

## **Modulo VI – Fisica Tecnica**

### **Fisica tecnica e impiantistica nell'edificio di grandi dimensioni**

## **Multipiano in legno ex Longinotti, Firenze**

Ing. Davide Vassallo, dedaLEGNO – Firenze

Per.Ind. Luca Pollari, MPS Studio Associato – Cecina (LI)



Edificio di 3 piani in XLAM sopra un piano terra in c.a.

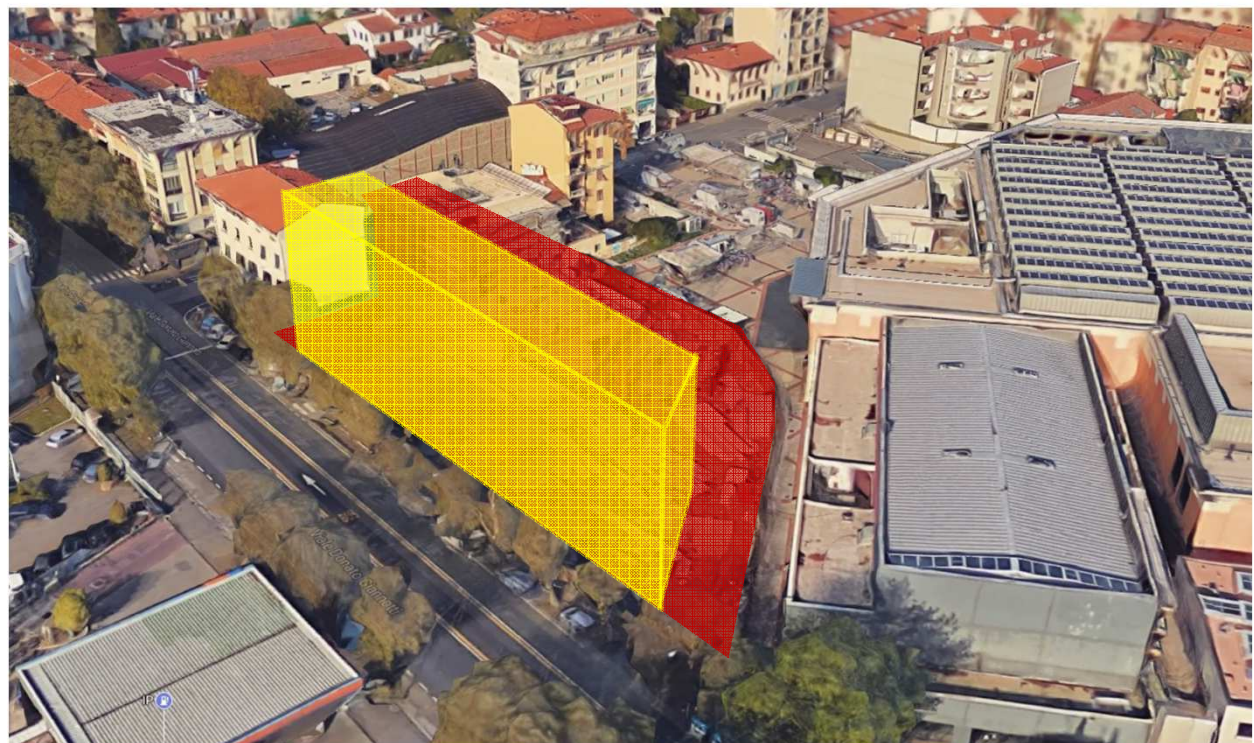
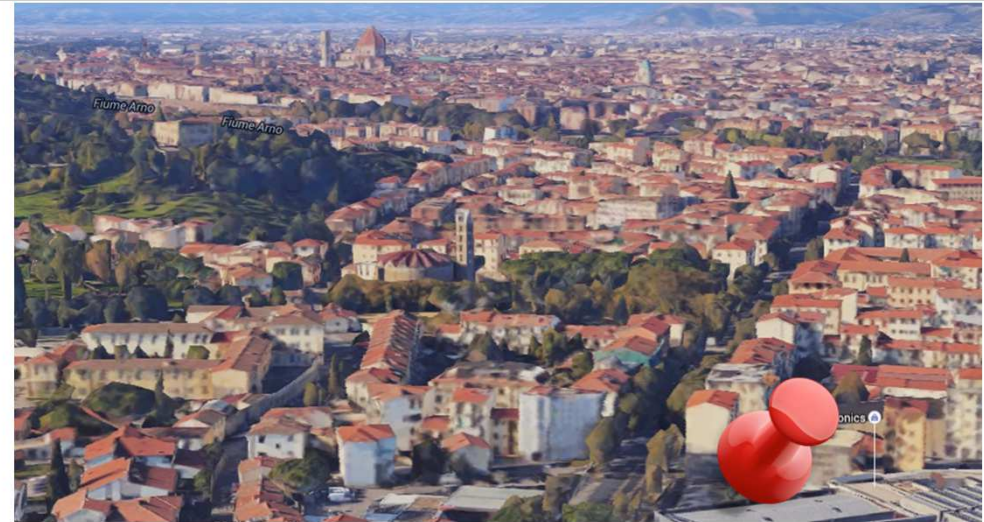
+

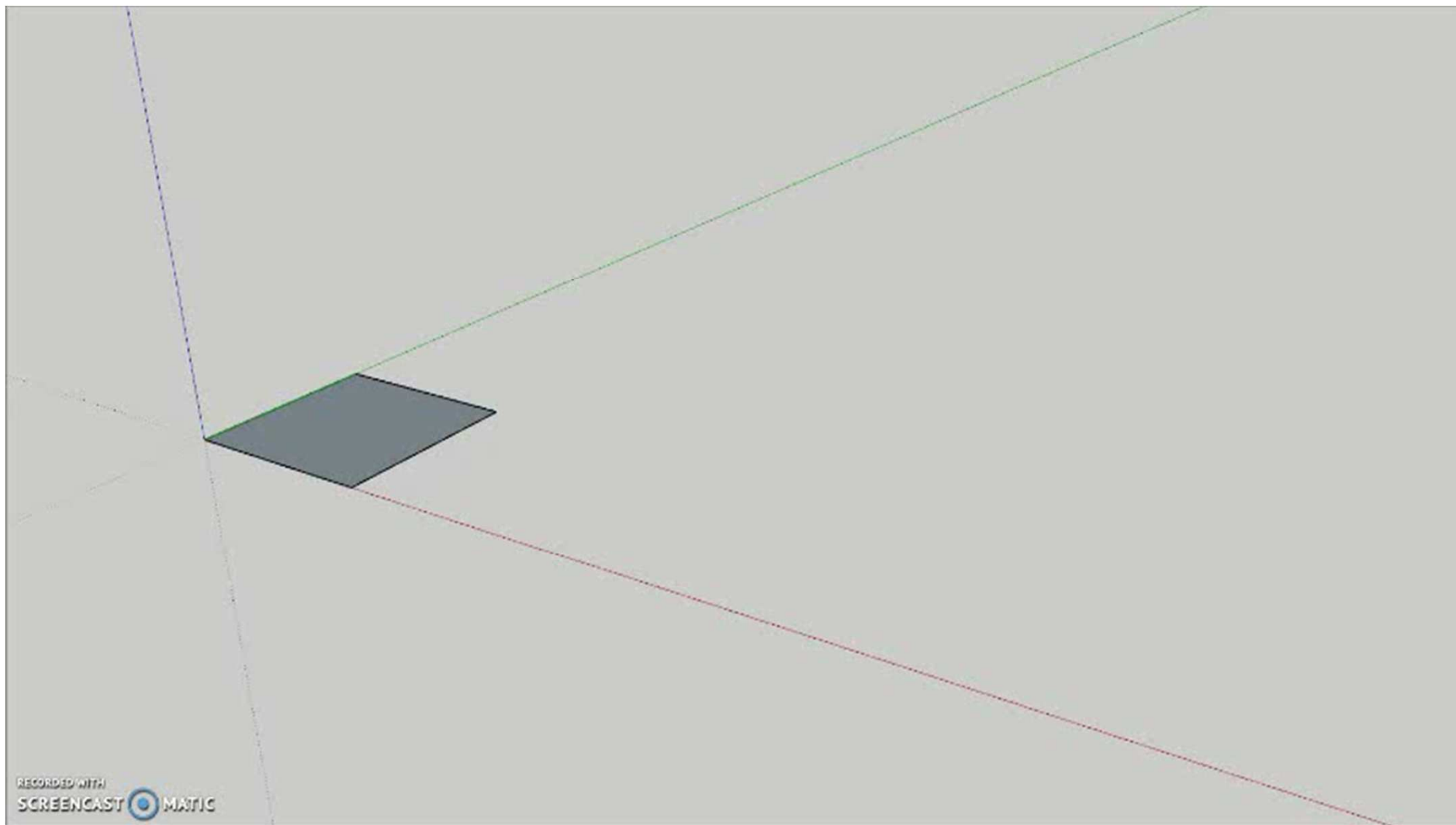
Edificio di 6 piani in XLAM sopra piano interrato in c.a.

=

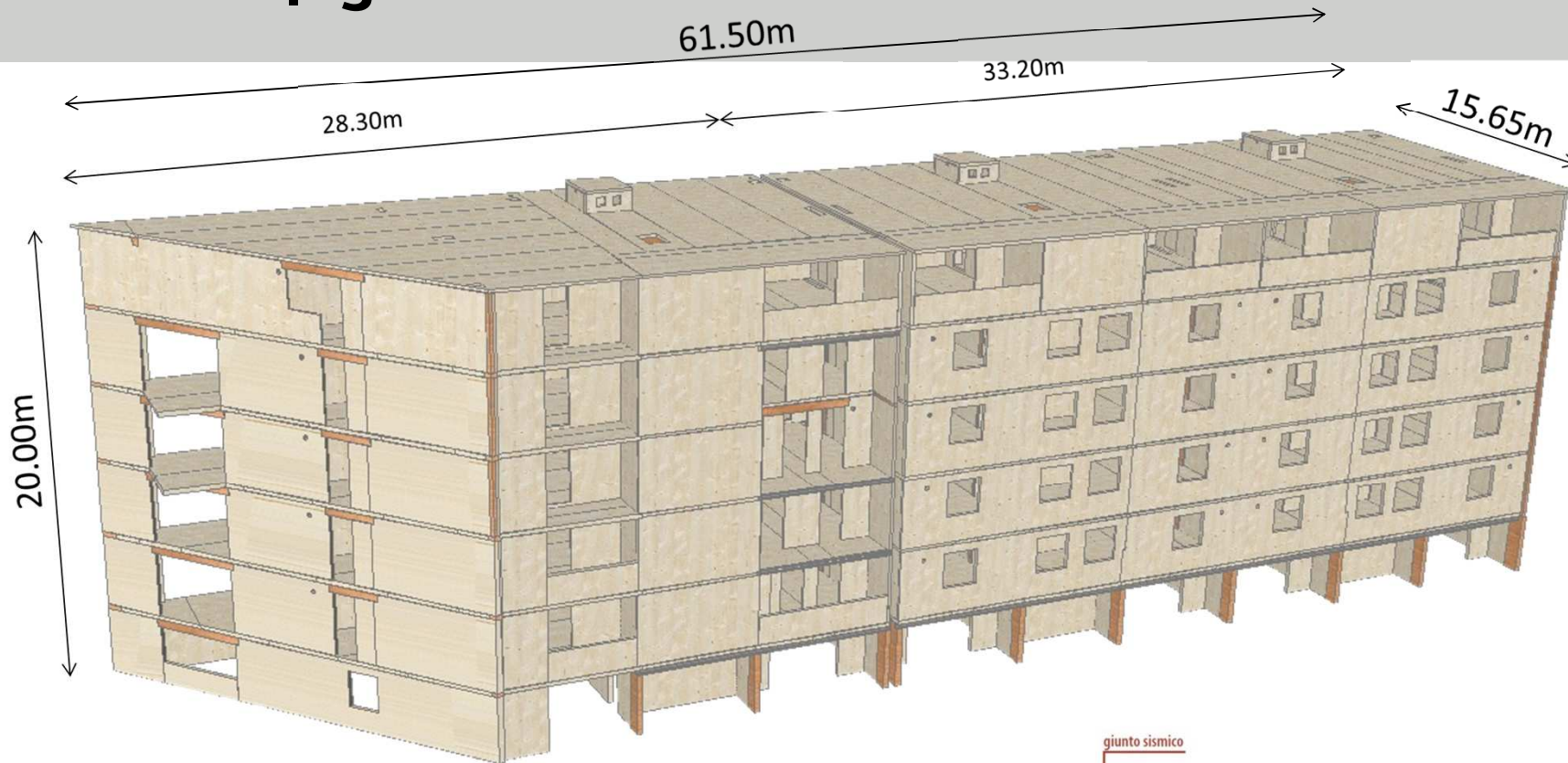
45 appartamenti di edilizia residenziale pubblica

- ✓ Zona densamente abitata
- ✓ Area di cantiere molto limitata
- ✓ Tempi stretti per ridurre l'impatto
- ✓ Budget contenuto
- ✓ Geometria complessa
- ✓ Concezione originaria per struttura in c.a.



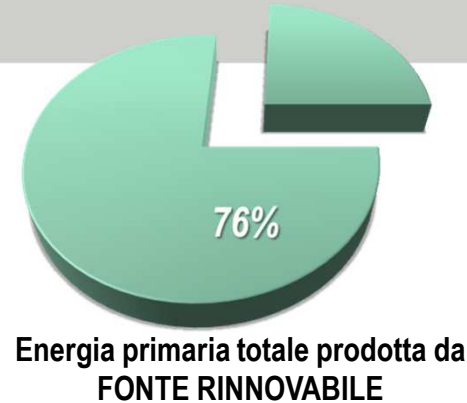


LA CONFORMAZIONE GEOMETRICA DELL'EDIFICIO





Numero piani fuori terra 6  
 Superficie piano tipo 870 mq  
 Superficie totale 5200 mq  
 Altezza edificio 20 m



PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE

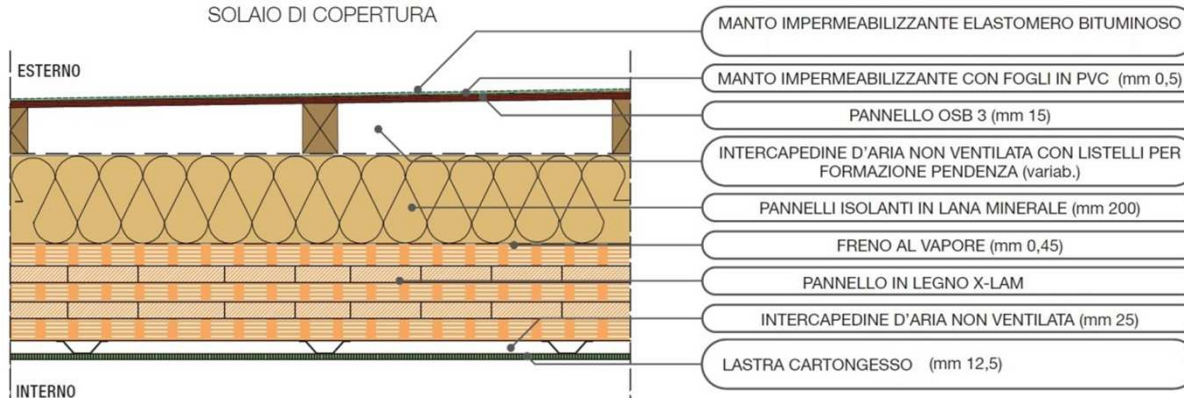
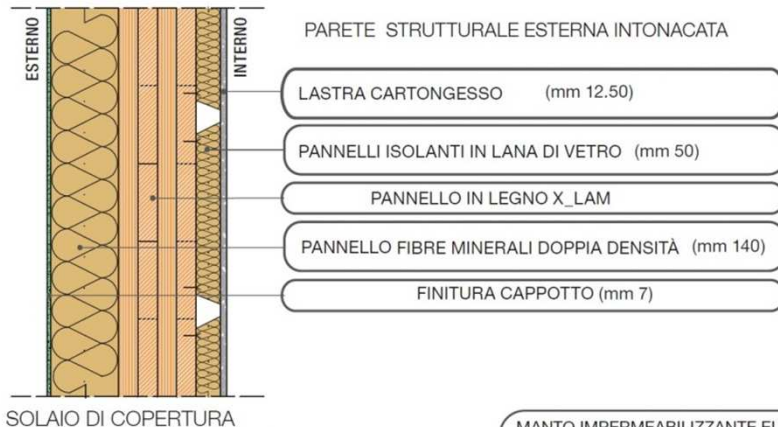


EDIFICIO A ENERGIA QUASI ZERO  
 ai sensi della definizione data dal DM 26.06.2015 par. 3.4

CLASSE ENERGETICA  
**A4**

**14,99**  
 kWh/m<sup>2</sup> anno

Classificazione energetica nZEB (Nearly Zero Energy Building)



IL CAMMINO VERSO LA CLASSE ENERGETICA A4 - NZEB

nZEB - nearly Zero Energy Buildings





## IL PROGETTO INIZIALE INQUADRAMENTO NORMATIVO

Il progetto iniziale è stato redatto nel Febbraio 2013, quindi precedentemente al Decreto Interministeriale 26 giugno 2015 (DM Minimi), prendendo a riferimento i vincoli e le verifiche richieste dal D.P.R. 59/09.

