

# Villa Castelli: riqualificazione energetica NZB di edificio storico



Arch. Valentina Carì    progetto architettonico e  
Direzione Lavori

Ing. Oscar Stuffer:    progetto riqualificazione  
energetica  
e progetto impianti

# VILLA CASTELLI

BELLANO (LC)

## Epoca di costruzione:

- Compare per la prima volta nel catasto Lombardo Veneto 1840-50



ampliamenti e modifiche successive

## Tipologia edilizia:

- Villa Borghese: appartiene alla medesima famiglia da oltre 100 anni



caratteristiche comuni a molti edifici costruiti tra seconda metà del 1800 e i primi trent'anni del 1900

## Vincoli:

- Vincolo paesaggistico ex D.L. n°42 22 gennaio 2004 art.142 lett.b
- Vincolo da PRG zona A5 Parchi e ville Monumentali



permesso della soprintendenza



**RESTAURO CONSERVATIVO**  
conservazione delle strutture e degli elementi caratteristici



Lake Como, the village Bellano and the case study seen from above (Google Earth)



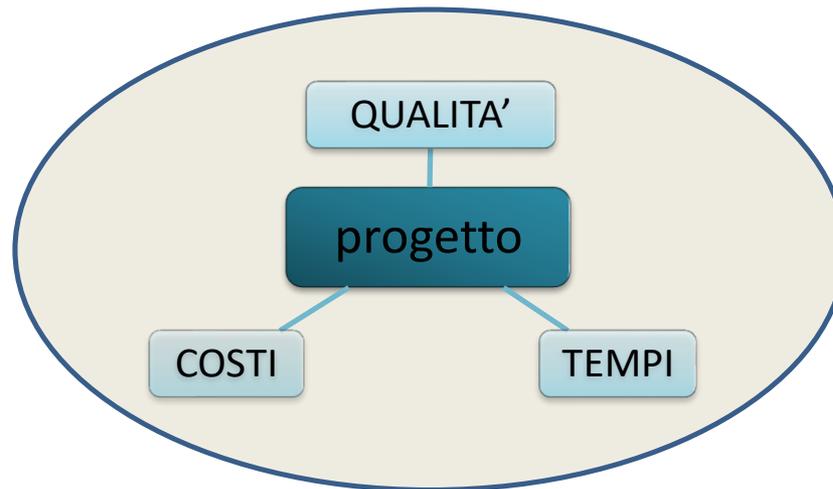
The Villa seen from above, lake side (SW)  
Before the refurbishment

## Esigenze della committenza:

- Riutilizzazione dell'edificio nella sua interezza come residenza
- Conservazione dell'edificio.
- Abbassamento drastico dei costi di manutenzione e gestione
- Comfort abitativo
- Interesse per le tecnologie «green»
- Flessibilità nell'utilizzo

## Il progetto visionario

OTTENERE UN EDIFICIO AD EMISSIONI ZERO



## II CONCEPT ENERGETICO:

- Analisi strategica
- Semplificare al massimo i materiali e gli apporti termici
- Lavorare in stretto rapporto con il team progettuale e gli esecutori
- Utilizzare materiali naturali (ove possibile).
- Calcoli termodinamici ad elementi finiti
- Progettazione impianti
- Analisi di varianti energetiche per ottimizzare ogni particolare
- Supporto al direttore lavori e controllo qualità di posa
- Calcoli termo igrometrici secondo UNI EN ISO 6946
- Calcolo parametri dinamici estivi-invernali secondo UNI EN 13786
- Verifica rischio dicondensazione superficiale secondo UNI EN ISO 13788
- Blower door test come garanzia finale (inferiore 1 n50 Casaclima A)

# CasaClima R

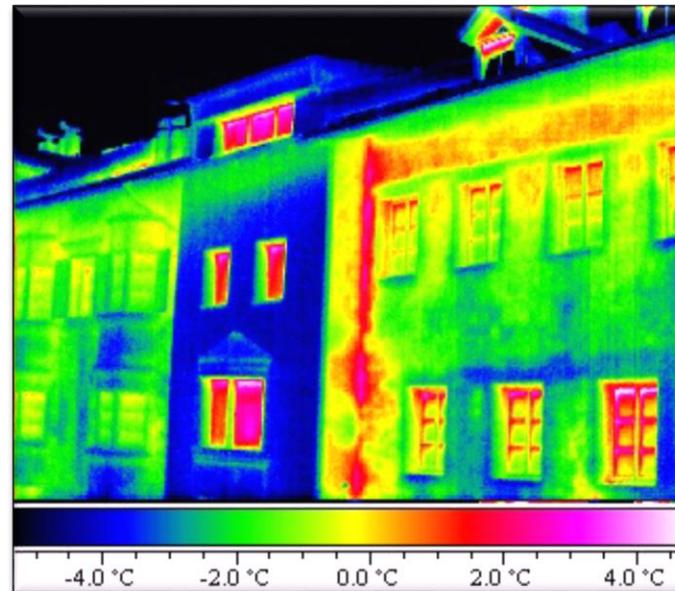
## Efficientamento Energetico



### Patrimonio edilizio italiano: ripartizione per anno di costruzione



Fonte: Istat censimento 2001 / Rielaborazione interna



# CasaClima R

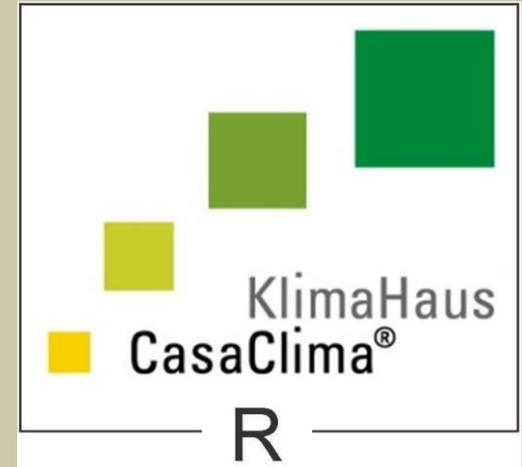
## Efficientamento Energetico



# CasaClima R

## Efficientamento Energetico

1. **Prestazioni energetiche** degli elementi costruttivi
2. Verifica **condensazione superficiale**
3. Verifica **condensazione interstiziale**
4. Prestazione di **tenuta all'aria**
5. Potenziale di miglioramento degli impianti, in particolare per quanto riguarda la **regolazione**
6. **Audit di verifica** della **qualità** di esecuzione in cantiere



# CasaClima R

## Efficientamento Energetico

La certificazione di **QUALITA'** energetica per il risanamento

Miglioramento dell'efficienza

Diminuzione dei costi energetici

Qualità interna e comfort

Aumento del valore immobiliare degli edifici esistenti

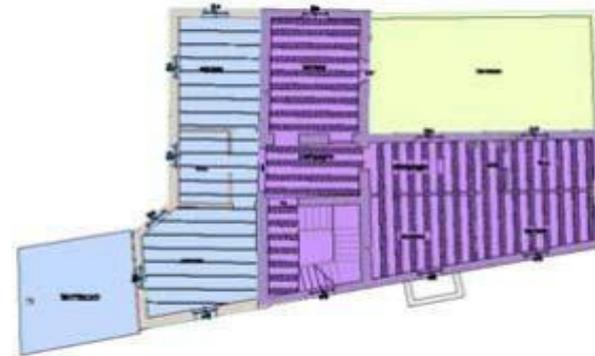
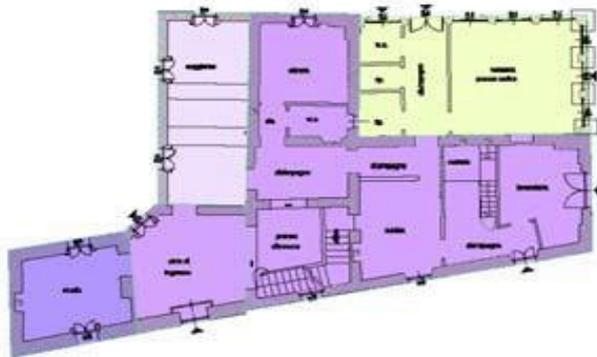




Villa Castelli with its garden, the gate to the lake and the entrance way B.R.



The 19<sup>th</sup> century house belonging to Dr. Loreti (Bertarini-Vitali "Un paese del lago" Mazzotta, Milan 1982)



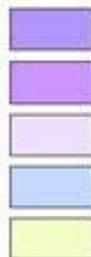
PARETI IN BLOCCHI DI PIETRA

PARETI IN LATERIZIO PIENO 12X25X5.5

N.B.

LA STRUTTURA DEL SOLO DEL PIANO SECONDO E LA MEDESIMA DEL PIANO PRIMO

### EPOCHE DI FONDAZIONE



Presente nel catasto Lombardo-Veneto 1840-55 uso stalla

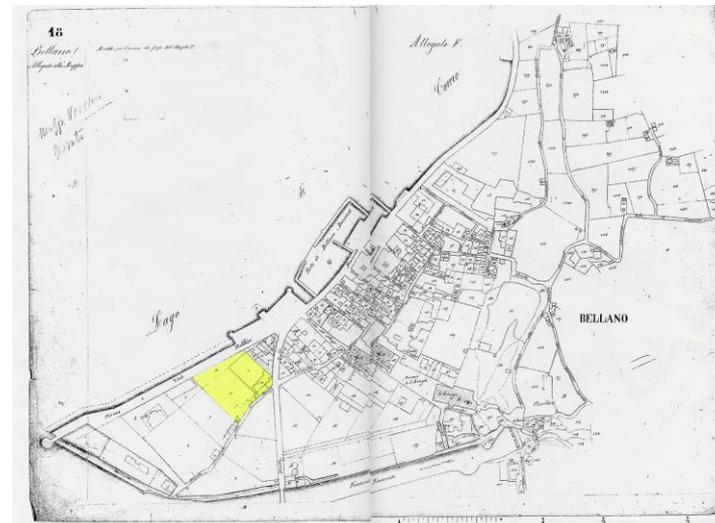
Presente a matita nel Catasto Lombardo-Veneto 1840-55 e sicuramente presente nel successivo Catasto 1890-1902

Ampliamento già presente nel Catasto Cessato 1890-1902

Edificata nel 1925 come da epigrafe riportata in facciata anno nel quale venne data la forma attuale all'edificio

Ampliamento del 1939 con creazione di zona Veranda e Cantina e rifacimento del tetto.

