

Investimenti a favore della crescita e  
dell'occupazione FESR 2014-2020

Investitionen in Wachstum und Beschäftigung  
EFRE 2014-2020

# FESR LEGNATIVO

## REPORT Milestone 3.1 Specifiche tecniche preliminari del sistema

Partner | Projektpartner

**eurac**  
research

 **Fraunhofer**  
ITALIA

**ATRIUM**

Contatto | Kontakte: Riccardo Pinotti || [riccardo.pinotti@eurac.edu](mailto:riccardo.pinotti@eurac.edu)

Contatto | Kontakte: Roberto Lollini || [roberto.lollini@eurac.edu](mailto:roberto.lollini@eurac.edu)

## Contents

1. Contents.....	1
1. Executive Summary.....	2
2. Analisi del Parco Edilizio Esistente .....	3
2.1 Inquadramento degli interventi.....	3
3.1 Analisi del patrimonio edilizio ad uso abitativo in Alto Adige .....	6
3. Identificazione degli edifici di riferimento .....	13
4.1 Introduzione.....	13
5.1 Edificio di riferimento n.1 .....	15
6.1 Edificio di riferimento n.2 .....	18
7.1 Edificio di riferimento n.3 .....	20
8.1 Edificio di riferimento n.4 .....	22
9.1 Edificio di riferimento n.5 .....	25

# 1. Executive Summary

Il tema del risanamento edilizio attraverso involucri prefabbricati e multifunzionali è protagonista delle politiche energetiche ed ambientali di numerosi paesi europei, tra cui l'Italia, a causa del carattere energivoro del parco edilizio costruito prima degli anni '70, che ha indirizzato i primi provvedimenti normativi sul risparmio energetico.

Il patrimonio edilizio esistente rappresenta un enorme potenziale sia in materia di ottimizzazione dei consumi energetici, sia nella riduzione delle emissioni del nostro pianeta, a patto che si riesca ad intervenire in modo sistematico, coerente e mirato, prendendo in analisi l'intero territorio nazionale.

La propensione a "recuperare l'esistente", piuttosto che demolire e ricostruire, è una pratica molto sviluppata nel comparto edilizio del nostro paese, sia per motivi legati al mercato ed all'economia locale, che per motivi culturali, normative e urbanistiche.

Vi sono molteplici fattori che incentivano e condizionano gli interventi di recupero edilizio, non per ultime le numerose sollecitazioni di raggiungimento di sempre più elevati standard energetico-ambientali, a volte costituendo di per sé la finalità primaria dell'intervento. Esse intervengono quindi a rendere più articolato e complesso sia il quadro delle esigenze da soddisfare, sia quello delle opportunità progettuali, in un contesto già di per sé ricco di condizionamenti, quale la preesistenza architettonica<sup>1</sup>.

Prendendo in analisi il parco edilizio per tipologia funzionale e per epoca, ci si può accorgere che è per la massima parte costituito da edilizia ormai storica, sebbene non sempre di valore artistico. Esso necessita di un approccio all'intervento mirato e capace di tener conto di un enorme quantità di variabili e di vincoli, la cui complessità non può che essere gestita in base ad una metodologia di analisi, valutazione e successivamente di progetto, accurata, trasversale e flessibile.

È imprescindibile in questa ottica focalizzare il rapporto tra recupero edilizio e riqualificazione energetico-ambientale, definendone i punti di intersezione, così come è fondamentale anche dal punto di vista metodologico, operare una distinzione tra riqualificazione dell'involucro edilizio e relativa all'intero edificio, legata o meno ad una sua rifunzionalizzazione.

---

<sup>1</sup> Benedetti C., *Risanare l'esistente. Soluzioni per il comfort e l'efficienza energetica*. Bozen-Bolzano University Press

## 2. Analisi del Parco Edilizio Esistente

### 2.1. Inquadramento degli interventi

Le azioni di industrializzazione nel risanamento del patrimonio edilizio acquistano con gli anni un'importanza sempre crescente. Come riportato in diversi documenti, gli edifici sono responsabili di circa il 40% del consumo di energia e del 36% delle emissioni di CO<sub>2</sub> in Europa<sup>2</sup>.

Di questi edifici, il 35% ha oltre 50 anni, superando quindi la propria vita utile, mentre il 75% risulta energeticamente inefficiente ed appartenente ad una classe energetica bassa.

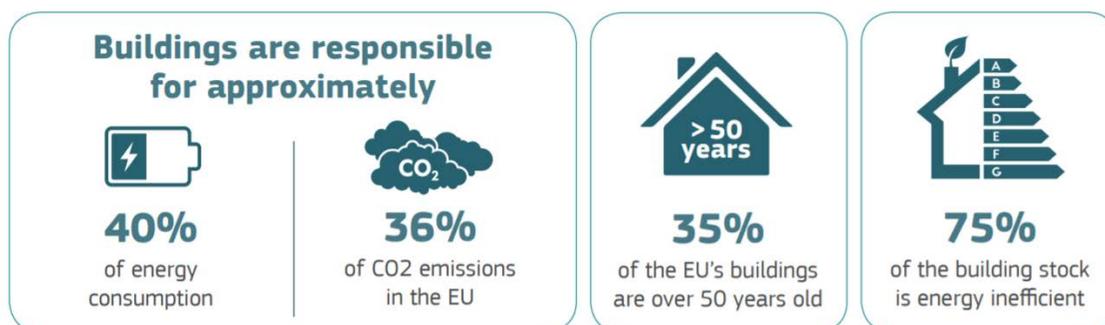


Figura 1 Inquadramento del patrimonio edilizio esistente a livello europeo. Fonte: europa.eu

I dati presentati dal Building Stock Observatory dell'UE riportano le percentuali di edifici divisi per periodo storico, a cui viene associata una trasmittanza termica come indicatore delle qualità prestazionali dell'involucro. Come si evince dalla figura sottostante, il 75% degli edifici in Europa sono stati costruiti tra il 1945 e il 1989 e presentano performance termiche dell'involucro insoddisfacenti con valori di trasmittanza tra i 2 e i 1,44 W/mqK.