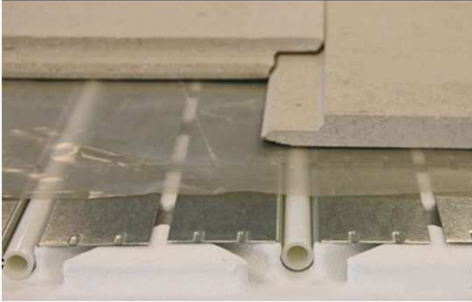
Per il calcolo e le verifiche sull'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è stato seguito quanto richiesto dal Decreto Legislativo 28/2011, allegato 3, nello specifico per progetti e richieste di permesso a costruire entro il dicembre 2013:

- Contemporaneo rispetto della copertura, tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, del **50%** dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria e del **20%** della somma dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento;
- Potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili che devono essere obbligatoriamente installati sopra o nelle pertinenze dell'edificio pari almeno ad **1 kW** ogni **80 m<sup>2</sup>** di proiezione a terra del fabbricato oggetto di realizzazione;

## IL PROGETTO INIZIALE – IMPIANTI DI RISCALDAMENTO – TIPOLOGICO EDIFICIO

CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE,  
ACQUA CALDA E FREDDA PER  
OGNI ALLOGGIO

RISCALDAMENTO AMBIENTE CON  
IMPIANTO RADIANTE A SECCO



**PER EDIFICIO B  
DUE CIRCOLATORI**

VANO SCALA A

VANO SCALA B

VANO SCALA C

INTEGRAZIONE  
ACS



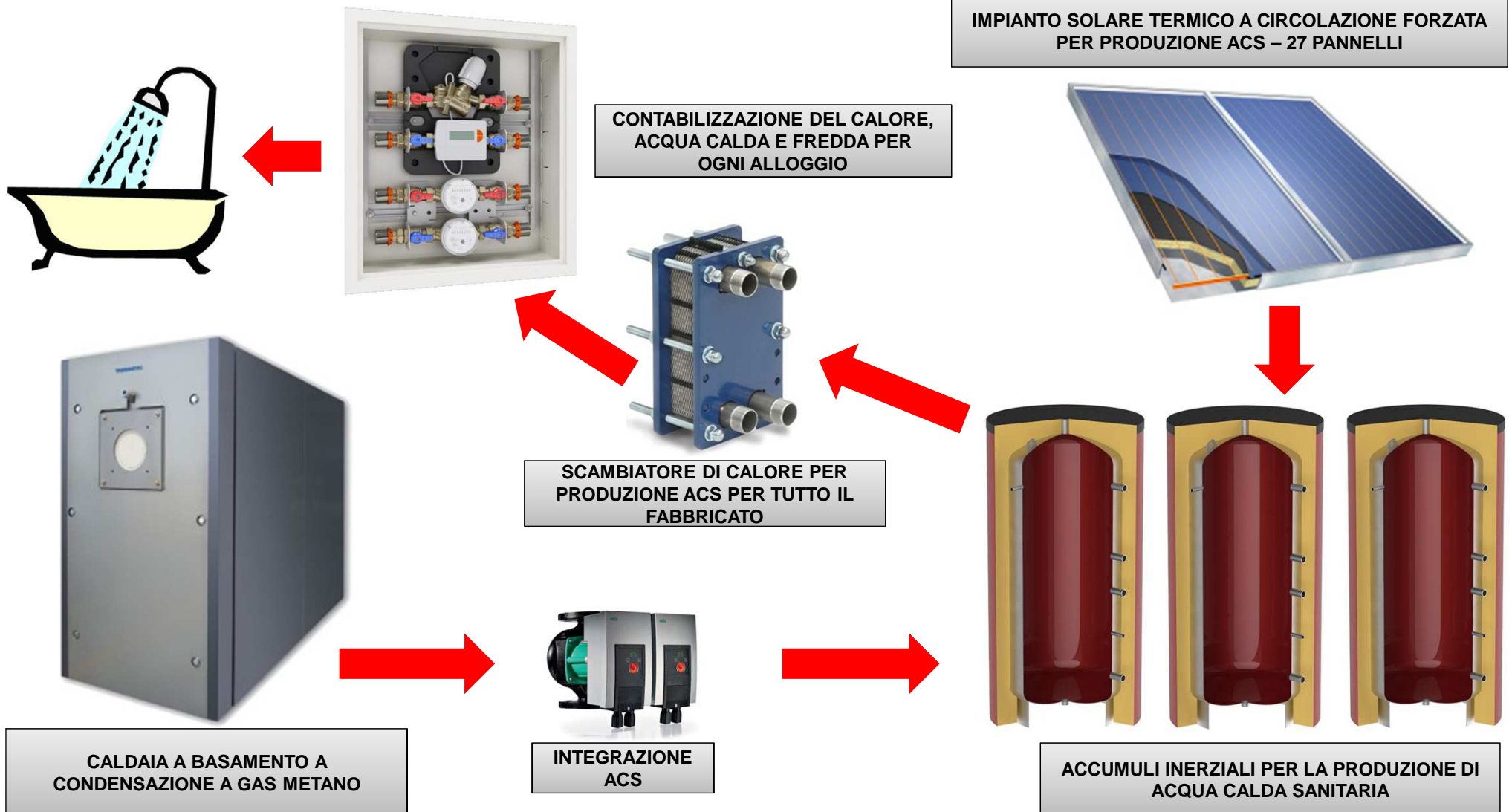
GRUPPI DI CIRCOLAZIONE SUDDIVISI  
PER VANO SCALA E PRODUZIONE  
ACQUA CALDA SANITARIA



CALDAIA A BASAMENTO A  
CONDENSAZIONE A GAS METANO

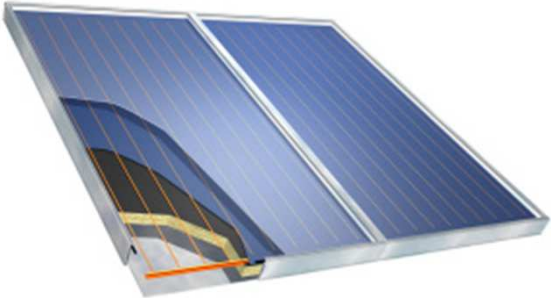


## IL PROGETTO INIZIALE – IMPIANTI DI PRODUZIONE ACS – EDIFICIO A

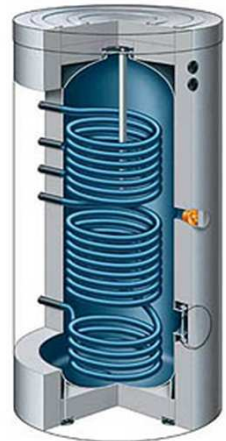


IL PROGETTO INIZIALE – IMPIANTI DI PRODUZIONE ACS – EDIFICIO B

IMPIANTO SOLARE TERMICO A CIRCOLAZIONE FORZATA PER PRODUZIONE ACS – 4 PANNELLI



CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE, ACQUA CALDA E FREDDA PER OGNI ALLOGGIO



BOLLITORE AD ACCUMULO DI STOCCAGGIO E ACQUA CALDA SANITARIA

INTEGRAZIONE ACS



CALDAIA A BASAMENTO A CONDENSAZIONE A GAS METANO





**IL PROGETTO INIZIALE – RISULTATI DEI CALCOLI**

	<b>RISCALDAMENTO</b>	<b>RAFFRESCAMENTO</b>	<b>ACQUA CALDA SANITARIA</b>	<b>V.M.C.</b>
<b>SERVIZI TECNOLOGICI PREVISTI</b>	<b>X</b>		<b>X</b>	

<b>FONTI RINNOVABILI</b>	<b>COPERTURA FABBISOGNO ANNUO DA FONTI RINNOVABILI ACQUA CALDA SANITARIA</b>	<b>COPERTURA TOTALE FABBISOGNO ANNUO DA FONTI RINNOVABILI ACQUA CALDA SANITARIA RISCALDAMENTO</b>
<b>EDIFICIO A</b>	<b>66,20 %</b>	<b>31,61 %</b>
<b>EDIFICIO B</b>	<b>62,90 %</b>	<b>26,09 %</b>

<b>PRESTAZIONE ENERGETICA</b>	<b>INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE (kwh/m<sup>2</sup> * anno)</b>	<b>CLASSE ENERGETICA (SECONDO D.M. MINIMI)</b>
<b>EDIFICIO A</b>	<b>29,68</b>	<b>A3</b>
<b>EDIFICIO B</b>	<b>35,46</b>	<b>A3</b>

**IL PROGETTO REALIZZATO****OBIETTIVO PRINCIPALE**

**MIGLIORAMENTO DELLA PRETAZIONE ENERGETICA DEL FABBRICATO E  
RAGGIUNGIMENTO DELLA CLASSE ENERGETICA A4 – NZEB**

**VERIFICA DEI VALORI LIMITE DI LEGGE CHE SARANNO IN VIGORE A PARTIRE  
DAL GENNAIO 2019**

**Un edificio "a energia quasi zero" è un edificio ad altissime prestazioni energetiche che soddisfano i requisiti della direttiva europea sulle prestazioni energetiche degli edifici (2012/27/UE) il cui fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta nelle aree di pertinenza dell'edificio, sia all'interno che all'esterno dello stesso.**



## IL PROGETTO REALIZZATO

**Sono considerate fonti energetiche rinnovabili (FER) tutte le fonti la cui velocità di utilizzo è inferiore alla velocità di rigenerazione, distinte tra:**

### **FER tradizionali:**

- **Energia idroelettrica**
- **Energia da biomasse**

### **FER innovative:**

- **Energia eolica**
- **Energia solare**
- **Energia geotermica**
- **Energia aerotermica (pompe di calore\*)**

\*NELLA LORO QUOTA PARTE DI ENERGIA PRELEVATA DALL'ARIA ESTERNA E DALLA QUOTA RINNOVABILE ELETTRICA PRESENTE SULLA RETE NAZIONALE



**IL PROGETTO REALIZZATO – FONTI ENERGETICHE**

**ENERGIA AEROTERMICA**

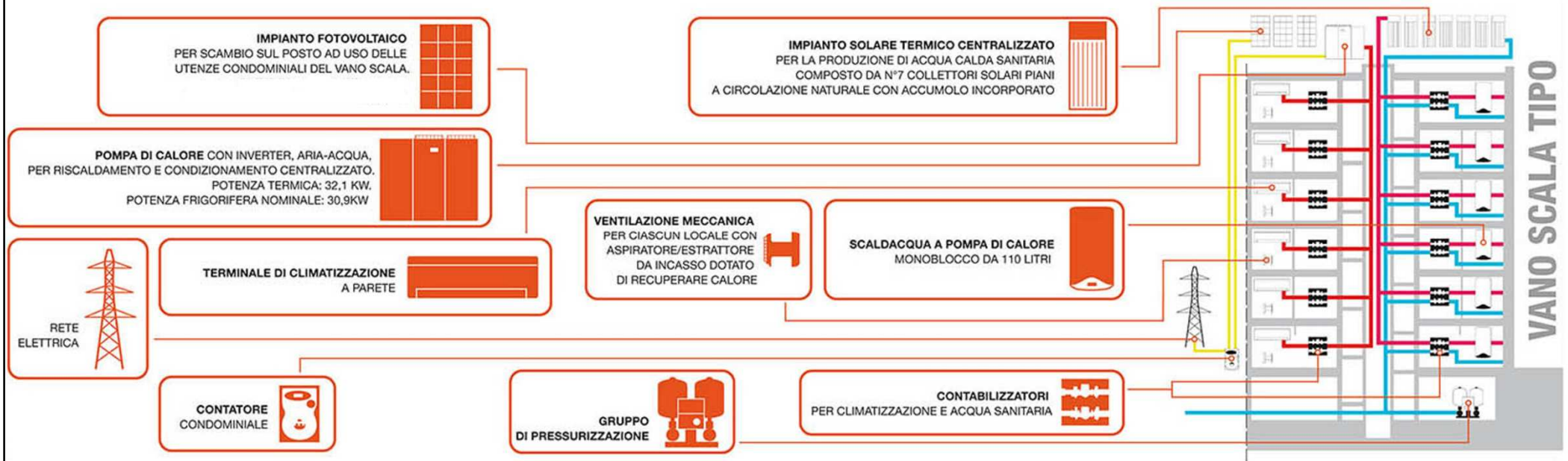


**POMPE DI CALORE ARIA ACQUA A SERVIZIO DI OGNI VANO SCALA DELL'EDIFICIO A ED UNA DEDICATA ALL'EDIFICIO B**

**ENERGIA SOLARE**



**IMPIANTI SOLARI TERMICI E FOTOVOLTAICI A SERVIZIO DI OGNI VANO SCALA DELL'EDIFICIO A ED ALL'EDIFICIO B**



**Ogni vano scala dell'edificio A, e l'edificio B nel suo insieme, è dotato di un impianto di riscaldamento invernale e raffrescamento estivo con pompa di calore aria-acqua, con terminali in ambiente idronici di tipo a parete comandati da appositi moduli a parete.**

**La produzione dell'acqua calda sanitaria è di tipo individuale con scaldacqua in pompa di calore da 110 litri la cui acqua è preriscaldata da un impianto solare termico a circolazione naturale.**