Nel 1970 è stato eseguito un rinnovamento dell'impianto di riscaldamento sostituendo la caldaia a legna con una caldaia a gasolio, rinnovando gli amodi interni e sostituendo le pavimentazioni originarie del piano terreno.



MAPPA CATASTALE 1840 (Catasto lombardo-Veneto)



# STATO DEL DEGRADO

## FESSURAZIONI IN FACCIATA

L'edificio presentava importanti fessurazioni dovute all'impovertimento della matrice del terreno causato dalla cattive canalizzazioni delle acque meteoriche e dalle infiltrazioni dovute alla prossimità del lago





## AMMOALORAMENTI DEGLI INTONACI E LACUNE:

Le facciate erano piuttosto ben conservate ma in alcuni punti presentavano sfarinamenti e presenza di muffe. Erano presenti anche ampie parti mancanti e fortemente degradate, soprattutto nelle facciate nord-est e nord-ovest



## SCOLIRITURE E COLATURE DI COLORE



PRESENZA DI UMIDITA'

# SCHEDE DI INTERVENTO:

## SCHEDA 7

Termine di identificazione del fenomeno

### ALTERAZIONE CROMATICA



Materiali interessati

MURATURE PERIMETRALI ESTERNE .

Tipologia del fenomeno

Emersione del pigmento de-coeso della fascia sottogronda e successivo dilavamento delle superfici dovuto ad una perdita del tetto.

Effetti visibili

Presenza di colorazione incoerente sopra l'intonaco.

Definizione NormAl. 1/88

*Alterazione che si manifesta attraverso la variazione di uno o più parametri che definiscono il colore... può riferirsi a zone ampie o localizzate.*

PROPOSTA DI INTERVENTO

Preconsolidare l'intonaco con acqua di calce applicata più riprese; pulire accuratamente le superfici con acqua nebulizzata, demineralizzata ed impacchi di carbonato d'ammonio; finitura e ricoloritura delle parti danneggiate con sostanze ai silicati da dare a pennello per amonizzare la nuova superficie con l'esistente. Evitare la tecnica della velatura con tempere alla caseina e acqua di calce perchè il colore potrebbe virare di tono con l'ossidazione. Non utilizzare finiture filmogene.

## SCHEDA 8

Termine di identificazione del fenomeno

### PATINA BIOLOGICA



Materiali interessati

MURATURE PERIMETRALI ESTERNE BERSOT

Tipologia del fenomeno

Azione die microorganismi autotrofi che trovano un ambiente scabro su cui installarsi e costante presenza di umidità

Effetti visibili

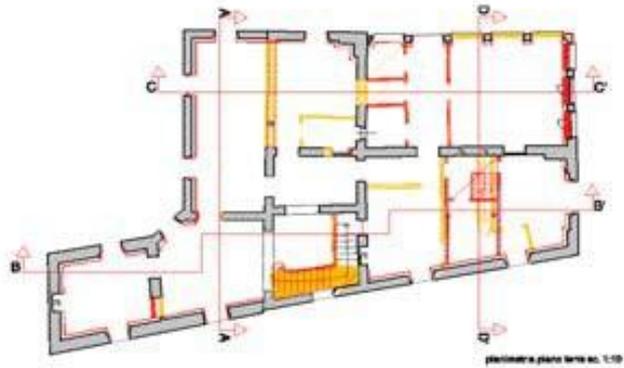
Presenza di uno strato sottile e ben coeso di colore verde.

Definizione NormAl. 1/88

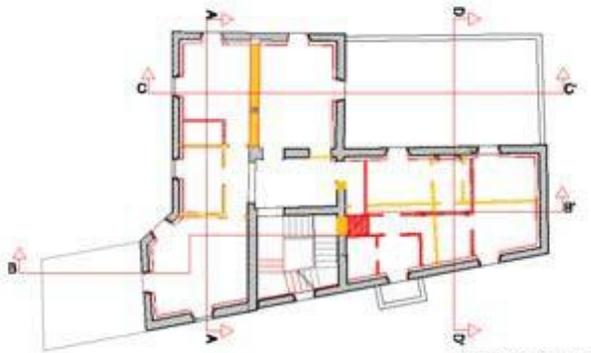
*Strato sottile, morbido ed omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. Ad esso possono aderire in seguito anche polvere e terriccio.*

PROPOSTA DI INTERVENTO

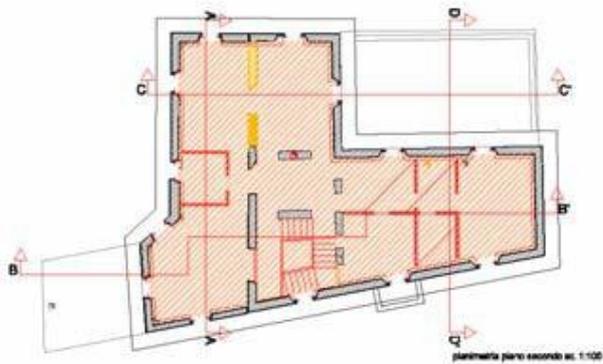
Eliminazione delle cause tramite canalizzazione delle acque meteoriche. Eliminazione della patina tramite un prodotto biocida ad ampio spettro. Pulitura della porzione tramite la rimpozione die residui con saggine e riproposizione delle tecniche classiche per i restauro dell'inoaco a graffito.