<sup>2</sup> [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/buildings\\_performance\\_factsheet.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/buildings_performance_factsheet.pdf)

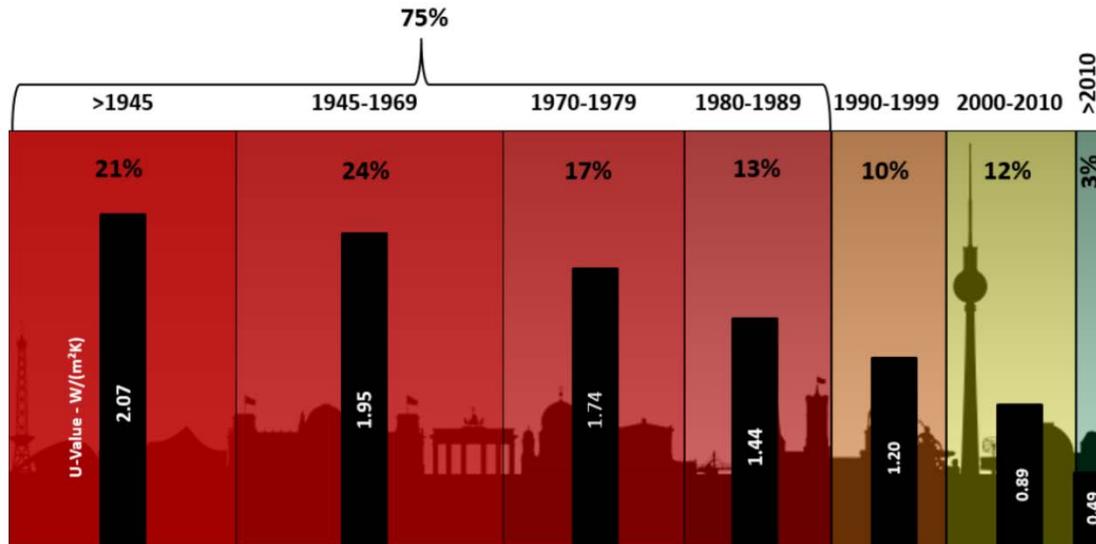


Figura 2 Edifici divisi per periodo storico. Fonte: EU Building Stock Observatory (in BPIE, 2017)

Valutando lo stato del parco edilizio europeo dal punto di vista delle certificazioni energetiche invece, il 90% dell'edificato si trova al di sotto della classe energetica C con una distribuzione generalmente uniforme nei paesi analizzati. In Italia, più del 70% degli edifici si trova in classe energetica E, necessitando quindi di un rinnovamento dell'involucro ad ampio spettro.

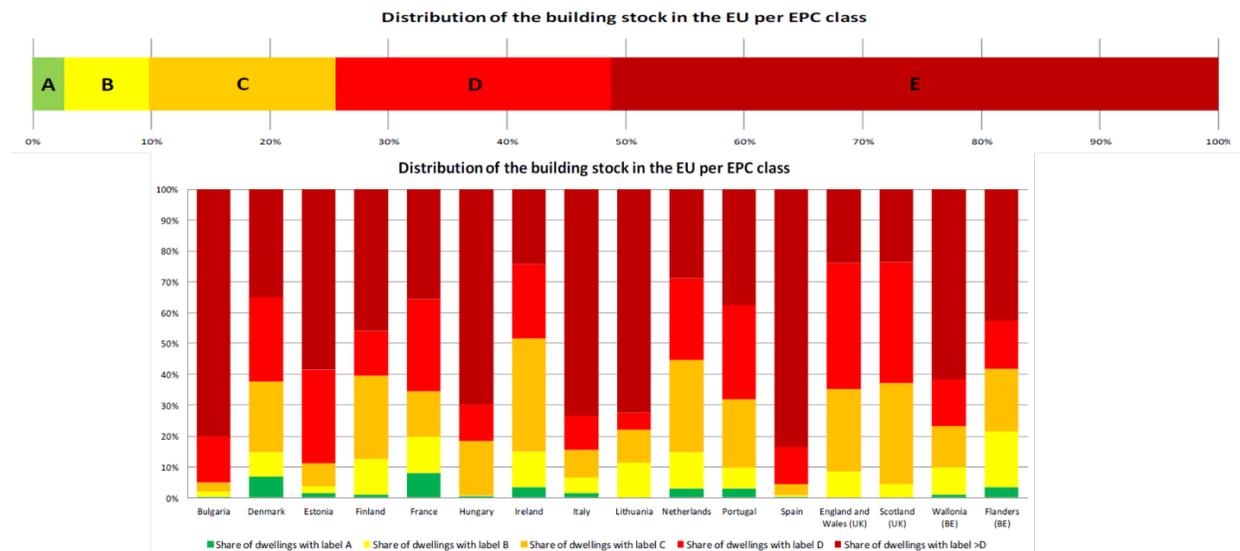


Figura 3 Parco edilizio europeo distribuito per EPC. Fonte: EU Building Stock Observatory (in BPIE, 2017)

L'operazione di effettuare un'analisi di mercato su interventi già sviluppati rappresenta un valido esercizio per analizzare i migliori indicatori di qualità di un progetto e allo stesso tempo comprendere i punti di forza e di debolezza di interventi analoghi.

Il punto di partenza di questa ricerca è stato cercare di comprendere le condizioni del patrimonio edilizio esistente. I risultati identificano un parco fortemente ammalorato, caratterizzato da valori di isolamento insufficienti, ponti termici, crescita di muffe e così via.

