

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

Investitionen in Wachstum und Beschäftigung
EFRE 2014-2020

FESR LEGNATIVO

REPORT Milestone 5.3 Modelli di business

Partner | Projektpartner

eurac
research

 **Fraunhofer**
ITALIA

ATRIUM

Contatto | Kontakte: Riccardo Pinotti || riccardo.pinotti@eurac.edu

Contatto | Kontakte: Roberto Lollini || roberto.lollini@eurac.edu

1. Contents

1. Contents.....	1
2. Modello di Business Legnativo	2
2.1 BUSINESS MODEL CANVAS Legnativo	3
3. Implementazione del tool LCC	4
3.1 Breve descrizione dello strumento	4
3.2 Struttura dello strumento	4
3.3 Riqualificazione tradizionale vs riqualificazione prefabbricata	8

2. Modello di Business Legnattivo

Grazie all'attività di analisi del parco costruito e dei requisiti del WP3, si sono identificate risorse chiave, attività, partner, canali di distribuzione, proposta di valore, costi e ricavi per la tipologia di facciata proposta dal Progetto Legnattivo. Queste valutazioni preliminari sono state inserite in un Business Model Canvas che include anche l'influenza delle esternalità legate agli stakeholder ed al quadro normativo di riferimento. Il template per il business model include l'analisi dei flussi finanziari (entrate/uscite), implicazioni legislative, possibilità di finanziamento delle opere tramite partenariato, oltre all'identificazione delle strategie commerciali.

Il Business Model Canvas è uno strumento utile per mappare il modo in cui viene generato e distribuito valore per i clienti. Il Business Model Canvas, ideato da Alex Osterwalder nel 2010, è uno strumento di Business Design che consente di rappresentare visivamente un modello di business. Grazie al Business Model Canvas diventa molto più semplice comprendere, discutere e analizzare l'organizzazione di una azienda e mettere così in luce punti di forza e di debolezza.

Il Business Model Canvas, rappresentato schematicamente in Figura 1, è un framework all'interno del quale sono rappresentati sotto forma di blocchi i 9 elementi costitutivi di un'azienda, che rispondono alle seguenti domande:

1. Segmenti di clientela: chi sono i miei clienti?
2. Proposte di valore: al di là dei singoli prodotti e servizi, che valore offro ai clienti?
3. Canali: Attraverso quali canali riesco a raggiungere il mercato?
4. Relazioni con i clienti: in che modo interagisco coi miei clienti?
5. Flussi di ricavi: i miei clienti per cosa pagano? Quali opzioni di acquisto offro loro?
6. Risorse chiave: quali sono le risorse indispensabili per creare il valore che offro ai clienti?
7. Attività chiave: quali sono le attività indispensabili per creare il valore che offro sul mercato?
8. Partner chiave: chi mi aiuta a creare il valore che offro ai miei clienti?
9. Struttura dei costi: quanto e come spendo per creare il valore che immetto sul mercato?

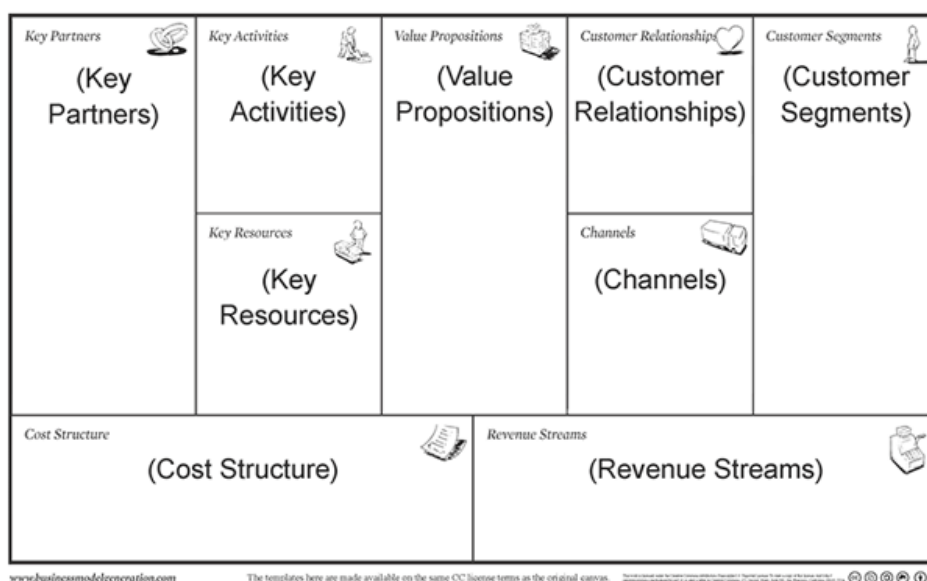


Figura 1 Schema generale del Business Model Canvas

2.1 BUSINESS MODEL CANVAS Legnattivo

Di seguito viene riportata la descrizione delle aree relative al Business Model Canvas per la facciata Legnattivo.