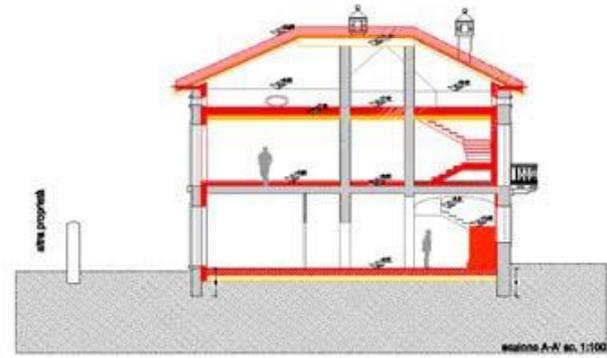
piano terra sc. 1:10



piano primo sc. 1:100



piano secondo sc. 1:100



sezione A-A sc. 1:100



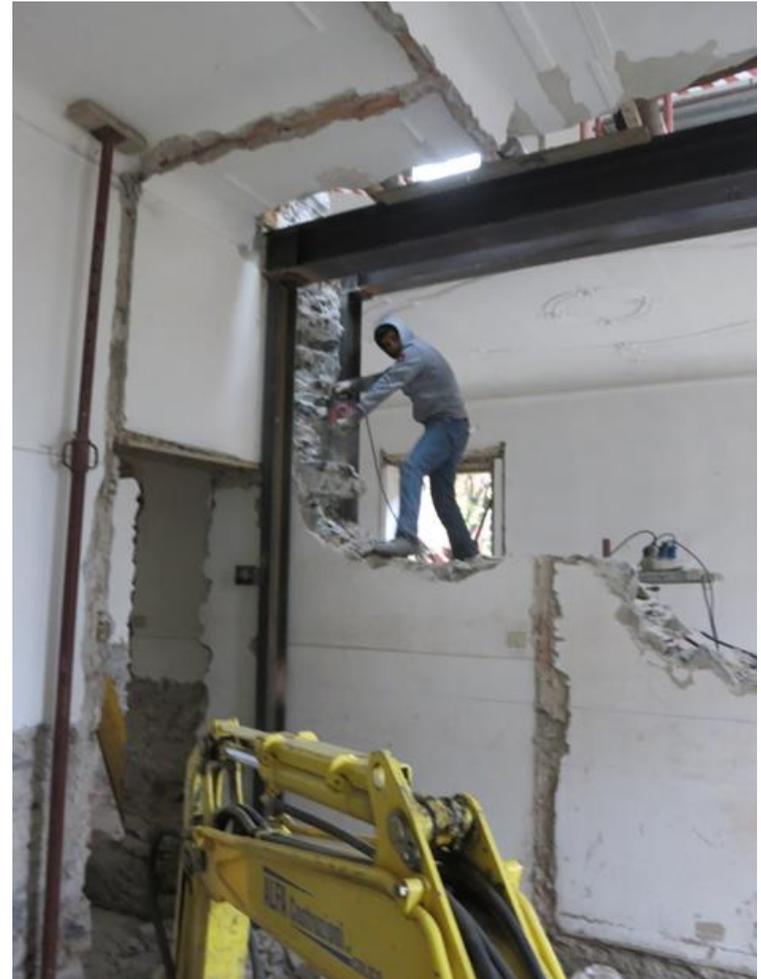
sezione B-B sc. 1:100



## LAVORI IN CORSO: UN CANTIERE DELICATO







Il muro portante in demolizione è stato smontato dall'alto, dopo che i solai ed il tetto erano stati messi in sicurezza con portali di acciaio strutturali che hanno sostituito la funzione portante permettendo però l'abbattimento della partizione principale al piano terra. Il portale è stato consolidato tramite getti compensativi ancorati ai solai ed alle pareti perimetrali ma disconnessi termicamente dalle pareti stesse per eliminare il più possibile il ponte termico lineare.