Il grafico sottostante definisce il patrimonio edilizio riqualificato in alcuni paesi dell'UE, riferendosi ad un valore denominato "major renovation equivalent", un indicatore utilizzato per uniformare le informazioni e rendere confrontabili i consumi energetici tra i diversi paesi analizzati.

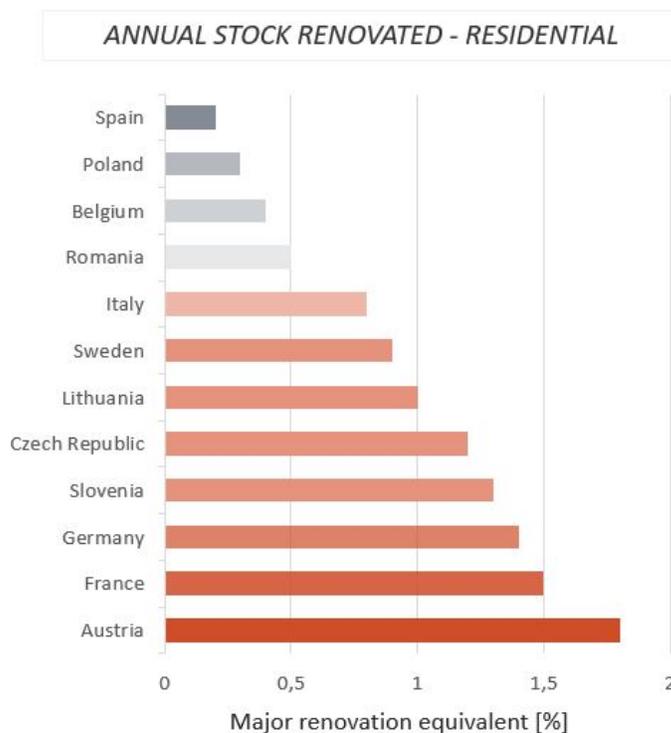


Figura 4 Indice di rinnovamento del patrimonio edilizio. Alcuni paesi a confronto. Fonte: Zebra 2020

Gli interventi maggiormente significativi si ritrovano nei paesi del nord Europa, prima fra tutte l'Austria, seguita da Francia e Germania.

L'Italia si posiziona ad un livello medio-basso con un unico dato registrato nel 2012 pari a 0,77%.

Si tratta di poco meno di 265.000 interventi registrati da ENEA<sup>3</sup> relativi agli interventi di "light renovation" vale a dire interventi che prevedono una sostituzione impiantistica di piccola entità (boiler, installazione di sistemi fotovoltaici o posizionamento di sistemi integrativi di isolamento).

Relativamente agli interventi di rinnovamento più complessi, che implicano un'azione di maggiore estensione, si aggirano intorno al 65% del totale dei dati analizzati. Attualmente il fabbisogno energetico medio per il riscaldamento in un edificio in Italia è 138 kWh/mq<sup>4</sup>.

La necessità di ridurre l'impatto di questi edifici richiede un rinnovamento spinto dell'involucro, da pianificare in maniera sistematica sulla base delle caratteristiche del parco edilizio di riferimento.

<sup>3</sup> ENEA Le detrazioni fiscali del 55% per la riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente 2012 (2014)

<sup>4</sup> Dati provenienti dal progetto Inspire

## 2.2. Analisi del patrimonio edilizio ad uso abitativo in Alto Adige

La variabilità del parco edilizio è un tema importante da tenere in considerazione quando si tratta di risanamento, specialmente operando con pannellature prefabbricate per le quali spesso è richiesta una standardizzazione del prodotto. In Italia l'approccio a questi interventi risulta più complesso a causa della diversificazione morfologica degli edifici esistenti rispetto invece al resto dell'Europa, dove le facciate tendono ad un'omogeneità maggiore.



*Figura 5: Due edifici a confronto. A sinistra, un tipico edificio altoatesino. A destra, edifici unifamiliari in Norvegia.*

La molteplicità di soluzioni dipende non solo dalla conformazione esterna dell'edificio ma, nel valutare l'applicabilità dell'intervento, è necessario tenere in considerazione altri aspetti di tipo geografico, culturale e sociale. Nella maggior parte dei casi infatti, l'obiettivo è permettere agli occupanti degli appartamenti di rimanere all'interno delle loro abitazioni durante l'installazione e questo implica minimizzare l'impatto delle operazioni di risanamento attraverso una progettazione sistematica in fase preliminare.

Questo può significare assumere alcuni accorgimenti come programmare l'utilizzo dei ponteggi solo se strettamente necessario, optare per una prefabbricazione spinta in officina e favorire una sostituzione e/o implementazione impiantistica non invasiva prediligendo, ad esempio, macchine di ventilazione decentralizzate e l'impiego di pannelli fotovoltaici.

Al 31.12.2017 il patrimonio immobiliare presente in Alto Adige ammontava a 623.695 unità immobiliari, per il 45,5% classificate come abitazioni. Il 2017 ha visto un miglioramento della situazione complessiva del comparto edilizio (+ 4,6% in confronto al 2016), ma anche un calo del 15,7% in virtù dei permessi di costruire emessi dai beneficiari per nuove costruzioni residenziali. I valori degli immobili ad uso abitativo sono invece rimasti stabili nel comune di Bolzano come nel resto della provincia<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> ASTAT, 2017

Il risanamento edilizio rappresenta una tipologia di intervento che corre parallelamente al mercato delle nuove costruzioni, con l'obiettivo di rendere qualitativamente più efficiente il patrimonio costruito ammalorato.

A questo proposito la necessità di acquisire informazioni sul patrimonio edilizio del territorio è imprescindibile, la comprensione della struttura morfologica del parco costruito esistente propedeutica ad una progettazione consapevole. Questi principi hanno guidato il processo ideativo e l'interpolazione delle conoscenze già elaborate per eliminare problemi inerenti interferenze, sovrapposizione di informazioni e non aggiornamento dei dati.

