

INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DI INVOLUCRO,
RESTAURO E RISANAMENTO CONSERVATIVO DELLE FACCIATE
DELL'EDIFICIO DI VIA BASSINI N°15

PROGETTO DEFINITIVO

Responsabile Unico del Procedimento	Dott. Eros Mariani Via Alfonso Corti, 12 - 20133 Milano c/o CNR-AdRMi1	
Progetto generale e coordinamento	Arch. Cesare Ciotti Via Roberto Cozzi, 53 - 20125 Milano c/o CNR-AdRM3	
Supporto specialistico alla progettazione	Sacee S.r.l. Sede legale: Piazza Luigi di Savoia, 22 - 20124 Milano	
Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione/Esecuzione	Arch. Cesare Ciotti Via Roberto Cozzi, 53 - 20125 Milano c/o CNR-AdRM3	
Direttore Lavori	Arch. Cesare Ciotti Via Roberto Cozzi, 53 - 20125 Milano c/o CNR-AdRM3	
Progetto	Geom. Giuseppe Rosa c.da S.Loya, snc - 85050 Tito Scalo Potenza c/o CNR-AdRPZ	
Direttore Operativo	Geom. Giuseppe Rosa c.da S.Loya, snc - 85050 Tito Scalo Potenza c/o CNR-AdRPZ	
Impresa Esecutrice		

Descrizione:

Relazione Generale

Scala:

Elaborato:

1.RG.

ARCHITETTONICO

STRUTTURALE

IMPIANTISTICO

DESCRITTIVO

Codice Lavoro

Data:

Ottobre 2021

Revisione 1

Maggio 2022

Revisione 2

-

Revisione 3

-

Revisione 4

-

Revisione 5

-

ORIGINALI

●

UFFICIALI

COPIA LAVORO

PREL.

DEF.

ESEC.

Sommario

1. PREMESSA

2. INQUADRAMENTO EDIFICIO

- 2.1 INQUADRAMENTO GENERALE
- 2.2 INQUADRAMENTO CATASTALE
- 2.3 INQUADRAMENTO URBANISTICO
- 2.4 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E AMBIENTALE

3. STATO DI FATTO

- 3.1 RILIEVO FOTOGRAFICO
- 3.2 RILIEVO GEOMETRICO/TOPOGRAFICO
- 3.3 RILIEVO MATERICO E DEL DEGRADO

4. PROGETTO

- 4.1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO
- 4.2 ANALISI ENERGETICA
- 4.3 REQUISITI ANTINCENDIO
- 4.4 INVOLUCRO OPACO VERTICALE – CAPPOTTO ESTERNO
- 4.5 LAVORAZIONI PREVISTE SULLE FACCIATE

5. DETTAGLI TECNOLOGICI

- 5.1 INTRODUZIONE
- 5.2 DISPOSITIVI DI OMBREGGIAMENTO
- 5.3 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

1. PREMESSA

Il CNR, Consiglio Nazionale delle Ricerche, ha espresso la volontà di riqualificare energeticamente il polo biotecnologico sito a Milano in Via Corti n.12, costituito da tre edifici collocati tra via Corti e via Bassini, che verranno così individuati:

- **EDIFICIO N.01 - Edificio il cui corpo di fabbrica affaccia su via Bassini (oggetto di progettazione definitiva);**
- EDIFICIO N.02 - Edificio il cui corpo di fabbrica affaccia su via Corti;
- EDIFICIO N.03 - Edificio che occupa la zona centrale del complesso, contenente la centrale termica.

Il presente elaborato si pone come obiettivo la descrizione del progetto e delle relative fasi per la riqualificazione energetica dell'involucro e per il restauro e risanamento conservativo delle facciate dell'edificio di via Bassini N° 15 sito a Milano.

Il percorso di approfondimento dei suddetti temi è stato condotto dalla committenza attraverso il documento di Diagnosi Energetica effettuata dalla società Sacee srl, elaborato n. 19.17.17 Relazione EN.00.04 del 20.07.2017, nel quale sono stati analizzati scenari di intervento finalizzati al miglioramento energetico dell'edificio oltre all'inserimento di tutte le analisi e conclusioni conformi ai riferimenti legislativi e normativi vigenti:

- Allegato 2 del D.lgs. 102/2014
- UNI TS 11300 parte 1, 2, 3, 4, 5 e 6
- Norma UNI CEI EN 16247-1 "Diagnosi energetiche - Parte 1: Requisiti generali"
- Norma UNI CEI EN 16247-2 "Diagnosi energetiche - Parte 2: Edifici residenziale e terziario"

L'intervento, che verrà di seguito descritto, si pone i seguenti obiettivi:

- Riqualificazione energetica di involucro finalizzata alla riduzione dei consumi energetici ed all'ottenimento di maggior comfort termo-igrometrico dei locali interni;
- Restauro e risanamento conservativo della facciata prospiciente su via Bassini, di quella sul cortile condominiale (facciata est), quella rivolta verso l'edificio di via Corti (facciata nord) e quella rivolta verso il limitrofo convento Agostiniano (facciata Sud-Ovest).

2. INQUADRAMENTO EDIFICIO

2.1 INQUADRAMENTO GENERALE



Figura 1 Inquadramento degli edifici

L'edificio 01 oggetto della presente analisi, è composto da un piano seminterrato e da sette piani fuori terra interamente riscaldati con destinazione d'uso uffici e laboratori di ricerca.



Figura 2 Immagine Facciate oggetto di progettazione definitiva/esecutiva



Figura 3 Estratto Elaborazione prospetti - Stato di fatto



Figura 4 Keyplan edificio oggetto di intervento

La composizione della stratigrafia della struttura muraria delle facciate oggetto di intervento è tipica del periodo di costruzione dell'edificio, in cui non veniva richiesta la presenza di isolamento termico. Le pareti disperdenti infatti, sono costituite da una muratura a "cassa vuota" di 40 cm di spessore.

Complessivamente, la struttura disperdente dell'edificio, sia opaca che trasparente, risulta di buona qualità dal punto di vista energetico. È stato infatti condotto recentemente un intervento di riqualificazione energetica sulla facciata prospiciente il cortile interno (perimetrata in giallo nel keyplan soprastante). Per quanto concerne i serramenti si rileva in generale un buon prestazionale, soprattutto ai piani rialzato, quinto e sesto, oggetto di recente sostituzione con elevati prestazionali termo-acustici.

Le facciate prospicienti via Bassini e limitrofe (in rosso nel keyplan) essendo dotate di scarso prestazionale termico, sono oggetto dell'intervento di coibentazione previsto all'interno del progetto definitivo di cui la presente relazione è parte

introduttiva ed esplicativa. Per quanto riguarda le facciate prospicienti il vicinato (in blu nel keyplan), pur essendo caratterizzate da scarso prestazionale termico, saranno oggetto di interventi di coibentazione a partire da circa 8,5 m a causa della presenza di elementi asserviti ad attività religiose del vicino Convento di Suore come si evince dall'immagine seguente.



Figura 5 Porzione di facciata prospiciente verso la proprietà delle Agostiniane

In generale, si rilevano evidenti fenomeni di degrado sulle facciate su cui il progetto in oggetto pone particolare attenzione (rif. Tav. da A.01 a A.08)

2.2 INQUADRAMENTO CATASTALE

L'immobile è identificato catastalmente al fg. 278, mapp. 463, sub 701 del Comune di Milano.



1. Unità Immobiliari site nel Comune di MILANO(Codice F205) - Catasto dei Fabbricati

N.	DATI IDENTIFICATIVI				DATI DI CLASSAMENTO						ALTRE INFORMAZIONI	
	Sezione	Foglio	Particella	Sub	Zona Cens.	Micro Zona	Categoria	Classe	Consistenza	Rendita	Indirizzo Dati derivanti da	Dati ulteriori
1	Urbana	278	463	701	2		B/5	2	79408 m ³	Euro 143.537,90	VIA ALFONSO CORTI n. 12 piano: T-1-2-3-7-S1; VARIAZIONE TOPONOMASTICA del 05/10/2015 n. 314625.1/2015 in atti dal 05/10/2015 (protocollo n. MI0646828) VARIAZIONE DI TOPONOMASTICA	Annotazione
2		278	463	702	2		B/5	2	3080 m ³	Euro 5.567,41	VIA ALFONSO CORTI n. 12 piano: 3; VARIAZIONE TOPONOMASTICA del 05/10/2015 n. 314625.1/2015 in atti dal 05/10/2015 (protocollo n. MI0646828) VARIAZIONE DI TOPONOMASTICA	Annotazione
3		278	463	703	2		D/1			Euro 158,00	VIA ALFONSO CORTI n. 12 piano: S1; VARIAZIONE TOPONOMASTICA del 05/10/2015 n. 314625.1/2015 in atti dal 05/10/2015 (protocollo n. MI0646828) VARIAZIONE DI TOPONOMASTICA	Annotazione
4		278	463	704	2		D/1			Euro 100,00	VIA ALFONSO CORTI n. 12 piano: T; VARIAZIONE TOPONOMASTICA del 05/10/2015 n. 314625.1/2015 in atti dal 05/10/2015 (protocollo n. MI0646828) VARIAZIONE DI TOPONOMASTICA	Annotazione

2.3 INQUADRAMENTO URBANISTICO

Ad oggi l'immobile non presenta vincoli diretti evidenziati all'interno del PGT – PR_R06_Vincoli, Tutela e Salvaguardia del Comune di Milano. L'edificio risulta già presente agli atti di fabbrica nel 1938 data della richiesta dell'ampliamento, ed è quindi tutelato dalla Soprintendenza secondo Codice dei beni e culturali e del paesaggio.

