



EFFICIENZA ENERGETICA

*ANALISI COSTI E BENEFICI
DELLA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA
DI EDIFICI RESIDENZIALI ESISTENTI
DEGLI ANNI '60 - '70 A CATANIA*



**Analisi costi e benefici della riqualificazione
energetica di edifici residenziali esistenti
degli anni '60-'70 a Catania**

OTTOBRE 2012

Studio elaborato con il coordinamento dell'ing. Fabio Barbera ed il contributo scientifico degli ingegneri Ignazio Garra e Salvatore Secondo. Presentato il 13 ottobre 2012 al convegno organizzato da ANCE Catania con tema 'Adeguamento antisismico ed energetico di tipologie edilizie ricorrenti a Catania, costi e benefici'.

Le aree urbane rappresentano un fattore strategico su cui puntare con decisione per la nostra crescita.

La riqualificazione del patrimonio edilizio esistente oltre a dare a noi costruttori interessanti potenzialità di lavoro, rappresenta un civile cammino in direzione della riduzione dei consumi di energia, di maggiore sicurezza statica degli edifici, di migliore qualità della vita.

Circa l'ottanta per cento delle abitazioni in Italia è di proprietà di chi le abita ed in molte città oltre il 50 per cento delle abitazioni sono state realizzate tra il 1950 ed il 1980.

In questa ottica di riutilizzo del patrimonio edilizio esistente e di minore consumo del suolo, ANCE Catania ha commissionato due studi.

Il primo porta alla determinazione di un costo medio a metro cubo per l'adeguamento o il miglioramento antisismico di edifici multipiano ricorrenti nel nostro territorio.

L'altro studio determina semplicemente il risparmio ed il tempo necessario per recuperare l'investimento effettuato per aumentare la classe energetica di un edificio tipo.

Nella considerazione che gli immobili rappresentano la principale componente della ricchezza delle famiglie e che spesso i proprietari hanno ulteriori risorse da investire per adeguare le proprie case, si intende dare agli utenti uno strumento semplice per constatare rapidamente i costi ed i benefici conseguenti agli interventi di adeguamento.

E' necessario divulgare il concetto che il valore che noi tutti assegniamo agli immobili è viziato da un mercato che non tiene conto dell'effettiva qualità edilizia.

Con un costo pari al 10% del valore si può in molti casi adeguare a criteri antisismici l'immobile; inoltre in pochi anni si rientra dell'investimento fatto per migliorare la classe energetica dell'edificio.

Queste azioni sono rese oggi assai più convenienti dal rimborso fiscale, pari al 50% dei costi sostenuti, che lo Stato consente e che ci auguriamo venga prorogato oltre la prossima scadenza.

Un'altra concreta azione dello Stato dovrebbe essere quella di graduare la tassazione IMU al variare della classificazione energetica e antisismica degli edifici.

Infine si dovrebbe consentire alle assemblee dei condomini di procedere a semplice maggioranza per le determinazioni relative ai lavori di adeguamento.

Ing. Nicola Colombrita
Presidente ANCE Catania

1. Caratteristiche dell'edilizia residenziale degli anni '60-'70 a Catania

1.1. Caratterizzazione dell'edilizia residenziale degli anni '60-'70 ai fini della valutazione economica, energetica e ambientale.

In Italia esistono circa 26 milioni di abitazioni, delle quali 20 milioni risultano occupate e quindi gestite al fine di garantire i comfort all'utenza che le abita.¹ Le tipologie costruttive prevalenti sono in muratura o latero-cementizie. L'edilizia avente tecnologia costruttiva con intelaiatura in cemento armato e tamponature in mattoni forati di cemento o in laterizio è nata intorno ai primi anni del '900 (i primi regolamenti vennero introdotti in Italia nel 1907); tale prassi costruttiva garantiva una migliore risposta alle sollecitazioni sismiche e permetteva la realizzazione di edifici molto più leggeri e più alti delle fabbriche in muratura.

Tale tecnologia andò fortemente sviluppandosi in Italia verso la fine della seconda guerra mondiale (1945). Il decollo economico che avveniva intorno agli anni '60 innescò nelle città un boom edilizio che portava alla migrazione delle famiglie dai centri storici, degradati, verso quartieri caratterizzati da edifici nuovi, dotati di impianti elettrici, di adduzione dell'acqua, di scarico dei reflui e di sistemi di riscaldamento (questi ultimi soprattutto al nord Italia). Tale categoria edilizia si rivelò anche un affare speculativo, soprattutto nelle grandi città, dove (grazie anche a regolamenti edilizi inesistenti o aventi indici di fabbricabilità "elevati") a fronte degli alti costi dei terreni edificabili, si potevano realizzare edifici multipiano di altezza elevata, adiacenti tra loro. L'industrializzazione edilizia inoltre causò l'omogeneizzazione degli elementi edilizi (che portò anche all'impoverimento estetico dell'edificio tipico dell'epoca).

