temperatura dovuto al variare della posizione dei locali, vanifica i benefici che si ottengono dai precedenti criteri, in quanto si ottiene un punteggio inferiore rispetto all'orientamento originario; di conseguenza riducendo ulteriormente il punteggio della Categoria D, il punteggio finale rimane tuttavia inalterato ed è pari a 2.48. La soluzione migliore al caso studio in esame pare quindi essere quella di mantenere inalterato l'orientamento originario al fine di evitare un innalzamento di temperatura dei locali e di intervenire sulle superfici vetrate, aumentandone la dimensione ed adottando soluzioni con un maggior coefficiente di trasmissione luminosa.

Capitolo 11. Conclusioni

Il lavoro svolto in questa tesi non si concentra soltanto sull'approccio energetico, bensì su tutto ciò che è collegato ad un edificio, dalla scelta del sito alla gestione delle acque, dai materiali scelti alla qualità dell'aria interna, tutti aspetti fondamentali per il benessere degli occupanti. Gli obiettivi principali del lavoro di tesi sono stati in primo luogo quello di comprendere quali possano essere le difficoltà e le criticità nell'applicazione della metodologia per la redazione del protocollo ITACA e, contestualmente, quello di valutare se il caso di studio in questione potesse soddisfare un numero di requisiti ambientali tale da poter raggiungere la certificazione. Durante lo studio, si evidenzia la difficoltà nel reperimento delle informazioni e dei dati necessari alla compilazione dei criteri, in particolar modo dell'area ambientale "Materiali e Risorse". Le informazioni necessarie in questo ambito specifico riguardano le caratteristiche chimico-fisiche, i costi, il contenuto in riciclato, la provenienza dei materiali impiegati: nella maggior parte dei casi non è stato possibile ottenere le informazioni richieste a causa delle oggettive difficoltà di reperimento dei dati. Ciò ha consentito di mettere in luce come l'applicazione di questo sistema di valutazione e certificazione debba essere condotta in stretta collaborazione con tutte le figure coinvolte nella progettazione, ma anche relazionandosi con i fornitori, i costruttori, e tutti i soggetti che prendono parte alla filiera di realizzazione dell'opera edilizia. Si insiste molto sulla collaborazione tra i vari soggetti che prendono parte alla progettazione: le strategie di sostenibilità sono infatti maggiormente efficienti se implementate in un processo di progettazione integrata in cui si mette a disposizione la professionalità e le conoscenze di ciascuno in ogni fase del processo. Questo consente anche di controllare e ridurre i costi complessivi dell'opera nel raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità. Nonostante le difficoltà di analisi incontrate, il progetto preso in esame ha soddisfatto un numero di criteri tale da ottenere un punteggio pari a 2.48 punti su un totale di 5. Questo risultato vuole essere un punto di partenza per una più elevata sensibilità nelle scelte progettuali, in particolare sulle tematiche ambientali e della sostenibilità. È evidente che per avere un punteggio migliore occorre effettuare scelte progettuali più mirate e sarà necessario analizzare una combinazione di fattori che possano influire nel punteggio finale; lo studio presentato però contiene in sé criteri di scientificità sufficienti per supportare le valutazioni conclusive sopra riportate. Per concludere, le metodologie di valutazione esaminate rappresentano un valido strumento per contrastare l'influenza negativa delle costruzioni sull'ambiente e non solo. Un fabbricato realizzato secondo i principi dell'eco sostenibilità

contenuti in questo strumento di certificazione, non avrà semplicemente un minor impatto ambientale lungo tutto il ciclo di vita, ma si collocherà anche nella fascia più alta del mercato edilizio, avrà un minor costo operativo e un maggior valore immobiliare. Il protocollo, inoltre, metterà gli utenti in condizione di aumentare la produttività ed i progettisti e tutti i soggetti che prendono parte alla filiera di realizzazione dell'opera edilizia al riparo da eventuali problemi relativi alla scarsa qualità riguardante un qualsiasi aspetto dell'edificio.

Bibliografia

- UNI/Pdr 13.0, Sostenibilità ambientale nelle costruzioni – Strumenti operativi per la valutazione della sostenibilità - Inquadramento generale e principi metodologici
- UNI/Pdr 13.1, Sostenibilità ambientale nelle costruzioni – Strumenti operativi per la valutazione della sostenibilità – Edifici residenziali
- Comitato Termotecnico Italiano Energia & Ambientale, Caso studio 7° (villetta unifamiliare) Esempio di calcolo della prestazione energetica di un edificio secondo la normativa nazionale - Versione 02, novembre 2016
- Regione Marche, ITC-CNR iiSBE Italia Guida all'autovalutazione in fase di progetto Protocollo ITACA – Marche
- Regione Puglia, Linee guida all'autovalutazione Protocollo Itaca puglia 2011 – residenziale allegato B
- UNI 8290-1:1981, Edilizia residenziale - Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia.
- UNI EN ISO 10456:2008, Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto
- UNI 10351:2015, Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà termo igrometriche - Procedura per la scelta dei valori di progetto
- DM 26-06-2015, Linee guida nazionali per l'attestazione della prestazione energetica degli edifici – Allegato 1
- Decreto 11-10-2017, Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici.
- UNI/TS 11300-1:2008, Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
- UNI EN ISO 13789:2018, Prestazione termica degli edifici - Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione - Metodo di calcolo
- UNI EN ISO 7730:2006, Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale

- D.M. 5-07-1975, Articolo 5 Modificazioni alle istruzioni ministeriali 20 giugno 1896, relativamente all'altezza minima ed ai requisiti igienico-sanitari principali dei locali di abitazione [illuminazione naturale diretta]
- UNI 11367:2010, Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera
- UNI EN ISO 12354-[1-5]:2017, Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti
- UNI EN 15232-1:2017, Prestazione energetica degli edifici - Parte 1: Impatto dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici