Interreg
ALCOTRA
Fondo europeo di sviluppo regionale

UNIONE EUROPEA

ALPI
EFFICIENZA
ENERGETICA

# Rapporto tecnico di analisi delle criticità più significative riscontrate e descrizione dei metodi per risolverle

**REPORT 3.2.2 + 3.4.1**

## CONTRIBUTORI

iiSBE Italia R&D
Elena Bazzan, Cristiano Gastaldi

Per conto della Regione Piemonte
Environment Park
Daniela Di Fazio

Tautemi Associati Srl
Marina Danzi, Andrea Marino

A cura di Regione Piemonte
Settore Politiche di Welfare Abitativo

Pubblicato nel mese di Maggio 2020

Redatto da: Personal Media Advisoring

## INDICE


**1. La raccolta dei dati acquisiti durante i sopralluoghi** ..... 4

**2. Analisi dei risultati ottenuti: le problematiche** ..... 5

2a. Momento della comparsa ..... 7

2b. Tipologia di malfunzionamento ..... 8

2c. Attori coinvolti ..... 9

2d. Tipo di impatto ..... 10

**3. Soluzioni efficaci per risolvere le problematiche riscontrate in fase di esercizio e evitarle in fase di progettazione** ..... 11

3a. La tenuta all'aria negli edifici dotati di ventilazione meccanica ..... 11

3b. La protezione solare ..... 12

3c. La coibentazione dell'edificio e i ponti termici ..... 14

**4. Analisi dei risultati ottenuti: le buone pratiche** ..... 16

4a. Attori coinvolti ..... 18

4b. Momento della comparsa ..... 19

**5. In parallelo all'analisi francese** ..... 20

5a. Involucro ..... 20

5b. Impianti ..... 21

5c. Fase d'esercizio dell'edificio ..... 22

5d. Le problematiche e gli attori coinvolti nella filiera della costruzione: la linea temporale ..... 24

# 1. La raccolta dei dati acquisiti durante i sopralluoghi

Le 36 ispezioni suddivise nelle province di Torino e Cuneo, la cui modalità è descritta nei Report 3.1.1 e 3.1.2 (concernenti la *Formazione trasfrontaliera nell'ambito del gruppo di lavoro dei partner per il trasferimento delle esperienze sul monitoraggio dell'efficienza energetica degli edifici*), sono state condotte da parte di iiSBE Italia, Tautemi e Environment Park per conto della Regione Piemonte, durante il periodo tra novembre 2018 e luglio 2019 e riguardano:

- 27 edifici residenziali (soprattutto di nuova costruzione)
- 4 edifici commerciali
- 3 uffici
- 2 scuole

La raccolta dei risultati riguardanti le constatazioni di non qualità verificate sugli edifici è avvenuta grazie all'utilizzo di un foglio Google condiviso: si tratta di un documento nel quale sono state annotate le varie problematiche riscontrate sugli edifici man mano che venivano effettuati i sopralluoghi con l'obiettivo di comprendere se la medesima problematica fosse riscontrabile in più casi.

| Ambito problematica | Tautemi | Regione Piemonte | iiSBE Italia | totale |
|---|---|---|---|---|
| Differenziazione dei consumi<br>*Différenciation des consommation* | 11 | 15 | 9 | **35** |
| Tenuta all'aria<br>*Etanchéité à l'air* | 10 | 14 | 9 | **33** |
| Elementi facciata esterna e schermature<br>*Éléments de façade et brise-soleil* | 3 | 17 | 5 | **25** |
| Recupero acqua piovana<br>*Récupération d'eau pluviale* | 1 | 14 | 2 | **17** |
| Ventilazione meccanica<br>*Ventilation mécanique* | 2 | 6 | 3 | **11** |
| Materiali da costruzione<br>*Matériaux de construction* | 0 | 6 | 4 | **10** |
| Vegetazione esterna<br>*Végétation à l'extérieur* | 0 | 8 | 2 | **10** |
| Ubicazione<br>*Localisation* | 3 | 1 | 3 | **7** |
| Impianto di raffrescamento<br>*Système de refroidissement* | 0 | 3 | 3 | **6** |
| Acqua calda sanitaria<br>*Eau chaude sanitaire* | 2 | 4 | 0 | **6** |
| Umidità di risalita<br>*Humidité à proximité du sol* | 1 | 4 | 0 | **5** |
| Isolamento<br>*Isolation* | 1 | 3 | 1 | **5** |
| Impianto riscaldamento<br>*Système de chauffage* | 1 | 1 | 1 | **3** |
| Impianto di illuminazione<br>*Système de éclairage* | 0 | 0 | 2 | **2** |
| Impianto Domotico<br>*Système domotique* | 0 | 1 | 1 | **2** |
| Impianto Fotovoltaico<br>*Système photovoltaïque* | 0 | 1 | 0 | **1** |

Tabella riassuntiva delle problematiche riscontrate sugli edifici ispezionati dai partner italiani

## 2. Analisi dei risultati ottenuti: le problematiche

Come si evince dal grafico a barre sottostante, la principale problematica riscontrata durante le ispezioni è legata al fatto che pochissimi edifici sono dotati di contatori in grado di misurare individualmente i consumi energetici delle singole utenze. In particolar modo la difficoltà è quella di acquisire i consumi differenziati di uno stesso vettore energetico utilizzato da vari sistemi come ad esempio, il consumo di acqua calda sanitaria per il riscaldamento differenziato dal consumo per l'acqua calda sanitaria (ACS). L'impossibilità di avere questa scomposizione dei consumi rende difficoltoso il calcolo di quelli che sono i consumi reali di un singolo appartamento e di un intero edificio.

| Ambito problematica | totale | |
|---|---|---|
| Differenziazione dei consumi<br>*Différenciation des consommation* | **35** | 19,7% |
| Tenuta all'aria<br>*Etanchéité à l'air* | **33** | 18,5% |
| Elementi facciata esterna e schermature<br>*Éléments de façade et brise-soleil* | **25** | 14,0% |
| Recupero acqua piovana<br>*Récupération d'eau pluviale* | **17** | 9,6% |
| Ventilazione meccanica<br>*Ventilation mécanique* | **11** | 6,2% |
| Materiali da costruzione<br>*Matériaux de construction* | **10** | 5,6% |
| Vegetazione esterna<br>*Végétation à l'extérieur* | **10** | 5,6% |
| Ubicazione<br>*Localisation* | **7** | 3,9% |
| Impianto di raffrescamento<br>*Système de refroidissement* | **6** | 3,4% |
| Acqua calda sanitaria<br>*Eau chaude sanitaire* | **6** | 3,4% |
| Umidità di risalita<br>*Humidité à proximité du sol* | **5** | 2,8% |
| Isolamento<br>*Isolation* | **5** | 2,8% |
| Impianto riscaldamento<br>*Système de chauffage* | **3** | 1,7% |
| Impianto di illuminazione<br>*Système de éclairage* | **2** | 1,1% |
| Impianto Domotico<br>*Système domotique* | **2** | 1,1% |
| Impianto Fotovoltaico<br>*Système photovoltaïque* | **1** | 0,6% |

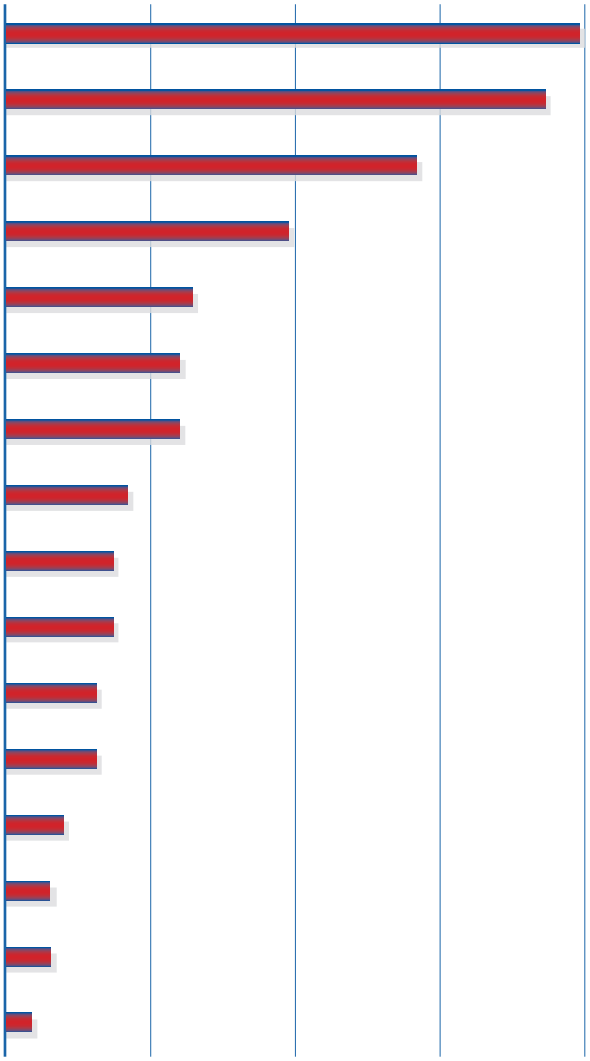


Tabella riassuntiva delle problematiche riscontrate sugli edifici ispezionati dai partner italiani

La **tenuta all'aria** è il secondo ambito problematico maggiormente evidenziato durante i sopralluoghi, infatti, in quasi tutti gli edifici ispezionati non è stato condotto il test di tenuta all'aria. A differenza di ciò che succede in Francia, in Italia non esiste nessun obbligo nel condurre questo tipo di verifica se non per gli edifici che vogliono ricevere la certificazione Passivhaus. Il fatto di non verificare la tenuta all'aria di un edificio implica l'impossibilità di rendersi conto di eventuali problematiche connesse a tale aspetto.

Molti sono anche i problemi riscontrati in merito alla non corretta progettazione delle **schermature solari**; in alcuni casi gli edifici non erano stati adeguatamente schermati e incorrevano in problemi di abbagliamento e surriscaldamento degli ambienti principalmente durante il periodo estivo, in altri casi la tipologia di *brise-soleil* adottata non era consona al tipo di manufatto o, in ancora altri casi, non vi era proprio stata alcuna progettazione di schermatura solare. Altri problemi riscontrati in facciata hanno riguardato la scarsa manutenzione dei balconi e l'utilizzo di materiali poco resistenti alle intemperie e ai sempre più frequenti repentini sbalzi di temperatura.

Pochi sono gli edifici analizzati dotati di sistemi di **stoccaggio dell'acqua piovana**: tutto ciò mette in luce una scarsa attenzione a questo tipo di aspetto da parte dei committenti e progettisti. Così come verificato dal Protocollo ITACA, è importante incentivare il risparmio di acqua potabile utilizzando quella raccolta da impianti per il recupero dell'acqua piovana per, ad esempio, irrigare aree verdi.

Per quanto concerne la **ventilazione meccanica**, in numerosi edifici ispezionati sono stati evidenziati problemi di malfunzionamento o di non corretta gestione della stessa. Le misure di concentrazione di $CO_2$ hanno permesso di evidenziare livelli di concentrazione di anidride carbonica notevolmente superiori a quelli che ci si sarebbe aspettati. Parlando con gli utenti si è scoperto, infatti, che molti di loro manomettono il sistema di ventilazione meccanica spegnendolo la notte poiché eccessivamente rumoroso, altri invece tappano le bocchette di immissione a causa degli sgraditi odori dei condotti.

Altre problematiche riscontrate riguardano la scelta dei materiali da costruzione e la loro non corretta posa in opera, che spesso può far derivare problematiche di isolamento dell'edificio. L'umidità di risalita negli edifici è stata evidenziata in un numero esiguo di ispezioni.

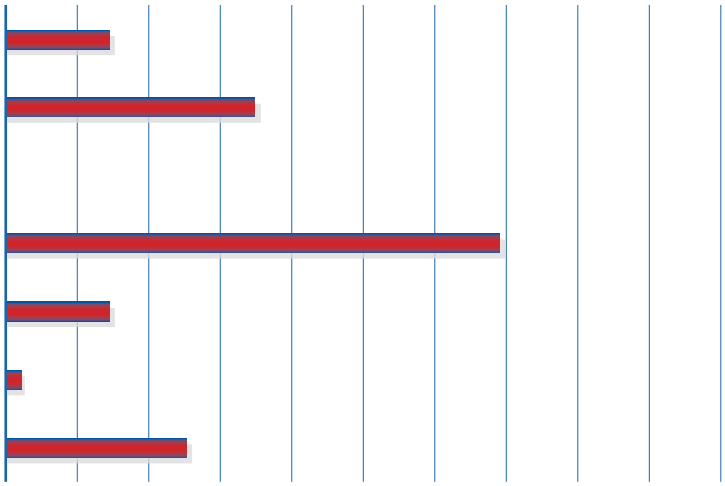
Meno frequenti sono invece i problemi legati alla gestione e al funzionamento degli **impianti di riscaldamento e raffrescamento**, a quello d'illuminazione e all'impianto fotovoltaico. Alcune perplessità sono invece state evidenziate per quanto concerne il settaggio e l'utilizzo dell'**impianto domotico**, presente in prevalenza negli edifici per uffici ispezionati, il cui funzionamento richiederebbe una buona conoscenza da parte dell'utente al fine di evitare inutili sprechi di energia e consumi eccessivi.

In alcuni edifici con destinazione d'uso residenziale, sono state evidenziate problematiche connesse alla **produzione di acqua calda sanitaria**. Come emerso durante i sopralluoghi, gli ingombranti vasi di accumulo sono stati posizionati all'interno delle abitazioni, privando le stesse di notevole superficie utile. In questo preciso caso emerge una scarsa attenzione in fase di progettazione preliminare da parte del progettista, in quanto, con un maggiore coordinamento tra le figure coinvolte nelle scelte decisionali si sarebbe potuta trovare altra sistemazione per i serbatoi di accumulo, ovviando al problema. In diversi casi sono state inoltre messe in evidenza problematiche connesse alla qualità del sito in cui l'edificio è ubicato. L'accessibilità ai trasporti, l'adiacenza ad infrastrutture, il supporto all'uso delle biciclette, le aree verdi di pertinenza sono aspetti tenuti in considerazione dal Protocollo ITACA e che diventano, di conseguenza, elementi critici per l'edificio se non coerenti con quanto stabilito dal Protocollo stesso. Nell'analisi condotta, infatti, sono emerse diverse criticità connesse proprio all'ubicazione degli edifici, spesso in prossimità di rumorose arterie stradali ad alto scorrimento o realizzati consumando suolo vergine. In altri casi invece i problemi erano connessi alla vegetazione posta all'esterno dell'edificio; spesso, infatti, non veniva garantita la permeabilità delle aree esterne poiché pavimentate o addirittura asfaltate, come nel caso dei centri commerciali.

## 2a. MOMENTO DELLA COMPARSA

Oltre ad aver analizzato le tipologie di problemi evidenziati, è stato utile capire quando questi ultimi si sono manifestati. Come si evince dal grafico a barre sottostante, il momento in cui la maggior parte dei problemi è emersa è stato durante il progetto esecutivo, con ben il 43% del consenso. Molto spesso però, i problemi si rivelano nella fase di progetto preliminare, che nel grafico a barre raggiunge quota 22%, in quanto, strettamente correlati a una poco attenta progettazione del manufatto architettonico. Talvolta anche durante la fase in uso dell'edificio possono emergere problematiche e criticità, sovente connesse a una non corretta gestione degli impianti presenti da parte dell'utenza.

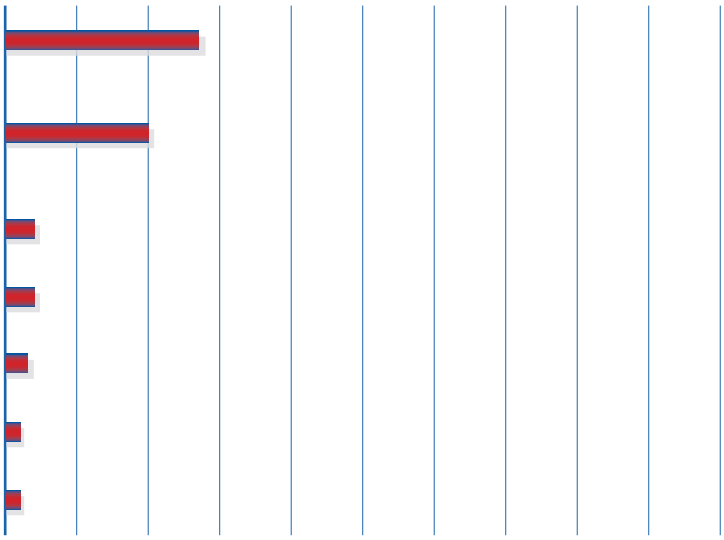
| Momento della comparsa | totale | |
|---|---|---|
| Fase iniziale preparatoria<br>*Phase de début* | **14** | 9% |
| Progetto preliminare<br>*Phase de prise de décision* | **35** | 22% |
| Progetto definitivo<br>*Phase projet final* | **0** | 0% |
| Progetto esecutivo<br>*Phase Exécutive* | **67** | 43% |
| Costruzione<br>*Construction* | **14** | 9% |
| Fine lavori<br>*Fin des Travaux* | **2** | 1% |
| In uso<br>*Exploitation* | **25** | 16% |



## 2b. TIPOLOGIA DI MALFUNZIONAMENTO

Oltre a capire quando la problematica si è manifestata, è anche importante comprendere la tipologia di malfunzionamento legata al problema riscontrato; il grafico a barre sottostante mette in luce il numero di volte in cui gli ispettori si sono confrontati con i tipi di malfunzionamento individuati in elenco.

| Tipologia di malfunzionamento | totale | |
|---|---|---|
| Errore progettuale<br>*Erreur en phase du projet* | **27** | 44% |
| Utilizzo non corretto da parte dell'utenza<br>*Utilisation pas correct par les utilisateurs* | **20** | 32% |
| Danneggiamento<br>*Détérioration* | **4** | 6% |
| Posa in opera<br>*Travaux de mise en oeuvre* | **4** | 6% |
| Installazione non corretta<br>*Installation non conforme* | **3** | 5% |
| Prodotto difettoso<br>*Produit défectueux* | **2** | 3% |
| Mancanza di manutenzione<br>*Manque d'entretien* | **2** | 3% |



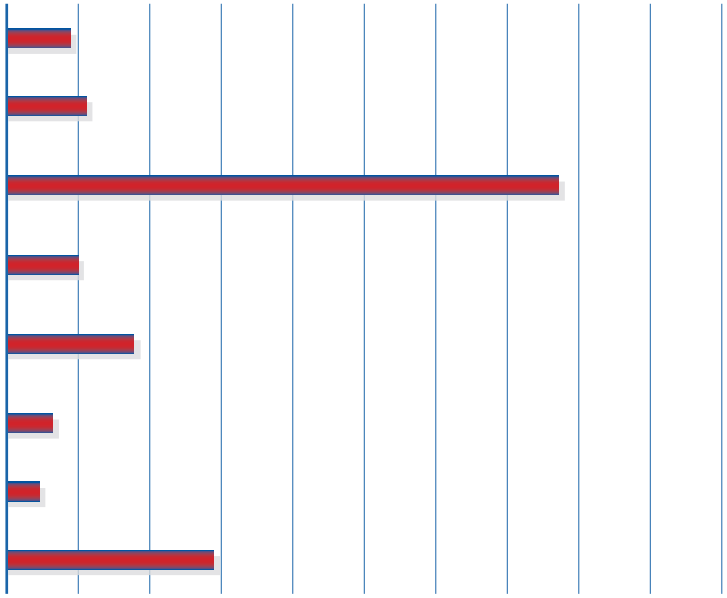
Come si evince dalla tabella, nella maggior parte dei casi si tratta di errori progettuali facilmente imputabili allo studio di progettazione e al progettista stesso. È questo il caso, ad esempio, delle schermature solari non efficaci, della scelta di materiali di bassa qualità, della mancanza di sistemi di recupero dell'acqua piovana e via dicendo. Inoltre, come già accennato in precedenza, molto spesso il cattivo funzionamento può derivare anche da un utilizzo non corretto da parte dell'utenza. L'utilizzatore talvolta manomette gli impianti di ventilazione che conseguentemente non riescono a svolgere il loro normale lavoro di ricambio dell'aria in ambiente.

Pochi sono i casi in cui il malfunzionamento è derivato da un danneggiamento, da una non corretta posa in opera o da un'installazione non conforme dei sistemi adottati nell'edificio.

## 2c. ATTORI COINVOLTI

Oltre all'analisi della tipologia di malfunzionamento, di fondamentale importanza è l'attribuzione delle responsabilità ai diversi soggetti coinvolti nella filiera della progettazione e messa in opera dell'edificio, in relazione ai problemi riscontrati durante i sopralluoghi.

| Attore coinvolto nella problematica | totale | |
|---|---|---|
| Committente<br>*Commissionneur* | **9** | 5% |
| Promotore<br>*Maître d'œuvrage (MOA)* | **11** | 7% |
| Studio di progettazione/ progettista<br>*Bureau d'Etudes* | **77** | 47% |
| Professionisti tecnici<br>*Professionnels techniques* | **10** | 6% |
| Impresa di costruzione/ costruttore<br>*Entreprise générale* | **17** | 10% |
| Direttore Lavori<br>*Maître d'œuvre d'éxecution* | **6** | 4% |
| Capocantiere<br>*Chef de chantier* | **4** | 2% |
| Utilizzatore<br>*Usager* | **29** | 18% |



La tabella mostra chiaramente la grande parte di responsabilità che il progettista si prende, insieme a tutto lo studio di progettazione, rispetto a quelle che sono le problematiche evidenziate dai precedenti grafici. Come si evince, sulla base dei risultati acquisiti durante i 36 sopralluoghi, ben il 47% delle responsabilità sono da imputare al progettista stesso. Nella maggior parte dei casi, infatti, è proprio lui ad avere la massima responsabilità circa i problemi evidenziati. Dai risultati ottenuti si nota però che anche l'utilizzatore finale ha la sua significativa quota di responsabilità circa il corretto utilizzo dei sistemi installati nell'edificio, con il 18% dei consensi.

A pari merito di responsabilità sono anche coinvolti l'impresa di costruzione con il 10%, il promotore con il 7%, i professionisti tecnici ed il committente con reciprocamente il 6%.

Mentre, stando ai risultati raggiunti grazie ai sopralluoghi fatti, hanno minori responsabilità rispetto alle problematiche evidenziate sia il direttore lavori con il 4%, che il capocantiere con il 2%. Si tratta, infatti, di soggetti che non hanno avuto alcuna rilevante influenza su molti dei problemi riscontrati durante le visite e che non sono di conseguenza imputabili a loro.

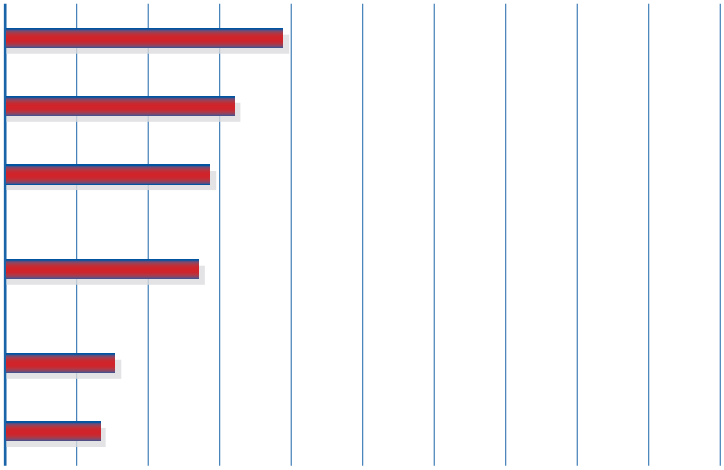
## 2d. TIPO DI IMPATTO

I problemi evidenziati durante le ispezioni hanno avuto ciascuno un differente tipo di impatto. Come si può notare dai risultati finali inseriti in tabella, nella maggior parte dei casi le problematiche individuate hanno avuto impatto sul ***discomfort* termico**, per circa il 25% dei casi. Rientrano in questa casistica tutte le questioni connesse alla non corretta progettazione delle schermature solari, alla non verifica del livello di ermeticità dell'edificio attraverso il test di tenuta all'aria e via discorrendo.

Quasi a pari quota percentuale seguono gli impatti sul ***discomfort* acustico** e sul successivo sovraccosto generato per ovviare alle problematiche individuate. La rumorosità degli impianti di ventilazione è sicuramente annoverata in questo specifico caso. Ovviamente tutto ciò ha influenzato anche la qualità della costruzione, contemplata con il 18% dei consensi nel grafico sottostante, basti pensare infatti a tutte le problematiche legate alle scelte dei materiali, ai fenomeni di umidità di risalita, alla mancanza di contatori in grado di misurare individualmente i consumi energetici delle singole utenze, e così via.

In pochi casi invece il problema riscontrato ha impattato sul *comfort* visivo, con l'8% dei consensi, citando in questo caso i fenomeni di abbagliamento derivanti dalla mancanza di una adeguata progettazione delle schermature solari, nonché sull'eccessivo consumo da parte dell'edificio come conseguenza della problematica evidenziata, con il 10% del valore totale del grafico a barre.

| Tipo di impatto | totale | |
|---|---|---|
| Discomfort termico<br>*Discomfort thermique* | **39** | 25% |
| Discomfort acustico<br>*Discomfort acoustique* | **32** | 21% |
| Sovraccosto<br>*Surcoût* | **29** | 19% |
| Scarsa qualità della costruzione<br>*Mauvaise qualité des constructions* | **28** | 18% |
| Consumo eccessivo<br>*Surconsommation* | **15** | 10% |
| Discomfort visivo<br>*Discomfort visuel* | **13** | 8% |



# 3. Soluzioni efficaci per risolvere le problematiche riscontrate in fase di esercizio e evitarle in fase di progettazione

## 3a. LA TENUTA ALL'ARIA NEGLI EDIFICI DOTATI DI VENTILAZIONE MECCANICA

Nella progettazione di un **edificio a basso consumo energetico, dotato di ventilazione meccanica, gli aspetti di tenuta all'aria risultano determinanti** nell'effettiva dispersione termica.

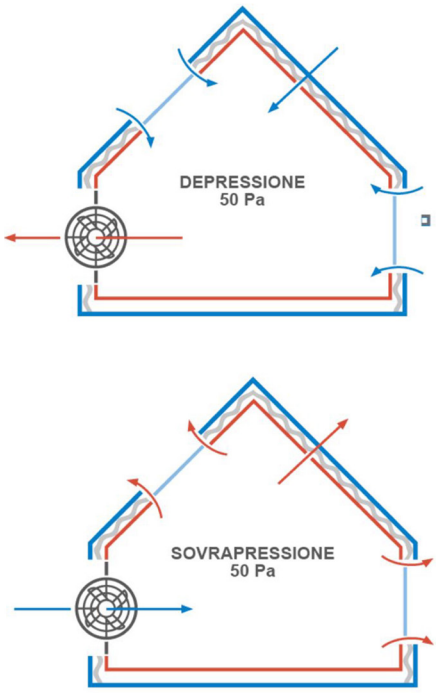
In condizioni invernali, la presenza di punti permeabili all'aria in un edificio dotato di isolamento termico permette all'aria fredda sia di penetrare all'interno dei componenti edilizi e di raffreddare conseguentemente le superfici, sia all'aria calda dell'ambiente interno di dirigersi verso l'esterno. Dove i due flussi entrano a contatto aumenta in rischio di condensa all'interno dei materiali accelerando i fenomeni di degrado.

**Affinché la tenuta all'aria sia garantita, è necessario che l'edificio venga progettato adeguatamente fin dalle prime fasi di concezione** e che tale isolamento risulti continuo su tutta l'estensione dell'edificio.

Le conseguenze dell'insufficiente tenuta all'aria dell'involucro edilizio sono:

- aumento di dispersioni termiche causate dalle infiltrazioni d'aria fredda dall'esterno;
- deterioramento rapido dei materiali a causa della condensa interstiziale all'interno dei componenti edilizi;
- riduzione delle capacità isolanti dei materiali coibenti per presenza di umidità;
- riduzione della capacità dell'isolamento acustico;
- diminuzione del *comfort* interno per la presenza di correnti d'aria;
- rischio di formazione di muffa;
- minore efficienza dell'impianto di ventilazione meccanica controllata.

Blower door test




Prove di tenuta all'aria in un edificio dotato di ventilazione meccanica

Per evitare danni alle strutture e aumenti dei costi di gestione e manutenzione dell'edificio, l'esecuzione e la posa degli elementi che garantiscono **la tenuta all'aria deve essere affidata ad artigiani qualificati**.

I punti più critici da curare per realizzare un buon grado di ermeticità risultano i punti di sovrapposizione di teli e membrane, i collegamenti fra i singoli pannelli nel caso di costruzioni a secco, i collegamenti fra elementi costruttivi diversi (es. finestra e muratura), i punti di attraversamento dell'involucro da parte di travi, tubazioni e linee elettriche.