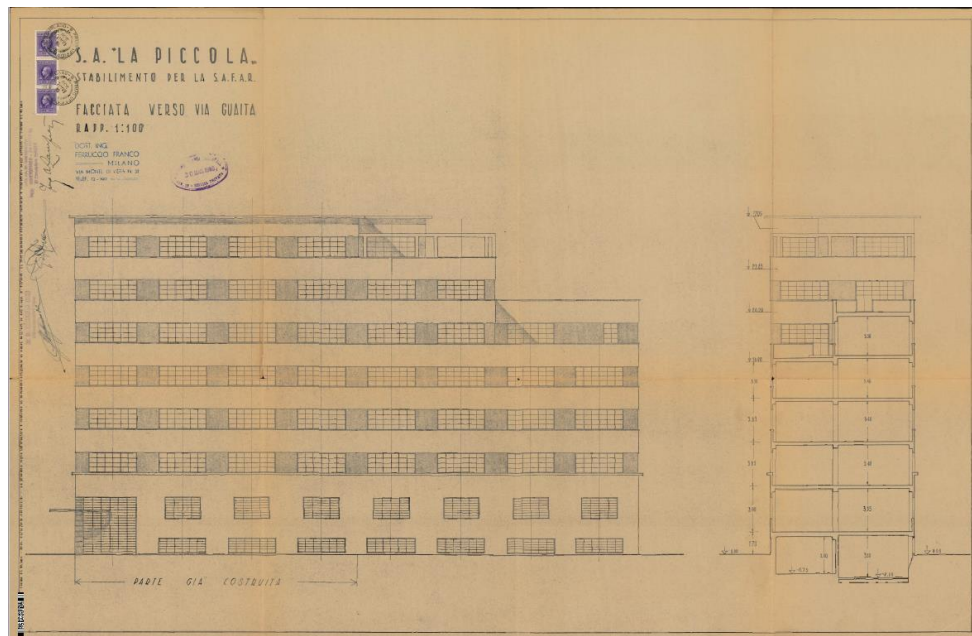


Figura 6 Disegno tecnico facciata secondaria prima dell'ampliamento definitivo - denuncia ampliamento 1938 – Accesso agli atti

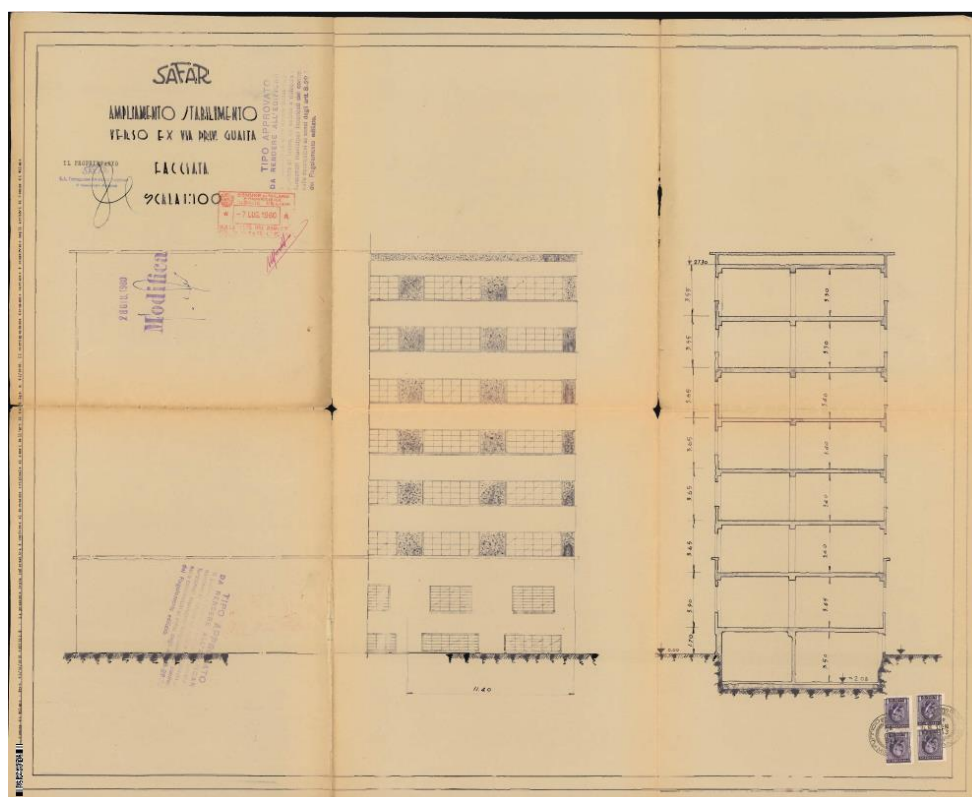
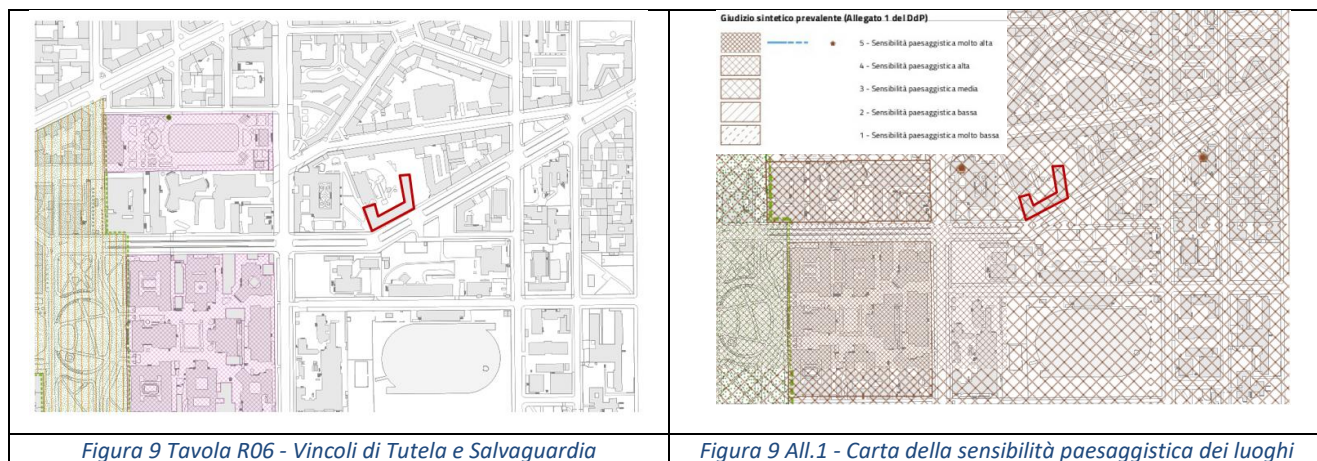


Figura 7 Disegno tecnico facciata secondaria dell'ampliamento definitivo - allegato denuncia ampliamento 1938 - Accesso agli atti



Figura 8 Fotografia storica del Prospetto su Via Bassini - Accesso agli Atti



2.4 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E AMBIENTALE

L'edificio oggetto di intervento è descritto dal punto di vista geografico-ambientale all'elaborato n. L10 - Relazione Tecnica ex. Legge 10.

INDICATORI	VALORI
Gradi giorno	2404 GG
Zona climatica	E
Durata convenzionale della stagione termica	183 gg
Altitudine sopra il livello del mare	122 m slm
Velocità del vento	1,70 m/s
Direzione prevalente	SW
Temperatura esterna di progetto (UNI 12831)	-5,0 °C
Temperatura massima estiva (UNI 13789)	33,7 °C
Escursione termica giornaliera	13,1 °C

3. STATO DI FATTO

Gli elementi di conoscenza necessari al progetto di riqualificazione energetica, restauro e risanamento conservativo in oggetto sono:

- Geometria dell'edificio;
- Stratigrafia compositiva dell'involucro opaco;
- Stato di degrado delle superfici.

Tali elementi di conoscenza sono stati acquisiti attraverso:

- Rilievo fotografico e geometrico/topografico;
- Rilievo materico e del degrado con indagine visiva;
- Diagnostica con ispezione diretta.

Di seguito verranno esplicitati meglio i processi di acquisizione di conoscenza appena esposti.

3.1 RILIEVO FOTOGRAFICO

Durante i sopralluoghi è stato condotto un rilievo visivo sintetizzato in un archivio fotografico, del quale si riporta un estratto.