L'edificio multipiano avente intelaiatura in cemento armato risultò diventare, negli anni successivi al secondo conflitto mondiale, la categoria edilizia più

¹ Dati rilevati da Libro Bianco, 2004, *"Energia-ambiente-edificio"*, ENEA, Ed. Il sole 24 ore, Milano.

frequentemente realizzata nelle città tanto da risultare, ad oggi, l'edificio residenziale maggiormente abitato (vedi tab. 1.1).



Figure 1.1 e 1.2 – Edilizia condominiale formatasi negli anni '60-'70 a Catania (Via O. Scammacca)

A distanza di tempo l'edificio residenziale multipiano degli anni '60-'70 (o condominio) risulta essere divenuto un esempio negativo di costruzione moderna: comunemente definito brutto o fatiscente, non rispetta le attuali esigenze dell'utente che lo abita o le norme vigenti relative al comfort o di sicurezza (sismica o impiantistica). La struttura portante è intelaiata secondo canoni costruttivi oggi non più a norma (fondazioni a plinti singoli, telai di elevazione non collegati tra loro); l'involucro edilizio è costituito da elementi tecnici che, senza l'ausilio di impianti, non garantiscono alcun comfort interno (pareti a camera d'aria, infissi a vetro singolo e intelaiatura in ferro finestra o in legno, solai di copertura piani non isolati); gli impianti tecnologici sono del tutto inadeguati alle necessità attuali (impianti elettrici fuori norma, impianti di scarico in eternit, sistemi di riscaldamento mancanti o, se esistenti, con basso rendimento).

Occorre inoltre aggiungere che nell'edilizia tipica degli anni '60-'70 è andato manifestandosi un accelerato decadimento prestazionale dei vari sistemi

tecnologici adottati, a causa della scarsa qualità dei materiali adottati (struttura portante sensibile all'azione degli agenti atmosferici esterni, intonaci di facciata plastici o cementizi soggetti a rapido degrado estetico, involucro edilizio costituito da elementi vetusti e attualmente inadeguati a garantire i minimi standard di comfort e che impongono all'edificio di essere del tutto dipendente ai sistemi impiantistici obsoleti e di elevato consumo energetico).

La tabella 1.1 mostra in termini percentuali e assoluti la quantità di abitazioni attualmente occupate in Italia e realizzate tra il 1919 e il 2000.²

| Epoca costruttiva | % di abitazioni attualmente occupate | Totale abitazioni attualmente occupate (su un totale di 20.000.000) |
|--------------------------|---|--|
| Ante 1919 | 11,9 | 2.380.000 |
| 1919-1945 | 10,4 | 2.080.000 |
| 1946-1960 | 17,7 | 3.540.000 |
| 1961-1971 | 26,0 | 5.200.000 |
| 1971-1981 | 19,0 | 3.800.000 |
| 1981-2000 | 15,0 | 3.000.000 |

Tabella 1.1 – Percentuale e quantità di abitazioni attualmente occupate dal 1919 ad oggi

Dalla tabella si evince che le abitazioni attualmente occupate e realizzate attorno al periodo 1961-1981 si attengono attorno al 45%, quasi la metà del totale; in termini assoluti sono 9 milioni le abitazioni attualmente occupate (su un totale di 20 milioni) in Italia realizzate attorno agli anni '60-'70. Un patrimonio edilizio quindi consistente agevolato da un mercato immobiliare che lo apprezza quasi esclusivamente per motivi logistici e di cubatura (posizionamento dell'edificio in città, usufruzione degli spazi interni), trascurando quasi del tutto il degrado estetico, di comfort e tecnologico, la continua manutenzione dei vari elementi di fabbrica e i costi di gestione per garantire un adeguato benessere interno.

² Dati ISTAT

- *La gestione energetica per il comfort degli edifici residenziali condominiali anni '60-'70.*

Il condominio anni '60-'70 è uno dei massimi esempi di edilizia residenziale che, a causa dell'involucro edilizio e degli impianti di climatizzazione, realizza il comfort termico interno per gli utenti che lo abitano a discapito di elevati costi di gestione economica ed energetica.

