



D8.5 - Final design of the renovation intervention I



Deliverable Information Sheet

Version	1.0
Grant Agreement Number	101079957
Project Acronym	RESKIN
Project Title	Renewable and Environmental-Sustainable Kit for building Integration
Project Call	HORIZON-CL5-2021-D4-02-02
Project Duration	42
Deliverable Number	D8.5
Contractual Delivery Date	31/08/2023
Actual Delivery Date	17/06/2024
Deliverable Title	Final design of the renovation intervention I
Deliverable Type	R
Deliverable Dissemination Level	PU
Work Package	8
Lead Partner	ZH
Authors	A. Miglioli, L. Maestri, F. De Francesco
Contributing Partners	POLIMI
Reviewers	C. Del Pero, F. Leonforte

History of changes

Version	Date	Comments	Main Authors
0.1	08/04/2024	First draft, establishing document structure	A. Miglioli, L. Maestri, F. De Francesco
0.2	10/06/2024	First version, incorporating input from all participants	L. Maestri, F. De Francesco
0.3	13/06/2024	Quality review	C. Del Pero, F. Leonforte
1.0	17/06/2024	Final version addressing all further comments	A. Miglioli, L. Maestri, F. De Francesco

Table of Contents

1. Executive summary	4
2. Introduction	5
3. Appendix 1 – Technical report of the Milan demo case	6

Disclaimer

This document reflects the views of the author(s) and does not necessarily reflect the views or policy of the European Commission. Whilst efforts have been made to ensure the accuracy and completeness of this document, the European Commission is not responsible for any use that may be made of the information it contains nor for any errors or omissions, however caused. This document is produced under Creative Commons Attribution 4.0 International License

1. Executive summary

The present document contains the first design documentation of the renovation intervention related to the Milan Demo case; more in detail, it includes a report and drawings according to the following list:

- 1) Description of the retrofit intervention and of the main components to be installed;
- 2) Architectural Drawings;
- 3) Mechanical Drawings;
- 4) Electrical Drawings.

NOTE: Since the design documents have a legal value for the Italian law (they will be used for the permitting activities related to the retrofit intervention), they are written in Italian and prepared according to what is prescribed by the Italian regulation.

2. Introduction

The following Appendix includes preliminary information for the development and the implementation of the building energy renovation of the first demo case located Via Amantea, Milan (Italy) and which is part of the European project RE-SKIN.

RE-SKIN aims to enhance total energy and environmental efficiency in the building sector, intensively applying at the same time the life cycle sustainability and circular economy principles. At a glance, the project is expected to develop and demonstrate an integrated, multi-technology and low-impact renovation package for energy retrofit and smart upgrade of residential, public and commercial buildings.

The RE-SKIN project is founded on some basic assumptions:

- 1) When considering the energy efficiency of a building, it must be related to its entire life-cycle;
- 2) The building must perform its energy features organically;
- 3) In the age of digitalisation, buildings must take full advantage of ICT technologies to optimise their design, performance and management;
- 4) Nowadays, an efficient building must necessarily be a smart building, capable of interacting effectively with external energy systems, such as Smart Grids or Smart Mobility.

Thus, the whole project has been conceived according to a circular economy logic, in order to maximise energy performance while at the same time reducing environmental impacts.

RE-SKIN is a multifunctional toolkit within which tools and subcomponents cooperate organically to achieve high levels of energy efficiency and allow for an effective interface with the Smart Grid. The system is managed by a cloud-based platform, concentrating managing and operational logics that supports decision-making in the planning phase and optimizes energy performance the whole lifecycle.

The application of envelope technologies ensures a reduction of the thermal energy demand, while the application of novel technical systems (PV/T, heat pumps, fan coils, batteries) allow to minimize the final use of non-renewable energy.

The following Appendix includes all necessary information for the development and the implementation of the energy renovation of the first demo case building.

3. Appendix 1 – Technical report of the Milan demo case

In the first document included in the Appendix 1 is the descriptive report, which is divided in two parts: the first one describes the new external skin, including facades, roof and windows, while the second is related to the design of the MEP plants.

The contents of the report are hereafter listed:

- 1) *General description of the Milan demo case;*
- 2) *Overview of the Milan demo case components:*
- 3) *External Skin:*
 - a. *Prefabricated façades system;*
 - b. *Windows retrofit;*
 - c. *BIPVT Roof system;*
- 4) *General description of the solutions and energy design criteria:*
 - i. *Mechanical system;*
 - ii. *Water supply and discharge system;*
 - iii. *Electrical system.*

In addition to the report, all the Architectural and MEP drawings about the existing status and the project status of the Milan demo case are reported.

Comune di Milano (MI)

Intervento di riqualificazione energetica dell'edificio di Via Amantea 5, Milano



Relazione tecnico-illustrativa e di calcolo degli impianti meccanici, idrico-sanitari, elettrici e speciali

Sommario

SOMMARIO	2
PREMESSA	4
1) DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO	5
2) PANORAMICA DEI COMPONENTI DELL'EDIFICIO	7
3) INVOLUCRO EDILIZIO	8
3.1) RIVESTIMENTO MODULARE MULTIFUNZIONALE DELLA FACCIATA	8
3.1.1) <i>Elementi di finitura – Pannelli sandwich</i>	9
3.1.2) <i>Elementi di finitura – Finestre</i>	10
3.1.3) <i>Integrazione degli elementi di utilità – Griglie di ventilazione manuali</i>	13
3.1.4) <i>Pull-out test</i>	14
3.1.5) <i>Layout delle facciate</i>	17
3.2) FINESTRE – APPLICAZIONE PELLICOLE A CONTROLLO SOLARE	19
3.3) COPERTURA BIPVT	21
3.3.1) <i>Ventilazione e recupero del calore</i>	22
3.3.2) <i>Layout dei pannelli fotovoltaici e dei pannelli oscuranti</i>	25
3.4) LAYOUT INVOLUCRO	27
4) DESCRIZIONE GENERALE DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE E DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE ENERGETICA	28
4.1) IMPIANTI MECCANICI (M)	30
4.1.1) <i>Dati di progetto</i>	30
4.1.2) <i>Parametri climatici</i>	30
4.1.3) <i>Vettori energetici</i>	31
4.1.4) <i>Parametri termoigrometrici di riferimento</i>	31
4.1.5) <i>Ventilazione e qualità dell'aria interna</i>	31
4.1.6) <i>Carichi interni sensibili</i>	32
4.1.7) <i>Carichi interni latenti</i>	32
4.1.8) <i>Carichi solari</i>	32
4.1.9) <i>Calcolo dei carichi termici in condizioni di progetto</i>	32
4.1.10) <i>Stato di fatto</i>	33
4.1.11) <i>Centrale tecnologica</i>	35
4.1.12) <i>Circuiti</i>	40
4.1.13) <i>Sistema di distribuzione ed emissione</i>	41
4.2) IMPIANTI IDRICO-SANITARI (IS)	45
4.2.1) <i>Caratteristiche dell'impianto idrico-sanitario</i>	45
4.3) IMPIANTI ELETTRICI (EL)	46
4.3.1) <i>Introduzione</i>	46
4.3.2) <i>Dati di progetto</i>	46
4.3.3) <i>Limiti della progettazione</i>	47
4.3.4) <i>Caratteristiche della fornitura dell'energia elettrica</i>	47
4.3.5) <i>Classificazione ambientale</i>	48
4.3.5.1. <i>Pericolo di esplosione</i>	48
4.3.5.2. <i>Pericolo di incendio</i>	48
4.3.6) <i>Descrizione dell'impianto</i>	48

4.3.6.1.	<i>Potenze elettriche</i>	48
4.3.6.2.	<i>Avanquadro</i>	51
4.3.6.3.	<i>Linea montante</i>	51
4.3.6.4.	<i>Quadro elettrico uscita MIMO DC</i>	52
4.3.6.5.	<i>Quadro elettrico parallelo smart fan coil</i>	53
4.3.6.6.	<i>Impianto luce artificiale ordinaria</i>	53
4.3.6.7.	<i>Illuminazione di emergenza</i>	53
4.3.6.8.	<i>Impianto prese e FM</i>	53
4.3.6.9.	<i>Comando di emergenza</i>	53
4.3.7)	<i>Cavi e condutture</i>	53
4.4)	IMPIANTO FOTOVOLTAICO (FV)	55
4.4.1)	<i>Individuazione dei principali componenti dell'impianto</i>	55
4.4.2)	<i>Moduli fotovoltaici</i>	55
4.4.3)	<i>Dimensionamento dell'impianto fotovoltaico</i>	55
4.4.4)	<i>Stima delle prestazioni energetiche</i>	57
APPENDICE A- NORMATIVA DI RIFERIMENTO		58

PREMESSA

L'intervento di riqualificazione energetica dell'edificio di Via Amantea 5 rappresenta il primo caso studio di un progetto finanziato e supportato dal programma HORIZON EUROPE.

In particolare, il progetto RE-SKIN (Renewable and Environmental-Sustainable Kit for building Integration) mira a migliorare l'efficienza energetica e ambientale degli edifici, applicando i principi della sostenibilità e dell'economia circolare attraverso un pacchetto multi-tecnologico integrato per il retrofit energetico ed un aggiornamento tecnologico dell'intero edificio.

Il progetto RE-SKIN si basa su alcuni presupposti fondamentali:

1. l'efficienza energetica di un edificio deve essere correlata al suo intero ciclo di vita;
2. l'edificio deve adempiere alle sue caratteristiche energetiche in modo organico;
3. nell'era della digitalizzazione, gli edifici devono sfruttare appieno le tecnologie ICT per ottimizzarne la progettazione, le prestazioni e la gestione;
4. al giorno d'oggi, un edificio efficiente deve necessariamente essere un edificio *Smart*, capace di interagire efficacemente con sistemi energetici esterni, come le *Smart Grid* o la *Smart Mobility*.

L'intero progetto è stato quindi concepito secondo una logica di economia circolare, al fine di massimizzare le prestazioni energetiche riducendo allo stesso tempo gli impatti ambientali.

1) DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

L'edificio è ubicato nella zona ovest di Milano, all'interno del quartiere 'Baggio', a circa 7,5 km dal centro della città. Il quartiere è principalmente residenziale. Il fabbricato è un edificio a pianta rettangolare di circa 21 x 8 m, composto da 2 piani (piano terra e primo piano - circa 340 m² in totale) ed orientato approssimativamente lungo l'asse nord-sud. Le pareti perimetrali sono costituite da blocchi in laterizio intonacate senza isolante, le finestre in PVC con doppio vetro e la copertura a falda singola inclinata verso est. Inoltre, ad est è presente un elemento supplementare dell'edificio che contiene la scala per collegare i 2 piani. L'altezza varia da 8,3 m sulla facciata ovest, a 6,8 m sulla facciata est.



Figura 1 – Vista Sud-Ovest dell'edificio caso studio di Milano

Gli impianti di riscaldamento e di produzione dell'acqua calda sanitaria per il piano terra e il primo piano sono completamente indipendenti l'uno dall'altro. Più nel dettaglio, sono composti da due caldaie a gas separate. La prima, installata nella lavanderia al piano terra, è una caldaia tradizionale con una potenza termica nominale di circa 31 kW. Il primo piano è servito da una seconda caldaia, situata in un locale tecnico in cima alle scale. Si tratta di una caldaia dotata di un serbatoio di accumulo di acqua calda sanitaria di circa 200 litri. Il sottosistema di emissione è composto da radiatori in acciaio tubolare con doppie o triple colonne, con altezze e numeri di elementi variabili.



Figura 2 – Planimetria piano terra - Stato di Fatto

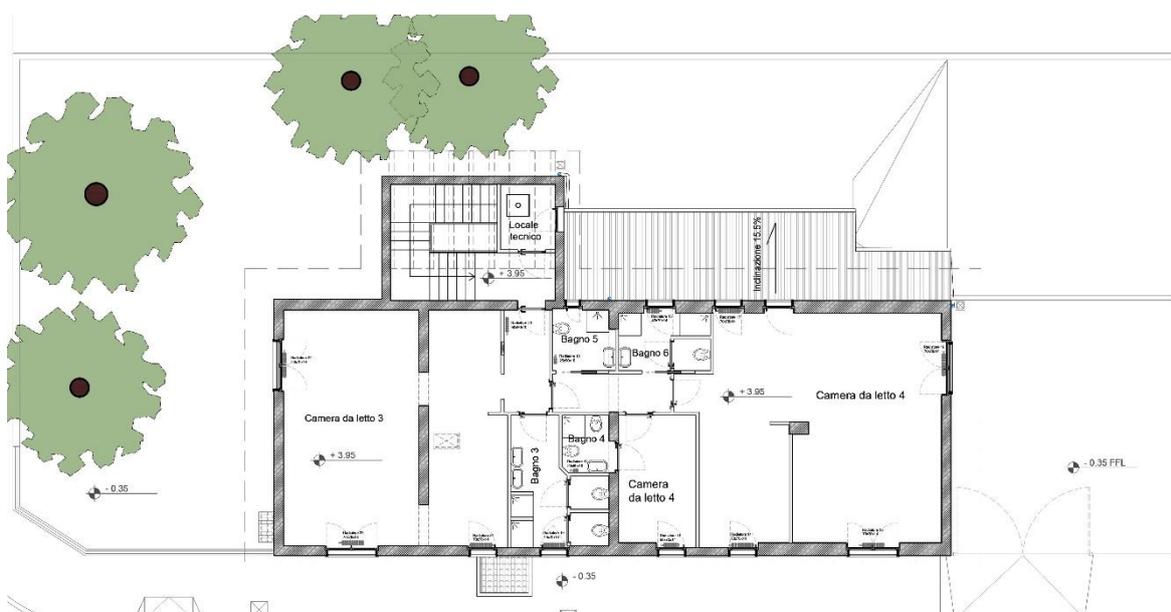


Figura 3 – Planimetria piano primo - Stato di Fatto

Per ulteriori dettagli sull'edificio descritto, si faccia riferimento alla:
Deliverable D8.1 - Energy audits and surveys I.

2) PANORAMICA DEI COMPONENTI DELL'EDIFICIO

RE-SKIN è un kit multifunzionale nell'ambito del quale diversi componenti cooperano organicamente per raggiungere elevati livelli di efficienza e risparmio energetico. Il sistema è gestito da una piattaforma online che concentra logiche gestionali e operative per supportare la pianificazione ed ottimizzare le prestazioni energetiche per l'intero ciclo di vita dell'edificio. Nel dettaglio, il nuovo involucro sarà costituito da pannelli sandwich isolanti prefabbricati e da una nuova copertura in sovrapposizione dell'esistente. Gli infissi saranno invece riqualificati mediante l'aggiunta di film in grado di incrementarne le prestazioni. L'applicazione dei componenti impiantistici, quali fotovoltaico, pompa di calore, fan coil, unità di accumulo, assicurano poi un'elevata efficienza energetica ed un utilizzo quasi esclusivo di fonti di energia rinnovabile.

Il presente report contiene le informazioni per l'installazione dei diversi componenti sul caso studio di Milano.

Nel dettaglio, i principali componenti utilizzati vengono elencati di seguito.

- 1) Involucro:
 - a. facciata prefabbricata multifunzionale con pannelli autoportanti e isolante poliuretano di origine biologica (bio-PUR);
 - b. pellicole a controllo solare sulle superfici vetrate;
 - c. tetto BIPVT, con moduli fotovoltaici rigenerati, profili in alluminio riciclato, pannelli di completamento in acciaio sostenibile e isolante poliuretano di origine biologica (bio-PUR).

- 2) Impianti:
 - a. convertitore di potenza multi-Input/multi-Output (MIMO) per ottimizzare l'interconnessione tra generazione, stoccaggio, gestione e carichi elettrici;
 - b. pompa di calore DC modulante aria-acqua;
 - c. pacco batterie per lo stoccaggio dell'elettricità fotovoltaica e la gestione del picco, realizzato con batterie riciclate da veicoli elettrici;
 - d. smart DC Fan-coil per il riscaldamento e raffreddamento a sostituzione dei radiatori esistenti e alimentati idronicamente dai tubi di riscaldamento esistenti;
 - e. piattaforma cloud con funzioni DSS (Decision Support System) e BEMS (Building Energy Management System)
 - f. punto di ricarica per veicoli elettrici.

Nelle seguenti sezioni verranno fornite una breve descrizione di ciascun componente utilizzato per il caso studio di Milano ed i relativi criteri di installazione.

3) INVOLUCRO EDILIZIO

Questo capitolo descrive l'intervento che verrà realizzato per l'involucro esterno (facciate e tetto).

3.1) Rivestimento modulare multifunzionale della facciata

Il rivestimento modulare multifunzionale della facciata è composto da pannelli sandwich prefabbricati isolati, di dimensioni standardizzate, uniti grazie ad un sistema a incastro che garantisce la tenuta all'acqua e la modularità per adattarsi alle diverse geometrie degli edifici. Si tratta di un sistema autoportante composto principalmente da pannelli sandwich e una sottostruttura, progettato per migliorare le prestazioni energetiche e ridurre l'impatto ambientale.

La configurazione e stratigrafia delle facciate per il caso studio di Milano è la seguente:

- 1) parete esistente in laterizio con finitura in intonaco interno ed esterno;
- 2) struttura principale dei pannelli sandwich ancorata alla muratura esistente;
- 3) intercapedine d'aria di 5 cm;
- 4) pannelli sandwich di 10 cm;

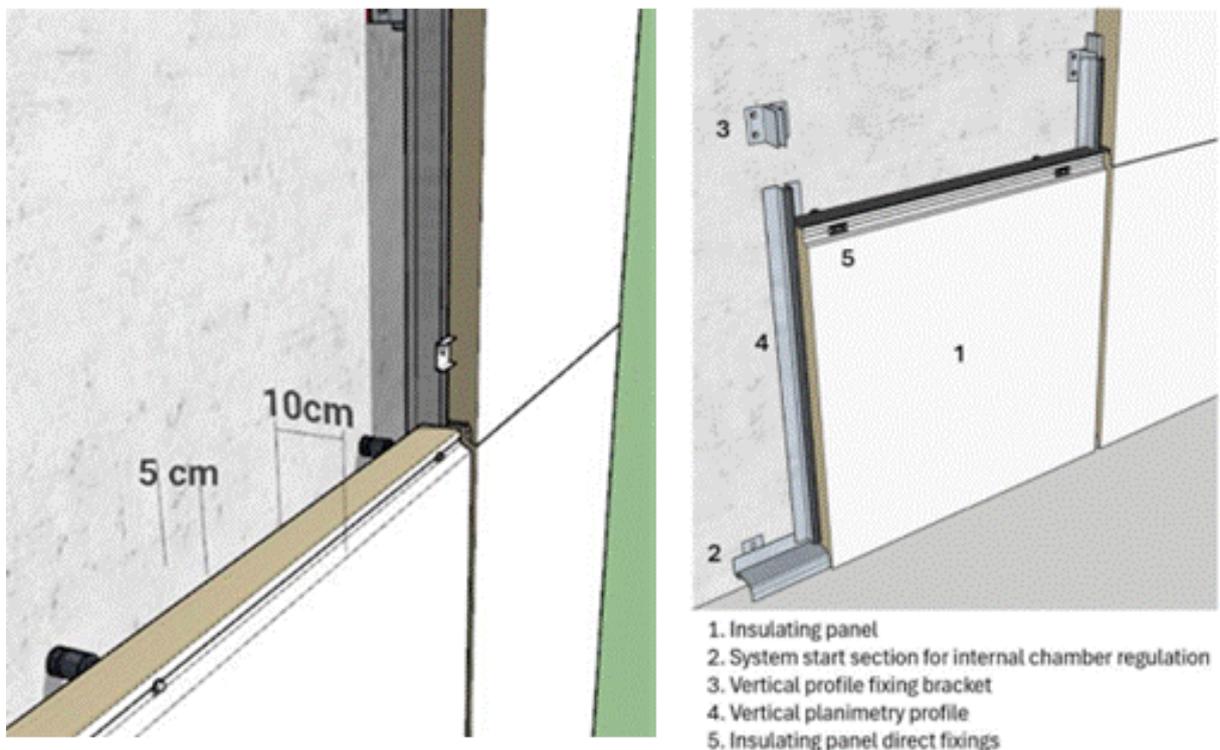


Figura 4 – Elementi che compongono il sistema di rivestimento della facciata

3.1.1) Elementi di finitura – Pannelli sandwich

I pannelli sandwich utilizzati per l’involucro edilizio sono composti da uno strato esterno in acciaio riciclato “Greencoat” di SSAB, un isolante in schiuma poliuretanicca di origine biologica (bio-PUR), ed un secondo strato in acciaio. La schiuma isolante è composta da poliuretano biologico sviluppata da INDRES con un valore di conducibilità termica (W/mK) di 0,022. Lo spessore dei pannelli sandwich utilizzati è di 100 mm.

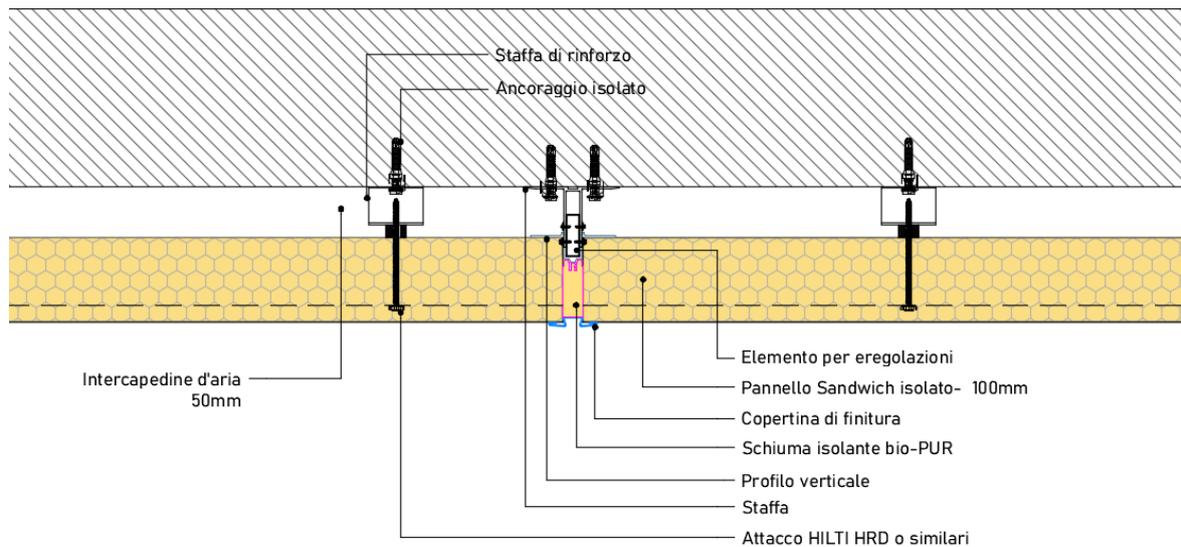


Figura 5 – Dettaglio della connessione del pannello verticale con intercapedine d’aria

I prospetti sono stati studiati per enfatizzare la posizione e l’irregolarità delle finestre esistenti e minimizzare le dimensioni dei pannelli e dei pezzi speciali. La larghezza del pannello è stata standardizzata e pari a 1000 mm (per allinearsi alla larghezza standard della bobina di acciaio), mentre la lunghezza può essere regolata in base alle esigenze del progetto in un intervallo da 300 a 4000 mm.

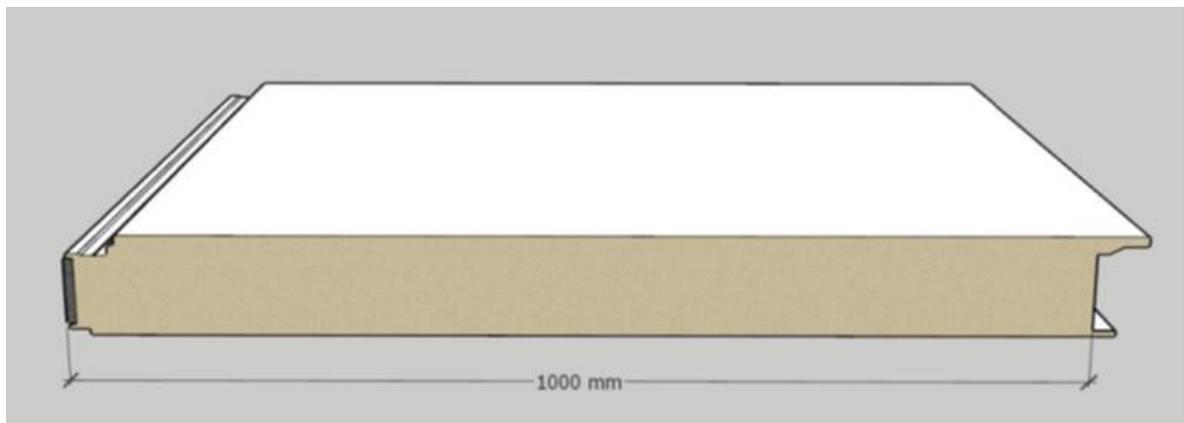


Figura 6 – Rappresentazione del pannello sandwich per le facciate con schiuma bio-PUR e lamiera metallica Greencoat

3.1.2) Elementi di finitura – Finestre

Le finestre esistenti sono state sostituite con serramenti con telaio in PVC e vetrocamera durante una recente ristrutturazione. Per questo motivo, non verranno sostituite o ripristinate ma verranno applicate delle specifiche pellicole selettive per diminuire i carichi estivi. Per ottenere l'allineamento verticale delle aperture delle finestre e garantire l'omogeneità tra di esse, i profili della sottostruttura verranno installati adiacenti alle finestre lungo tutta la lunghezza della facciata.

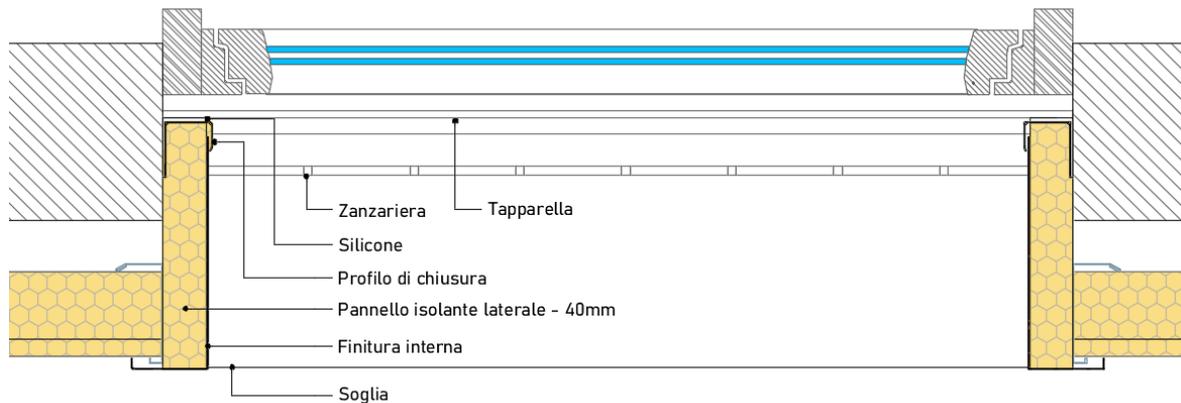


Figura 7 – Dettaglio orizzontale del rivestimento delle finestre

I davanzali, gli stipiti e le soglie delle finestre verranno sigillati utilizzando del silicone e una striscia di gomma lungo la cornice per creare un'intercapedine ermetica. Per isolare gli stipiti, verrà utilizzato il medesimo isolante dei pannelli di facciata (bio-PUR), mentre per le soglie delle finestre verrà utilizzata una schiuma isolante (PUR). Le attuali soglie in pietra e le cornici risultano in cattive condizioni e l'avanzato stato di deterioramento costituisce un rischio per il corretto fissaggio dei nuovi stipiti.



Figura 8 – Soglie e telai esistenti del caso studio

Per questo motivo, è stato deciso di tagliare le attuali soglie e cornici per permettere l'installazione di un isolante da 40 mm in modo da eliminare e risolvere i ponti termici secondo le normative italiane. A causa del telaio in PVC, è fondamentale evitare di coprire i fori di drenaggio nelle finestre con il nuovo isolante. Queste aperture sono cruciali per il corretto funzionamento delle finestre e per garantire un drenaggio efficace.

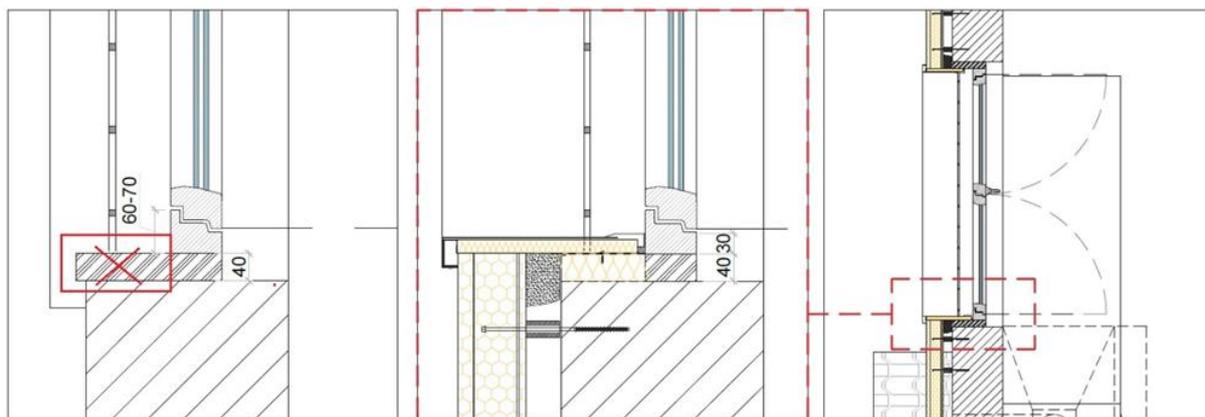


Figura 9 – Sezione di dettaglio orizzontale della finestra – Stato di Fatto e di Progetto

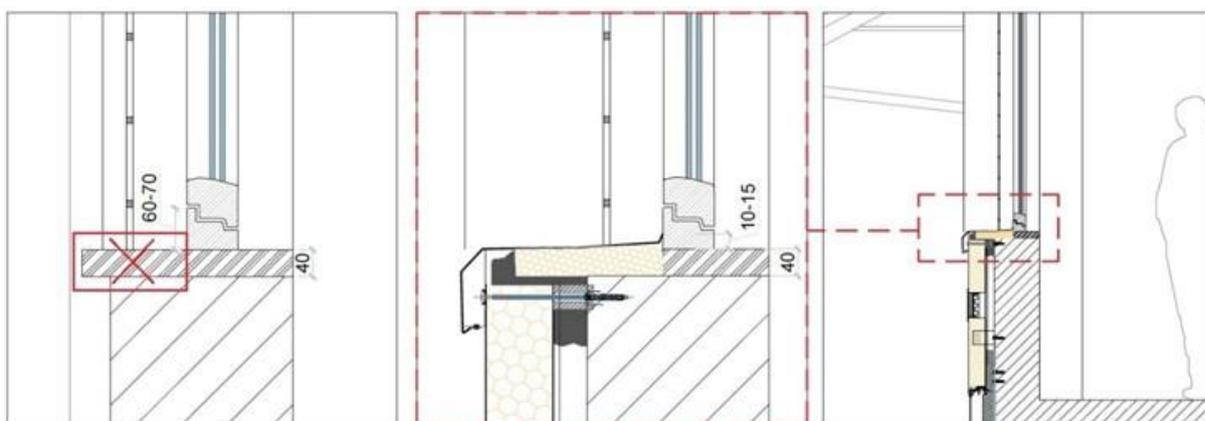


Figura 10 – Sezione di dettaglio verticale della finestra – Stato di Fatto e di Progetto

Le griglie e le zanzariere esistenti al piano terra verranno rimosse per consentire l'installazione dell'isolante ed eliminare i ponti termici. Successivamente, ne verranno installate delle nuove dopo le ristrutturazioni. Al primo piano, tutte le finestre sono dotate di avvolgibili manuali con la guida incassata nel muro. L'isolante e la rispettiva finitura in acciaio si estenderanno fino al binario in modo da consentire l'apertura e chiusura delle stesse senza comprometterne la funzionalità.



Figura 11 – Finestre del primo piano con zanzariera e avvolgibili

3.1.3) *Integrazione degli elementi di utilità – Griglie di ventilazione manuali*

Un elemento aggiuntivo per le facciate consiste nella creazione di un'intercapedine dotata di griglie di ventilazione regolabili con apertura manuale. A seconda delle stagioni, queste potranno essere completamente chiuse (nelle stagioni fredde) o aperte (nelle stagioni calde), in modo da aumentare il potere isolante o garantire la ventilazione interna così da adattare l'edificio alle diverse condizioni climatiche garantendo un elevato comfort.

Le griglie verranno posizionate nella facciata cieca a sud, rispettivamente nella parte bassa ed alta, per un totale di 4 griglie delle dimensioni di 45x75 cm. Inoltre, verranno installate delle termocoppie (18 nell'intercapedine e 2 esterne), ed una stazione meteo in copertura per il monitoraggio del funzionamento della facciata nelle diverse condizioni operative.

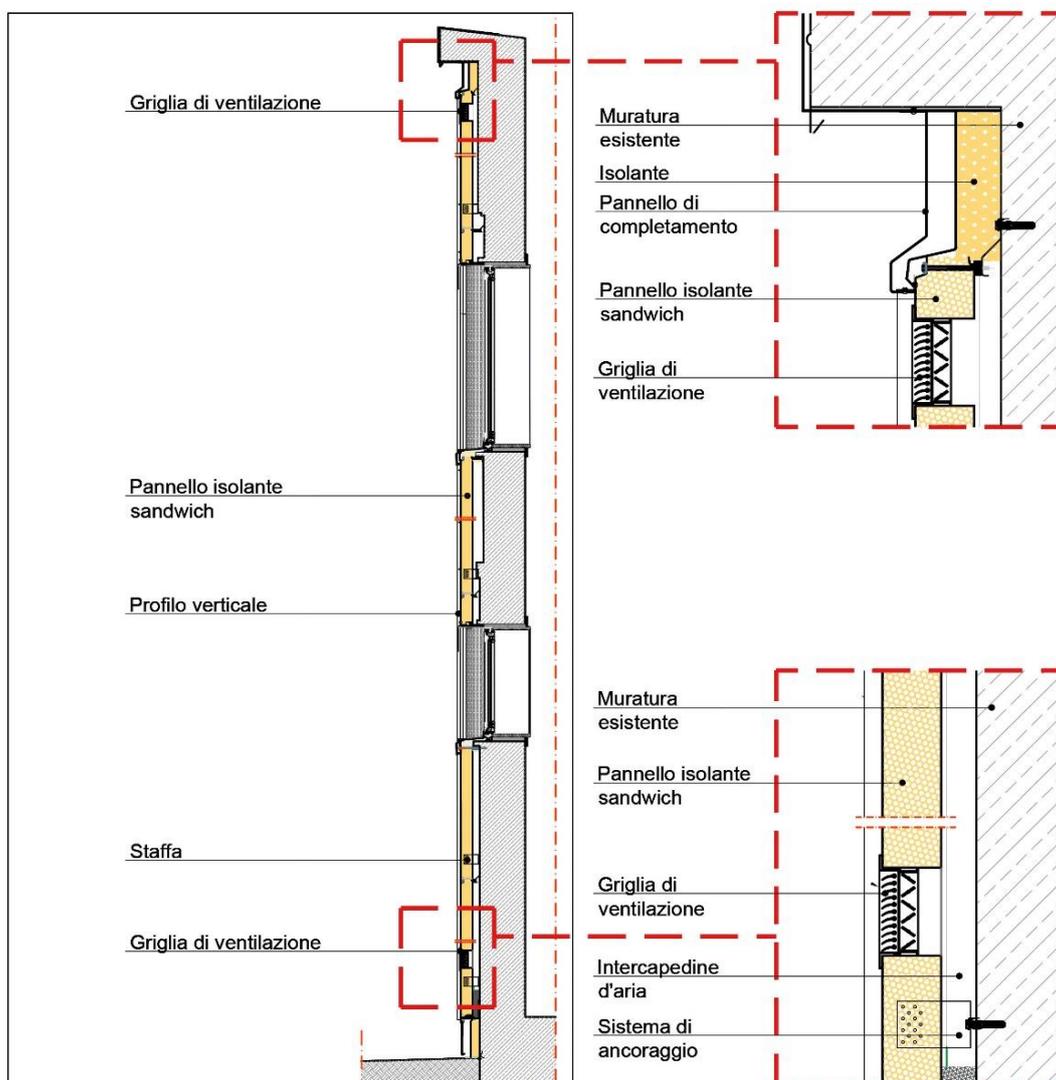
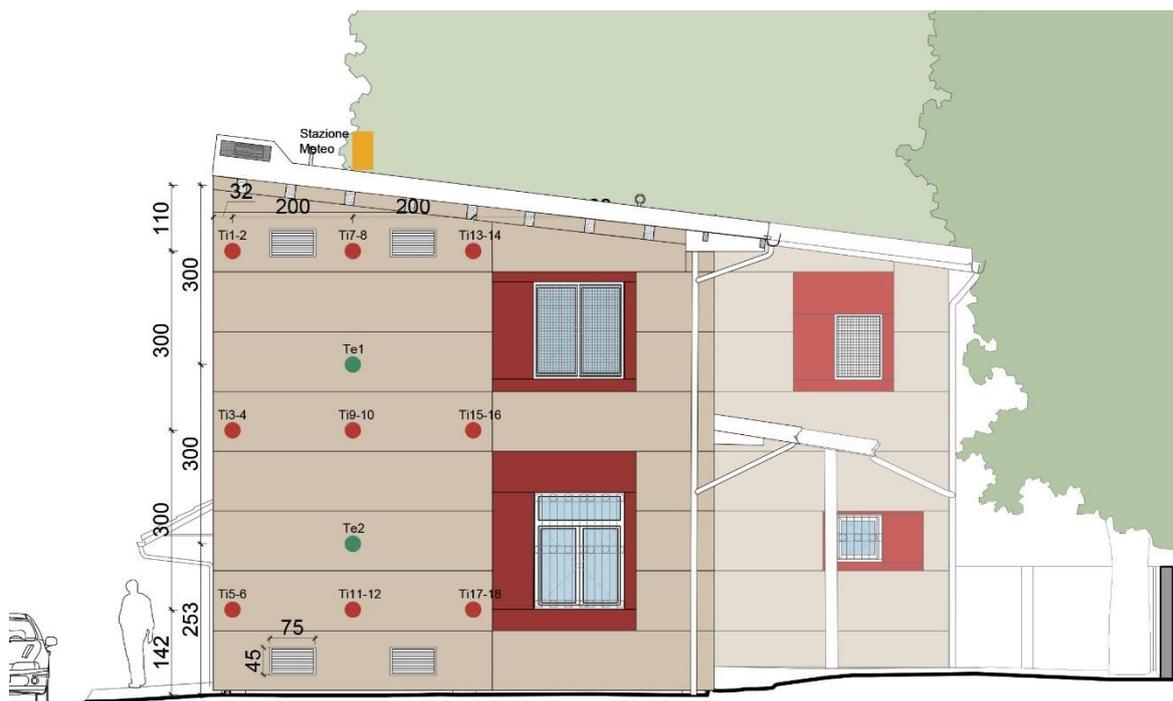


Figura 12 – Progetto preliminare delle griglie di ventilazione sulla facciata



LEGENDA

- Termocoppia Interna
- Termocoppia Esterna
- Stazione Meteo

Figura 13 – Facciata Sud – posizione griglie e termocoppie

3.1.4) Pull-out test

Propedeuticamente all'installazione della nuova facciata è stato eseguito un test dinamometrico (Pull out test) per valutare la resistenza a trazione dei muri e la capacità di carico dei fissaggi. La selezione degli ancoraggi idonei, sia meccanico che chimico, si basa infatti su questo test, i cui risultati sono riportati nelle seguenti figure.

DESCRIZIONE INTERVENTO

Tipo di intervento: Isolamento termico esterno (ETICS) con sistema weber.therm ROBUSTO
Tipo di edificio: Edificio pubblico
Stato dell'edificio: Riqualificazione edificio esistente

Posizioni di prova testate:

Pos. di prova	Cat. ETA	Tipologia di supporto	Note
1	C	Laterizio forato	
2	D	Blocchi in CLS alleggerito	

Tipologie di isolante:

Tipo	Sistema ETICS	Tipo	S [mm]	L [mm]	A [mm]
1	Resina fenolica	RHS	40	1200	600

Figura 16 – Posizione del Pull-out test e tipo di materiale



Figura 17 – Pull-out test

PARAMETRI DI CALCOLO (metodo analitico | risultati relativi al solo pull-out del tassello)

Coefficienti di sicurezza		
Coefficiente di sicurezza per le azioni (γ_F):	1,5	
Coeff. di sicurezza per il pull-out (γ_{M1}):	2	
Pressione del vento		
	Valore di calcolo	Valore di progetto
Pressione vento in facciata ($p_{B,Rk}$):	-0,511 kN/m ²	-0,766 kN/m ²
Pressione vento in zona angolare ($p_{A,Rk}$):	-0,766 kN/m ²	-1,149 kN/m ²

Dati pannello isolante
 Sistema ETICS Resina fenolica | RHS (1200x600 mm)

TASSELLI CONSIGLIATI

In considerazione dei risultati delle prove di trazione, delle rilevazioni effettuate durante il sopralluogo in cantiere, e del tipo di intervento previsto, suggeriamo, per ciascuna posizione di prova, i seguenti tasselli:

Posizione di prova 1

Tipo di muratura:	Laterizio forato	Spessore isolante:	50 mm
Categoria ETA:	C	Spessore collante:	0 mm
		Spessore intonaco:	20 mm
		Altri spessori:	5 mm
		TOTALE DA FISSARE:	75 mm

Tasselli consigliati da EJOT (in numero pari a quanto indicato in tabella)	h_{ef} [mm]	h_{test} [mm]	N_D [kN]
webertherm SRD TA8	115 mm	25	40
ejothem® STR U 2G	75 mm	25	0,75

SCHEMA DI TASSELLATURA: Rispettare le indicazioni tecniche riportate sul Manuale Tecnico Sistemi per l'isolamento esterno della facciata Saint Gobain Italia

Posizione di prova 2

Tipo di muratura:	Blocchi in CLS alleggerito	Spessore isolante:	mm
Categoria ETA:	D	Spessore collante:	mm
		Spessore intonaco:	mm
		Altri spessori:	mm
		TOTALE DA FISSARE:	0 mm

Tasselli consigliati da EJOT (in numero pari a quanto indicato in tabella)	h_{ef} [mm]	h_{test} [mm]	N_D [kN]
ejothem® STR U 2G	0 mm	25	#DIV/0!
#N/D	0 mm	#N/D	#DIV/0!

SCHEMA DI TASSELLATURA: Rispettare le indicazioni tecniche riportate sul Manuale Tecnico Sistemi per l'isolamento esterno della facciata Saint Gobain Italia

Figura 18 – Parametri di calcolo e risultati

In funzione dei risultati ottenuti dai test sopra riportati il produttore delle facciate (Garcia Rama) individuerà il sistema di fissaggio e l'interasse per l'ancoraggio più idoneo per il caso in oggetto.

3.1.5) Layout delle facciate

Nelle immagini seguenti sono riportate le planimetrie ed i prospetti studiati per ottenere il miglior risultato in termini di qualità estetica e facilità/velocità di installazione dei pannelli prefabbricati. I colori di finitura esterna utilizzati sono i seguenti:

- Ocra – GREENCOAT – Marrone mandorla;
- Rosso – Lamiera metallica tradizionale – RAL 3013.



Figura 19 – Planimetria del piano terra, Stato di Progetto



Figura 20 – Facciata Ovest, Stato di Progetto

Per maggiori dettagli sui singoli componenti, installazione e specifiche, si prega di fare riferimento alla Deliverable D5.2 - *Manufacturing design of the multifunctional facade cladding II*.

3.2) Finestre – Applicazione pellicole a controllo solare

Come precedentemente menzionato, le finestre e portefinestre esistenti sono state sostituite durante la ristrutturazione del 2005 con serramenti in PVC a taglio termico e vetri doppi. Per questo motivo, la soluzione ritenuta più efficiente dal punto di vista tecnico ed economico per migliorare le prestazioni delle finestre è quella che prevede l'applicazione di una pellicola sulla superficie vetrata.



Figura 21 – Pellicole selettive per le finestre del caso studio di Milano

Nel caso specifico, coerentemente alla tipologia di finestre e all'orientamento, è stato deciso di utilizzare una pellicola 3M™ Prestige 70 a controllo solare per gli orientamenti sud, est, ovest e la pellicola basso emissiva 3M™ All Seasons Amber 35 per l'orientamento nord. Le caratteristiche tecniche di ciascun componente sono riportate di seguito.

Product construction	
Material base	Multi-layered PET/PMMA
Adhesive	Pressure sensitive acrylic
Protective liner	Siliconized PET

Typical Performance Properties according to EN 410										
Glass type	Film Type	Visible Light			Total Solar Energy Rejected	G Value (S HGC)	LSG (Light to solar gain)	UV Block	Heat Gain Reduction	Glare Reduction
		Reflected (interior)	Reflected (exterior)	Transmission						
Single Pane		%	%	%	%			%	%	%
Clear	No Film	9	8	89	19	0.82	1.1	38	NA	NA
	PR 70	9	9	69	50	0.50	1.4	99.9	38	22
Tinted	No Film	6	6	53	37	0.63	0.8	NA	NA	NA
	PR 70	7	6	42	57	0.43	1.0	99.9	31	22
Double Pane										
Clear	No Film	15	15	79	30	0.70	1.1	NA	NA	NA
	PR 70	13	15	62	44	0.56	1.1	99.9	21	22
Tinted	No Film	13	8	47	49	0.51	0.9	NA	NA	NA
	PR 70	12	8	37	59	0.42	0.9	99.9	18	22

Figura 22 – Proprietà prestazionali di 3MTMPrestige 70

Product construction	
Material base	Metallized Polyester
Adhesive	Pressure sensitive acrylic
Protective liner	Siliconized PET

Typical Performance Properties according to EN 410												
Glass Type	Film Type	Visible Light			Total Solar Energy Rejected	G Value (SHGC)	LSG (Light to solar gain)	U Value		Heat Loss Reduction	Heat Gain Reduction	Glare Reduction
		Reflected (interior)	Reflected (exterior)	Transmission				btu/hft ² F	W/m ² K			
Single Pane												
Clear	No Film	9	8	89	19	0.82	1.1	1.03	5.9	NA	NA	NA
	Amber 35	60	54	30	75	0.25	1.2	0.85	4.8	17	69	67
Tinted	No Film	6	6	53	37	0.63	0.8	1.03	5.9	NA	NA	NA
	Amber 35	60	22	17	73	0.27	0.7	0.85	4.8	17	57	67
Double Pane												
Clear	No Film	15	15	79	30	0.7	1.1	0.47	2.6	NA	NA	NA
	Amber 35	61	53	28	68	0.32	0.8	0.42	2.4	11	54	65
Tinted	No Film	13	8	47	49	0.51	0.9	0.47	2.6	NA	NA	NA
	Amber 35	61	22	16	74	0.26	0.6	0.42	2.4	11	48	66

Figura 23 – Proprietà prestazionali di 3MTM All Seasons Amber 35

Per ulteriori dettagli sui singoli componenti, installazione e specifiche, si prega di fare riferimento alla *Deliverable D5.6 - Techniques components for windows retrofit and the manufacturing design*.