La variabilità dell'edificio dal punto di vista morfologico è estremamente ampia e richiede una selezione dei parametri più rilevanti. Per lo scopo individuato da questo report e dalle precedenti analisi di mercato effettuate<sup>6</sup>, i componenti architettonici che influenzano significativamente l'intervento risultano essere molteplici.

Uno dei driver più significativi è rappresentato dall'altezza dell'edificio che influenza la scelta della strategia di movimentazione e le modalità di installazione dei pannelli, oltre alla dimensione ed orientamento degli stessi. Per edifici fino a 3 piani di altezza si sono riscontrati maggiori vantaggi nell'impiego di pannelli a tutta altezza, per edifici più complessi e superiori ai 12 metri è prassi comune procedere per parti<sup>2</sup>.



Figura 6: : Due sistemi a confronto. A sinistra, il progetto 4RinEU, a destra Bertim. © 4RinEU and Bertim projects

---

<sup>6</sup> Preda G., Market analysis of timber façade system on retrofit actions



Figura 7: : Sistemi di aggancio alla struttura esistente. A sinistra, il progetto iNSPIRe (© G&M), a destra le connessioni installate con per in Energiesprong FR (© nweurope.eu).

La scelta del sistema costruttivo è inoltre influenzata dalle caratteristiche strutturali dell'edificio esistente e guida la progettazione dell'intervento fin dalle fasi decisionali. A tal proposito, le analisi preliminari sul parco edilizio si sono focalizzate sullo studio dei sistemi costruttivi locali individuando punti di forza e aspetti critici sui quali modellare la prefabbricazione. Ciononostante, il toolkit di progettazione deve possedere un determinato grado di flessibilità sia in relazione al contesto in cui si opera che ai requisiti richiesti per l'intervento.

Lo scopo di questo lavoro di analisi consiste nella produzione di un catalogo di requisiti tecnologici di supporto alla fase di concept del sistema di facciata. Per mettere in evidenza tutti i vincoli tipologici e morfologici che possono presentarsi operando in un contesto già costruito, sono state identificate una serie di caratteristiche (anno di costruzione, strutture portanti, caratteristiche geometriche, ...) considerate rappresentative del parco edilizio. Per questo, partendo da dati aggregati sul patrimonio immobiliare altoatesino, sono stati selezionati una serie di documenti contenenti informazioni specifiche e rielaborate in relazione ai requisiti richiesti dal sistema.

All'interno del progetto Ri.Fa.Re<sup>7</sup>, sviluppato dall'istituto Fraunhofer Italia, sono stati riportati alcuni dati secondo l'impostazione suggerita dal progetto Tabula8. Si tratta di nozioni principalmente non rielaborate, ma mirate all'identificazione di una linea di riferimento utile ad inquadrare lo stato di fatto attuale. Le informazioni sono articolate per epoca di costruzione, tipologia di intervento e prestazioni energetiche rilevate a monte del risanamento. Ogni edificio è descritto secondo gli elementi edilizi che lo compongono (pareti esterne, solai, copertura, serramenti) e sulla base di ulteriori informazioni come presenza di balconi, rivestimento in facciata e geometria del fabbricato.

Le costruzioni presenti in questa analisi sono state edificate per la maggior parte nella seconda metà del 1900, il sistema costruttivo è composto da muratura cassa-vuota con forati, solai in laterocemento e copertura a falde con strutture e tavolato in legno. Si tratta di edifici multifamiliari e blocchi di

<sup>7</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610216307809>

<sup>8</sup> Tabula è un web tool sviluppato dal Politecnico di Torino contenente le principali tipologie edilizie distribuite in diversi paesi europei. <http://webtool.building-typology.eu/#bm>

appartamenti, sopra i 12 metri di altezza, con facciate esterne intonacate e presenza di balconate più o meno complesse.



*Figura 8:Alloggi in Ladurner str n.6. © D 3.1.1, Klimakit project*

In percentuale minore sono presenti costruzioni con murature in mattoni pieni e solai costituiti da profilati in acciaio e voltine o tavelloni in laterizio risalenti alla prima metà del Novecento. I rivestimenti in questo caso possono essere in legno o intonacati, con spessori disomogenei.

Una delle componenti più sensibili dell'involucro è costituita dai serramenti, per circa l'80% dei casi con vetro singolo e telaio ligneo o metallico senza taglio termico. Solo per una piccola porzione di casistiche, e comunque per edifici relativamente recenti, si è riscontrato l'utilizzo dei doppi vetri.

Tra i parametri rilevati è stato inserito il fabbisogno di riscaldamento relativo alla superficie netta, identificato per ogni edificio secondo un determinato range di riferimento. Il trend evidenziati all'interno di questo report posizionano la maggior parte dei valori tra i 250 e i 300 kWh/mqa, in correlazione all'anno di costruzione del fabbricato.

La seconda fonte consultata per l'individuazione delle caratteristiche del patrimonio edilizio è rappresentata dal progetto Open Energy, commissionato ad Eurac research dal comune di Merano.

Dalla seguente analisi non emergono informazioni circa le caratteristiche tipologiche degli edifici analizzati, tuttavia sono state riportate indicazioni utili ad identificare le condizioni energetiche del parco edilizio. Di seguito i dati restituiti nel progetto.