Figura 10 Fotografie esterne



Figura 11 Fotografie piano rialzato - fronte su via Bassini



Figura 12 Fotografie piano primo - fronte su via Bassini

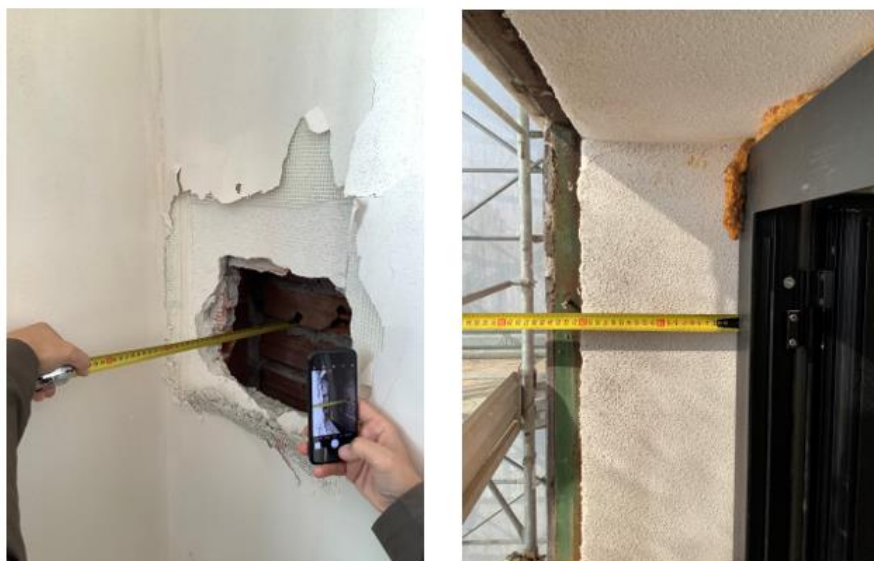


Figura 13 Fotografie piano quinto - fronte su via Bassini

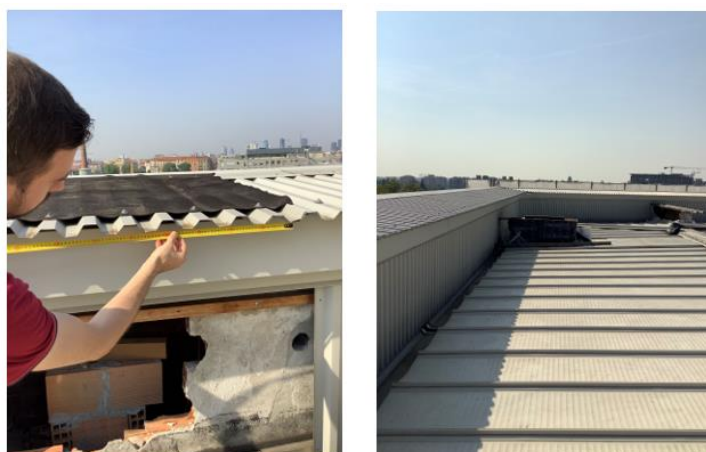


Figura 14 Fotografie in copertura

3.2 RILIEVO GEOMETRICO/TOPOGRAFICO

E' stato condotto un rilievo topografico e geometrico sull'area oggetto di intervento e sull'edificio nel suo complesso nonché un rilievo geometrico su elementi di dettaglio; la restituzione dello stato di fatto è descritta graficamente all'interno degli elaborati architettonici e si concentra sugli elementi oggetto di progetto con la restituzione dei fronti principali e delle sezioni.

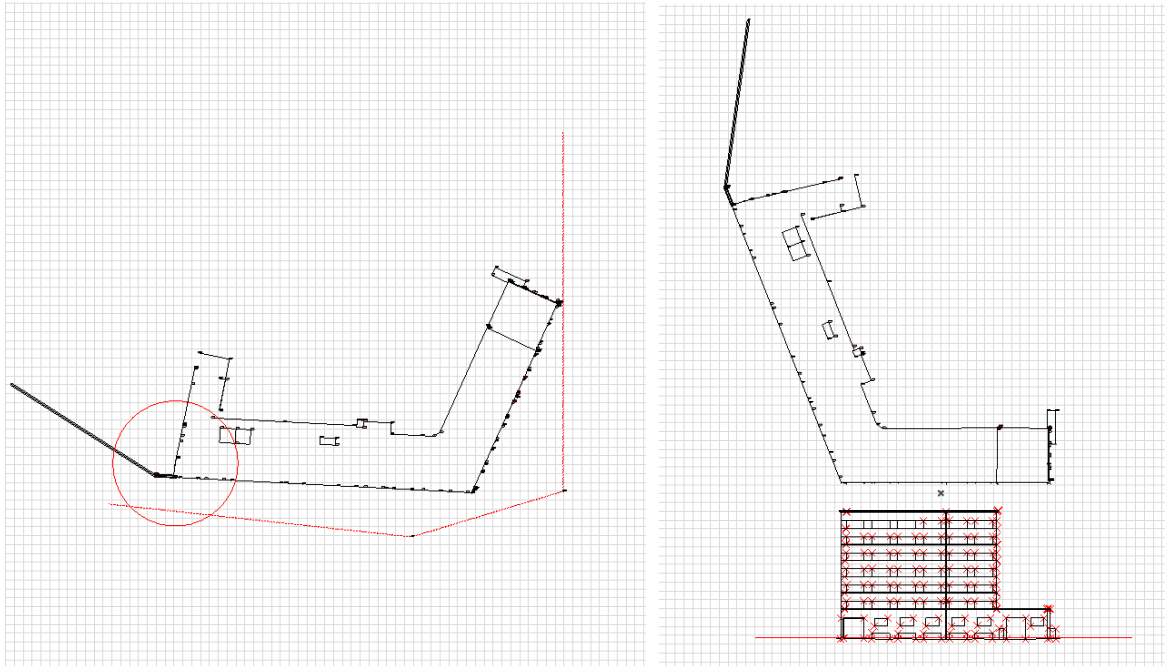


Figura 15 Poligonale e punti rilevati dei prospetti - estratto documento



Figura 16 Overlay punti rilevati - estratto documentazione rilievo

3.3 RILIEVO MATERICO E DEL DEGRADO

L'identificazione dei materiali e dei sistemi costruttivi è stata condotta con esame visivo e saggi ispettivi.

3.3.1 MATERIALI RILEVATI E PRINCIPALI DEGRADI

Si riportano in modo sintetico i materiali principali e i principali degradi degli elementi interessati dal progetto.

MATERIALE	DEGRADO (RIF. UNI11182)
Intonaco – Piani 1-2-3-4-5-6	<ul style="list-style-type: none">• Deposito superficiale (diffuso)• Colatura• Distacco• Fessurazioni (diffuse)• Rigonfiamento
Intonaco fascia basamentale	<ul style="list-style-type: none">• Deposito superficiale (diffuso)• Colatura• Fessurazioni (limitate)• Croste (limitate)
Davanzali e cornici in calcestruzzo armato	<ul style="list-style-type: none">• Deposito superficiale (diffuso)• Disgregazione• Distacco• Mancanza• Ossidazione armature• Espulsione dei copriferri
Inferriate	<ul style="list-style-type: none">• Ossidazione chimica• Esfoliazione (vernice)
Serramenti	Per quanto concerne i serramenti del piano rialzato, quinto e sesto si rilevano serramenti recentemente sostituiti in alluminio con taglio termico e doppio vetro. I restanti serramenti delle facciate interessate dall'intervento sono in alluminio privo di taglio termico con doppio vetro.
Lamiera in copertura	Lamiera in alluminio a coronamento della copertura.




3.3.2 STRATIGRAFIE CHIUSURE VERTICALI OPACHE – SAGGI ISPETTIVI

L'involucro delle facciate oggetto di analisi risulta realizzato in muratura non coibentata con uno spessore pari circa a 40 cm totali. Le strutture attuali presentano una discreta inerzia termica, ma risultano poco performanti da un punto di vista energetico sebbene sia rilevabile la presenza di una intercapedine d'aria che certamente contribuisce a migliorare le condizioni di comfort termico interne.