3.3) Copertura BIPVT

Il sistema di copertura BIPVT è composto da una struttura modulare in profili di alluminio riciclato ed è progettato per essere integrato nelle coperture a falde inclinate, andando a sovrapporsi alla copertura esistente e sostituendo gli strati impermeabili ed isolanti.

Il sistema è stato progettato in modo che possa essere installato praticamente su qualsiasi tipo di tetto inclinato (laterocemento, legno, ecc.), sovrapponendosi alla struttura del tetto esistente e sostituendo la copertura impermeabile e la tenuta all'aria.

I profili principali in alluminio costituiscono la struttura di interfaccia del sistema BIPVT con l'edificio e svolgono le funzioni di alloggiamento, fissaggio, resistenza meccanica e stabilità strutturale. I moduli fotovoltaici sono alloggiati nei profili e fissati mediante pressori dotati di guarnizioni.

La flessibilità della matrice è una caratteristica importante del sistema in modo da garantire l'installazione dei diversi moduli fotovoltaici disponibili in commercio.

Il flusso d'aria nello spazio che si crea tra i moduli fotovoltaici e i pannelli isolanti fissati ai profili in alluminio, ha la funzione di raffreddare il retro del modulo fotovoltaico e l'aria riscaldata viene utilizzata per migliorare l'efficienza della pompa di calore.

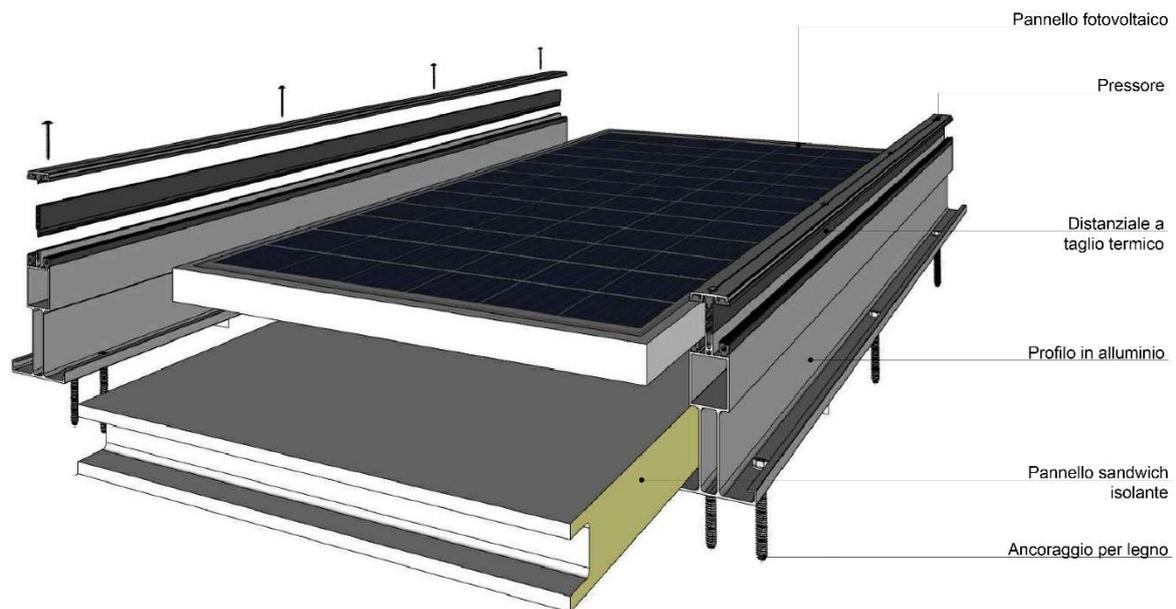


Figura 24 – Vista generale in 3D del sistema BIPVT

Nel dettaglio, il sistema per il caso studio è composto dagli seguenti elementi:

- 1) montati in alluminio - realizzati con alluminio riciclato;
- 2) modulo fotovoltaico rigenerato - Trina TSM-PC05A;
- 3) intercapedine d'aria;
- 4) pannelli isolanti termici con poliuretano di origine biologica;

- 5) canale isolato “Plenum”;
- 6) pannelli di completamento ciechi;
- 7) elementi di giunzione, sigillatura e fissaggio.

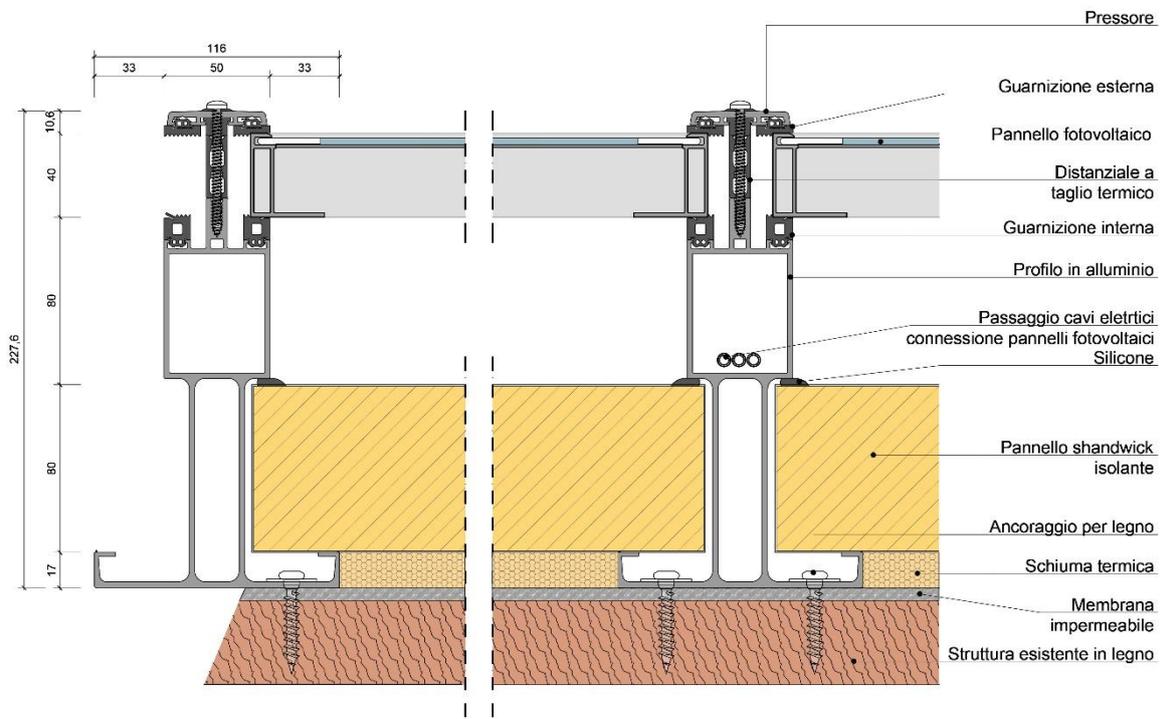


Figura 25 – Sezione trasversale del sistema con pannello isolante

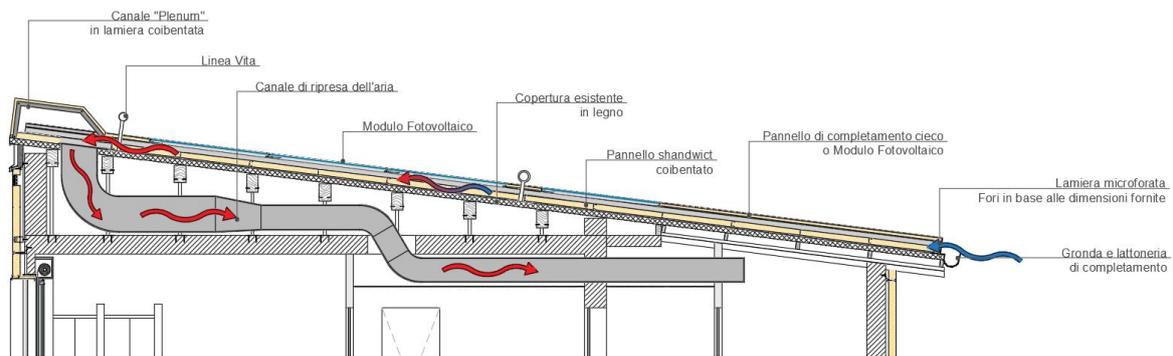


Figura 26 – Sezione generale del tetto

3.3.1) Ventilazione e recupero del calore

Il tetto produce elettricità e calore e allo stesso tempo, consentendo la ventilazione della parte posteriore dei moduli fotovoltaici in modo da abbassare la loro temperatura operativa ed aumentare l'efficienza di conversione dei moduli. L'aria riscaldata viene poi sfruttata dalla pompa di calore per ridurre i consumi per la climatizzazione e per la produzione di acqua calda sanitaria.

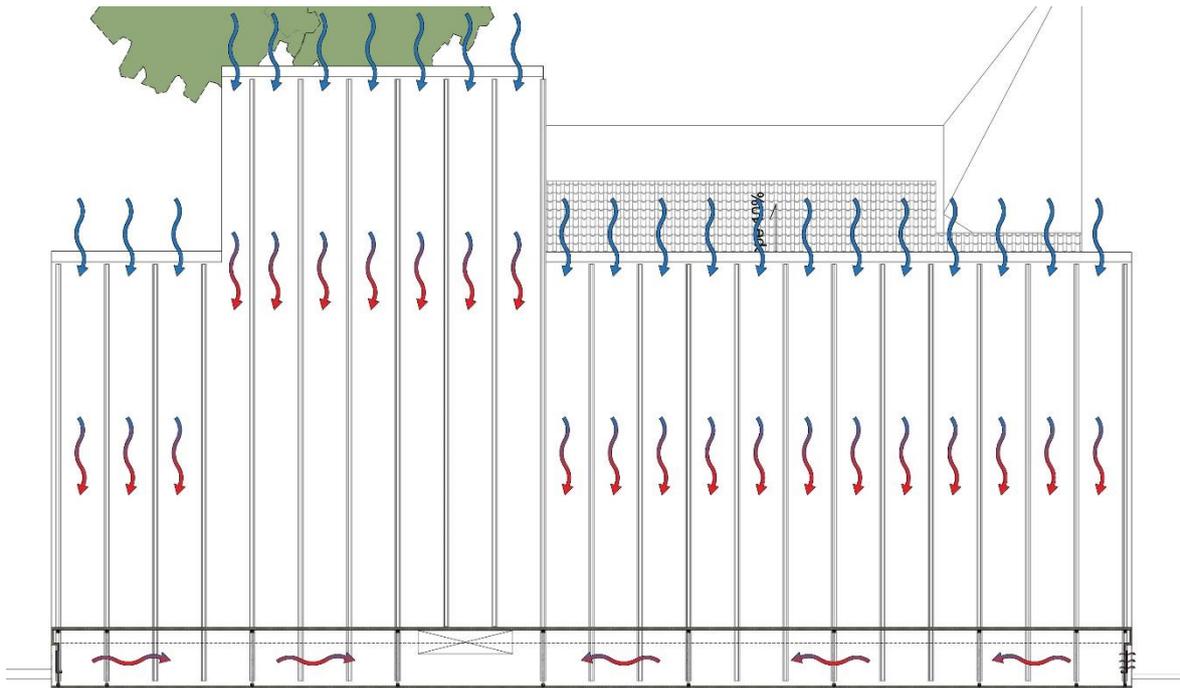


Figura 27 – Vista schematica della ventilazione all'interno dell'intercapedine della copertura

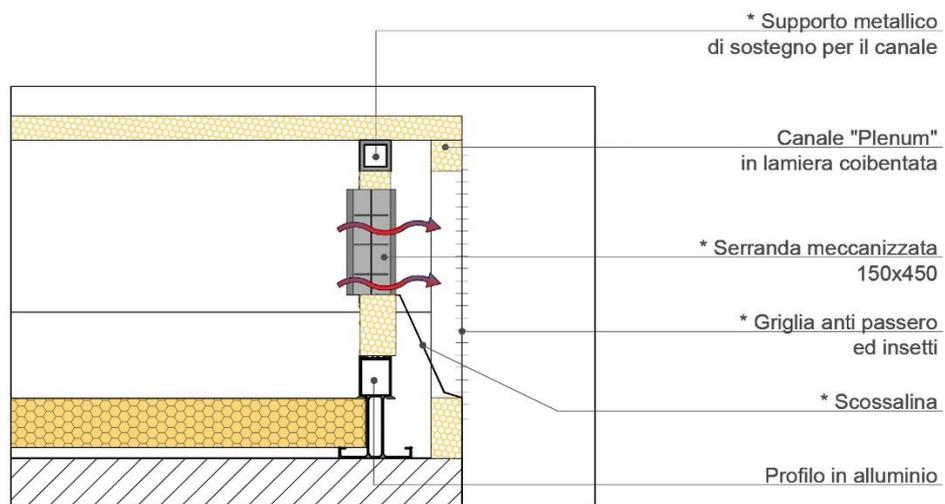


Figura 28 – Sezione verticale canale "Plenum" – Serrande meccanizzate

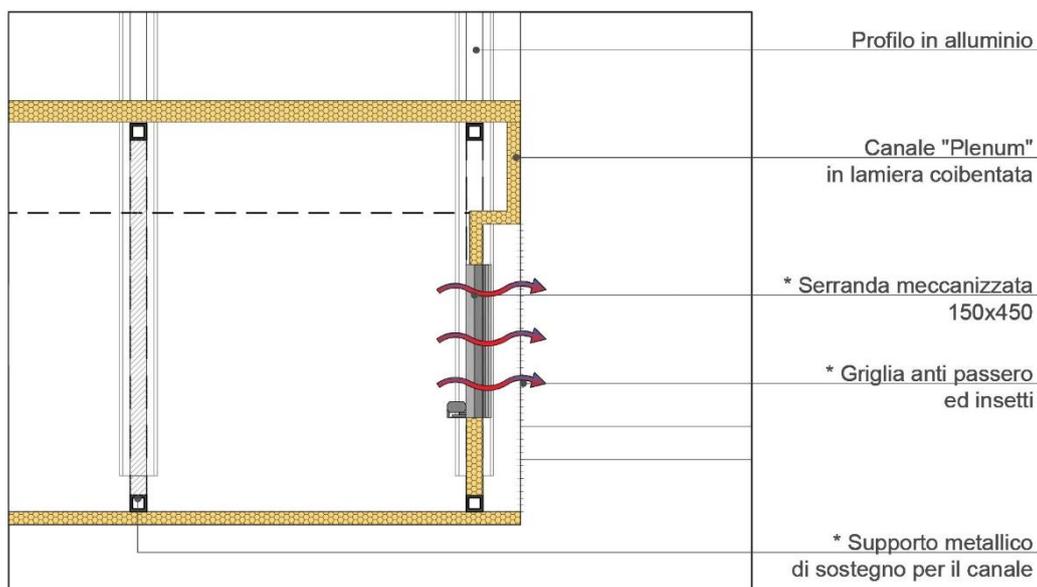


Figura 29 – Sezione orizzontale canale “Plenum” – Serrande meccanizzate

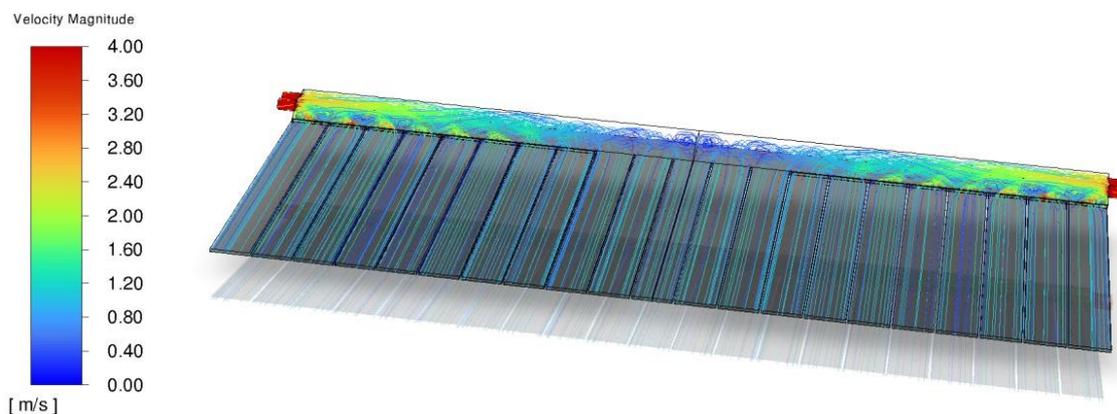


Figura 30 – Studio del flusso d'aria della ventilazione all'interno dell'intercapedine della copertura

Sono stati condotti diversi studi e simulazioni per analizzare il flusso d'aria all'interno dell'intercapedine. Per ottenere una ventilazione uniforme per tutti i pannelli e la superficie, sarà necessario installare, alla base, griglie microforate con diverse dimensioni. Le griglie garantiscono il corretto flusso d'aria e, inoltre, hanno la funzione di impedire l'ingresso di insetti e uccelli nello spazio tra i pannelli fotovoltaici e i pannelli isolanti.

3.3.2) Layout dei pannelli fotovoltaici e dei pannelli oscuranti

Il layout del tetto è stato studiato in base alla posizione ed inclinazione della copertura, alla posizione degli alberi esistenti, al passaggio/connessione dei cavi e dei condotti elettrici, al fine di ottenere il miglior risultato in termini di isolamento termico, produzione di elettricità e aria calda per i componenti meccanici. Saranno utilizzati dei pannelli fotovoltaici rigenerati, per la precisione dei pannelli “Trina TSM-PC05A PV” dalle dimensioni di 1650x992 mm ed una potenza di picco compresa tra i 226 e 238 W, come da test effettuati e riportati nel report “P-107167_GE4A-Group_Protokoll”.

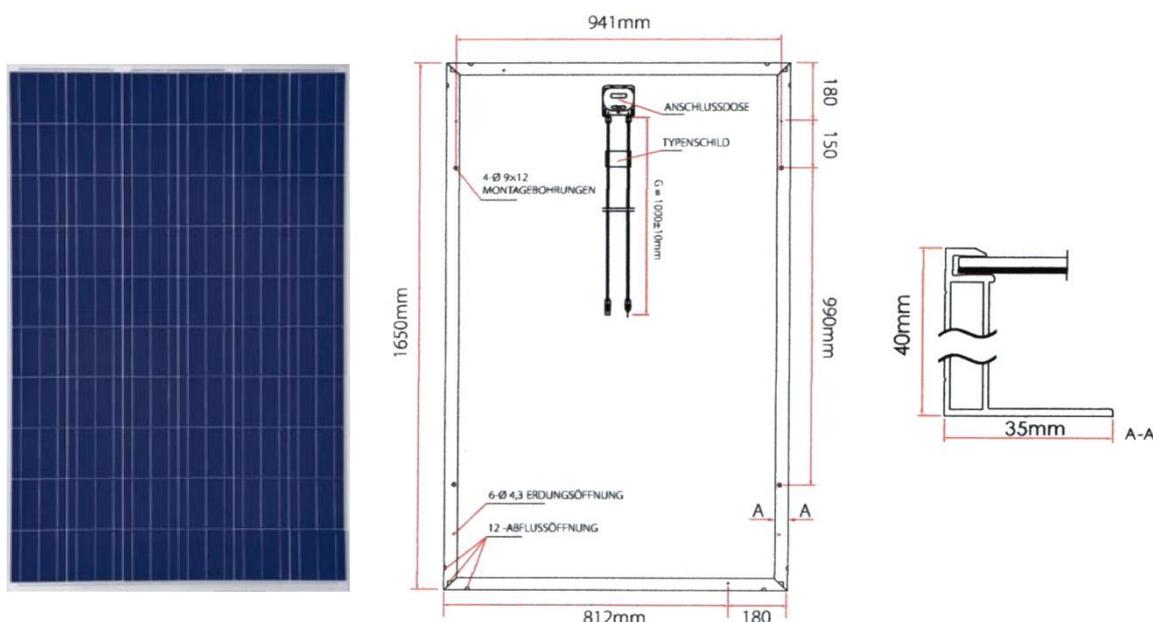


Figura 31 – Modulo fotovoltaico rigenerato Trina TSM-PC05A PV

La configurazione finale è costituita da 80 moduli fotovoltaici disposti in 4 file e collegati in serie tra di loro in modo da ottenere 4 stringhe, per una potenza totale compresa tra circa 18 kW_p e 19 kW_p, in base alle reali potenze di targa dei moduli che saranno consegnati.

La restante parte della copertura sarà completata da pannelli ciechi isolati per ottenere un colore e un layout uniforme e garantire la continuità del manto impermeabile.



Figura 32 – Layout della copertura

Per tutte le specifiche dei componenti del tetto, si prega di fare riferimento alla Deliverable *D5.10 - Manufacturing design of the BIPVT roof system II*.

3.4)Layout involucro

In allegato al presente report sono riportati gli elaborati grafici relativi all'involucro del caso studio in oggetto, come dal seguente elenco.

- 1) Esistente - Planimetria-100 - Piano Terra h150;
- 2) Esistente - Planimetria-101 - Piano Terra h300;
- 3) Esistente - Planimetria-102 - Piano Primo;
- 4) Esistente - Planimetria-103 – Copertura;
- 5) Esistente - Prospetti-200 - Prospetto Ovest ed Est;
- 6) Esistente - Prospetti-201 - Prospetto Nord e Sud;
- 7) Esistente - Sezioni-300 - Sezioni AA-BB e CC;
- 8) Esistente - Sezioni-301 - Sezione DD;
- 9) Progetto - Planimetria-110 - Piano Terra 150;
- 10) Progetto - Planimetria-111-Piano terra;
- 11) Progetto - Planimetria-112-Piano Primo;
- 12) Progetto - Planimetria-113-Copertura;
- 13) Progetto - Planimetria-114 – Sottotetto;
- 14) Progetto - Planimetria-115 - Posa isolante Copertura;
- 15) Progetto - Planimetria-116-Plan Copertura Dimensioni;
- 16) Progetto - Planimetria-117 - Canale Aria;
- 17) Progetto - Planimetria-118 - Lamiere Microforate;
- 18) Progetto - Prospetti-210-Prospetti Ovest ed Est;
- 19) Progetto - Prospetti-211-Prospetti Nord e Sud;
- 20) Progetto - Prospetti-212_Posizione termocoppie;
- 21) Progetto - Sezioni-310-Sezioni AA BB e CC;
- 22) Progetto - Sezioni-311-Sezione Generale DD;
- 23) Progetto - Sezioni-312-Sezione DD e dettagli;
- 24) Dettagli Copertura-500-Profilo in alluminio;
- 25) Dettagli Copertura-501-Dettaglio elementi copertura;
- 26) Dettagli Copertura-502-3D elementi copertura

4) DESCRIZIONE GENERALE DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE E DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE ENERGETICA

Il presente capitolo costituisce la relazione tecnico-illustrativa e di calcolo per la realizzazione degli impianti meccanici, idrico sanitari, elettrici e speciali relativi alla riqualificazione dell'edificio oggetto di intervento.

Il contenuto del capitolo è suddiviso nelle sezioni indicate di seguito, ciascuna delle quali è stata identificata da una sigla che viene utilizzata anche per contrassegnare i relativi elaborati grafici di progetto:

- Sezione 1 (M) – Impianti meccanici;
- Sezione 2 (IS) – Impianti idrico-sanitari;
- Sezione 3 (EL) – Impianti elettrici;
- Sezione 4 (FV) – Impianto fotovoltaico;

Il progetto mira a sviluppare un modello fortemente condizionato dalle logiche di sostenibilità ambientale, economica e sociale che, al giorno d'oggi, rappresentano l'imprescindibile presupposto per un'architettura capace di rispondere concretamente alle necessità della società contemporanea. In quest'ottica, la prestazione energetica degli edifici, e quindi anche le relative ricadute in termini di impatti ambientali e costi di gestione, assumono un ruolo di primaria importanza.

Il progetto energetico-impiantistico elaborato prevede l'interazione sinergica di un involucro edilizio ad elevate prestazioni energetiche, elementi impiantistici ad alto contenuto tecnologico, un avanzato sistema di building automation dotato di un sistema di monitoraggio e sistema informativo agli occupanti, sfruttando prevalentemente fonti rinnovabili al fine di conseguire elevati livelli di efficienza energetica e di comfort ambientale per gli utenti.

Più nel dettaglio, gli impianti meccanici saranno basati su un subsistema di generazione ad alta efficienza composto da una pompa di calore reversibile splittata aria-acqua, un subsistema di emissione del tipo water loop a pompa di calore acqua-aria e con un controllo puntuale della temperatura e dell'umidità dell'aria per ogni singolo ambiente.

L'impianto fotovoltaico previsto in copertura, inoltre, sarà in grado di coprire una quota consistente dei consumi elettrici per climatizzazione e acqua calda sanitaria e quindi di minimizzare l'impatto energetico, economico ed ambientale legato alla fase operativa dell'edificio.

Gli impianti elettrici esistenti all'interno dell'unità immobiliare (apparecchiature ed illuminazione) non saranno interessati dall'intervento. L'impianto elettrico esistente sarà però adattato, adeguando la linea di alimentazione e realizzando un nuovo quadro elettrico e servizio dei nuovi impianti. Sarà inoltre realizzato un sistema di distribuzione in corrente continua (DC) a 48 V a servizio dei nuovi smart fan coil.

La gestione degli impianti sarà effettuata mediante un sistema di automazione e controllo

dotato di sensori di temperatura e umidità presenti in ciascun terminale di emissione in ambiente, ma anche in base alle condizioni ambientali esterne.

La scelta di tutte le soluzioni impiantistiche descritte nel presente documento è stata dunque effettuata con il fine di consentire non solo di ottimizzare la prestazione energetica del sistema impianto, ma anche di renderla estremamente affidabile, competitiva e monitorabile. In generale, tutti gli impianti sono stati progettati a partire dai punti di allaccio con le infrastrutture esistenti, in particolare:

- punto di adduzione dell'acqua potabile: attacco ad acquedotto comunale con pressione minima pari a 3 bar (da verificare rispetto alle reali condizioni operative) e garanzia di continuità di servizio;
- punto di allaccio con la rete elettrica: allaccio alla rete elettrica con fornitura in Bassa Tensione (BT).

Si precisa, infine, che l'attività progettuale è stata svolta nel pieno rispetto della normativa vigente, riassunta nell'Appendice A del presente documento, utilizzando come supporto per la predeterminazione dei carichi termici di progetto e la verifica del rispetto dei requisiti minimi normativi in materia di efficienza energetica il software "Termolog" certificato dal CTI.

4.1) Impianti Meccanici (M)

In questa prima sezione vengono riportate le caratteristiche di progetto ed i criteri adottati per il dimensionamento degli impianti meccanici.

4.1.1) Dati di progetto

I dati di progetto assunti per la scelta ed il dimensionamento degli impianti meccanici sono riportati nei seguenti paragrafi.

4.1.2) Parametri climatici

Si riportano di seguito i parametri climatici di progetto della località di riferimento.

Località:	Milano (MI)
Latitudine:	45° 27'
Longitudine:	9° 11'
Altezza sul livello del mare:	122 m s.l.m.
Zona climatica:	E
Gradi giorno:	2404
Classificazione dell'edificio:	E.1(1)
Temperatura esterna di progetto invernale:	-5 °C
Temperatura esterna di progetto estiva:	33,7 °C
Umidità relativa esterna di progetto invernale (riferita alla temperatura di progetto) ¹ :	90 %
Umidità relativa esterna di progetto estiva (riferita alla temperatura di progetto):	60 %
Velocità media annua del vento:	1,7 m/s
Periodo di funzionamento impianti di riscaldamento:	dal 15/10 al 15/04

Nella seguente tabella si riportano invece i dati climatici medi mensili.

Mese	Temperatura esterna (°C)	H _b (kWh/m ² mese)	H _d (kWh/m ² mese)	Pressione parziale al vapore, p _v (Pa)
Gen	4	23,3	18,9	681
Feb	7,1	32,7	24,9	765
Mar	10,6	58,6	43,1	810
Apr	13,4	79,2	54,2	1046
Mag	19,4	92,1	71,5	1520
Giu	22,8	109,2	81,7	1544
Lug	24,5	124,9	75,8	1771
Ago	24,3	99,9	64,6	1859
Set	19,8	78,3	48,3	1263

¹Butera, F.F. M. (1995). Architettura e ambiente: manuale per il controllo della qualità termica, luminosa e acustica degli edifici. Etaslibri.

Ott	14,1	37,9	31,0	1321
Nov	7,5	18,3	17,5	821
Dic	3,5	14,6	16,4	633

Tabella 1 – Dati climatici giornalieri medi mensili

4.1.3) Vettori energetici

Si riportano di seguito i valori di progetto relativi ai vettori energetici utilizzati.

Energia elettrica per alimentazione apparecchiature:	400V-3-50 Hz
	48V DC
	480 V DC
Temperatura di ingresso acqua fredda per usi sanitari:	12 °C
Temperatura acqua calda per usi sanitari (distribuzione):	45 °C
Temperatura minima di immissione dell'aria negli ambienti:	18 °C
Temperatura massima di immissione dell'aria negli ambienti:	32 °C
Temperature acqua alimentazione terminali ambiente:	20/25 °C
Pressione massima di alimentazione dei circuiti idronici di distribuzione:	2,5 bar
Velocità massima dell'acqua nei circuiti idronici di distribuzione:	2 m/s

4.1.4) Parametri termoigrometrici di riferimento

I parametri termoigrometrici di riferimento assunti nel progetto sono riportati nella tabella seguente, in funzione della categoria di locale servito.

Categorie di locali	Inverno		Estate	
	t _o	U.R.	t _o	U.R.
	(°C)	(%)	(°C)	(%)
Tutte le zone climatizzate	20	40-60	26	40-60

Tabella 2 – Condizioni ambientali di temperatura e umidità relativa

4.1.5) Ventilazione e qualità dell'aria interna

La ventilazione degli ambienti è di tipo naturale; nella tabella seguente si indicano i ricambi d'aria medi per destinazione d'uso dei locali.

Categorie di locali	Ricambio d'aria
	(Vol/h)
Residenza	0,5
Servizi igienici	2,0

Tabella 3 – Ricambi d'aria locali

4.1.6) Carichi interni sensibili

I profili di utilizzo giornalieri sono stati valutati dalla normativa SIA, considerando un carico massimo per illuminazione, apparecchiature e persone rispettivamente di $1,7 \text{ W/m}^2$, 9 W/m^2 e $2,3 \text{ W/m}^2$, mentre il carico medio sulle 24 ore è di circa $4,1 \text{ W/m}^2$.

4.1.7) Carichi interni latenti

Si è considerato che in tutti i locali i carichi interni latenti siano legati esclusivamente alla presenza di persone, in quanto la cucina, essendo dotata di cappa aspirante, è in grado di smaltire il carico latente dovuto alla cottura dei cibi.

A tal proposito si è assunto il valore di riferimento riportato nella seguente tabella.

Attività	Unità	Valore
Seduti, attività leggera	(g/h p)	65

Tabella 4 – Carico termico latente

Il carico dovuto alle persone viene calcolato sulla base degli affollamenti di progetto indicati in precedenza. L'apporto latente dovuto alla ventilazione naturale dei locali è invece stato calcolato sulla base dell'umidità relativa esterna di progetto estiva.

4.1.8) Carichi solari

I carichi solari estivi in condizioni di progetto per ciascuna zona sono stati valutati considerando un fattore solare del vetro (g) pari a 0,4 ed assumendo cautelativamente nullo l'effetto di riduzione dovuto alla presenza di schermature solari mobili (tapparelle) ove presenti.

4.1.9) Calcolo dei carichi termici in condizioni di progetto

Il calcolo dei carichi termici in condizioni di progetto ha previsto, in primo luogo, la determinazione delle potenze termiche sensibili con le temperature di set-point indicate nel paragrafo 4.1.4).

Nel dettaglio, si è considerata la potenza:

- in riscaldamento, pari alle dispersioni termiche attraverso l'involucro opaco e trasparente, in condizioni di carichi interni e solari nulli;
- in raffrescamento, pari alla somma dei carichi interni e solari massimi contemporanei, con ricambi d'aria di progetto.

Le potenze così ottenute sono quelle che devono essere apportate o sottratte negli ambienti dall'impianto e sono state pertanto utilizzate per il dimensionamento dell'impianto di climatizzazione.

I valori per singolo locale e per l'intero edificio di progettazione sono riassunti nella tabella di seguito.

		Riscaldamento	Raffrescamento Sensibile	Raffrescamento Latente	Raffrescamento (Sensibile +latente)
Piano	Zona	<i>(kW)</i>	<i>(kW)</i>	<i>(kW)</i>	<i>(kW)</i>
Ground Floor	Living	2,06	1,67	2,29	3,96
First Floor	Bedroom 4	2,13	1,19	1,38	2,57
First Floor	Bedroom 2	1,94	1,05	1,29	2,35
Ground Floor	TV room	0,92	1,02	0,70	1,72
Ground Floor	Kitchen	1,00	1,01	0,55	1,55
First Floor	Vano scala 1	0,69	0,17	0,44	0,61
Ground Floor	Vano scala	0,76	0,14	0,43	0,57
Ground Floor	Bedroom 1	0,50	0,36	0,32	0,68
Ground Floor	Entrace	0,58	0,15	0,44	0,59
First Floor	Toilet 3	0,38	0,31	0,22	0,53
First Floor	Bedroom 3	0,31	0,30	0,26	0,56
Ground Floor	Laundry	0,56	0,25	0,25	0,51
Ground Floor	Office	0,37	0,15	0,27	0,43
First Floor	Toilet 6	0,19	0,16	0,12	0,28
First Floor	Toilet 5	0,18	0,16	0,08	0,24
Ground Floor	Toilette 1	0,20	0,06	0,14	0,20
Ground Floor	Storage 1	0,15	0,05	0,10	0,15
First Floor	Entrance 1	0,12	0,02	0,12	0,13
Ground Floor	Entrance 2	0,12	0,02	0,11	0,13
Ground Floor	Toilette 2	0,09	0,01	0,08	0,09
Ground Floor	Boiler room	0,08	0,02	0,06	0,08
First Floor	Toilet 4	0,07	0,01	0,06	0,07
	Edificio	13,41	8,29	9,70	18,00

Tabella 5 – Potenze termiche in condizioni di progetto – suddivisione per locali – per l'individuazione delle zone far riferimento a paragrafo 3.4)

Le potenze precedentemente calcolate sono state quindi utilizzate per il dimensionamento della centrale termica, delle nuove linee idroniche e dei terminali di emissione.

4.1.10) Stato di fatto

Le attività precedenti e propedeutiche alla progettazione hanno riguardato in prima battuta diversi sopralluoghi in sito al fine di condurre ispezioni e analisi degli impianti esistenti. In particolar modo il sottosistema di generazione, di distribuzione e, infine, di emissione.

Allo stato attuale, è stato rilevato che i sistemi di riscaldamento e di produzione di acqua calda sanitaria dei piani dell'edificio sono completamente indipendenti l'uno dall'altro.

Sono presenti due caldaie a gas. La prima, installata in un apposito armadio nel locale lavanderia del piano terra, è una caldaia murale a gas tradizionale, con una potenza termica nominale di 31 kW, utilizzata esclusivamente per il piano terra. Ad essa è demandata la gestione della temperatura del fluido termovettore per abbattere i carichi termici del piano e

per la produzione di acqua calda sanitaria utilizzata in cucina, nella lavanderia e nei due lavandini dei bagni.

Il primo piano, invece, è servito da una seconda caldaia, posizionata in un apposito locale tecnico in cima alle scale. In questo caso si tratta di una caldaia a basamento, dotata di un serbatoio di accumulo per l'ACS di circa 200 litri. A servizio esclusivo del primo piano, rispetto alla precedente, la richiesta di ACS è sensibilmente maggiore, poiché oltre ai lavandini dei bagni, sono presenti anche sei docce, di cui allo stato attuale solo cinque funzionanti e utilizzabili.

Il sottosistema di emissione è composto da radiatori in acciaio tubolare con doppie o triple colonne, con altezze e numeri di elementi variabili.

La distribuzione del fluido termovettore ai radiatori è gestita attraverso collettori di zona. Essi, incassati nel muro dietro coperchi a filo, sono collettori tradizionali in ottone installati verticalmente senza alcuna intercettazione della tubazione. Ogni collettore serve un gruppo di radiatori al piano, con ciascun radiatore alimentato da due tubi: uno di mandata e uno di ritorno, entrambi con un diametro esterno di circa 15 mm. Le tubazioni utilizzate per la distribuzione del fluido termovettore (acqua) ai singoli radiatori, come mostrato nell'immagine seguente, sono in materiale multistrato PE-X con guaina isolante e presumibilmente conformi alla normativa vigente in Italia.



Figura 33 – Dettaglio tubazione rilevata

Non sono state rilevate valvole termostatiche su alcun radiatore per controllare il flusso, in base alla temperatura ambiente, in ciascun terminale per la gestione del consumo.

Al momento del sopralluogo, non erano stati installati nell'edificio sistemi per la climatizzazione estiva né di ventilazione meccanica.

4.1.11) Centrale tecnologica

La nuova centrale tecnologica, dislocata in più locali dell'edificio, secondo quanto indicato negli elaborati grafici di progetto, sarà costituita da una pompa di calore splittata aria-acqua reversibile della capacità nominale di 18 kW sia in riscaldamento che in raffreddamento che in condizioni di ridotte richieste di energia termica è in grado di parzializzare la potenza elettrica assorbita e la potenza termica erogata, garantendo la massima efficienza energetica. Di seguito si riporta uno schema generale della centrale tecnologica.

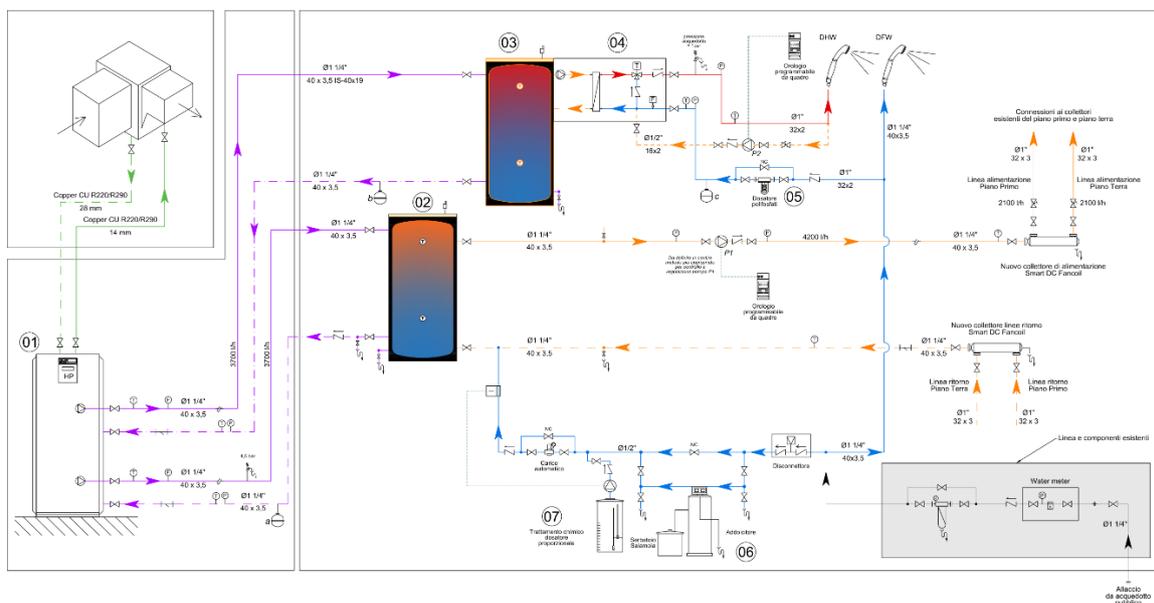


Figura 34 – Schema generale centrale tecnologica

La soluzione progettuale prevede la rimozione delle caldaie, l'unione, tramite l'installazione di nuovi montanti idronici verticali, dei sistemi di distribuzione di piano attualmente indipendenti e l'installazione della pompa di calore come unico nuovo sistema di generazione.

La pompa di calore è composta da due parti: l'unità principale e lo scambiatore di calore interno ad aria.

L'unità principale contiene parti meccaniche e parti per il controllo. La parte meccanica include componenti chiave della pompa di calore, tra cui: condensatore, compressore e valvola di espansione. Il sistema di controllo è composto invece da un controller principale e un gateway di controllo remoto. Il controller principale si occupa di controllare il refrigerante e il circuito idraulico, mentre il gateway di controllo remoto consente di comunicare i dati con il BMS dell'edificio.

L'unità principale sarà installata nel locale lavanderia al piano terra, nei pressi dell'attuale caldaia.

Lo scambiatore di calore da interno è un componente che utilizza l'aria esterna come fonte di energia. L'accoppiamento tra unità principale e scambiatore avverrà tramite l'installazione di apposite tubazioni in rame in cui circolerà il fluido refrigerante.

Lo scambiatore di calore sarà installato nel locale tecnico in cima alle scale al piano primo e, tramite canali, l'aria sarà prelevata dall'esterno, convogliata allo scambiatore e poi espulsa nuovamente all'esterno. La conformazione del locale tecnico, come riportato negli elaborati grafici di progetto, permette la rimozione di una finestra, aumento delle dimensioni del foro architettonico e installazione di una griglia per la presa dell'aria. Sulla parete nord del locale sarà invece creato un nuovo foro per garantire, mediante canale, l'espulsione dell'aria.

Sul canale di presa, sarà innestato un ulteriore canale proveniente dal sottotetto.

Tramite una sezione ventilante con prevalenza di 200 Pa e portata nominale di 5800 m³/h, sarà convogliata aria dal sottotetto allo scambiatore di calore. In questo modo, raffreddando il sottotetto migliorerà la produttività elettrica dell'impianto fotovoltaico in copertura e, in contemporanea, aumentando la temperatura di evaporazione, migliorerà l'efficienza della pompa di calore.

Per evitare problematiche durante i cicli di de-frost, l'azionamento della sezione ventilante da canale sarà controllata direttamente dal sistema di controllo della pompa di calore.

Il sistema si attiverà seguendo inoltre la seguente logica stagionale:

- Stagione invernale
 - On: portata costante pari a 5800 m³/h, tramite ventilazione forzata, se la differenza di temperatura tra l'aria esterna e l'intercapedine supera 5°C;
 - Off: se la differenza di temperatura tra l'aria esterna e l'intercapedine è inferiore a 5°C.
- Stagione estiva
 - Ventilazione sempre attiva in modalità di ventilazione naturale. Si stima una portata media pari a 800 m³/h.