*Tabella 1: Analisi del parco costruito di Merano. © Open Energy*

**Open Energy – Analisi del parco edilizio del comune di Merano**

<i>Edificio</i>	<i>Categoria edilizia</i>	<i>Piani fuori terra</i>	<i>h. max [m]</i>	<i>Superficie totale riscaldata [mq]</i>	<i>Superficie disperdente verticale [mq]</i>	<i>Superficie finestre [mq]</i>	<i>S/V</i>
1	Casa bifamiliare	3	8	192	288	24	0,77
2	Casa bifamiliare	2	11	204	436	26	0,59
3	Casa a schiera	4	14,4	772	511,2	96	0,32
4	Casa a schiera	5	14	495	339	62	0,38
5	Casa multifamiliare	4,5	13	743	718	93	0,49
6	Casa multifamiliare	3	13	504	706	63	0,48
7	Blocco	5	16	2620	1688	328	0,33
8	Blocco	4	12	3000	2040	375	0,41

Il rapporto di forma S/V identifica l'efficienza energetica dell'edificio in relazione alla sua compattezza. Minore è questo valore, a parità di volume, maggiori sono le prestazioni dell'involucro.

Un altro indicatore utile all'analisi è rappresentato dalla superficie disperdente verticale che, nonostante non siano pervenute indicazioni sulla morfologia delle facciate, ci permette di comprendere l'entità dell'intervento che si può sviluppare sull'edificio.

Nell'ambito del progetto KlimaKit<sup>9</sup>, sviluppato da Eurac research, sono state analizzate le caratteristiche degli edifici residenziali pubblici distribuiti nella zona di Merano e dintorni, appartenenti ad IPES/WOBI ed identificate come caratterizzanti il tessuto edilizio locale. La territorializzazione in questo caso risulta più stretta ma comunque rappresentativa dell'ambito in cui si opera.

Contestualmente a questo, all'interno del progetto EU FP7 Sinfonia<sup>10</sup> è stato analizzato il comparto edilizio residenziale della città di Bolzano. Più del 45% degli edifici residenziali sono stati costruiti tra il 1946 e il 1970 con una preponderanza di edifici a blocco e multifamiliari di piccola dimensione (v. figura 1).

<sup>9</sup> Belleri A., Dipasquale C., Maturi L., progetto Klimakit, deliverable 3.1.1 - Caratterizzazione di edifici di riferimento, driver per il miglioramento prestazionale e requisiti tecnici, Eurac research.

<sup>10</sup> EU FP7 Sinfonia, <http://www.sinfonia-smartcities.eu>

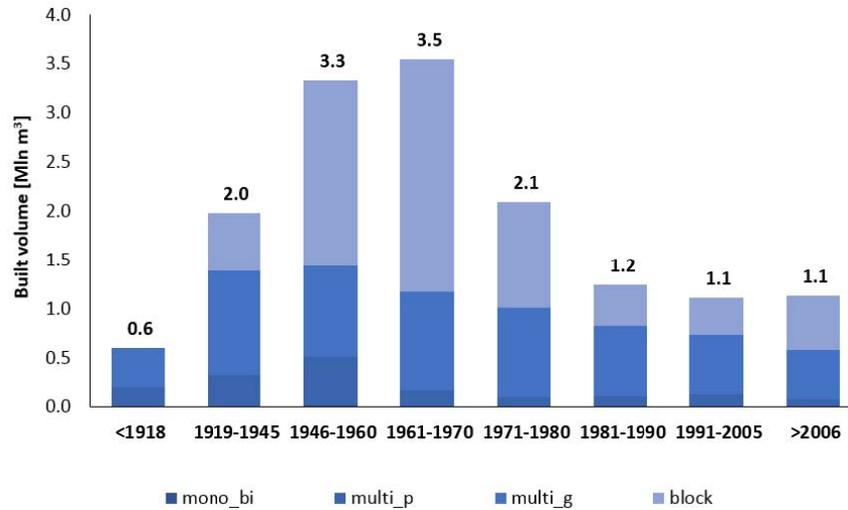


Grafico 1: Edifici residenziali a Bolzano divisi per tipologia e periodo di costruzione. © EU FP7 Sinfonia project

Un ulteriore contributo per l'estrapolazione dei dati sul parco edilizio in esame proviene dal Progetto Energia della Comunità di Valle Rotaliana-Königsberg<sup>11</sup>, incarico affidato ad Eurac research per indagare le prestazioni energetiche del parco immobiliare dei Comuni di Faedo, Lavis, Mezzocorona, Mezzolombardo, Roverè della Luna, San Michele all'Adige e Terre d'Adige.

In valle Rotaliana il 38% degli edifici residenziali è stato costruito tra il 1960 e il 1980, epoca del boom edilizio italiano, caratterizzato da una preponderanza di costruzioni multifamiliari piccole. Anche nel periodo antecedente il 1860 si è riscontrato un significativo sviluppo nel settore dell'edilizia abitativa, la maggioranza degli edifici sviluppatasi in questo caso risulta di tipologia a schiera.

<sup>11</sup> Progetto Energia della Comunità di Valle Rotaliana-Königsberg, 2013;

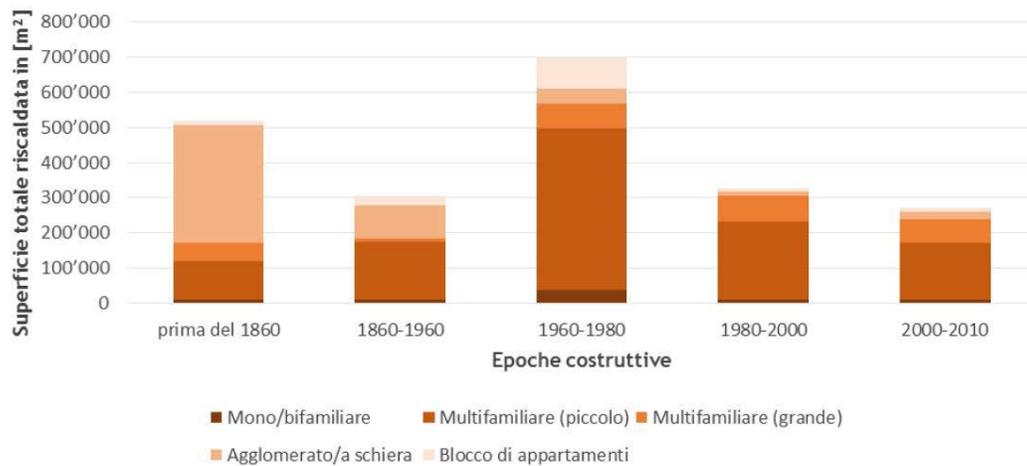


Grafico 2: Superficie totale riscaldata netta (mq) per ogni tipologia edilizia ed epoca di costruzione. © Comunità Valle Rotaliana-Konigsberg