La realizzazione non a regola d'arte della tenuta all'aria è una delle cause più frequenti di degrado degli edifici, anche di nuova costruzione, e spesso è un difetto a cui è difficile rimediare una volta che l'edificio è concluso.

La verifica della corretta esecuzione della tenuta all'aria avviene mediante l'esecuzione del *Blower Door Test* che consente di creare una differenza di pressione di 50 Pascal fra interno ed esterno dell'edificio e misurare in queste condizioni i ricambi d'aria. Il *Blower Door Test* può essere utilizzato anche per la ricerca dei punti più critici, dove la tenuta all'aria non è garantita.

Il test andrebbe eseguito a conclusione dei lavori di realizzazione degli strati di tenuta all'aria e prima della posa delle finiture. In questo modo possono essere evidenziati con facilità i punti critici da risolvere.

**Attualmente nessuna normativa nazionale o regionale prevede l'obbligatorietà del "Blower-Door-Test"**. Solo alcune certificazioni non obbligatorie ne prevedono la verifica. Questa situazione fa sì che la tenuta all'aria di un edifico non venga posta come priorità nelle fasi di progettazione ed esecuzione dei lavori.

Sulla base del numero di volte che una buona pratica è stata riscontrata, è possibile mettere in risalto gli ambiti in cui gli edifici analizzati hanno dimostrato comportamenti virtuosi.

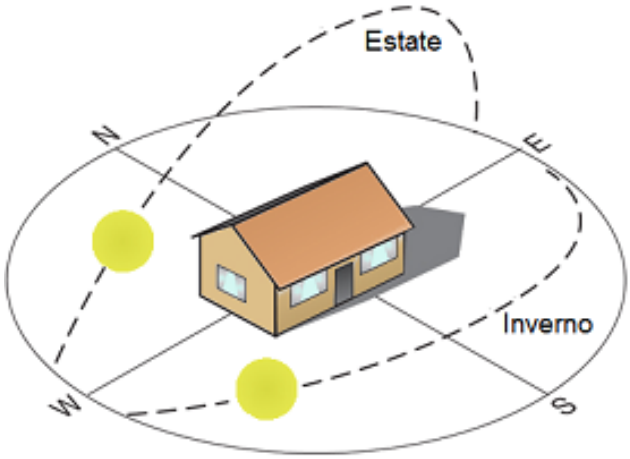
## 3b. LA PROTEZIONE SOLARE

I **requisiti principali richiesti ai sistemi di protezione solare** sono:

- migliorare il *comfort* estivo minimizzando il rischio di surriscaldamento dei locali;
- migliorare il *comfort* visivo riducendo i fenomeni di abbagliamento e riflessione;
- consentire la regolazione e la distribuzione del flusso luminoso;
- consentire il contatto visivo con l'esterno;
- rendere possibile l'oscuramento totale nei locali destinati al riposo notturno;
- migliorare il comfort invernale consentendo alla radiazione solare di contribuire al riscaldamento degli ambienti.

In **fase di progettazione** è indispensabile tenere in considerazione diversi aspetti:

- il contesto in cui si trova l'edificio: orientamento, presenza di vegetazione, microclima, ecc.;
- l'architettura, la tipologia della facciata, il tipo e la dimensione delle aperture, ecc.;
- i requisiti termici, estetici ed economici.




L'importanza di studiare correttamente l'orientamento dell'edificio

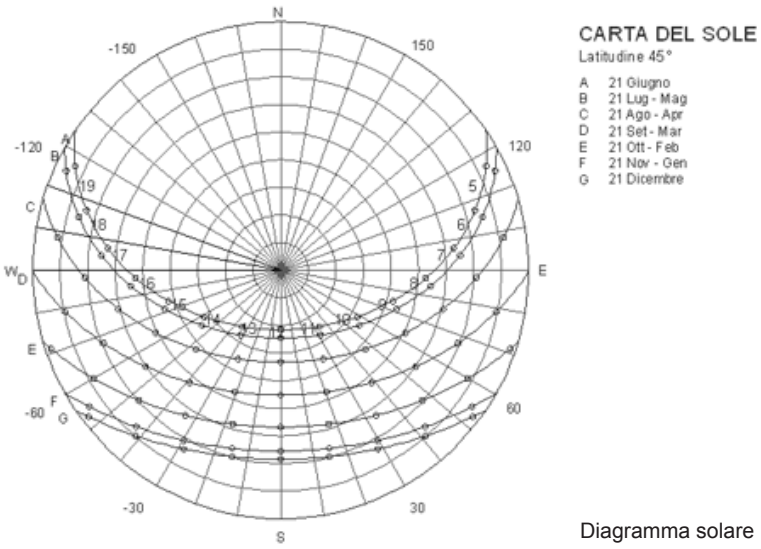



Diagramma solare

Durante la progettazione si possono considerare differenti tipologie di sistemi di protezione.

Le schermature che vengono posizionate sul lato interno della finestra non **evitano il surriscaldamento** ma possono avere la **funzione di regolazione luminosa**.

Le schermature solari posizionate all'esterno dell'edificio sono molto efficaci per ridurre il surriscaldamento in quanto **impediscono al calore di penetrare nell'edificio**. Possono **migliorare l'isolamento termico e acustico** e la protezione antieffrazione. Il principale svantaggio di questi sistemi risulta la loro esposizione agli agenti atmosferici che vincola a una regolare manutenzione.

Le schermature integrate sono installate direttamente nella vetrocamera con il vantaggio di non essere direttamente esposte agli agenti atmosferici.

Schermature solari mobili

Schermature solari fisse

In **fase di esercizio**, quando compaiono problematiche legate all'abbagliamento e al surriscaldamento si può correggere la situazione attraverso l'installazione di sistemi di protezione o la sostituzione di elementi non adeguati.

| Sistemi | Fase di Progettazione | Fase di Esercizio |
|---|---|---|
| **Schermature interne** (regolazione luminosa) | •tende<br>•scuretti<br>•frangisole interni | •tende<br>•frangisole interni |
| **Schermature esterne** (regolazione luminosa e termica) | •avvolgibili<br>•frangisole (verticale/orizzontale, fisso/ mobile)<br>•persiane/scuri<br>•tende esterne<br>•aggetti orizzontali (tetto/balcone/ecc..)<br>•vegetazione (progettazione del verde in base all'orientamento e al movimento del sole | •frangisole (verticale/orizzontale, fisso/ mobile)<br>•tende esterne<br>•vegetazione |
| **Schermature integrate** (regolazione luminosa e termica) | •schermature solari a lamelle integrate nella vetrocamera<br>•utilizzo vetri selettivi<br>•utilizzo vetri termocromici, fotocromici o elettrocromici<br>•sistemi filtranti (es. pellicole e film solari) | |

## 3c. LA COIBENTAZIONE DELL'EDIFICIO E I PONTI TERMICI

Il primo passo per **favorire il benessere termo-igrometrico è coibentare gli edifici in maniera continua ed uniforme evitando discontinuità**.

L'isolamento deve essere continuo, con particolare attenzione alle discontinuità geometriche, come ad esempio agli aggetti, e ai nodi costruttivi che presentano qualche variazione termica locale.

**L'isolamento a cappotto** dell'edificio riduce al minimo i ponti termici nella stagione di riscaldamento, crea ambienti confortevoli e riduce i costi operativi. Una buona coibentazione è ecologica e si ammortizza in pochi anni. La scelta del corretto isolamento termico dipende dal sistema di costruzione, dai requisiti di calore e dalle caratteristiche del materiale isolante.

**Ridurre la presenza di ponti termici** è di fondamentale importanza per una progettazione degli edifici mirata al risparmio energetico e al comfort. Essi derivano principalmente dall'eterogeneità di materiali negli elementi costruttivi o dalla forma geometrica della costruzione. Non sempre è possibile evitarli ma è sempre possibile mitigare la perdita di calore ad essi connessa.

Il potenziale ponte termico deve essere studiato nella **fase di progetto** in modo che la discontinuità termica sia del tutto eliminata. Un ponte termico studiato nei minimi dettagli consente anche di capire come relazionarsi con chi dovrà realizzare le chiusure in modo da ridurre le dispersioni. È necessario **istruire e seguire passo-passo gli operai che realizzano un edificio** al fine di evitare che si possano generare ponti termici nella struttura.

Una coibentazione a regola d'arte dell'edificio, progettata nel dettaglio, è la strategia principale per evitare che si formino ponti termici.

Posa in opera di un isolamento a cappotto

Realizzazione balcone con struttura autonoma al fine di evitare la formazione di ponti termici

**La correzione dei ponti termici in fase di esercizio** può avere due finalità: da un lato eliminare i fattori di degrado, quali muffe, condense e umidità, aumentando la temperatura superficiale all'interno dell'ambiente, dall'altro ridurre le dispersioni termiche.