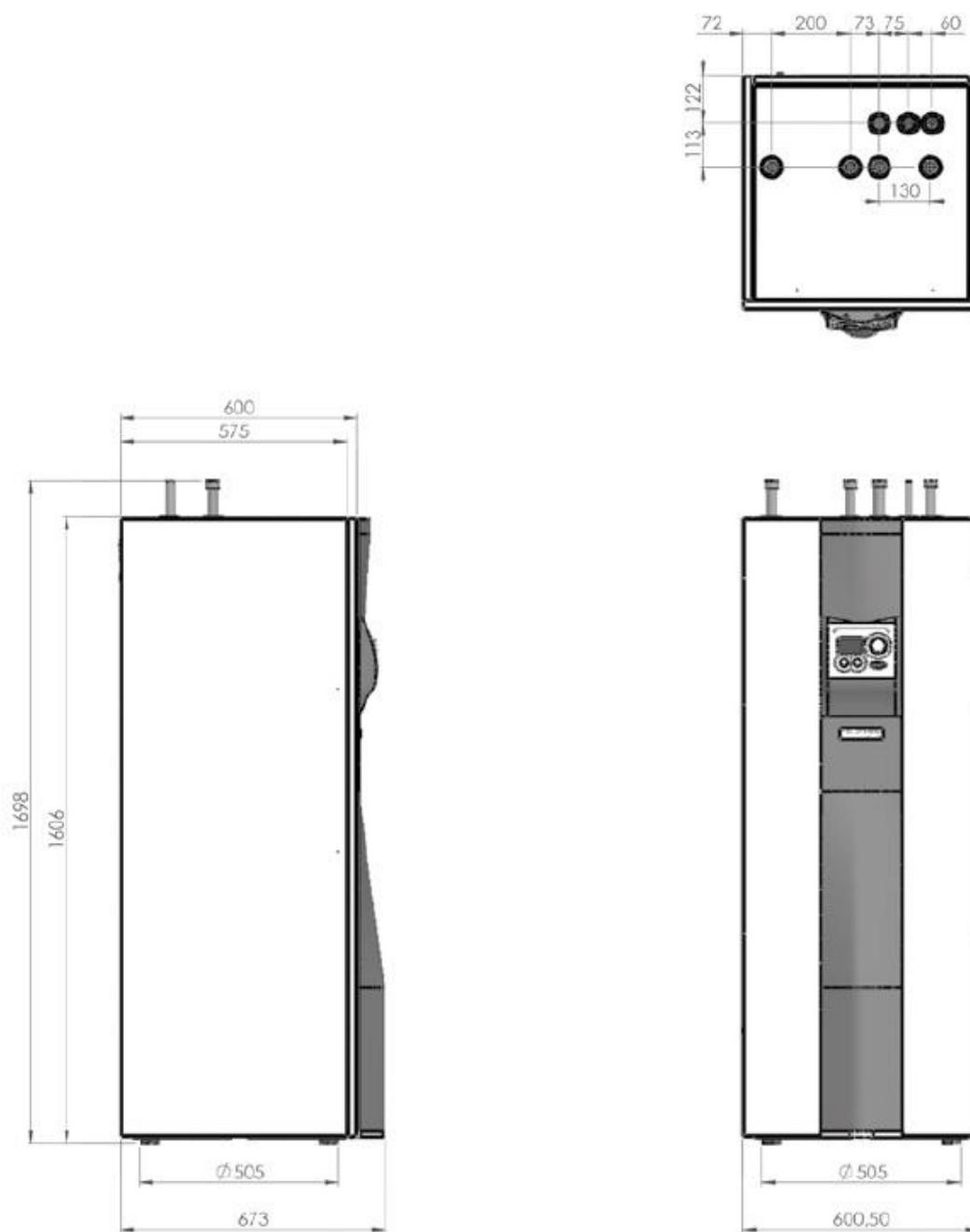


Figura 35 – Unità interna pompa di calore [misure in mm]

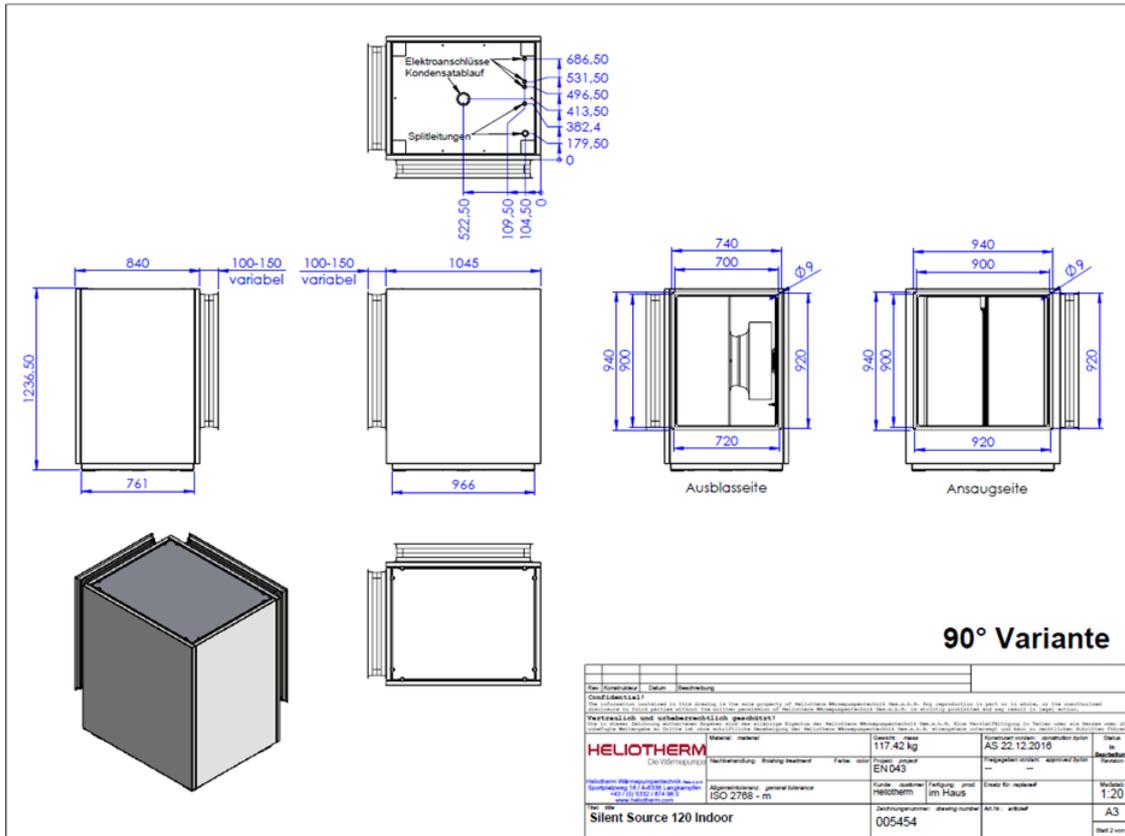


Figura 36 – Scambiatore di calore interno pompa di calore

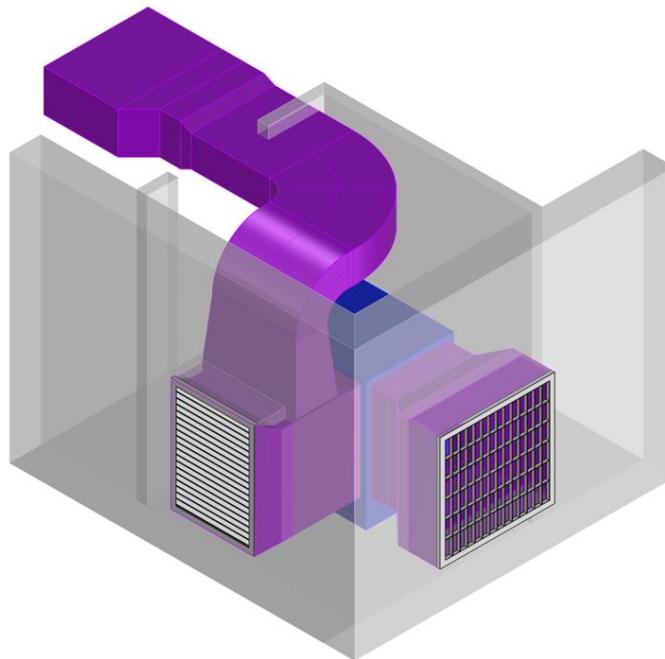


Figura 37 – Schema rappresentativo canalizzazioni scambiatore di calore

La pompa di calore a 2 tubi, scambierà energia termica con l'aria da un lato, mentre verso il lato dell'utenza si interfacerà a secondo delle richieste, con il circuito idronico di distribuzione dell'acqua tecnica per la climatizzazione e con un accumulo di acqua tecnica per la produzione istantanea di acqua calda sanitaria (ACS).

La temperatura ottimale di set point del fluido termovettore di alimentazione dei terminali di emissione deve essere di 25°C.

Nella seguente immagine si riporta una vista dell'unità interna della pompa di calore appositamente sviluppata per il progetto.



Figura 38 – Vista esemplificativa dell'unità interna della pompa di calore selezionata

Si riassumono di seguito i dati caratteristici principali della pompa di calore prevista, riferiti alle condizioni di progetto.

Dato	U.M.	Valore
Potenza termica	(kW)	18
Potenza frigorifera	(kW)	18
Potenza elettrica totale assorbita	(kW)	8
Corrente di spunto	(A)	22

Tabella 6 – Caratteristiche principali della pompa di calore

Sul circuito di climatizzazione sarà inoltre installato un accumulo di acqua tecnica inerziale della capacità di 500 litri.

La produzione di Acqua Calda Sanitaria (ACS) sarà centralizzata e avverrà mediante un produttore istantaneo della capacità massima di 40 litri/min per ridurre al minimo il rischio di proliferazione di batteri quali la legionella.

Il modulo di produzione istantanea è collegato ad un accumulo inerziale della capacità di 805 litri contenente acqua tecnica ad alta temperatura riscaldata dalla pompa di calore, che,

inviata allo scambiatore, cede calore all'acqua sanitaria sul secondario riscaldandola istantaneamente. I componenti del satellite sono preassemblati e forniti già montati sull'accumulo di 805 litri. La presenza di un miscelatore termostatico proporzionale sulla mandata dell'acqua sanitaria permetterà l'invio alle utenze a una temperatura non superiore a 48°C.

Sul ramo di acqua potabile in entrata al produttore istantaneo di ACS, verrà installato un dosatore proporzionale a cartucce di polifosfato in polvere per proteggere il sistema da incrostazioni e corrosioni, come prescritto dalla norma UNI 8065:2019 e D.M. 26/06/2015 (e s.m.i).

I due accumuli e la maggior parte dei componenti di ausilio (produttore ACS, circolatori, collettori, etc.) che compongono l'impianto saranno posizionati alla base delle scale, come riportato negli elaborati grafici di progetto, dove verrà ricavato un volume tecnico.

Il circuito secondario per la climatizzazione sarà servito da un circolatore dedicato.

L'acqua prelevata dall'accumulo sarà indirizzata a un nuovo collettore, dal quale saranno previste due partenze opportunamente bilanciate: una per il collettore principale di distribuzione del piano terra, l'altra dualmente per il piano primo.

Ritenendo sufficiente la pressione all'acquedotto si preventiva che non saranno necessarie pompe per la mandata dell'ACS alle varie utenze. Allo stesso modo, però, sulla mandata ACS in uscita dal produttore, sarà installato un nuovo collettore con due partenze in analogia a quello relativo alla climatizzazione.

4.1.12) Circuiti

Nella centrale termica saranno previsti diversi circuiti, secondo quanto elencato di seguito:

- circuito 1 – fluido refrigerante – circuito chiuso tra unità interna e scambiatore di calore ad aria da interno;
- circuito 2 – primario idronico – circuito chiuso tra unità interna della pompa di calore e accumulo inerziale lato climatizzazione e accumulo acqua tecnica per produzione acqua calda sanitaria;
- circuito 3 – secondario idronico – circuito chiuso tra accumulo inerziale e terminali ambienti dei locali dell'edificio che si compongono di ventilconvettori smart.

Il flusso di fluido refrigerante del primo circuito è garantito dal compressore della pompa di calore. Per quanto riguarda circuito 2 e circuito 3, è necessario l'utilizzo di circolatori. Saranno tutti ad alta efficienza e al fine della regolazione puntuale, i circolatori sui saranno dotati di inverter. I circolatori del circuito 2 sono già integrati nell'unità interna della pompa di calore.

Per quanto riguarda il circuito 3 di distribuzione, valutata la portata massima del circuito, stimate le perdite distribuite (Metodo di Hazen-Williams per moto turbolento) e concentrate (Metodo diretto) per il ramo più sfavorito del circuito, sono state determinate le caratteristiche del circolatore.

Di seguito sono riassunte e caratteristiche minime da garantire dei gruppi di pompaggio dei circuiti idraulici.

Circuito	Pompa/ Circolatore	Portata	Portata	Prevalenza
		<i>(l/s)</i>	<i>(m³/h)</i>	<i>(kPa)</i>
Circuito 3	P1	1,16	4,2	300

Tabella 7 – Caratteristiche principali del gruppo di pompaggio

Si sottolinea come la definizione del punto di funzionamento nominale del circolatore sia basato sulla stima delle perdite di carico. In fase di cantierizzazione, alla luce dell'effettivo percorso di posa delle tubazioni e della tipologia utilizzata, andranno riverificate le caratteristiche del circolatore

Si è proceduto infine a stimare i volumi dei vasi di espansione da prevedere sui circuiti. Le capacità dei vasi di espansione andranno verificate a impianto completato misurando tramite appositi contaltri l'effettivo volume di acqua presente nell'impianto.

Tutti i circuiti saranno caricati con acqua e per i circuiti chiusi, sarà previsto l'utilizzo di acqua additivata con appositi prodotti protettivi per circuiti tecnologici oltre che, in funzione della durezza rilevata, l'utilizzo di un addolcitore.

4.1.13) Sistema di distribuzione ed emissione

Per i locali dell'edificio, il sistema di emissione sarà composto da terminali water loop in pompa di calore, in seguito denominati Smart Fan Coil (SFC), appositamente sviluppati per il progetto.

In base alla temperatura di alimentazione del fluido ed alla modalità di raffreddamento/riscaldamento, vengono configurate automaticamente diverse modalità operative, secondo quanto descritto di seguito.

- In inverno:
 - se la temperatura dell'acqua di alimentazione è compresa tra gli 8 e i 30 °C, il terminale funziona attivando il compressore interno, comportandosi come una pompa di calore acqua-aria;
 - se la temperatura dell'acqua di alimentazione supera i 35 °C, la valvola a tre vie viene azionata e il terminale si comporta come un tradizionale ventilconvettore idronico, inibendo il funzionamento del compressore. In questa modalità, il terminale diventa completamente silenzioso se la velocità della ventola è impostata al minimo (ventole ferme);
- In estate:
 - se la temperatura del fluido termovettore di alimentazione è superiore ai 18 °C, il terminale funziona attivando il compressore interno, in modalità di refrigerazione;

- se invece la temperatura di alimentazione è inferiore a 16 °C, la valvola a tre vie viene azionata e il terminale si comporta come un semplice ventilconvettore idronico, inibendo il funzionamento del compressore. In questa modalità, il terminale diventa completamente silenzioso se la velocità della ventola è impostata al minimo: questa modalità consente una efficace deumidificazione.

Gli SFC sono progettati per sostituire i radiatori, utilizzando la rete di distribuzione esistente quando questa risulta in buone condizioni come nel caso studio di Milano. La modalità di funzionamento selezionata per questo caso studio prevede il funzionamento in pompa di calore acqua-aria, estraendo o rilasciando calore nella rete idronica e fornendo così riscaldamento, raffreddamento e deumidificazione in ogni locale secondo le esigenze puntuali. Più nel dettaglio, gli SFC si compongono di un compressore DC per aumentare/diminuire la temperatura dell'acqua proveniente dalla pompa di calore DC centralizzata, secondo la domanda energetica di ogni zona termica. Questo consente di minimizzare le perdite di calore sui tubi di distribuzione esistenti e di evitare la condensazione in modalità di raffreddamento. Questi dispositivi integrano inoltre anche diversi sensori per consentire il controllo preciso della temperatura/umidità del locale e il monitoraggio dettagliato del consumo energetico e della qualità dell'aria. Gli SFC sono alimentati a 48V DC e dovrà essere adottata una protezione dalla corrente con un valore massimo di 25 A.

Il sistema di controllo e regolazione a bordo macchina prevede la gestione delle operazioni di base quali ad esempio l'accensione/spegnimento, controllo della temperatura di set-point, velocità della ventola e risoluzione delle condizioni critiche. Al sistema appena descritto, però, via rete ogni unità si interfacerà con il BEMS, così che possa ricevere comandi più strutturati da remoto come ad esempio l'accensione, l'impostazione della temperatura di set point, il controllo della velocità della ventola, configurazione stagionale inverno/estate, etc. Poiché tramite il sistema di controllo per ogni macchina può essere definito il tipo di funzionamento stagionale, ciascuna unità può funzionare in raffreddamento o in riscaldamento indipendentemente dalle altre unità nel sistema, viene assicurata totale flessibilità al sistema, pari a un più tradizionale sistema a "4 tubi", compatibilmente alla temperatura di alimentazione dell'unità.

Il tipico range di funzionamento della macchina prevede: temperatura dell'acqua in ingresso alla batteria idronica tra i 22 e 26 °C, calo di temperatura massimo di 10 K e portata d'acqua ottimale di 3 l/min.

Ogni SFC sarà installato a parete nella posizione, tipologia e numero indicato negli elaborati grafici di progetto e sarà accessibile per permettere la manutenzione. Lo SFM verrà installato in sostituzione del radiatore esistente e, poiché l'unità prevede l'ingresso dell'acqua esclusivamente nella parte destra, qualora il radiatore sostituito abbia attacchi sul lato sinistro, dovrà essere previsto un prolungamento delle tubazioni con innesto alla batteria.

Tutti gli innesti dovranno prevedere sia sulla tubazione di mandata sia su quella di ritorno detentori per l'intercettazione e la regolazione di portata idronica.

Nella seguente immagine si riporta una vista tipo dello SFC con caratteristiche idonee al progetto.



Figura 39 – Vista 3D di uno SFC

Il sistema di distribuzione del fluido termovettore rimarrà quello esistente e, secondo progetto, la temperatura di setpoint deve essere pari a 25°C sia in estate che in inverno. I circuiti di alimentazione dei singoli fancoil partiranno quindi dal collettore in ottone con diramazioni passanti di piano dell’impianto idronico, secondo quanto rilevato durante le attività di sopralluogo.

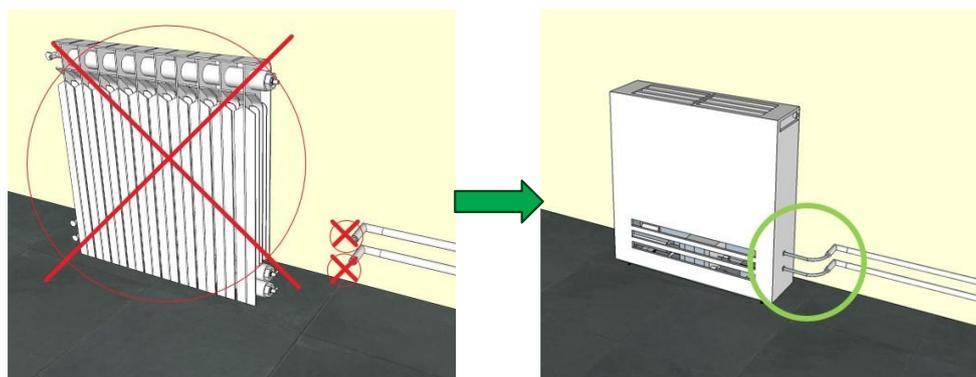


Figura 40 – Esempio di sostituzione radiatore con SFC

Le performance dell’unità prevista nel progetto sono indicate nella seguente tabella.

Aria		Refrigerante		Acqua di alimentazione		
T_{amb} [°C]	T_{mand} [°C]	T_{evap} [°C]	T_{cond} [°C]	Portata [l/min]	T_{in} Acqua [°C]	P_{utile} [W]
<i>Funzionamento estivo</i>						
24	15,9	5,4	50	3	25	1659

24	15,2	3,9	40	3	15	1781
<i>Funzionamento Invernale</i>						
20	37,9	7	52,6	3	25	2327
20	35,1	0	47,3	3	15	1951

Tabella 8 – Punti di funzionamento SFC

In allegato alla presente relazione si riportano i disegni relativi alle linee guida progettuali del caso studio in oggetto, come dal seguente elenco degli elaborati:

- 1) Progetto - Schema Funzionale di centrale tecnologica
- 2) Progetto – Impianto Meccanico Planimetria Piano Terra e Piano Primo

4.2) Impianti Idrico-Sanitari (IS)

In questa sezione vengono descritte le caratteristiche generali degli impianti idrico-sanitari i criteri adottati per il dimensionamento del nuovo sistema di produzione dell'acqua calda sanitaria.

4.2.1) Caratteristiche dell'impianto idrico-sanitario

L'edificio è già equipaggiato con una rete di distribuzione dell'acqua di tipo tradizionale, attraverso la quale viene distribuita acqua di acquedotto sia per i lavandini, sia per i punti di prelievo ad uso potabile che per gli sciacquoni dei servizi igienici ed i punti di prelievo ad uso non potabile, quali i rubinetti per il lavaggio di locali, l'irrigazione o la pulizia della pavimentazione esterna.

La produzione di Acqua Calda Sanitaria (ACS) nel post-intervento sarà effettuata istantaneamente mediante il sistema di generazione centralizzato descritto nel capitolo precedente.

Tutti i nuovi apparecchi installati nell'intervento di riqualificazione che saranno a contatto con acqua potabile, dovranno essere conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalle Decisioni 2013/2250UE e 2013/641/UE, D.M. n. 443 21/12/1990 e s.m.i ed essere conformi alle disposizioni del Ministero della Sanità e D.P.R. 1095/68 e s.m.i.

Può verificarsi che l'acqua calda sanitaria di distribuzione possa ristagnare in tratti di rete anche per lunghi periodi, pertanto, può capitare che essa si raffreddi e quindi non rispetti la temperatura minima accettabile di erogazione al rubinetto. Per evitare simili inconvenienti nelle successive fasi di progetto è da verificare se prevedere una rete di ricircolo che consenta all'acqua di restare in continuo movimento e di evitare le conseguenze della stagnazione consentendo l'erogazione dell'acqua calda alla corretta temperatura di progetto entro i 30 secondi.

L'eventuale rete di ricircolo dovrà essere dimensionata accettando il salto termico massimo ammissibile tra la temperatura di partenza dell'acqua calda e quella di erogazione all'apparecchio più favorito pari a 2°C.

La linea di distribuzione di acqua fredda e acqua calda sanitaria è prevista con la pressione di acquedotto ipotizzabile pari a 3 bar. È da prevedere la predisposizione per un eventuale gruppo di pressurizzazione qualora in fase di cantiere la pressione a disposizione all'acquedotto non sia sufficiente a servire al meglio l'utenza più svantaggiata dell'edificio. L'eventuale gruppo di sollevamento acqua per il sollevamento acqua finalizzato a garantire la corretta pressione di ACS e AFS dovrà essere dimensionato sulla portata di contemporaneità stabilita secondo i criteri forniti dalla normativa EN 806 e garantendo a monte del rubinetto più sfavorito una pressione statica di 25 metri di colonna d'acqua.

4.3) Impianti Elettrici (EL)

4.3.1) Introduzione

Il presente progetto riguarda gli interventi impiantistici elettrici di riqualificazione energetica di 1° Livello da applicarsi all'edificio con destinazione d'uso residenziale sito in Via Amantea n.5 a Milano.

Ai sensi dell'art. 5 comma 2 lettera c) del D.M. 37/08, l'impianto in oggetto rientra nei limiti della progettazione obbligatoria da parte di professionista abilitato in quanto trattasi di “ [...] impianti di cui all'art.1 comma 2 lettera a) per tutte le utenze condominiali e per le utenze domestiche di singole unità abitative aventi potenza impegnata superiore a 6kW o per utenze domestiche di singole unità abitative di superficie superiore a 400m²”.

Il progetto elettrico elaborato è di tipo preliminare e contiene le prime indicazioni e specifiche tecniche, previste dalle norme tecniche vigenti, indispensabili per la corretta esecuzione delle opere richieste.

4.3.2) Dati di progetto

L'impianto elettrico luci e FM interno alla struttura è esistente e verrà mantenuto. L'intervento in oggetto, pertanto, si configura esclusivamente come riqualificazione energetica volta a dotare la struttura di un nuovo impianto di riscaldamento invernale e raffrescamento estivo mediante posa in opera di nuova pompa di calore e relativi smart fan coil in ambiente, di produzione di acqua calda sanitaria (ACS) mediante produttore istantaneo, di produzione di energia elettrica con impianto fotovoltaico da 18,6 kW_p con accumulo elettrochimico da 15,12 kWh e stazione di ricarica auto elettrica.

Gli equipaggiamenti di cui sopra faranno capo ad un Gestore di Energia Elettrica (c.d. MIMO) che sarà alimentato dalla rete elettrica, ma che al proprio interno contiene le protezioni e le alimentazioni verso i carichi sopraindicati, principalmente in corrente continua con tensioni di alimentazione pari a 750V, con eccezione dei fan coil che saranno alimentati a 48V mediante l'interposizione di convertitori DC/DC esterni da 2,4 kW/cad.

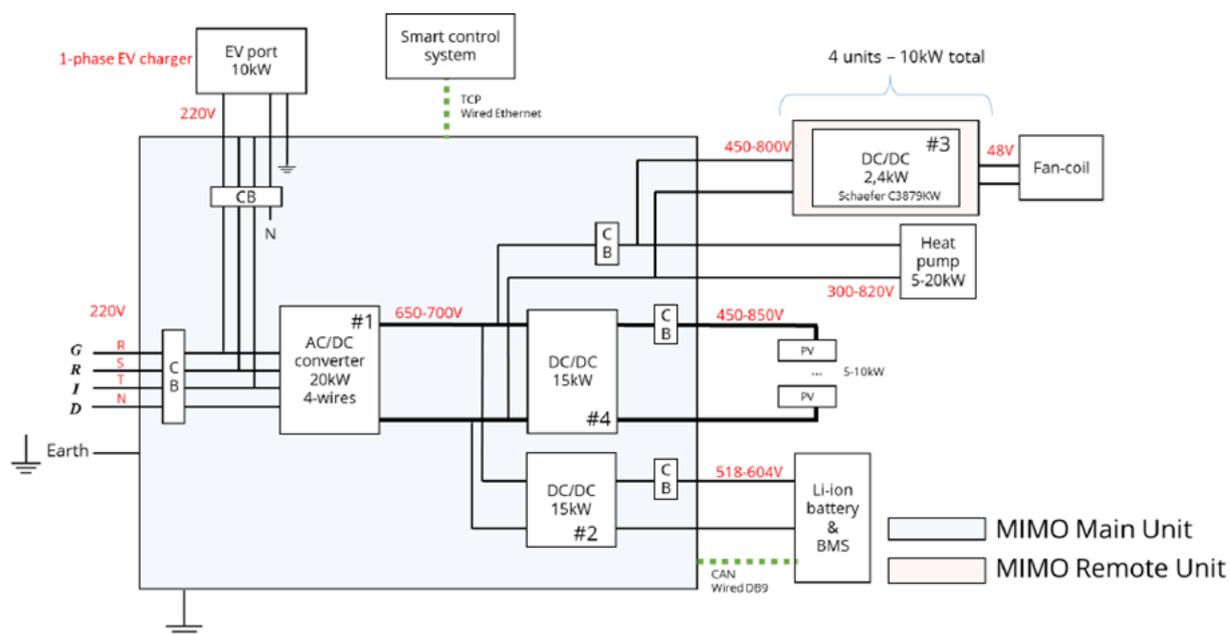


Figura 41 – Schema a blocchi del MIMO

4.3.3) Limiti della progettazione

La progettazione elettrica in oggetto è limitata a quanto riportato di seguito:

- Dimensionamento delle linee afferenti al MIMO ed alle utenze da questi alimentate
- Quadri elettrici e protezioni

È escluso quanto non espressamente specificato, come – a titolo di esempio – la verifica del rischio di perdite di vite umane da fulminazione atmosferica.

4.3.4) Caratteristiche della fornitura dell'energia elettrica

In base ai calcoli eseguiti, la fornitura di energia elettrica dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Potenza disponibile: 55kW
- Tensione nominale: 400V
- Frequenza nominale: 50Hz
- Sistema elettrico: TT
- Corrente di corto circuito convenzionale²: 15kA(trif.)/6kA(monof.)
- Sistema di: I categoria³

Il contatore sarà posto all'interno di un vano coperto esterno posto sul fianco dell'edificio e

² In base al quanto stabilito dalla norma CEI 0-21 per potenze in BT con prelievo superiore a 33kW.

³ Sono di prima categoria i sistemi elettrici funzionanti da 50V a 1000V in AC e da 120V a 1500V in DC

sarà collegato al quadro elettrico di ricevimento di nuova fornitura in opera mediante linea in cavo FG16R16 0,6/1kV formazione $3 \times (1 \times 35 \text{mm}^2) + 1 \times 16 \text{mm}^2$.

4.3.5) Classificazione ambientale

4.3.5.1. Pericolo di esplosione

Con riferimento alle aree oggetto della presente progettazione, non sono presenti aree a rischio di esplosione ricadenti sotto la norma CEI EN 60079-10/1 e sotto la relativa Guida CEI 31-35.

4.3.5.2. Pericolo di incendio

Si definisce luogo MARCIO un'area a maggior rischio di incendio, quest'ultimo definito come il prodotto tra la probabilità che si inneschi un incendio per l'entità media del danno prodotto dall'incendio stesso. La Norma CEI 64-8 distingue tre tipologie di luoghi marci:

- Tipo A: elevata densità di affollamento o elevato tempo di sfollamento in caso di incendio ovvero elevato danno ad animali o cose;
- Tipo B: strutture portanti combustibili;
- Tipo C: lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito di materiali infiammabili o combustibili.

Con riferimento all'edificio in oggetto - tenuto conto di quanto sopra ed in base alle informazioni disponibili - il luogo non rientra in nessuno delle tre tipologie di luoghi MA.R.C.I e dunque l'impianto elettrico può essere "ordinario".

4.3.6) Descrizione dell'impianto

4.3.6.1. Potenze elettriche

Le utenze elettriche oggetto della presente progettazione sono di seguito elencate:

- N.1 pompa di calore composta da un'unità principale – che verrà posta nel locale lavanderia - e da un'unità secondaria costituita da uno scambiatore aria-acqua – che verrà posta al primo piano dell'edificio nel locale tecnico in cima al vano scale. La PDC avrà una doppia alimentazione nel senso che sarà alimentata direttamente dal MIMO con linea a 700Vdc e potenza nominale pari a 15kW ma avrà anche alimentazione da rete, con la medesima potenza nominale. Sempre da rete sono da prevedersi le alimentazioni per la resistenza elettrica (10A @400V), per l'unità di controllo (11A @230V) e per lo scambiatore di calore (2,2A @230V).

con linea in AC a 230V e sarà posizionata sul fianco dell'edificio opposto al locale contatori, come indicato negli elaborati grafici di progetto.



Figura 44 – Tipologico stazione di ricarica auto elettrica a parete

È da ipotizzarsi che la colonna di ricarica auto elettrica possa essere caricata sia dal MIMO in isola, quando vi è disponibilità di potenza dall'impianto fotovoltaico e/o dal sistema di accumulo, sia direttamente dalla rete elettrica. Pertanto, in corrispondenza dell'interruttore di protezione della linea verso la stazione di ricarica dovrà essere ben indicata la possibilità di una doppia alimentazione con l'apposizione del seguente cartello monitor:



Figura 45 – Cartello monitor da installarsi in corrispondenza della protezione della linea alla colonnina di ricarica auto elettrica

Le potenze calcolate, con i fattori di utilizzo e di contemporaneità considerati, sono riportate nelle tabelle di calcolo allegate. È stato infine ipotizzato un assorbimento attuale dei carichi dell'abitazione (carichi luce e prese FM) non superiore a 6kW.



Figura 46 – Contatore ed avanquadro attualmente presenti

È altresì prevista la posa di un impianto fotovoltaico in copertura di potenza prevista compresa tra 18 e 19 kW_p con gruppo di accumulo da 15,3 kWh, con tensione nominale di esercizio pari a 540V.

4.3.6.2. Avvanquadro

Il quadro elettrico di ricezione esistente sarà sostituito con nuovo quadro elettrico (QE RIC. ENEL) in cassetta PVC a parete di dim. (LxHxP) 460x550x260mm, portella in vetro, IP55, Classe II, equipaggiato come da schema elettrico allegato. In conformità a quanto previsto dalla vigente norma CEI 0-21, il QE RIC. ENEL sarà posato nel locale contatori ad una distanza non superiore a 3m da quest'ultimo e verrà collegato con linea in cavo FG16R16 0,6/1kV formazione 3x(1x35mm²)+1N16mm². Il quadro elettrico dovrà essere realizzato nel rispetto delle norme CEI EN 60439-1 e CEI EN 60439-3, sottoposto alle prove secondo le prescrizioni della stessa norma ed essere identificato da una targhetta. Gli interruttori a fronte quadro dovranno essere dotati di opportuni cartelli con scritto il circuito di comando da azionare. A valle del QE RIC. ENEL sarà derivata la linea montante di cui al paragrafo successivo.

4.3.6.3. Linea montante

La linea montante sarà realizzata in cavo FG16R16 0,6/1kV formazione 3x(1x35mm²)+1N16mm² posata in tubazione PVC Ø50mm installata sulla parete esterna dell'edificio, per una tratta di lunghezza stimata L=10m. La linea montante collegherà il QE RIC. ENEL con il quadro elettrico QE MIMO di nuova realizzazione, che fungerà da quadro elettrico generale. Il quadro sarà equipaggiato come da schema elettrico allegato. In particolare, alimenterà il MIMO, le utenze in AC della pompa di calore e conterrà la

protezione in AC verso la stazione di ricarica auto elettrica in uscita dal MIMO. Per ragioni di sicurezza, è prevista l'apposizione di spie luminose di presenza rete sia in corrispondenza della protezione generale del quadro che della protezione della linea verso la stazione di ricarica auto elettrica, stante la possibilità di avere una doppia alimentazione di tipo indipendente. E' infine previsto che da tale quadro parta una linea di alimentazione del QEA esistente da realizzarsi in cavo FG16OR16 0,6/1kV formazione 3G6mm² posata in cavidotto a parete.



Figura 47 – Quadro elettrico di appartamento (QEA) esistente in locale tecnico

Il quadro elettrico dovrà essere realizzato nel rispetto delle norme CEI EN 60439-1 e CEI EN 60439-3, sottoposto alle prove secondo le prescrizioni della stessa norma ed essere identificato da una targhetta. Gli interruttori a fronte quadro dovranno essere dotati di opportuni cartelli con scritto il circuito di comando da azionare.

4.3.6.4. Quadro elettrico uscita MIMO DC

Le uscite del MIMO verso l'impianto di riscaldamento a fan coil, verso la pompa di calore ed il sistema di accumulo afferiscono ad un quadro elettrico (QE USCITA MIMO DC) posto a parete nelle vicinanze del MIMO medesimo, costituito da cassetta PVC di dim. (LxHxP) 335x400x210mm, portella in plexiglass, IP43, equipaggiato come da schema elettrico allegato. Il quadro elettrico sarà alimentato dal MIMO come segue:

- Linea a protezione FAN COIL in cavo FG16R16 0,6/1kV formazione 2x(1x4mm²)+1PE4mm² posata in tubazione PVC posata a vista;
- Linea a protezione HEATING PUMP in cavo FG16R16 0,6/1kV formazione 2x(1x10mm²)+1PE10mm² posata in tubazione PVC posata a vista;

- Linea a protezione ACCUMULO in cavo FG16R16 0,6/1kV formazione $2 \times (1 \times 25 \text{mm}^2) + 1 \text{PE} 25 \text{mm}^2$ posata in tubazione PVC posata a vista;

Il quadro elettrico dovrà essere realizzato nel rispetto delle norme CEI EN 60439-1 e CEI EN 60439-3, sottoposto alle prove secondo le prescrizioni della stessa norma ed essere identificato da una targhetta. Gli interruttori a fronte quadro dovranno essere dotati di opportuni cartelli con scritto il circuito di comando da azionare.

4.3.6.5. Quadro elettrico parallelo smart fan coil

Gli smart fan coil saranno alimentati in gruppi di 3 mediante convertitori DC/DC da 3kVA/2,4kW cadauno, che saranno posizionati nel sottotetto dell'edificio. I convertitori saranno protetti da un quadro elettrico (QE PARALLELO FAN COIL) in cassetta PVC dim. (LxHxO) 460x550x260mm, portella in plexiglass, IP43, equipaggiato come da schema elettrico allegato. Il quadro elettrico sarà alimentato dal QE USCITA MIMO DC con cavo FG16R16 formazione $2 \times (1 \times 4 \text{mm}^2) + 1 \text{PE} 4 \text{mm}^2$ posato in tubazione PVC dedicata Ø32mm posata nell'intercapedine della parete. Si ricorda che il cavo FG16(O)R16 può essere utilizzato fino a 1500V in DC. Il quadro elettrico dovrà essere realizzato nel rispetto delle norme CEI EN 60439-1 e CEI EN 60439-3, sottoposto alle prove secondo le prescrizioni della stessa norma ed essere identificato da una targhetta. Gli interruttori a fronte quadro dovranno essere dotati di opportuni cartelli con scritto il circuito di comando da azionare.

4.3.6.6. Impianto luce artificiale ordinaria

Non oggetto di modifica.

4.3.6.7. Illuminazione di emergenza

Non oggetto di modifica.

4.3.6.8. Impianto prese e FM

Non oggetto di modifica.

4.3.6.9. Comando di emergenza

Non previsto.

4.3.7) Cavi e condutture

Nel caso in oggetto, sono state dimensionate sia linee in corrente alternata 230V/400V che linee in corrente continua, con massima tensione pari a 850V, ad eccezione delle linee terminali verso i fan coil che saranno a 24V sempre in DC.

Sono previste le seguenti tipologie di cavo per la distribuzione di potenza:

- Cavo FG16(O)R16

Si ricorda che il cavo FG16(O)R16 è isolato 0,6/1kV per distribuzione in corrente alternata e può essere usato fino a 1500V in corrente continua.

CAVI BASSA TENSIONE - ENERGIA, SEGNALAMENTO E COMANDO
LOW VOLTAGE - POWER, SIGNALLING AND CONTROL

FG16R16 - FG16OR16 0,6/1 kV

DESCRIZIONE:

Cavo con isolamento in gomma di qualità G16, sotto guaina di PVC qualità R16 a ridotta emissione di gas corrosivi. Buona resistenza agli oli e ai grassi industriali.

Buon comportamento alle basse temperature

CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_o/U: 600/1000 V c.a.
- 1500 V c.c.
- Tensione Massima U_m: 1200 V c.a.
- 1800 V c.c.
- Tensione di prova industriale: 4000 V
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Sforzo massimo di trazione (consigliato): 50 N/mm² di sezione del rame.
- Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro del cavo.

DESCRIPTION:

Cable insulated with rubber G16 quality, with PVC R16 sheath, with reduced corrosive gas emission. Good resistance to grease and mineral oils. Good flexibility and behaviour at low temperatures.

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

- Rated voltage U_m: 600/1000 V a.c.
- 1500 V c.c.
- Max. rated voltage U_m: 1200 V a.c.
- 1800 V c.c. also earthwards
- Rated voltage test: 4000 V
- Maximum operating temperature: 90°C
- Minimum operating temperature: -15°C (without mechanical stress)
- Minimum installation temperature: 0°C
- Maximum short circuit temperature: 250° C
- Maximum tensile stress (recommended): 50 N/mm² of the cross-section of the copper.
- Minimum bending radius: 4 x cable diameter.

Figura 48 - Estratto scheda tecnica cavo FG16(O)R16 con indicati i livelli di isolamento

Per quanto riguarda i cavidotti, sono previste le seguenti tipologie di distribuzione:

- Cavidotti / guaine PVC sia in posa a vista a parete che all'interno delle intercapedini ricavate nella muratura;
- Passerella portacavi in acciaio zincato, all'interno dei locali tecnici;
- Guaina a doppia parete tipo ADPE tipo 450N o 750N, per i tratti interrati.

4.4) Impianto Fotovoltaico (FV)

In questa sezione del documento si descrive la configurazione ed il dimensionamento dell'impianto fotovoltaico posto in copertura.

4.4.1) Individuazione dei principali componenti dell'impianto

L'impianto fotovoltaico installato sulla copertura dell'edificio sarà composto da un generatore realizzato con moduli in silicio policristallino posizionati in modo complanare alla superficie della falda dell'edificio. I moduli del generatore saranno quindi orientati verso Est ed inclinati di circa 7° rispetto al piano orizzontale, ancorati tramite appositi profili e sviluppati per il progetto.

Si descrivono di seguito le principali caratteristiche dei componenti individuati.

4.4.2) Moduli fotovoltaici

Nell'ottica dei punti cardini del progetto di ricerca, tutti i moduli fotovoltaici impiegati per la realizzazione dell'impianto saranno derivati da un processo di rigenerazione e dovranno essere conformi a tutte le normative vigenti. Saranno certificati secondo la norma IEC 61215:2016 e IEC 61730:2016.

I moduli fotovoltaici saranno composti da celle fotovoltaiche in silicio policristallino incluse in un laminato di vetro temprato antiriflesso inserito a sua volta in una cornice in alluminio anodizzato. Questa configurazione assicura la resistenza e la rigidità dei componenti, garantendo elevate prestazioni meccaniche durante le fasi di trasporto, installazione e messa in esercizio.

Alla luce di queste considerazioni, si elencano di seguito le caratteristiche tecniche di due moduli rigenerati Trina TSM-PC05A, soggetti a flash test secondo quanto prescritto dalla norma IEC 61215-2:2021.

Parametro	Unità di misura	Modulo 01	Modulo 02
Potenza di picco	(Wp)	226	238
Tensione alla massima potenza:	(V)	29,5	29,8
Corrente alla massima potenza:	(A)	7,68	7,98
Tensione di circuito aperto:	(V)	37,5	37,1
Corrente di corto circuito:	(A)	8,5	8,43

Tabella 9 – Caratteristiche dei moduli fotovoltaici

Nelle analisi riportate di seguito, dunque, si fornirà un range di potenza installabile ed energia prodotta, in funzione dell'intervallo di potenza fornito dai 2 moduli testati.

4.4.3) Dimensionamento dell'impianto fotovoltaico

Il generatore dell'impianto fotovoltaico in oggetto, costituito dai moduli fotovoltaici e dai loro collegamenti e supporti meccanici, sarà composto da un totale di 80 moduli in silicio policristallino aventi le caratteristiche elencate in precedenza.

In particolare, ciascun modulo fotovoltaico rigenerato è caratterizzato da una potenza di picco residua testata variabile tra 226 W_p o 238 W_p, per una potenza complessiva dell'impianto fotovoltaico compresa tra circa 18 e 19 kW_p.

Il dimensionamento ottimale per il campo fotovoltaico in oggetto ha previsto la formazione di 4 stringhe formate rispettivamente da 20 moduli.

I cablaggi dei moduli fotovoltaici saranno realizzati con cavo unipolare per applicazioni fotovoltaiche (tipo “solar” o equivalente) dotato di guaina esterna, con sezione pari a 6 mm². La scelta di tale sezione di cavo consente di contenere le cadute di tensione su tutta la parte in corrente continua entro l'1 % della tensione nominale di ciascuna stringa.

Le tratte di cavo che collegano le stringhe di moduli fotovoltaici al MIMO non dovranno presentare giunture intermedie.

Tutte le connessioni in campo saranno realizzate mediante connettori ad innesto rapido con grado di protezione IP67.

Tutti i cavi di stringa saranno posati all'interno dei profilati di struttura della nuova copertura secondo quanto indicato negli elaborati grafici di progetto.

In corrispondenza dell'ingresso del MIMO sarà possibile interrompere e sezionare i circuiti lato DC, ossia le stringhe di moduli fotovoltaici, secondo quanto richiesto dalla norma CEI 64-8, adottando i nuovi sezionatori ed i connettori ad innesto rapido.

I tre livelli di protezione richiesti dalla norma CEI 11-20 saranno attuati come descritto nel seguito.

- Dispositivo del generatore: nel MIMO sono incorporate le protezioni contro il sovraccarico, il cortocircuito ed altre anomalie specifiche. Sarà poi previsto un interruttore magnetotermico differenziale.
- Dispositivo di interfaccia: in accordo con quanto prescritto dalla norma CEI 0-21, sulla linea trifase di uscita è installato un dispositivo di interfaccia comune, sul quale agiscono le protezioni di interfaccia previste dalla normativa vigente.
- Dispositivo generale: Il dispositivo generale ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione elettrica. Nell'impianto svolge funzione di dispositivo generale l'interruttore magnetotermico della linea di alimentazione dell'impianto fotovoltaico, posto nel quadro elettrico dedicato.

Per quanto riguarda la struttura di sostegno, il dimensionamento di tutti gli accessori (morsetti, raccordi) per l'ancoraggio dei moduli fotovoltaici, nonché la verifica del dimensionamento delle carpenterie riportato negli elaborati di calcolo, dovranno essere effettuati dall'appaltatore e verificati dalla direzione lavori sulla base delle caratteristiche tecniche dei componenti proposti in fase di assegnazione dei lavori.

4.4.4) *Stima delle prestazioni energetiche*

Secondo le elaborazioni effettuate, il valore della radiazione solare S rispetto ad una superficie per contesto climatico di inserimento (Milano), orientamento γ pari $\pm 90^\circ$ ed inclinazione ψ di 7° , ammonta a circa $1.320 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$.

Attraverso il valore dell'irradiazione S calcolato, è stata eseguita, relativamente alle ipotesi di progetto, una stima riguardante la produttività elettrica dell'impianto in oggetto ed i benefici ambientali associabili al suo impiego. I dati risultanti vengono illustrati di seguito, unitamente alle metodologie di calcolo adottate.

La potenza nominale di un impianto fotovoltaico viene definita dalla somma delle potenze di picco di tutti i moduli costituenti il generatore, e cioè:

$$P_{PV} = \sum P_{\text{mod}}$$

dove:

P_{PV} rappresenta la potenza nominale dell'impianto;

P_{mod} rappresenta la potenza nominale del singolo modulo.

La produzione annua di energia elettrica di un impianto fotovoltaico può essere stimata tramite la seguente formula semplificata:

$$E_{PV} = PR \times P_{PV} \times H/ISTC$$

in cui:

E_{PV} , espresso in kWh, rappresenta l'ammontare dell'energia elettrica producibile annualmente;

PR rappresenta il coefficiente di prestazione dell'impianto fotovoltaico, assunto pari a 0,8 per l'impianto in oggetto;

H rappresenta l'irradiazione annuale sul piano dei moduli espressa in kWh/m^2 anno, mentre $ISTC$ è l'irradiazione annuale in condizioni di riferimento pari a 1000 W/m^2

Supponendo, dunque, i seguenti valori:

- $PR = 0,8$;
- $P_{PV} = 18-19 \text{ kW}_p$;

L'energia producibile annualmente risulta quindi compresa tra 19.008 e 20.064 kWh.

APPENDICE A- NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La configurazione di progetto proposta è stata elaborata in conformità alle leggi e norme di seguito elencate, che devono essere in ogni caso rispettate in fase di realizzazione e messa in opera dei singoli componenti e nella messa a regime degli impianti nel loro complesso. Gli impianti, nel loro complesso e nei singoli componenti, risulteranno conformi alla legislazione ed alla normativa vigente al momento dell'esecuzione dei lavori stessi.