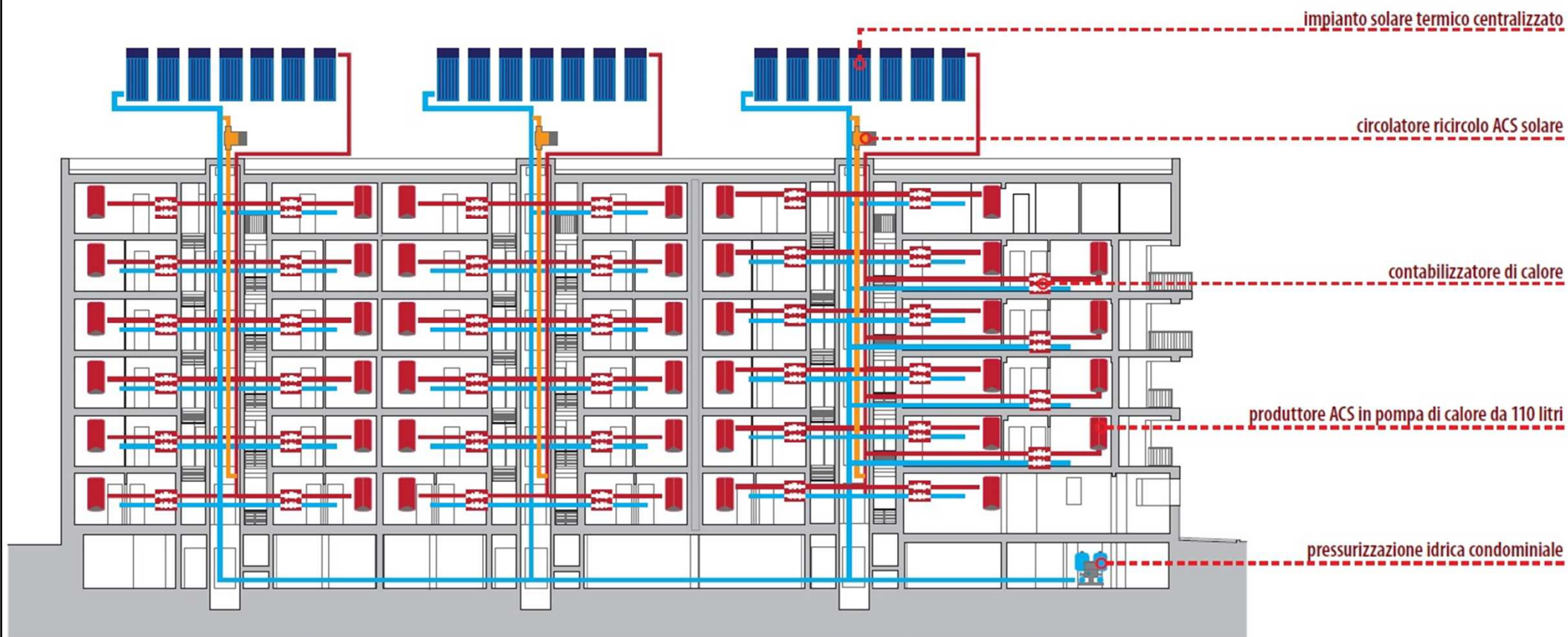
**Tutti i servizi sono contabilizzati per mezzo di moduli nelle pertinenze esterne a comune (vani scala).**

**Ogni alloggio è dotato di impianto di ventilazione meccanica controllata di tipo puntuale.**

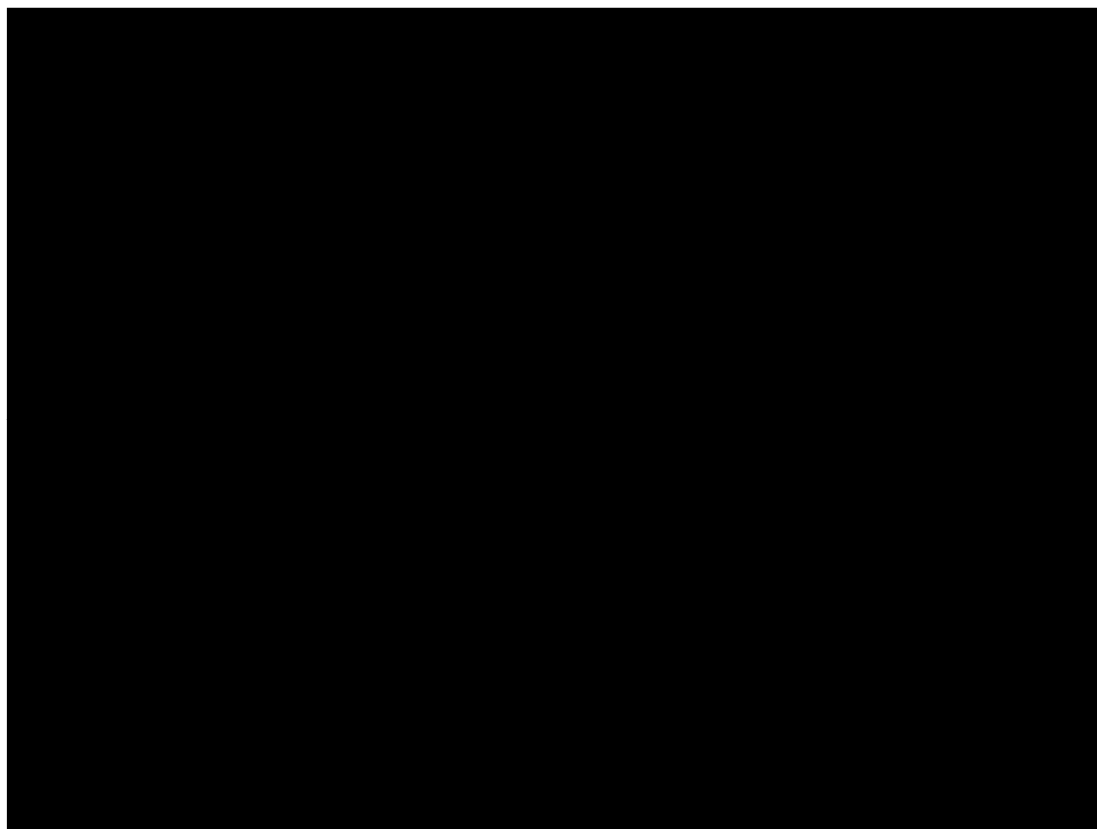
## IL PROGETTO REALIZZATO – EDIFICIO A - CLIMATIZZAZIONE



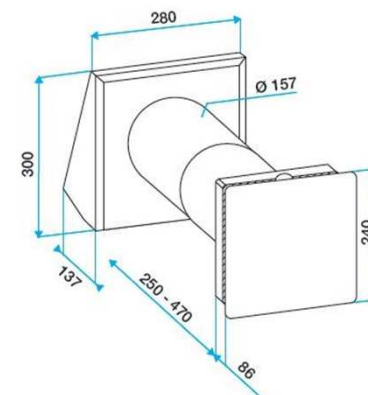
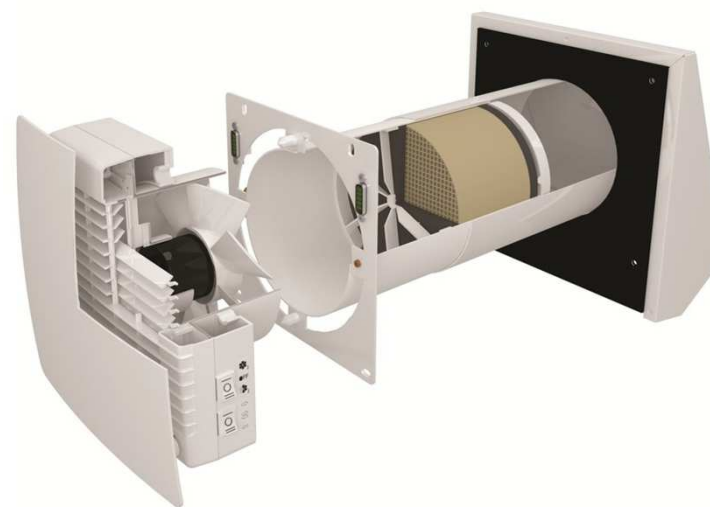
IL PROGETTO REALIZZATO – EDIFICIO A – PRODUZIONE ACS



IL PROGETTO REALIZZATO – VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA



**Portata aria max: 50 m<sup>3</sup>/h**  
**Recupero energetico fino al 90%**

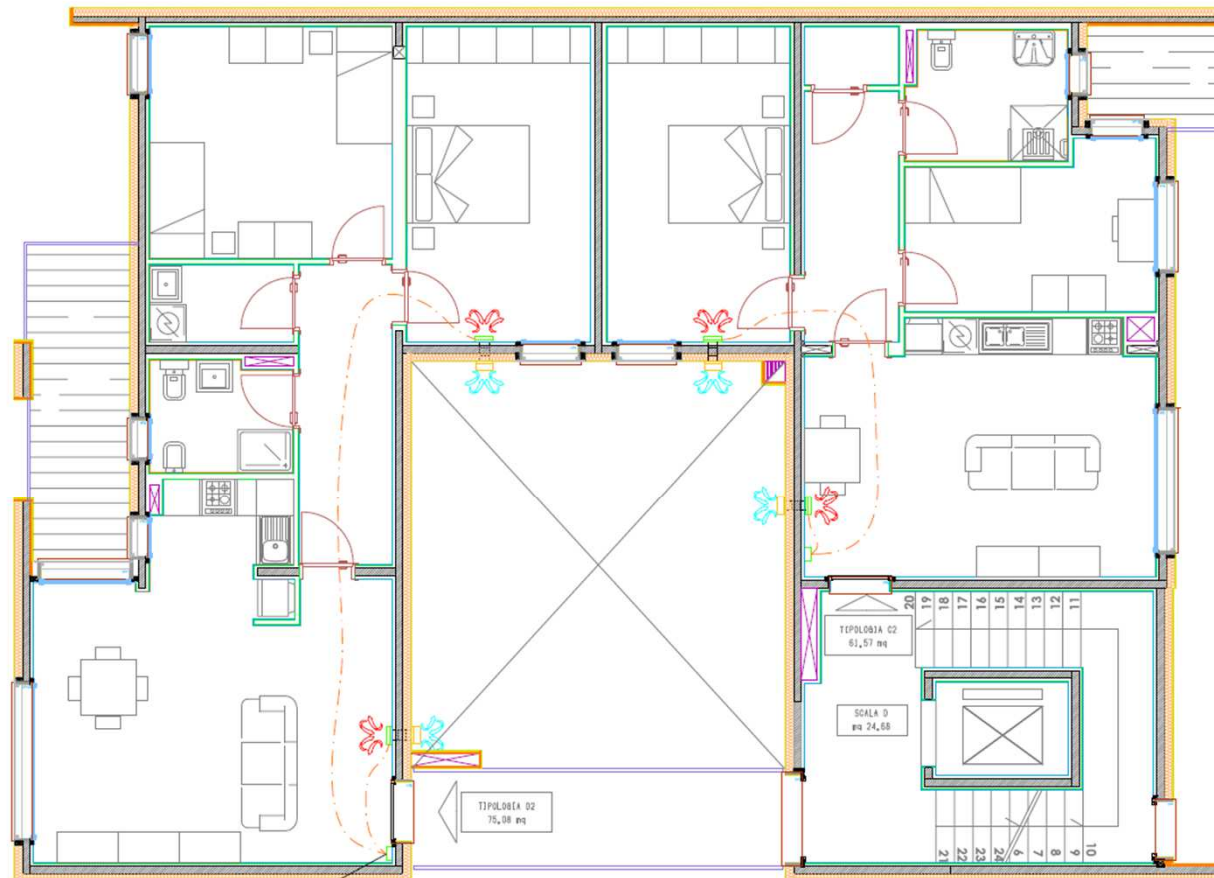


IL PROGETTO REALIZZATO – VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA  
EDIFICIO A – PIANO TIPO



PIANTA PIANO PRIMO

IL PROGETTO REALIZZATO – VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA  
EDIFICIO B – PIANO TIPO

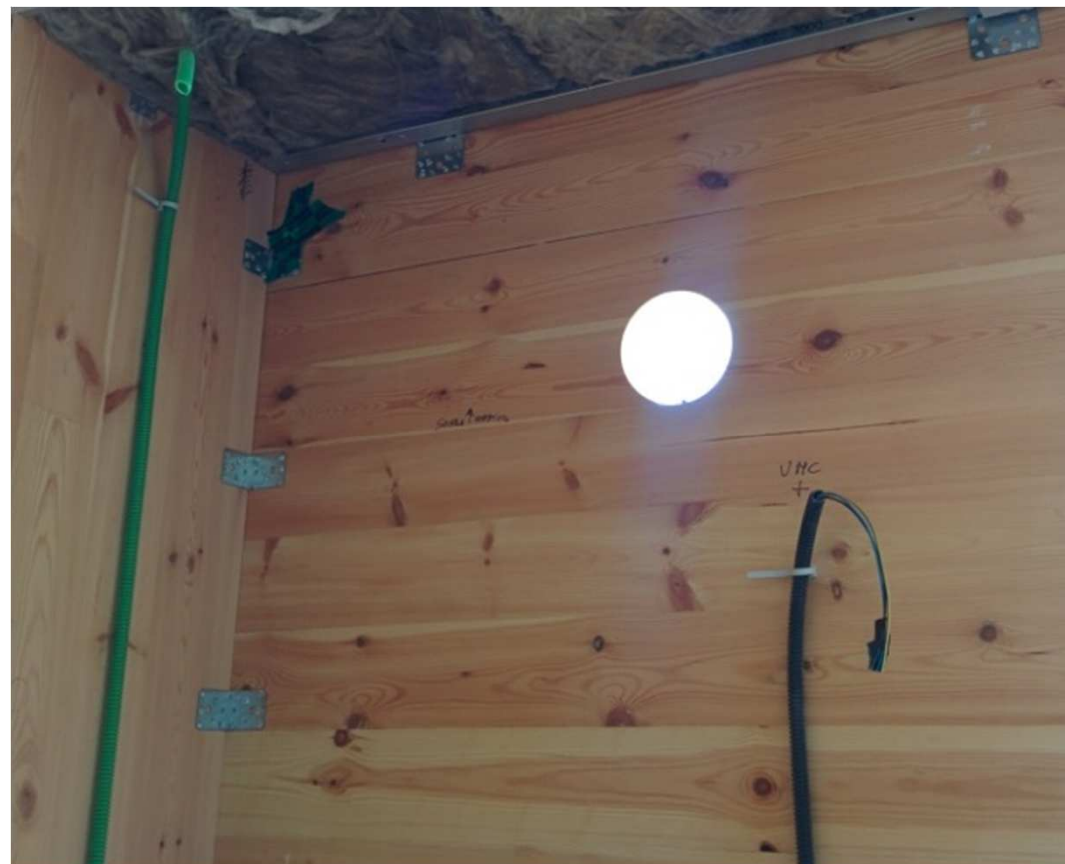
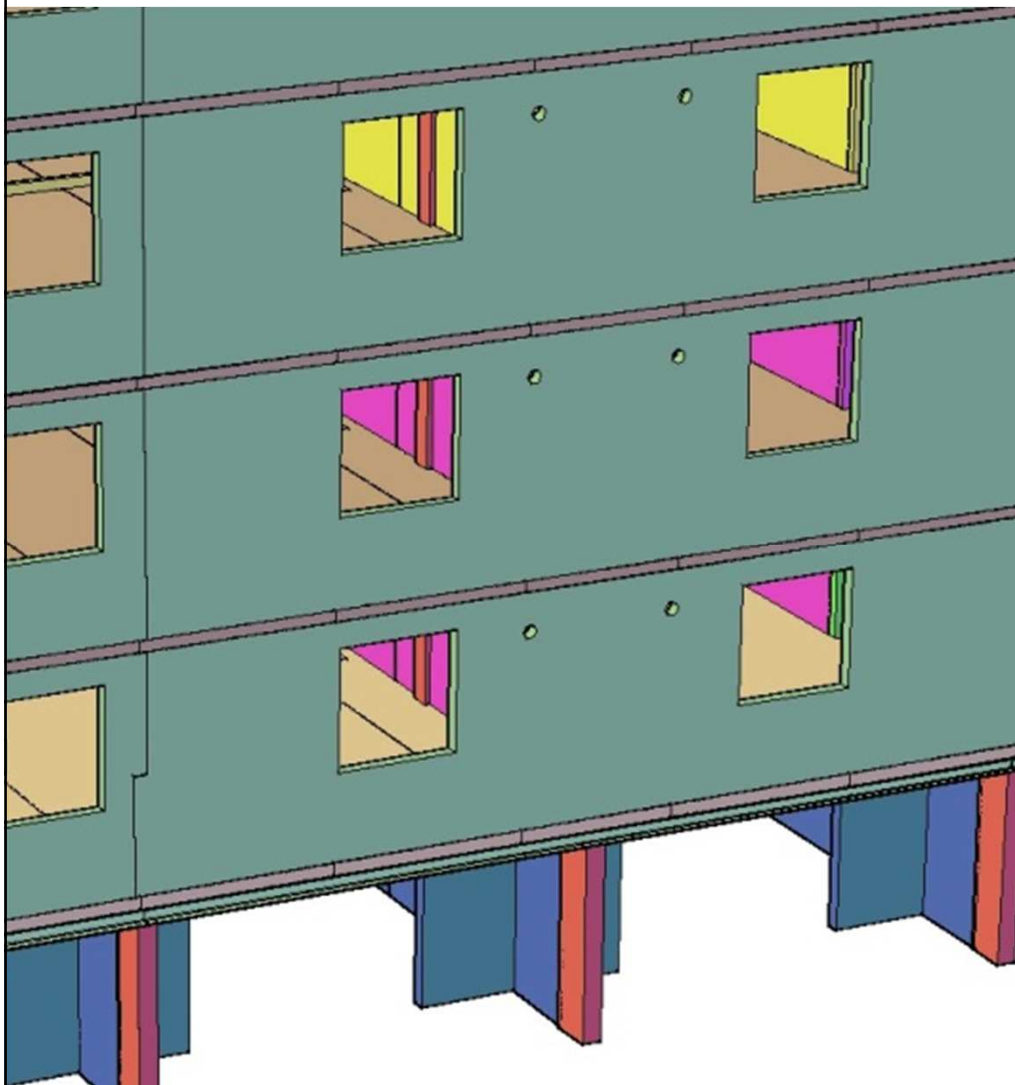