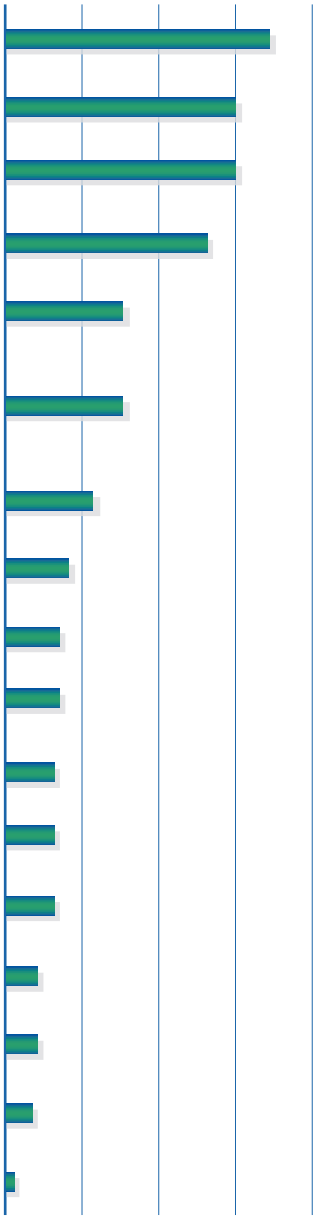
| Fase di Progettazione | Fase di Esercizio |
|---|---|
| •progettazione accurata e studio di tutti i nodi dell'edificio per evitare la formazione dei ponti termici<br>•coibentazione continua da eseguire a regola d'arte | •analisi dei punti critici e conseguente realizzazione di interventi di correzione<br>•taglio termico del balcone (disgiuntori termici, realizzazione alconi con struttura autonoma, ecc.)<br>•utilizzo materiali isolanti igroscopici<br>•isolamento elementi di discontinuità (es. cassonetti avvolgibili, realizzazione davanzali con taglio termico, ecc.) |

# 4. Analisi dei risultati ottenuti: le buone pratiche

In coerenza con la metodologia ispettiva del *partner* Agence Qualité Construction, così come è stato fatto per le problematiche connesse agli edifici analizzati, allo stesso modo sono state analizzate anche le buone pratiche riscontrate sugli edifici stessi.

Sulla base del numero di volte che una buona pratica è stata riscontrata, è possibile mettere in risalto gli ambiti in cui gli edifici analizzati hanno dimostrato comportamenti virtuosi.

| Ambito *best practice* | Tautemi | Regione Piemonte | iiSBE Italia | totale | |
|---|---|---|---|---|---|
| Contabilizzazione<br>*Comptabilisation* | 11 | 15 | 8 | **34** | 16,0% |
| Impianto ACS<br>*Eau chaude sanitaire* | 11 | 11 | 8 | **30** | 14,1% |
| Termoregolazione<br>*Thermorégulation* | 11 | 14 | 5 | **30** | 14,1% |
| Impianto Fotovoltaico<br>*Système photovoltaïque* | 3 | 15 | 8 | **26** | 12,2% |
| Impianto riscaldamento<br>*Système de chauffage* | 6 | 3 | 6 | **15** | 7,0% |
| Vegetazione/Sistemazione esterna<br>*Végétation/disposition à l'extérieur* | 3 | 11 | 1 | **15** | 7,0% |
| Soluzione facciata esterna<br>*Éléments de façade* | 5 | 3 | 3 | **11** | 5,2% |
| Impianto di Ventilazione<br>*Ventilation mécanique* | 2 | 4 | 2 | **8** | 3,8% |
| Raccolta acqua piovana<br>*Collecte de l'eau de pluie* | 2 | 1 | 4 | **7** | 3,3% |
| Ubicazione<br>*Localisation* | 2 | 2 | 3 | **7** | 3,3% |
| Materiali isolanti<br>*Matériaux isolants* | 3 | 3 | 0 | **6** | 2,8% |
| Materiali da costruzione<br>*Matériaux de construction* | 1 | 1 | 4 | **6** | 2,8% |
| Impianto Domotico<br>*Système domotique* | 1 | 2 | 3 | **6** | 2,8% |
| Impianto di raffrescamento<br>*Système de refroidissement* | 0 | 1 | 3 | **4** | 1,9% |
| Impianto di illuminazione<br>*Système d'éclairage* | 1 | 1 | 2 | **4** | 1,9% |
| Tipologia strutturale<br>*Type de structure* | 1 | 0 | 2 | **3** | 1,4% |
| Tenuta all'aria<br>*Etanchéité à l'air* | 0 | 1 | 0 | **1** | 0,5% |



La presenza della **contabilizzazione del calore**, strumento di grande interesse nell'ambito degli interventi per il contenimento dei consumi energetici, è risultato essere l'elemento di buona pratica più diffuso tra gli edifici sottoposti ad analisi. La possibilità di poter ripartire i consumi in maniera specifica per singola utenza, quantificandoli, è di fondamentale importanza per il calcolo dei criteri del Protocollo ITACA in fase di collaudo e esercizio. Per risparmiare energia è indispensabile poter regolare la temperatura di ogni singolo locale ed è qui che entrano in gioco le **valvole termostatiche**, dispositivi che regolano automaticamente il flusso di acqua calda in base alla temperatura. La loro presenza nella maggior parte degli edifici ispezionati, le rende il secondo aspetto di *best practice* più diffuso rispetto alle analisi condotte. Poter variare l'emissione termica dei corpi scaldanti per adattarla alle esigenze dell'unità immobiliare o dei singoli locali è di fondamentale importanza nell'ottica del contenimento energetico. Gli edifici più virtuosi analizzati sono dotati di sonde di temperatura in tutti i locali in grado di rilevare la temperatura in ambiente; queste sono interfacciate ad un sistema di gestione elettronica in grado di comandare l'apertura o la chiusura delle relative elettrovalvole montate sul collettore di zona.

Tra le buone pratiche evidenziate sono sicuramente contemplati gli **impianti dell'acqua calda sanitaria**; in molti casi si tratta di sistemi virtuosi perché spesso connessi a pompe di calore o con produzione centralizzata mediante bollitore d'accumulo alimentato da caldaia a condensazione e da pannelli solari.

Per quanto concerne gli **impianti fotovoltaici**, oltre all'utilizzo di tipologie di pannelli molto performanti con potenze di picco elevate, in alcuni casi, il fotovoltaico risulta perfettamente integrato nella struttura anche attraverso l'uso di *brise-soleil* in grado di garantire anche un discreto ombreggiamento interno.

Molti degli edifici ispezionati sono dotati di **impianti di riscaldamento** efficienti, siano essi alimentati mediante pompa di calore o caldaia a condensazione. Alcuni tra questi sono in possesso di impianti termici ibridi centralizzati per la climatizzazione estate-inverno con controllo termoigrometrico degli ambienti climatizzati. In molti casi inoltre l'impianto termico è autonomo per singolo alloggio. Meno diffusa ma estremamente virtuosa è la situazione di allacciamento dell'edificio al teleriscaldamento, il quale consente un uso più efficiente dell'energia primaria, maggiori controlli sui gas di scarico su un'unica centrale e la possibilità di delocalizzare l'inquinamento in zone a minore densità abitativa. Durante i sopralluoghi sono stati rilevati anche sistemi di regolazione elettronica dell'impianto termico predisposta per la telegestione.

Per quanto riguarda la **gestione dello spazio esterno di pertinenza** dell'edificio, in diversi casi, al fine di minimizzare l'effetto isola di calore, sono stati realizzati ampi spazi verdi e specchi d'acqua, che consentono anche di rendere quanto più gradevole possibile lo spazio esterno. Inoltre, in virtù di una mobilità sostenibile, sono state posizionate numerose rastrelliere per le bici.

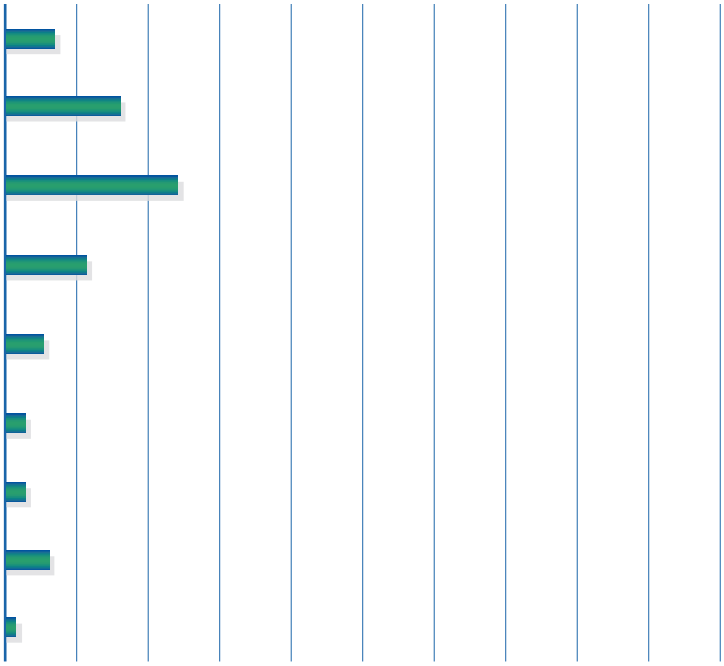
La **scelta di materiali performanti** rientra nelle buone pratiche riscontrate; molti sono i casi in cui si è scelto di utilizzare vetri decisamente performanti sia dal punto di vista termico che sotto il profilo acustico, in maniera da assicurare non solo il benessere visivo ma anche quello acustico e termoigrometrico. Benché nella precedente analisi, riguardante le problematiche evidenziate sugli edifici, si sia riscontrata una notevole carenza in riferimento alla corretta progettazione delle schermature solari, nell'analisi delle buone pratiche sono stati comunque verificati casi di virtuosi **sistemi di schermatura**. La scelta di un sistema frangisole ad alette orientabili, in alluminio anodizzato verniciato, consente alla struttura di dilatarsi senza tensioni, né deformazioni e di resistere alle normali aggressioni chimiche. In relazione agli impianti di ventilazione, tra gli esempi virtuosi visionati durante le ispezioni sono da tenere in considerazione gli edifici dotati di sistemi puntuali di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore. Mentre per quanto riguarda i **sistemi di illuminazione**, nella maggior parte degli edifici sono installate sorgenti LED per il risparmio energetico le quali garantiscono efficienza luminosa e un'elevata resa cromatica.

Infine, come già descritto nel paragrafo legato alle problematiche, il test di tenuta all'aria è stato condotto solo su un edificio dei 36 analizzati e la ragione risiede nel fatto che il fabbricato è stato certificato Passivhaus.