- Partner Chiave: Costruttori di edifici in legno; Costruttori di facciate prefabbricate in legno; imprese di costruzione; fornitori di componenti di facciata (isolanti, finestre, oscuranti); fornitori di componenti potenzialmente integrabili in facciata (macchine di ventilazione, moduli fotovoltaici); designer, architetti e studi di progettazione.
- Attività Chiave: proposta del sistema di riqualificazione basato su approccio Legnattivo e supporto alla progettazione seguendo i principi sviluppati nel corso del progetto; definizione della dimensione della stratigrafia e della dimensione dei moduli più appropriate a seconda dell'edificio da risanare; fornitura delle informazioni chiave per l'ancoraggio dei moduli all'esistente; ottimizzazione nell'utilizzo di componenti attive da integrare nei moduli di facciata; valutazione globale delle performance dell'edificio pre e post riqualificazione; analisi dei costi del ciclo di vita delle differenti soluzioni valutate.
- Risorse Chiave: linee guida di progettazione Legnattivo; analisi termo-igrometriche dei pacchetti valutati; analisi energetiche a livello di edificio; tool per ottimizzazione dimensioni dei moduli di facciata e definizione degli edifici ideali per procedere con risanamento Legnattivo; tool per analisi dei costi sul ciclo di vita delle diverse soluzioni per il retrofit considerate; tipologia di ancoraggio plug&play sviluppato ad hoc per moduli Legnattivo.
- Proposta di Valore: riqualificazione spinta di edifici residenziali e non, migliorandone sia le performance energetiche che di comfort per gli utenti. Il tipo di intervento proposto da Legnattivo, avvalendosi di una preponderante fase di prefabbricazione ed industrializzazione dei moduli, prevede una permanenza sul sito dell'edificio da risanare molto limitata rispetto ad una riqualificazione standard, evitando per di più l'uso di ponteggi. Così facendo si incide minimamente sul disturbo degli utenti e sul disturbo delle loro normali attività. La nuova facciata può integrare tecnologie che offrono nuove funzionalità agli utenti (ad esempio sistemi oscuranti e/o macchine di ventilazione con recupero di calore). Inoltre, grazie ai moduli prefabbricati anche le geometrie e l'aspetto estetico dell'edificio può essere modificato a seconda delle esigenze e volontà del committente.
Infine, grazie all'utilizzo di materiali a base legno come principali componenti dei moduli prefabbricati (sia per la parte portante che per l'isolamento), vengono tenuti in considerazione gli aspetti legati alla sostenibilità ed al potenziale riuso o riciclo delle soluzioni adottate.
- Relazione coi Clienti: support passo a passo nelle fasi di progettazione; monitoraggio in continuo delle prestazioni dell'edificio risanato
- Canali: sito web EURAC per informazioni e supporto; contatto coi costruttori di facciata che hanno partecipato alla costruzione dei prototipi del progetto (Marlegno)
- Segmenti di Clientela: proprietari di edifici privati o pubblici, multi o mono famigliari; amministratori di condominio; enti che operano nel settore dell'edilizia e che sono interessati a sponsorizzare interventi di riqualificazione spinta; costruttori di edifici in legno interessati ad offrire un prodotto per la riqualificazione degli edifici.

- Struttura dei Costi: Costi per la manutenzione della pagina web di sponsorizzazione; costi relativi ad eventi per la sponsorizzazione dell'approccio Legnattivo; costi del personale che svolge attività di supporto alla progettazione e che si occupa di promuovere l'approccio Legnattivo facendolo conoscere ai possibili clienti.
- Flussi di Ricavi: Ricavi dagli interventi che hanno utilizzato il modello Legnattivo; ricavi da clienti che hanno richiesto valutazioni tramite strumenti sviluppati all'interno del progetto.

3. Implementazione del tool LCC

Obiettivo del progetto *LegnAttivo* è quello di ottimizzare la filiera produttiva e procedere con l'installazione secondo i principi della lean construction. Allo stato attuale i sistemi per la riqualificazione a base legno sono raramente impiegati per tali interventi, principalmente per ragioni legate al costo. Il progetto *LegnAttivo* promuove la diffusione di interventi di retrofit energetico basati su pannelli prefabbricati multifunzionali modulari, con l'obiettivo di ottimizzare il processo produttivo volto a minimizzare il delta costo con le soluzioni tradizionali.

Pertanto, è stata sviluppata un'analisi sui costi e tempi di realizzazione dell'intervento di risanamento proposto, consentendo di valutare il costo, dopo aver definito gli schemi funzionali e tecnologici del nuovo sistema. L'analisi quantitativa è stata svolta seguendo l'approccio *Life Cycle Cost (LCC)*, valutando la filiera produttiva del modulo, includendo le fasi di installazione e posa in opera del sistema.