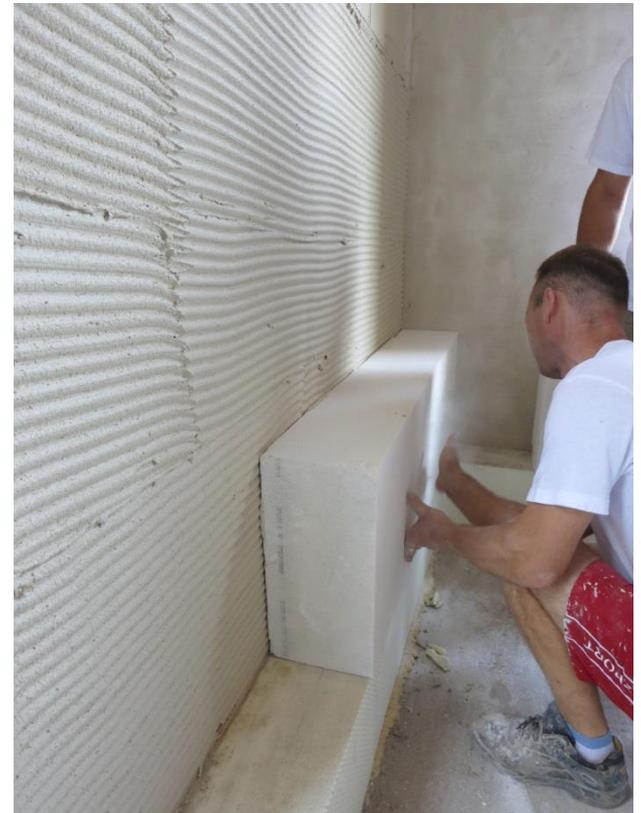
## INSUFFLAGGIO DI CELLULOSA IN FIOCCHI

La cellulosa in fiocchi è un materiale dall'alto potere isolante e dal bassissimo peso specifico, perfetto per isolare termicamente i tetti nei casi di risanamenti in cui sia sconsigliato sovraccaricare le strutture portanti



## EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLE STRUTTURE

Il **CONCEPT ENERGETICO** è stato definito in completo accordo con la committenza e con gli esecutori. Si è stabilito di semplificare al massimo il numero e le tipologie di materiali utilizzati per evitare banali e grossolani errori di posa in fase esecutiva.





# RESTAURO DELLE FACCIATE

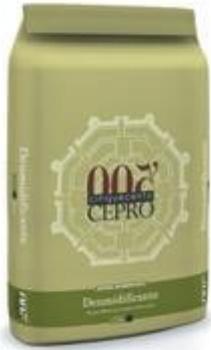
Il restauro delle facciate è stato curato dalla ditta  
**Ceresoli e Castellani RESTAURI e DECORAZIONI**

**PULITURA:** Dopo una ripulitura a secco delle superfici, sono stati fatti impacchi di Carbonato d'Ammonio per le puliture più profonde ed è stata effettuata successivamente una pulitura a spugna con acqua.

**CONSOLIDAMENTO:** Il consolidamento generale delle facciate è stato fatto a pennello con resine acriliche. Le fessure e i distacchi degli arricci sono stati infiltrati con resine acriliche a siringa.

**RIPRESA DELLE LACUNE:** le ricostruzioni sono state effettuate con la tecnica classica dell'intonaco graffito con doppia stesura di malte.

**COLORITURA:** l'intonazione generale delle parti ricostruite e di quelle consolidate è avvenuta tramite velature a grassello di calcecolorato con pigmenti naturali.