- *L'involucro edilizio negli edifici residenziali condominiali anni '60-'70.*

Grazie a indagini di archivio e in situ effettuate (analizzate più avanti) si evidenzia che gli standard prestazionali degli elementi di involucro negli edifici residenziali anni '60-'70 a Catania sono ben al di sotto dei requisiti minimi di norma. La tabella successiva (tab. 1.2) confronta i valori delle principali caratteristiche di prestazione termica dei vari elementi di chiusura esterna di un edificio residenziale anni '60-'70, come da norme vigenti e nel caso ideale.

- *Gli impianti per il comfort negli edifici residenziali condominiali anni '60-'70*

Sebbene durante la realizzazione di un condominio anni '60-'70, era prassi comune fare installare impianti elettrici, dell'acqua e di scarico dei reflui, non sempre era previsto l'utilizzo di impianti di riscaldamento ambientale e di acqua sanitaria (soprattutto nel sud Italia, a causa del clima mite). Dove installati gli impianti prevedevano il solo riscaldamento ambientale ed erano dotati di caldaia centralizzata alimentata a gasolio; l'acqua calda ad uso sanitario veniva fornita da scaldabagni elettrici installati in ogni singolo alloggio. Negli edifici mancanti di impianti di riscaldamento l'utenza di ogni singolo alloggio faceva uso prevalentemente di stufe elettriche o a gas. Tuttora, negli stessi edifici, tali sistemi di riscaldamento vengono utilizzati in quanto pratici e poco onerosi all'acquisto.

- *Interventi di manutenzione straordinaria negli edifici residenziali condominiali anni '60-'70*

La gestione di un organismo edilizio di tipo condominiale non è mai semplice a causa della compresenza delle varie utenze che lo abitano. Nonostante i regolamenti condominiali, infatti, le decisioni collettive relative agli interventi di manutenzione straordinaria dell'intero stabile risultano sempre complesse e articolate a causa dei costi di intervento.

| | CARATTERISTICHE DI PRESTAZIONE TERMICA DEGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO E SISTEMI PASSIVI | IN CONDOMINIO ANNI '60-'70 | DA NORMA* | IDEALE |
|--|---|-----------------------------------|------------------|---------------|
| inverno | Elemento di chiusura verticale opaca | | | |
| | Trasmittanza U (W/mq°C) | 0,8 – 1,5 | 0,34 - 0,41 | < 0,3 |
| | Elem. di chiusura verticale trasparente | | | |
| | Trasmittanza U (W/mq°C) | 5 - 7 | 2,4 - 2,1 | < 2 |
| | Classe di permeabilità all'aria | 1 (elevata) | 3-4 (bassa) | 3-4 (bassa) |
| | Elem. di chiusura orizzontale di copertura | | | |
| | Trasmittanza U (W/mq°C) | 0,8 – 1,5 | 0,32 | < 0,3 |
| | Sistemi passivi | | | |
| | Orientamento | qualunque | --- | sud |
| | Serre solari | NO | --- | SI |
| | Costi globali (di gestione)** | | | |
| Energetici*** (kWh/mq•anno) | > 100 | 20 - 40 | < 20 | |
| estate | Elemento di chiusura verticale opaca | | | |
| | Trasmittanza U (W/mq°C) | 0,8 – 1,5 | --- | < 0,4 |
| | Massa (kg/mq) | 100-150 | > 250 | ≈ 250 |
| | Coeff. di assorbimento radiazione solare (α) | $0,3 < \alpha < 0,9$ | --- | < 0,3 |
| | Elem. di chiusura verticale trasparente | | | |
| | Trasmittanza U (W/mq°C) | 5 - 7 | --- | < 3 |
| | Permeabilità all'aria | 1 (elevata) | --- | --- |
| | Elem. di chiusura orizzontale di copertura | | | |
| | Trasmittanza U (W/mq°C) | 0,8 – 1,5 | --- | < 0,4 |
| | Sistemi passivi | | | |
| | Orientamento | qualunque | --- | --- |
| | Frangisole | avvolgibili tendaggi | --- | SI |
| | Ventilazione naturale | variabile | --- | SI |
| | Costi globali (di gestione)** | | | |
| Energetici*** (kWh/mq•anno) | 80 - 100 | --- | < 20 | |
| * Testo coordinato D.L.gvo 192/2005 e D. Lgvo 311/2006 e s.m.i.. (per zone climatiche B-C) | | | | |
| ** Costi energetivi massimi che si dovrebbero sostenere per il riscaldamento o il raffrescamento annuo degli ambienti di un alloggio tipo a Catania (100 mq ;S/V= 0,6) al fine di mantenere la temperatura ambiente come da 311/2006 e s.m.i.. | | | | |
| *** in zona climatica B (esclusi i consumi a.c.s.). | | | | |

Tabella 1.2 – Confronto tra le principali caratteristiche di prestazione termica dei vari elementi di chiusura esterna di un edificio residenziale anni '60-'70, come da norme vigenti e ideale.