## 4a. ATTORI COINVOLTI

Il paragrafo in questione si pone come obiettivo quello di associare alle *best practice* individuate nella sezione precedente i soggetti responsabili delle loro implementazioni negli edifici analizzati. Come emerge dal grafico a torta sottostante, ben il 32% del merito deve essere imputato al **progettista** e al suo team di progettazione. Esattamente come verificato in precedenza nell'analisi degli attori coinvolti nelle problematiche riscontrate negli edifici, il soggetto principalmente responsabile delle scelte sul manufatto architettonico è effettivamente il progettista. Nello specifico delle buone pratiche adottate è sicuramente lui il responsabile delle preferenze relative ai materiali utilizzati nel realizzare l'opera così come per la scelta tipologica degli impianti da installare, nonché, nell'aver fatto montare i sistemi di contabilizzazione del calore e di termoregolazione.

| Attore coinvolto nella BP | totale | |
|---|---|---|
| Committente<br>*Commissionneur* | 7 | 9% |
| Promotore<br>*Maître d'œuvrage (MOA)* | 16 | 22% |
| Studio di progettazione/ progettista<br>*Bureau d'Etudes* | 24 | 32% |
| Professionisti tecnici<br>*Professionnels techniques* | 11 | 15% |
| Impresa di costruzione/ costruttore<br>*Entreprise générale* | 5 | 7% |
| Direttore Lavori<br>*Maître d'œuvre d'éxecution* | 2 | 3% |
| Capocantiere<br>*Chef de chantier* | 2 | 3% |
| Utilizzatore<br>*Usager* | 6 | 8% |
| Amministratore<br>*Administrateur* | 1 | 1% |



Anche il **promotore**, insieme al **committente**, ha un'importante voce in capitolo in quanto commissionario dell'opera, le sue scelte incidono infatti su numerosi aspetti che riguardano non solo l'ubicazione dell'intervento ma anche le strategie impiantistiche adottate. La responsabilità dei **professionisti tecnici** va di pari passo con quella del progettista benché le scelte operate dagli stessi siano spesso di riflesso alle strategie messe in campo dallo studio di progettazione.

L'**utente finale** ha anch'egli la possibilità di influenzare il progetto architettonico poiché le sue esigenze sono spesso il riflesso di quanto realizzato nell'opera. Una minore responsabilità, in riferimento alle buone pratiche adottate nel progetto dell'edificio, è conferita al **direttore lavori** e al **capocantiere** in quanto esecutori di scelte progettuali stabilite da altri.

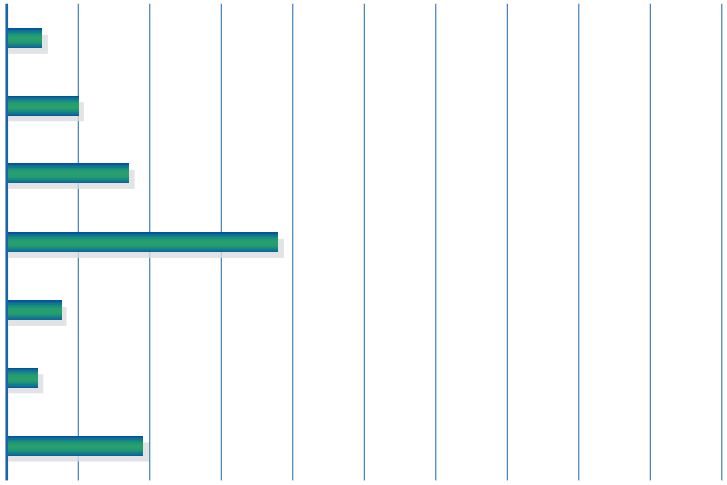
Pressoché nulla è invece la parte di responsabilità dell'**amministratore di condominio** che poco può decidere in termini di buone pratiche nelle scelte progettuali dell'edificio.

## 4b. MOMENTO DELLA COMPARSA

Un'altra analisi condotta sulle buone pratiche riguarda il momento della comparsa delle medesime. In analogia a quanto emerso nella medesima analisi condotta sulle problematiche, anche nel caso delle *best practice* il momento più significativo in cui si sono manifestate coincide con il **progetto esecutivo**, che raccoglie il 38% dei consensi, momento durante il quale vengono fatte scelte fondamentali non solo dal punto di vista architettonico ma anche in riferimento alla tipologia di impianti da installare.

Molte delle buone pratiche coincidono effettivamente con ciò che viene stabilito durante la fase esecutiva dell'opera, vale a dire, scelte tipologiche impiantistiche, soluzioni da adottare in facciata (schermature solari, frangisole, ecc.) o anche scelte progettuali come ad esempio la realizzazione di un sistema di raccolta dell'acqua piovana.

| Momento comparsa BP | totale | |
|---|---|---|
| Fase iniziale preparatoria<br>*Phase de début* | 5 | 5% |
| Progetto preliminare<br>*Phase de prise de décision* | 10 | 10% |
| Progetto definitivo<br>*Phase projet final* | 17 | 17% |
| Progetto esecutivo<br>*Phase Exécutive* | 38 | 38% |
| Costruzione<br>*Construction* | 7 | 7% |
| Fine lavori<br>*Fin des Travaux* | 4 | 4% |
| In uso<br>*Exploitation* | 19 | 19% |



Il secondo momento per importanza dell'insorgere delle buone pratiche adottate è la **fase d'uso** (con 19 casi). In questo caso si fa riferimento a tutto quello che concerne le scelte fatte non soltanto rispetto alla gestione dello spazio esterno una volta conclusa l'opera, ma anche rispetto all'adozione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore. Alcune di queste azioni spesso vengono già pianificate nella fase di **progetto definitivo** ed è per questo motivo che anch'esso si evidenzia in 27 casi.

Sulla base delle ispezioni fatte, meno rilevati in termini di momenti cruciali per l'introduzione di buone pratiche sono invece la fase iniziale, la fase di costruzione dell'opera e il fine lavori.

# 5. In parallelo all'analisi francese

In seguito al quinto comitato di pilotaggio, tenutosi il 22 novembre 2019 a Torino, si è convenuto sulla necessità di far convergere l'analisi francese e quella italiana al fine di poterle mettere più facilmente in comparazione, articolando i risultati ottenuti in tre macro ambiti di interesse: (a) l'involucro, (b) gli impianti e (c) la fase d'esercizio dell'edificio.

L'attenzione si concentra su quelle che sono le problematiche riscontrate durante la fase ispettiva degli edifici. Il contenuto dei paragrafi precedenti sarà quindi riarticolato in queste tre macro sezioni ponendo, però, l'attenzione non solo sulle problematiche emerse durante l'attività ispettiva, quanto più sugli insegnamenti derivanti dalle stesse. A tal proposito, le attività formative sono, infatti, strettamente correlate e calibrate sulle lacune progettuali emerse e sulle altre problematiche connesse alla filiera della costruzione messe in luce dalle ispezioni.

## 5a. INVOLUCRO

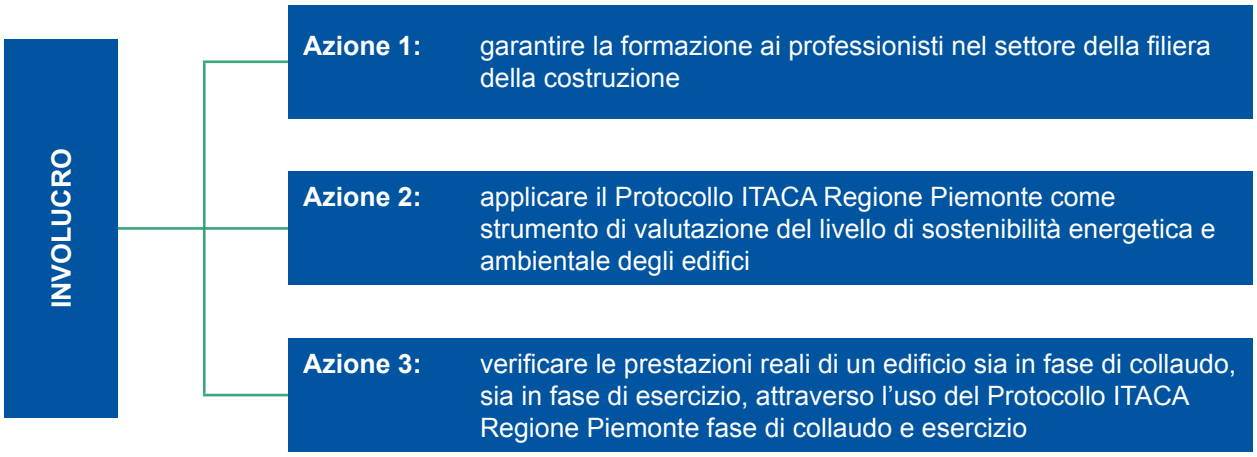
Quando si parla di involucro edilizio si prendono in considerazione tutti gli elementi tecnologici (singoli componenti e sistemi di elementi) e le unità tecnologiche che definiscono l'elemento architettonico. Partendo da questo assunto, le ispezioni, che sono state condotte da parte dagli ispettori italiani ai 36 edifici selezionati, hanno messo in risalto molte problematiche enumerabili sotto questa voce. Sono, infatti, stati riscontrati numerosi **ponti termici** dovuti sia a discontinuità costruttive per l'utilizzo di materiali eterogenei ma anche causati da un non corretto isolamento delle discontinuità geometriche. Il problema principale che ne deriva è sicuramente la dispersione termica dall'interno dell'edificio verso l'esterno o verso ambienti che si trovano a minore temperatura. Se si vuole ottenere da un edificio eccellenti *performance* energetiche ed evitare anche inutili sprechi economici è bene risolvere tutti i ponti termici in esso presenti o, ancor meglio, evitare all'origine che si formino.