Dai documenti esaminati si è riscontrata una forte variabilità di dati per cui diventa necessario determinare una soglia di rilevanza basata sulla selezione di alcuni criteri di analisi. La tipologia sulla quale concentrarsi può essere orientata verso un concetto composto da una serie di parametri (efficienza energetica, struttura dell'edificio, caratterizzazione estetica...) che contraddistinguono ed accomunano delle categorie selezionate. Di conseguenza si è deciso di procedere scegliendo cinque edifici di riferimento<sup>8</sup> e parametrizzando l'intervento all'interno di una matrice in formato Excel.

I contenuti dei paragrafi successivi prevedono una descrizione degli edifici e delle loro caratteristiche, una valutazione generale dello stato di fatto in termini di prestazioni energetiche e l'identificazione di requisiti e vincoli architettonici con relative complessità, supportate da una matrice con l'analisi delle criticità di diverse possibilità di intervento.



Figura 9: Edificio mono-bifamiliare a s. Martino in val Passiria. © D 3.1.1, Klimakit project.

## 3. Identificazione degli edifici di riferimento

### 3.1. Introduzione

Gli edifici di riferimento di seguito descritti, di proprietà di IPES, non sono caratterizzati da uno standard architettonico distinto dal momento che, per volontà di IPES stesso, è richiesta un'integrazione con il paesaggio circostante. Tuttavia, è stato possibile identificare tecnologie costruttive simili<sup>12</sup> localizzati a Merano e dintorni a seconda del periodo di costruzione.

Gli edifici sono stati costruiti utilizzando sistemi tradizionali basati sulla posa in opera di mattoni o blocchi in laterizio e con getti di calcestruzzo in opera. La tipologia strutturale può essere di tipo settiforme in c.a o con muratura perimetrale e uno o più telai di spina, specialmente nel caso di edifici in linea o a blocco. L'ultimo solaio è generalmente isolato quando il sottotetto non è abitabile. Di seguito si riportano le caratteristiche principali.

Tabella 2: Tabella riepilogativa degli edifici di riferimento

ID	Tipologia		Classe climatica	GG	Periodo di costruzione	Nr alloggi
1	Multifamiliare piccolo	mista	E	2894	1976-91	8
2	Multifamiliare grande	blocco	E	2894	1976-91	24

<sup>12</sup> Belleri A., Dipasquale C., Maturi L., progetto Klimakit, deliverable 3.1.1 - Caratterizzazione di edifici di riferimento, driver per il miglioramento prestazionale e requisiti tecnici, Eurac research

<b>3</b>	Multifamiliare piccolo	blocco	E	2894	1946-75	33
<b>4</b>	Multifamiliare piccolo	In linea	E	2921	1976-91	16
<b>5</b>	Multifamiliare piccolo	mista	F	3223	1976-91	10

Per ogni edificio è stata riportata una descrizione generale contenente le caratteristiche del fabbricato, la tipologia costruttiva adottata, l'epoca di costruzione e la localizzazione dell'intervento. Sono state riportate le caratteristiche morfologiche ed energetiche dell'involucro esistente ed esposte alcune indicazioni generali sulla possibilità di intervento con facciate prefabbricate.

Uno dei driver principali dell'intervento consiste nella scelta di differenti opzioni di integrazioni impiantistiche, con circa il 75% dei consumi della facciata coperti tramite sistema BIPV. Per questa ragione sono stati inseriti per ogni edificio di riferimento i valori di potenziale solare delle facciate in termini di kWh/kWp/y e kWh/mq/y per PV a bassa ed alta efficienza.

Seguirà una descrizione del procedimento adottato per la costruzione della matrice di valutazione, utilizzata per la pianificazione dell'intervento e della scelta del sistema di facciata.

### 3.2. Edificio di riferimento n.1

L'edificio di riferimento numero 1 è un edificio multifamiliare piccolo a tipologia mista, schiera e ballatoio, risalente all'epoca costruttiva 1976-91. È situato in via Damiano Chiesa a Sinigo. Il complesso residenziale è molto vasto, costituito da più di 100 alloggi e garage, una sala comune, due negozi ed una scuola materna.



*Figura 10: Edificio di riferimento nr.1, fronte sud. . © Google Maps 2017*

Al fine di analizzarne la conformazione morfologica è stata presa in analisi solo una parte, costituita da 8 appartamenti duplex disposti a schiere di 4 gruppi consecutivi. Gli appartamenti al piano superiore hanno accesso direttamente da un ballatoio e posseggono una superficie lorda di ca. 175 mq.

La struttura portante dell'edificio è muratura in cemento armato con isolamento esterno in EPS di spessore 5 cm e tamponamenti realizzati con un sistema di pannelli coibentati metallici. La copertura è piana con 7 cm di isolamento termico ed impermeabilizzazione ricoperta di ghiaia.

I serramenti sono in metallo con doppio vetro.