La ristrutturazione di un alloggio all'interno del condominio, invece, è a totale discrezione del singolo proprietario il quale quindi può riqualificare la sua unità edilizia attraverso gli interventi che preferisce. Accade, quindi, che all'interno dello stesso stabile condominiale possano essere compresenti elementi edilizi e sistemi impiantistici di varia tecnologia; i casi più comuni sono rappresentati dagli infissi (è facile ritrovare nelle facciate di un edificio condominiale anni '60-'70 finestre originarie in ferro-finestra e vetro singolo, in alluminio e vetrocamera o a doppio infisso) o, laddove mancano gli originari sistemi di climatizzazione ambientale dei vari sistemi di riscaldamento e condizionamento estivo, (caldaie termoautonome, pompe di calore solo freddo o caldo-freddo, elementi radianti di calore a colonna o a pavimento, termoconvettori, classici sistemi di riscaldamento a stufe elettriche o a gas).

Gli interventi edilizi che riguardano l'intero stabile e che vengono maggiormente effettuati sono quelli relativi al decoro urbano della facciata; la prassi costruttiva degli edifici residenziali multipiano in Italia prevedeva e prevede tuttora intonaci di rivestimento esterno delle facciate in malta bastarda (oppure gli intonaci plastici) aventi finiture di varie cromie, i quali essendo costantemente a contatto con gli agenti atmosferici esterni subiscono continui e progressivi degradi quali fessurazioni, esfoliazioni e opacizzazioni del colore che comportano una vita utile dello strato di intonaco valutabile intorno ai 10 anni.³ Lo stesso intervallo di tempo viene stimato per i rifacimenti delle coperture a lastrico solare calpestabili che dopo due lustri non garantiscono più il requisito di impermeabilità all'acqua piovana. Come consuetudine però tali interventi non vengono mai effettuati nei tempi previsti ma solo successivamente, quando i degradi diventano consistenti (distacco di parti di intonaco dalle facciate o dai frontalini dei balconi, umidità di infiltrazione dai soffitti), facendo incrementare l'intervallo temporale tra un intervento di manutenzione straordinaria in facciata o in copertura e il successivo mediamente a 20 anni.

³ fonte: MOLINARI C., 1992, *Manutenzione in edilizia*, Ed. Franco Angeli, Rimini.

- *Riqualificazione energetica durante gli interventi di manutenzione straordinaria negli edifici residenziali condominiali anni '60-'70.*

Gli interventi di manutenzione straordinaria delle facciate o delle coperture degli organismi condominiali degli anni '60-'70 possono risultare un'occasione per riqualificare energeticamente l'intero stabile in quanto il rifacimento dell'intonaco di facciata e del manto delle coperture possono essere integrati o sostituiti da soluzioni o sistemi che migliorino le prestazioni termiche dell'intero pacchetto di involucro dell'edificio e che permettano di ammortizzare gli extra-costi di intervento in tempi ragionevolmente contenuti (a maggior ragione se agevolati dalle detrazioni fiscali vigenti).

1.2. Indagine sulle peculiarità costruttive e termofisiche degli elementi di involucro e dei sistemi impiantistici negli edifici residenziali anni '60-'70 nell'area dell'Oliveto Scammacca a Catania ai fini del comfort interno

L'applicazione del metodo di analisi costi-benefici sarà condotta su di un modello edilizio rappresentativo degli edifici residenziali individuati in un quartiere della città di Catania in cui l'espansione è avvenuta in pieno periodo 1955 –1975 con la realizzazione di condomini realizzati secondo le “moderne” tecniche costruttive dell'epoca: l'area dell'Oliveto Scammacca (o quartiere Capitol) di Catania compresa, in buona parte, tra le vie Raffaello Sanzio, Vittorio Veneto, Corso delle Province e Gabriele D'Annunzio; l'area si è sviluppata fortemente dopo la metà degli anni '50 grazie a una elevata richiesta di nuove costruzioni e al piano di fabbricazione del 1954 che prevedeva nella zona altissimi indici di fabbricabilità fondiaria (fino a quasi 20 mc/mq).

I tipi edilizi realizzati prevalentemente in tale tessuto urbano sono stati gli organismi multipiano o condominiali aventi da uno a più alloggi per piano. Quasi sempre confinati l'uno all'altro tali edifici possono variare solo in altezza o nella disposizione lungo l'isolato (di testata se le facciate dell'edificio prospettano su tre strade, d'angolo se prospettano su due strade o confinati se su di una).