Disposizioni legislative generali:

- Legge 13/07/1966 n. 615 “Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico”;
- D.P.R. 22/12/1970 n. 1391 “Regolamento d'esecuzione” dei provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico;
- DLG 04/12/92 n. 476 “Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28 aprile 1992”;
- D.M. 01/12/1975 “Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi in pressione” in particolare le raccolte “R” e “H”;
- DPR 06/06/2001 n. 380 “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”;
- D.M.I. 31/03/2003 “Requisiti di reazione al fuoco dei materiali costituenti le condotte di distribuzione e ripresa dell'aria degli impianti di condizionamento e ventilazione”;
- Decreto 22/01/2008 n. 37 (37/08), "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11- quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici", pubblicato in Gazzetta Ufficiale n. 61 del 12/03/2008;
- Legge. 26/10/1995, n. 447 “Legge quadro sull'inquinamento acustico” e correlate;
- DPCM 5/12/1997 “Requisiti acustici passivi degli edifici”;
- Legge 319/76 “Tutela delle acque dell'inquinamento”;
- D.P.R. 236 “Attuazione della direttiva 80/788/CEE concernente le qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16/04/1987, n. 183”;
- G.U. 103 del 05/05/2000 “Linee-guida per la prevenzione e il controllo della legionellosi – Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome”;
- D.L. 02/02/2002 n. 27 “Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 2 febbraio 2001, n. 31, recante attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano”;

- D.P.R. 27/04/1955 n. 547 “Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro”;
- D.P.R. 19/03/1956 n. 302 “Norme generali per l’igiene sul lavoro”;
- D.P.R. 07/01/1956 n. 164 “Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni”;
- D.L. 15/08/1991 n. 277 “Attuazione delle direttive CEE in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell’art. 7 Legge 212/90”;
- DLG 04/12/1992 n. 475 “Attuazione della direttiva 89/686/CEE del Consiglio del 21 dicembre 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai dispositivi di protezione individuale”;
- Legge 14/08/1996 n. 494 “Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili”;
- D.L. 09/04/2008 n. 81 “Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro “, pubblicato in Gazzetta Ufficiale n. 101 del 30/04/2008 - Suppl. Ordinario n.108”;
- Legge 18/10/1977 n. 791 “Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità europee (n.73 / 23 / CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che devono possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione”;
- DPR 22/10/2001 n. 462 “Nuove procedure per la denuncia degli impianti di protezione contro i fulmini messa a terra e impianti elettrici pericolosi”;
- D.M. 16/02/1982 “Determinazione delle attività soggette al rilascio del certificato di Prevenzione Incendi”;
- Circolare M.I. 01/03/2002 n. 4 “Linee guida per la valutazione della sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro ove siano presenti persone disabili”;
- D.M. 18/09/2002 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l’esercizio delle strutture pubbliche e private”;
- Legge 10/09/01/91, D.P.R. 412/93, D.P.R. 551/99, regolamenti e decreti successivi relativamente alle “Norme per l’attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso nazionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”;
- D.L. 19/08/2005 n. 192 “Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell’edilizia” e relative note di corredo”;
- D.L. 29/12/2006 n. 311 “Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19/08/2005 n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell’edilizia”;
- D.G.R. 22/12/2008 n. 8745 “Determinazione in merito alle disposizioni per l’efficienza energetica in edilizia e per la certificazione energetica degli edifici”;
- DM 02/04/2009 n. 59 “Introduce il nuovo quadro di disposizioni obbligatorie che sostituiscono le indicazioni “transitorie” dell’Allegato I del DLgs311/06”;

- D.L. 03/03/2011 n. 28 “Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell’uso dell’energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE”;
- DM 28/12/2012 n. 28 “Incentivazione della produzione di energia termica da fonti rinnovabili ed interventi di efficienza energetica di piccole dimensioni”;
- DECRETO 10/02/2014 "Modelli di libretto di impianto per la climatizzazione e di rapporto di efficienza energetica di cui al decreto del Presidente della Repubblica n. 74/2013. (14A01710) (GU n.55 del 7-3-2014);
- Decreto interministeriale 26/06/2015 "Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici", Comunicato del MiSE, Pagina internet MiSE Pubblicato nel Supplemento ordinario n. 39 alla "Gazzetta Ufficiale" n. 162 del 15 luglio 2015;
- Decreto interministeriale 26/06/2015 "Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell’applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici”;
- D. L. 18/07/2016 n. 141 "Disposizioni integrative al decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102, di attuazione della direttiva 2012/27/UE sull’efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE”;
- D.L. 30/12/2016 n. 244 “Proroga e definizione di termini”.

Normative tecniche:

- UNI EN 14336:2004 “Impianti di riscaldamento negli edifici - Installazione e messa in servizio dei sistemi di riscaldamento ad acqua calda”;
- UNI EN 12828:2005 “Impianti di riscaldamento negli edifici - Progettazione dei sistemi di riscaldamento ad acqua”;
- UNI 10412-1:2006 “Impianti di riscaldamento ad acqua calda - Requisiti di sicurezza - Parte 1: Requisiti specifici per impianti con generatori di calore alimentati da combustibili liquidi, gassosi, solidi polverizzati o con generatori di calore elettrici”;
- UNI EN 12831:2006 “Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto”;
- UNI EN ISO 7730:2006 “Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale”;
- UNI EN 15251:2008 “Criteri per la progettazione dell’ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell’aria interna, all’ambiente termico, all’illuminazione e all’acustica”;
- UNI EN 779:2012 “Filtri d’aria antipolvere per ventilazione generale - Determinazione della prestazione di filtrazione”;

- UNI 7616:1976 + A90:1979 “Raccordi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Metodi di prova”;
- UNI 9562:1990 “Raccordi a compressione mediante serraggio meccanico a base di materiali termoplastici per condotte di polietilene per liquidi in pressione. Metodi di prova”;
- UNI EN 10224:2006 “Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi - Condizioni tecniche di fornitura”;
- UNI 9561:2006 “Tubi e raccordi di materia plastica - Raccordi a compressione per giunzione meccanica per uso con tubi in pressione di polietilene per la distribuzione dell’acqua”;
- UNI EN 1401-1:2009 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 1: Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema”;
- UNI EN ISO 1452-2:2010 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d’acqua e per fognature e scarichi interrati e fuori terra in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 2: Tubi”;
- UNI EN 12201-1:2012 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell’acqua, e per scarico e fognature in pressione - Polietilene (PE) - Parte 1: Generalità”;
- UNI EN 12201-2:2013 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell’acqua, e per scarico e fognature in pressione - Polietilene (PE) - Parte 2: Tubi”;
- UNI EN 1329-1:2014 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e alta temperatura) all’interno della struttura dell’edificio - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 1: Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema”;
- UNI EN 733:1997 “Pompe centrifughe ad aspirazione assiale, pressione nominale 10 bar, con supporti. Punto di funzionamento nominale, dimensioni principali, sistema di designazione”;
- UNI EN ISO 2858:2011 “Pompe centrifughe ad aspirazione assiale (pressione nominale 16 bar) - Designazione, condizioni nominali di esercizio e dimensioni”;
- UNI 804:2007 “Apparecchiature per estinzione incendi - Raccordi per tubazioni flessibili”;
- UNI 810:2007 “Apparecchiature per estinzione incendi - Attacchi a vite”;
- UNI 7421:2007 “Apparecchiature per estinzione incendi - Tappi per valvole e raccordi per tubazioni flessibili”;
- UNI EN 3-10:2010 “Estintori d’incendio portatili - Parte 10: Disposizioni per l’attestazione di conformità degli estintori di incendio portatili in accordo con la EN 3-7”.
- UNI EN 1505:2000 “Ventilazione negli edifici - Condotte metalliche e raccordi a sezione rettangolare – Dimensioni”;
- UNI EN 12237:2004 “Ventilazione degli edifici - Reti delle condotte - Resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica”;

- UNI EN 12097:2007 “Ventilazione negli edifici - Rete delle condotte - Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte”;
- ASHRAE 62.1-2007 “Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality”;
- UNI EN 1506:2008 “Ventilazione degli edifici - Condotte di lamiera metallica e raccordi a sezione circolare – Dimensioni”;
- UNI EN 13779:2008 “Ventilazione degli edifici non residenziali - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione”;
- UNI EN 12599:2012 “Ventilazione per edifici - Procedure di prova e metodi di misurazione per la presa in consegna di impianti installati di ventilazione e di condizionamento dell’aria”;
- UNI 10339:2014 “Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d’offerta, l’offerta, l’ordine e la fornitura”;
- UNI EN 15193:2008 “Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione”;
- UNI EN ISO 7235:2009 “Acustica - Metodi di misurazione in laboratori per silenziatori inseriti nei canali e nelle unità terminali per la diffusione dell’aria - Perdita per inserzione, rumore endogeno e perdite di carico totale”;
- UNI 8199:2016 “Acustica – Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione –Linee guida contrattuali e modalità di misurazione all’interno degli ambienti serviti”;
- UNI 8065:1989 “Trattamento dell’acqua negli impianti termici ad uso civile”;
- UNI EN 12056-1:2001 " Sistemi di scarico funzionanti a gravità all’interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni.";
- UNI EN 12056-2:2001 "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all’interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo";
- UNI EN 12056-3:2001 "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all’interno degli edifici - Sistemi per l’evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo";
- UNI EN 12056-4:2001 "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all’interno degli edifici - Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo";
- UNI EN 12056-5:2001 "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all’interno degli edifici - Installazione e prove, istruzioni per l’esercizio, la manutenzione e l’uso.";
- UNI EN 12255-1:2002 “Impianti di trattamento delle acque reflue - Principi generali di costruzione”;
- UNI 9182:2014 “Impianti di alimentazione e distribuzione d’acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione”.

A2) Impianti elettrici, speciali, di controllo ed impianto fotovoltaico

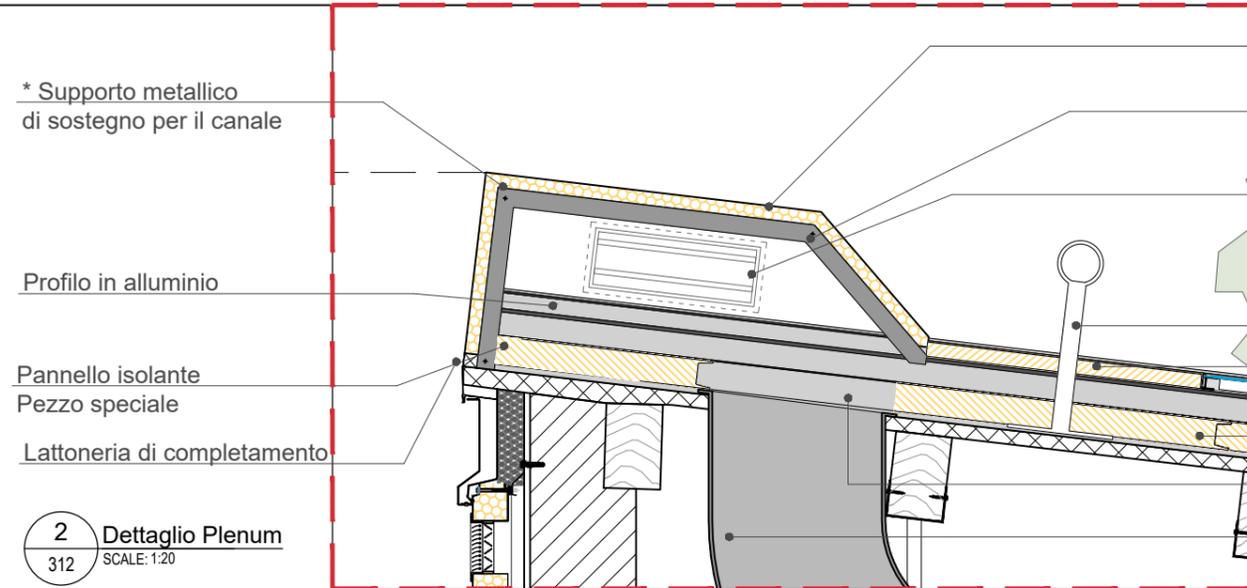
Le caratteristiche degli impianti e dei loro componenti dovranno risultare conformi:

- alle norme CEI;
- alle prescrizioni delle autorità locali;
- alle prescrizioni e indicazioni dell’azienda distributrice dell’energia elettrica, per quanto di competenza nei punti di consegna;

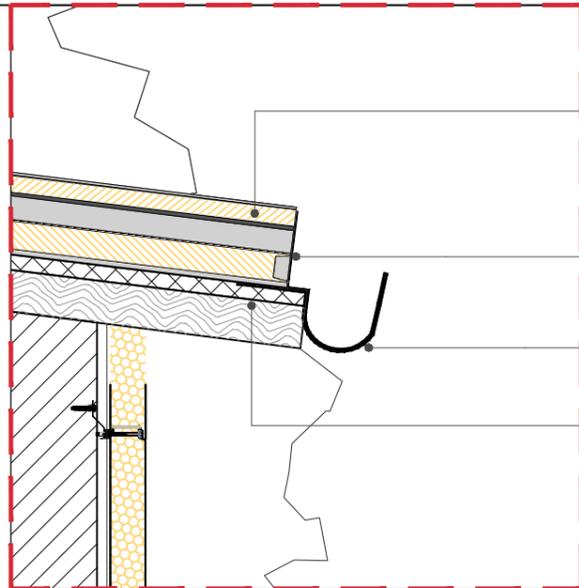
- alle prescrizioni e indicazioni dell'ASL, uffici competenti;
- alle prescrizioni e indicazioni del locale comando dei Vigili del Fuoco.

Disposizioni legislative generali:

- Legge n. 186 del 1-3-68: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- D.M. n. 37 del 22-01-08: regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-
quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante
riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti
all'interno degli edifici (G.U. n. 61 del 12-03-2008);
- D.lgs. n. 81 del 9-04-2008: testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro.



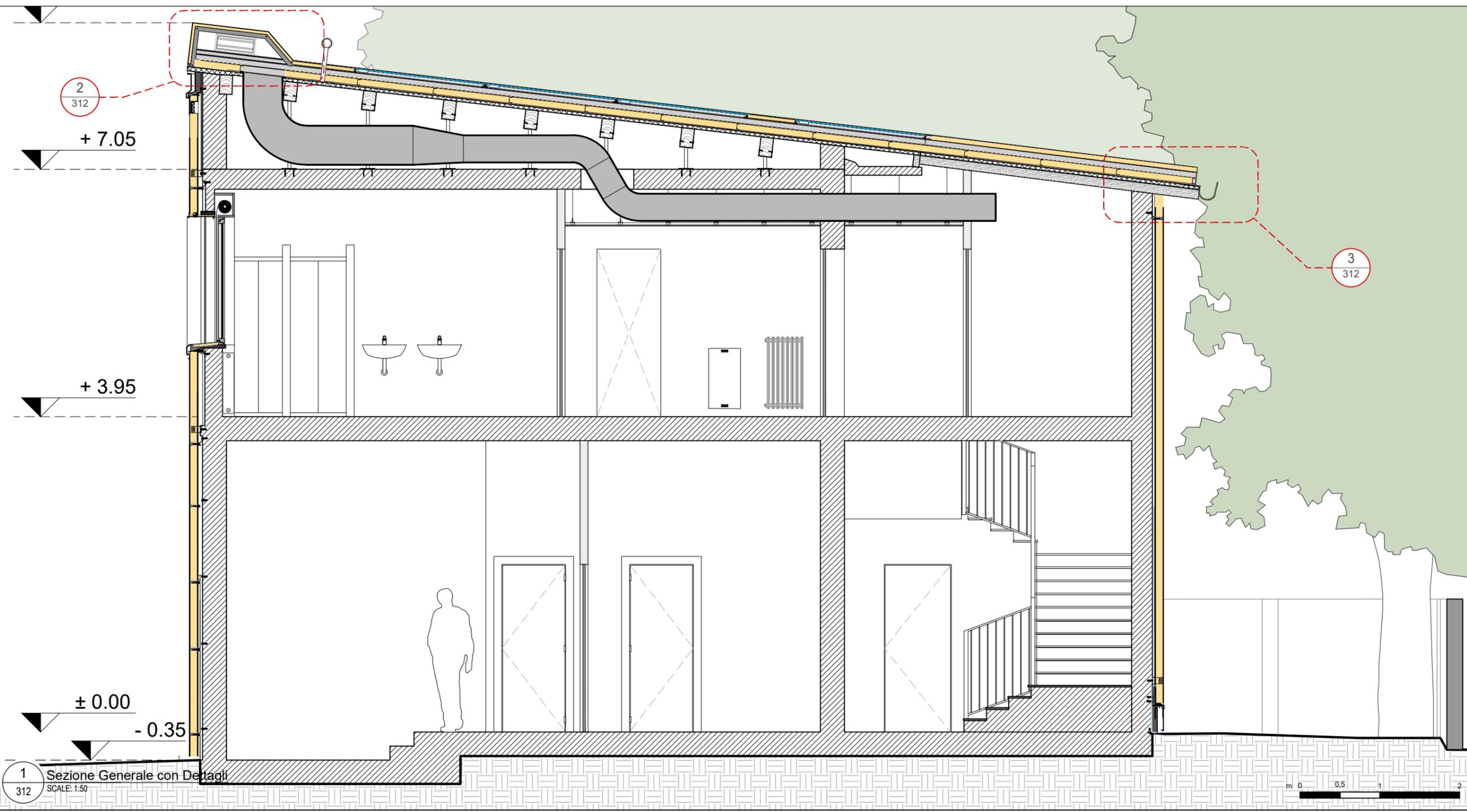
Canale "Plenum" in lamiera coibentata
 * Supporto metallico di sostegno per il canale
 * Serranda meccanizzata 150x450 con griglia anti passero
 Linea vita
 Pannello di completamento cieco
 Pannello coibentato
 Foro in copertura 200x50
 Canale di ripresa dell'aria



Pannello di completamento cieco o Modulo Fotovoltaico
 Lamiera microforata - Fori in base alle dimensioni fornite
 Gronda e lattoneria di rifinitura
 Copertura esistente

PROGETTO

UBICAZIONE
 Via Amantea n.5
 20153 Milano
 Foglio: 367
 Mappale: 126
 Zona: 7
TIPO DI INTERVENTO
 Riqualificazione energetica di 1° Livello



LEGENDA
 * Da definire in fase esecuzione lavori

FASI DEL PROGETTO

DEFINITIVO	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori.
 La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl.
 Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

Contenuto Elaborato
 Sezione generale con dettagli
PROGETTO

Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	30.05.2024
Revisione	
Scala	1:50-20
Formato	A3
Codice Elaborato	312

 ZH Spin-off
 Via Ariberto 20,
 20123 - Milano
 email: info@zhspinoff.com
 www.zhspinoff.com

Altra U.I.

PROGETTO



UBICAZIONE

Via Amantea n.5
20153 Milano

Foglio: 367
Mappale: 126
Zona: 7

TIPO DI INTERVENTO

Riqualficazione
energetica di 1° Livello

LEGENDA

FASI DEL PROGETTO

DEFINITIVA	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori.
La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl.
Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

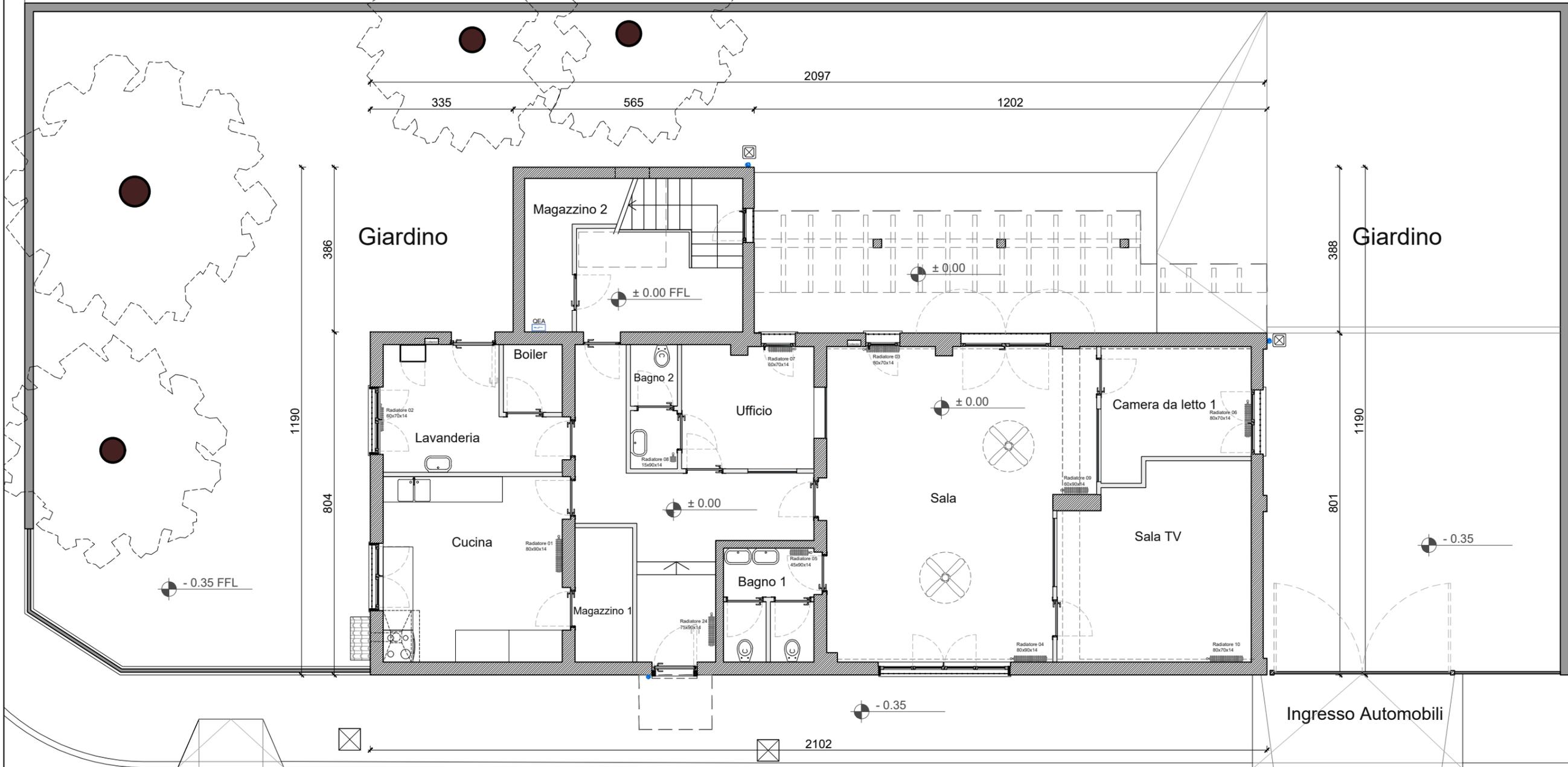
Contenuto Elaborato
Piano terra h 1,50m
ESISTENTE

Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	24.10.2023
Revisione	
Scala	1:100
Formato	A3

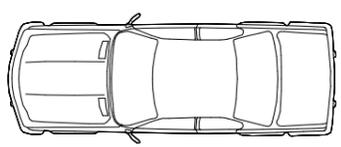
Codice Elaborato
100



ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com



Via M. Romero



1 Piano Terra h 1,50m
SCALE: 1:100

DEFINITIVA	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori.
La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl.
Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

Contenuto Elaborato
Piano Terra h 3,00m
ESISTENTE

Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	24.10.2023
Revisione	
Scala	1:100
Formato	A3
Codice Elaborato	

101



ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com

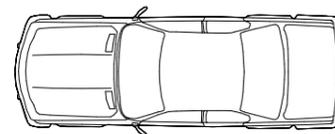
Altra U.I.

Giardino

Giardino

Ingresso Automobili

Via M. Romero



1 Piano Terra h 3,00m
SCALE: 1:100

DEFINITIVA	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori.
La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl.
Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

Contenuto Elaborato
Piano Primo
ESISTENTE

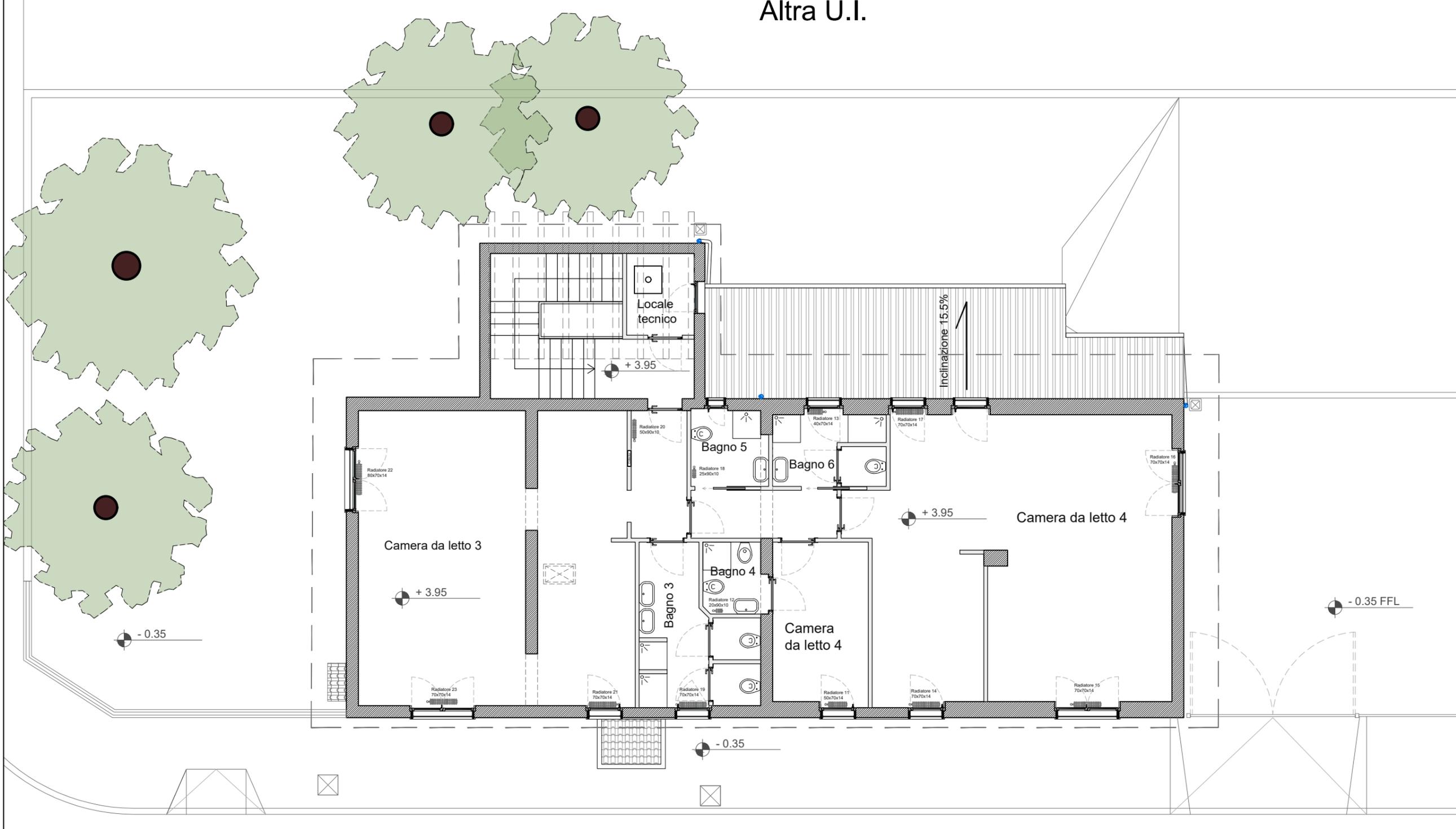
Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	24.10.2023
Revisione	
Scala	1:100
Formato	A3
Codice Elaborato	

102

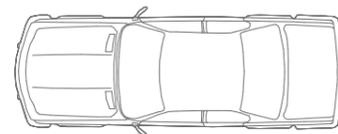


ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com

Altra U.I.



Via M. Romero



DEFINITIVA	

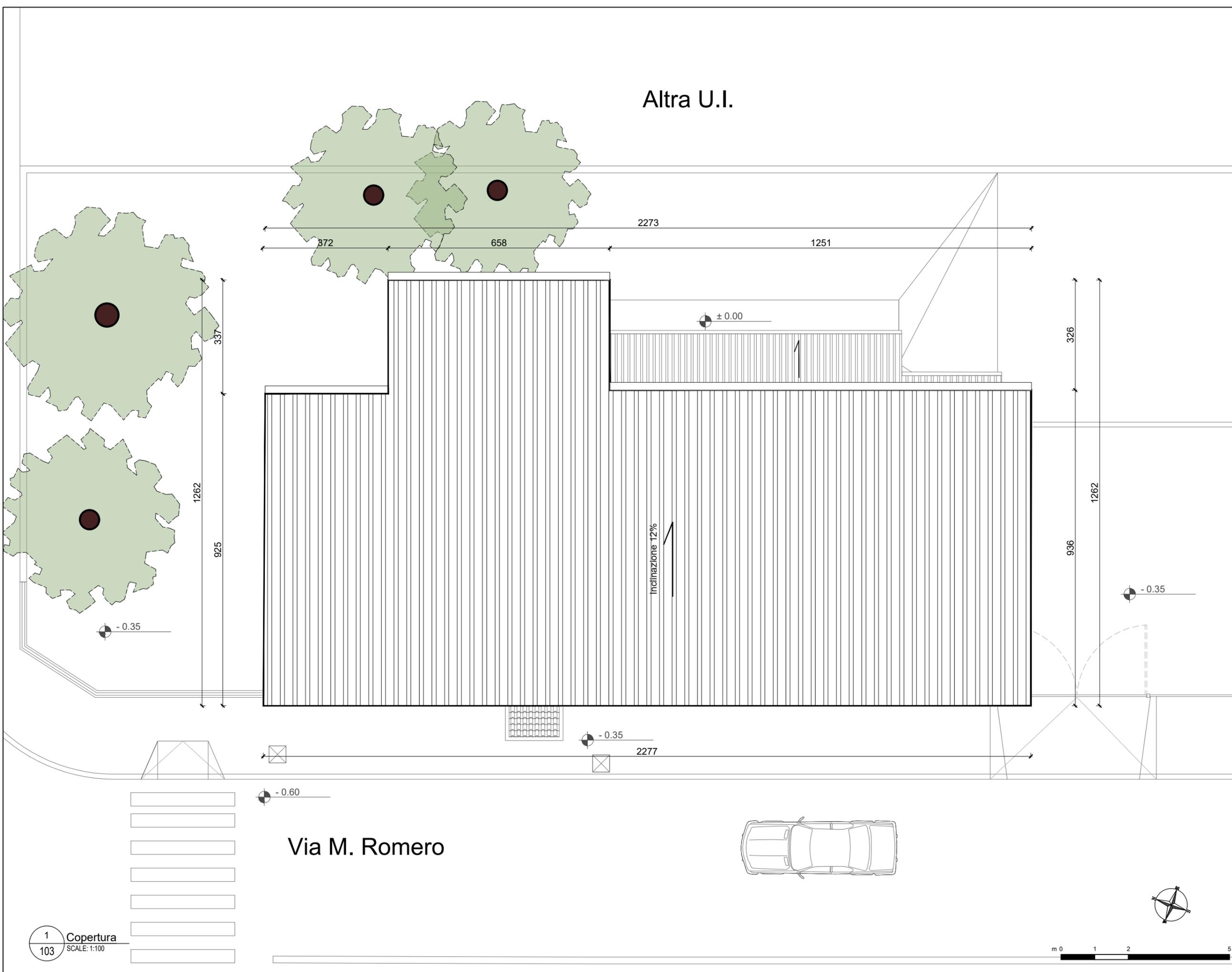
Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori.
La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl.
Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

Contenuto Elaborato
Copertura
ESISTENTE

Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	24.10.2023
Revisione	
Scala	Formato
1:100	A3
Codice Elaborato	

103

Altra U.I.



Via M. Romero



1 Prospetto Ovest
SCALE: 1:100



2 Prospetto Est
SCALE: 1:100



PROGETTO



UBICAZIONE

Via Amantea n.5
20153 Milano
Foglio: 367
Mappale: 126
Zona: 7

TIPO DI INTERVENTO

Riqualificazione
energetica di 1° Livello

LEGENDA

FASI DEL PROGETTO

DEFINITIVA	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori.
La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl.
Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

Contenuto Elaborato
Prospetto Ovest ed Est
ESISTENTE

Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	24.10.2023
Revisione	
Scala	Formato
1:100	A3
Codice Elaborato	

200



ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com

DEFINITIVA	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori.
La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl.
Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

Contenuto Elaborato
Prospetto Nord e Sud
ESISTENTE

Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	24.10.2023
Revisione	
Scala	1:100
Formato	A3

Codice Elaborato

201



ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com

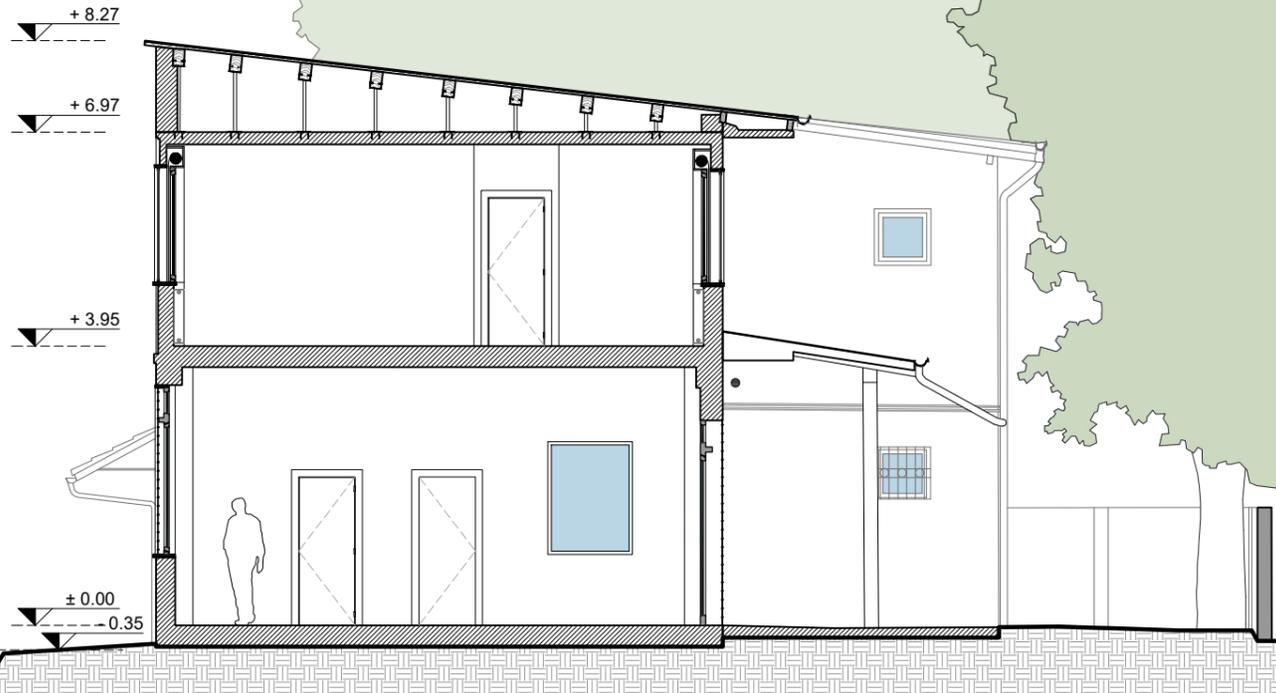


2 Prospetto Nord
201 SCALE: 1:100

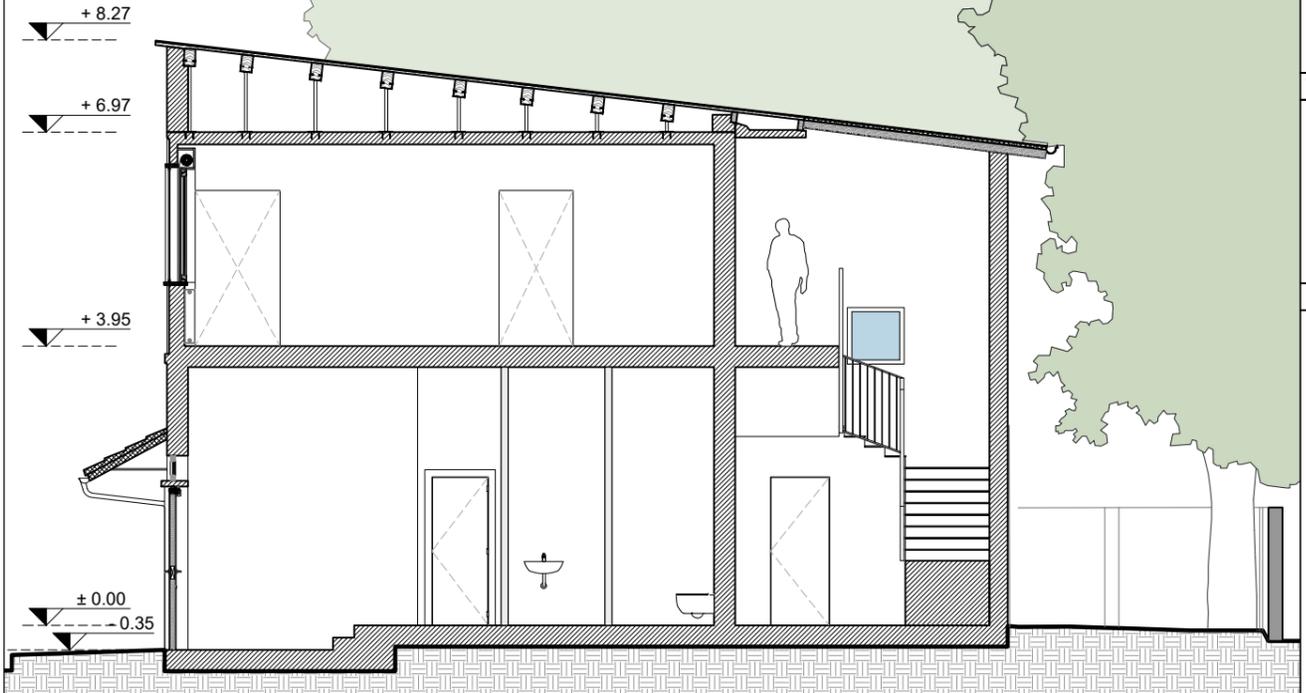


2 Prospetto Sud
201 SCALE: 1:100

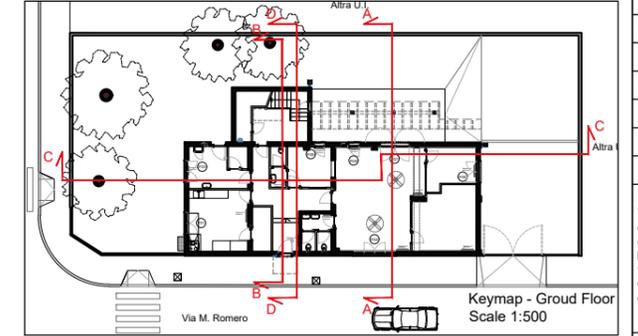
1 Sezione AA
300 SCALE: 1:100



2 Sezione BB
300 SCALE: 1:100



3 Sezione CC
300 SCALE: 1:100



PROGETTO

RE-SKIN

UBICAZIONE
Via Amantea n.5
20153 Milano
Foglio: 367
Mappale: 126
Zona: 7

TIPO DI INTERVENTO
Riqualficazione energetica di 1° Livello

LEGENDA

FASI DEL PROGETTO

DEFINITIVA	

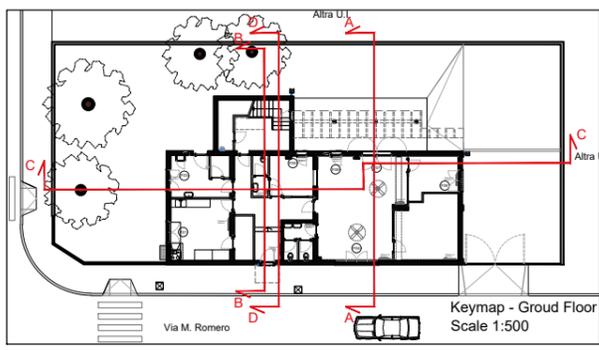
Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori.
La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl.
Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

Contenuto Elaborato
Sezioni AA - BB e CC
ESISTENTE

Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	30.05.2024
Revisione	
Scala	Formato
1:100	A3

Codice Elaborato
300

ZH spin off
POLITECNICO DI MILANO
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com



1 Sezione DD
301 SCALE: 1:50

PROGETTO

UBICAZIONE
Via Amantea n.5
20153 Milano
Foglio: 367
Mappale: 126
Zona: 7

TIPO DI INTERVENTO
Riqualificazione
energetica di 1° Livello

LEGENDA

FASI DEL PROGETTO

DEFINITIVA	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori.
La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl.
Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

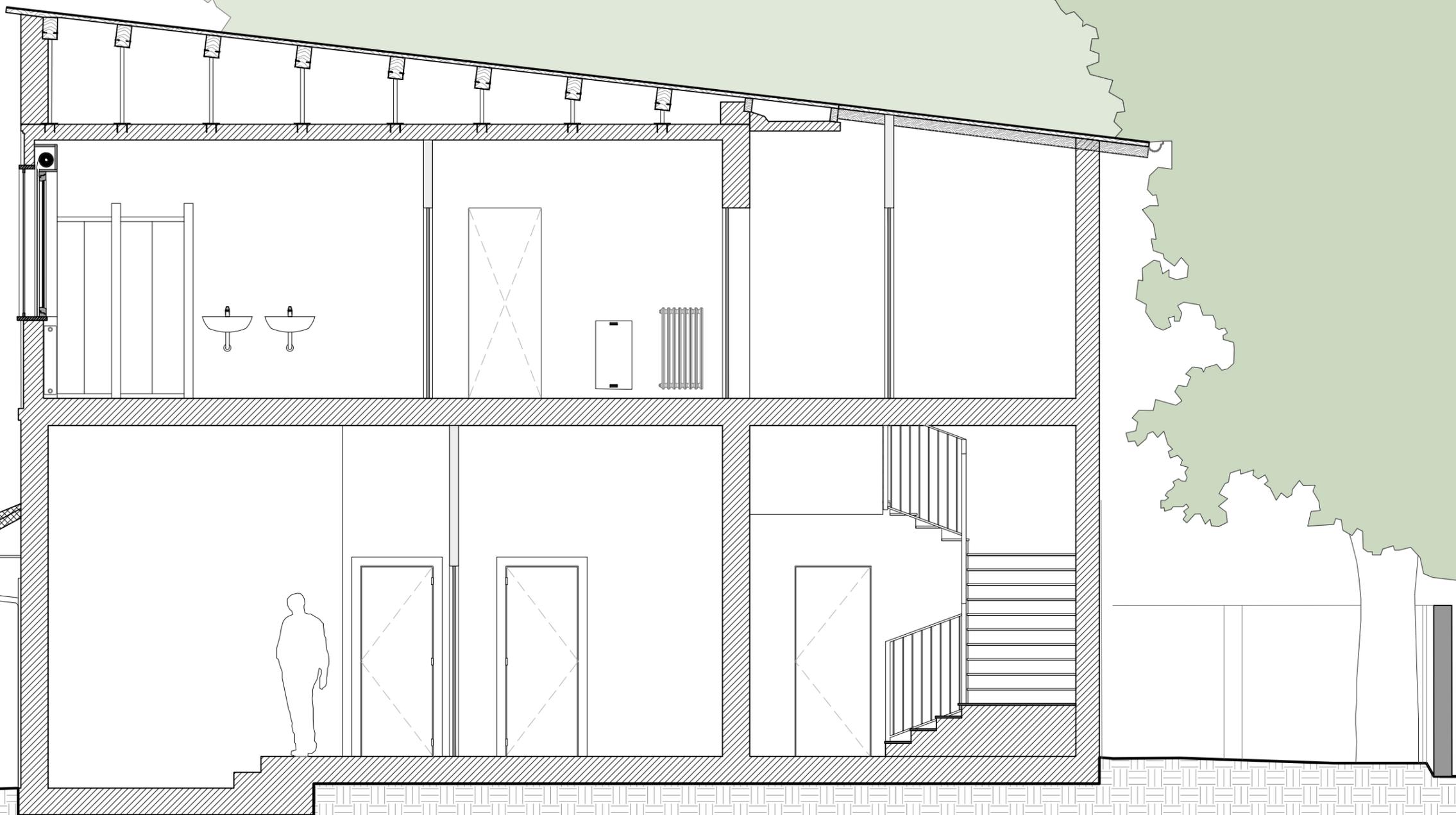
Contenuto Elaborato
Sezioni di dettaglio DD
ESISTENTE

Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	30.05.2024
Revisione	
Scala	Formato
1:50	A3
Codice Elaborato	

301

ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com

+ 8.27
+ 6.97
+ 3.95
± 0.00
- 0.35



DEFINITIVO	

Note:
Tutte le dimensioni sono
indicative e devono essere
verificate in cantiere prima di
procedere con i lavori.
La copia o riproduzione di questo
elaborato è vietata senza il
consenso di ZH srl.
Questo disegno non è da
considerarsi come un disegno
"As-Built".

Contenuto Elaborato
Piano terra h 1,50m
PROGETTO

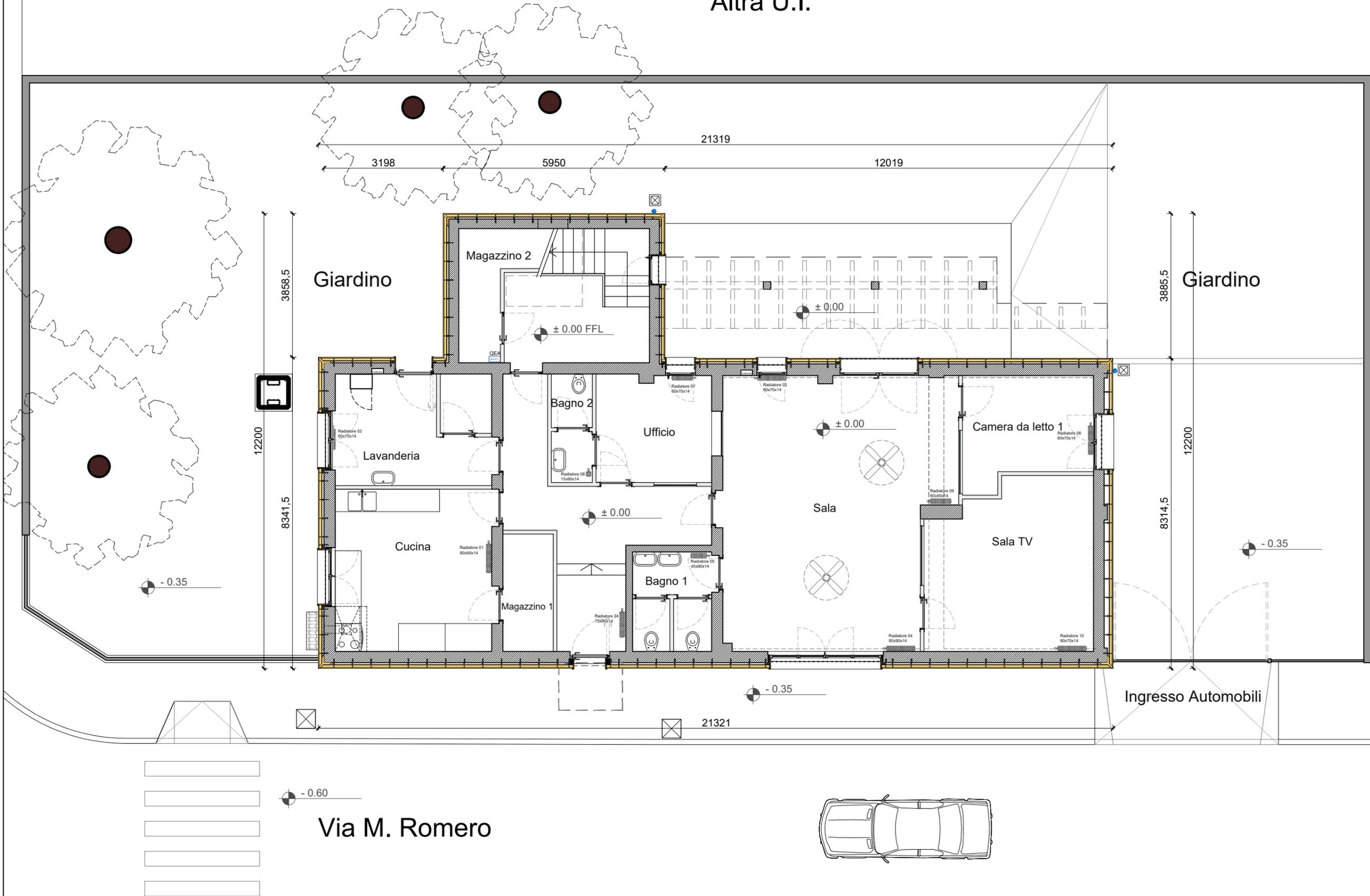
Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	30.05.2024
Revisione	
Scala	1:100
Formato	A3
Codice Elaborato	

110

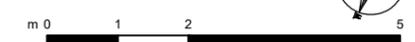


ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com

Altra U.I.