Una buona preparazione professionale del professionista incaricato di redigere il progetto architettonico dell'opera è sicuramente un valido modo per evitare che questi si presentino. La formazione ai professionisti, da parte degli organi competenti, su quelle che sono le regole fondamentali per realizzare un edificio con ottime prestazioni energetiche è sicuramente un elemento sul quale puntare per evitare che grossolani errori si presentino sulla struttura. I corsi di formazioni organizzati nel progetto A2E vanno proprio in questa direzione.

Tra le altre problematiche individuate, facenti parte l'involucro edilizio, sono da considerarsi la presenza di umidità di risalita, la scelta di materiali da costruzione poco performanti o non adatti a determinate scelte progettuali, la mancanza di un corretto isolamento termico e nella maggior parte dei casi le dispersioni termiche non sono facilmente identificabili. A tal proposito, una grossa lacuna presente in ambito italiano è legata alla **mancanza d'obbligatorietà** nel condurre, sugli edifici provvisti di ventilazione meccanica, il cosiddetto Blower Door Test ovvero, il **test di tenuta all'aria**, se non per gli edifici che vogliono ricevere la certificazione Passivhaus. Il fatto di non verificare la tenuta all'aria di un edificio implica l'impossibilità di rendersi conto di eventuali problematiche connesse a tale aspetto. Va da sé che l'importanza di poter concretamente misurare le performance energetiche e non di un edificio sia un aspetto imprescindibile se si vuole garantire una buona qualità delle costruzioni. A tal proposito, il Protocollo ITACA Regione Piemonte è risultato un eccellente strumento di valutazione del livello di sostenibilità energetica e ambientale degli edifici.

Il Protocollo ITACA permette di verificare le prestazioni di un edificio in riferimento ai consumi e all'efficienza energetica stimati da progetto; quello che grazie al progetto A2E si sta facendo è la predisposizione di un Protocollo ITACA in grado di valutare le prestazioni reali di un edificio sia in fase di collaudo, sia in fase di esercizio, un progresso che consentirà di misurare i consumi effettivi e di confrontarli con quelli attesi da progetto.

Lo schema sottostante sintetizza le **azioni di rilievo** da mettere in campo al fine di ridurre le problematiche riscontrate sul tema “involucro”.




## 5b. IMPIANTI

Le ispezioni condotte sui 36 edifici hanno messo in risalto non pochi problemi connessi al funzionamento e all’operatività degli impianti, in particolar modo in riferimento a quelli di **ventilazione meccanica**. Dall’analisi condotta è emerso come gli impianti legati alla produzione fotovoltaica non diano particolari problemi né di funzionamento, né di gestione al contrario, gli impianti di ventilazione meccanica controllata (VMC), che consentono il ricambio d’aria con l’ambiente esterno in modo controllato senza sprechi di energia, hanno suscitato numerose perplessità negli ispettori. Grazie alle misurazioni acustiche di pressione acustica in ambiente attraverso appositi fonometri, sono emersi livelli di pressione sonora eccessivi in ambiente, i quali giustificavano appieno le lamentele da parte dell’utenza. Anche in questo caso, la possibilità di applicare il Protocollo ITACA Regione Piemonte fase di collaudo ed esercizio consente di rivelare errori di progettazione mostrando anche le carenze in materia tecnica di alcuni progettisti di impianti. Questo rimarca l’importanza di fare formazione non soltanto ai progettisti architettonici, ma anche ai tecnici, al fine di garantire migliori prestazioni degli edifici.

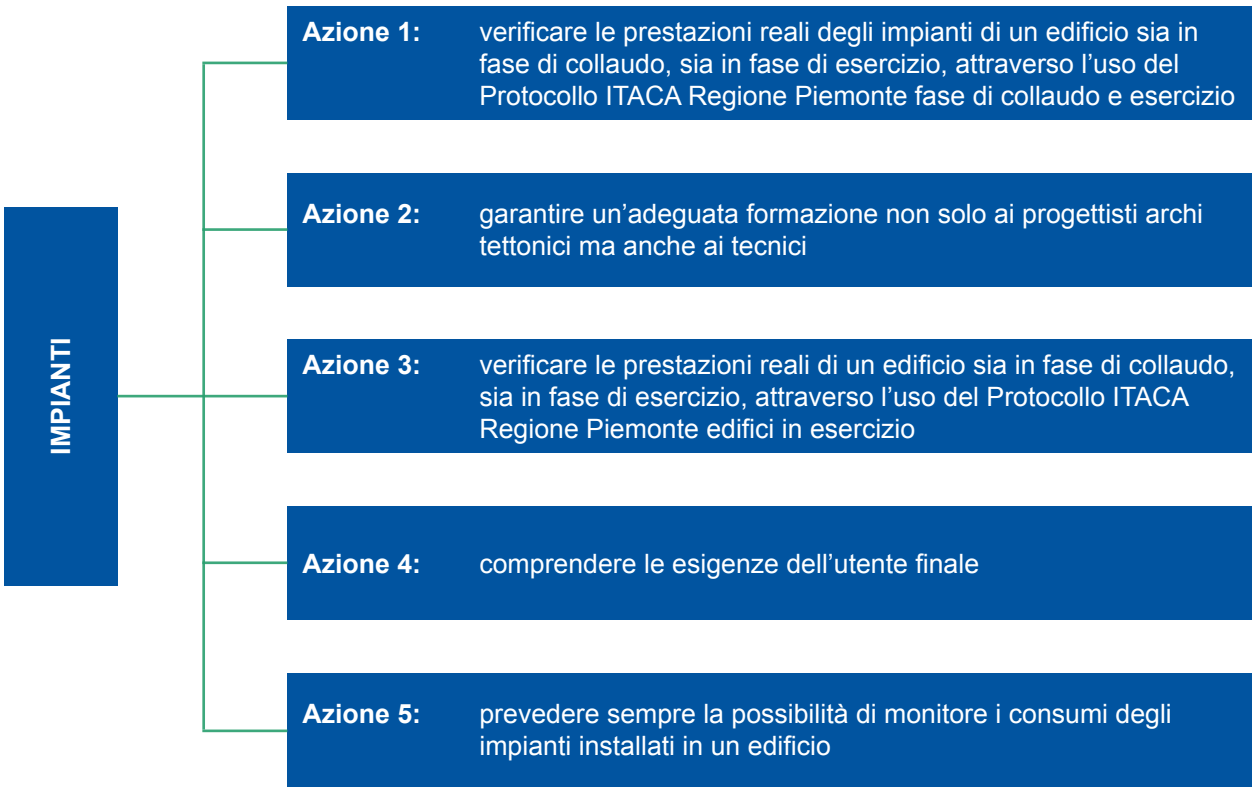
Un altro problema correlato agli impianti di ventilazione meccanica controllata è stato reso manifesto, ancora una volta, attraverso un’attività di misura. Grazie ad un rilevatore di $CO_2$ in ambiente sono stati misurati livelli di **concentrazione di anidride carbonica** decisamente superiori a quelli che ci si aspettava. In questo preciso caso la responsabilità era da imputare anche in parte agli utenti, i quali non gestivano in maniera corretta il sistema, talvolta tappando le bocchette di immissione d’aria e spesso regolando l’impianto su livelli di ricambio d’aria troppo bassi. A tal riguardo è emersa l’esigenza di fornire una maggiore istruzione agli utenti finali sul corretto utilizzo dei sistemi tecnologici presenti nell’edificio.

Parlando di **impianti domotici**, inoltre, una delle esigenze è sicuramente quella di permettere all’utente di regolare i sistemi su quelle che sono le personali esigenze, pur nel rispetto di ragionevoli limiti di consumo. Inoltre, se si tratta di un edificio di nuova realizzazione con destinazione d’uso non residenziale, diventa fondamentale cercare di capire quelle che sono le esigenze dell’utente finale, le sue abitudini e necessità al fine di calibrare sistemi tecnologici che possano rispecchiare al meglio le richieste di chi occuperà l’edificio, evitando di dover intervenire a posteriori sulla struttura per colmare eventuali lacune progettuali.

Grazie alle indagini condotte, uno degli insegnamenti fondamentali emersi è quello di prevedere sempre la possibilità di **monitorare i consumi degli impianti** installati in un edificio. Durante le analisi è emerso che pochissimi edifici sono dotati di contatori in grado di misurare individualmente i consumi energetici

delle singole utenze. In particolar modo la difficoltà è quella di acquisire i consumi differenziati di uno stesso vettore energetico utilizzato da vari sistemi come ad esempio, il consumo di acqua calda per il riscaldamento differenziato dal consumo per l'acqua calda sanitaria. L'impossibilità di avere questa scomposizione dei consumi rende difficoltoso il calcolo di quelli che sono i consumi reali di un singolo appartamento e di un intero edificio. Il monitoraggio dei consumi di un edificio consiste, infatti, nella raccolta, elaborazione e interpretazione di informazioni quantitative e qualitative sulla sua caratterizzazione e sul suo funzionamento. Il monitoraggio diventa pertanto fondamentale per la valutazione complessiva della congruità dei consumi energetici stimati in fase di progettazione, ma anche per la determinazione delle prestazioni degli elementi che costituiscono l'involucro.

Lo schema sottostante sintetizza le **azioni di rilievo** da mettere in campo al fine di ridurre le problematiche riscontrate sul tema "impianti".