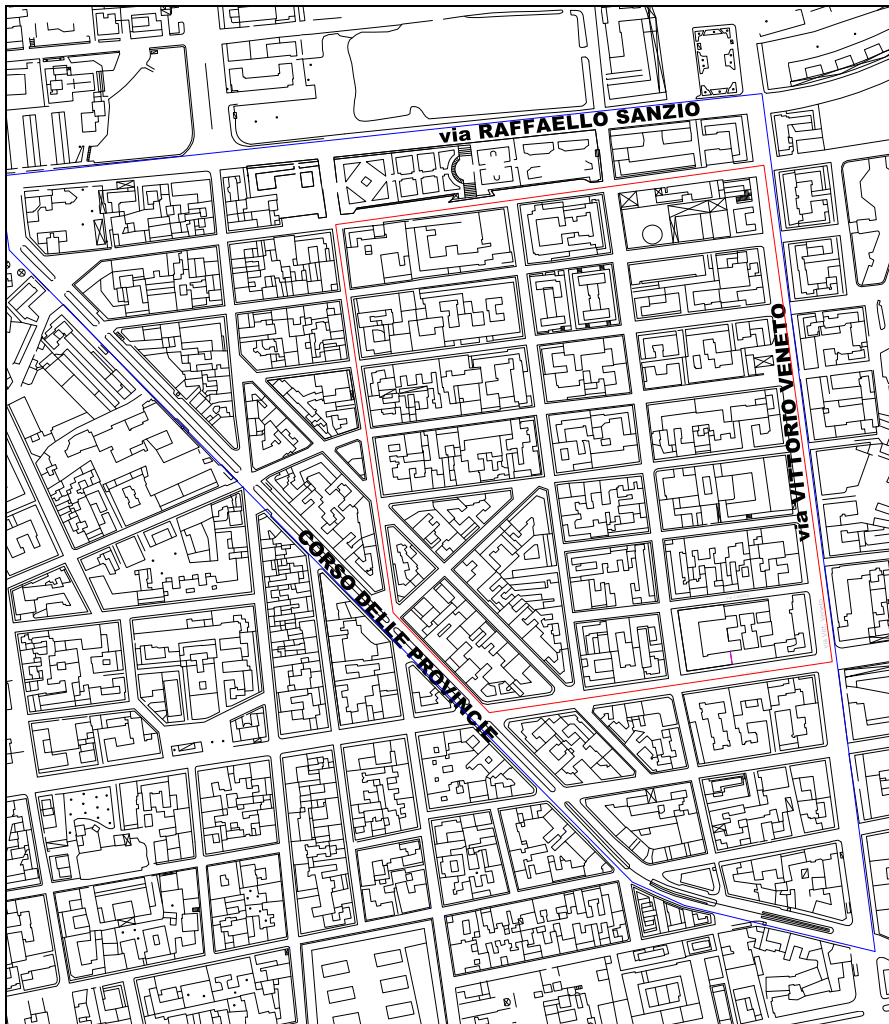


Figura 1.3 - Planimetria che inquadra l'area dell'Oliveto Scammacca (in gran parte delimitata dalla linea blu) di Catania; in rosso è delimitata l'area oggetto di indagine della presente ricerca.

- *Le indagini in archivio e in situ*

L'indagine è stata effettuata al fine di individuare il tipo edilizio maggiormente diffuso negli edifici residenziali condominiali realizzati nell'area e nell'epoca sopra descritti; essa si è distinta in indagini effettuate negli archivi di progetto e storico di Catania (utili a individuare l'epoca costruttiva, la tipologia e la distribuzione degli alloggi nel piano tipo di ogni edificio e, in parte le caratteristiche costruttive degli elementi di chiusura verticale opaca di involucro e/o dei sistemi impiantistici per la

involucro e dei sistemi impiantistici utilizzati per la climatizzazione degli ambienti e per la produzione di acqua calda sanitaria.

Nello specifico ogni scheda ha permesso di:

- 1) identificare le principali caratteristiche plani-volumetriche dell'edificio (*altezza, orientamento e pianta del piano tipo*);
- 2) identificare lo schema tipo di alloggio e le superfici di involucro esterno: rapporto superficie di involucro rivolto verso l'esterno, o parziale - volume di alloggio $(S/V)_p$; rapporto superficie di involucro complessiva - volume di alloggio $(S/V)_c$; rapporto superficie finestrata - superficie di involucro esterno (A_{fin}/A_{inv}) ; Ventilazione naturale (V_n) ;
- 3) caratterizzare stratificazioni e tipologia dei materiali di ogni elemento di chiusura verticale o orizzontale d'involucro;
- 4) rilevare i principali sistemi impiantistici finalizzati alla climatizzazione degli ambienti e alla produzione di acqua calda sanitaria.