1 Piano Terra 1,50m
110 SCALE: 1:100



DEFINITIVO	

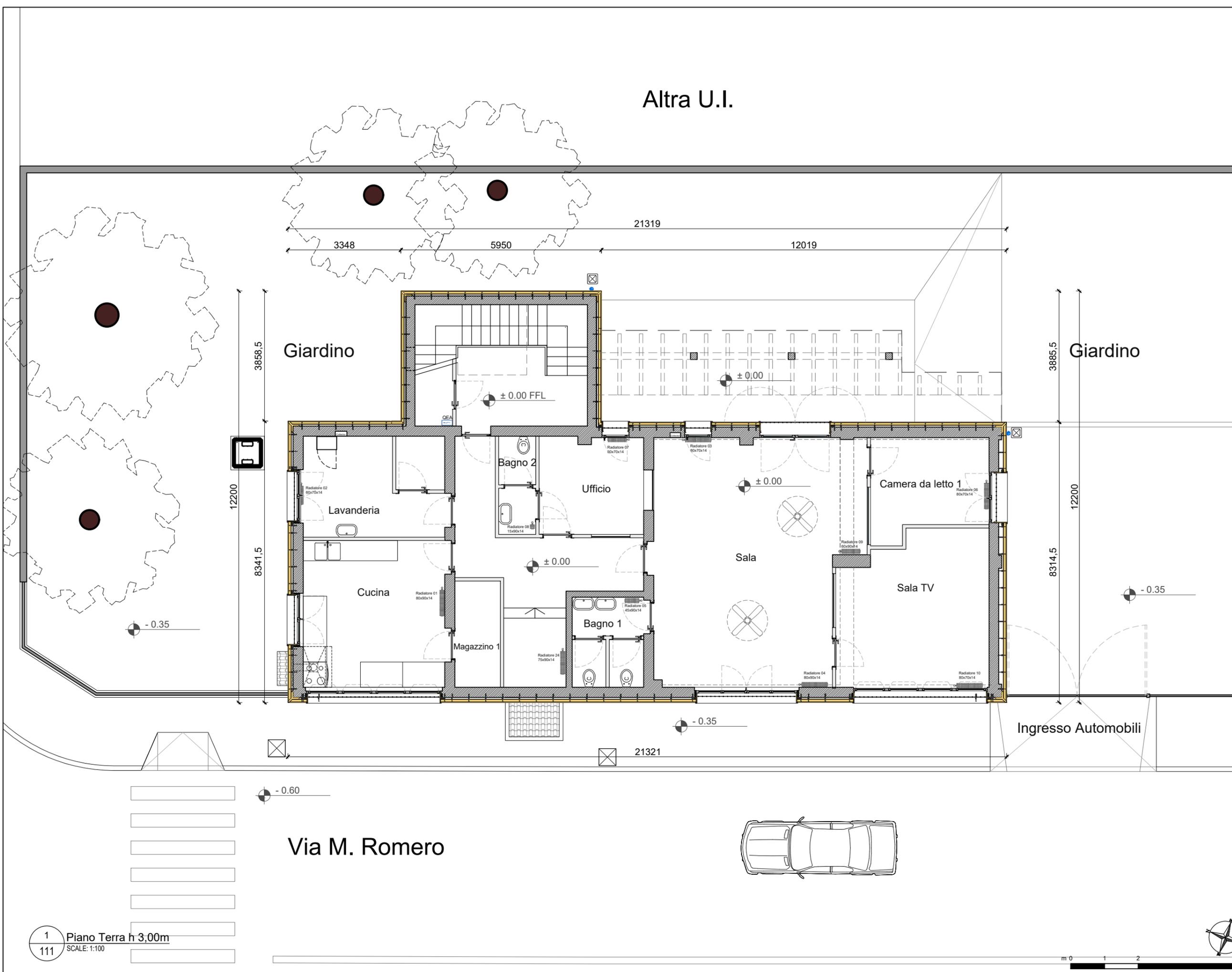
Note:
Tutte le dimensioni sono
indicative e devono essere
verificate in cantiere prima di
procedere con i lavori.
La copia o riproduzione di questo
elaborato è vietata senza il
consenso di ZH srl.
Questo disegno non è da
considerarsi come un disegno
"As-Built".

Contenuto Elaborato
Piano terra h 3,00m
PROGETTO

Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	30.05.2024
Revisione	
Scala	1:100
Formato	A3
Codice Elaborato	

111

Altra U.I.



1 Piano Terra h 3,00m
SCALE: 1:100

DEFINITIVO	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori. La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl. Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

Contenuto Elaborato
Piano primo
PROGETTO

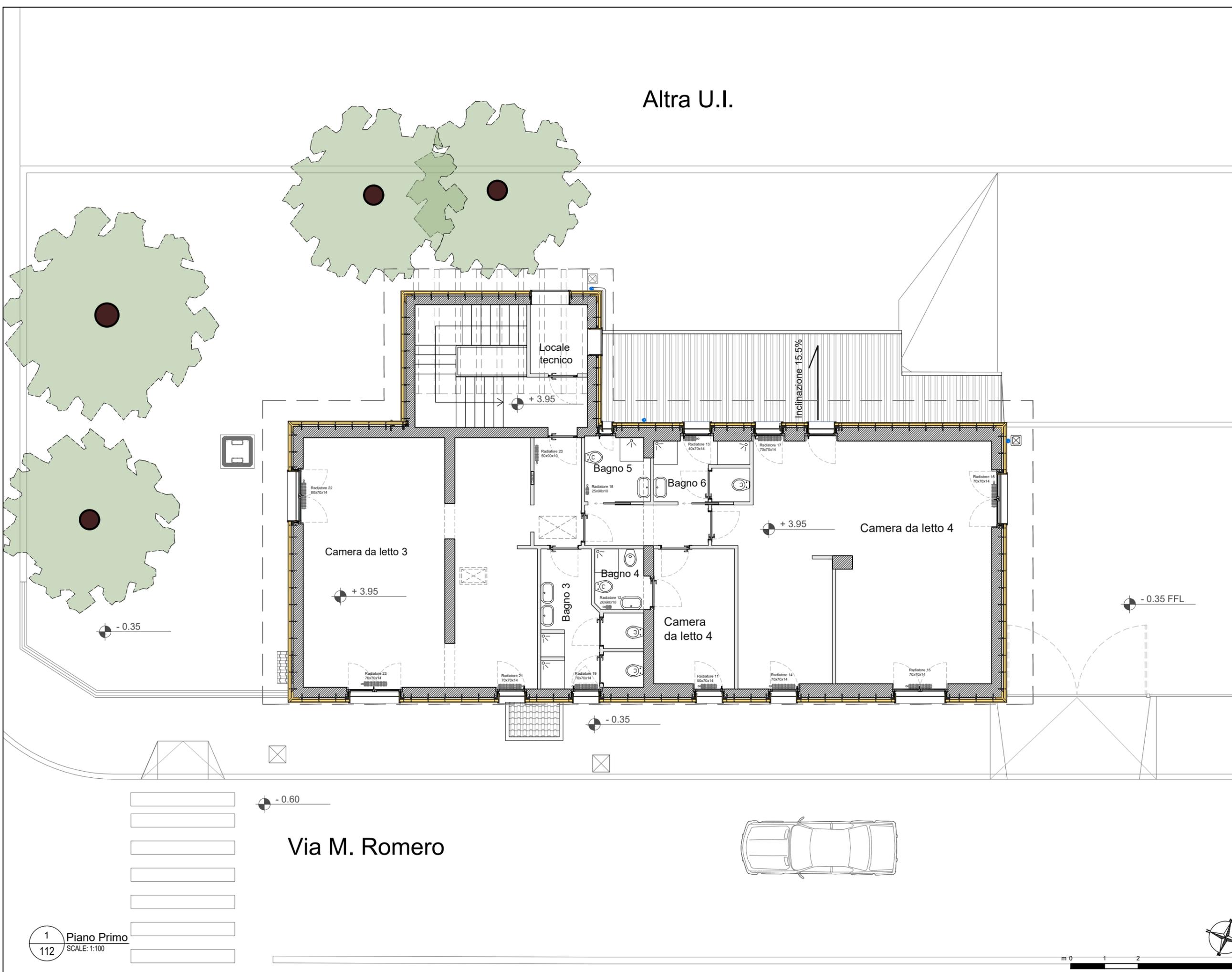
Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	30.05.2024
Revisione	
Scala	1:100
Formato	A3
Codice Elaborato	

112

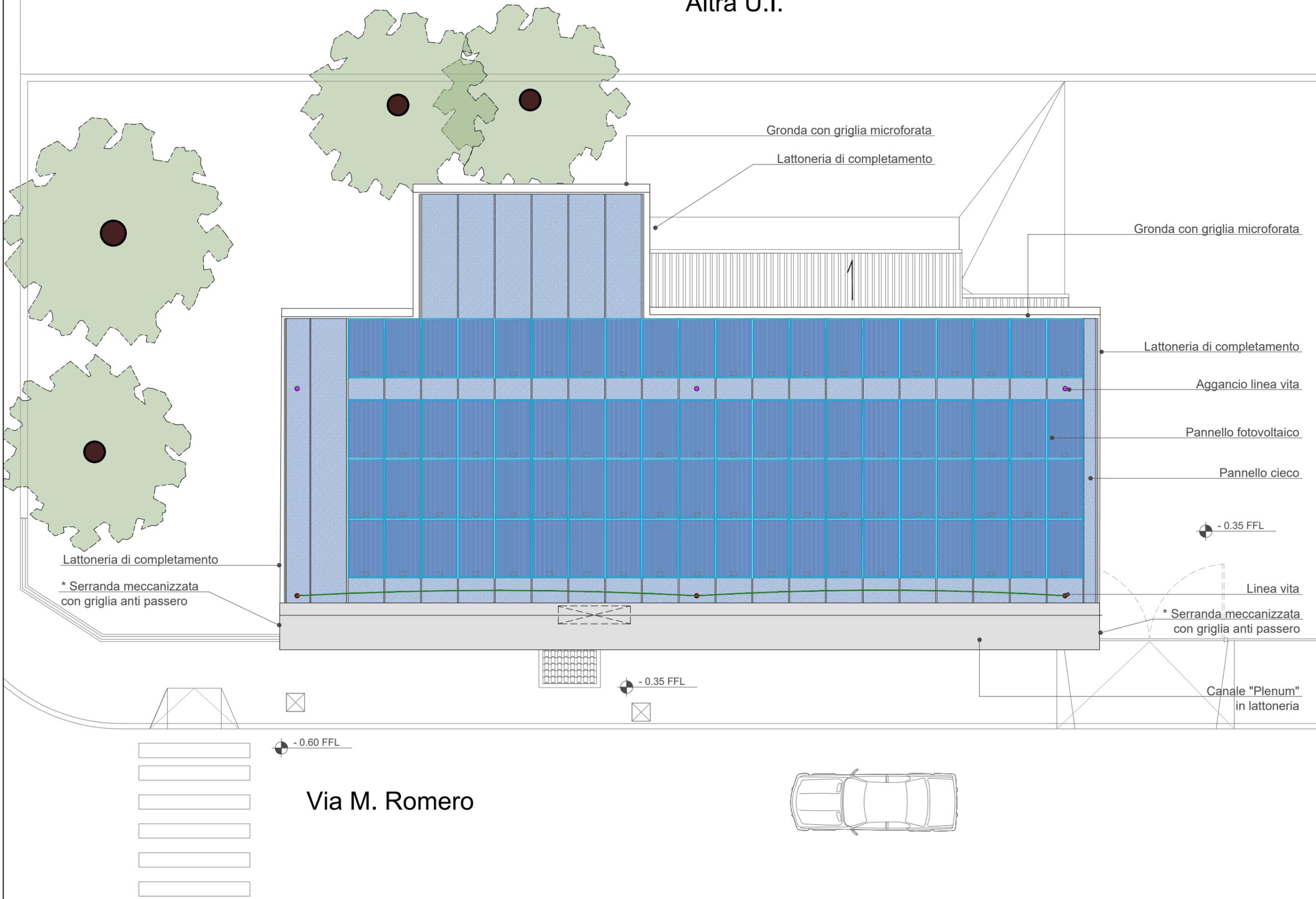


ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com

Altra U.I.

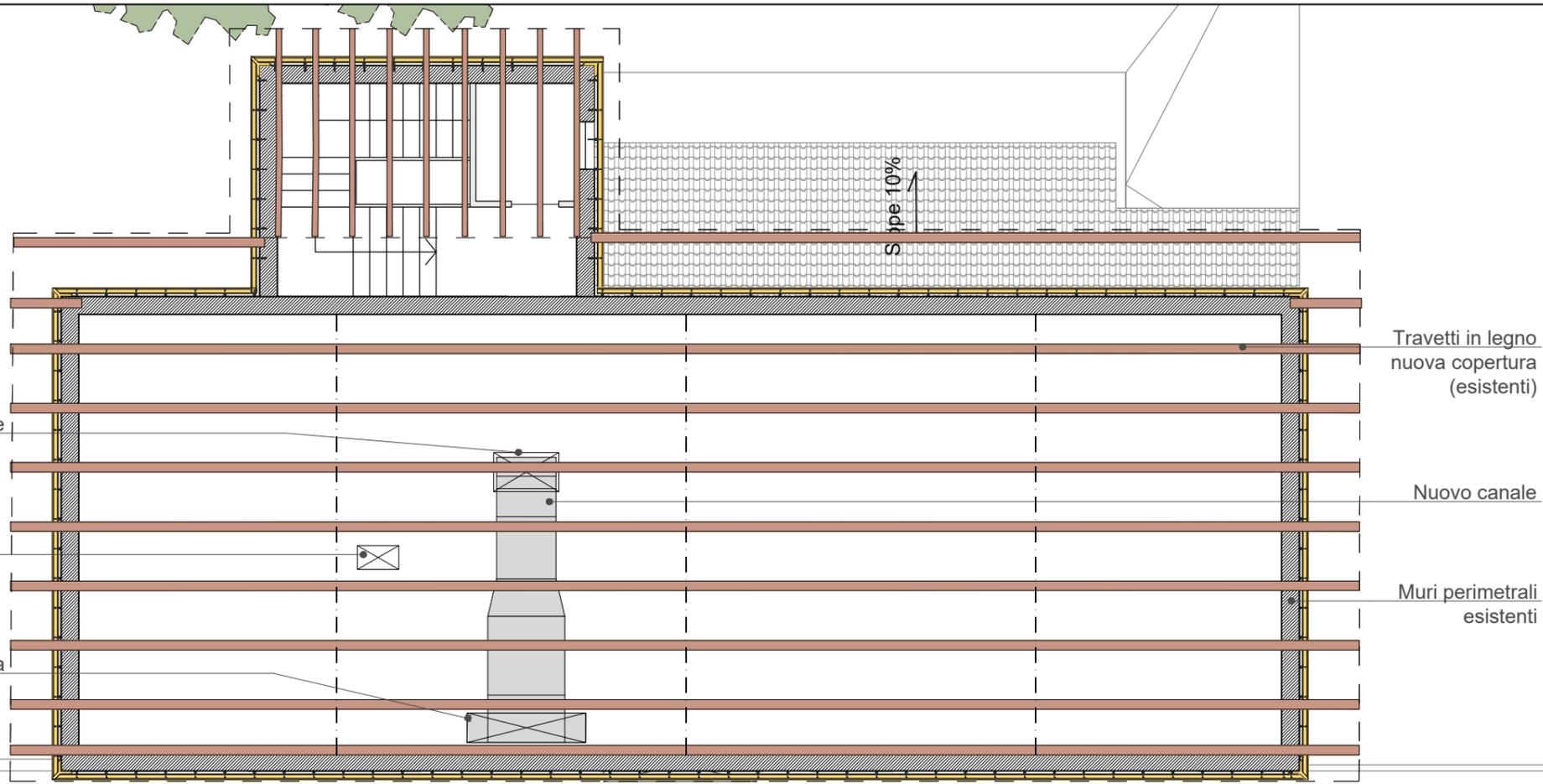


Altra U.I.

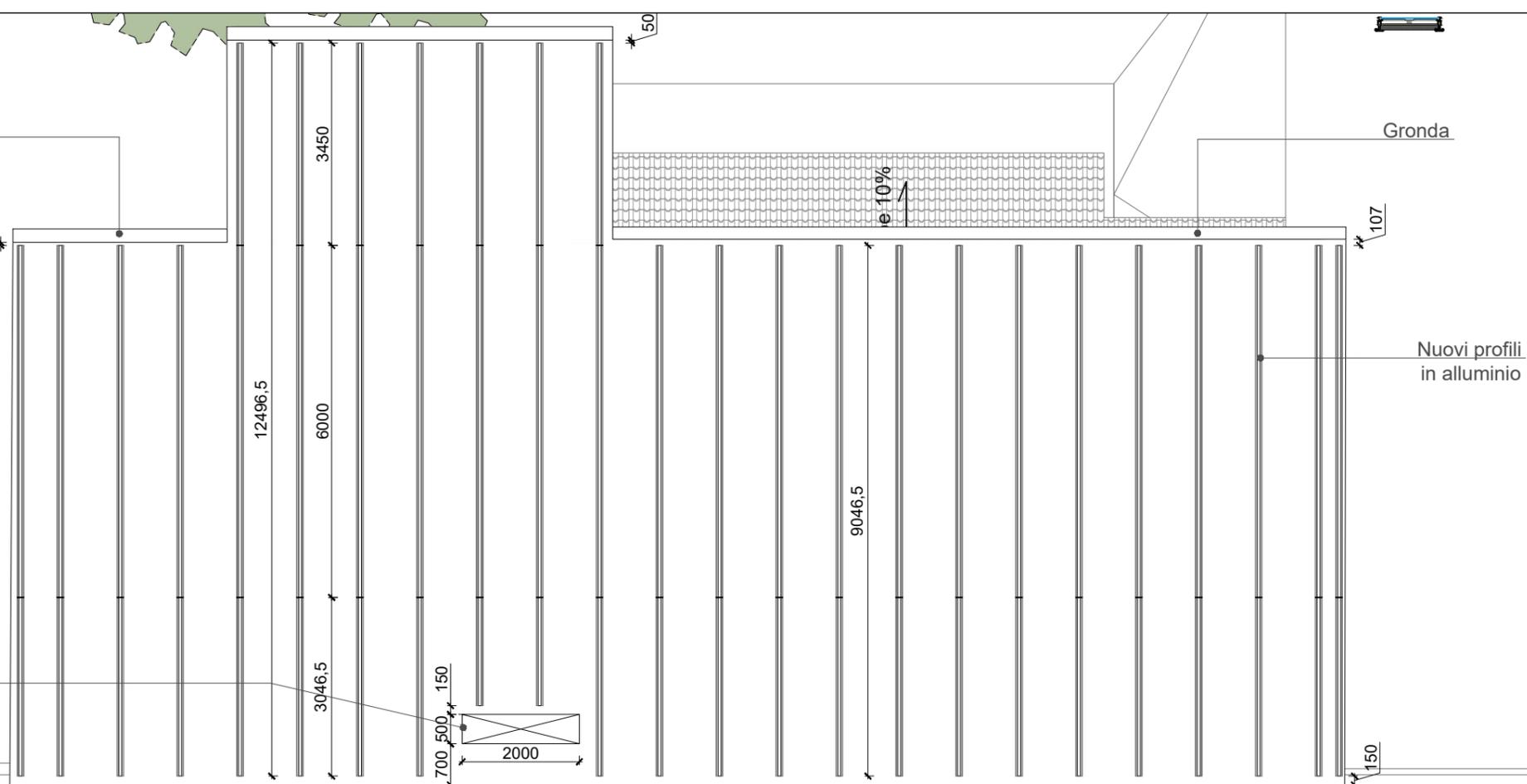


Via M. Romero

NOTA: Questi disegni non rappresentano la proiezione della copertura ma il suo sviluppo lineare. Le quote sono come se fosse una copertura piana.



1
114
Planimetriai Sottotetto
SCALE: 1:100



2
114
Planimetria Copertura - Profili in alluminio
SCALE: 1:100

PROGETTO



UBICAZIONE

Via Amantea n.5
20153 Milano

Foglio: 367
Mappale: 126
Zona: 7

TIPO DI INTERVENTO

Riqualficazione energetica di 1° Livello

LEGENDA

FASI DEL PROGETTO

DEFINITIVO	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori.
La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl.
Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

Contenuto Elaborato
Planimetria sottotetto e struttura nuova copertura
PROGETTO

Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	30.05.2024
Revisione	
Scala	1:100
Formato	A3

Codice Elaborato
114



ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com

NOTA: Questi disegni non rappresentano la proiezione della copertura ma il suo sviluppo lineare. Le quote sono come se fosse una copertura piana.



UBICAZIONE
 Via Amantea n.5
 20153 Milano
 Foglio: 367
 Mappale: 126
 Zona: 7

TIPO DI INTERVENTO
 Riqualificazione energetica di 1° Livello

LEGENDA
 N = Pezzo NORMALE standard
 Sx = Pezzo SPECIALE

FASI DEL PROGETTO

DEFINITIVO	

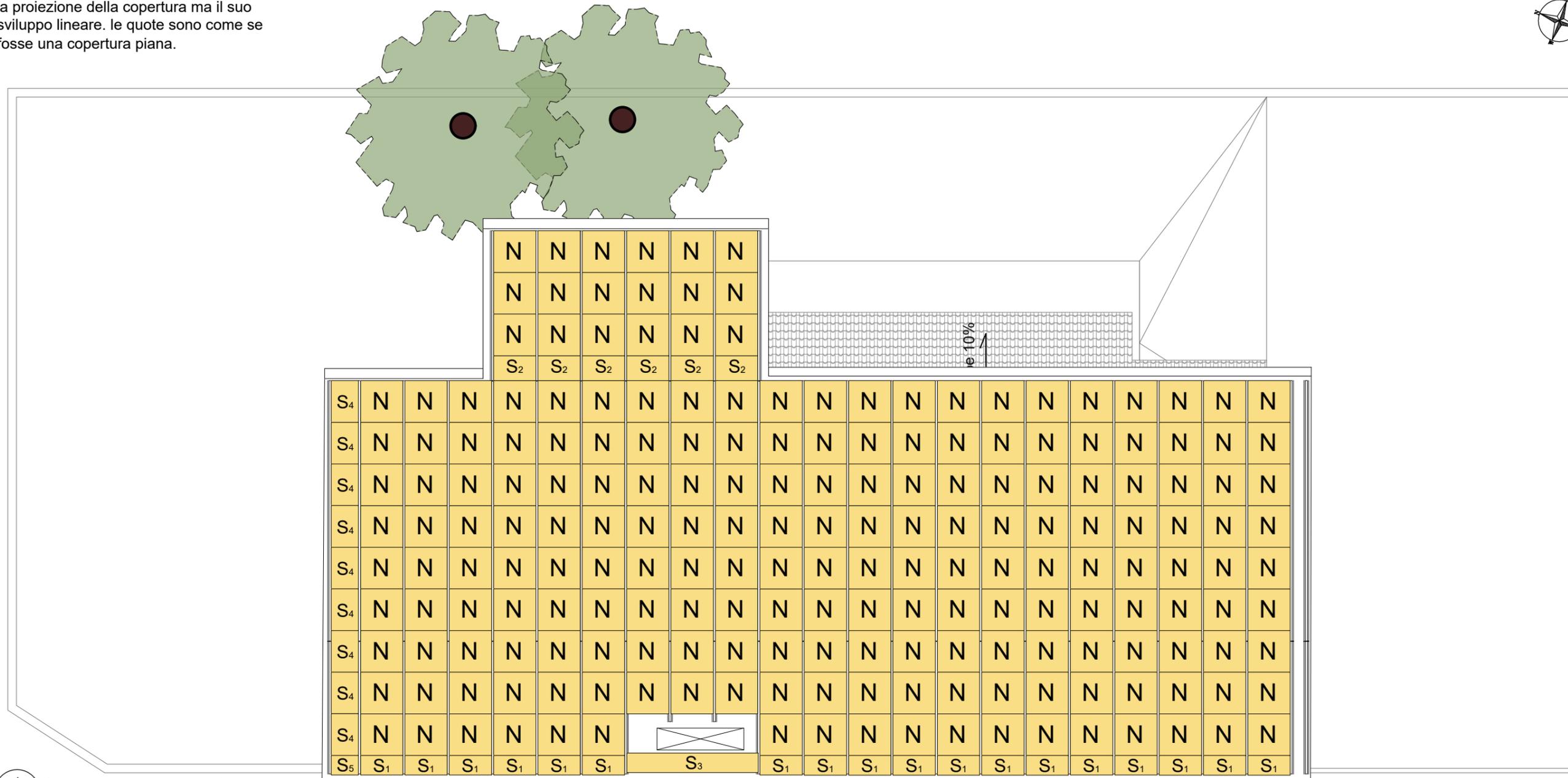
Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori.
 La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl.
 Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

Contenuto Elaborato
 Posizione pannelli isolanti in copertura
 PROGETTO

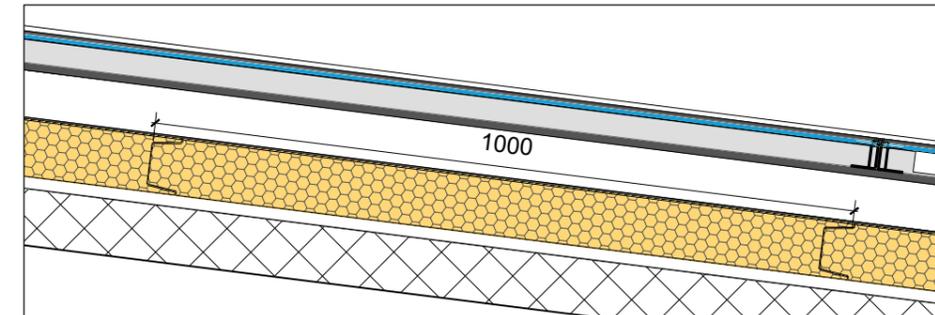
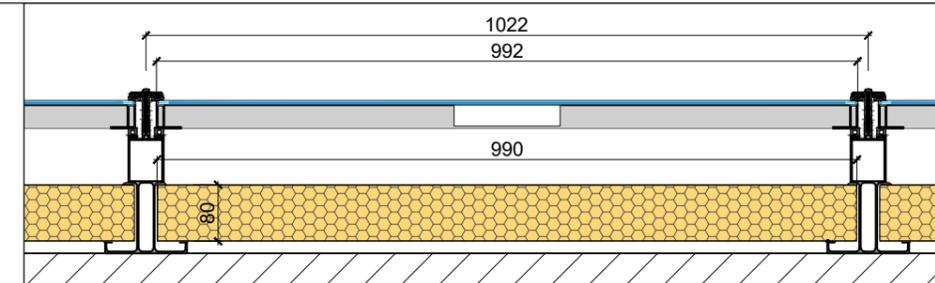
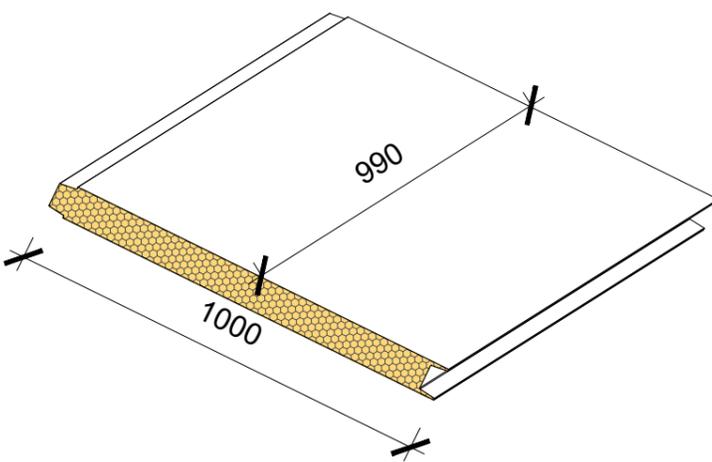
Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	30.05.2024
Revisione	
Scala	1:100
Formato	A3

Codice Elaborato
115

ZH Spin-off
 Via Ariberto 20,
 20123 - Milano
 email: info@zhspinoff.com
 www.zhspinoff.com

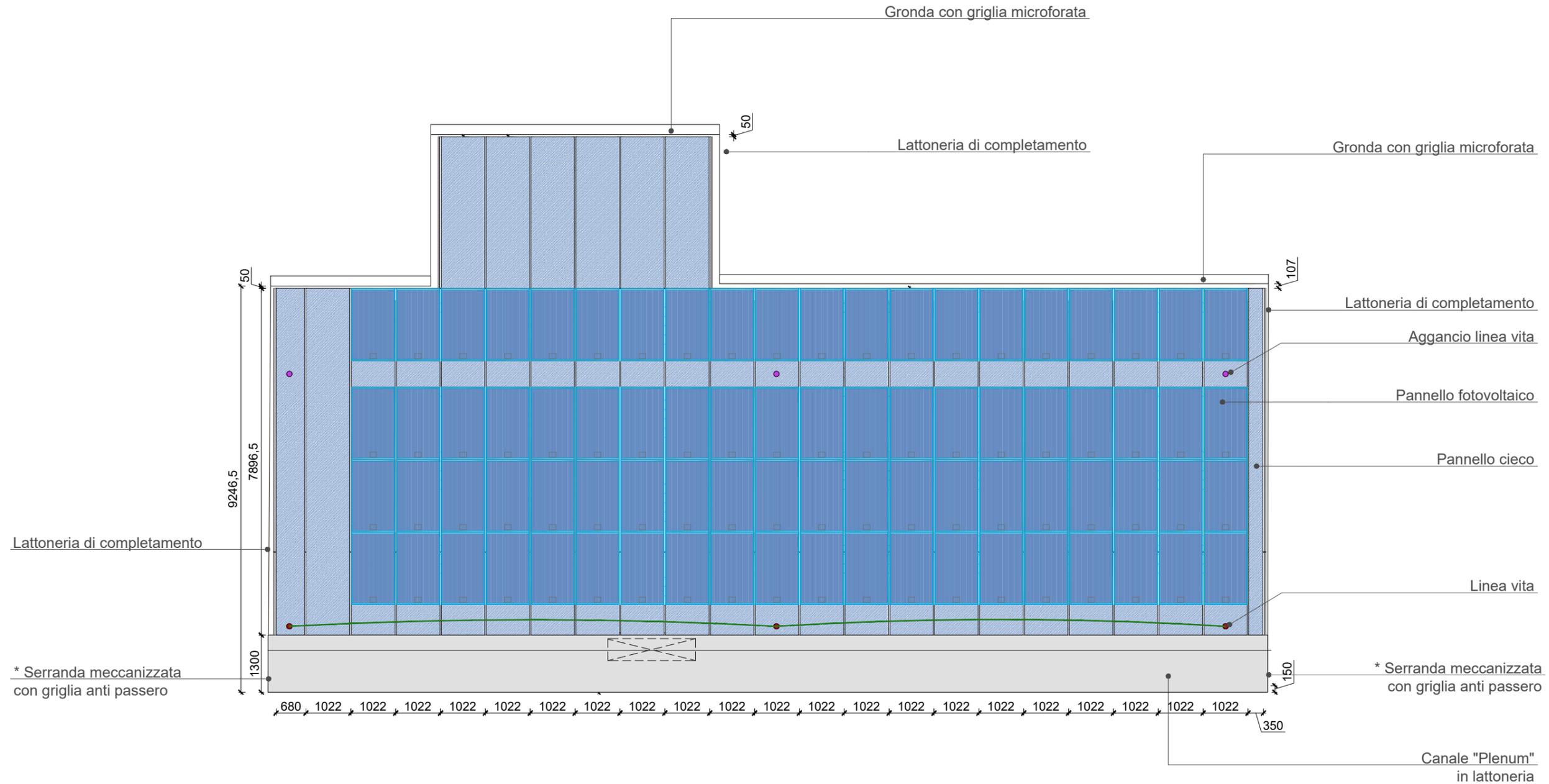


1 Disposizione isolante copertura
 SCALE: 1:100



2 Dettagli pannelli isolanti copertura
 SCALE: 1:10

NOTA: Questi disegni non rappresentano la proiezione della copertura ma il suo sviluppo lineare. Le quote sono come se fosse una copertura piana.



PROGETTO



UBICAZIONE

Via Amantea n.5
20153 Milano
Foglio: 367
Mappale: 126
Zona: 7

TIPO DI INTERVENTO

Riqualificazione energetica di 1° Livello

LEGENDA

* Da definire in fase esecuzione lavori

FASI DEL PROGETTO

DEFINITIVO	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori. La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl. Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

Contenuto Elaborato Copertura Dimensioni Generali PROGETTO

Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	30.05.2024
Revisione	
Scala	1:100
Formato	A3

Codice Elaborato
116



ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com



DEFINITIVO	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori.
 La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl.
 Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

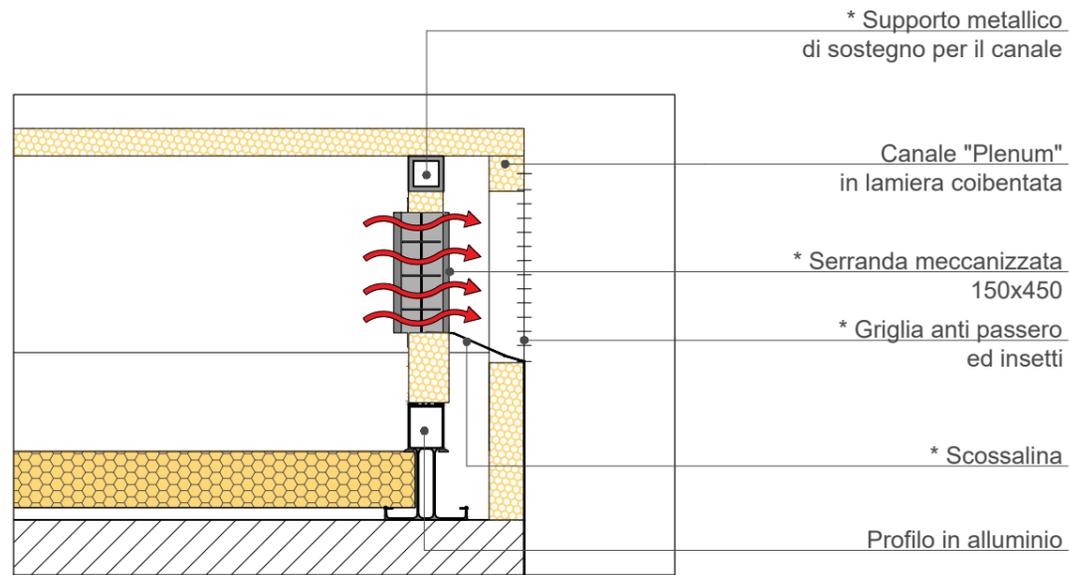
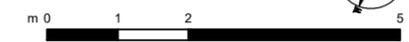
Contenuto Elaborato
 Copertura di progetto
 Plenum - Canale

Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	30.05.2024
Revisione	
Scala	1:100
Formato	A3
Codice Elaborato	

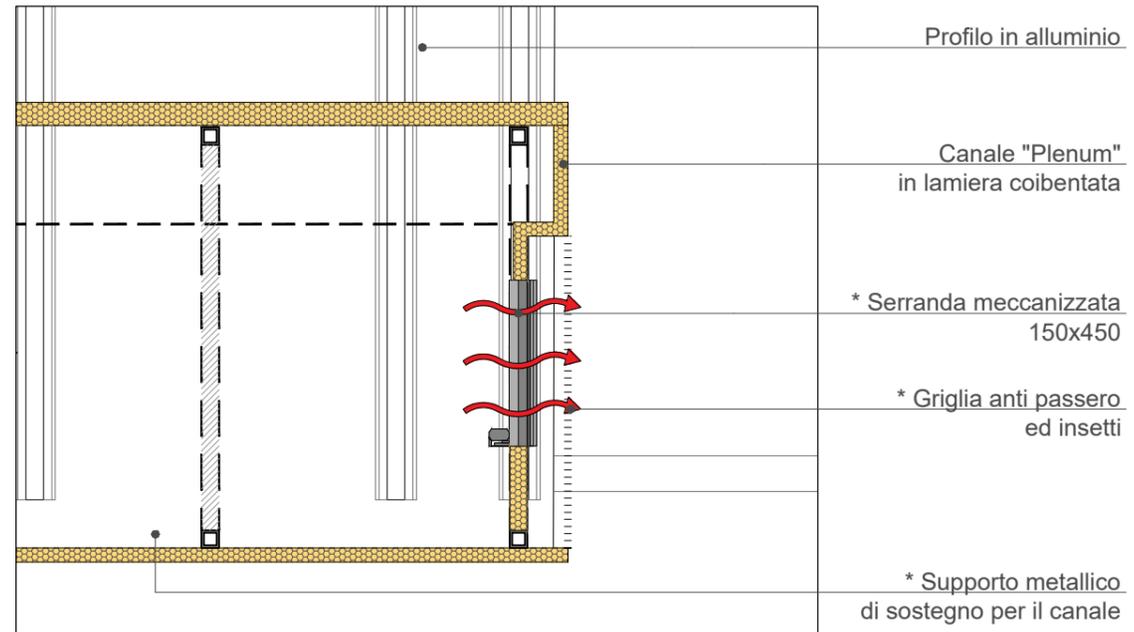
117



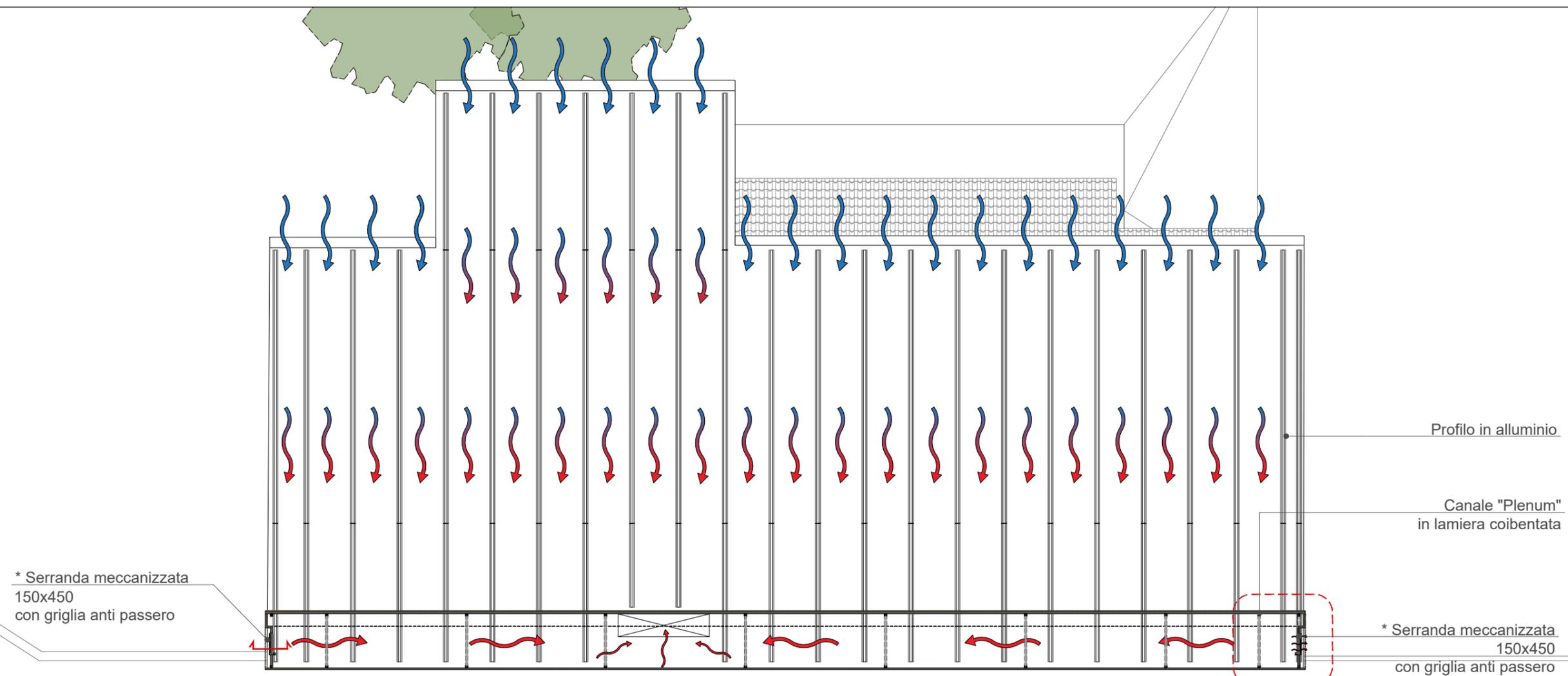
ZH Spin-off
 Via Ariberto 20,
 20123 - Milano
 email: info@zhspinoff.com
 www.zhspinoff.com



3 Dettaglio serranda meccanizzata - Sezione
 SCALE: 1:10



2 Dettaglio serranda meccanizzata - Pianta
 SCALE: 1:20



1 Planimetria "Plenum"
 SCALE: 1:100

2 117

DEFINITIVO	

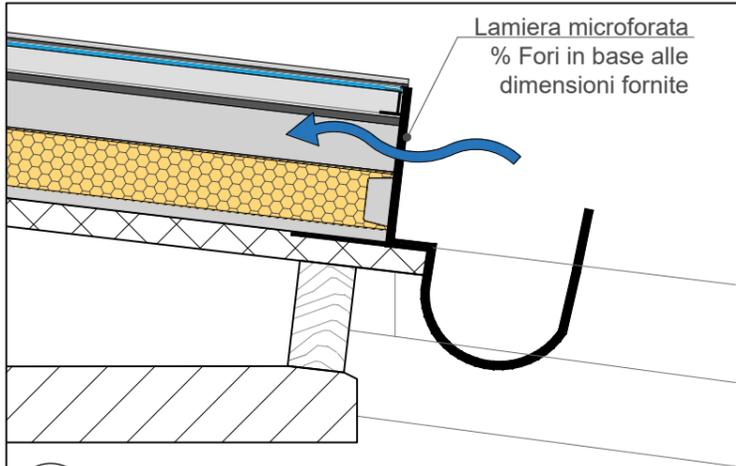
Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori. La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl. Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

Contenuto Elaborato
Copertura di progetto
Lamiere microforate

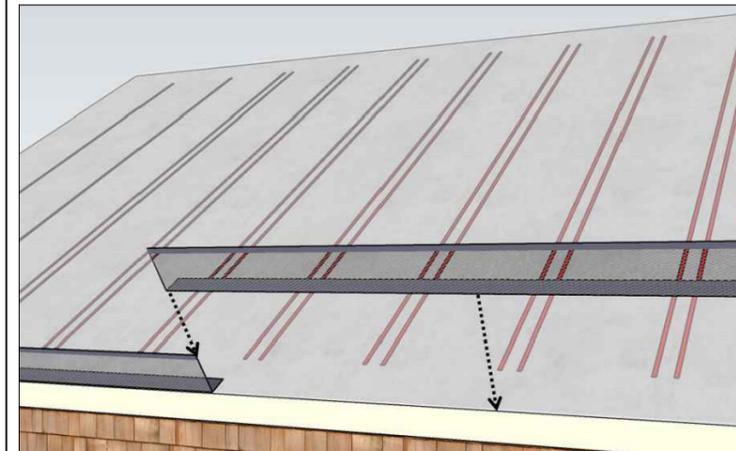
Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	12.06.2024
Revisione	
Scala	1:100
Formato	A3
Codice Elaborato	

118

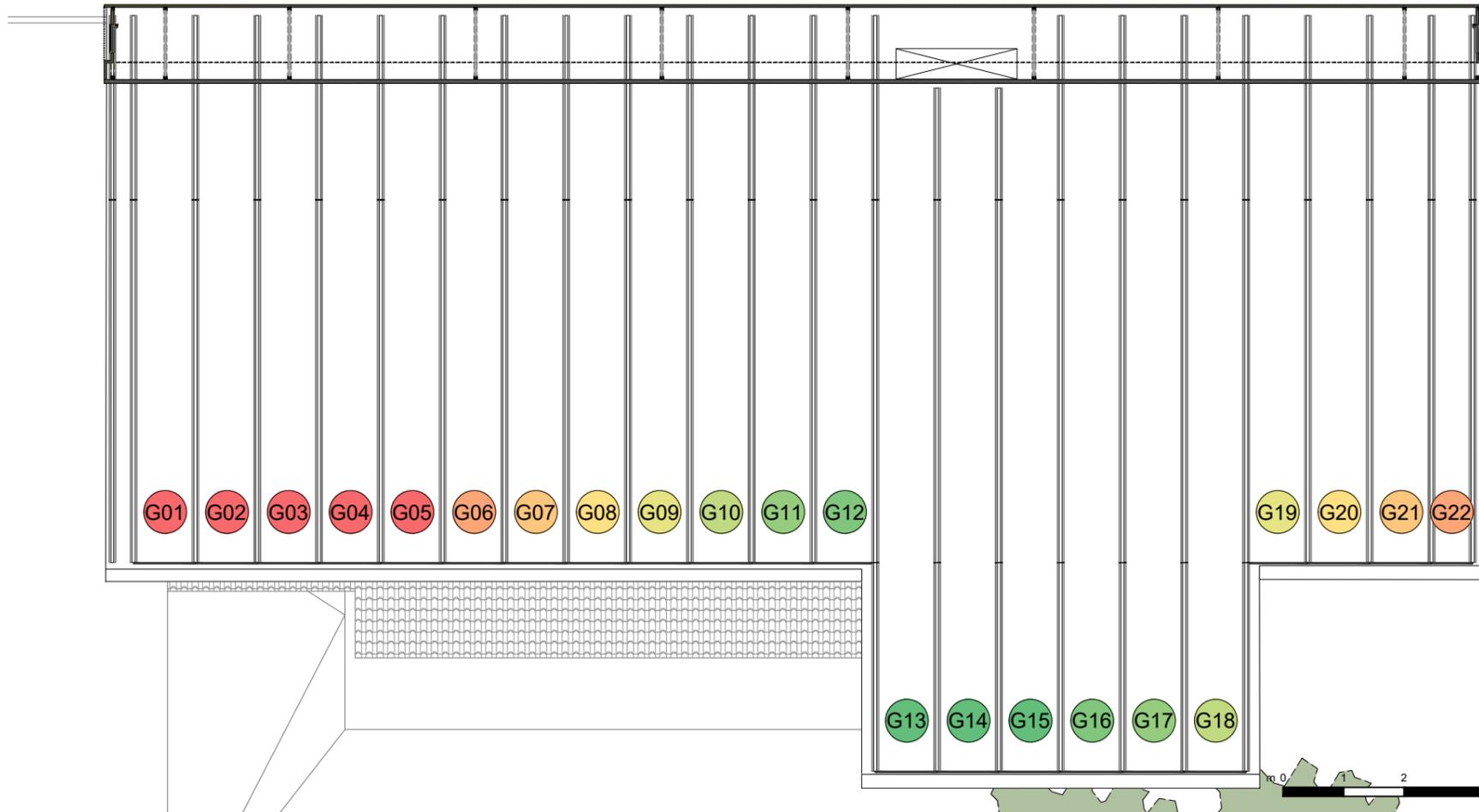
ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com



3 Dettaglio posizione lamiera
SCALE: 1:10



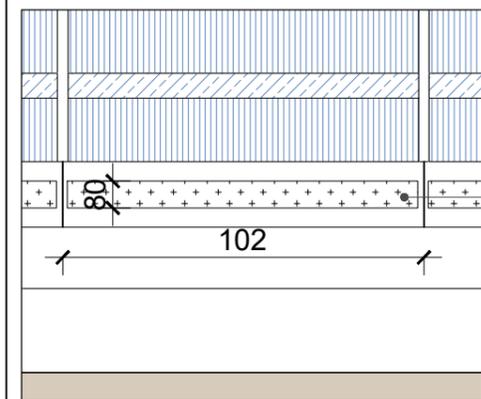
4 Vista 3D posizione lamiera microforata
SCALE: Fuori Scala



1 Planimetria posizione lamiere microforate
SCALE: 1:100

Griglia	G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07	G08	G09	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G22
Percentuale di apertura	100%	100%	100%	100%	100%	82%	72%	64%	57%	52%	46%	43%	39%	39%	39%	43%	46%	54%	57%	64%	72%	82%

5 Percentuale apertura lamiera microforata
SCALE: Fuori Scala



6 Dimensioni indicative lamiera
SCALE: 1:20

NOTA: Le percentuali di apertura sono indicative. In accordo con il progettista si potrà valutare la percentuale esatta in base alle griglie disponibili in commercio. Nel caso di apertura 100%, si potrà utilizzare una rete metallica antinsetto.