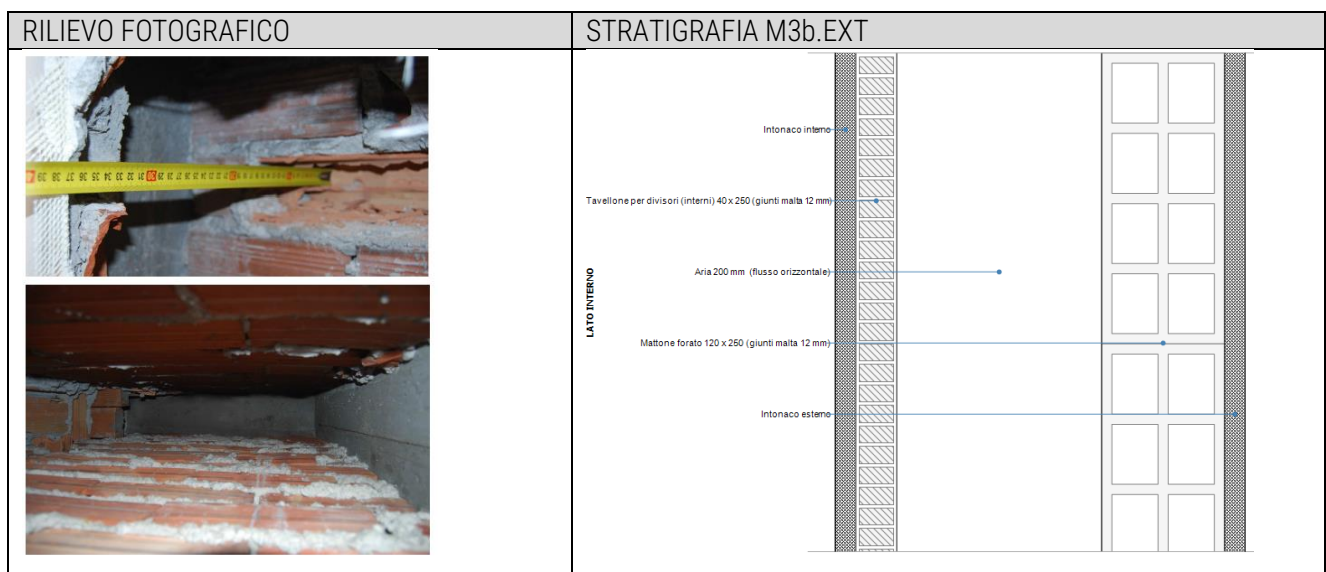
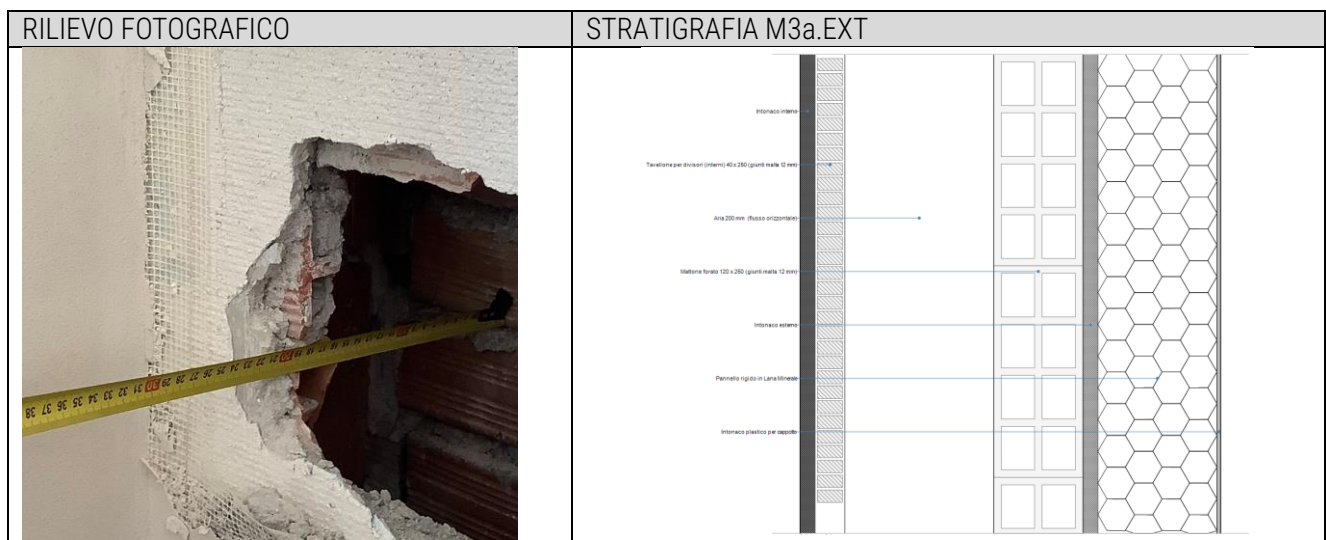
INQUADRAMENTO AREA DI ISPEZIONE – OGGETTO DI INTERVENTO

Le ispezioni ed indagini effettuate si riferiscono alla sola porzione oggetto di intervento che di seguito viene esplicitata con l'individuazione delle stratigrafie rilevate tramite l'effettuazione di saggi ispettivi invasivi avvenute al quinto piano.



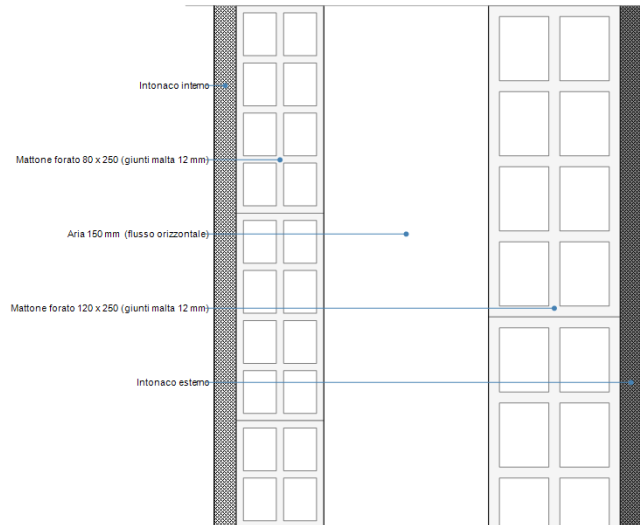
LEGENDA CHIUSURE VERTICALI OPACHE COIBENTATE	
	**SDP_M3a.EXT - SU_EW-01_Brk_sp.35,0_Parete di tamponamento
	*SDP_M3b.EXT - SU_EW-01_Brk_sp.40,0_Parete di tamponamento
	*SDP_M4b.EXT - SU_EW-02_Brk_sp.39,0_Parete di tamponamento

SAGGI ISPETTIVI





LATO INTERNO



4. PROGETTO

4.1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO

Al fine di ridurre i consumi energetici, incrementare la quota di energia rinnovabile impiegata, risanare il degrado superficiale e dunque migliorare le condizioni di comfort interno, tenendo conto della natura e della composizione del manufatto sono stati progettati i seguenti interventi:

- Coibentazione a cappotto dell'involucro opaco verticale disperdente verso esterno delle facciate individuate nei precedenti paragrafi. Il perimetro degli interventi di coibentazione viene meglio descritto all'interno degli elaborati grafici;
- Risoluzione dei ponti termici i cui dettagli sono consultabili all'interno degli elaborati tecnici facenti parte del progetto definitivo/esecutivo;
- Risanamento e restauro conservativo degli elementi di facciata soggetti a fenomeni di degrado e rifunzionalizzazione del sistema di smaltimento delle acque meteoriche.

Considerata la richiesta di mantenimento dei serramenti esistenti da parte della Committenza, l'intervento opera sulle chiusure verticali opache e su tutti gli elementi di facciata di interfaccia con le bucatore e la cornice sommitale esistente. Non è previsto alcun intervento in copertura ad eccezione della porzione della stessa legata ai fronti.

La strategia di intervento si basa sul riconoscimento degli elementi che definiscono la composizione dei fronti e concorrono a definire il carattere del fabbricato e sulla loro successiva rilettura in sinergia con le integrazioni proposte. In tal modo è possibile migliorare in termini prestazionali l'organismo senza tradire la sua natura architettonica e la sua immagine all'interno del tessuto urbano dove si è sviluppata.

In particolare il fabbricato è caratterizzato su strada da una netta partizione in fascia basamentale e piani superiori sottolineata da un elemento di cornice aggettante, da una differente finitura dell'intonaco e da una variazione della morfologia delle bucatore. La porzione superiore mostra una forte orizzontalità per la presenza di fasce definite da spessori differenti di intonaco, dall'inserimento di davanzali continui e da variazioni dei campi cromatici. I discendenti esistenti si muovono verticalmente nell'intercapedine muraria.

L'intervento riprende il basamento caratterizzandolo con un rivestimento in ceppo di Grè a protezione delle superfici più esposte a contatto con il piano di calpestio pubblico. L'inserimento di uno strato di cappotto genera una variazione di piano e dunque uno scuro a chiusura di questa prima fascia. Le fasce superiori sono ridefinite dal progetto con una variazione materica degli intonaci con un motivo rigato e dal rifacimento degli elementi continui a davanzale. Rispetto allo schema esistente vengono introdotti nuovi elementi verticali legati alla necessità di portare in esterni i discendenti pluviali. Essi vengono accoppiati e risolti agli estremi con elementi tecnici che puntualmente movimentano la facciata con le loro ombre portate sovrapponendosi senza interferire con gli elementi compositivi precedentemente citati.

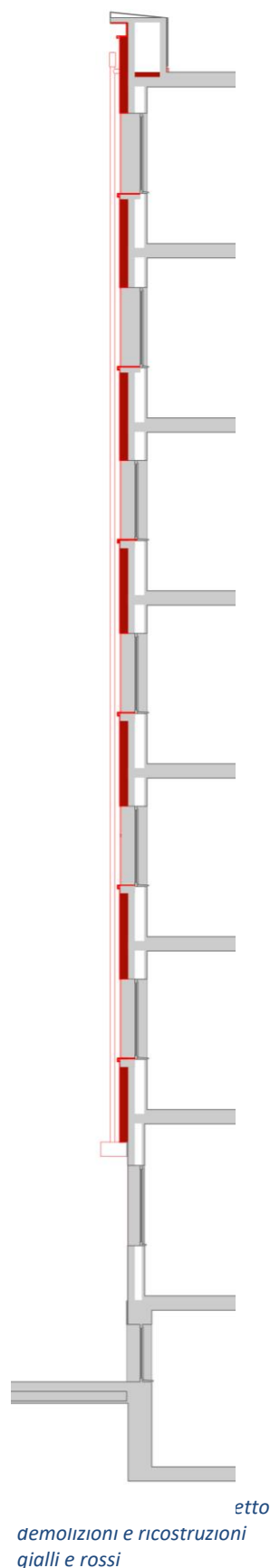




Figura 18 Confronto stato di fatto e progetto - fronte principale su via Bassini (rif. Tav. da A.01.21 – A.04.21)

Per quanto concerne la facciata prospiciente sul cortile di proprietà delle Suore Agostiniane si prevede di intervenire con un cappotto termico esterno a partire da una altezza di circa 8,50 metri, mentre al di sotto si procederà ad un generico risanamento degli intonaci con nuova tinteggiatura. Tale scelta progettuale è determinata dalla presenza di “ostacoli” che, per motivi di culto, non possono di fatto incorrere in variazioni o modifiche.