QUADRO ELETTRICO APPARTAMENTO  
COMANDO SIMULTANEO MACCHINE VMC  
DA OROLOGIO

PIANTA PIANO PRIMO



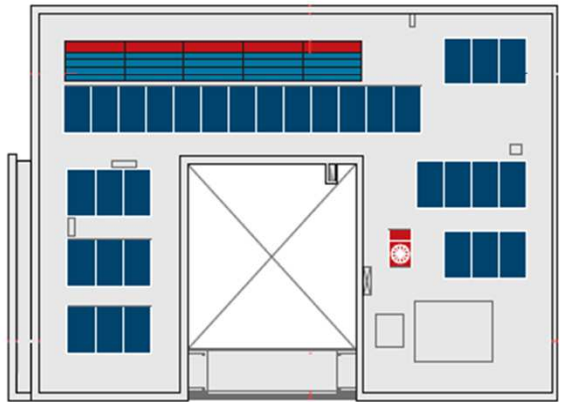
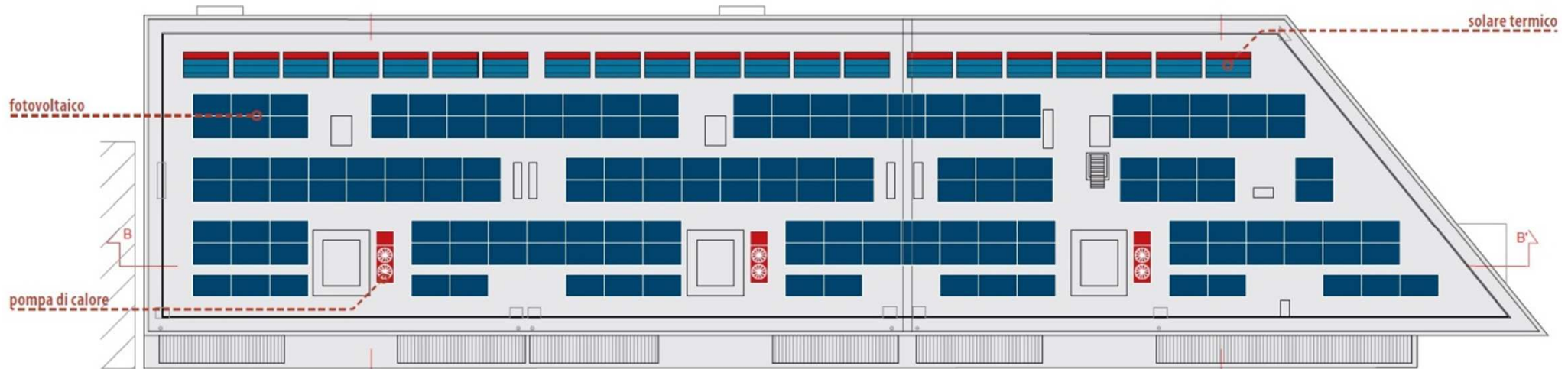
Fori per VMC predisposti già in fase di prefabbricazione dei pannelli XLAM



IL PROGETTO REALIZZATO – VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA  
EDIFICIO A



IL PROGETTO REALIZZATO – IMPIANTI SOLARI TERMICI E FOTOVOLTAICI



**IL PROGETTO REALIZZATO – IMPIANTI FOTOVOLTAICI**

<b>IMPIANTO</b>	<b>POTENZA DI PICCO (kW)</b>	<b>PRODUCIBILITA' ANNUALE (kWh)</b>
<b>EDIFICIO A – VANO SCALA A</b>	<b>15,3</b>	<b>16.405</b>
<b>EDIFICIO A – VANO SCALA B</b>	<b>15,3</b>	<b>16.405</b>
<b>EDIFICIO A – VANO SCALA C</b>	<b>16,8</b>	<b>17.286</b>
<b>EDIFICIO B</b>	<b>9,6</b>	<b>10.344</b>

**PRODUCIBILITA' TOTALE ANNUA: 60.844 kWh**

**IL PROGETTO REALIZZATO – IMPIANTI SOLATI TERMICI**

<b>IMPIANTO</b>	<b>NUMERO COLLETTORI SOLARI</b>	<b>PRODUCIBILITA' ANNUALE (kWh)</b>
<b>EDIFICIO A – VANO SCALA A</b>	<b>7</b>	<b>8.370</b>
<b>EDIFICIO A – VANO SCALA B</b>	<b>7</b>	<b>8.370</b>
<b>EDIFICIO A – VANO SCALA C</b>	<b>7</b>	<b>8.370</b>
<b>EDIFICIO B</b>	<b>5</b>	<b>5.085</b>

**PRODUCIBILITA' TOTALE ANNUA: 30.195 kWh**

## IL PROGETTO REALIZZATO – POMPE DI CALORE ARIA-ACQUA

**Pompe di calore aria-acqua full inverter con percentuale di modulazione della potenzialità termica e frigorifera dal 25% al 120% della potenza nominale**



2-1 Specifiche tecniche				EWYQ016BAW*	EWYQ021BAW*	EWYQ025BAW*	EWYQ032BAW*	EWYQ040BAW*	EWYQ050BAW*	EWYQ064BAW*
Capacità di raffreddamento	Nom.	kW		16,8 (1)	21,0 (1)	25,2 (1)	31,5 (1)	42,0 (1)	50,4 (1)	63,0 (1)
	Max.	kW		20,0 (1)	25,0 (1)	30,0 (1)	37,5 (1)	50,0 (1)	60,0 (1)	75,0 (1)
Capacità di riscaldamento	Nom.	kW		16,8 (2)	21,0 (2)	25,2 (2)	31,5 (2)	42,0 (2)	50,4 (2)	63,0 (2)
	Max.	kW		20,0 (2)	25,0 (2)	30,0 (2)	37,5 (2)	50,0 (2)	60,0 (2)	75,0 (2)
Controllo della capacità	Metodo			Controllo ad Inverter						
	Capacità minima	%		25						
	Capacità massima	%		120						
Potenza assorbita	Raffreddamento	Nom.	kW	5,57 (3)	7,25 (3)	9,25 (3)	12,9 (3)	14,9 (3)	19,0 (3)	26,7 (3)
	Riscaldamento	Nom.	kW	5,51 (3)	7,09 (3)	8,87 (3)	10,5 (3)	14,2 (3)	17,8 (3)	21,0 (3)
EER				3,01 (1)	2,90 (1)	2,72 (1)	2,44 (1)	2,82 (1)	2,65 (1)	2,36 (1)
ESEER				4,75	4,65	4,45	4,00	4,60	4,40	3,95
COP				3,05 (2)	2,96 (2)	2,84 (2)	3,00 (2)	2,96 (2)	2,83 (2)	3,00 (2)
Rivestimento	Colore			Bianco Daikin						
	Materiale			Lamiera d'acciaio zincato con rivestimento in poliestere						
Dimensioni	Unità	Altezza	mm				1.684			
		Larghezza	mm		1.371		1.684	2.358	2.980	
		Profondità	mm			774			780	
	Unità compatta	Altezza	mm				1.860			
		Larghezza	mm		1.394		1.707	2.377	2.997	
		Profondità	mm			834			838	
Peso	Unità		kg	264	317		397	571		730
	Peso in ordine di marcia		kg	267	320		401	577		738
	Unità compatta		kg	291	344		428	616		783

**IL PROGETTO REALIZZATO – POMPE DI CALORE ARIA-ACQUA**

<b>IMPIANTO</b>	<b>Potenza Termica (kW)</b>	<b>C.O.P.</b>	<b>Potenza Frigorifera (kW)</b>	<b>E.E.R.</b>
<b>EDIFICIO A – VANO SCALA A</b>	32,1	3,00(*)	30,9	2,44(**)
<b>EDIFICIO A – VANO SCALA B</b>	32,1	3,00(*)	30,9	2,44(**)
<b>EDIFICIO A – VANO SCALA C</b>	32,1	3,00(*)	30,9	2,44(**)
<b>EDIFICIO B</b>	16,8	3,07(*)	20,0	2,68(**)

(\*) CONDIZIONI ESTERNE: 7 ° C – TEMPERATURA DI MANDATA RISCALDAMENTO: 45 ° C

(\*\*) CONDIZIONI ESTERNE: 35 ° C – TEMPERATURA DI MANDATA RISCALDAMENTO: 7 ° C

**IL PROGETTO REALIZZATO – ALTRI COMPONENTI IMPIANTISTICI**



**POMPA DI CALORE PER PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA PER SINGOLO ALLOGGIO CAPACITA' 110 LITRI**



**UNITA' DI CONTABILIZZAZIONE ED UNITA' CENTRALE DI TELEGESTIONE**





**IL PROGETTO REALIZZATO – RISULTATI DEI CALCOLI**

	<b>RISCALDAMENTO</b>	<b>RAFFRESCAMENTO</b>	<b>ACQUA CALDA SANITARIA</b>	<b>V.M.C.</b>
<b>SERVIZI TECNOLOGICI PREVISTI</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	<b>COPERTURA FABBISOGNO ANNUO DA FONTI RINNOVABILI ACQUA CALDA SANITARIA</b>		<b>COPERTURA TOTALE FABBISOGNO ANNUO DA FONTI RINNOVABILI ACQUA CALDA SANITARIA RISCALDAMENTO</b>	
<b>EDIFICIO A – VANO SCALA A</b>	<b>69,7%</b>		<b>69,6%</b>	
<b>EDIFICIO A – VANO SCALA B</b>	<b>69,7%</b>		<b>72,5%</b>	
<b>EDIFICIO A – VANO SCALA C</b>	<b>68,0%</b>		<b>71,8%</b>	
<b>EDIFICIO B</b>	<b>71,4%</b>		<b>82,3%</b>	

IL PROGETTO REALIZZATO – PRESTAZIONE ENERGETICA

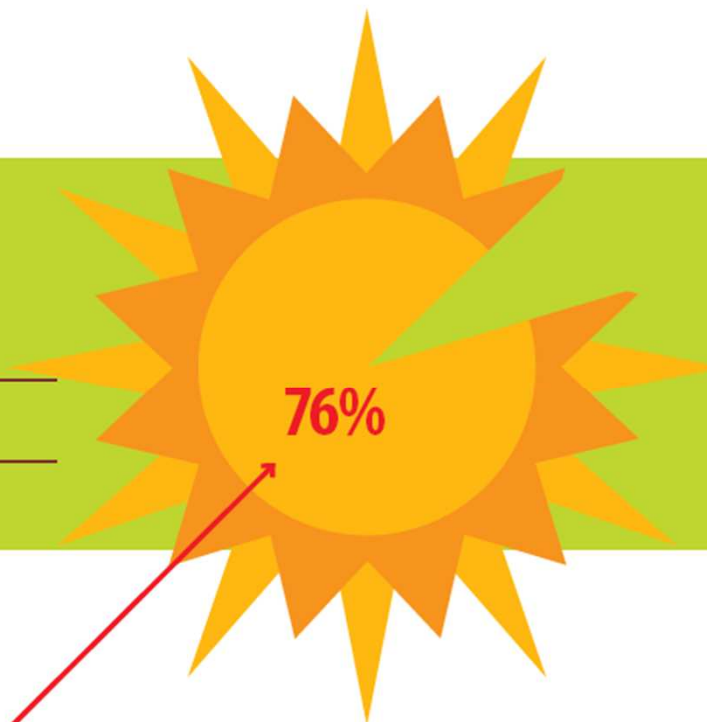
Valori energetici globali

dell'intero intervento: edificio A + edificio B

Energia primaria totale 161.213 kWh/anno

Energia primaria totale RINNOVABILE 122.516 kWh/anno

Copertura totale da fonte rinnovabile 76%



Energia primaria totale  
PRODOTTA da fonte RINNOVABILE

## IL PROGETTO REALIZZATO – PRESTAZIONE ENERGETICA

### Edificio A **scala A** - sei piani con 39 alloggi

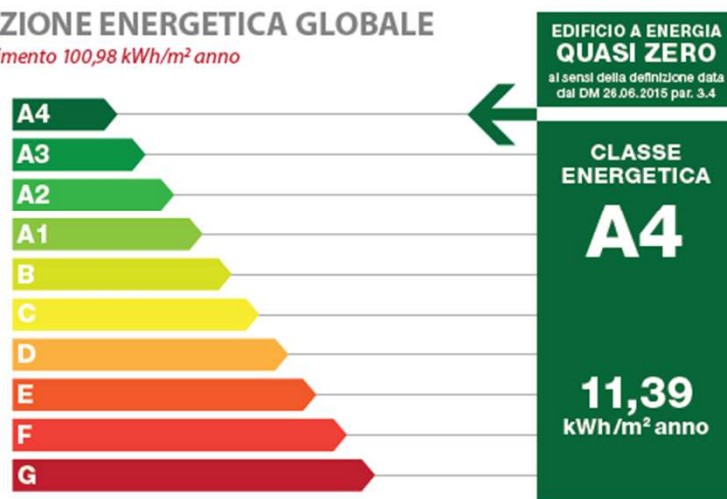
parametro di compattezza:  $S/V=0,50$   
 limite di riferimento per la classe A4: 40,39 kWh/m<sup>2</sup>anno