A tal proposito nell'ambito del progetto *LegnAttivo* è stato sviluppato uno strumento di simulazione in grado tracciare e prevedere i costi legati alla progettazione e realizzazione di un sistema di facciata. Lo strumento è stato inizialmente integrato in un foglio di calcolo e poi successivamente implementato in un software.

3.1 Breve descrizione dello strumento

Lo strumento permette all'utente di registrare tutti i costi connessi ai sistemi di facciata, dalle fasi di produzione della facciata fino alla dismissione finale. È possibile confrontare i costi e gli indicatori chiave di prestazione (KPIs) di diverse soluzioni di riqualificazione per il medesimo edificio.

Pertanto, a un singolo edificio possono corrispondere più tipologie di facciate. Inizialmente si inseriscono i dati generali della struttura in esame e poi successivamente è possibile modellare i tipi di facciate e i loro specifici componenti/sottocomponenti; infine vengono inseriti i costi connessi ad ogni fase del ciclo di vita dei sistemi di riqualificazione scelti.

Il risultato finale è una stima dei costi, è presente una rappresentazione grafica che permette di individuare il costo di ogni fase descritta e il confronto tra le varie soluzioni.

3.2 Struttura dello strumento

Di seguito è spiegato più nel dettaglio l'utilizzo dello strumento.

Il *life-cycle costing* è una metodologia che permette di individuare il costo del progetto lungo la vita di servizio, dalla fase di progettazione allo smaltimento della facciata:



Figura 2: Fasi del ciclo di vita della facciata secondo ISO 15686-5

Lo strumento permette di effettuare il calcolo considerando diversi tipi di facciata all'interno dello stesso edificio. Il tipo di facciata può essere selezionato da una lista di tipologie trasparente, opaca ventilata o non ventilata e retrofit modulare, così come la finestra di installazione.

Il tool è diviso in quattro macroaree tutte collegate tra loro:



Figura 3: Divisione in macroaree Tool

Nei *dati generali* vengono inserite informazioni generali sulla costruzione (come anno di costruzione) e viene evidenziata la metodologia che si vuole seguire nel progetto:

- *Analisi di tipo comparativa*: dove le facciate verranno confrontate con il benchmark,
- *Analisi di tipo assoluta*: tutte le facciate che compongono l'involucro.

Successivamente si passa a definire i *dettagli di progetto*, ovvero si raccolgono le informazioni tecniche del sistema da realizzare e si individuano i vari prezzi della facciata lungo la sua vita di servizio.

Il programma riporta i principali *risultati* sulla base dei dati raccolti nelle schede precedenti. In una prima parte sono riassunti i risultati e gli indicatori chiave di performance, nel caso di analisi comparativa è presente anche un confronto con il caso benchmark.

Mentre una seconda parte mostra i risultati in forma *grafica* nei quali sono ripartiti i costi delle diverse fasi di progetto. Questi sono divisi in: grafici generali, grafici di produzione, grafici di costruzione e grafici di manutenzione.