Figura 11: Facciate nord e ovest del complesso residenziale di via Damiano Chiesa, Sinigo. © D 3.1.1, Klimakit project

Questo edificio è particolarmente complesso dal punto di vista morfologico in quanto presenta aggetti di diversa natura quali balconi, sporti sorretti da pilastrate, ballatoi, corpi scala esterni e componenti dell'edificio a pianta ellittica, oltre a serramenti e bucatore di diversa caratterizzazione.

Dalle analisi effettuate all'interno del progetto Klimakit l'involucro edilizio in questione risulta caratterizzato da scarse prestazioni termiche e di tenuta all'aria, dovute principalmente all'utilizzo di pannelli coibentati metallici sulle facciate est ed ovest. Queste porzioni di edificio potrebbero essere facilmente smontabili e sostituite con nuovi sistemi di facciata in grado di eliminare l'elemento di discomfort attuale. Le superfici vetrate ed i balconi in questa parte di edificio risultano ombreggiate dalla vegetazione circostante e non risulta ottimale ai fini del guadagno energetico di apporti solari gratuiti la loro conversione in verande.

Le facciate opache a nord e sud potrebbero essere coibentate con un sistema a cappotto.

Nella tabella che segue sono presenti le caratteristiche energetiche dell'involucro.

<b>Trasmittanza media dell'involucro</b>	Ca. 1 [W/mqK]
<b>Fabbisogno di riscaldamento</b>	> 230 [kWh/mqa]
<b>Consumi elettrici</b>	50-75 [kWh/mqa]

Di seguito i risultati provenienti dal progetto Klimakit inerenti il potenziale solare, utili alla successiva integrazione di componenti impiantistici in facciata.

Tabella 3: Potenziale solare dell'edifici di riferimento n.1

	<i>FV bassa efficienza (10%)</i>		<i>FV alta efficienza (20%)</i>	
	kWh/kWp/y	kWh/mq/y	kWh/kWp/y	kWh/mq/y
<b>Facciata sud (-7,90)</b>	854	85	842	168
<b>Facciata est (-97, 90)</b>	472	47	463	93
<b>Facciata ovest (83,90)</b>	558	56	545	109

### 3.3.

### Edificio di riferimento n.2



*Figura 12: Vista del cortile interno della facciata sud ed ovest dell'edificio situato in piazza San Vigilio n.11-12, Merano © D 3.1.1, Klimakit project*

Il secondo edificio individuato per l'analisi rappresenta un edificio multifamiliare grande a tipologia a blocco, costruito nel 1977. Si tratta di un edificio di 6 piani fuori terra a Merano, in piazza S.Vigilio 11-12, con un totale di 24 alloggi suddivisi in due vani scala e collegati all'autorimessa comune sotterranea. Nel piano interrato si trovano i garage, le cantine, i vani tecnici e la centrale termica.

Le caratteristiche costruttive dell'edificio definiscono una struttura portante di elementi in calcestruzzo di spessore 20 cm con cappotto esterno in EPS di 5 cm. Le pareti non portanti sono in calcestruzzo prefabbricato con ca. 4 cm di isolamento termico all'interno dell'elemento e un cappotto termico esterno in EPS di 5 cm. La copertura è piana con struttura in legno coibentata con 5 cm di XPS e rivestita in lamiera.

I serramenti sono composti da un telaio in legno di spessore circa 5 cm e doppio vetro.

L'analisi effettuata all'interno del progetto Klimakit rileva un involucro caratterizzato da basse prestazioni termiche e tenuta all'aria, nonostante la presenza di un ridotto strato isolante. I balconi in questo caso sono orientati verso sud e risulta possibile trasformarli in logge chiuse per ottimizzare il risparmio energetico. Prediligendo questa soluzione si può evitare la posa di un ulteriore cappotto e operare con pannelli prefabbricati dall'esterno senza eccessivo disturbo degli occupanti. Nei punti più critici diversamente è possibile operare con il sistema a cappotto tradizionale.

Nella tabella che segue sono presenti le caratteristiche energetiche dell'involucro.

<b>Trasmittanza media dell'involucro</b>	<b>0,99 [W/mqK]</b>
<b>Fabbisogno di riscaldamento</b>	<b>107 [kWh/mqa]</b>

Di seguito i risultati provenienti dal progetto Klimakit inerenti il potenziale solare, utili alla successiva integrazione di componenti impiantistici in facciata.

*Tabella 4: Potenziale solare dell'edificio di riferimento 2*

	<b>FV bassa efficienza (10%)</b>		<b>FV alta efficienza (20%)</b>	
	kWh/kWp/y	kWh/mq/y	kWh/kWp/y	kWh/mq/y
<b>Facciata sud (-7,90)</b>	854	85	842	168
<b>Facciata est (-97, 90)</b>	472	47	463	93
<b>Facciata ovest (83,90)</b>	558	56	545	109

### 3.4. Edificio di riferimento n.3



*Figura 13: Edificio in rione S. Antonio, Merano. © D 3.1.1, Klimakit project*

L'edificio di riferimento numero 3 è un edificio multifamiliare piccolo a tipologia a blocco, situato nel rione S. Antonio a Merano, composto da 5 edifici di 3 piani fuori terra senza piano interrato. Questo complesso residenziale, risalente al 1962, si presenta con ampi spazi esterni adibiti ad orti e verde privato, il totale degli alloggi è 35 di cui 27 di proprietà di IPES e 8 di proprietà privata.

Come oggetto di studio è stato considerato un edificio composto da 6 alloggi, due per ogni piano.

La muratura esistente è costituita da uno strato esterno di mattoni forati da 12 cm ed uno interno di 8 cm separati da un'intercapedine d'aria ferma di 8 cm. I solai sono in laterocemento, privi di isolamento.

La copertura è a falde, in laterocemento e non isolata termicamente. I serramenti, originariamente in legno sono stati parzialmente sostituiti con elementi in PVC.