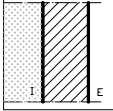
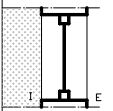
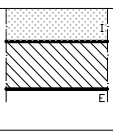
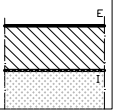
| ELEMENTI EDILIZI D'INVOLUCRO RAPPRESENTATIVI (struttura portante intelaiata in cemento-armato) | | SISTEMI IMPIANTISTICI DI COMFORT RAPPRESENTATIVI (riscaldamento – raffrescamento - a.c.s.) | |
|---|---|--|---|
| 1 - Chiusura Vert. Opaca |  | PARETI ESTERNE <i>Spessore:</i> 40 cm a cassa vuota. E-I: a) intonaco in calce e cemento (2 cm), b) mattoni di laterizio forati (12 cm), c) intercapedine d'aria (20 cm), d) mattoni di laterizio forati (8 cm). e) intonaco in calce-cemento (2 cm); | A - RISCALDAMENTO CALDAIA TERMOAUTONOMA <i>Diffusione:</i> 50% alloggi <i>Vettore energetico:</i> gas metano <i>Vettore termico:</i> acqua <i>Terminali:</i> radiatori a colonna ALTRI SISTEMI: Stufette elettriche o a gas Diffusione: 50 % alloggi |
| | | PARETI DI SEPARAZIONE <i>Spessore:</i> 20 cm unico strato mattoni.E-I: a) intonaco in calce e cemento (2 cm), b) mattoni di cemento forati (15 cm), c) intonaco in calce e cemento (2 cm); | |
| 2-C.V.Trasp. |  | INFISSI ESTERNI - <i>Vetro:</i> semplice; - <i>Telaio:</i> in ferro finestra; (parte in alluminio); - <i>Oscurante:</i> avvolgibili in legno a scomparsa dentro cassonetto; | B - RAFFRESCAMENTO CLIMATIZZATORI A POMPA DI CALORE <i>Diffusione:</i> 25% Alloggi <i>Vettore energetico:</i> en. elettrica |
| 3-C. Orizz. O. |  | SOLAIO DI INTERPIANO Soletta mista in latero-cemento 20-25 cm; E-I: a) intonaco in calce e cemento (2 cm), b) soletta mista in latero-cemento (20 cm), c) massetto (6-8 cm), d) malta di allettamento/colla (1 cm), e) piastrelle (1-2 cm); | |
| 4 C.V.O.Cop. |  | SOLAIO DI COPERTURA Soletta mista in latero cemento: 20-25 cm; E-I: a) Vermiculite (5 cm), b) impermeabilizzante (5 mm), c) massetto delle pendenze (cm 3-8), d) soletta mista in latero-cemento (20 cm), e) intonaco in calce cemento (2 cm); | C - A.C.S. BOLLITORE ELETTRICO <i>Diffusione:</i> 50% alloggi <i>Vettore energetico:</i> en. Elettrica CALDAIA TERMOAUTONOMA <i>Diffusione:</i> 50% alloggi <i>Vettore energetico:</i> gas metano |

Tabella 1.3 – Scheda tipo di indagine

L'elaborazione delle schede ha permesso di caratterizzare i seguenti indicatori:

1) Indicatori relativi all'intero organismo edilizio

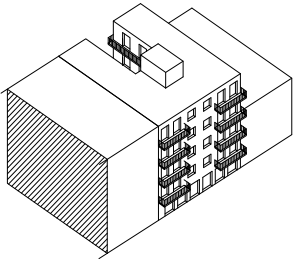
| Schema tipo | Breve descrizione | Indici caratterizzanti l'edificio |
|---|---|--|
|  | <p>L'area Scammacca è costituita da un tessuto urbano saturo in cui gli isolati vengono delimitati dalle strade in modo tale da realizzare isole costituite da un elevato numero di edifici confinati tra loro orientati prevalentemente lungo l'asse sud-nord. Tali organismi edilizi hanno quasi sempre più di 2 elevazioni fuori terra e almeno due alloggi per piano, hanno un affaccio su strada e uno speculare su corte interna. L'edificio a 4-5 elevazioni, confinato lateralmente e disposto lungo l'asse meridiano risulta essere quindi il più rappresentativo nell'area.</p> | <p>Dati generali:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Località: Catania. - Orientamento: sud– nord. - Insiediamento: area urbana densamente popolata. - Tipologia: edificio condominiale, confinato a 4 piani e 8 alloggi. |