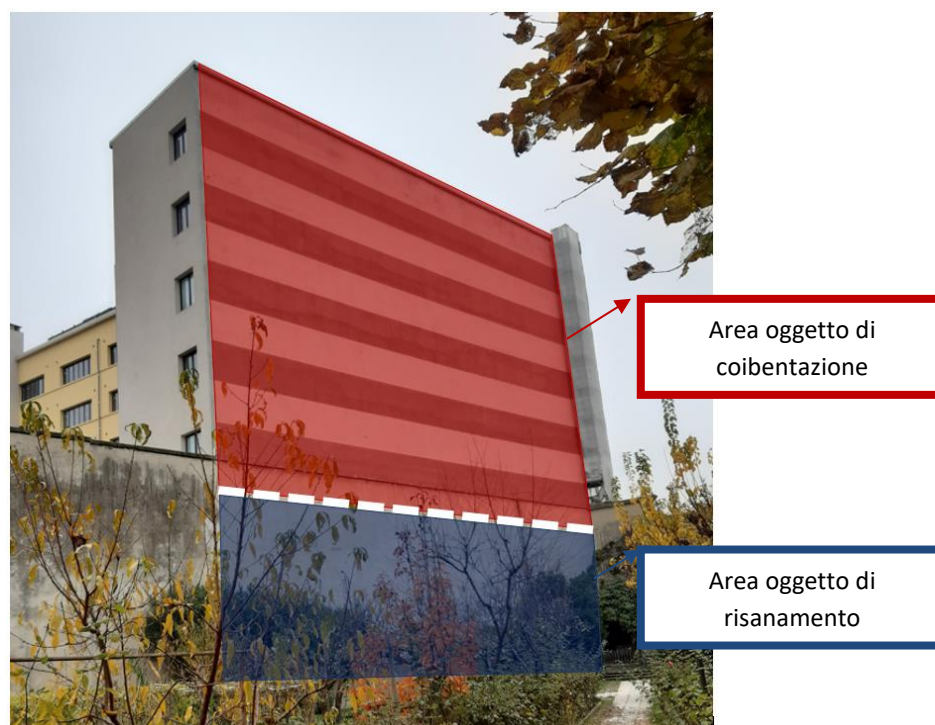


Figura 19 Individuazione interventi Facciata SUV-OVEST (Lato convento)

4.2 ANALISI ENERGETICA

Le scelte progettuali sono fortemente integrate con le valutazioni energetiche condotte. In particolare, risulta necessario porre l'attenzione su alcune premesse al fine di delineare la tipologia di intervento energetico da effettuare sull'immobile oggetto di intervento.

In Lombardia, infatti risulta vigente il **Decreto 18546 del 18/12/2019** che ricalca i regolamenti nazionali (DM 26/6/15) con alcune modifiche e impone la verifica di alcuni parametri energeticamente rilevanti.

Per determinare le verifiche da rispettare è indispensabile effettuare una serie di passaggi che vengono di seguito esplicitati, finalizzati ad inquadrare appunto la tipologia di intervento da un punto di vista energetico:

1. Determinazione della Superficie Lorda Complessiva (**SLD**) con cui si intende la superficie che delimita il volume climatizzato rispetto all'esterno, al terreno, ad ambienti a diversa temperatura o ambienti non dotati di impianto di climatizzazione (All. A def. 86). Con l'aggettivo "lorda" si intende la superficie misurata sul filo esterno delle strutture;

	SLD [m^2] (riferita allo SDF)
Edificio 01 – Via Bassini N° 15	10 738,75

2. Individuazione della porzione di SLD coinvolta. Tale percentuale infatti, premettendo l'esclusione di un intervento sull'impianto termico, non oggetto del presente progetto esecutivo, presuppone di configurare l'intervento secondo i modi seguenti:

% di SLD oggetto di intervento	Tipologia di intervento "Energetico"
< 25 %	Riqualificazione Energetica
> 25 %	Ristrutturazione di 2° livello
> 50 % (con ristrutturazione di impianto)	Ristrutturazione di 1° livello

Ciascuno degli interventi prospettati presuppone la verifica di determinati parametri che divengono sempre più stringenti e vincolanti con l'aumentare della superficie lorda disperdente coinvolta. In questo specifico caso, data la configurazione delle facciate, si è ritenuto di limitare la superficie di intervento al di sotto del 25% della SLD in quanto l'elevata presenza di superficie trasparente avrebbe comportato grosse difficoltà nella verifica del coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente [W/mqK], definito come $H't$.

Tale parametro infatti, risulta particolarmente complesso da verificare nel caso in cui si intervenga su una superficie opaca su cui insiste una elevata percentuale di superficie trasparente, poiché la sua elevata trasmittanza termica rispetto ad elementi opachi, graverebbe fortemente sulla verifica del coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione di facciata. In tal senso si sarebbe dovuta prospettare l'ipotesi di sostituzione dei serramenti esistenti con serramenti altamente performanti ed aventi trasmittanza termica ben inferiore rispetto a quanto stabilito dalla normativa vigente.

In questo specifico caso, per ragioni anche economiche, si è quindi optato per un intervento che, seppur limitato nella sua superficie, comportasse il massimo miglioramento energetico in concomitanza con una buona riduzione dei consumi rispettando i requisiti vigenti in caso di riqualificazione energetica.

L'intervento prospettato prevede quindi l'applicazione di cappotto termico esterno sulle superfici di seguito schematicamente descritte:

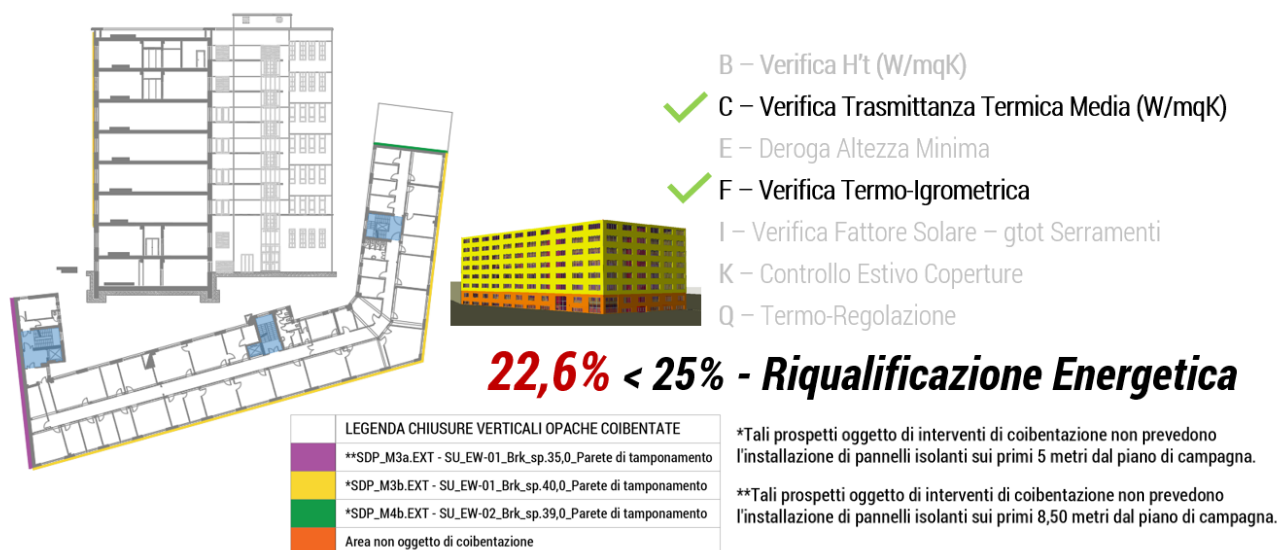


Figura 20 Individuazione Schematica area di intervento

Come si evince dallo schema proposto l'intervento di riqualificazione energetica (SLD coinvolta inferiore al 25% della SDL complessiva) presuppone la verifica dei parametri di trasmittanza termica degli elementi opachi coinvolti (W/mqK) e la verifica igrometrica degli stessi. formazione di ponti termici e la loro risoluzione, per quanto questo sia tecnicamente fattibile su edifici esistenti.

Per quanto concerne la fascia di basamento della facciata prospiciente su Via Bassini e cortile di proprietà CNR, corrispondente ad una altezza dal piano di campagna pari a 5 metri, viene esclusa dall'intervento di coibentazione per ragioni urbanistiche in quanto tale facciata è direttamente prospiciente su spazio pubblico. Tale scenario di intervento porrebbe maggiori probabilità di un responso negativo da parte dell'Ufficio Occupazione Suolo e Sottosuolo Pubblico del Comune di Milano. In ogni caso è comunque da richiedere un parere a tale Ufficio anche per la parte di cappotto superiore a tale fascia. Per quanto concerne la facciata sud-ovest, come anticipato nei precedenti paragrafi, si opta per un innalzamento del limite inferiore di cappotto, posto infatti ad 8,50 m dal piano di campagna (fissato al marciapiedi esterno) in modo da evitare di invadere spazi di altra proprietà oltre ad impedire di compromettere l'integrità di spazi ad uso religioso. Anche per quanto riguarda tale facciata andranno richiesti adeguati permessi per il posizionamento del ponteggio e per il posizionamento di un cappotto a partire dall'altezza stabilita uscente dal perimetro attuale di confine.