#### PRESTAZIONE ENERGETICA DEL FABBRICATO



#### PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE

Indice di riferimento 100,98 kWh/m<sup>2</sup> anno



### Edificio A **scala B** - sei piani con 39 alloggi

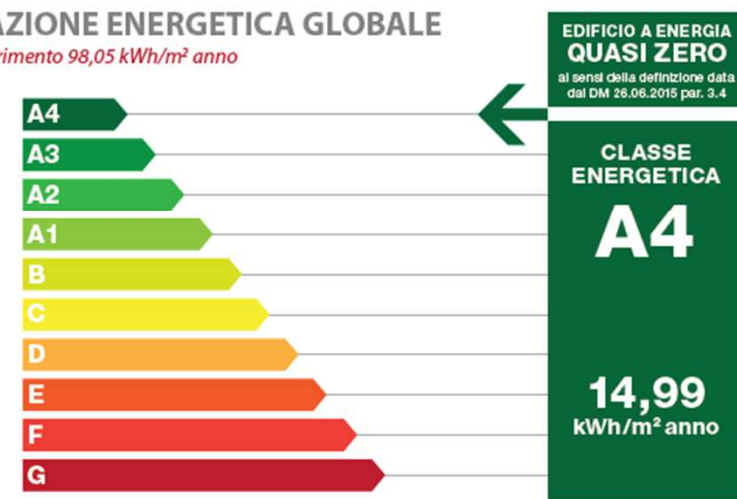
parametro di compattezza:  $S/V=0,49$   
 limite di riferimento per la classe A4: 39,22 kWh/m<sup>2</sup>anno

#### PRESTAZIONE ENERGETICA DEL FABBRICATO



#### PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE

Indice di riferimento 98,05 kWh/m<sup>2</sup> anno



## IL PROGETTO REALIZZATO – PRESTAZIONE ENERGETICA

### Edificio A **scala C** - sei piani con 39 alloggi

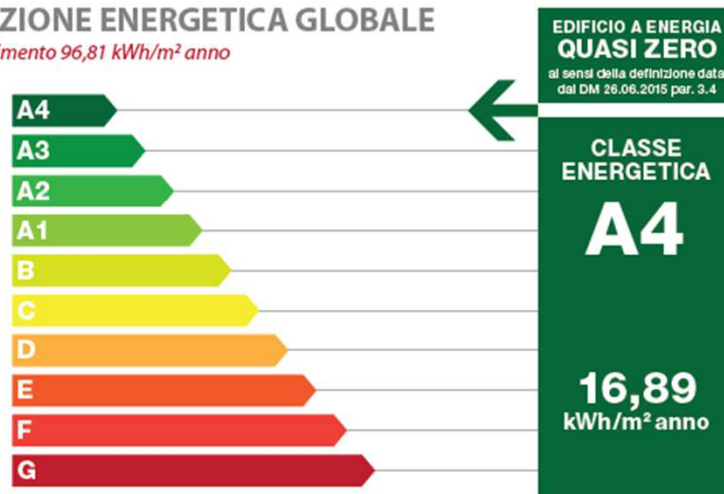
parametro di compattezza:  $S/V=0,51$   
 limite di riferimento per la classe A4:  $38,72 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$

#### PRESTAZIONE ENERGETICA DEL FABBRICATO



#### PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE

Indice di riferimento  $96,81 \text{ kWh/m}^2\text{ anno}$



### Edificio B, quattro piani con 6 alloggi

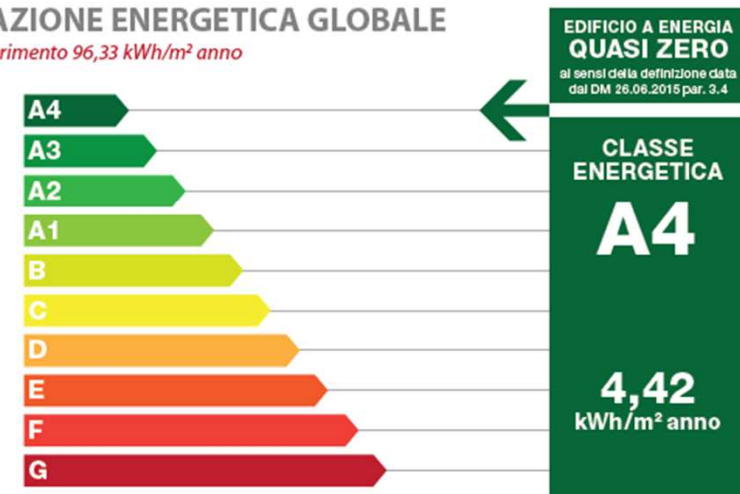
parametro di compattezza:  $S/V=0,65$   
 limite di riferimento per la classe A4:  $38,53 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$

#### PRESTAZIONE ENERGETICA DEL FABBRICATO



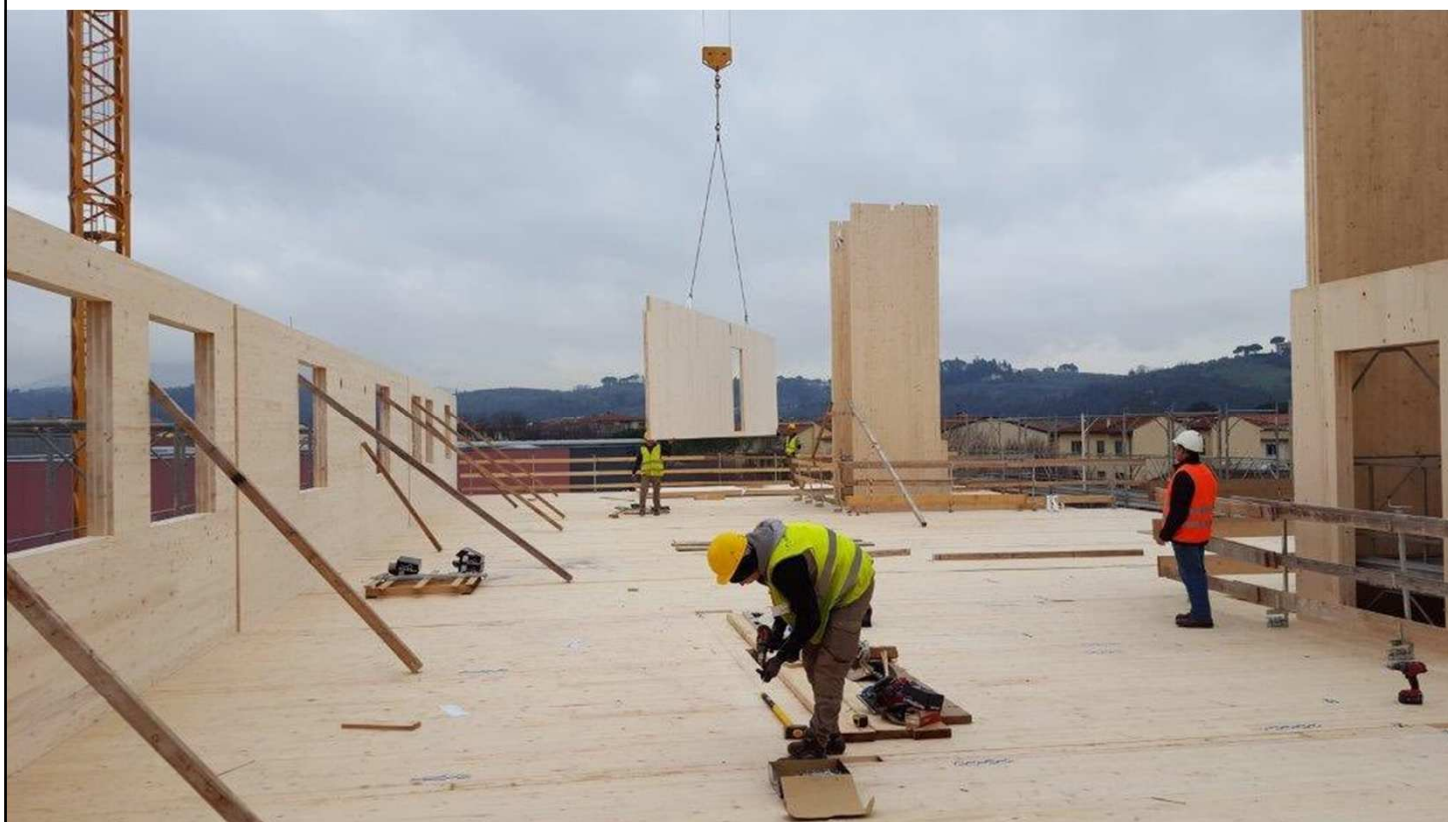
#### PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE

Indice di riferimento  $96,33 \text{ kWh/m}^2\text{ anno}$



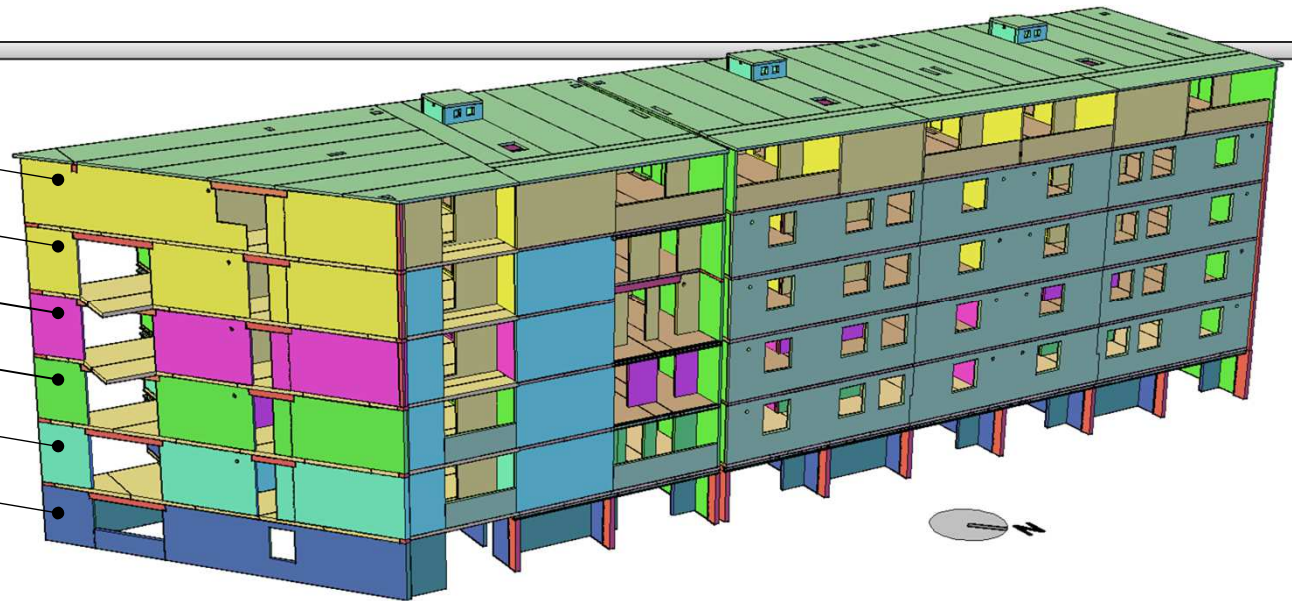
## LE STRUTTURE DI LEGNO

Tutte le strutture sono fatte in XLam, compresi vani scala e vani ascensore, con un limitato utilizzo di travi in lamellare e profilati in acciaio per fornire appoggi intermedi ai pannelli del solaio.



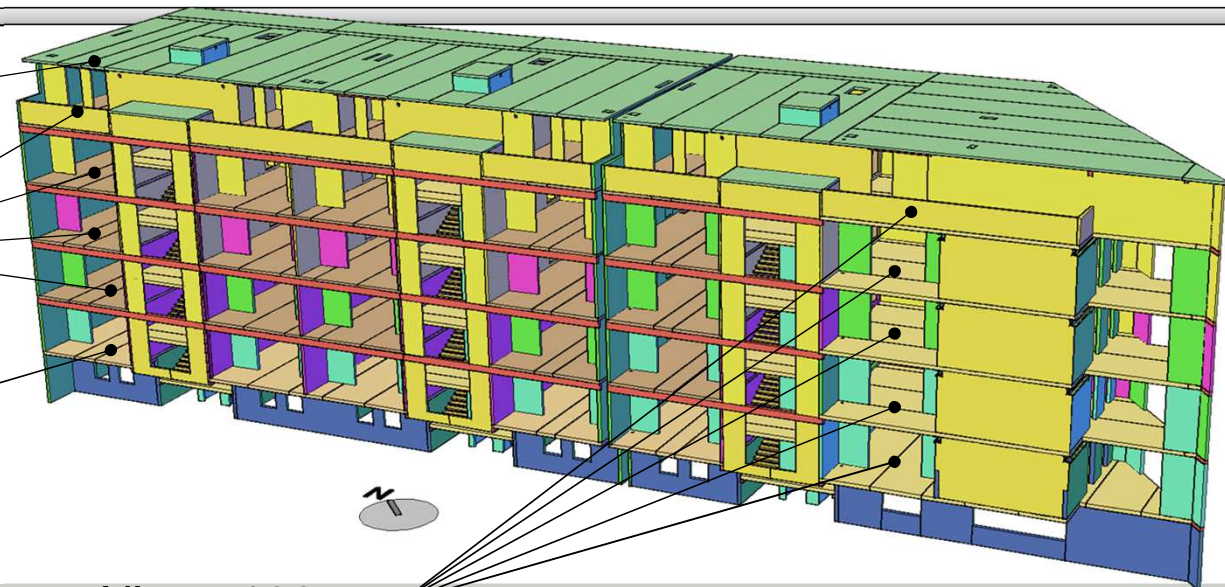
## PARETI XLAM

- XLam 100 5s
- XLam 100 5s
- XLam 120 5s
- XLam 140 5s
- XLam 160 5s
- XLam 180 5s



## SOLAI XLAM

- XLam 120 3s
- XLam 140 5s
- XLam 160 5s



XLam 180 5s

## PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA ANTINCENDIO

D.M. 16 maggio 1987, n. 246 (G.U. n. 148 del 27 giugno 1987)

### NORME DI SICUREZZA ANTINCENDI PER GLI EDIFICI DI CIVILE ABITAZIONE

#### 2.0. CLASSIFICAZIONE

Gli edifici i cui al punto 1 vengono classificati in funzione della loro altezza antincendi secondo quanto indicato nella tabella A.