## 5c. FASE D'ESERCIZIO DELL'EDIFICIO

I 36 edifici analizzati dagli ispettori italiani sono tutti fabbricati ormai conclusi, vissuti e in pieno esercizio. Tale assunto rimarca che molti errori progettuali sfuggono nella fase di concezione dell'opera architettonica mentre diventano manifesti durante la fase di utilizzo della stessa. L'analisi delle problematiche emerse durante le ispezioni evidenzia come molte di esse possano essere ricondotte a errori di mancato coordinamento tra i soggetti coinvolti nella filiera delle costruzioni. Tra i vari riscontrati si possono citare le **schermature solari integrate** soltanto a edificio ultimato per ovviare a fenomeni di abbagliamento o a eccessivo surriscaldamento di alcune aree vetrate, errori dovuti al mancato dialogo tra progettista e impiantisti a proposito degli ingombri delle tecnologie a corredo degli stessi, o ancora errori dovuti

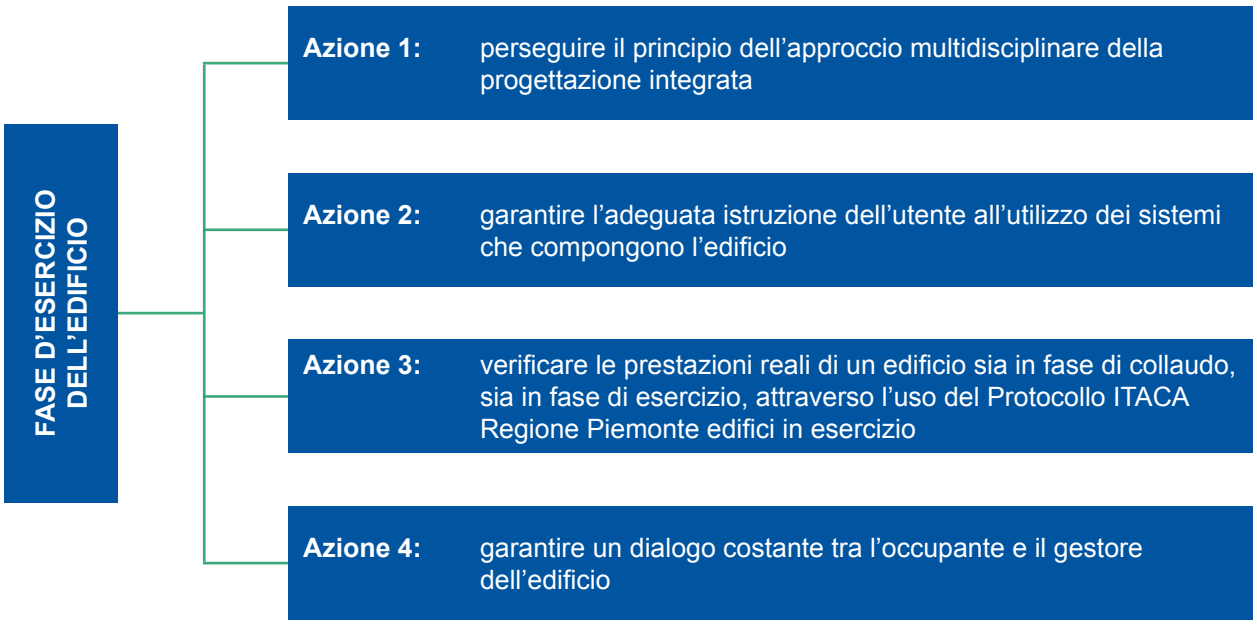
alla mancanza di interazione tra il progettista e le necessità degli utenti finali che possono generare sovradimensionamenti e/o sottodimensionamenti degli impianti tecnologici. Tutto questo testimonia che le interazioni delle varie parti si influenzano tra loro, determinandone le singole scelte. Quando si progetta una struttura architettonica è quindi fondamentale perseguire il principio dell'approccio multidisciplinare della progettazione integrata: garantendo il dialogo tra le diverse figure professionali coinvolte nella filiera delle costruzioni e pianificando periodicamente incontri di coordinamento.

Il **Protocollo ITACA Regione Piemonte fase di collaudo ed esercizio** è uno strumento fondamentale per la verifica dei consumi reali di un edificio. In questa sezione, nella quale sono messe in risalto le problematiche riguardanti la fase di esercizio di un edificio, il Protocollo è considerato il sistema più efficace nel dimostrare se i consumi stimati da progetto dell'edificio coincidano o meno con quelli reali. Tale strumento è inoltre capace di sensibilizzare tutti gli attori della filiera delle costruzioni poiché in grado di far emergere le responsabilità di ciascuno sulle problematiche dell'edificio.

Nella fase d'uso dell'edificio, gli **occupanti** dello stesso rivestono un ruolo di grande rilievo. Come già sottolineato nella sezione precedente, è buona prassi garantire l'adeguata istruzione dell'utente all'utilizzo dei sistemi che compongono l'edificio, al fine di evitare gestioni impiantistiche non confacenti le peculiarità della struttura. La corretta gestione dell'edificio da parte dell'utente finale evita inutili sprechi e influenza fortemente l'aspetto economico legato ai consumi; per garantire che tale pratica venga rispettata, è utile quindi far predisporre sempre i manuali di funzionamento degli elementi tecnologici da parte dei tecnici competenti, al fine di facilitare il comportamento degli utilizzatori ed evitare errori di gestione degli edifici stessi.

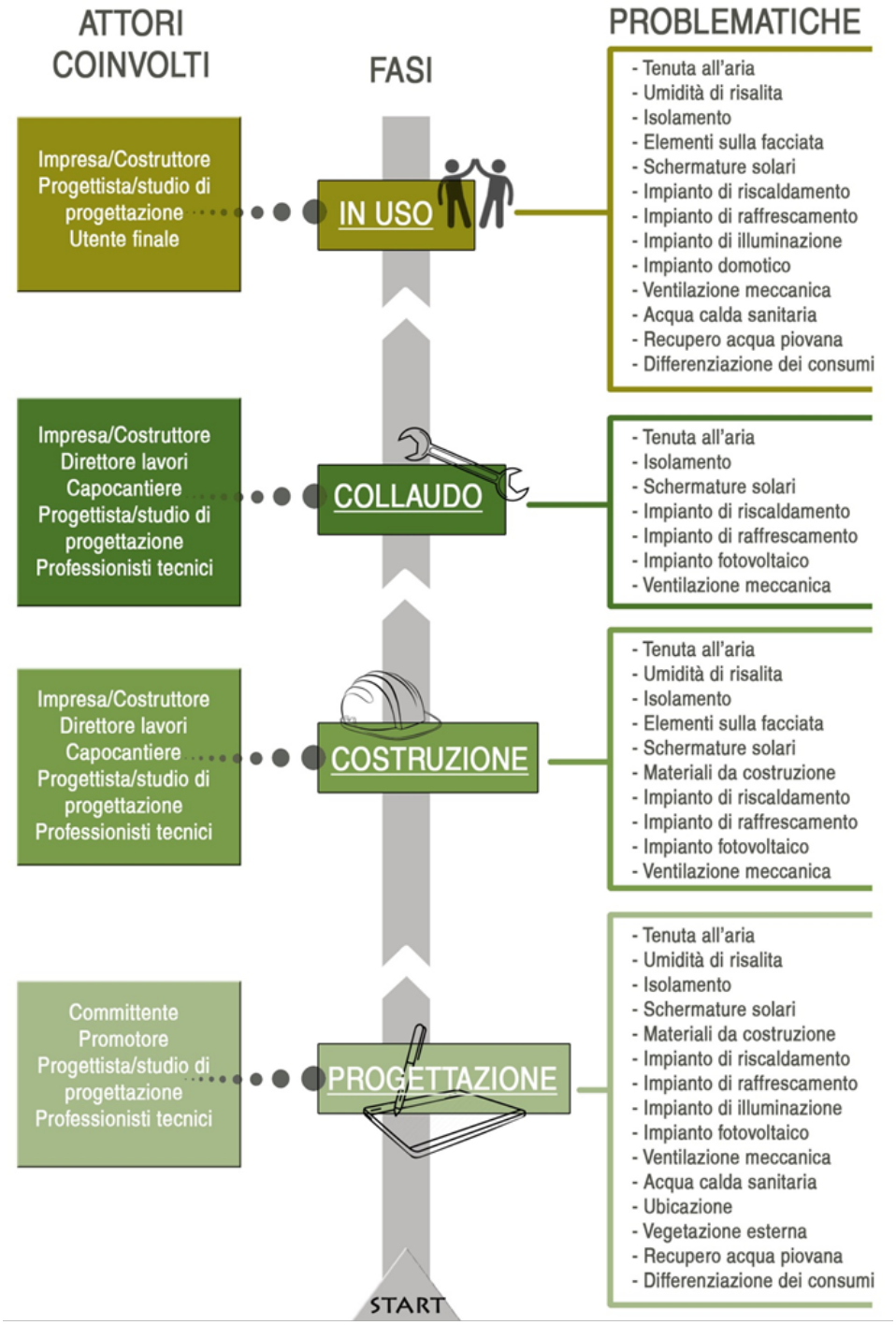
È altrettanto importante che ci sia un dialogo costante tra l'occupante e il gestore dell'edificio: questo sarà in grado di far emergere, con maggiore facilità, eventuali perplessità dell'utente e problematiche correlate al funzionamento dell'edificio.

Lo schema sottostante sintetizza le **azioni di rilievo** da mettere in campo al fine di ridurre le problematiche riscontrate sul tema "fase d'esercizio dell'edificio".



## 5d. LE PROBLEMATICHE E GLI ATTORI COINVOLTI NELLA FILIERA DELLA COSTRUZIONE: LA LINEA TEMPORALE

Lo schema sottostante ricostruisce, in maniera grafica, le relazioni che intercorrono tra i soggetti coinvolti nelle quattro fasi principali della filiera delle costruzioni e le problematiche prevalentemente riscontrabili in ciascuna di esse.



Comparsa
Facciata
FILIERA
materiali
criticità
Fasi
ANALISI
TECNICI
cantiere
Best practice
ATTORI
Impianti
Involucro
utilizzatori
Progettisti
Discomfort