Costo investimento suddiviso per fase

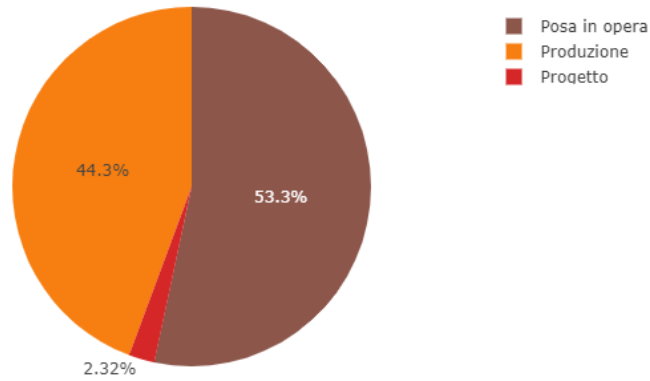


Figura 4: Esempio di grafico generale

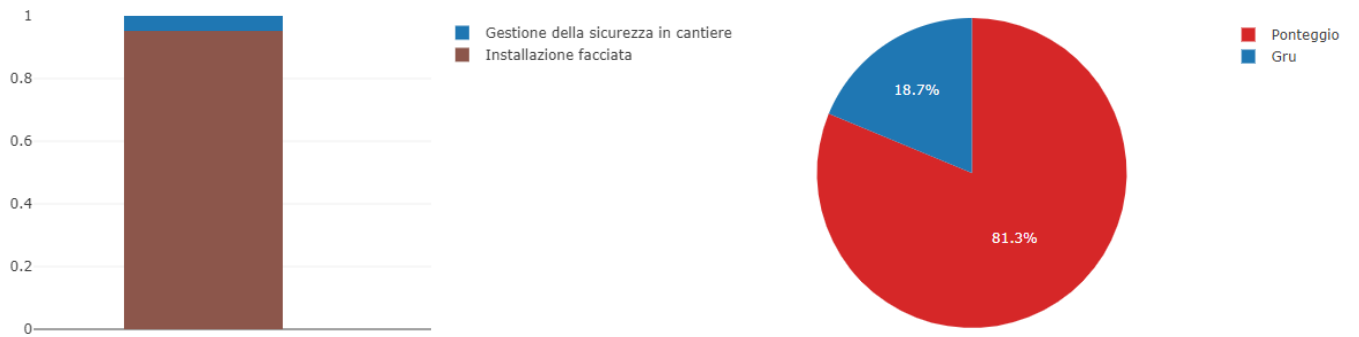


Figura 5: Esempio di grafici di costruzione a) cantierizzazione facciata b) costi macchinari

La macroarea *dettagli di progetto* descrive l'analisi del ciclo di vita della facciata, è divisa nelle seguenti sezioni (Tabella 1):

Tabella 1: Struttura dei dati dello strumento LCC della facciata

FASI DEL CICLO DI VITA	SCHEDA TOOL	DESCRIZIONE SCHEDE
0 - Progetto e specifiche tecniche	0.1 Dati progetto della facciata	Informazioni tecniche relative alla facciata (tipo di facciata, quantità e descrizione di ogni componente, parametri tecnici)
	0.2 Progetto della facciata	Prezzi della fase di progettazione
1 - Costruzione	1.1 Produzione facciata	Prezzi della fabbricazione dei componenti della facciata in officina
	1.2 Trasporto	Prezzi di trasporto dei componenti dall'officina al cantiere
	1.3 Cantiere	Prezzi di costruzione della facciata in cantiere (materiali aggiuntivi, strumenti di lavoro, manodopera, sicurezza e gestione in cantiere...)
2 - Uso e manutenzione	2.1 Vita di servizio	Prezzi nuovi impianti e pre-esistenti
	2.2 Manutenzione	Prezzi di manutenzione e pulizia
3 - Dismissione	3.1 Fine vita	Prezzi di demolizione, smontaggio, trasporto, riuso, riciclaggio

La prima fase (0-Progetto e specifiche tecniche) raccoglie informazioni generali, mentre nelle altre sono individuati i dati relativi ai prezzi.

In *dati progetto della facciata* (0.1) sono presenti informazioni tecniche relative al sistema di facciata prefabbricata:

- tipo di facciata analizzata e parametri fisici della facciata,
- descrizioni di ogni componente: finestra, pannelli, ancoraggi, impianti integrati e grado di prefabbricazione del sistema.

Il *prezzo di progettazione della facciata* può essere assegnato in maniera complessiva oppure per campi in funzione al tipo di elaborato e progetto sono necessari:

- Tecnico
- Strutturale e sismico
- Illuminotecnico
- Ventilazione
- Acustico
- Qualità dell'Aria
- Antincendio
- Analisi del prezzo di costruzione

Nella seconda fase si considerano i prezzi relativi alla costruzione della facciata:

- *Produzione*: fa riferimento al prezzo dei materiali come ad esempio per le finestre, rivestimento esterno, integrazioni impiantistiche e al costo della manodopera.
- *Trasporto*: si considera il prezzo del trasporto in funzione alla distanza dal sito del cantiere, dal sito di produzione e il costo dell'imballaggio.

- *Cantiere*: si fa riferimento al prezzo della sicurezza del cantiere e a quello relativo all'installazione del sistema di facciata scelto, come ad esempio ponteggi o piattaforme elevatrici.

Nella terza si valutano i prezzi relativi alla:

- *Vita di servizio* che sono attribuiti ai nuovi impianti e a quelli preesistenti;
- *Manutenzione/Pulizia* riferiti a una frequenza annua o con periodi di tempo più lunghi in funzione al sistema scelto.

Nella quarta fase si individuano i prezzi del fine vita come smontaggio, demolizione, trasporto, riciclaggio e riuso.

3.3 Riqualificazione tradizionale vs riqualificazione prefabbricata

Al fine di valutare l'accessibilità economica dell'approccio di riqualificazione con moduli prefabbricati multifunzionali in legno, è stata eseguita un'analisi dei costi confrontando tale approccio con un intervento di ristrutturazione standard. Ai fini di tale confronto si è utilizzato il tool sviluppato presso l'Istituto per le Energie Rinnovabili di Eurac Research.