PRIMA

DOPO

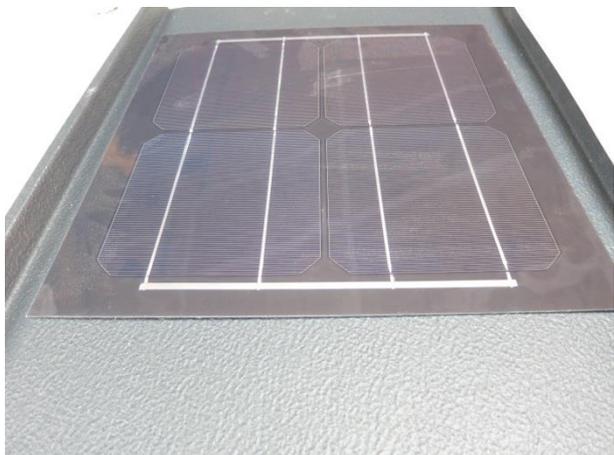




Soluzione ipotizzata a celle grigie



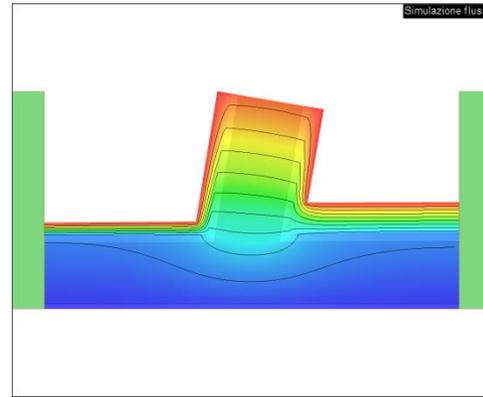
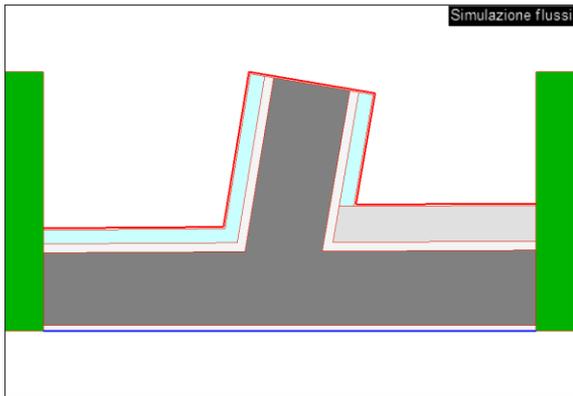
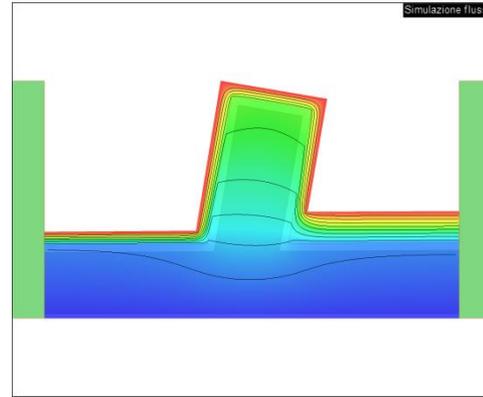
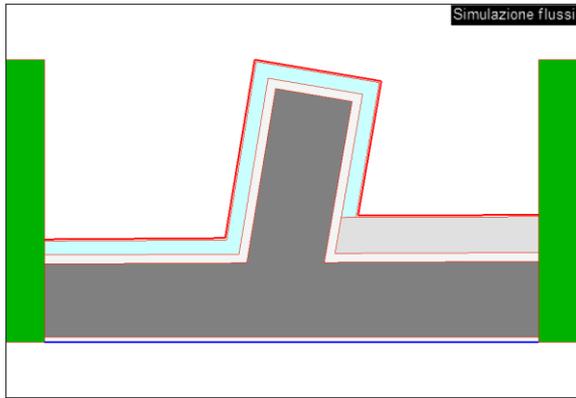
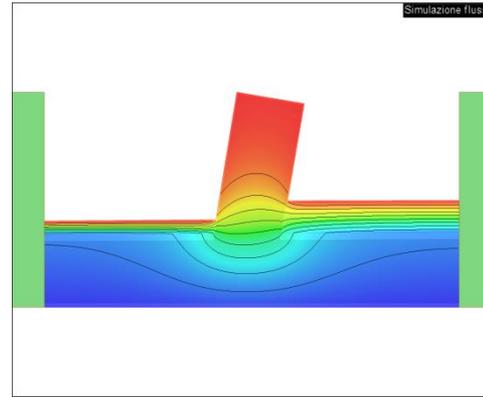
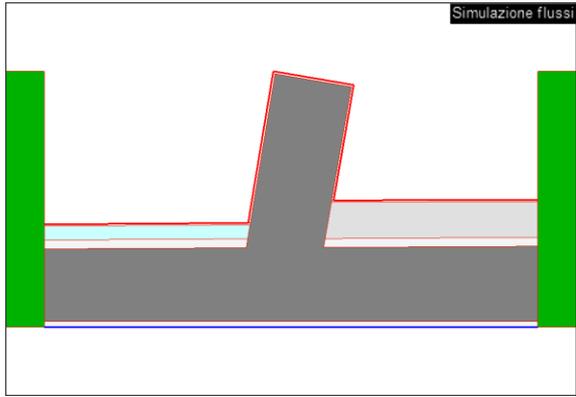
Tetto in pietra valmalenco



Soluzione realizzata



Tetto in lamiera zincotitanio

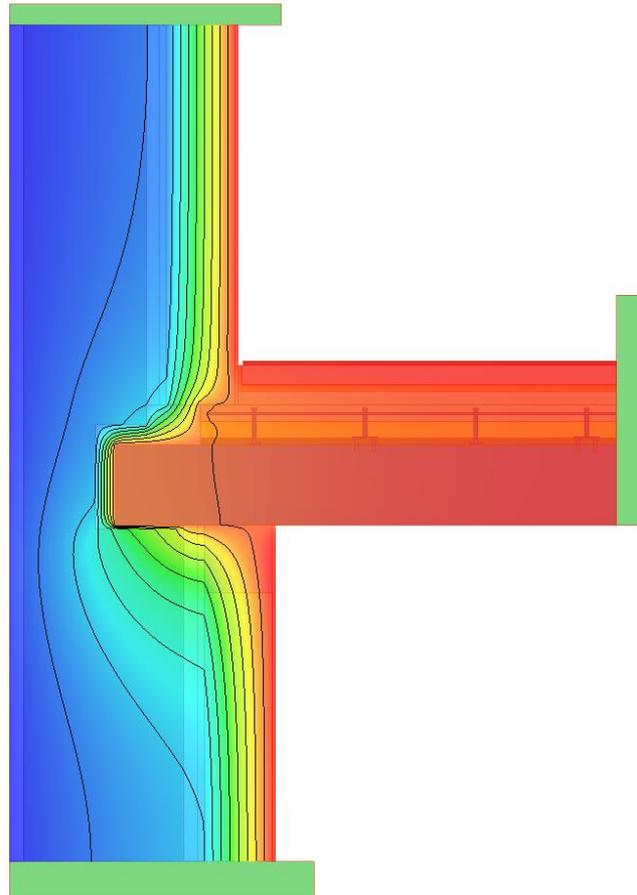


Progetto simulato con il metodo agli elementi finiti  
Nome progetto: 2013 05 14 dettaglio 5b