Tabella 1.4 – Tipo di edifici maggiormente diffusi nell'area Oliveto Scammacca

2) Indicatori relativi agli alloggi

| Schema tipo | Breve descrizione | Indici caratterizzanti l'involucro |
|---|---|--|
|  | <p>E' l'alloggio più rappresentativo dell'edilizia condominiale avente due unità per piano. Le superfici di facciata esposte verso l'esterno sono tre (una esposta lungo il lato strada e due lungo il lato corte) una parete però risulta cieca in quanto si affaccia su altre proprietà. I vani, collegati da un lungo corridoi a L, si affacciano pertanto solo lungo il lato strada e un solo lato corte interna e non seguono mai una regola fissa di distribuzione degli alloggi (i vani notte si affacciano pure lungo la corte interna).</p> <p>L'involucro esterno è comunque consistente rispetto a quello complessivo dell'alloggio e la ventilazione risulta sufficiente.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - (S/V)p: 0,5 – 0,8 - (S/V)c: 0,8 – 1,0 - Afin/Ainv: 5 - 8% - Vn: sufficiente <p>Percentuale area: 30%</p> |

Tabella 1.5 – Tipo di alloggi maggiormente diffusi nell'area Oliveto Scammacca

3) Indicatori relativi alle tipologie di chiusura e di impianti

3.1 – Elementi di chiusura verticale opaca: le pareti

| PARETE CON INTERCAPEDINE D'ARIA E MATTONI ESTERNI-INTERNI IN LATERIZIO FORATI | |
|---|--|
| L'Elemento | Caratteristiche prestazionali |
| | <p> SPESSORI MURO: 35 < s < 60 cm TRASMITTANZA: U = 1,1 W/Mq°C MASSA TERMICA: Ms = 180 kg/mq SFASAMENTO: φ = 7 ore ATTENUAZIONE: f = 0,8 DIFFUSIVITA': alta EFFUSIVITA': bassa </p> <p> Percentuale area: ≈ 30% </p> |

Tabella 1.6 – Indagine relativa alle chiusure verticali opache nell'area Oliveto Scammacca

3.2 – Elementi di chiusura orizzontale: i solai di interpiano e di copertura

| SOLAIO DI INTERPIANO IN STRUTTURA MISTA LATERO-CEMENTIZIA | |
|---|---|
| L'elemento | Caratteristiche prestazionali |
| | <p> SPESS. SOLAIO: 25 < s < 30 cm TRASMITTANZA: U = 1,0-1,2 W/Mq°C MASSA TERMICA: Ms = 220 kg/mq SFASAMENTO: φ = 7 ore ATTENUAZIONE: f = xx </p> <p> Interpiano % area: 100% Copertura % area: ≈ 80% </p> |

Tabella 1.7 – Indagine relativa alle chiusure orizzontali opache nell'area Oliveto Scammacca

3.3 – Elementi di chiusura verticale trasparente: gli infissi


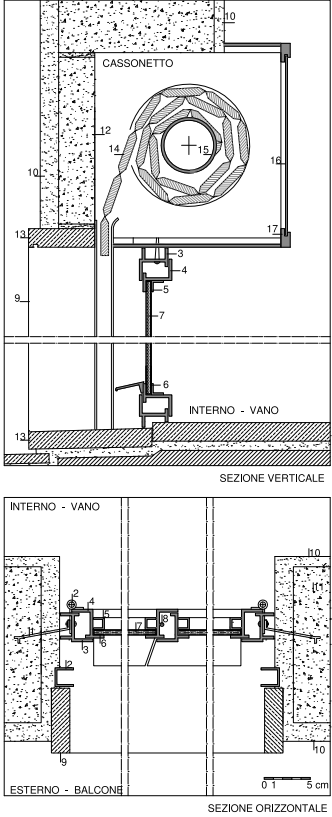
| INFISSO CON INTELAIATURA IN FERRO GIUNTI APERTI, VETRO SINGOLO, CASSONETTO A SCOMPARSA | | |
|--|--|---|
| Foto infisso | L'elemento | Caratteristiche prestazionali* |
|  |  <p>1 - ZANCA 2 - CERNIERA 3 - TELAIO FISSO 4 - TELAIO MOBILE 5 - FERMAVETRO 6 - GUARNIZIONE 7 - VETRO 8 - ANCORAGGIO 9 - STIPITE 10 - INTONACO 11 - MAZZETTA 12 - VELETTA 13 - SOGLIA 14 - STECCA 15 - PULEGGIA 16 - ANTA MOBILE 17 - INCASTRO</p> <p>SEZIONE VERTICALE</p> <p>INTERNO - VANO</p> <p>ESTERNO - BALCONE</p> <p>SEZIONE ORIZZONTALE</p> <p>0 1 5 cm</p> | <p>- Vetro Singolo $U_g = 5,7 \text{ W/mq}^\circ\text{C}$</p> <p>- Telaio in ferro giunti aperti $U_f = 6,0 \text{ W/mq}^\circ\text{C}$</p> <p>- Avvolgibili: legno non coib. $U = 9 \text{ W/mq}^\circ\text{C}$</p> <p>- Cassonetto: ferro non coib. $U = 6,0 \text{ W/mq}^\circ\text{C}$</p> <p>- <u>Trasmittanza complessiva:</u> <u>$U_w: 5.9 \text{ W/mq}^\circ\text{C}$</u></p> <p>- Permeabilità chiusure Classe 1; $b > 35 \text{ mm}$ (elevata permeabilità)</p> <p><i>*caratteristiche rilevate da norma UNI EN ISO10077-1</i></p> <p>Percentuale area: $\approx 40\%$</p> |