Pertanto, è stata svolta un'analisi comparativa tra il sistema di riqualificazione standard (cappotto) e i moduli prefabbricati proposti dal progetto *LegnAttivo*, a parità di prestazioni energetiche. Il punto di partenza è la valutazione dei costi di investimento iniziali, tenendo conto dei campi principali: costo di progettazione, costi di produzione e posa in opera della facciata. Sebbene il *Life Cycle Costing (LCC)* è una metodologia che permette di valutare i costi lungo l'intera vita di un prodotto, dalla produzione/costruzione allo smantellamento; non è stata sviluppata un'analisi dettagliata riguardo l'argomento del fine vita.

È stata svolta un'analisi comparativa tra i due sistemi di riqualificazione energetica, includendo le stesse tecnologie e offrendo gli stessi vantaggi. Tale analisi è stata eseguita su una tipica casa multifamiliare standard.

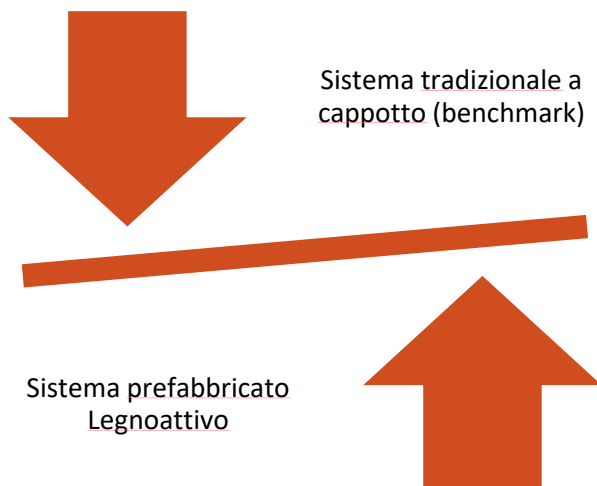


Figura 6: Goal and Scope

Assunzioni:

Medesime performance e caratteristiche tra i due sistemi:

- Trasmittanza
- Materiale isolante
- Componenti attivi
- Morfologia edificio
- Superficie

Il sistema tradizionale “a cappotto” è caratterizzato da:

- Presenza prolungata di opere provvisorie
- Maggiore numero di macchine, attrezzature e spazi necessari
- Maggiore consumo di acqua ed energia
- Fattori di disturbo (rumori, polveri, sporcizia)
- Tempi di attesa per fasi di asciugatura



Mentre il sistema prefabbricato, proposto dal progetto *LegnAttivo*, si contraddistingue per:

- Fase di montaggio veloce (cantiere agile, «meccanico»)
- Impiego di mezzi di sollevamento e piattaforme
- Cantiere pulito (a secco), ingegnerizzato, preciso
- Minor rischio di errori di esecuzione
- Prevedibilità dei costi



In particolare, gli interventi di ristrutturazione hanno considerato:

- L'aumento delle prestazioni termiche dell'involucro
- La rimozione di vecchie finestre e la sostituzione con quelle nuove
- L'installazione di sistemi di ristrutturazione

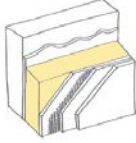

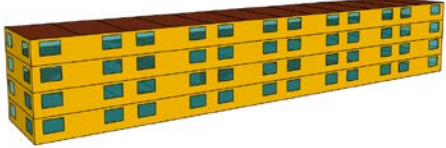

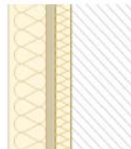
Un aspetto da considerare, difficilmente quantificabile, è che l'intervento standard porta con sé un disturbo molto più elevato per gli occupanti dell'edificio, poiché ogni operazione di ristrutturazione viene eseguita in momenti diversi e richiede continue interazioni tra i tecnici e gli operai.

Tabella 2: Analisi comparativa

Analisi	Ipotesi	Durata del ciclo di vita	Aspettative
Riqualificazione tradizionale vs Riqualificazione con facciata prefabbricata LegnAttivo	Edificio multifamiliare standard Stesso Materiale isolante Stesse prestazioni energetiche Nuove finestre	Cradle to gate	Potenziale beneficio nella prefabbricazione e nell'installazione rispetto al costo di produzione

Di seguito sono riportate le informazioni sulle analisi svolte.