Mold  
Simulator 2



Simulazione flussi



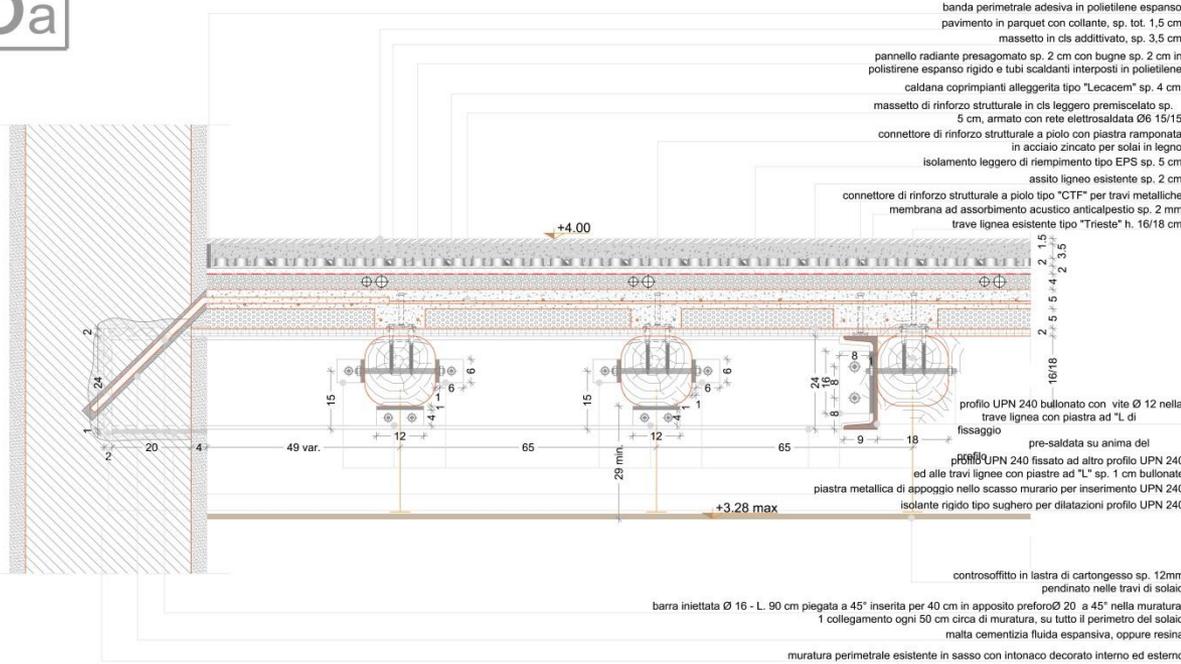
ID	Nome	Col.	Gruppo	T contorno [°C]	R [m²K/W]	H [%]	φ sat. [%]	Gruppi di analisi
0	Muro Interno	Red	0	20.000	0.1300	65.0	80.0	
1	Muro Esterno	Blue	0	0.000	0.0400	65.0	80.0	



# Trattamento travi in legno

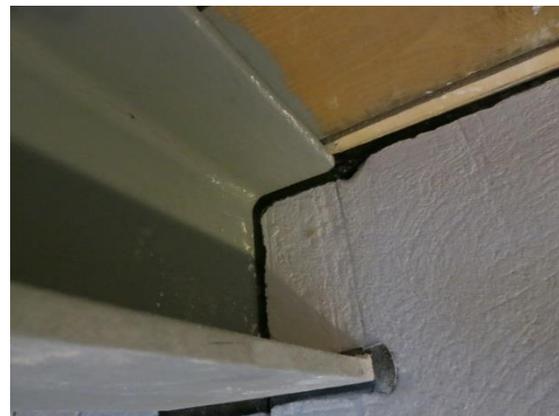
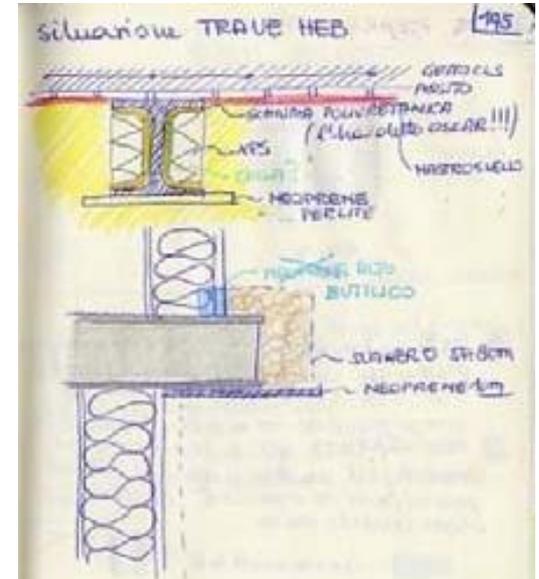
5a

SEZIONE VERTICALE SOLAIO IN LEGNO PT/P1° ZONA CUCINA/NUOVA SCALA - scala:1:10





Trattamento travi in acciaio



Partendo da alcuni schizzi effettuati durante i workshop si procede al disegno tecnico in scala 1:5 dei particolari architettonici che servono da base per le lavorazioni del cantiere.