2 Prospetto Est
SCALE: 1:100



1 Prospetto Ovest
SCALE: 1:100



2 Prospetto Est
SCALE: 1:100



PROGETTO



UBICAZIONE

Via Amantea n.5
20153 Milano
Foglio: 367
Mappale: 126
Zona: 7

TIPO DI INTERVENTO

Riquilificazione energetica di 1° Livello

LEGENDA

* Da definire in fase esecuzione lavori

FASI DEL PROGETTO

DEFINITIVO	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori. La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl. Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

Contenuto Elaborato Prospetti Ovest ed Est
PROGETTO

Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	30.05.2024
Revisione	
Scala	Formato
1:100	A3

Codice Elaborato
210



ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com

DEFINITIVO	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori. La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl. Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

Contenuto Elaborato
Prospetti Nord e Sud
PROGETTO

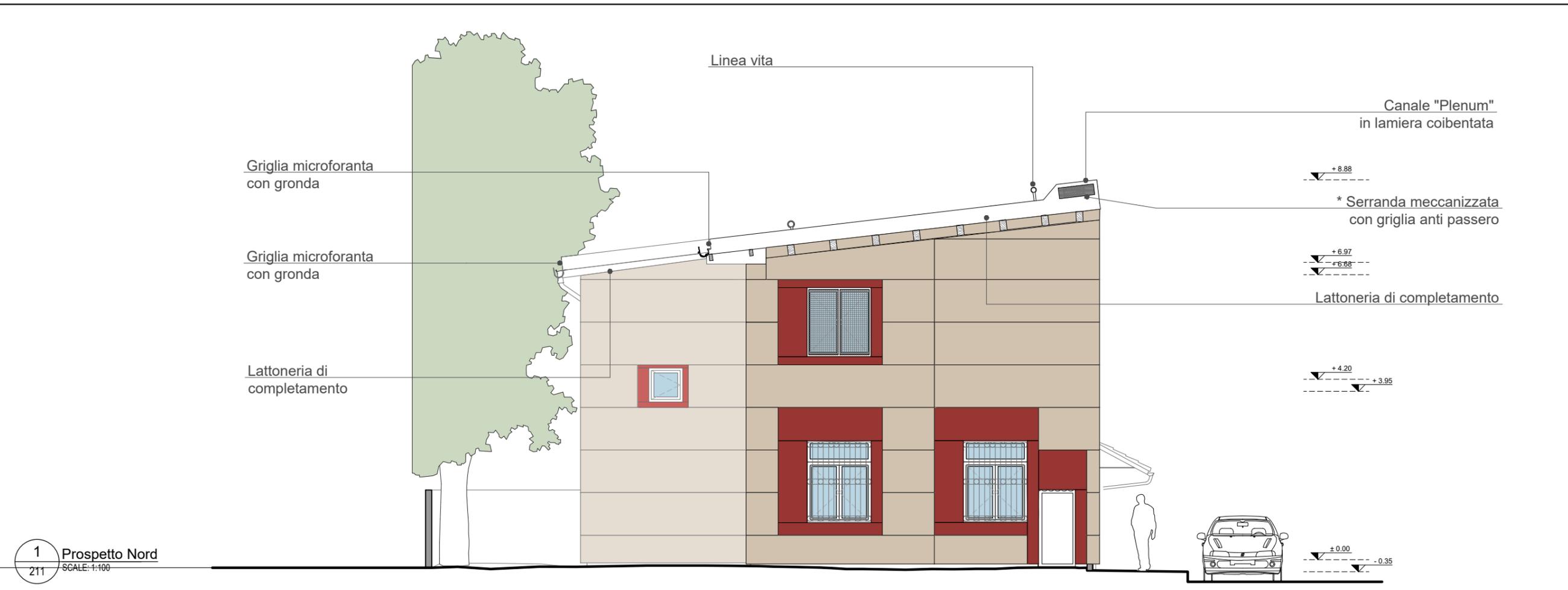
Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	30.05.2024
Revisione	
Scala	Formato
1:100	A3

Codice Elaborato

211



ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com

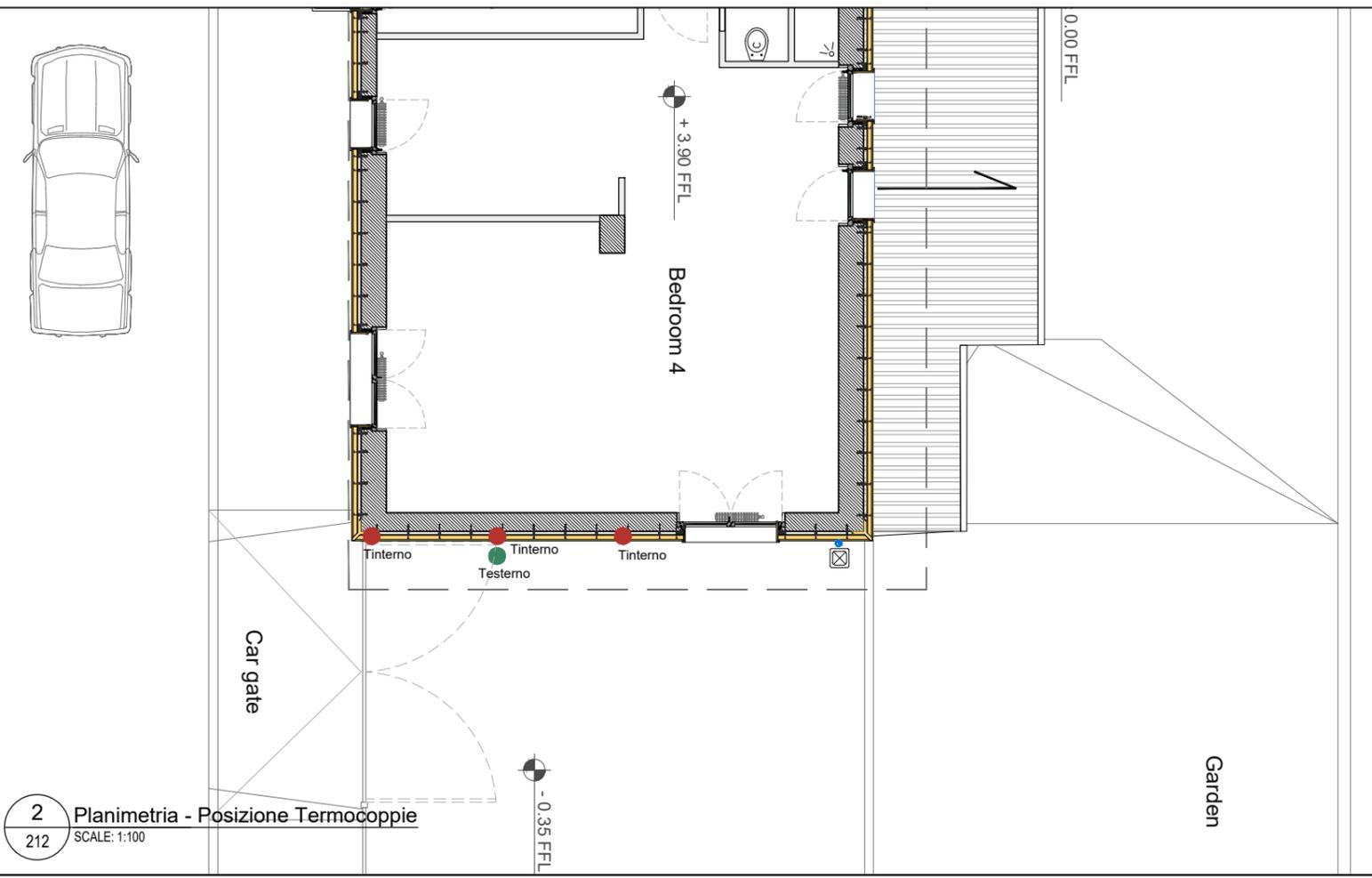
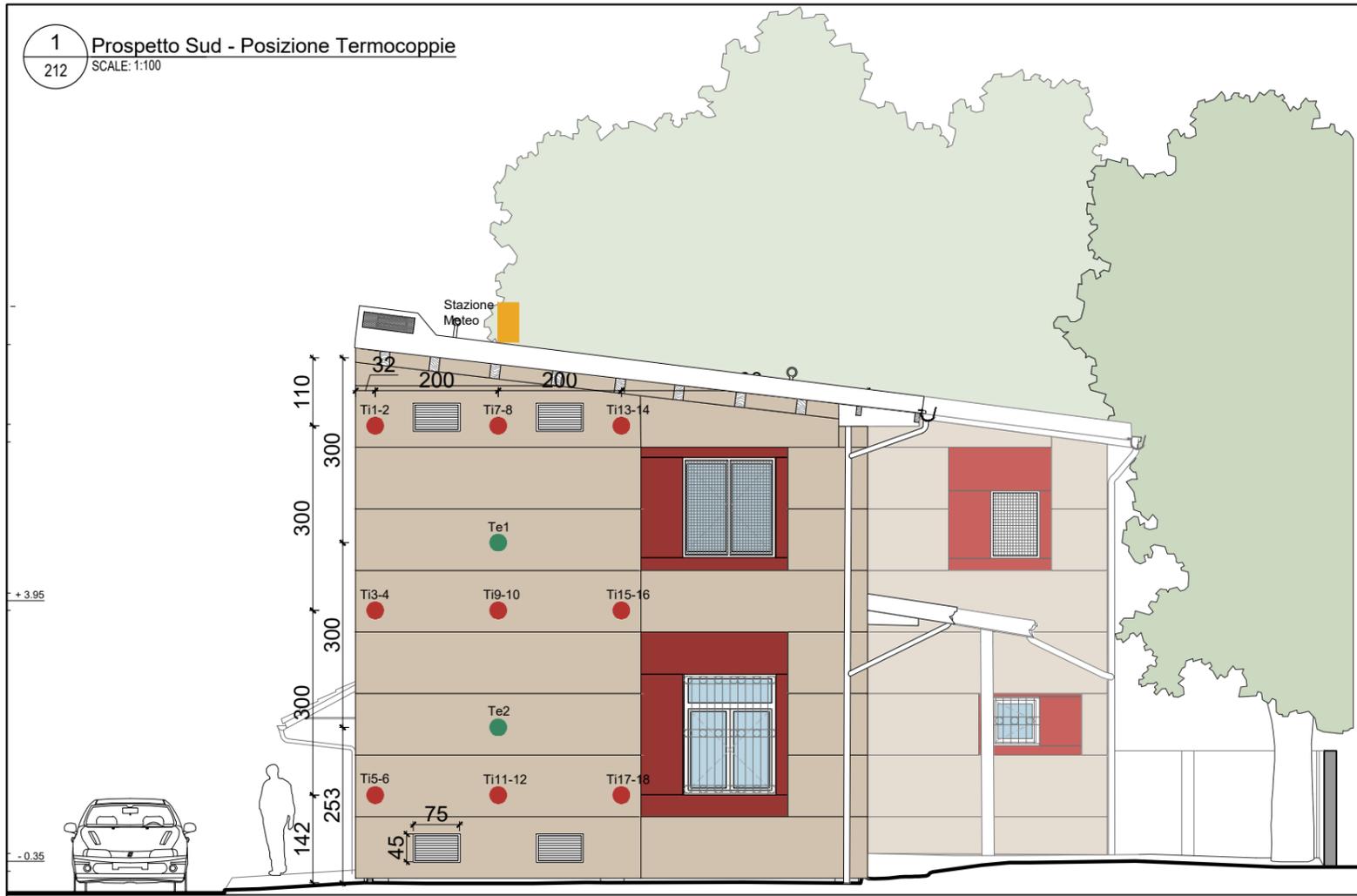


1 Prospetto Nord
SCALE: 1:100



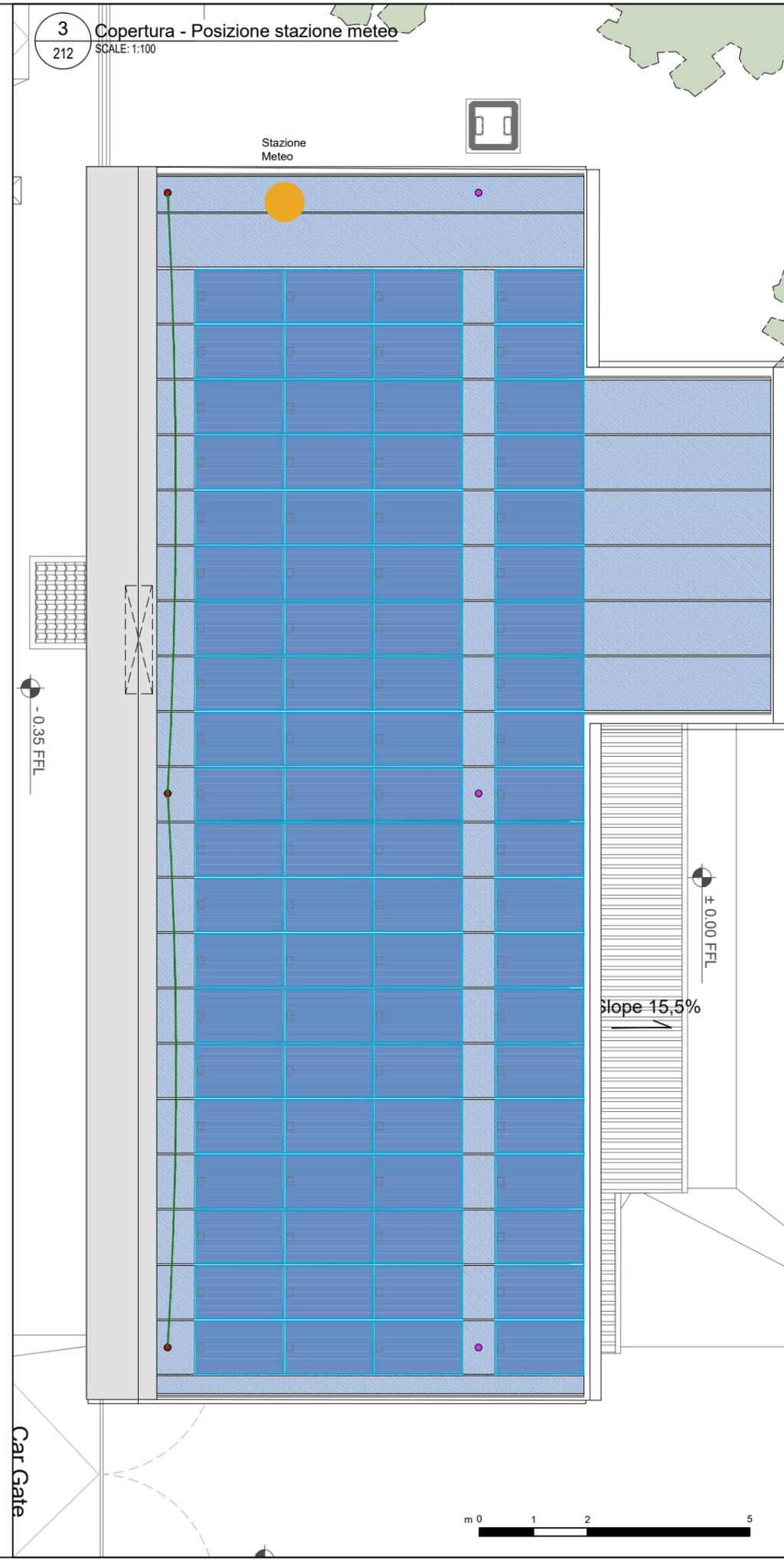
2 Prospetto Sud
SCALE: 1:100

1 Prospetto Sud - Posizione Termocoppie
212 SCALE: 1:100



2 Planimetria - Posizione Termocoppie
212 SCALE: 1:100

3 Copertura - Posizione stazione meteo
212 SCALE: 1:100



PROGETTO

UBICAZIONE
Via Amantea n.5
20153 Milano
Foglio: 367
Mappale: 126
Zona: 7

TIPO DI INTERVENTO
Riqualficazione energetica di 1° Livello

LEGENDA

- Termocoppia Interna
- Termocoppia Esterna
- Stazione Meteo

FASI DEL PROGETTO

DEFINITIVO	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori. La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl. Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

Contenuto Elaborato
Posizione Termocoppie e griglie aerazione

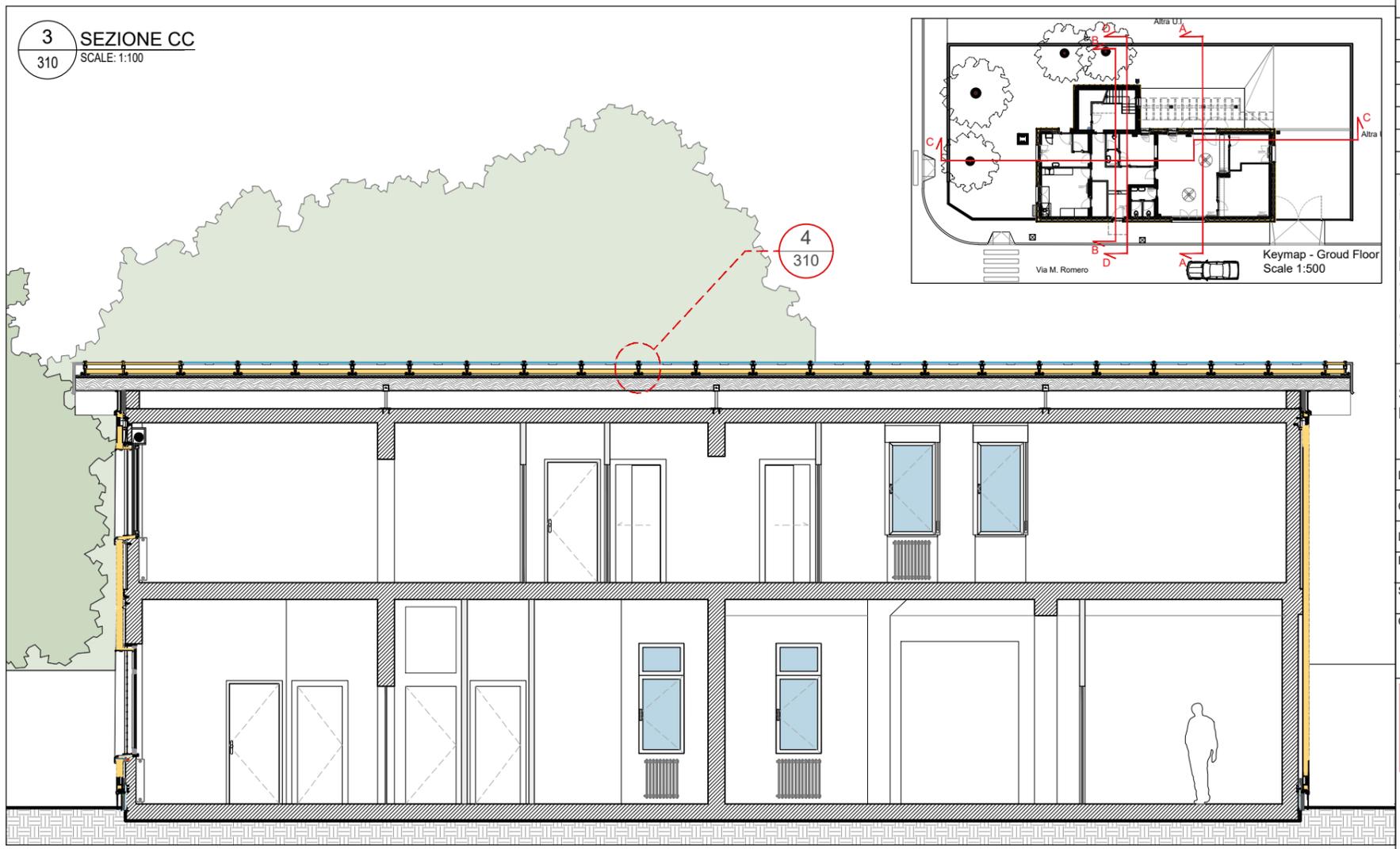
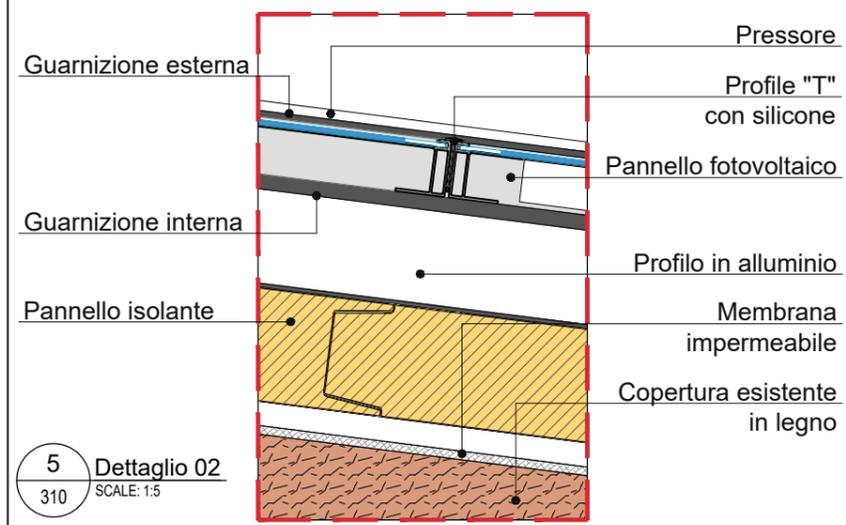
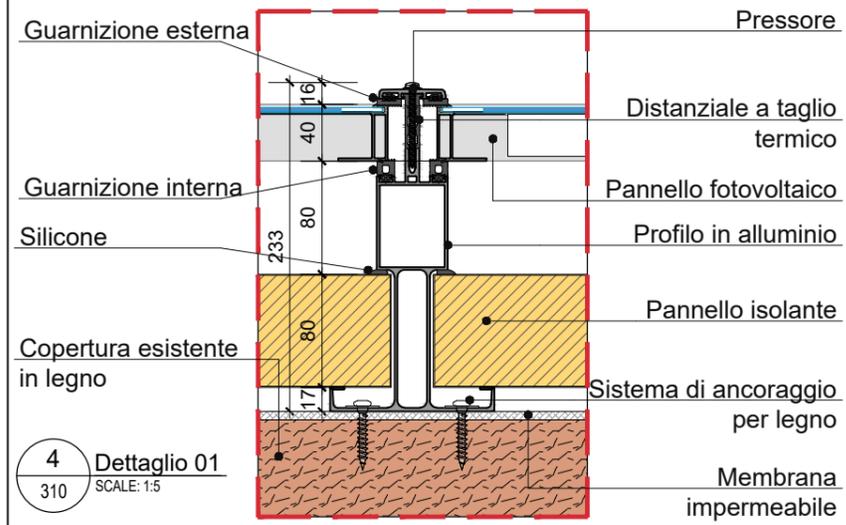
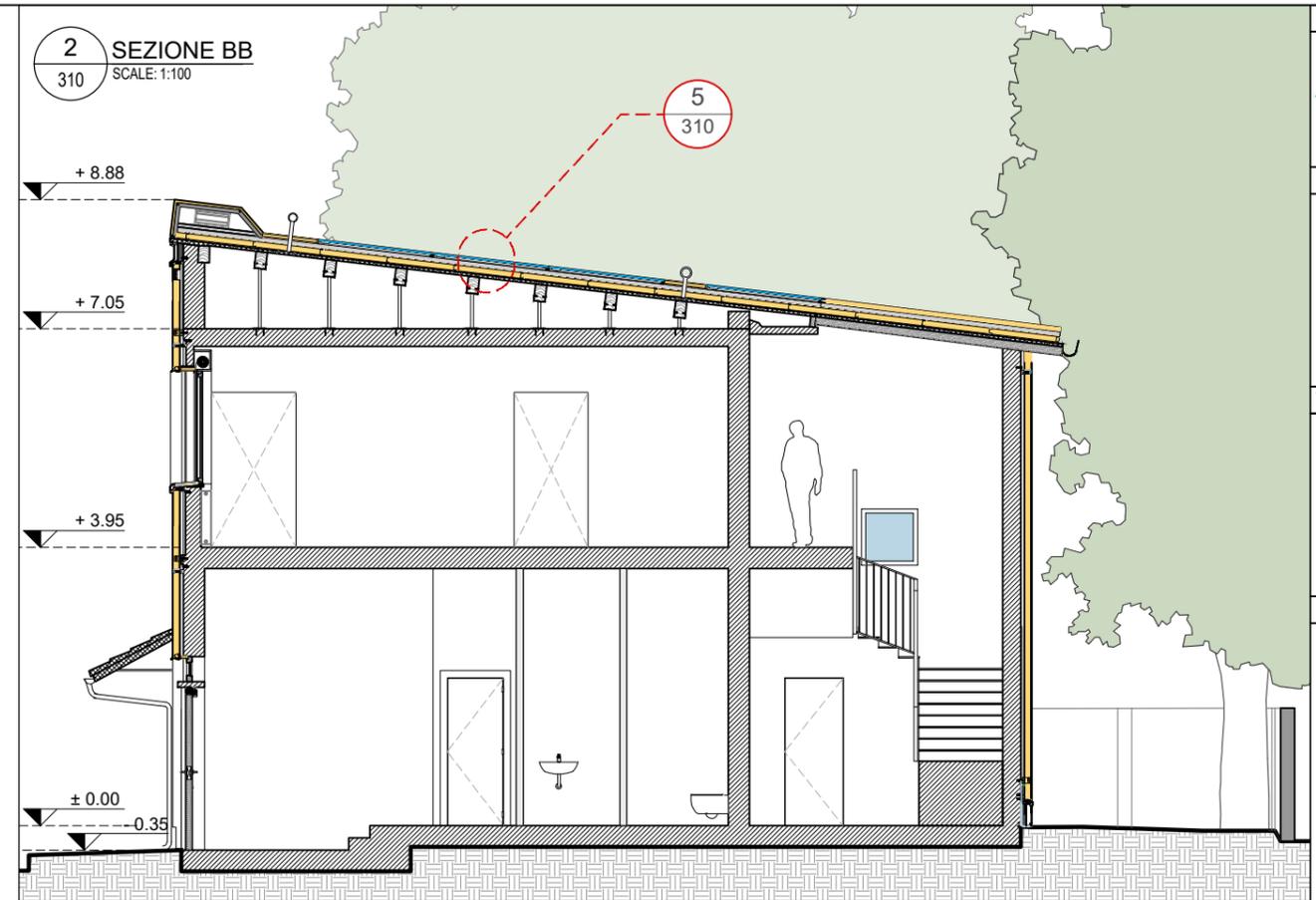
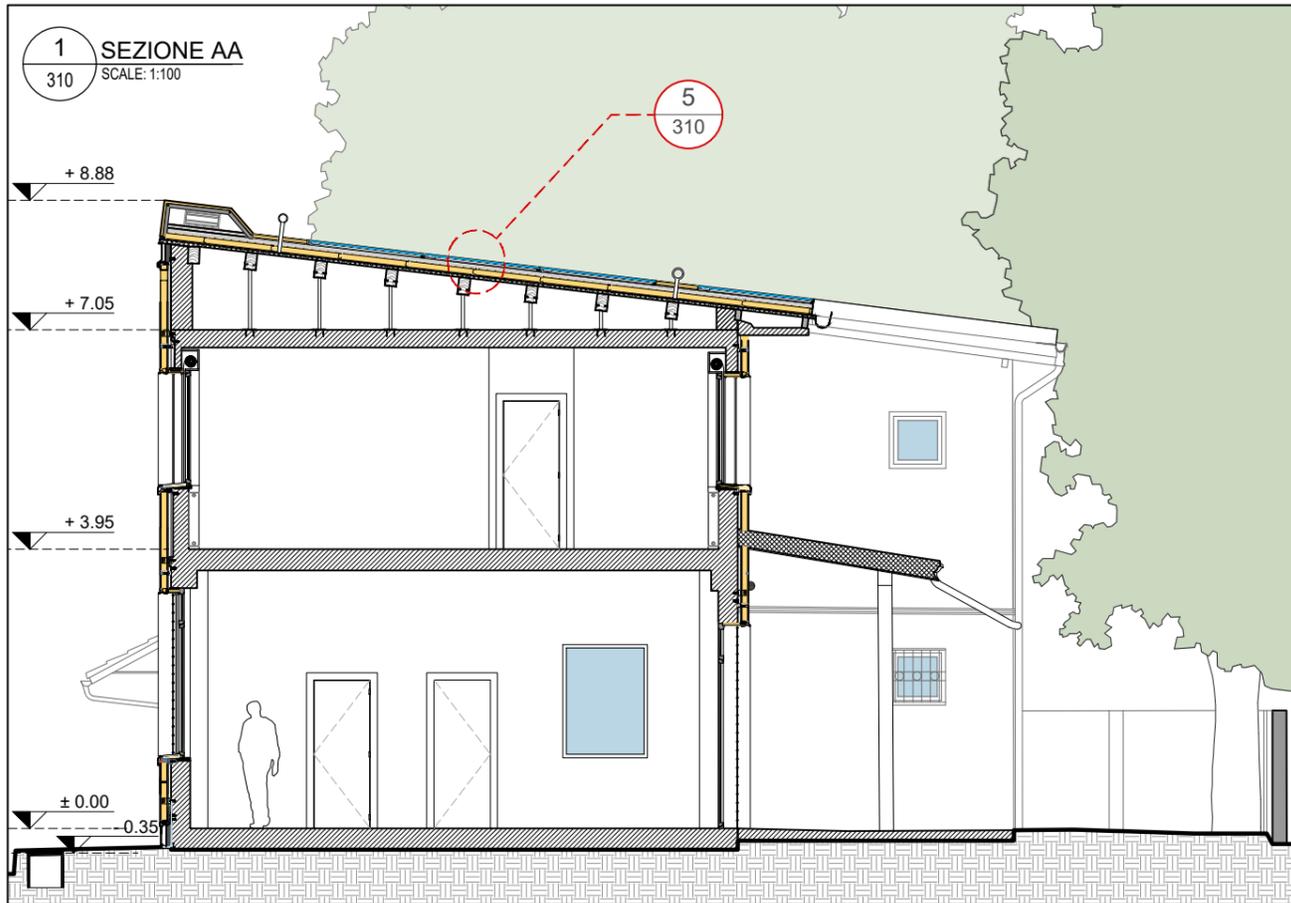
Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	30.05.2024
Revisione	
Scala	1:100
Formato	A3

Codice Elaborato

212

ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com

0 1 2 5



PROGETTO

RE-SKIN

UBICAZIONE
Via Amantea n.5
20153 Milano

Foglio: 367
Mappale: 126
Zona: 7

TIPO DI INTERVENTO
Riqualficazione energetica di 1° Livello

LEGENDA

FASI DEL PROGETTO

DEFINITIVO	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori.
La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl.
Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

Contenuto Elaborato
Sezioni generali e dettagli
PROGETTO

Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	30.05.2024
Revisione	
Scala	Formato
1:100 - 1:5	A3
Codice Elaborato	
310	

ZH spin off
POLITECNICO DI MILANO

ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com

m 0 1 2 5

NOME FILE CAD:2301_RM_ARC_310_Progetto - Sezioni.dwg

DEFINITIVO	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori.
La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl.
Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

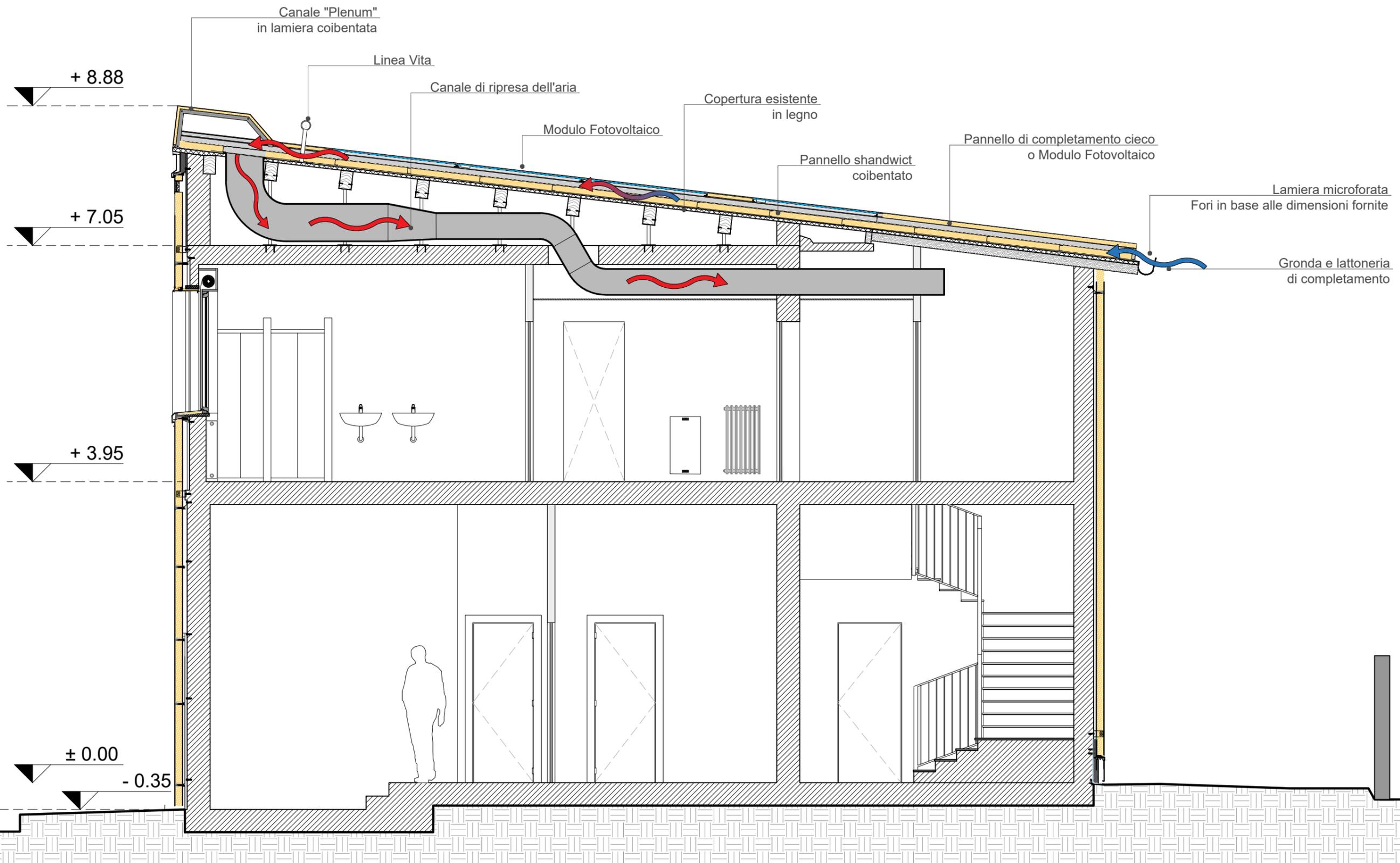
Contenuto Elaborato
Sezione Generale DD
PROGETTO

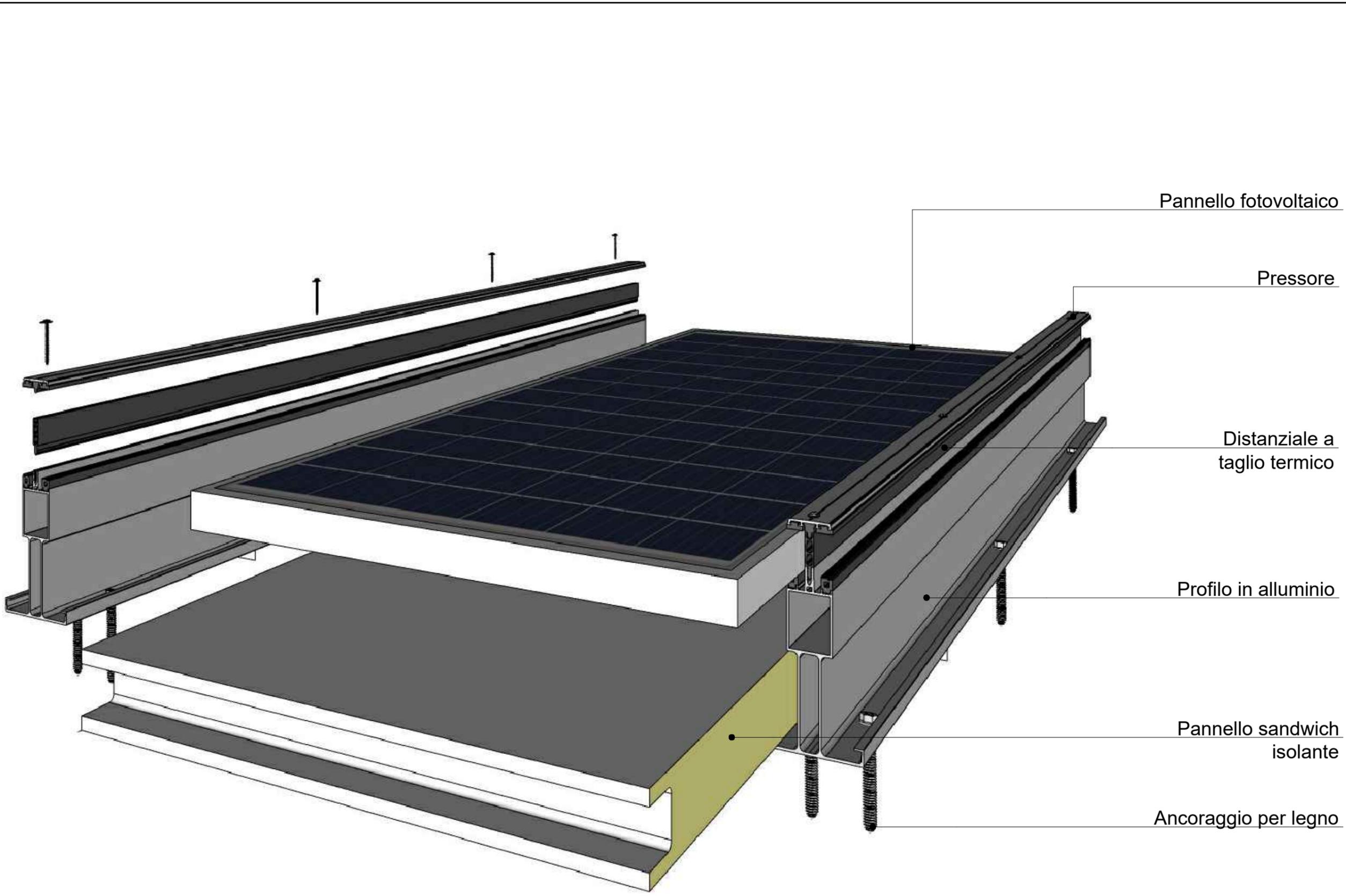
Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	30.05.2024
Revisione	
Scala	1:50
Formato	A3
Codice Elaborato	

311



ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com





Pannello fotovoltaico

Pressore

Distanziale a taglio termico

Profilo in alluminio

Pannello sandwich isolante

Ancoraggio per legno

PROGETTO



UBICAZIONE

Via Amantea n.5
20153 Milano
Foglio: 367
Mappale: 126
Zona: 7

TIPO DI INTERVENTO

Riqualificazione energetica di 1° Livello

LEGENDA

FASI DEL PROGETTO

DEFINITIVA	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori.
La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl.
Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

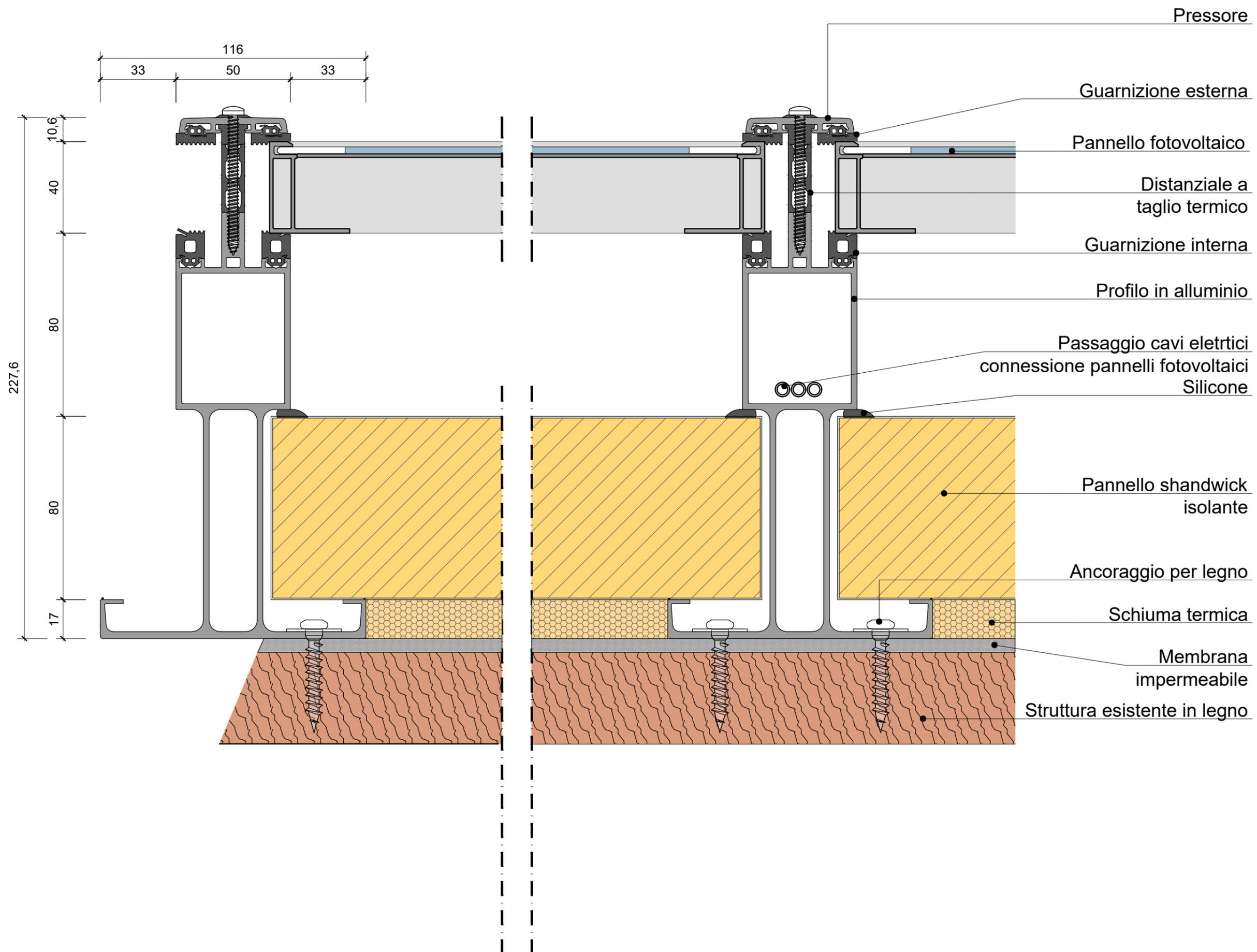
Contenuto Elaborato
3D elementi copertura
PROGETTO

Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	30.05.2024
Revisione	05
Scala 1:1	Formato A3

Codice Elaborato
502



ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com



PROGETTO



UBICAZIONE

Via Amantea n.5
20153 Milano
Foglio: 367
Mappale: 126
Zona: 7

TIPO DI INTERVENTO

Riqualificazione energetica di 1° Livello

LEGENDA

FASI DEL PROGETTO

DEFINITIVA	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori.
La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl.
Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