Tabella 3: Assunzioni analisi comparativa

Assunzioni Analisi	Riqualificazione tradizionale 	Riqualificazione Prefabbricata LegnAttivo 
Edificio di riferimento	Edificio residenziale Multifamiliare Dimensioni: Lung 72m x prof 12m x h 11.2m Superficie Facciata: 1881.60 mq Superficie vetrata: 252 mq - n.112 Superficie Isolamento: 1629.60 mq Dimensioni serramento: 1.5 x 1.5m 	
Sito di costruzione	Nessun vincolo Sito di costruzione privato	
Stratigrafia	<i>Indoor</i> 22 cm Isolante in fibra di legno bassa densita' 1.5 cm intonaco <i>Outdoor</i> 	<i>Indoor</i> 8 cm Isolante in fibra di legno bassa densita' 2.5 cm LVL 14 cm Isolante in fibra di legno a media densita' 1.5 cm intonaco <i>Outdoor</i> 
Serramenti	Rimozione dei vecchi serramenti e ripristino dei nuovi $U_{frame} = 1.2 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_{glazing} = 1.4 \text{ W/m}^2\text{K}$ Telaio in legno doppio vetro	

Dopo avere definito i *dati generali* del tipo di analisi che si vuole svolgere, si procede ad indicare i *dati di progetto* in particolare si identifica il tipo di facciata analizzata:

- riqualificazione tradizionale (benchmark): opaca – muratura senza facciata ventilata
- riqualificazione prefabbricata: opaca – retrofit modulare

In entrambi in casi si riportano le caratteristiche generali dell'involucro come la superficie di facciata, il numero di finestre e la loro superficie, il livello di prefabbricazione e le integrazioni impiantistiche. Nel caso di facciata modulare si indica la quantità dei moduli e le loro dimensioni.

Successivamente, si inserisce il *prezzo di progettazione* della facciata, in questo caso assegnato come prezzo complessivo e determinato con il software "143BZ" sviluppato dall'Ordine degli Architetti PPC Bolzano, dall'Ordine degli Ingegneri e il Comitato interprofessionale degli Ordini e Collegi ad indirizzo

tecnico della Provincia Autonoma di Bolzano. Questo software consente il calcolo dell'onorario secondo il DM 143/2013 e la delibera della giunta provinciale n. 1308 dell'11.11.2014 che definisce il capitolato prestazionale per architetti e ingegneri per incarichi pubblici e l'applicazione del DM 143/2013 per la Provincia Autonoma di Bolzano.

All'interno del software sono preselezionate le prestazioni standard stabilite nella DGP 1308. È comunque possibile modificare le diverse prestazioni a seconda delle proprie esigenze.

Nel caso in esame si è fatto riferimento al prezzo per la progettazione definitiva ed esecutiva, evidenziando i corrispettivi per edilizia, coordinamento della sicurezza e Casa Clima (Tabella 4). In particolare, per la progettazione di ristrutturazione standard si è considerato un quarto dei valori ottenuti dal software per un totale di 8,583 €, mentre per la ristrutturazione prefabbricata 17,156€.

Tabella 4: Prezzo progettazione facciata

Progettazione	Definitiva	Esecutiva
Edilizia	€ 15,596.76	€ 12,477.41
Casa Clima	€ 1,336.87	
Coordinamento della sicurezza	€ 445.62	€ 4,456.22
	€ 17,379.25	€ 16,933.63

In una seconda fase si procede con il calcolo del *prezzo di produzione* del sistema di ristrutturazione, in questo caso si è fatto riferimento al prezzario della Provincia autonoma di Bolzano del 2021, al prezzario della Provincia Autonoma di Trento e ai prezzi raccolti dall'azienda Marlegno nella fase di realizzazione dei prototipi (Tabella 5).

Tabella 5: Prezzo produzione facciata

Produzione facciata	Campi	Prezzo	Fonte
<i>Finestra</i>	Materiale: Vetro + telaio	344.43 €/mq	Prezzario Provincia Autonoma di Bolzano 2021 e Prezzario Provincia Autonoma di Trento 2021
<i>Isolamento Cappotto</i>	Materiale: Lastre isolanti in fibra di legno	47.18 €/mq	Prezzario Provincia Autonoma di Bolzano 2021 e Prezzario Provincia Autonoma di Trento 2022
<i>Ancoraggi</i>	Materiale	50 €/u	Marlegno
<i>Pannelli con finestra</i>	Materiale Assemblaggio	77.13 €/mq 250 €	
<i>Pannelli senza finestra</i>	Materiale Assemblaggio	77.13 €/mq 50 €	