### Involutro edilizio

superficie disperdente dell'involucro	$A_B =$	1.272,86 m <sup>2</sup>
rapporto superficie disperdente dell'involucro / volume lordo riscaldato	$A/V =$	0,49 l/m

### Coefficiente medio di trasmissione

coefficiente medio di trasmissione dell'involucro dell'edificio	$U_m =$	1,74 W/(m <sup>2</sup> K)
---	---------	---------------------------

### Guadagni e perdite energetiche riferite al comune di ubicazione

perdita di calore per trasmissione durante il periodo di riscaldamento	$Q_T =$	126.389 kWh/a
perdita di calore per ventilazione durante il periodo di riscaldamento	$Q_V =$	18.487 kWh/a
guadagni per carichi interni durante il periodo di riscaldamento	$Q_i =$	8.676 kWh/a
guadagni termici solari durante il periodo di riscaldamento	$Q_s =$	6.583 kWh/a
rapporto tra guadagni termici e perdite di calore	$\gamma =$	11 %

### Fabbisogno energetico e potenza termica

		LECCO	Casaclima LECCO
grado di utilizzo degli apporti di calore	$\eta =$	0,98	0,98
fabbisogno di calore per riscaldamento nel periodo di riscaldamento	$Q_h =$	129.922	129.922 kWh/a
potenza di riscaldamento dell'edificio	$P_{tot} =$	63,33	63,33 kW
potenza specifica di riscaldamento riferita alla superficie netta	$P_1 =$	<b>112,20</b>	<b>112,20 W/m<sup>2</sup></b>
fabbisogno di calore per riscaldamento specifico riferito alla superficie	$HWBNGF, vorh =$	<b>230,19</b>	<b>230,19 kWh/(m<sup>2</sup>a)</b>

### Efficienza dell'involucro edilizio



### Involucro edilizio

superficie disperdente dell'involucro	AB =	1.272,86 m <sup>2</sup>
rapporto superficie disperdente dell'involucro / volume lordo riscaldato	A/V =	0,49 1/m
<b>Coefficiente medio di trasmissione</b>		
coefficiente medio di trasmissione dell'involucro dell'edificio	Um =	0,26 W/(m <sup>2</sup> K)

### Guadagni e perdite energetiche riferite al comune di ubicazione

perdita di calore per trasmissione durante il periodo di riscaldamento	QT =	19.118 kWh/a
perdita di calore per ventilazione durante il periodo di riscaldamento	QV =	10.723 kWh/a
guadagni per carichi interni durante il periodo di riscaldamento	Qi =	8.676 kWh/a
guadagni termici solari durante il periodo di riscaldamento	Qs =	4.937 kWh/a
rapporto tra guadagni termici e perdite di calore	γ =	46 %

### Fabbisogno energetico e potenza termica

		LECCO	CasaClima LECCO
grado di utilizzo degli apporti di calore	η =	0,98	0,98
fabbisogno di calore per riscaldamento nel periodo di riscaldamento	Qh =	16.499	16.499 kWh/a
potenza di riscaldamento dell'edificio	Ptot =	13,04	13,04 kW
potenza specifica di riscaldamento riferita alla superficie netta	P1 =	23,11	23,11 W/m <sup>2</sup>
fabbisogno di calore per riscaldamento specifico riferito alla superficie	HWBNGF, vorh =	29,23	29,23 kWh/(m <sup>2</sup> a)

### Efficienza dell'involucro edilizio



# Il contributo di EURAC

## Monitoraggio dei dati termo-igrometrici post-operam

1. Definizione di un sistema di monitoraggio energetico e ambientale idoneo per rispondere alle esigenze di conservazione e di efficienza energetica dell'edificio, in particolare per quanto concerne:

- ridotta invasività rispetto alla muratura storica;
- ridotto impatto estetico per l'ambiente interno;
- possibilità di controllo e manutenzione nel corso del tempo;
- scalabilità del sistema di monitoraggio nel corso del tempo;
- possibilità di verifica dei dati in tempo reale.

2. Confronto tra le prestazioni energetiche di diverse tecniche di efficientamento

energetico dell'involucro edilizio;

3. Verifica delle condizioni di comfort ambientale interno.



**MONITORAGGIO**

UTILIZZO T°, U, CO<sub>2</sub>?

FRANGONI ENERGIA

STEREOTIPIA

NODI

IMPIANTI

PRODOTTI

CERTIFICAZIONE? COSA CONTROL? QUALI INDICAZIONI INTERESSANTI? QUALI SENSORI VERIFICATI?

Capire quanto costa il monitoraggio.

1. PSA + SENSORI - - - -> €?

2. HARDWARE + SOFTWARE - -> €?

3. AL-FIT + ANALISI DATI - -> €?

1. I SENSORI devono essere "sublimi" in 2 aspetti: per quelli da passare subito a garanzia? quelli da passare eventualmente dopo.

Si può fare solo tramite SPONSOR? Non T° superficiale. Umid -

TERMOFLUSSIMETRIA solo a SAT una volta ogni tanto.

Il M è legato al COMFORT termico/pneumatico oltre a valutare la bontà del progetto -> tutti a T° e U, sarebbero misurati in piano e non ± ambienti.

Fondazione erano anche fatti un tavolo l'anno scorso per interventi come qs.

Per capire i costi del monitoraggio 2. strada < sensori.

INT 7 SENSORI in almeno 4 posizioni diverse.