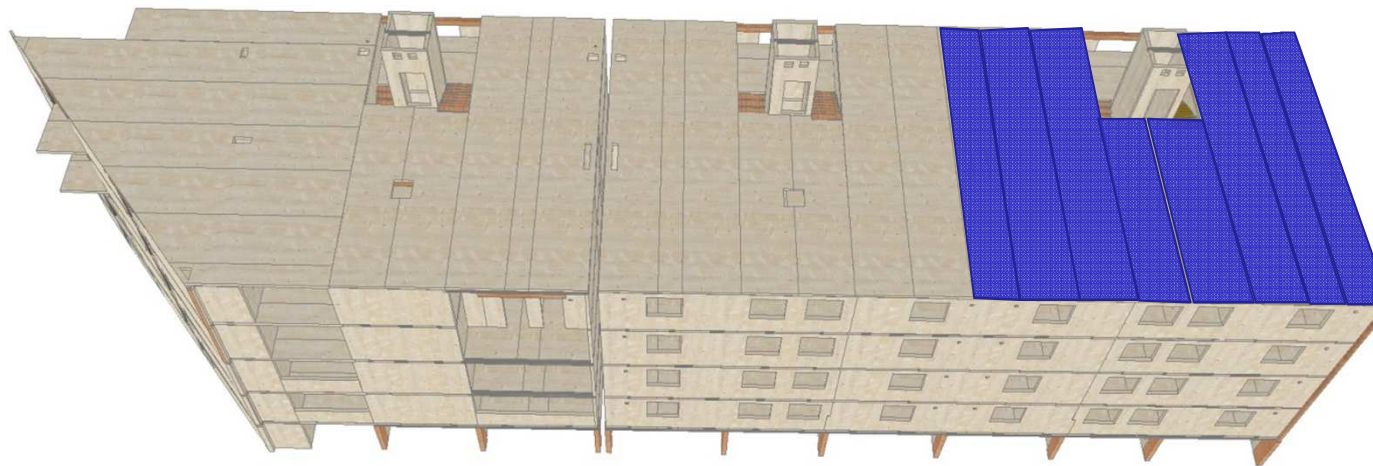
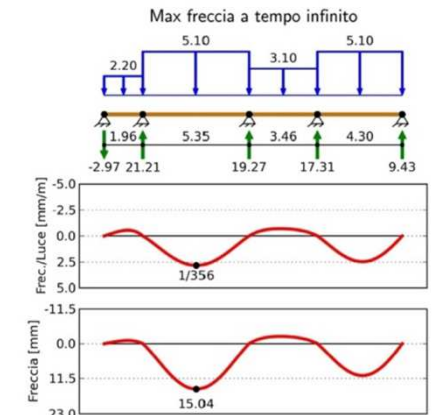
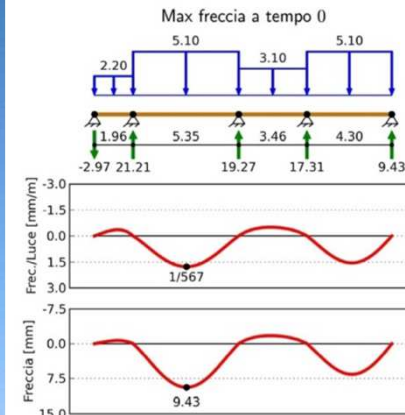
TABELLA A

Tipo di edificio	Altezza antincendi	Massima superficie del compartimento (m <sup>2</sup> )	Massima superficie di competenza di ogni scala per piano	Tipo dei vani scala e di almeno un vano ascensore	Caratteristiche REI dei vani scala e ascensore, filtri, porte, elementi di suddivisione tra i compartimenti
a	da 12 m a 24 m	8.000	500	Nessuna prescrizione	60 (**)
			500	Almeno protetto se non sono osservati i requisiti del punto 2.2.1	60
			550	Almeno a prova di fumo interno	60
			600	A prova di fumo	60
b	da oltre 24 m a 32 m	6.000	500	Nessuna prescrizione	60 (**)
			500	Almeno a prova di fumo interno se non sono osservati i requisiti del punto 2.2.1	60
			550	Almeno a prova di fumo interno	60
c	da oltre 32 m a 54 m	5.000	600	A prova di fumo	60
			500	Almeno a prova di fumo interno	90
d	da oltre 54 m a 80 m	4.000	500	Almeno a prova di fumo interno con filtro avente camino di ventilazione di sezione non inferiore a 0,36 m <sup>2</sup>	90
e	oltre 80 m	2.000	350 (*)	Almeno a prova di fumo interno con filtro avente camino di ventilazione di sezione non inferiore a 0,36 m <sup>2</sup>	120

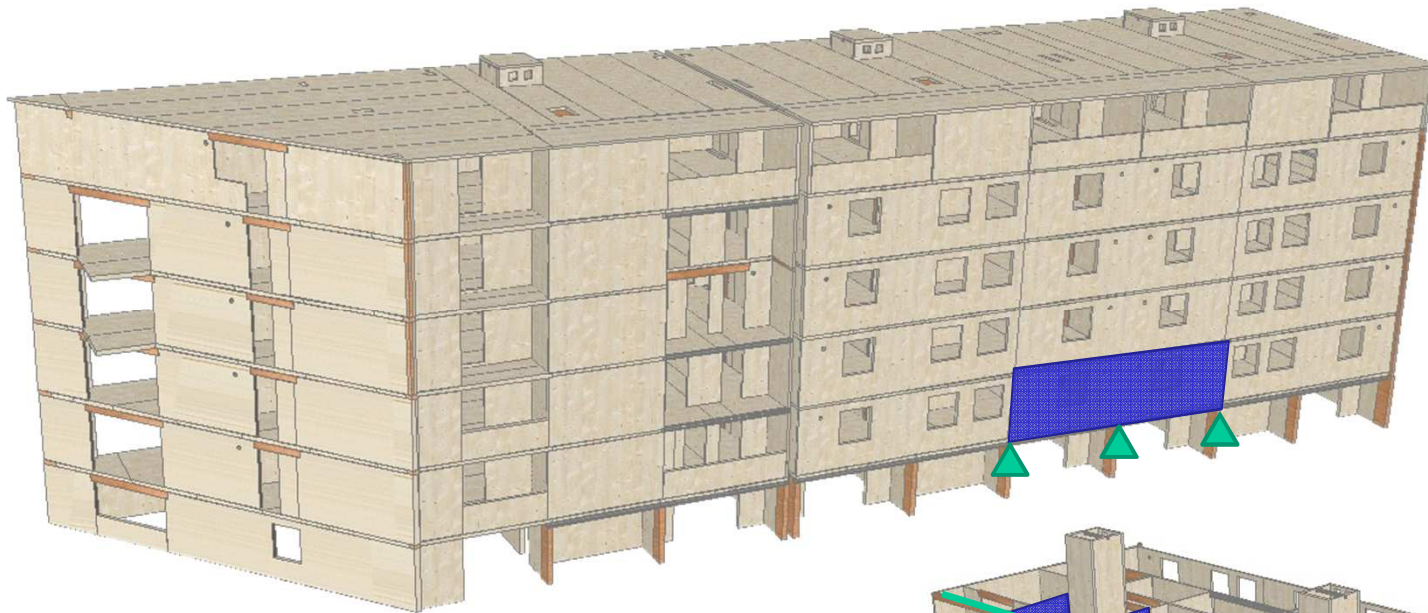
(\*) Con un minimo di 2 scale per ogni edificio. Sulla copertura dell'edificio deve essere prevista un'area per l'atterraggio e il decollo degli elicotteri di soccorso raggiungibile da ogni scala.

(\*\*) Solo per gli elementi di suddivisione tra i compartimenti.

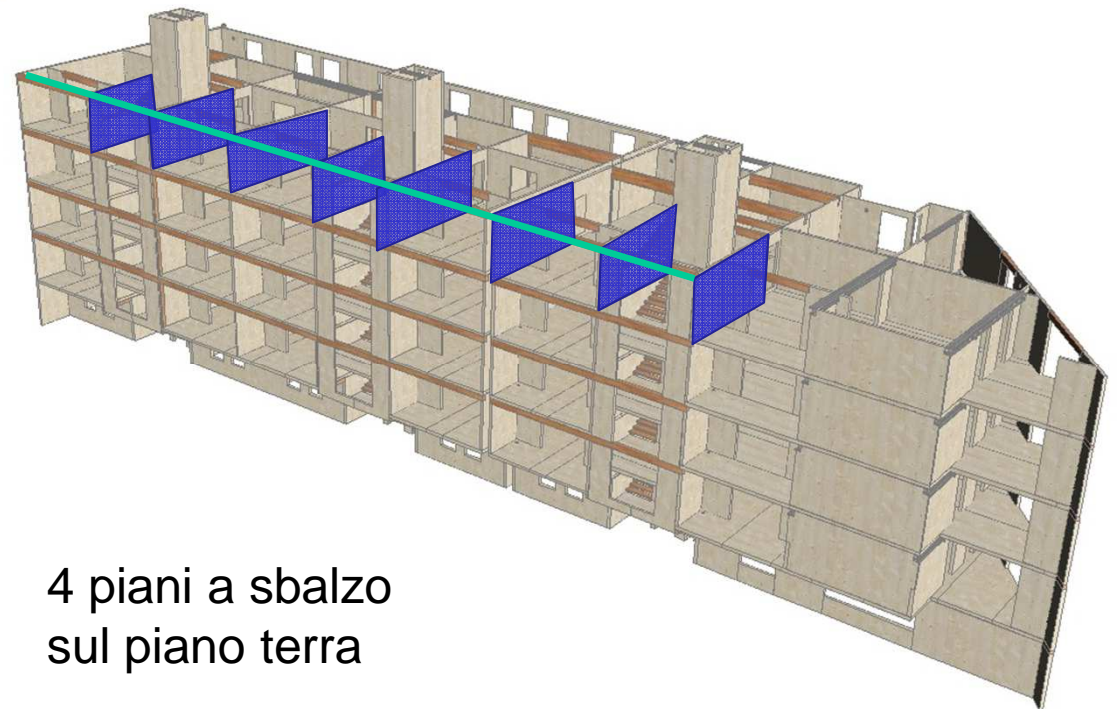
## Pannelli solaio larghi 2.4m e lunghi 15m





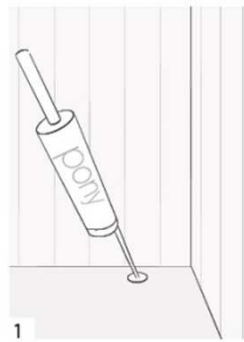


5 piani in falso sul piano terra



4 piani a sbalzo sul piano terra

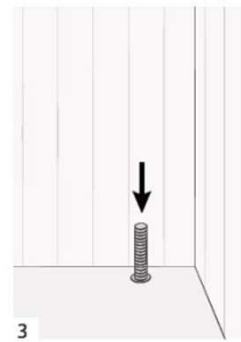




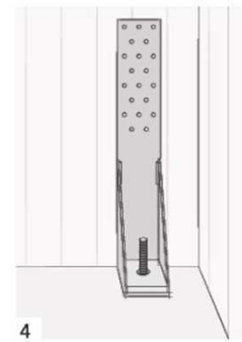
1 Foratura del cemento armato e pulitura del foro



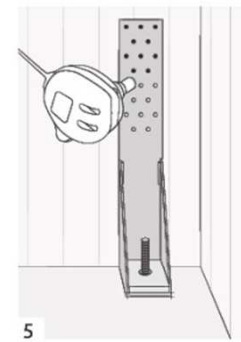
2 Iniezione dell'ancorante chimico nel foro



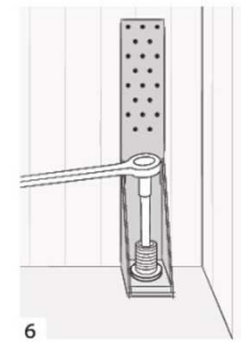
3 Posizionamento della barra filettata



4 Posa in opera dell'angolare WHT (con relativa rondella se prevista)



5 Chiodatura dell'angolare



6 Posizionamento del dado mediante adeguata coppia di serraggio



Sollevamenti massimi calcolati al PT: 600kN

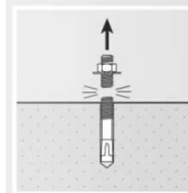
Resistenza max hold-down commerciali: 120kN

(56kN in caso di calcestruzzo fessurato)

## FAILURE MECHANISMS

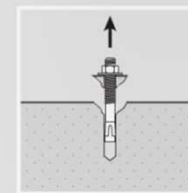
### 1. TENSION

Steel

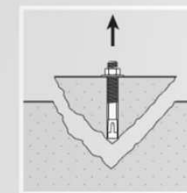


Steel failure

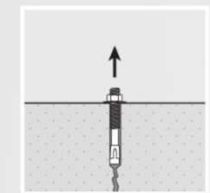
Concrete



Pull-out failure



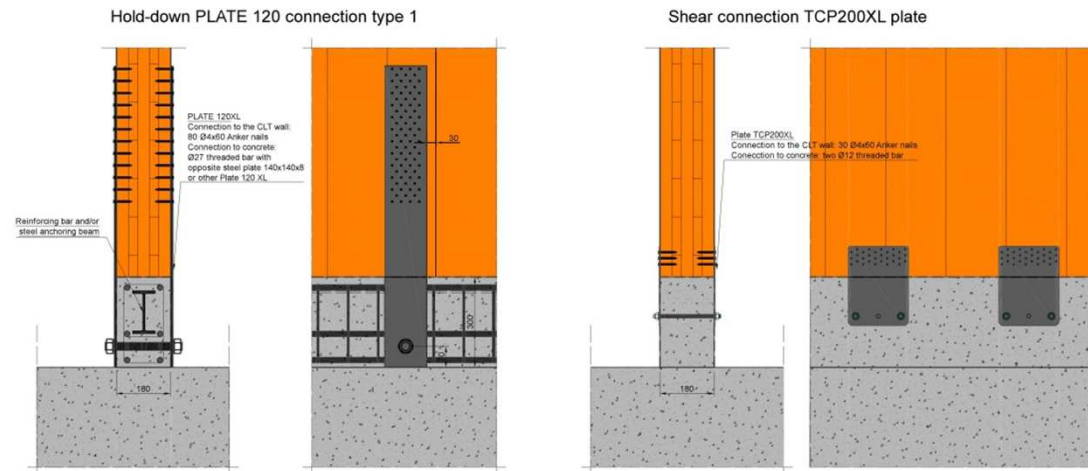
Concrete cone failure



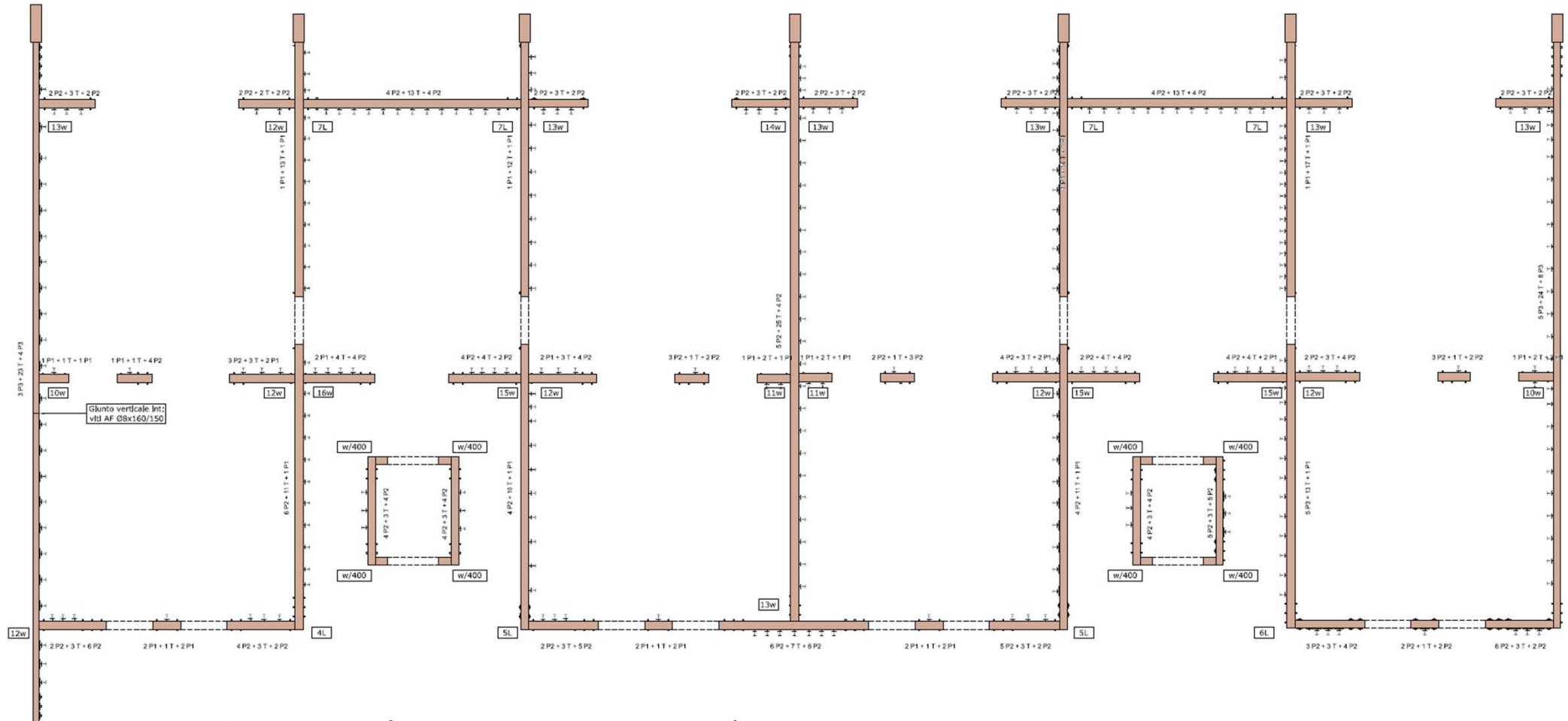
Splitting failure

## Barre inserite prima del getto e piastre su misura di spessore elevato

- ✓ Collegamento simmetrico
- ✓ Nessuna lavorazione aggiuntiva sui pannelli
- ✓ Resistenze elevate
- ✓ Durabilità struttura
- ✓ Tempi di posa