L'intervento, al fine di rispettare tali parametri energetici, presuppone l'applicazione di un isolamento termico a cappotto esterno in lana di roccia o similare di spessore pari a 16 cm con conducibilità termica pari o inferiore a 0,034 W/mqK.

Per quanto concerne invece la risoluzione dei ponti termici sulle imbotti dei serramenti si impiegano pannelli in schiuma di resina fenolica di spessore variabile con elevato prestazionale termico in grado di soddisfare il requisito di trasmittanza termica media richiesto dalla normativa energetica vigente. La conducibilità di tale materiale si attesta sui 0,019/0,021 W/mqK.

4.3 REQUISITI ANTINCENDIO

Per quanto concerne i “requisiti di sicurezza antincendio delle facciate negli edifici civili” si rimanda alle seguenti linee guida:

- Guida per la determinazione dei “requisiti di sicurezza antincendio delle facciate negli edifici civili” emanata dai VVF il cui ultimo aggiornamento risale al 2013;

La sicurezza antincendio delle facciate, specie per gli edifici di grande altezza ($h_{\text{antincendio}} > 24 \text{ m}$) per i quali si registrano le maggiori innovazioni tecnologiche per quanto attiene la progettazione e la realizzazione degli “involucri esterni”, rappresenta un tema nuovo in Italia e, per tale motivo, da affrontare con attenzione ma anche con il necessario supporto conoscitivo, tenuto conto delle complesse ma inevitabili problematiche che, sovente, tali elementi costruttivi pongono per quanto attiene la sicurezza delle persone e dei beni in caso d’incendio. Su tale argomento il Comitato Centrale Tecnico Scientifico per la Prevenzione incendi, nella seduta del 23 marzo 2010, ha approvato un’apposita Guida Tecnica predisposta dal Gruppo di lavoro designato dal Presidente del CCTS con nota P100/4189/6 Sott. 51/1 del 28 gennaio 2008. Tale Guida ha preso spunto da alcuni documenti tecnici elaborati sullo stesso argomento da altri paesi appartenenti alla UE, che già hanno affrontato, all’interno dei propri atti regolamentari, la complessa problematica.

Tale guida ha i seguenti obiettivi:

1. Limitare la probabilità di propagazione di un incendio originato all’interno dell’edificio, a causa di fiamme o fumi caldi che fuoriescono da vani, aperture, cavità verticali della facciata, interstizi eventualmente presenti tra la testa del solaio e la facciata o tra la testa di una parete di separazione antincendio e la facciata, con conseguente coinvolgimento di altri compartimenti sia che essi si sviluppino in senso orizzontale che verticale, all’interno della costruzione e inizialmente non interessati dall’incendio;
2. Limitare la probabilità di incendio di una facciata e la sua successiva propagazione, a causa di un fuoco avente origine esterna (incendio in edificio adiacente oppure incendio a livello stradale o alla base dell’edificio);
3. Limitare la probabilità di incendio di una facciata e la sua successiva propagazione, a causa di un fuoco avente origine esterna (incendio in edificio adiacente oppure incendio a livello stradale o alla base dell’edificio);

Nel caso specifico della facciata oggetto di intervento, trattandosi di facciata assimilabile ad una facciata semplice dotata di intercapedine d’aria non ventilata sussistono le seguenti indicazioni consigliate:

RESISTENZA AL FUOCO

- Non sono richiesti requisiti di sicurezza per facciate su compartimenti con carico di incendio inferiore a 200 MJ/mq o provvisti di sistema di spegnimento automatico;
All’interno della relazione tecnica – Richiesta di parere di Conformità Antincendio (pr. N° 330603) del 28 agosto 2001 pervenuta dalla committenza, si rileva la presenza di un impianto di spegnimento automatico ad Argon per locali con carico di incendio $> 60 \text{ kg/mq}$ e per deposito libri e biblioteca. Si ritiene quindi che, salvo diverse indicazioni da parte della committenza, la struttura sia dotata di un adeguato sistema di spegnimento automatico;

REAZIONE AL FUOCO

I rivestimenti, i pannelli, gli elementi decorativi fissi, i cappotti termici, gli isolanti termici, i materiali di tenuta, i sigillanti devono essere almeno di classe 1 di reazione al fuoco ovvero classe B-s3-d0, in accordo alla decisione della Commissione europea 2000/147/CE del 8.2.2000.

Nel caso di isolanti termici non direttamente esposti all'azione delle fiamme o dei fumi caldi, sono ammesse le seguenti classi di reazione al fuoco:

- C-s3-d2 se protetti con materiali almeno di classe A2;
- D-s3-d2 se protetti con materiali almeno di classe A1;
- E se protetti con elementi almeno di classe di resistenza al fuoco EI30.

Qualora la facciata contenga altri componenti accessori quali persiane, avvolgibili, scuri, frangisole, ecc. e tali componenti occupino una superficie maggiore del 50% dell'intera superficie della facciata, i medesimi dovranno garantire i medesimi requisiti di reazione al fuoco indicati al primo capoverso.

Al fine di rispettare nella massima misura i requisiti di sicurezza antincendio della facciata sono state adottate le seguenti accortezze progettuali:

- Realizzazione di un cappotto esterno in lana di roccia con classe di reazione al fuoco A1 secondo UNI EN 13501-1;
- Realizzazione di imbotti serramento in schiuma fenolica con Classe di Reazione al fuoco B s1 d0 secondo UNI EN 13501-1;

4.4 INVOLUCRO OPACO VERTICALE – CAPPOTTO ESTERNO

Premettendo le considerazioni effettuate nei paragrafi precedenti, si è quindi deciso di intervenire con un isolamento a cappotto in pannelli rigidi in lana minerale o similare conforme ai CAM (Criteri Ambientali Minimi) D.M. 11 ottobre 2017, art 2.4.2.9, dello spessore di 16 cm, sulle facciate prospicienti via Bassini, cortile interno e proprietà delle Suore Agostiniane.



Figura 21 - Stato di progetto – Facciate (rif. Tav. da A.01 – A.04)



Figura 22 - Stato di Progetto - Facciata SUD-OVEST

Si è posta particolare attenzione alla risoluzione dei ponti termici connessi a tale intervento, in particolare:

- Risoluzione del ponte termico verticale d'angolo sporgente con pilastro;
- Risoluzione del ponte termico orizzontale tra parete di tamponatura e solaio non isolato;
- Risoluzione del ponte termico in corrispondenza delle imbotti dei serramenti;

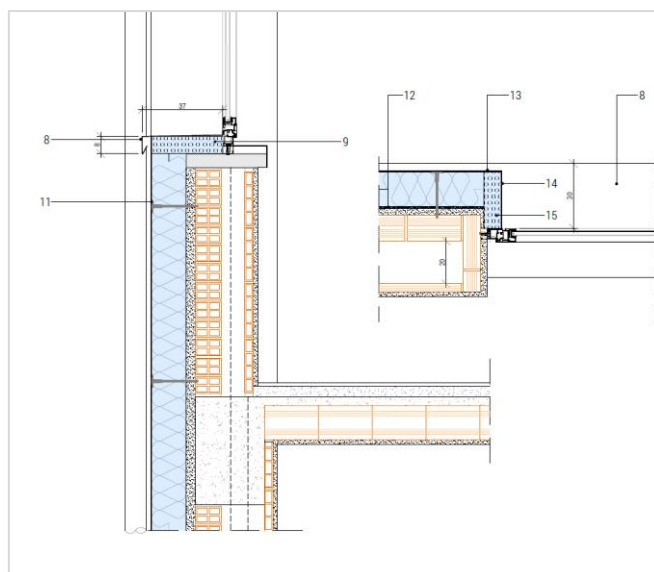


Figura 23 Dettaglio costruttivo Parete-Serramento (rif. Tav. da A.04 – A.08)

4.4.1 DETTAGLI ESECUTIVI

Si rimanda alle tavole A.05 - A.06 - A.07 - A.08 per lo studio dei dettagli esecutivi e dei nodi costruttivi dell'intervento proposto.