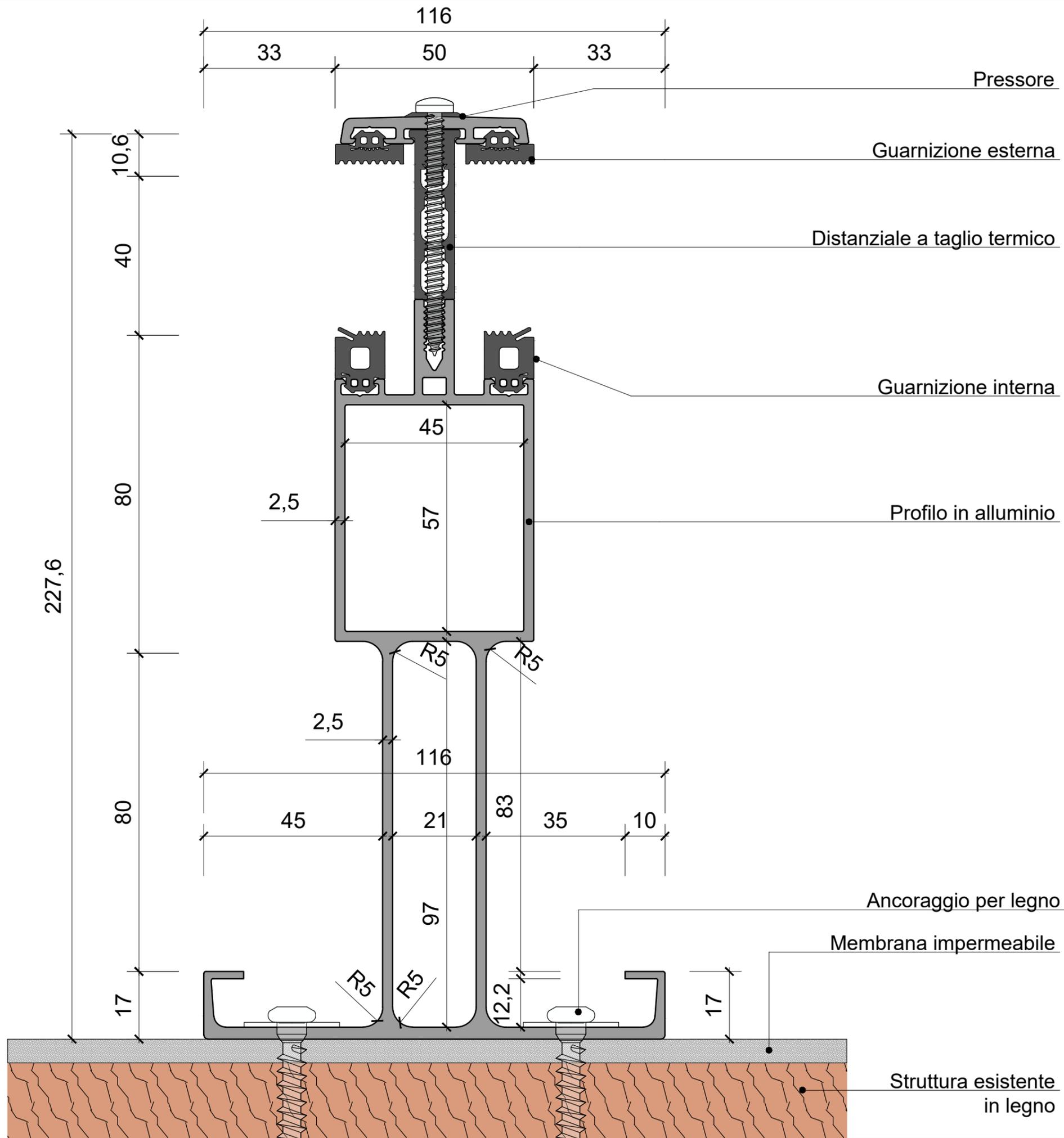
Contenuto Elaborato
Dettaglio elementi copertura
PROGETTO

Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	30.05.2024
Revisione	05
Scala	Formato
1:1	A3

Codice Elaborato
501



ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com



PROGETTO



UBICAZIONE

Via Amantea n.5
20153 Milano

Foglio: 367
Mappale: 126
Zona: 7

TIPO DI INTERVENTO

Riqualificazione
energetica di 1° Livello

LEGENDA

FASI DEL PROGETTO

DEFINITIVA	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori.
La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl.
Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

Contenuto Elaborato
Profilo in alluminio

Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	30.05.2024
Revisione	05
Scala	1:1
Formato	A3

Codice Elaborato

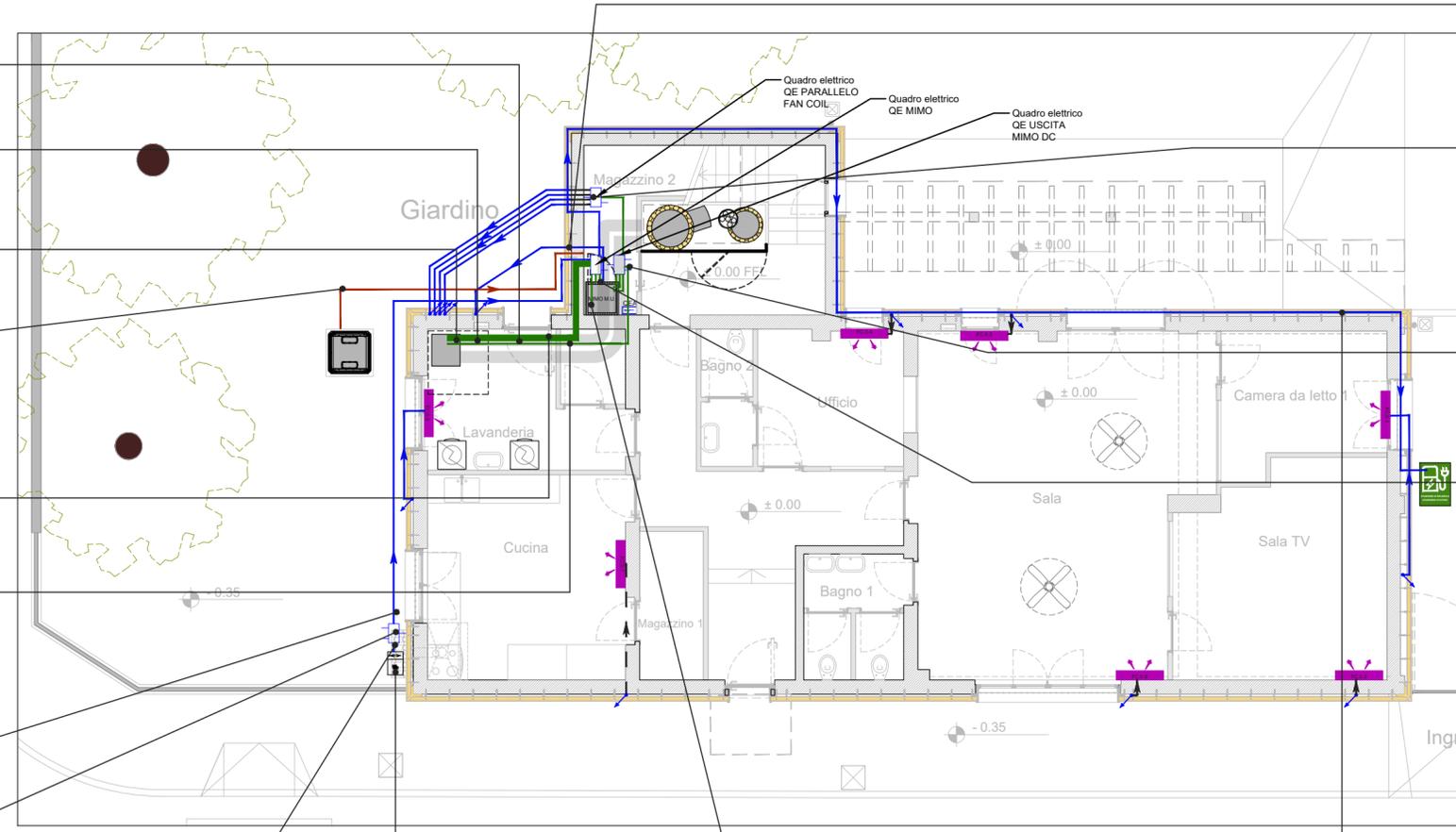
500



ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com

NOTA:
Tutte le distribuzioni riportate in questo progetto sono indicative e soggette a conferma durante la fase di cantiere. Gli effettivi passaggi e le disposizioni definitive saranno definiti in base al layout effettivo dell'edificio e alle specifiche lavorazioni in corso. È essenziale coordinare con il responsabile del cantiere per garantire un'implementazione corretta e conforme alle necessità dell'edificio.

- Linea alimentazione PDC SCAMBIATORE DI CALORE in cavo FG16OR16 0,6/1kV Formazione 3G1,5mm²
Posa in passerella portacavi a parete dim. (LxH) 100x80mm
- Linea alimentazione PDC CONVERTITORE 24V in cavo FG16OR16 0,6/1kV Formazione 3G2,5mm²
Posa in passerella portacavi a parete dim. (LxH) 100x80mm
- Linea alimentazione PDC BACKUP RISCALDATORE in cavo FG16OR16 0,6/1kV Formazione 5G2,5mm²
Posa in passerella portacavi a parete dim. (LxH) 100x80mm
- Linea ad ACCUMULO in cavo FG16OR16 0,6/1kV Formazione 2x(1x25mm²)+1PE25mm²
Posa in tubazione a doppia parete ADPE diam. 63mm in posa interrata
LINEA IN DC 700V
TENERE SEPARATA DA ALTRE LINEE DI ALIMENTAZIONE
- Linea alimentazione PDC BACKUP CONVERTITORE in cavo FG16OR16 0,6/1kV Formazione 5G6mm²
Posa in passerella portacavi a parete dim. (LxH) 100x80mm
- Linea alimentazione PDC in cavo FG16R16 0,6/1kV Formazione 2x(1x10mm²)+1N10mm²
Posa in tubazione PVC a parete diam.32mm
LINEA IN DC 700V
TENERE SEPARATA DA ALTRE LINEE DI ALIMENTAZIONE
- Linea montante in cavo FG16R16 0,6/1kV Formazione 3x(1x35mm²)+1N16mm²
Posa in tubazione PVC a parete diam. 50mm

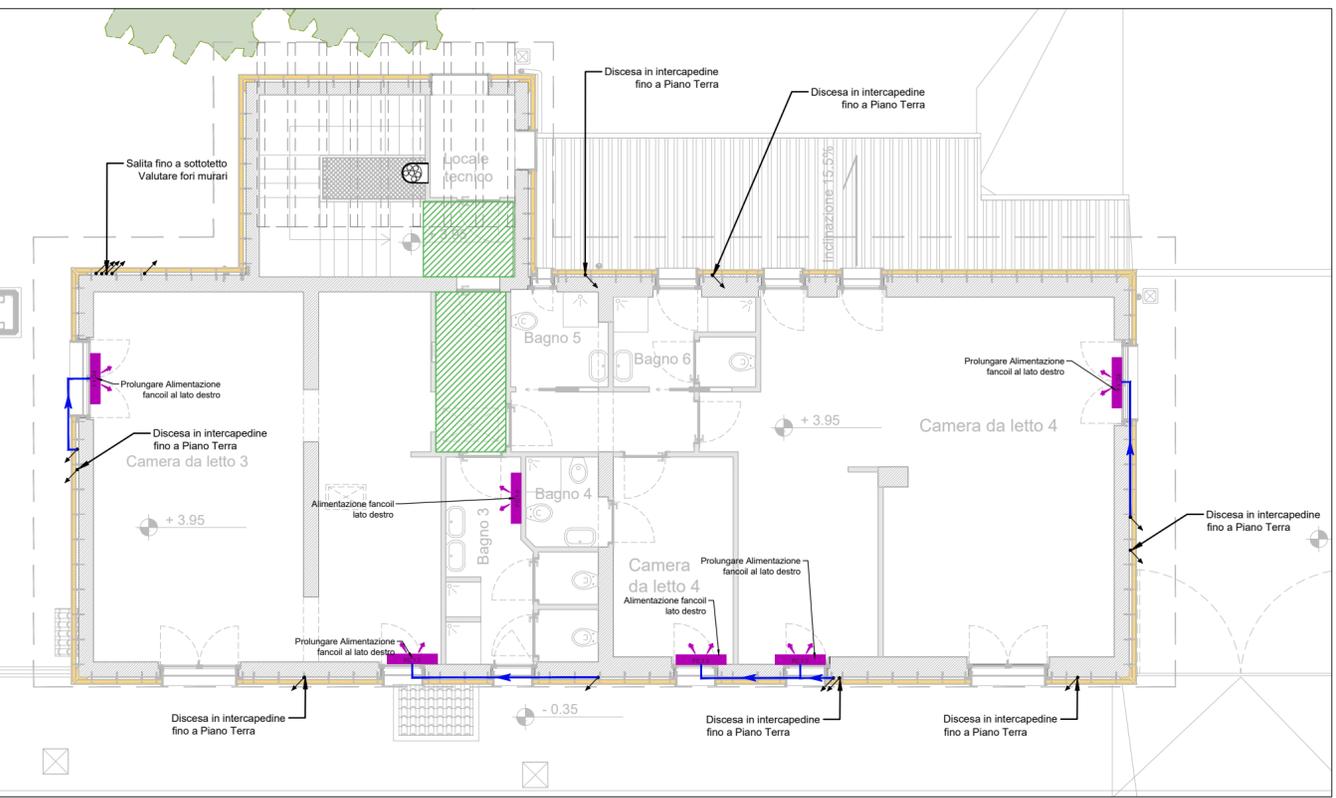


- Linea a QE PARALLELO FOTOVOLTAICO nel sottotetto in cavo FG16OR16 0,6/1kV Formazione 3G10mm²
Posa in guaina PVC diam.32mm nell'intercapedine della parete
LINEA IN DC 800V
TENERE SEPARATA DA ALTRE LINEE DI ALIMENTAZIONE
- Linea a QE PARALLELO FAN in cavo FG16R16 0,6/1kV Formazione 2x(1x4mm²)+1PE4mm²
Posa in guaina PVC diam.32mm in passerella o corrugato
LINEA IN DC 700V
TENERE SEPARATA DA ALTRE LINEE DI ALIMENTAZIONE
- Linea alimentazione MIMO in cavo FG16R16 0,6/1kV Formazione 3x(1x35mm²)+1N16mm²+1PE16mm²
Posa in passerella portacavi a parete dim. (LxH) 100x80mm
- Linea alimentazione STAZIONE RICARICA AUTO ELETTRICA in cavo FG16OR16 0,6/1kV Formazione 3G10mm²
Posa in tubo PVC diam.25mm a vista parete

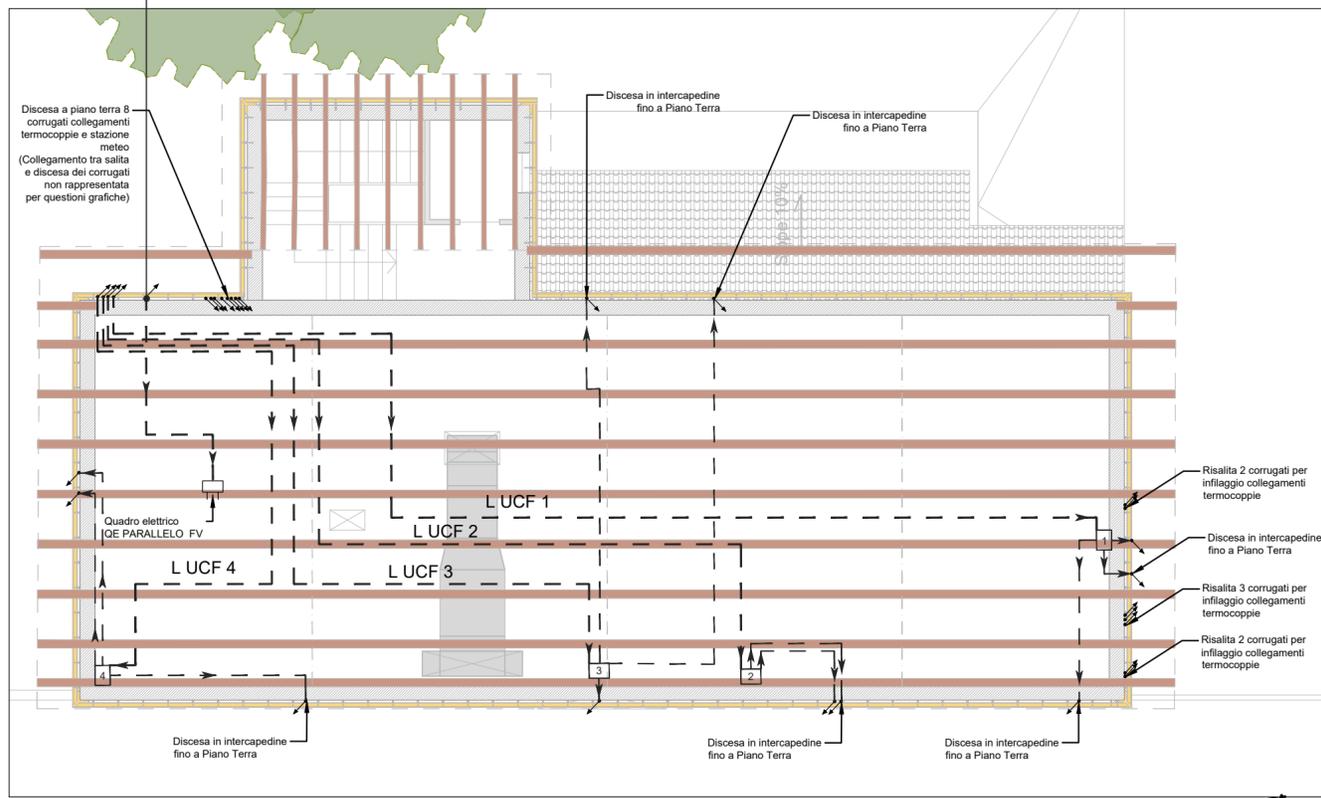
- Corrugato nell'intercapedine d'aria di 5cm
- Corrugato interrato
- Distribuzione in corrugato o passerella a vista
- Distribuzione elettrica nel sottotetto
- Salita/Discesa verticale corrugato in intercapedine. (Utilizzare doppio corrugato per i Fan-coil: Linea alimentazione e linea dati)
- Convertitore DC/DC dislocato per alimentazione Smart Fan-coil

1 Piano Terra
SCALE: 1:100

- Quadro elettrico QE RIC. ENEL
- Cavo di collegamento FG16R16 0,6/1kV Formazione 3x(1x35mm²)+1N16mm²
- Contatore di misura M1 trifase Potenza stimata 55 kW
- Linea alimentazione QEA in cavo FG16OR16 0,6/1kV Formazione 3G6mm²
Posa in passerella portacavi a parete dim. (LxH) 100x80mm
- Linea alimentazione STAZIONE RICARICA AUTO ELETTRICA in cavo FG16OR16 0,6/1kV Formazione 3G10mm²
Posa in guaina PVC diam.40mm nell'intercapedine della parete
- Linea a QE PARALLELO FOTOVOLTAICO nel sottotetto in cavo FG16OR16 0,6/1kV Formazione 3G10mm²
Posa in guaina PVC diam.32mm nell'intercapedine della parete
LINEA IN DC 800V TENERE SEPARATA DA ALTRE LINEE DI ALIMENTAZIONE



2 Piano Primo
SCALE: 1:100



3 Piano Sottotetto
SCALE: 1:100

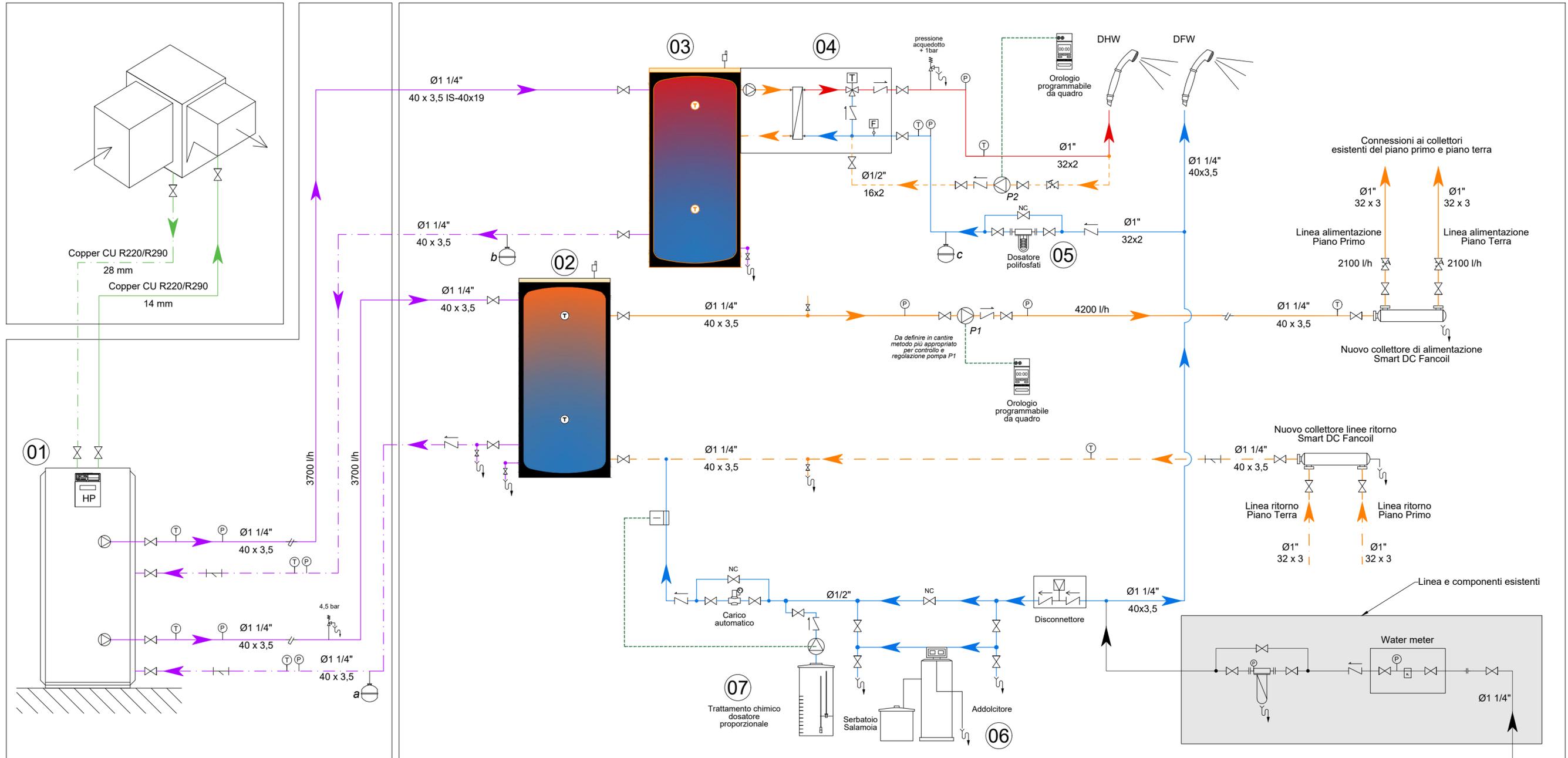
DEFINITIVO	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori. La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl. Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

Contenuto Elaborato
Piano Terra, Primo e Sottotetto
Distribuzione Impianto Elettrico

Disegnato	DFD
Controllato	AM
Data	04.06.2024
Revisione	00
Scala	:100
Formato	A2
Codice Elaborato	210

ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com



NOTE C.T.

Per tutte le reti di nuova realizzazione si devono rispettare le seguenti condizioni:
Reti esterne impianto di riscaldamento e raffrescamento in acciaio nero s.s. UNI EN 10255 SL coibentate con perfetta sigillatura delle giunzioni e del valvolame negli spessori indicati in tabella.
Tutte le altre reti esterne in PEAD PE100 PN10 (SDR17) secondo UNI EN 12201 con giunzioni A SALDARE di testa, o con manicotto elettrico opportunamente coibentate nei diametri indicati.
Il diametro nominale, DN, delle valvole, salvo diversa indicazione, segue la dimensione della relativa tubazione.
I dispositivi di protezione (termostati di blocco, pressostato di blocco) devono agire tramite n. 2 circuiti elettrici indipendenti.
Le apparecchiature per il trattamento domestico di acque potabili devono rispettare le disposizioni tecniche del D.M. n. 443 21/12/1990 e s.m.i. Sono ammessi i soli trattamenti che consentano di rispettare i limiti previsti per i parametri riportati nel D.L. n. 31 del 2 febbraio 2001 e successive modifiche e aggiornamenti.
NB: i circuiti chiusi dovranno essere provvisti di appositi dispositivi di sfogo d'aria automatici da installarsi nei punti più alti dell'impianto e di una valvola di scarico nel punto più basso dell'impianto.

Possibilità di utilizzare tubazioni di distribuzione acqua clima, ACS, ASF potabile in multistrato in polietilene reticolato Tipo C, con strato intermedio in alluminio, con barriera all'ossigeno, conforme alla UNI EN ISO 21003 - UNI EN ISO 15875 e al DM 174-04, per impianti di acqua sanitaria secondo UNI 9182:2014. Isolamenti tubazione in elastomero con lambda di progettazione pari a 0,036 W/m°C alla temperatura di 40°C, classe 1 reazione al fuoco. Spessori minimi da garantire in accordo con Allegato B del D.P.R. n 412/93.

E' necessaria l'installazione di un contatore volumetrico di acqua di reintegro per l'impianto di riscaldamento.
Le letture dei contatori installati dovranno essere riportate sul libretto di impianto.
In relazione alla qualità dell'acqua utilizzata negli impianti termici per la climatizzazione, con o senza produzione di acqua calda sanitaria, ferma restando l'applicazione della norma tecnica UNI 8065, è sempre obbligatorio un trattamento di condizionamento chimico. Per impianti di potenza termica del focolare maggiore di 100 kW e in presenza di acqua di alimentazione con durezza totale maggiore di 15 gradi francesi, è obbligatorio un trattamento di addolcimento dell'acqua di impianto. Per quanto riguarda i predetti trattamenti si fa riferimento alla norma tecnica UNI 8065.

NOTE GENERALI

- Tutte le dimensioni indicate su questo disegno sono in centimetri. Non scalare i disegni, qualsiasi discrepanza trovata deve essere segnalata immediatamente all'architetto o all'ingegnere responsabile;
- E' responsabilità dell'appaltatore o dei costruttori accertare che tutte le dimensioni in questo disegno siano conformi alle dimensioni in sito ed accettarsi di tutte le quote prima della preparazione dei disegni ed esecuzione dei lavori;
- Tutte le misure devono essere verificate e confermate in cantiere;
- Tutti i lavori devono essere eseguiti secondo i codici di costruzione locali;
- Questi disegni devono essere letti in combinazione con gli altri disegni architettonici, strutturali, meccanici ed elettrici e tutte le sezioni specifiche;
- Le strutture e le informazioni architettoniche incluse nei disegni meccanici sono indicativi. Per qualsiasi informazione tecnica, fare riferimento ai disegni strutturali ed architettonici;
- Tutti i materiali devono essere verificati e confermati;
- Tutte le finiture dei materiali e le lavorazioni devono essere di elevato standard qualitativo;

01	Pompa di calore spilita per riscaldamento, raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria, del tipo aria-acqua reversibile modulante per installazione interna conforme alle norme e ai regolamenti UE vigenti. Composta da unità interna e scambiatore di calore da interno. Pompa di calore sviluppata appositamente per il progetto. Produttore: HELIOTHERM Vedi D.6.2 - "Manufacturing design of the technical components"	Potenza termica: 18 kW Pot. raffreddamento: 18 kW Fluido refrigerante: R410A
02	Seratoio inerziale in pressione per accumulo di acqua tecnica refrigerata o riscaldata. Coibentazione esterna. Contenuto acqua: 476 litri Dimensioni senza isolante (Ø x H): 600x1920 mm Dimensioni con isolante (Ø x H): 750x1920 mm Temperatura massima: 95 °C	
03	Seratoi inerziali verticali per acqua calda, condizioni d'esercizio massime 3 bar e 95 °C, completi di coibentazione in poliuretano. Capacità: 805 litri. Dimensioni senza isolante (Ø x H): 790x1990 mm Dimensioni con isolante (Ø x H): 990x1990 mm	
04	Produttore istantaneo di acqua calda sanitaria con scambiatore a piastre in acciaio inossidabile a flussi controcorrente ad alta efficienza. Come fonte di calore viene utilizzata l'acqua calda di riscaldamento contenuta nel seratoio di accumulo del sistema. Il sistema è ottimizzato garantisce la massima efficienza e igiene nella preparazione dell'acqua calda. HELIOTHERM ZH-FS9191	Capacità: 40 l/min
05	In accordo alla norma UNI 8065:2019 e D.M. 20/06/2015 (e s.m.i.) per impianti di potenza del generatore inferiore a 100 kW l'acqua di riempimento dell'impianto di climatizzazione con durezza inferiore a 25° è obbligatorio il solo trattamento condizionante. A seguito di valutazione della durezza dell'acqua, valutare con committenza e DL l'installazione di addolcitore su linea carico impianto.	Su linea AFS per ACS installare dosatore proporzionale di polifosfato in polvere per proteggere i sistemi di produzione acqua calda sanitaria da incrostazioni e corrosioni. Manicotto di installazione ruotabile in ottone cromato. Calotta, a seconda dei modelli, realizzata in materiale antiurto plastico alimentare oppure in ottone cromato. Portata: 3500 l/h Pressione e temperatura Max: 8 bar -30°C Capacità dosaggio: 500 °gr
06	Addolcitore automatico per uso domestico, carenatura in polipropilene ad alta densità, completo di valvola automatica di rigenerazione a tempo, miscelatore di durezza integrato nel corpo valvola, alimentazione elettrica 230 V-50 Hz. Cabinato, con attacco da: Ø1" Portata: 2200l/h Ciclica: 600	
07	Apparecchi per dosaggio di prodotti di trattamento acque: composto di pompa dosatrice elettronica, completa di serbatoio con accessori e contatore a impulsi. Compresso prodotti protettivi per circuiti tecnologici e prodotti per regolare pH dell'acqua di impianto	
	Vaso di espansione a membrana collaudato ISPESL. Dimensionare correttamente a impianto costruito misurando tramite appositi contatti l'effettivo volume di acqua presente nell'impianto e in base alla precarica e valvole di sicurezza selettionate	

Circulatore	Portata nominale l/s	Prevalenza kPa	Potenza elettrica kW _e
P1	1,16	da 150 a 450	da mod. commerciale
P2		da definire in cantiere	

Si sottolinea come la definizione del punto di funzionamento nominale del circolatore sia basato su una stima delle perdite di carico.
In fase di realizzazione, alla luce dell'effettivo percorso di posa delle tubazioni e della tipologia utilizzata, andranno verificate le caratteristiche del circolatore da installare.
Nelle successive fasi di progetto è da verificarsi se prevedere una rete di ricircolo che consenta l'erogazione dell'ACS alla corretta temperatura di progetto entro i 30 secondi.

- Linea acqua fredda sanitaria (AFS)
- Linea acqua calda sanitaria (ACS)
- Ricircolo sanitario (Valutare in cantiere se installare)
- Circuito primario - Acqua tecnica (Mandata e ritorno)
- Circuito secondario - Acqua tecnica (Mandata e ritorno)
- Linea refrigerante PdC - Collegamento tra unità interna e scambiatore aria-gas
- Valvola di intercettazione
- Valvola di ritegno
- Valvola di bilanciamento
- Termometro e manometro
- Filtro a Y PN10
- Vaso d'espansione a membrana
- Rubinetto di scarico
- Valvola a 2 vie ON-OFF motorizzata
- Valvola termostatica
- Valvola deviatrice motorizzata (0-1 → deviatrice | 0-10 → proporzionale)
- Valvola di sifono e by-pass
- Sonda di temperatura esterna
- Valvola di sicurezza
- Sfiato automatico aria
- Pompa di circolazione
- Sensore di temperatura da tubazione con pozzetto
- Contaltri a turbina con lancia impulsi e indicazione a quadrante
- Rubinetto di scarico

FASI DEL PROGETTO

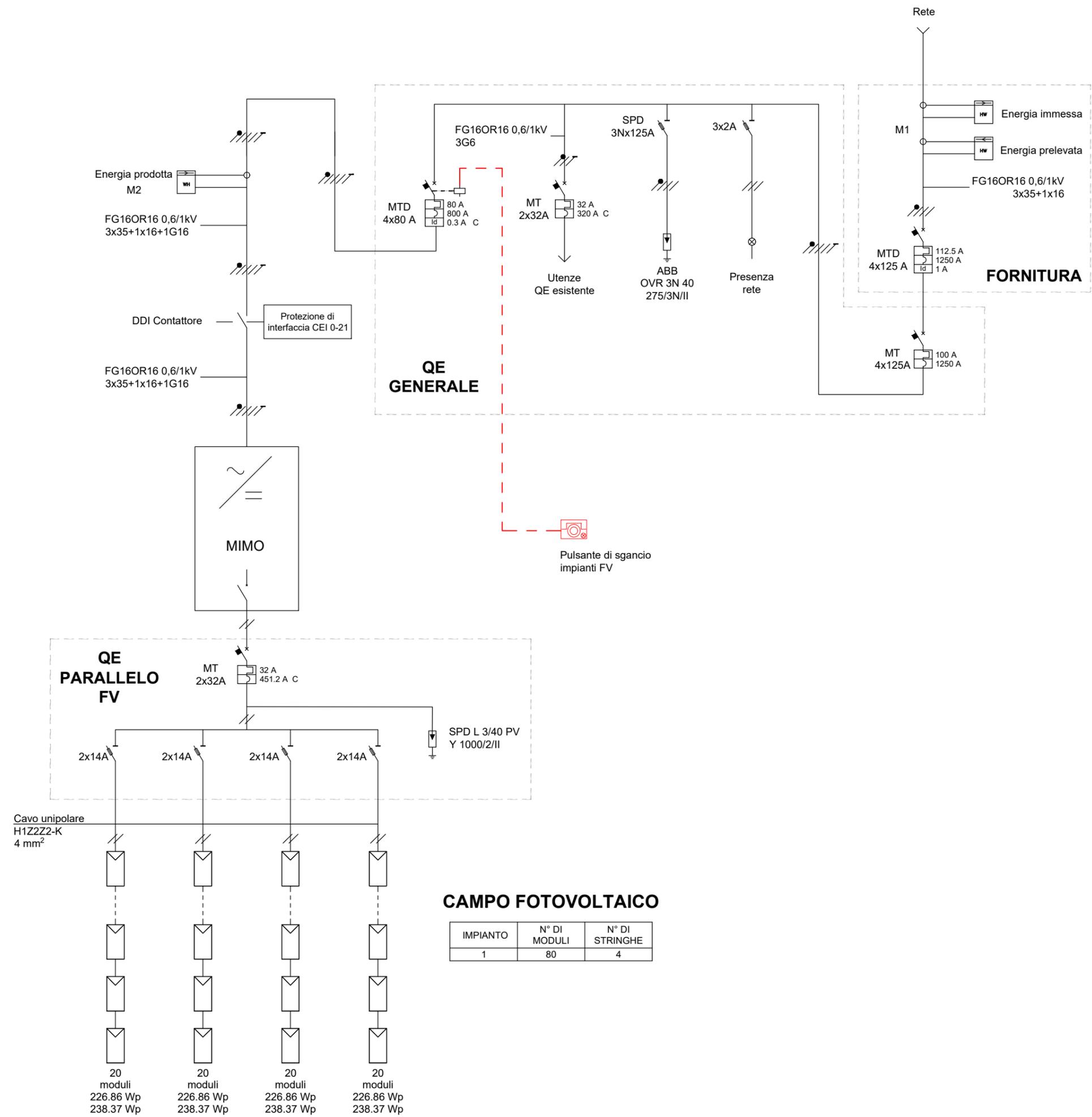
DEFINITIVA	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori.
La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl.
Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

Contenuto Elaborato
HVAC Schema Funzionale

Disegnato	DFD
Controllato	AM
Data	04.06.2024
Revisione	00
Scala	Formato A2
Codice Elaborato	101

ZH spin off
PUBBLICITÀ TECNICA DI MILANO
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com



Via Amantea n.5
20153 Milano
Foglio: 367
Mappale: 126
Zona: 7

Riqualficazione energetica di 1° Livello

DEFINITIVA	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori.
La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl.
Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

Contenuto Elaborato
Schema Unifilare
Impianto Fotovoltaico

Disegnato	FDL
Controllato	AM
Data	04.06.2024
Revisione	00
Scala	Formato A3

Codice Elaborato
102



ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com

PROGETTO



UBICAZIONE

Via Amantea n.5
20153 Milano
Foglio: 367
Mappale: 126
Zona: 7

TIPO DI INTERVENTO

Riqualificazione
energetica di 1° Livello

FASI DEL PROGETTO

DEFINITIVA	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori.
La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl.
Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

Contenuto Elaborato
Schema Quadri

Disegnato	SG
Controllato	AM
Data	04.06.2024
Revisione	00
Scala	Formato
-:--	A4

Codice Elaborato
103



ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com

Riqualificazione energetica
stabile di Via Amantea a Milano

PROGETTO ELETTRICO DEFINITIVO

Schema elettrico unifilare
QUADRO RICEVIMENTO ENEL

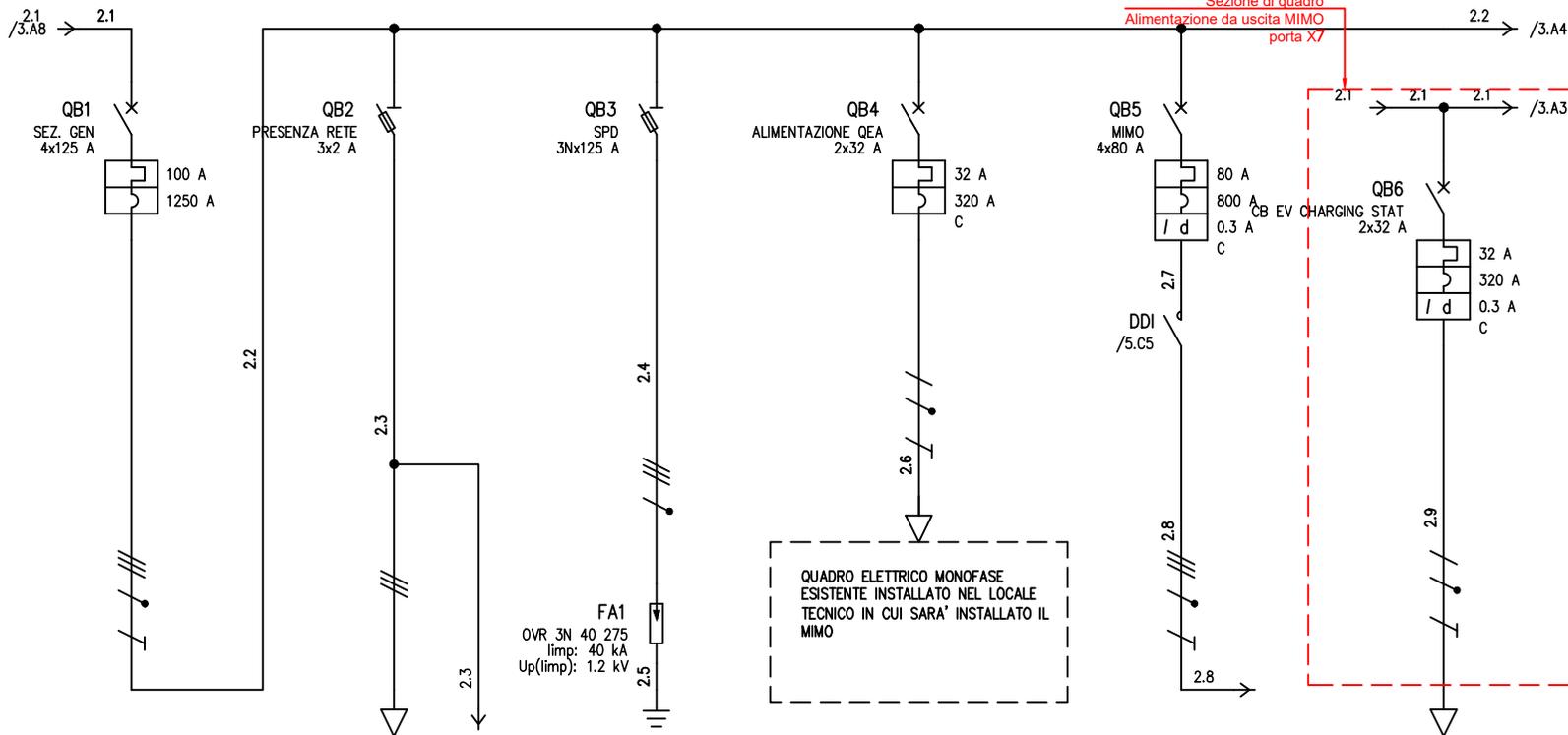
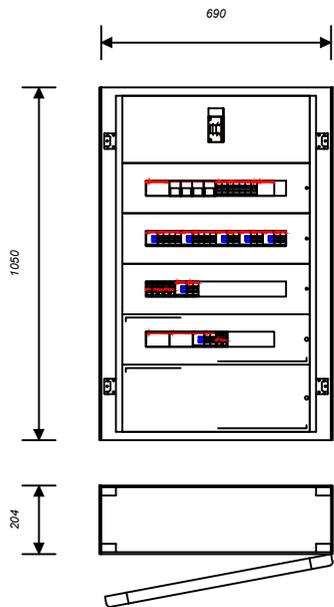
				DATA	28/12/2023	ZH SRL		ING. STEFANO GARONI		RIQUALIFICAZIONE STABILE VIA AMANTEA		UNIFILARE
				DISEG.	S.G.		ALBO ING. PROV. VA N.2868			DEFINITIVO		
				VISTO	C.G.					QE RIC. ENEL	QE RIC. ENEL.DWG	FOGLIO 001 DI 002
REV.	MODIFICA	DATA	FIRMA	APPR.	C.G.	SOST. IL:	SOST. DA:	ORIGINE:			SEGUE	002
1		2				3		4	5	6	7	8

Riqualificazione energetica
stabile di Via Amantea a Milano

PROGETTO ELETTRICO DEFINITIVO

Schema elettrico unifilare
QUADRO ELETTRICO GENERALE (QE MIMO)

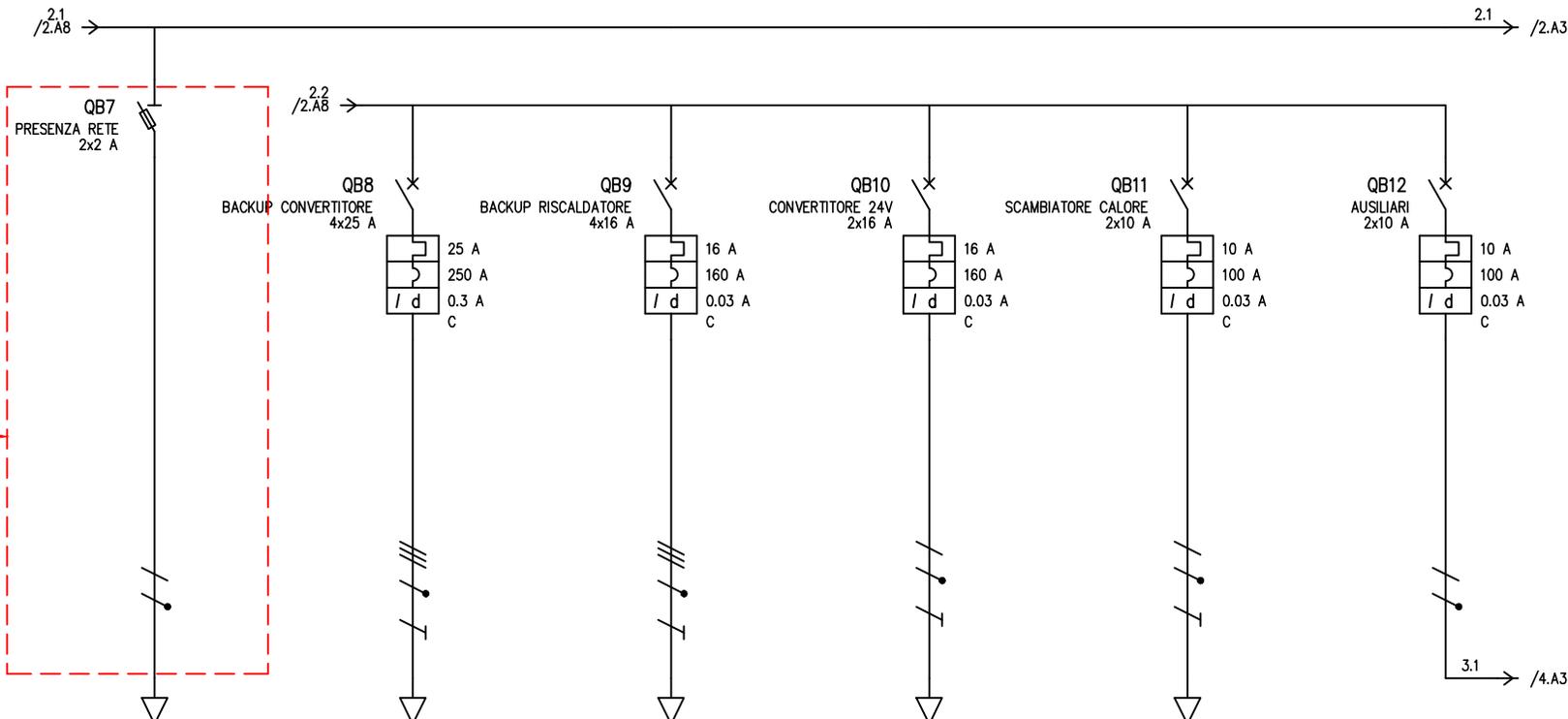
03	INSERIMENTO PI E DDI	29/05/24	S.GARONI	DATA	28/12/2023	ZH SRL	ING. STEFANO GARONI ALBO ING. PROV. VA N.2868		RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA VIA AMANTEA		UNIFILARE
02	AGGIORNAMENTO UTENZE	24/02/24	S.GARONI	DISEG.	S.G.				QE MIMO		DEFINITIVO
01	AGGIORNAMENTO UTENZE	28/12/23	S.GARONI	VISTO	C.G.				QE MIMO.DWG		FOGLIO 001 DI 005
REV.	MODIFICA	DATA	FIRMA	APPR.	C.G.	SOST. IL:	SOST. DA:	ORIGINE:	SEGUE	002	