Pianta collegamenti per predisposizione barre di ancoraggio

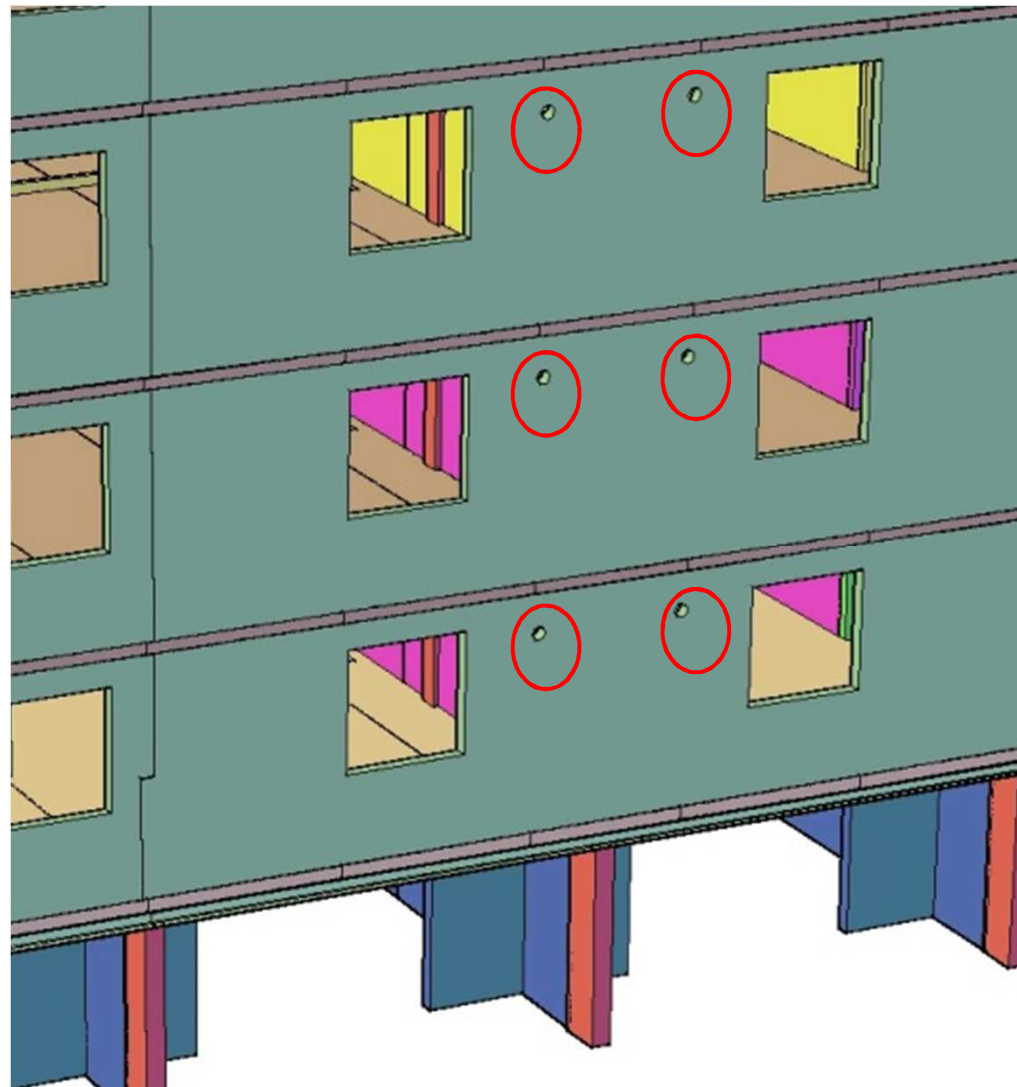
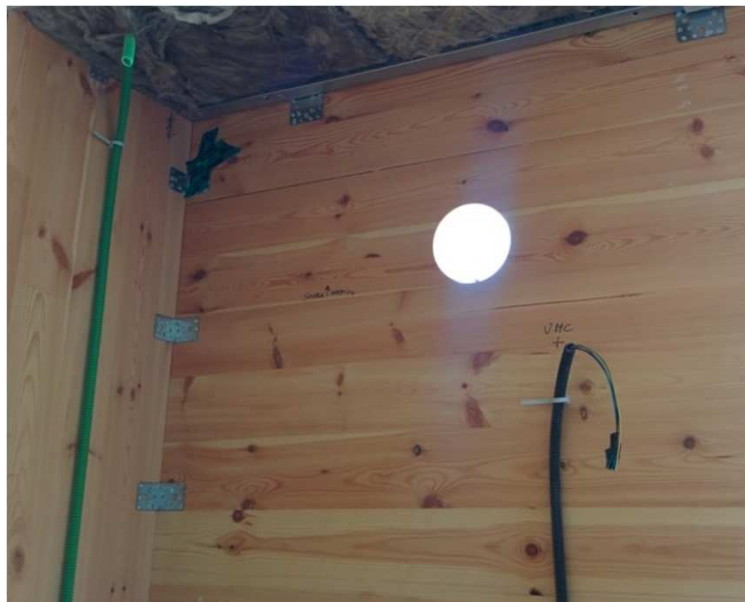


Piastre piano terra (per entrambi i blocchi): 954.

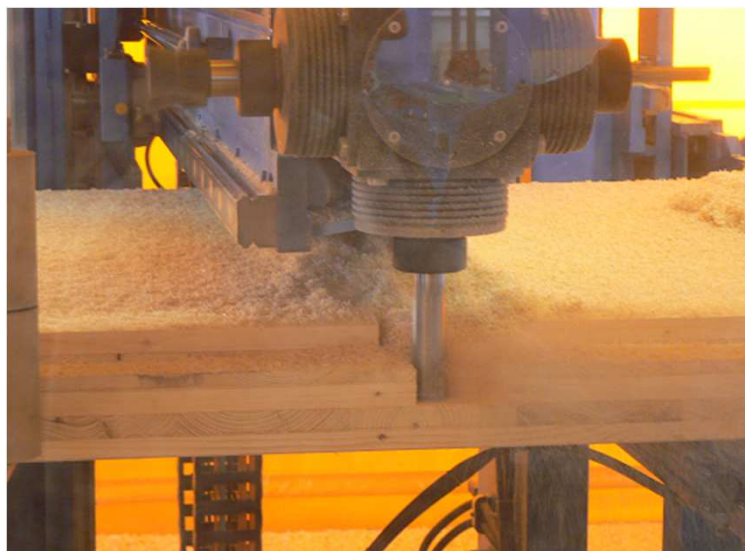
Ipotizzando un risparmio di tempo di 10min a piastra sono:

159ore → circa 20 giorni di lavoro risparmiati.

## Fori per impianti predisposti già in fase di prefabbricazione dei pannelli XLAM



- ✓ tempi
- ✓ costi
- ✓ qualità

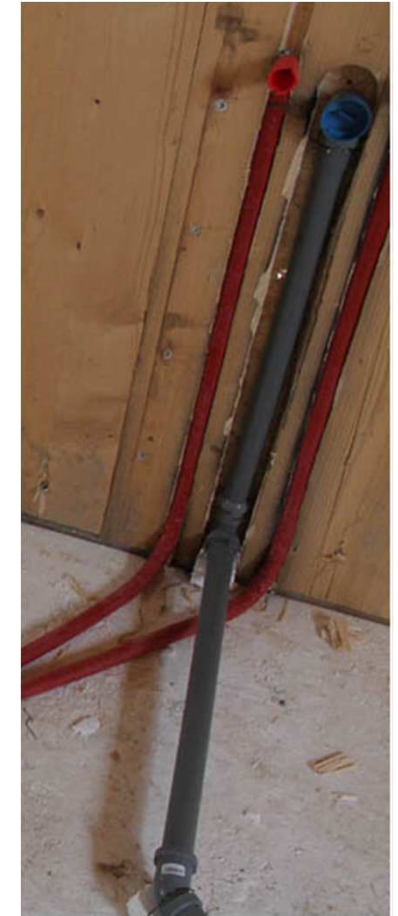
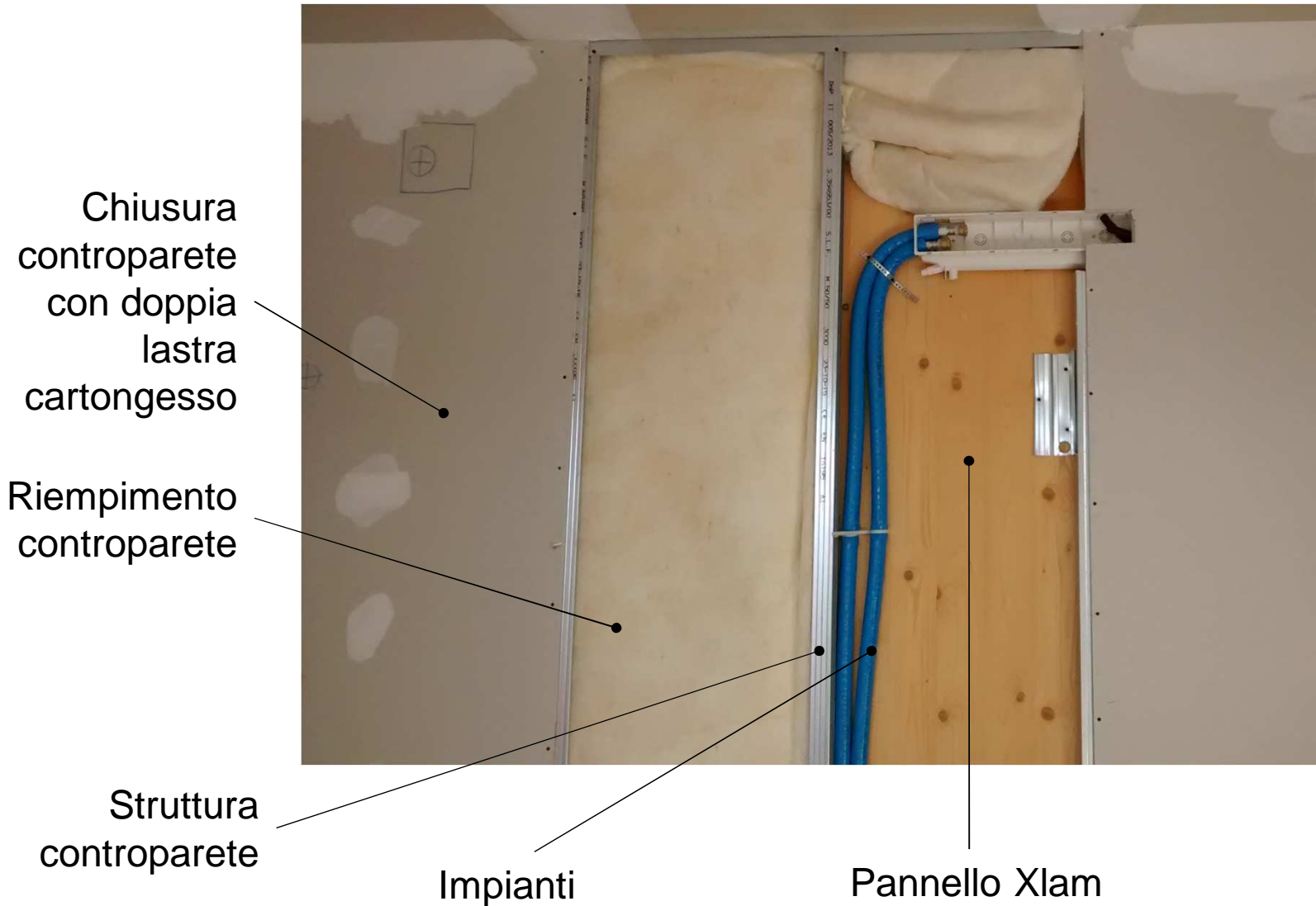


## Fori per impianti predisposti già in fase di prefabbricazione dei pannelli XLAM

- ✓ Concordati con lo strutturista che può così considerarli in fase di calcolo
- ✓ Meglio forometrie parallele all'orditura dei solai, anche se il vantaggio nell'xlam è la presenza di tavole ortogonali

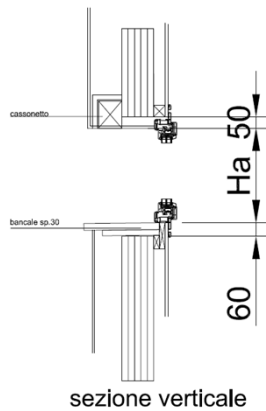
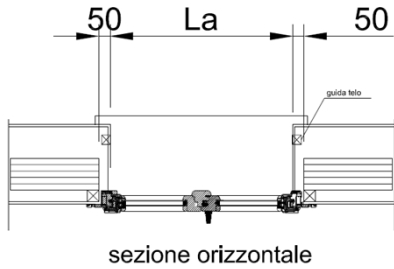