4.5 LAVORAZIONI PREVISTE SULLE FACCIATE

MATERIALE	LAVORAZIONE
Intonaco – Piani 1-2-3-4-5-6	<ul style="list-style-type: none"> Asportazione di strati di tinta sintetica dalle superfici intonacate Rasatura di compensazione nelle fasce opache tra i serramenti per portare la facciata unico riferimento Applicazione di sistema a cappotto ETICS in pannelli in lana di roccia Realizzazione fasce orizzontali continue superiori e inferiori alle bucatore mediante rasatura con intonachino superficiale per cappotto colorato NCS 0510 - R a stesura uniforme Realizzazione fasce verticali laterali alle bucatore mediante rasatura con intonachino superficiale per cappotto colorato NCS 0510 - R a stesura con effetto rigato verticale
Intonaco fascia basamentale	<ul style="list-style-type: none"> Rimozione del solo strato di finitura d'intonaco e successiva realizzazione rasatura con intonachino colorato NCS 0510 - R a stesura con effetto rigato verticale

Imbotti esterne finestre	<ul style="list-style-type: none"> • Asportazione strato superficiale di intonaco • Coibentazione con pannelli in resina fenolica • Rasatura con intonachino superficiale per cappotto colorato NCS 0510 - R
Davanzali e cornici in calcestruzzo armato	<ul style="list-style-type: none"> • Coibentazione dei davanzali delle finestre e rivestimento in lamiera di alluminio preverniciata RAL 7044 • Demolizioni parte aggettante cornici di facciata • Posa di profilo in lamiera di alluminio preverniciata RAL 7044 per realizzare continuità dei davanzali tra le finestre
Sistema di smaltimento delle acque meteoriche	<ul style="list-style-type: none"> • Carotaggio della muratura in sommità in corrispondenza del passaggio dei raccordi ai pluviali di facciata \varnothing 100mm • Scassi puntuali per alloggio vasca di raccolta alla base dei discendenti e raccordo con pluviale interno esistente • Realizzazione di opere di lattoneria in lamiera di alluminio preverniciata RAL 7044 compresa vasca di raccolta alla quota di +5m dal piano stradale
Inferriate	<ul style="list-style-type: none"> • Carteggiatura e pulitura • Brossatura meccanica • Applicazione fondo antiruggine e successiva verniciatura

5. DETTAGLI TECNOLOGICI

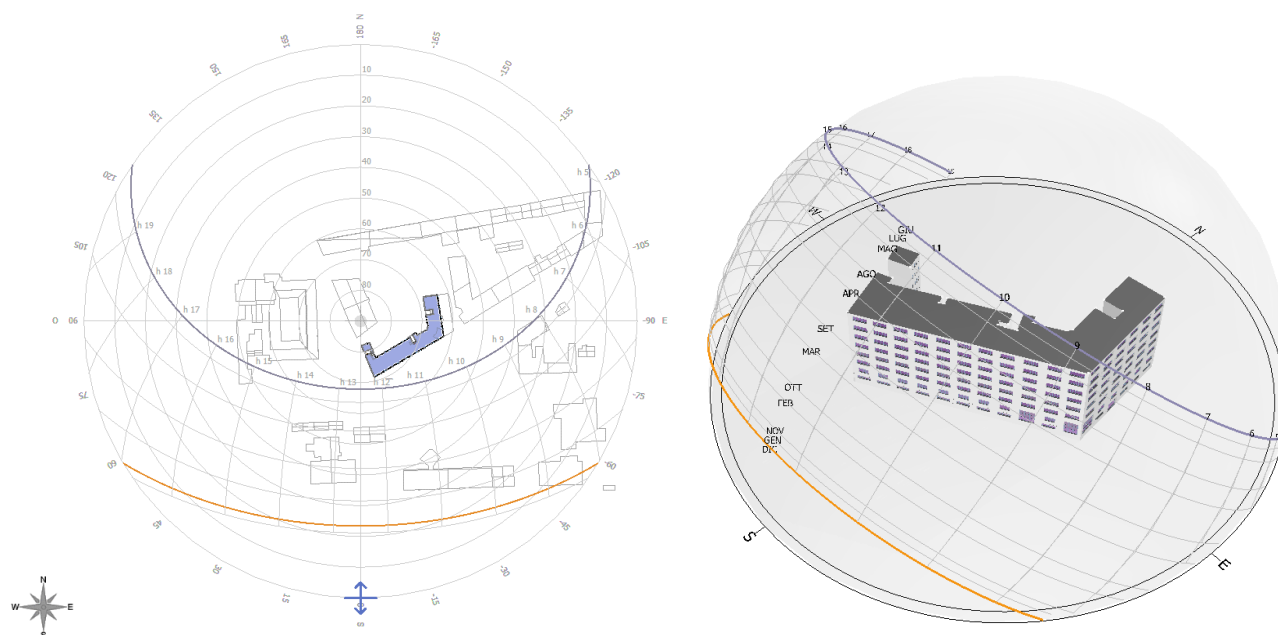
5.1 INTRODUZIONE

Il progetto è corredato di alcuni studi complementari di dettagli del progetto proposto con miglioramenti in ambiti di produzione di energia rinnovabile e comfort interno.

I dettagli proposti sono:

- Comfort visivo ambienti interni: inserimento di dispositivi di ombreggiamento e di apporto di luce naturale
- Produzione di energia rinnovabile: inserimento di impianto fotovoltaico a coronamento del sistema di facciata

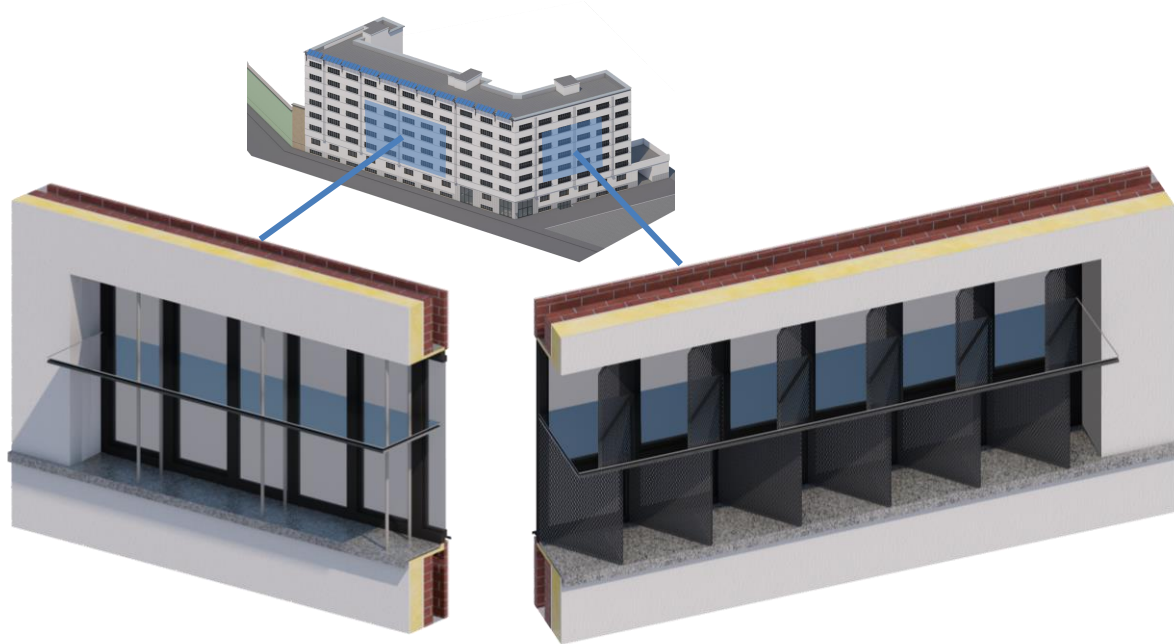
L'orientamento cardinale del fabbricato in esame e la sua morfologia in relazione al percorso solare implicano un trattamento differenziale delle due facciate oggetto di intervento, la principale, disposta a sud-est e quella secondaria ad est.



5.2 DISPOSITIVI DI OMBREGGIAMENTO

La facciata secondaria rivolta ad Est presenta problemi di abbagliamento per tutta la profondità nelle prime ore della giornata anche nella stagione estiva dovuti al suo orientamento. Nella parte centrale della giornata la stessa problematica causa di discomfort si ripropone sulla facciata di via Bassini sebbene con pendenze meno orizzontali, ma per un tempo più prolungato.

Si propongono due differenti strategie di intervento caratterizzate dalla medesima possibilità di essere suddivise in due fasi: predisposizione dei fissaggi e successiva installazione degli elementi ombreggianti.



Le simulazioni condotte sulla facciata principale hanno portato alla scelta di un sistema di lightshelves con la duplice funzione di ombreggiamento schermante per la luce diretta e di riflessione sul soffitto interno di luce diffusa indiretta in profondità nel locale. Gli elementi vengono realizzati tramite accoppiamento di una parte riflettente in alluminio e una parte in lamiera inferiore con funzione di supporto e fissaggio. Quest'ultimo viene realizzato con un sistema di tiranti realizzati con trefoli di acciaio inox e boccole filettate al fine di minimizzare i punti ancoraggio.

Sulla facciata interna, orientata ad est la soluzione dei lightshelves viene integrata con dispositivi ombreggianti a lamelle inclinate per proteggere dall'irraggiamento diretto. Vengono realizzate in lamiera forata e sottostruttura a profili di acciaio piegati a freddo. Superiormente l'inclinazione delle lamelle è simmetrica per avere un maggior guadagno di luce per il funzionamento del lightshelf. Si riportano alcuni estratti del video renderizzato di simulazione di illuminazione ambientale tramite modello geolocalizzato su due locali al piano quinto sulle due facciate con confronto progetto-stato di fatto, rispettivamente: fronte principale con e senza lightshelf nel periodo estivo alle 12.30; fronte secondario con e senza ombreggiamenti nel periodo estivo alle ore 8.00; fronte secondario con e senza ombreggiamenti nel periodo estivo alle ore 11.30.