L'edificio necessita di interventi di isolamento in facciata, facilmente operabili con strutture prefabbricate grazie all'omogeneità morfologica delle pareti esterne. La semplice lettura della struttura portante e la regolarità degli elementi costruttivi permette una progettazione dell'intervento rapida e lineare.

Nella tabella che segue sono indicate le caratteristiche energetiche dell'involucro.

<b>Trasmittanza media dell'involucro</b>	1,4 [W/mqK]
<b>Fabbisogno di riscaldamento</b>	75-150 [kWh/mqa]

Di seguito i risultati provenienti dal progetto Klimakit inerenti il potenziale solare, utili alla successiva integrazione di componenti impiantistici in facciata.

*Tabella 5: Potenziale solare dell'edificio di riferimento 3*

	<i>FV bassa efficienza (10%)</i>		<i>FV alta efficienza (20%)</i>	
	kWh/kWp/y	kWh/mq/y	kWh/kWp/y	kWh/mq/y
<b>Facciata sud-est (-32,90)</b>	806	81	793	159
<b>Facciata sud-ovest (58,90)</b>	697	70	682	136

### 3.5. Edificio di riferimento n.4



Figura 14: Edificio in via M.Ladurner 6, Merano. © D 3.1.1, Klimakit project

L'edificio rappresentativo del patrimonio edilizio in questione è un edificio a 2 piani fuori terra situato a Lagundo. Si tratta di una tipologia tipica dei piccoli centri abitati nei dintorni di Merano e Bolzano. L'edificio è composto da 16 alloggi suddivisi su due vani scala. Nell'interrato sono presenti 16 garage, cantine, vani tecnici e la caldaia.

L'anno di costruzione dell'edificio è il 1985 ma la struttura non ha mai subito interventi di risanamento. La struttura portante dell'edificio è a travi e pilastri in cemento armato con tamponamenti in laterizio e rivestimento intonacato, isolato termicamente con uno spessore di 3,5 cm. I solai sono a travetti e l'ultimo solaio è coibentato con uno strato isolante in EPS di ca. 6 cm. La copertura è a falde, non è isolata ed è realizzata in cemento armato con tegole anch'esse in cemento. I serramenti sono in legno con doppi vetri e tapparelle con cassonetto isolato. Le pareti divisorie interne sono in laterizio forato di 12 cm.

I consumi di riscaldamento e la trasmittanza media dell'involucro risultano elevati, l'edificio necessita per cui di isolamento e impermeabilizzazione all'aria dell'involucro. Le logge, posizionate a sud/ovest, potrebbero essere trasformate in verande contribuendo al miglioramento termico dell'involucro ed incrementando i guadagni solari.

Nella tabella che segue sono indicate le caratteristiche energetiche dell'involucro.

---

**Trasmittanza media dell'involucro**

1,34 [W/mqK]

---



*Figura 15: Edificio di riferimento n.4, fronte strada. © D 3.1.1, Klimakit project*

L'intervento in facciata con sistemi prefabbricati può risultare ottimale su alcune parti dell'edificio mentre nelle restanti sulle quali vi è complessità maggiore è possibile lavorare con il sistema a cappotto tradizionale (balconi, piccole porzioni di facciata, aggetti...).

I serramenti esistenti potrebbero essere sostituiti con altri più performanti installati direttamente sul pannello prefabbricato e dotati di macchina di ventilazione decentralizzata.

Dal report del progetto Klimakit emergono alcuni dati relativi al potenziale solare, riportati di seguito in quanto ritenuti utili alla successiva integrazione di componenti impiantistici in facciata.

*Tabella 6: Potenziale solare dell'edificio di riferimento 4*

---

*FV bassa efficienza (10%)*

*FV alta efficienza (20%)*

---

---

	kWh/kWp/y	kWh/mq/y	kWh/kWp/y	kWh/mq/y
<b>Facciata sud (0,90)</b>	769	77	757	151
<b>Facciata est (-90, 90)</b>	541	54	533	107
<b>Facciata ovest (90,90)</b>	469	47	455	91

---

### 3.6. Edificio di riferimento n.5



Figura 16: Edificio di riferimento n.5, alloggi in via Stava 73, Naturno. © D 3.1.1, Klimakit project

L'edificio di riferimento numero 5 è un edificio multifamiliare piccolo a tipologia mista, a schiera e a blocco, costruito nel 1977. È a due piani fuori terra situato a Naturno. Si tratta di una tipologia tipica presente nelle località montuose tra Bolzano e Merano. Il complesso, composto da 10 alloggi, di cui 4 duplex e 6 alloggi disposti su 3 piani e serviti da un unico vano scala.

Viste le condizioni climatiche piuttosto rigide è auspicabile aumentare le misure di isolamento degli elementi sia verticali che orizzontali, nonché provvedere alla sostituzione di portoni e finestre con elementi più performanti e di tenuta all'aria. Anche per questo edificio è possibile adottare una soluzione di ventilazione decentralizzata posizionata all'interno del pannello prefabbricato, grazie alla omogeneità delle facciate principali. I valori riassuntivi che sintetizzano il comportamento dell'involucro sotto il profilo energetico sono riportati in seguito, insieme ai dati relativi il potenziale solare delle facciate dell'edificio.

<b>Trasmittanza media dell'involucro</b>	1,14 [W/mqK]
<b>Fabbisogno di riscaldamento</b>	208 [kWh/mqa]

Tabella 7: Potenziale solare dell'edificio di riferimento 5

	<i>FV bassa efficienza (10%)</i>		<i>FV alta efficienza (20%)</i>	
	kWh/kWp/y	kWh/mq/y	kWh/kWp/y	kWh/mq/y
<b>Facciata sud (0,90)</b>	737	74	724	145
<b>Facciata est (-90, 90)</b>	484	48	472	94
<b>Facciata ovest (90,90)</b>	484	48	469	94