## Passaggi nella controparete evitando di fresare il pannello

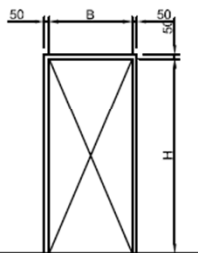


- x Indebolimento struttura
- x Impedite future modifiche

## Importante definire nodo infisso per predisporre foro grezzo sul pannello

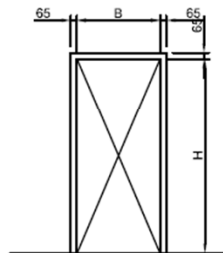


PORTE INTERNE



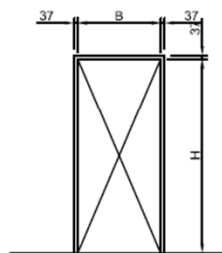
A

PORTE BLINDATE



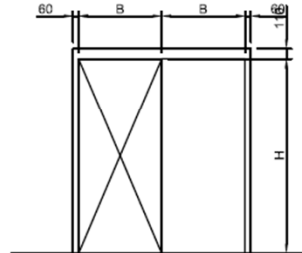
B

PORTE REI / MULTIUSO



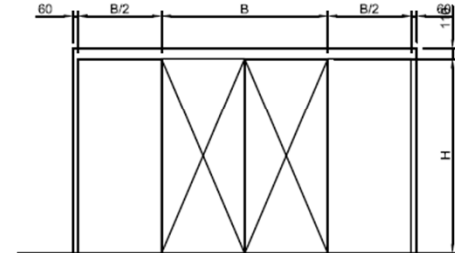
C

PORTA SCORREVOLE \_ ANTA SINGOLA



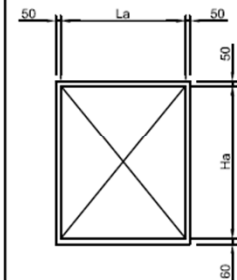
D

PORTA SCORREVOLE \_ ANTA DOPPIA



E

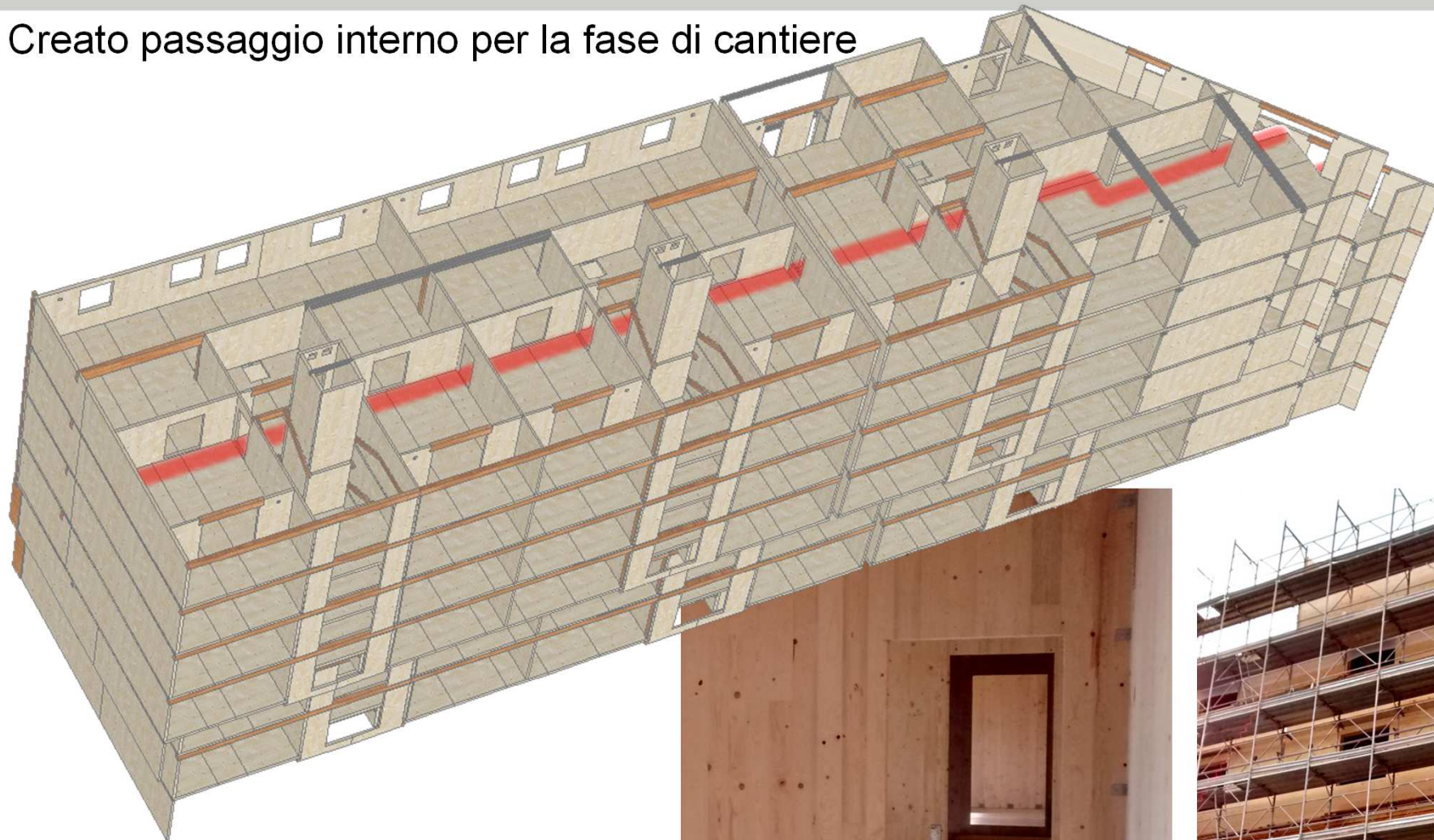
INFISSI CON E SENZA OSCURANTE (TENDA A RULLO)



F

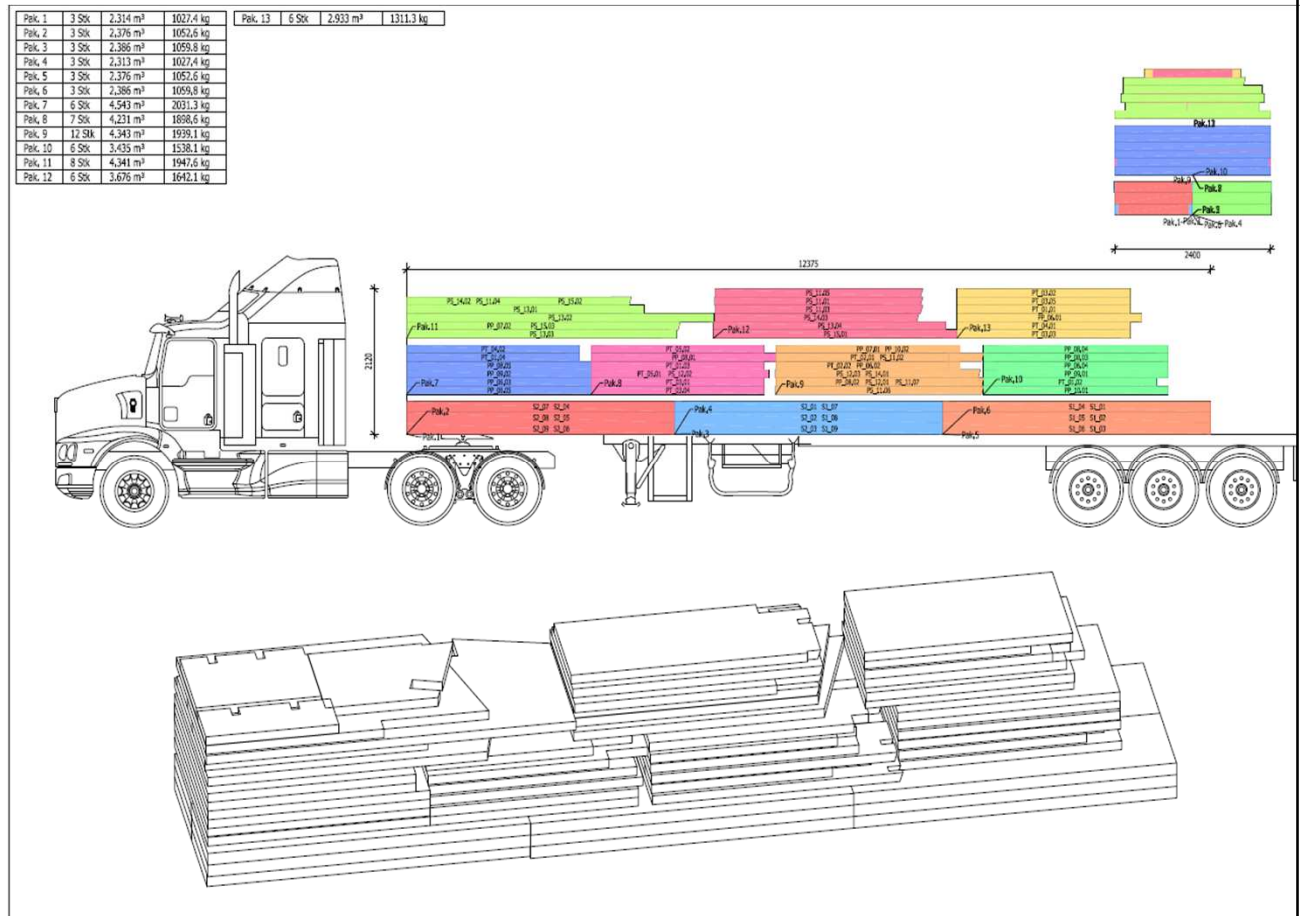
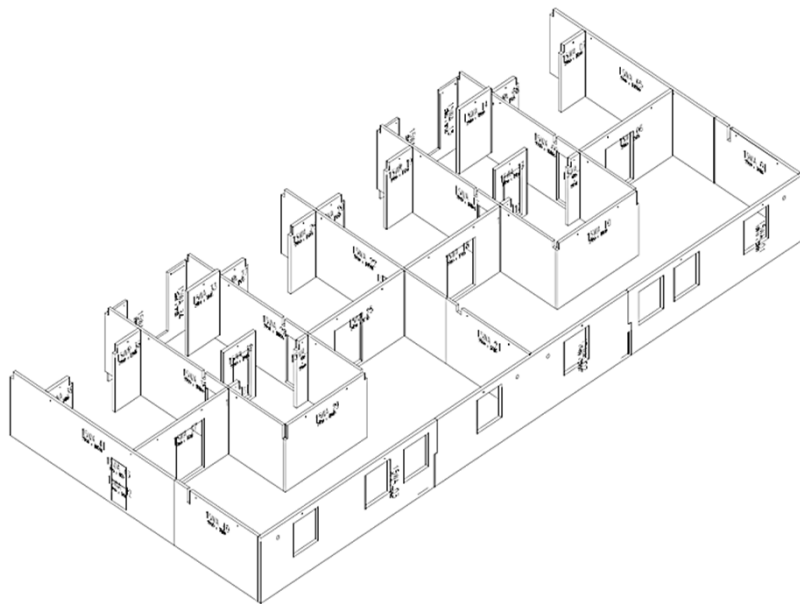


Creato passaggio interno per la fase di cantiere



Tutto il montaggio è stato deciso a monte con il fornitore al quale sono state comunicate le date per gli scarichi, i pezzi da caricare e l'ordine di carico dei pezzi in modo da evitare lo stoccaggio in cantiere.

In questo modo inoltre si velocizzano molto le operazioni, arrivando a montare circa 150 mc di XLam la settimana





**2.500 mc di Xlam  
(728 pannelli)**



**40 mc di Lamellare di abete**



**9.250kg di Acciaio**

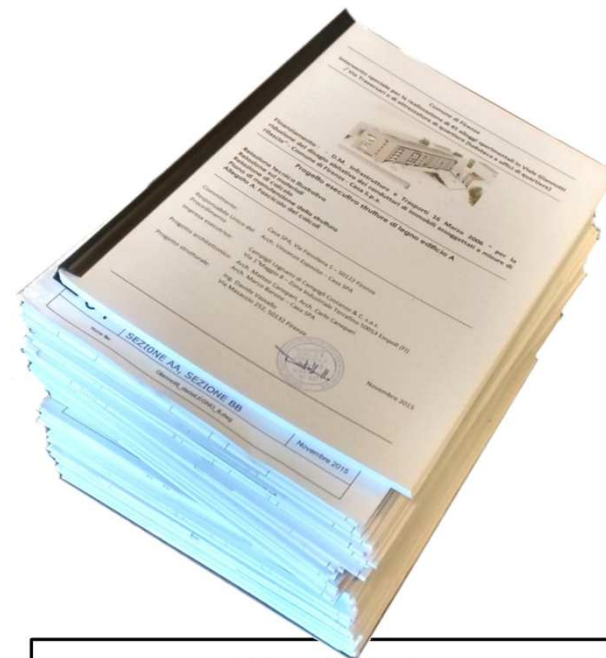


**52 autotreni di Xlam: in media 1  
autotreno al giorno**



**400.000 chiodi**

**130.000 viti**



**15kg di Carta**

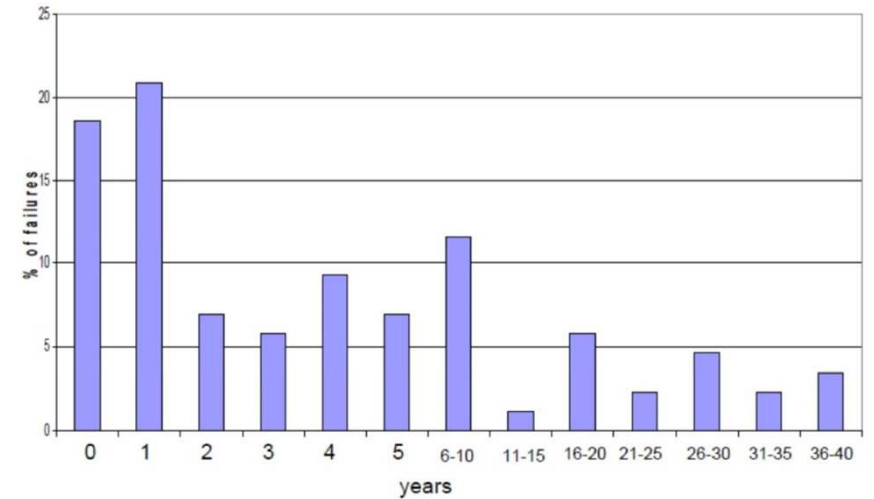
Il montaggio della struttura in legno è iniziato il 14 Dicembre 2015 ed è terminato il 29 Aprile 2016, per un totale di 71 giorni lavorativi effettivi





### MONITORAGGIO IN CONTINUO DELL'UMIDITA' DELLE STRUTTURE DI LEGNO

Il sistema di monitoraggio, può aiutare nel prevenire fenomeni di degrado, soprattutto nei primi anni della costruzione, ma naturalmente la realizzazione non può prescindere da un corretto approccio sia di tipo architettonico che ingegneristico



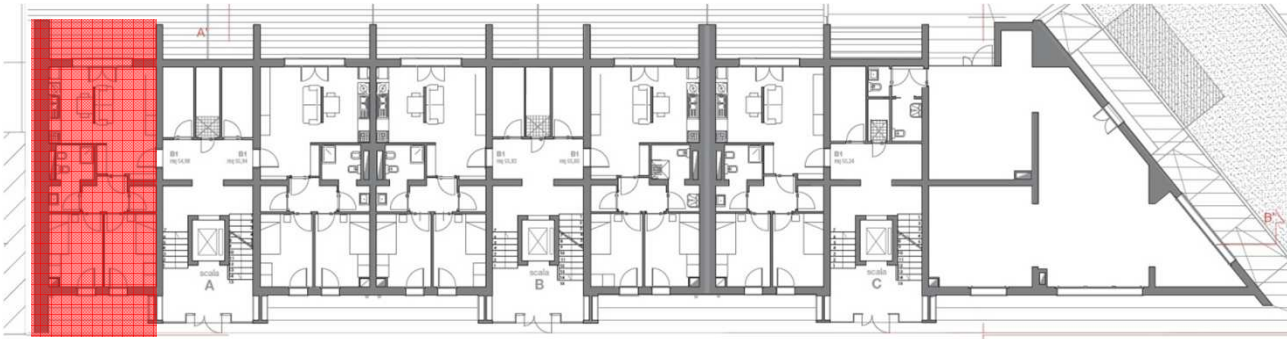
Età della costruzione e distribuzione degli errori in funzione del tempo

### SCHEMA DEL FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO DELL'UMIDITA' DELLE STRUTTURE



PIANTA PT

MONITORAGGIO IN CONTINUO DELL'UMIDITA' DELLE STRUTTURE DI LEGNO



PIANTA PIANO TERZO