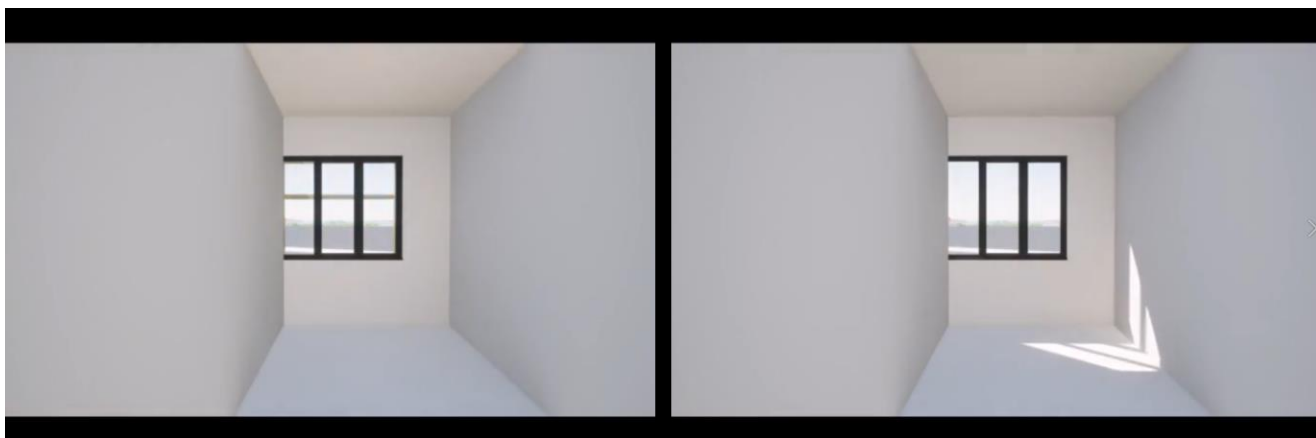


Figura 24 fronte principale con e senza lightshelf nel periodo estivo alle 12.30

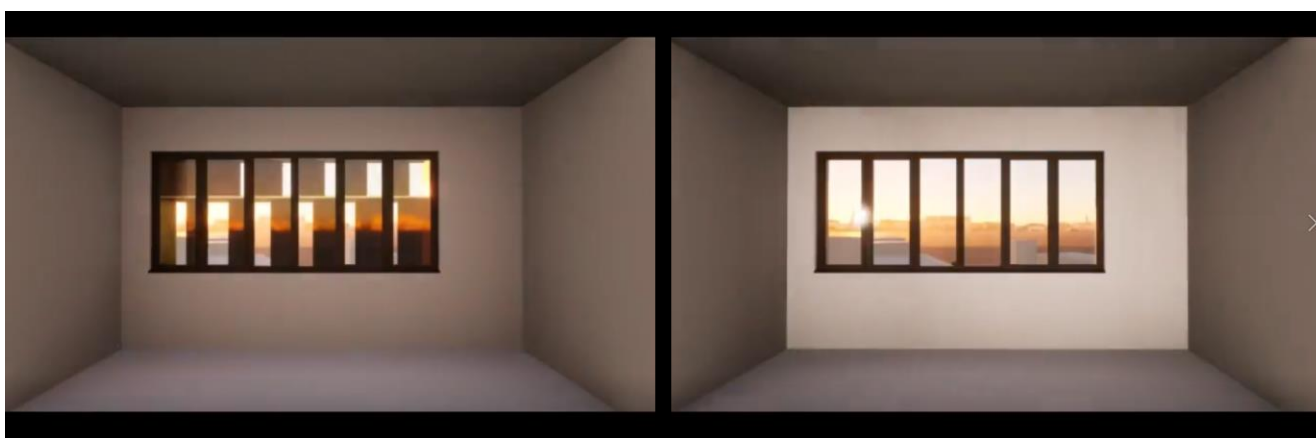
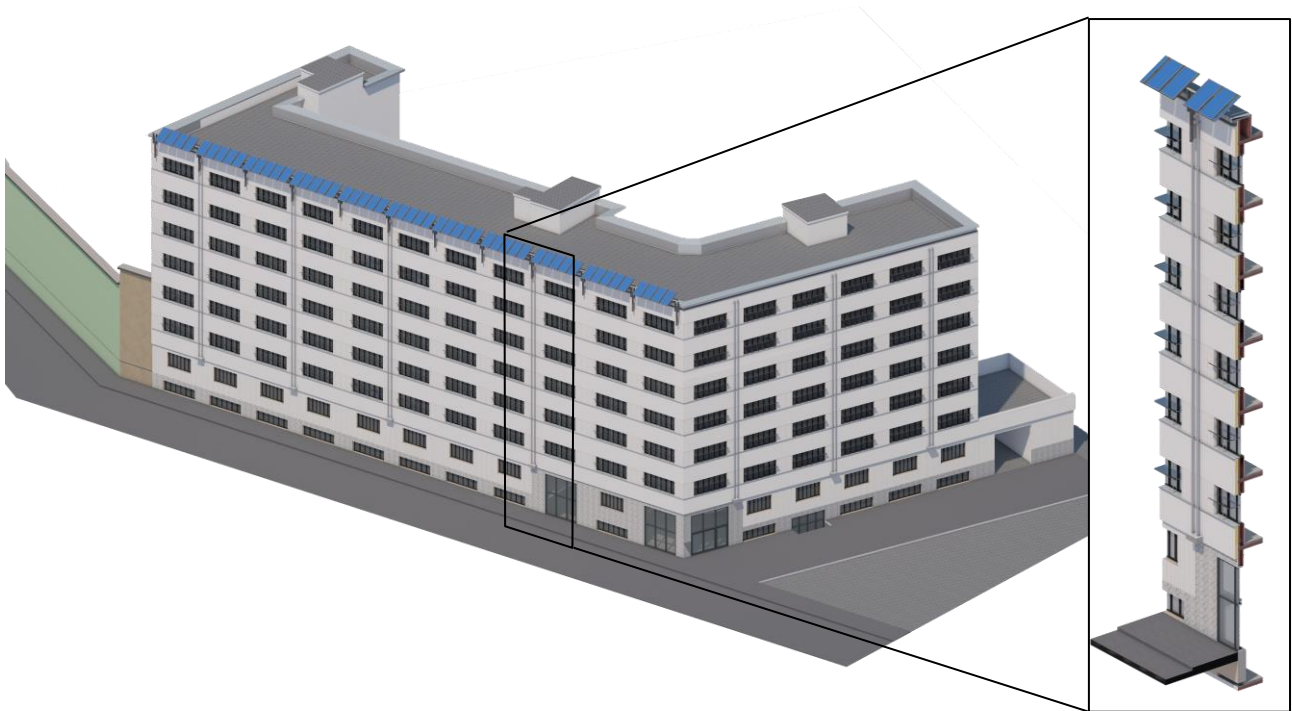


Figura 25 fronte secondario con e senza ombreggiamenti nel periodo estivo alle ore 8.00



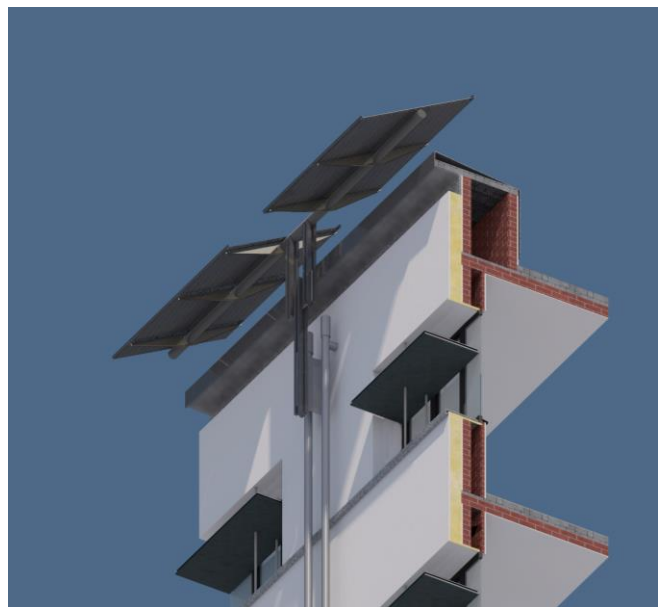
Figura 26 fronte secondario con e senza ombreggiamenti nel periodo estivo alle ore 11.30.

5.3 IMPIANTO FOTOVOLTAICO



La facciata principale in ragione al suo orientamento di -35° di Azimut è la più indicata per realizzare un sistema fotovoltaico. La campata strutturale detta il passo dei sistemi di sostegno: dopo essere stati inghisati al telaio in calcestruzzo si sviluppano verticalmente a sostegno di un tubolare circolare tramite il quale è possibile conferire un angolo di tilt ottimale ai pannelli, alloggiati su una lamiera forma resistente con nervature di irrigidimento saldate alla sezione del tubolare.

L'intervento acquisisce una valenza formale significativa: risolve l'attacco al cielo con un sistema che rimane indipendente dall'esistente interessando solo il sistema di facciata e non la copertura dotato di un ritmo e di una gerarchia di elementi che rafforzano la partitura in sinergia coi nuovi discendenti.



In termini di producibilità il sistema ha un'incidenza minima sul fabbisogno del fabbricato: ipotizzando di installare 53 pannelli da 1,713 mq cadauno, con una potenza di picco pari a 193 W/mq, inclinazione ottimizzata a 33° vengono prodotti circa 17.840 kWh/anno pari ad 1,5% del fabbisogno.