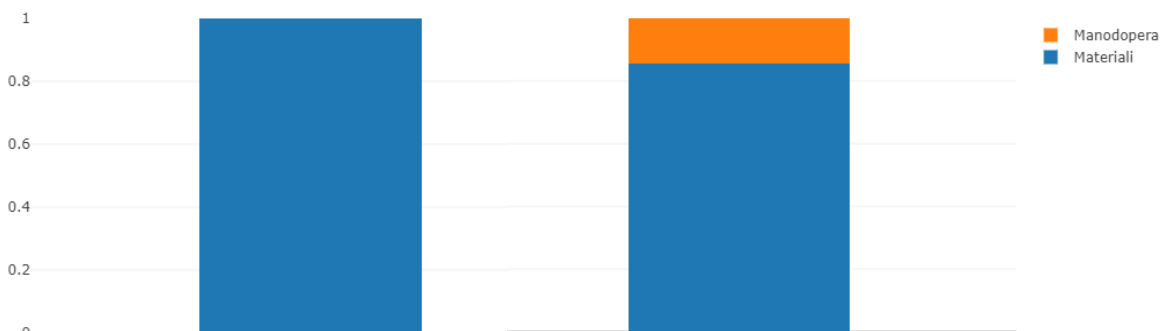


Figura 7: Prezzo produzione facciata a) cappotto b) moduli prefabbricati

Infine, dopo aver valutato i tempi di installazione dei sistemi di riqualificazione, si sono valutati i prezzi di cantiere.

Tabella 6: Prezzi di cantiere

Installazione	Campi	Prezzo		Ore	Fonte
<i>Manodopera</i>	Posa nuovi serramenti	114.81 €/mq	2 Operai specializzati 1 Operai specializzati	-	Prezzario Provincia Autonoma di Bolzano 2021 e Prezzario Provincia Autonoma di Trento 2021
	Rimozione serramenti	25.34 €/mq		-	
	Posa cappotto	61.82 €/mq		-	
	Posa pannelli	34.44 €/h		80 h	
	Posa ancoraggio	34.44 €/h		107 h	
	3D scan	500 €		8h	
	Tracciamento	500 €		8h	
<i>Strumenti</i>	Ponteggio	54.98 €/h		480h	Marlegno
	Gru	18.66 €/h		480h	
	Braccio telescopico	75 €/h	1 posa pannelli	80 h	
	Piattaforma aeree	7.75 €/h	1 ancoraggi -1 moduli	160h	
<i>Infrastruttura</i>	Costi sicurezza della sicurezza cantiere	3,974 €		-	Prezzario Provincia Autonoma di Bolzano 2021 e Prezzario Provincia Autonoma di Trento 2021

Il prezzo della manodopera è stato determinato nel seguente modo:

- *riqualificazione standard*: installazione nuovi infissi + rimozione infissi esistenti + installazione cappotto;

- *riqualificazione con moduli prefabbricati*: analisi scanner + tracciamento + installazione nuovi infissi + rimozione infissi esistenti + posa pannelli + posa ancoraggi.

Per quanto riguarda la posa degli ancoraggi si sono considerati 5min/foro per 1280 fori per un totale di 107h (3 settimane) con un solo operaio specializzato, mentre per la posa dei pannelli 15min/pannello per 320 moduli.

Per i prezzi legati alla sicurezza del cantiere (*Infrastruttura*) si sono considerate le seguenti voci:

- disposizione di recinzione mobile altezza 2,0m
- disposizione lampeggiante crepuscolare
- cancello di cantiere 1 o 2 battenti con rete metallica elettrosaldata
- bagno chimico portatile
- monoblocco prefabbricato ad uso spogliatoio, ufficio ecc.
- manutenzione e pulizia di alloggiamenti, baraccamenti e servizi (costo mensile)
- cassetta di pronto soccorso
- estintore in polvere
- impinto di cantiere contro le scariche atmosferiche
- cartelli di pericolo (350x350mm)
- cartelli di divieto (350x125mm)
- cartelli di obbligo (350x125mm)
- cartelli di salvataggio (375x175mm)

Per entrambi i sistemi di riqualificazione i prezzi legati alla gestione della sicurezza in cantiere si sono valutati con il software "143BZ", si è considerato un quarto del valore riportato sotto la voce esecuzione dei lavori, suddiviso nei quattro corrispettivi: edilizia, direttore dei lavori, contabilità e coordinamento della sicurezza, pari a 9,136€.

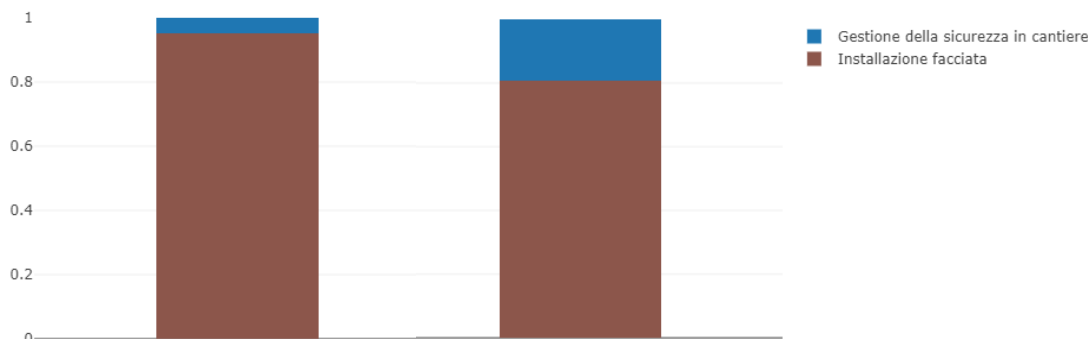


Figura 8:Prezzi cantierizzazione a) cappotto b) moduli prefabbricati



Figura 9: Prezzi macchinari a) cappotto b) moduli prefabbricati

Di seguito in Figura 9 si riportano i risultati a confronto:

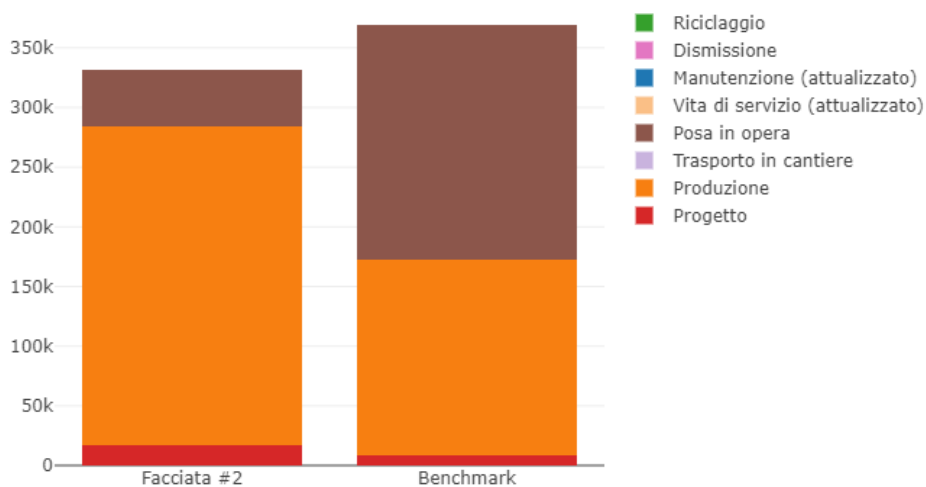


Figura 10: Costo investimento attualizzato per fasi - confronto con benchmark

Tabella 7: Costo investimento per fasi - confronto con benchmark

Costo per fase	Facciata 2	Benchmark	Differenza
Progetto	€ 17,166	€ 8,583	€ 8,583
Produzione	€ 266,887	€ 163,681	€ 103,206
Posa in opesa	€ 47,180	€ 196,955	€ (149,775)
	€ 331,233	€ 369,219	€ (37,986)

Il sistema prefabbricato proposto nel progetto *FERS LegnAttivo* è caratterizzato da:

- Lavorazione monitorata in ogni suo step, componenti fornite da fabbriche specializzate, una volta giunte in cantiere sono solo da assemblare.
- L'installazione avviene off-site con la massima precisione e nei tempi stabiliti.
- Ottimizzazione dei tempi equivale ad avere un risparmio sui costi di cantiere.
- Componenti leggeri da assemblare in opera, aspetto importante da non sottovalutare soprattutto in caso di costruzione sopraelevate.

- Sistema di costruzione a secco, che si basa sulla prefabbricazione e l'assemblaggio meccanico di più strati funzionali. Inoltre, costruire a secco implica avere un cantiere pulito, ingegnerizzato e preciso.
- Sostenibilità e re-cycling: moltissimi dei materiali usati nell'edilizia a secco sono riciclabili.

Si osserva che la parte progettuale per questa tipologia di riqualificazione è preponderante e molto accurata. Questa fase iniziale di studio e progettazione evita sorprese e ritardi in fase di realizzazione, con un conseguente snellimento dei tempi di posa, che risultano molto più lunghi per un sistema di ristrutturazione standard.

I pannelli prefabbricati così proposti si contraddistinguono per:

- Reversibilità: separazione delle componenti per riciclo o riuso,
- Flessibilità nel comporre i «pacchetti» e nelle operazioni di sostituzione,
- Leggerezza delle componenti,
- Smontabilità agevolata dall'aggancio plug and play,

I processi di realizzazione di tale intervento sono composti da fasi preponderanti rispetto ad altre, ma tutte volte a una riduzione dei tempi e costi di posa in opera, in modo da minimizzare il disturbo degli occupanti.

Un ulteriore aspetto non analizzato nel dettaglio è la fase di manutenzione: il sistema prefabbricato è facilmente smontabile e sostituibile anche in porzioni ristrette di facciata. Mentre nel cappotto si interviene quasi come una seconda cantierizzazione procedendo con una fase di dismissione.

Per concludere si può osservare che i prezzi complessivi dei due interventi sono confrontabili (Tabella 7). Il tempo di installazione del sistema standard è pari a tre mesi, grazie alla prefabbricazione si può ridurre a un mese.