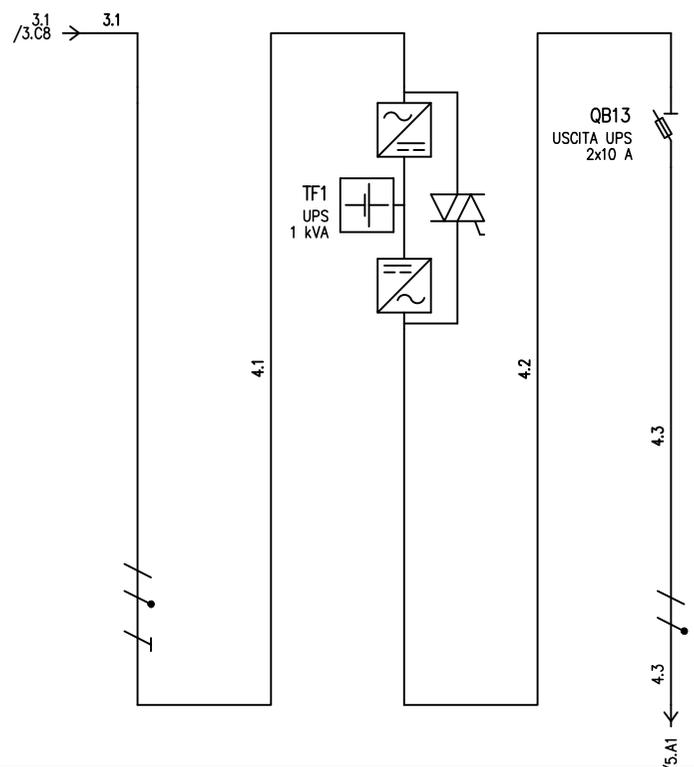
UTENZA	DENOMINAZIONE		SEZ. GEN		PRESENZA RETE		SPD		ALIMENTAZIONE QEA		MIMO		CB EV CHARGING STAT			
	SIGLA	POTENZA TOT. kVA	TT	69.3	TT	1.82	TT		TT/L1-N	7.39	TT	55.4	TT/L2-N	7.39		
	POTENZA kW	lb	25.5	42.7	0.001	0.002			6.65	27.2	19.8	43.1	7.4	28.8		
	COEF. CONTEMP.	COS φ	0.9	0.99	1	0.9	1	0.9	0.85	0.9	1	1	0.9	1		
INTERRUTTORE O SEZIONATORE	COSTRUTTORE		ABB		ABB		HAGER LUME		ABB		ABB		ABB			
	TIPO		XT1B 160 TMD125		E930/20		L58		S 202-C		S 804 N-C + DDA 804 A 0,3		S 202-C + DDA 202 A 0.3			
	N.POLI	In	4	125	3	20	3N	125	2	32	4	80	2	32		
	Ith	Idn	100						32		80	0.3	Gen.	32	0.3	Gen.
	Im (o curva)	Pdi	1250	18		80		120	320	6	800	36		320	6	
FUSIBILE	TIPO		OFAA000GG2		E 9F22 GG125											
	CALIBRO	A	2		125											
CONTATTORE	TIPO										AF52-40-00-14					
	In	Pn									100					
RELE' TERMICO	TIPO						ABB									
	TARATURA	A					OVR 3N 40 275/3N/II									
LINEA DI POTENZA	TIPO CAVO								FG160R16 0.6/1 kV		FG160R16 0.6/1 kV		FG160R16 0.6/1 kV			
	FORMAZIONE								3G6		3x35+1x16+1G16		3G10			
	LUNGHEZZA		m						5		5		40			
	Iz		A						33.1		89.6		45.6			
	C.d.T.	a In	%	C.d.T.	a lb	%	0.502		0.502	1.03	0.451	0.687	0.138	3.39	2.44	
	Zk	mΩ	Zs	mΩ			18.5		18.5	73.1		20.4		195.4		
Ik trifase/monof.	kA	Ik1 fase/terra	kA			12.5		12.5	3.16		11.3		1.18			
NUMERAZIONE MORSETTIERA																
03	INSERIMENTO PI E DDI	29/05/24	S.GARONI	DATA	28/12/2023	ZH SRL			ING. STEFANO GARONI			RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA VIA AMANTEA		UNIFILARE		
02	AGGIORNAMENTO UTENZE	24/02/24	S.GARONI	DISEG.	S.G.				ALBO ING. PROV. VA N.2868					DEFINITIVO		
01	AGGIORNAMENTO UTENZE	28/12/23	S.GARONI	VISTO	C.G.									FOGLIO 002 DI 005		
REV.	MODIFICA	DATA	FIRMA	APPR.	C.G.	SOST. IL:	SOST. DA:	ORIGINE:	ZH spin off			QE MIMO		QE MIMO.DWG	SEGUE 003	

Sezione di quadro
Alimentazione da uscita MIMO
porta X7

ALIMENTAZIONE DA USCITA MIMO
O DA RETE ELETTRICA

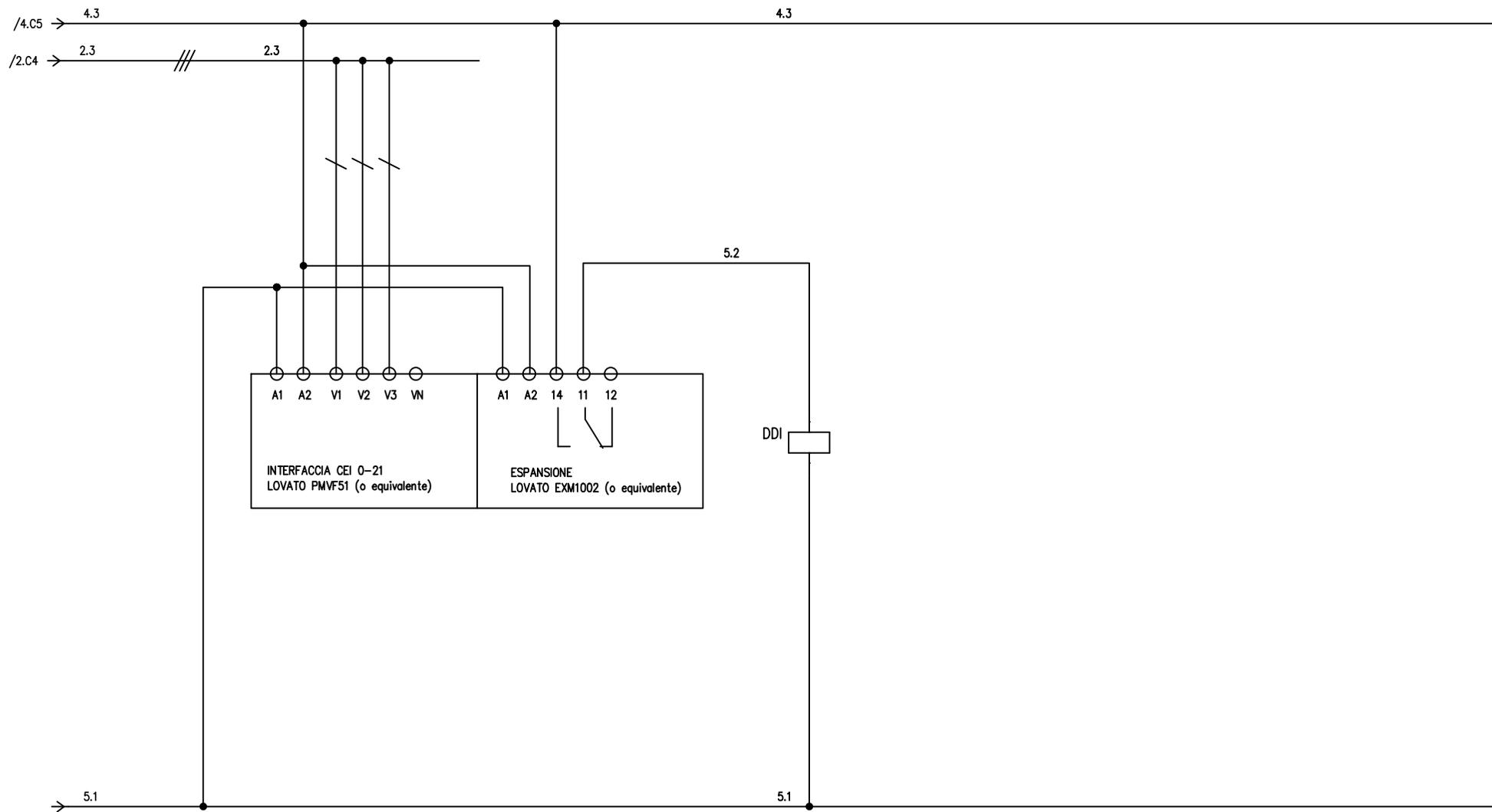


UTENZA	DENOMINAZIONE		PRESENZA RETE		HEATING PUMP		HEATING PUMP		HEATING PUMP		HEATING PUMP		AUSILIARI						
	TIPO	POTENZA TOT. kVA	TT/L2-N	0.605	TT	17.3	TT	11.1	TT/L3-N	3.7	TT/L3-N	2.31	TT/L3-N	2.31					
	POTENZA kW	lb	0.001	0.005	14	22.5	6.24	10	2.29	11	0.457	2.2	0.111	0.486					
	COEF. CONTEMP.	COS φ	1	0.9	1	0.9	1	0.9	1	0.9	1	0.9	1	0.99					
INTERRUTTORE O SEZIONATORE	COSTRUTTORE		SIEMENS		ABB		ABB		ABB		ABB		ABB						
	TIPO		5SG7-6 C		S 804 N-C + DDA 804 A 0,3		S 204 P-C + DDA 204 AC 0.03		DS202C AC-C 0.03		DS202C AC-C 0.03		DS202C AC-C 0.03						
	N.POLI	In A	2	16	4	25	4	16	2	16	2	10	2	10					
	Ith A	Idn A			25	0.3	Gen.	16	0.03	Gen.	16	0.03	Gen.	10	0.03	Gen.	10	0.03	Gen.
	Im (o curva) A	Pdi		80	250	20		160	25		160	6	100	6	100	6			
FUSIBILE	TIPO	OFAA000GG2																	
	CALIBRO	2																	
CONTATTORE	TIPO																		
	In A	Pn	kW																
RELE' TERMICO	TIPO																		
	TARATURA	A																	
LINEA DI POTENZA	TIPO CAVO	FG160R16 0.6/1 kV																	
	FORMAZIONE	5G6																	
	LUNGHEZZA	5																	
	lz	A																	
	C.d.T. a In %	C.d.T. a lb %	0.687																
	Zk mΩ	Zs mΩ	54.1																
Ik trifase/monof. kA	Ik1 fase/terra kA	4.27																	
NUMERAZIONE MORSETTIERA																			
03	INSERIMENTO PI E DDI	29/05/24	S.GARONI	DATA	28/12/2023	ZH SRL			ING. STEFANO GARONI			RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA VIA AMANTEA		UNIFILARE					
02	AGGIORNAMENTO UTENZE	24/02/24	S.GARONI	DISEG.	S.G.				ALBO ING. PROV. VA N.2868					DEFINITIVO					
01	AGGIORNAMENTO UTENZE	28/12/23	S.GARONI	VISTO	C.G.									FOGLIO 003 DI 005					
REV.	MODIFICA	DATA	FIRMA	APPR.	C.G.	SOST. IL:	SOST. DA:	ORIGINE:				QE MIMO		QE MIMO.DWG	SEGUE 004				



UTENZA	DENOMINAZIONE												
	SIGLA		UPS		UPS		USCITA UPS						
	TIPO	POTENZA TOT. kVA	TT/L3-N	2.31	TT/L3-N	1 kVA	TT/L3-N	1.1					
	POTENZA kW	lb	A	0.111	0.486	0.111	0.486	0.1	0.481				
COEF. CONTEMP.	COS φ		1	0.99	1	0.99	1	0.9					
INTERRUTTORE O SEZIONATORE	COSTRUTTORE						ABB						
	TIPO						E930/20						
	N.POLI	In	A				2	20					
	Ith	A	Idn	A	TIPO DIFF.								
Im (o curva)	A	Pdi	kA					80					
FUSIBILE	TIPO						OFAA0GG10						
	CALIBRO		A				10						
CONTATTORE	TIPO												
	In	A	Pn	kW									
RELE' TERMICO	TIPO												
	TARATURA		A										
LINEA DI POTENZA	TIPO CAVO		FG160R16 0.6/1 kV										
	FORMAZIONE		3G1.5										
	LUNGHEZZA		m		2								
	Iz		A		22								
	C.d.T. a In	%	C.d.T. a Ib	%	0.793	0.014			0				
	Zk	mΩ	Zs	mΩ	90.6	90.6			90.6				
Ik trifase/monof.	kA	Ik1 fase/terra	kA	2.55	2.55			2.55					
NUMERAZIONE MORSETTIERA													
03	INSERIMENTO PI E DDI	29/05/24	S.GARONI	DATA	28/12/2023	ZH SRL		ING. STEFANO GARONI		RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA VIA AMANTEA		UNIFILARE	
02	AGGIORNAMENTO UTENZE	24/02/24	S.GARONI	DISEG.	S.G.			ALBO ING. PROV. VA N.2868				DEFINITIVO	
01	AGGIORNAMENTO UTENZE	28/12/23	S.GARONI	VISTO	C.G.							FOGLIO 004 DI 005	
REV.	MODIFICA	DATA	FIRMA	APPR.	C.G.	SOST. IL:	SOST. DA:	ORIGINE:	QE MIMO		QE MIMO.DWG		SEGUE 005





Filo iniziale: 5.1
 Filo finale: 5.2
 Fili disponibili dal: 5.3

03	INSERIMENTO PI E DDI	29/05/24	S.GARONI	DATA	28/12/2023	ZH SRL	ING. STEFANO GARONI ALBO ING. PROV. VA N.2868		RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA VIA AMANTEA		UNIFILARE
02	AGGIORNAMENTO UTENZE	24/02/24	S.GARONI	DISEG.	S.G.						DEFINITIVO
01	AGGIORNAMENTO UTENZE	28/12/23	S.GARONI	VISTO	C.G.						FOGLIO 005 DI 005
REV.	MODIFICA	DATA	FIRMA	APPR.	C.G.	SOST. IL:	SOST. DA:	ORIGINE:	QE MIMO	QE MIMO.DWG	SEGUE xxx

Riqualificazione energetica
stabile di Via Amantea a Milano

PROGETTO ELETTRICO DEFINITIVO

Schema elettrico unifilare
QUADRO ELETTRICO USCITA MIMO IN CORRENTE CONTINUA
(QE USCITA MIMO DC)

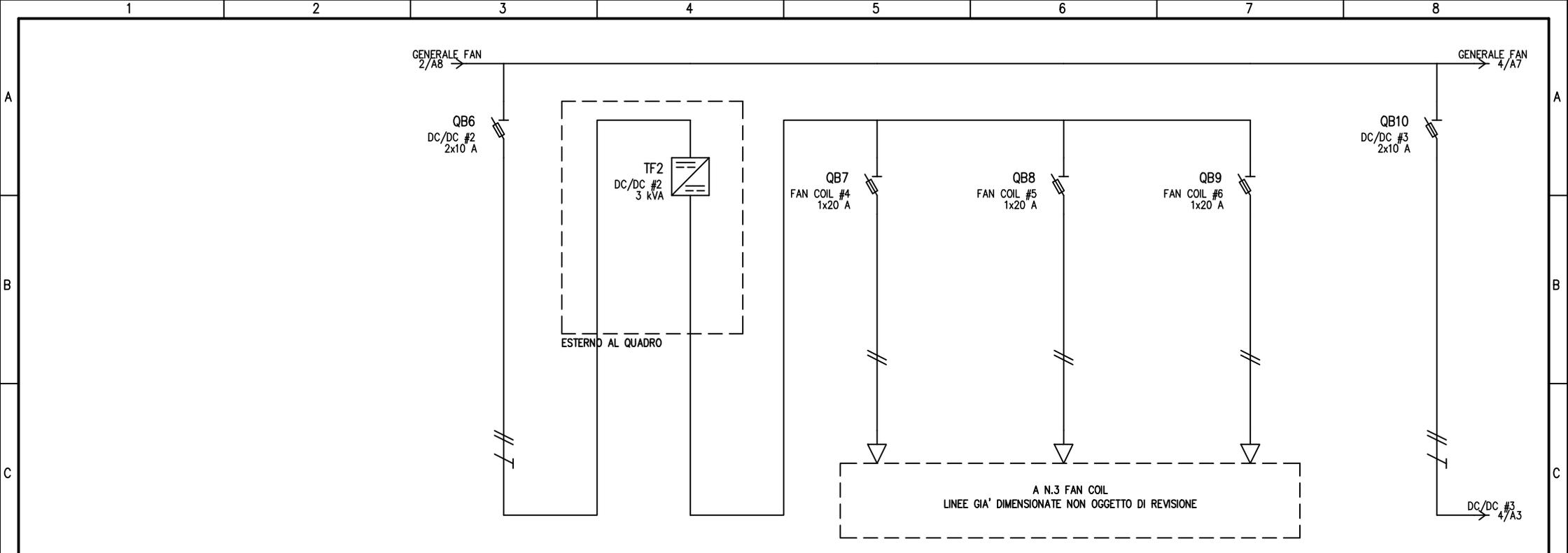
				DATA	24/02/2024	ZH SRL		ING. STEFANO GARONI		RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA VIA AMANTEA	UNIFILARE	
				DISEG.	S.G.		ALBO ING. PROV. VA N.2868			DEFINITIVO		
				VISTO	C.G.					QE USCITA MIMO DC	QE USCITA MIMO DC.DWG	FOGLIO 001 DI 002
REV.	MODIFICA	DATA	FIRMA	APPR.	C.G.	SOST. IL:	SOST. DA:	ORIGINE:			SEGUE 002	
1		2			3		4		5	6	7	8

Riqualificazione energetica
stabile di Via Amantea a Milano

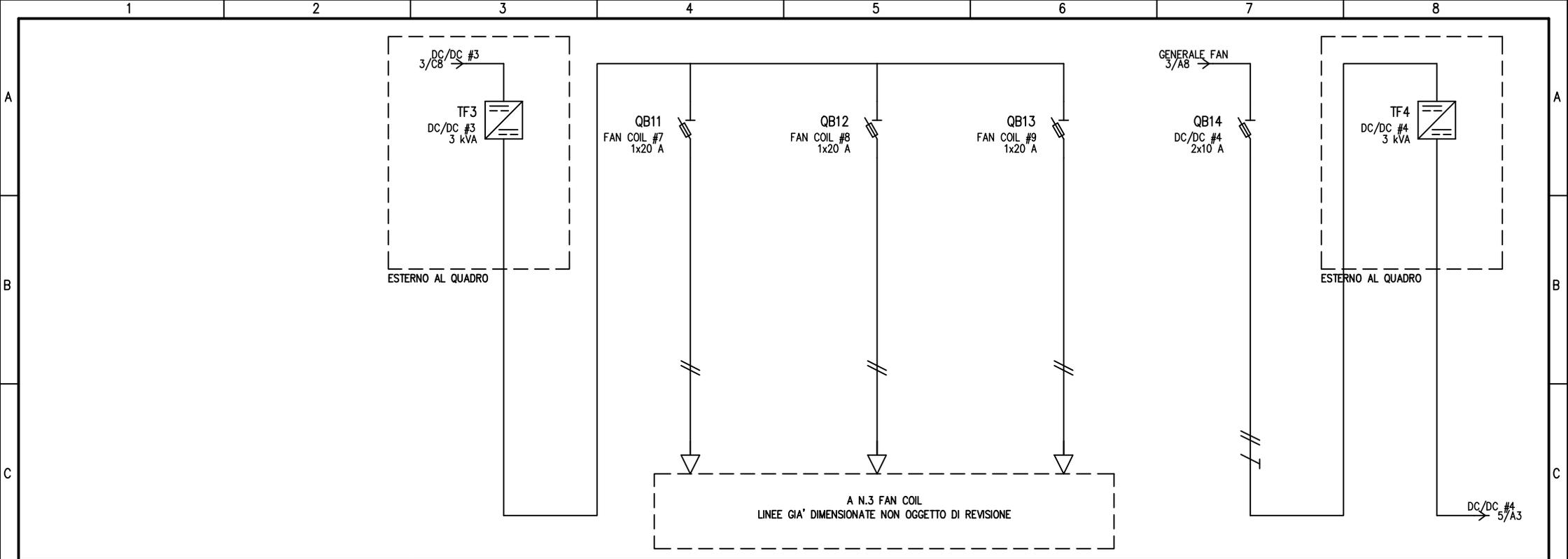
PROGETTO ELETTRICO DEFINITIVO

Schema elettrico unifilare
QUADRO ELETTRICO PARALLELO E PROTEZIONE FAN COIL
(QE PARALLELO FAN)

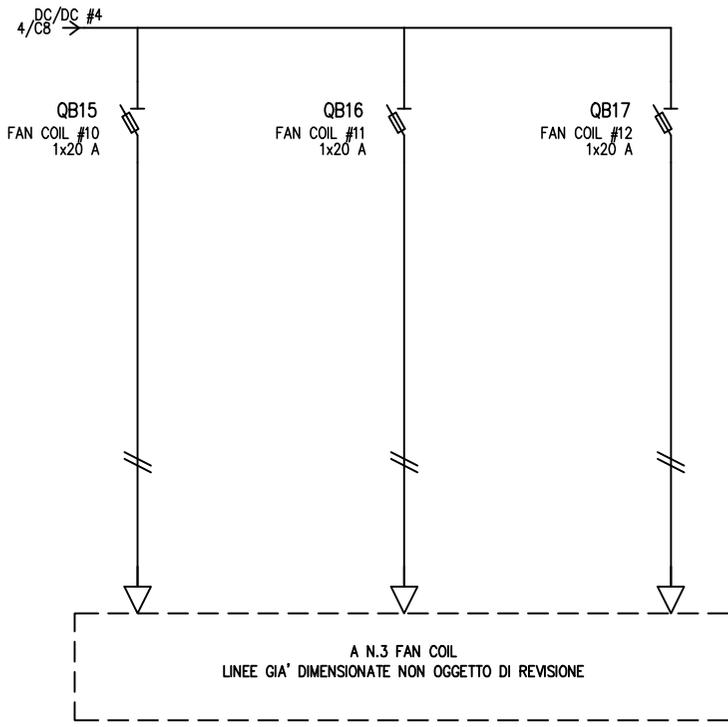
				DATA	29/12/2023	ZH SRL		ING. STEFANO GARONI		RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA VIA AMANTEA	UNIFILARE	
				DISEG.	S.G.		ALBO ING. PROV. VA N.2868			DEFINITIVO		
01	AGGIORNAMENTO UTENZE	24/02/24	S.GARONI	VISTO	C.G.					QE PARALLELO FAN	QE PARALLELO FAN.DWG	FOGLIO 001 DI 005
REV.	MODIFICA	DATA	FIRMA	APPR.	C.G.	SOST. IL:	SOST. DA:	ORIGINE:				SEGUE 002
1	2	3	4	5	6	7	8					



UTENZA	DENOMINAZIONE		FAN COIL		FAN COIL		FAN COIL		FAN COIL		FAN COIL					
	SIGLA		DC/DC #2		DC/DC #2		FAN COIL #4		FAN COIL #5		FAN COIL #6		DC/DC #3			
	TIPO	POTENZA TOT. kVA	IT	9.17	IT	3 kVA	TT	1.16	TT	1.16	TT	1.16	IT	9.17		
	POTENZA kW	lb	A	2.62	3.74	2.62	3.74	0.9	17.8	0.9	17.8	0.9	17.8	2.62	3.74	
	COEF. CONTEMP.	COS φ		1	1	1	1	0.95	1	0.95	1	0.95	1	1	1	
INTERRUTTORE O SEZIONATORE	N.POLI		In	A	2	32			1	20			1	20	2	32
	Ith	A	Idn	A	TIPO DIFF.											
	Im (o curva)	A	Pdi	kA		50				80		80		80		50
FUSIBILE	TIPO		BTDIN T-FV2		OFAF1H20		OFAF1H20		OFAF1H20		OFAF1H20		BTDIN T-FV2			
	CALIBRO		A		10		20		20		20		10			
CONTATTORE	TIPO															
	In	A	Pn	kW												
RELE' TERMICO	TIPO															
	TARATURA		A													
LINEA DI POTENZA	TIPO CAVO		FG160R16 0.6/1 kV		FG160R16 0.6/1 kV		FG160R16 0.6/1 kV		FG160R16 0.6/1 kV		FG160R16 0.6/1 kV		FG160R16 0.6/1 kV		FG160R16 0.6/1 kV	
	FORMAZIONE		3G2.5		3G2.5		3G2.5		3G2.5		3G2.5		3G2.5		3G2.5	
	LUNGHEZZA		m		5		5		5		5		5		5	
	Iz		A		19.5		19.5		19.5		19.5		19.5		19.5	
	C.d.T. a In	%	C.d.T. a Ib	%	0.551	0.054	0.551						0.551	0.054		
	Zk	mΩ	Zs	mΩ	4632.6		384		384		384		384		4632.6	
Ik trifase/monof.	kA	Ik1 fase/terra	kA	0.154		12.8		0.125		0.125		0.125		0.154		
NUMERAZIONE MORSETTIERA																
DATA			29/12/2023		ZH SRL		ING. STEFANO GARONI		RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA VIA AMANTEA		UNIFILARE					
DISEG.			S.G.				ALBO ING. PROV. VA N.2868				DEFINITIVO					
01 AGGIORNAMENTO UTENZE			24/02/24		S.GARONI		VISTO C.G.		QE PARALLELO FAN		QE PARALLELO FAN.DWG		FOGLIO 003 DI 005			
REV. MODIFICA			DATA		FIRMA		APPR. C.G.		SOST. IL:		SOST. DA:		ORIGINE:		SEGUE 004	



UTENZA	DENOMINAZIONE		FAN COIL		FAN COIL		FAN COIL		FAN COIL		FAN COIL			
	SIGLA		DC/DC #3		FAN COIL #7		FAN COIL #8		FAN COIL #9		DC/DC #4			
	TIPO	POTENZA TOT. kVA	IT	3 kVA	TT	1.16	TT	1.16	TT	1.16	IT	9.17		
	POTENZA kW	lb	2.62	3.74	0.9	17.8	0.9	17.8	0.9	17.8	2.62	3.74		
	COEF. CONTEMP.	COS φ	1	1	0.95	1	0.95	1	0.95	1	1	1		
INTERRUTTORE O SEZIONATORE	N.POLI	In			1	20	1	20	1	20	2	32		
	Ith	A	Idn	A										
	Im (o curva)	A	Pdi	kA		80		80		80		50		
FUSIBILE	TIPO		OFAF1H20		OFAF1H20		OFAF1H20		OFAF1H20		BTDIN T-FV2			
	CALIBRO	A	20		20		20		20		10			
CONTATTORE	TIPO													
	In	A	Pn	kW										
RELE' TERMICO	TIPO													
	TARATURA	A												
LINEA DI POTENZA	TIPO CAVO										FG160R16 0.6/1 kV			
	FORMAZIONE										3G2.5			
	LUNGHEZZA	m									5			
	Iz	A									19.5			
	C.d.T. a In	%	C.d.T. a Ib	%	0.551						0.551	0.054	0.551	
	Zk	mΩ	Zs	mΩ	384		384		384		4632.6		384	
Ik trifase/monof. kA		Ik1 fase/terra	kA	12.8		0.125		0.125		0.154		12.8		
NUMERAZIONE MORSETTIERA														
DATA			29/12/2023		ZH SRL		ING. STEFANO GARONI		ALBO ING. PROV. VA N.2868		RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA VIA AMANTEA		UNIFILARE	
DISEG.			S.G.										DEFINITIVO	
VISTO			C.G.										Foglio 004 di 005	
REVISIONI			01 AGGIORNAMENTO UTENZE		24/02/24		S.GARONI				QE PARALLELO FAN		QE PARALLELO FAN.DWG	
MODIFICA			DATA		FIRMA		APPR. C.G.		SOST. IL:		SOST. DA:		ORIGINE:	



UTENZA	DENOMINAZIONE		FAN COIL #10		FAN COIL #11		FAN COIL #12								
	TIPO	POTENZA TOT. kVA	TT	1.16	TT	1.16	TT	1.16							
	POTENZA kW	lb A	0.9	17.8	0.9	17.8	0.9	17.8							
	COEF. CONTEMP.	COS φ	0.95	1	0.95	1	0.95	1							
INTERRUTTORE O SEZIONATORE	N.POLI		In A	20	1	20	1	20							
	Ith A	Idn A	TIPO DIFF.												
	Im (o curva) A	Pdi kA		80		80		80							
FUSIBILE	TIPO		OFAF1H20		OFAF1H20		OFAF1H20								
	CALIBRO	A	20		20		20								
CONTATTORE	TIPO														
	In A	Pn kW													
RELE' TERMICO	TIPO														
	TARATURA	A													
LINEA DI POTENZA	TIPO CAVO														
	FORMAZIONE														
	LUNGHEZZA	m													
	Iz	A													
	C.d.T. a In %	C.d.T. a Ib %													
	Zk mΩ	Zs mΩ	384		384		384								
Ik trifase/monof. kA	Ik1 fase/terra kA	0.125		0.125		0.125									
NUMERAZIONE MORSETTIERA															
DATA		29/12/2023		ZH SRL		ING. STEFANO GARONI		RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA VIA AMANTEA		UNIFILARE					
DISEG. S.G.						ALBO ING. PROV. VA N.2868				DEFINITIVO					
VISTO C.G.										QE PARALLELO FAN		QE PARALLELO FAN.DWG		FOGLIO 005 DI 005	
REVISIONI														SEGUE xxx	

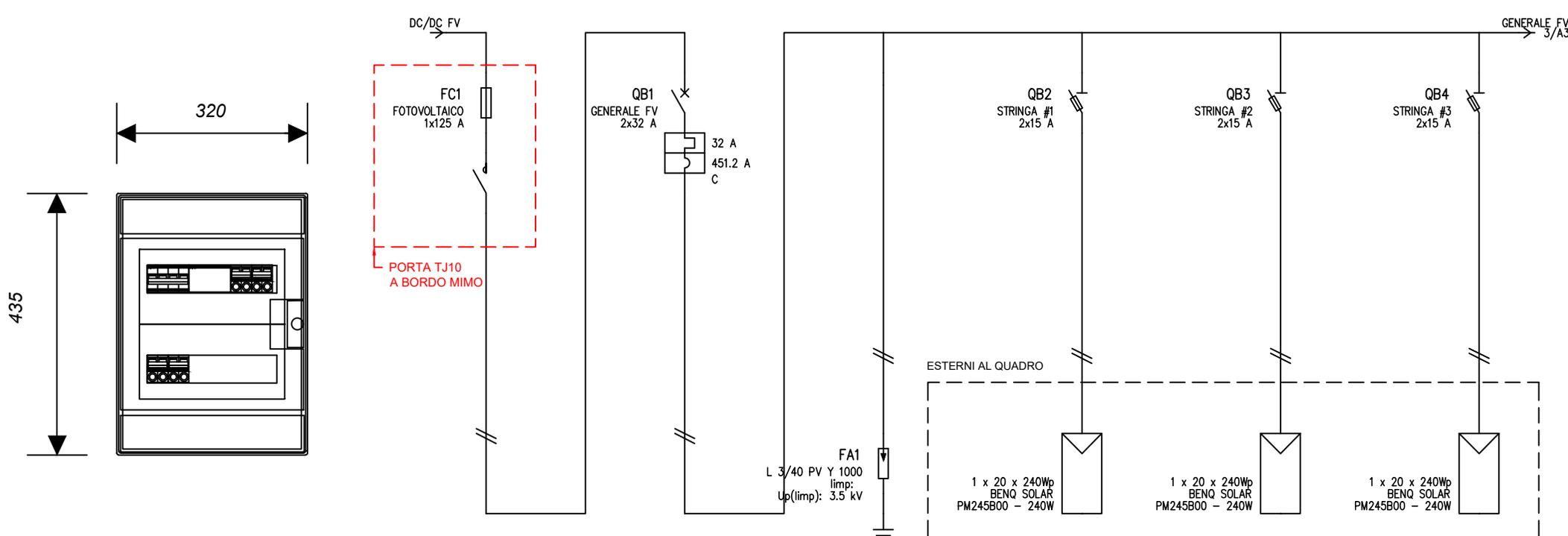


Riqualificazione energetica
stabile di Via Amantea a Milano

PROGETTO ELETTRICO DEFINITIVO

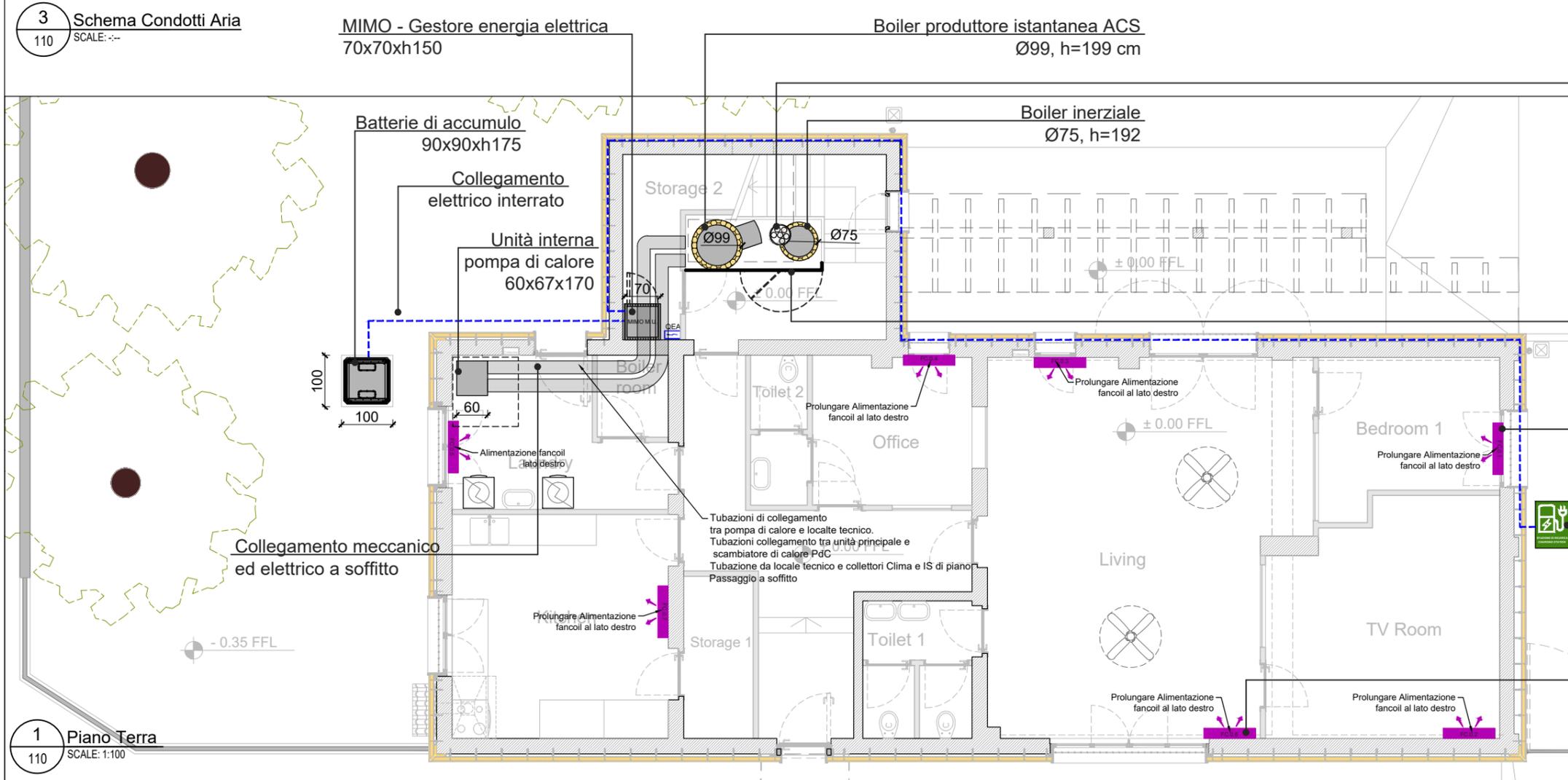
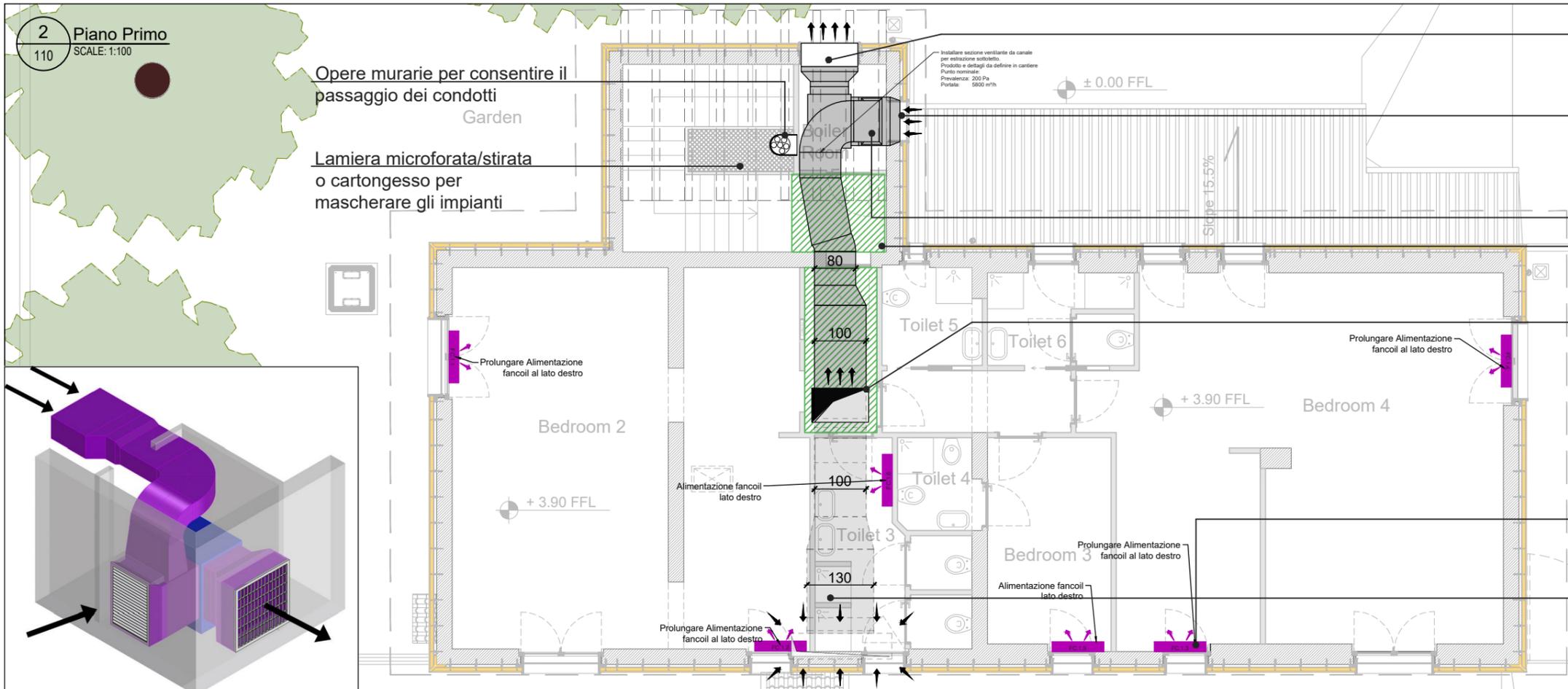
Schema elettrico unifilare
QUADRO PARALLELO STRINGHE IMPIANTO FOTOVOLTAICO
(QE PARALLELO FV)

				DATA	29/12/2023	ZH SRL		ING. STEFANO GARONI	RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA VIA AMANTEA		UNIFILARE
				DISEG.	S.G.			ALB ING. PROV. VA N.2868			DEFINITIVO
01	AGGIORNAMENTO UTENZE	24/02/24	S.GARONI	VISTO	C.G.				QE PARALLELO FV		FOGLIO 001 DI 003
REV.	MODIFICA	DATA	FIRMA	APPR.	C.G.	SOST. IL:	SOST. DA:	ORIGINE:	QE PARALLELO FV.DWG		SEGUE 002
1	2	3	4	5	6	7	8				



UTENZA	DENOMINAZIONE		K10+TJ10									
	SIGLA		FOTOVOLTAICO		GENERALE FV		SPD		STRINGA #1		STRINGA #2	
	TIPO	POTENZA TOT. kVA	TT	25.5	TT	25.5	TT		TT	4.8 kVA	TT	4.8 kVA
	POTENZA kW	lb	A						-4.8	5.65	-4.8	5.65
COEF. CONTEMP.	COS φ		1	0.9	1	0.9	1	1	1	1	1	
INTERRUTTORE O SEZIONATORE	N.POLI		In	A	1	125	2	32	2	32	2	32
	Ith	A	Idn	A	TIPO DIFF.							
	Im (o curva)	A	Pdi	kA		30	451.2	20	50	50	50	
FUSIBILE	TIPO	NH1XL DC 125A gPV 1500V										
	CALIBRO	A										
CONTATTORE	TIPO											
	In	A	Pn	kW	125							
RELE' TERMICO	TIPO	CONTRADE										
	TARATURA	L 3/40 PV Y 1000/2/II										
LINEA DI POTENZA	TIPO CAVO	H1Z2Z2-K										
	FORMAZIONE	2x(1x10)										
	LUNGHEZZA	m										
	lz	A										
	C.d.T. a In	%	C.d.T. a lb	%	0.155		0.155		0.155			
	Zk	mΩ	Zs	mΩ	24121.5		24121.5		24121.5			
	Ik trifase/monof. kA	Ik1 fase/terra	kA	0.035		0.035		0.035				
NUMERAZIONE MORSETTIERA												

DATA	29/12/2023	ZH SRL	ING. STEFANO GARONI	RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA VIA AMANTEA	UNIFILARE
DISEG.	S.G.		ALB ING. PROV. VA N.2868		DEFINITIVO
VISTO	C.G.			QE PARALLELO FV	FOGLIO 002 DI 003
REVISIONI	MODIFICA	DATA	FIRMA	QE PARALLELO FV.DWG	SEQUE 003



Opere murarie per installare una griglia di ventilazione

Opere murarie per ingrandire il foro della finestra

Scambiatore aria-gas refrigerante

Controsoffitto in cartongesso per il passaggio impianti

Opere murarie per consentire attraversamento condotto aria tra sottotetto e controsoffitto

Tubo di collegamento verticale per passaggio impianti Ø40-50

Lamiera microforata/stirata o cartongesso per mascherare gli impianti

Colonnina ricarica autovetture collegata al MIMO - Passaggio cavi tramite intercapedine nuova facciata ventilata

PROGETTO

UBICAZIONE

Via Amantea n.5
20153 Milano

Foglio: 367
Mappale: 126
Zona: 7

TIPO DI INTERVENTO

Riqualficazione energetica di 1° Livello

LEGENDA

SMART fancoil

Tratto canale aria in sottotetto
Vedi tavole architettoniche

FASI DEL PROGETTO

DEFINITIVA	

Note:
Tutte le dimensioni sono indicative e devono essere verificate in cantiere prima di procedere con i lavori.
La copia o riproduzione di questo elaborato è vietata senza il consenso di ZH srl.
Questo disegno non è da considerarsi come un disegno "As-Built".

Contenuto Elaborato
Piano Terra e Piano Primo
Impianto meccanico

Disegnato	LM
Controllato	AM
Data	04.06.2024
Revisione	00
Scala	1:100
Formato	A3

Codice Elaborato

210

ZH Spin-off
Via Ariberto 20,
20123 - Milano
email: info@zhspinoff.com
www.zhspinoff.com

Test Report PV Module Examination

Client:

GE4A Group B.V.

Projekt-No. 107167



**Zentrum für Sonnenenergie- und
Wasserstoff-Forschung
Baden-Württemberg**

Department Modules Systems Applications

MSA Solab

2023

Client **GE4A Group B.V.**
Louis Couperusplein 2
2514 Deen Haag
Netherlands

Contact Frank Lallement, GE4A Group
Offer ANG-107446

Commissioning Email 25.07.2023

Project No. P-107167

Test institution Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung
Baden-Württemberg (ZSW)
Meitnerstraße 1
70563 Stuttgart
Deutschland
www.zsw-bw.de

Receipt of test samples **02.08.2023**

Report written and approved

Stuttgart, 29.08.2023



Roland Einhaus
Head Solab



Tim Helder
Test engineer

Contents

1	SUMMARY	3
2	BACKGROUND	3
3	APPLIED TESTS.....	3
4	TESTED MODULES.....	3
5	RESULTS	4
5.1	STC POWER MEASUREMENT	4
6	APPENDIX.....	4
6.1	LIST OF EQUIPMENT	4

1 Summary

The **STC-Power** measured according to IEC 61215-2:2021 of the two investigated modules is 226.9 W and 238.4 W.

2 Background

The GE4A Group delivered two solar modules with a repaired back sheet. Due to the repairing step, which was conducted on the whole backside area, the original nameplates with the IV characteristics of the modules are covered or gone. Therefore, a classification regarding the nameplate information is not possible.

3 Applied tests

The following tests and measurements were applied to the supplied two modules:

- **STC power** measurements according to IEC 61215-2: 2021 (MQT 6)

4 Tested modules

The modules were supplied to ZSW with delivery on Friday the 02.08.2023.

Module properties:

Module type	unkown
Manufacturer	Trina Solar
Nameplate power	250 to 255 W (see e-mail from 22 nd August 2023)
Cells	poly-c-Si, 60cells, 3BB
Module design	Glass/backsheet, Al-frame
Year of production	not specified
Number of samples	2 modules

5 Results

5.1 STC power measurement

With a Xenon flash-light sun simulator, class AAA, type Berger, the module power was measured under Standard Test Conditions (STC), i.e. 25°C, 1000 W/m² and AM1.5 spectrum, according to IEC 61215 with a measurement uncertainty of power measurement $\pm 2.1\%$.

The modules were thoroughly cleaned before the initial power measurement.

A mono-c-Si module with precision calibration by Fraunhofer ISE was used as reference.

The characteristic values from the performance measurement at standard test conditions (STC) are listed in **Table 1**.

No.	Serial number	LK	P_{MPP}	ΔP	U_{OC}	I_{SC}	U_{MPP}	I_{MPP}	FF
		[W]	[W]	[%]	[V]	[A]	[V]	[A]	[%]
M01	4120215800254	N/A	226.86	N/A	37.56	8.505	29.53	7.683	71.01
M02	4120215800492	N/A	238.37	N/A	37.10	8.431	29.84	7.987	76.21

Table 1: Overview of the STC measurements.

Due to missing nameplates of the modules, an exact rating with respect to the manufacturer's information is not possible. With respect to the value of 250 to 255 W from the e-mail correspondence on August 22nd, the measured power is significantly lower.

Furthermore, STC measurements alone cannot provide a sufficient insight into the quality of the repair solution. Further test, such as artificial aging with Damp-Heat or test of insulation under wet conditions, could reveal more information about the quality and are strongly recommended from our side.

6 Appendix

6.1 List of equipment

The following relevant test equipment was used for the tests applied:

- Flash sun simulator: Berger Pulsed Solar Simulator PSS 30 with PSL 8 Last (class AAA)