Tabella 1.8 – Indagine relativa alle chiusure verticali trasparenti nell'area Oliveto Scammacca

3.4 – Tamponamenti di confine con altri alloggi o edifici

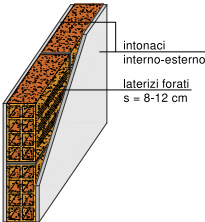
| TRAMEZZO IN LATERIZIO FORATO | |
|---|---|
| L'elemento | Caratteristiche prestazionali |
|  <p>intonaci interno-esterno laterizi forati s = 8-12 cm</p> | <p>SPESS. PARETE: $10 < s < 15$ cm TRASMITTANZA: $U = 1,5-2$ W/Mq°C MASSA TERMICA: $M_s = 40-60$ kg/mq SFASAMENTO: $\varphi = 4$ ore ATTENUAZIONE: $f = 0,9$</p> <p>% area: ≈ 70</p> |

Tabella 1.9 - Indagine relativa alle chiusure verticali opache di confinamento nell'area Oliveto Scammacca

3.5 – Struttura portante intelaiata (travi e pilastri) in c.a.

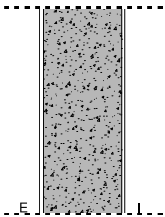
| STRUTTURA PORTANTE IN CEMENTO ARMATO | |
|---|---|
| L'elemento | Caratteristiche prestazionali |
|  <p>..E.. ..I..</p> | <p>SPESSORE: $30 < s < 40$ cm TRASMITTANZA: $U = 2,4 \text{ } 2,6$ W/Mq°C MASSA TERMICA: $M_s = 600-700$kg/mq SFASAMENTO: $\varphi = 7$ ore ATTENUAZIONE: $f = 0,8$</p> <p>% area: 100</p> |

Tabella 1.10 - Indagine relativa alle strutture portanti (travi-pilastri) nell'area Oliveto Scammacca

4) Impianti per la regolazione del benessere termico negli edifici anni '60-'70


| | |
|--|--|
| CALDAIA AUTONOMA A GAS | RISCALDAMENTO – A.C.S. |
| Edificio rappresentativo | Caratteristiche tecniche |
|  <p>Edificio resid. Via Sassari</p> | <p>Impianto presente laddove sono stati effettuati interventi di ristrutturazione nel singolo alloggio. Alimentazione a gas metano – GPL. Fluido termovettore: acqua riscaldata in caldaia dal combustibile. Trasferimento fluido termovettore: tubazioni in rame/ferro (spesso non isolato) ad anello chiuso. Terminali di emissione: Piastre radianti in lamierino, ghisa, alluminio presso fuso. Rendimenti globali medi < 0,7 <i>NOTE: Riscaldamento non regolato; le temperature possono essere eccessivamente alte.</i></p> <p>Percentuale nell'area: ≈50%</p> |
| POMPA DI CALORE | RISCALDAMENTO – RAFFRESCAMENTO |
| Edificio rappresentativo | Caratteristiche tecniche |
|  <p>Edificio resid. Via O. Scammacca</p> | <p>Impianto presente negli alloggi a partire dagli anni '80. Realizzato per raffrescamento estivo, raffresca l'aria interna per convezione. Alimentazione elettrica. Rendimento globale medio < 2,2-2,5 (inoltre occorre tenere presente che l'energia elettrica ha un rendimento di trasporto alle utenze finali pari a circa 0,36; in tal caso quindi il rendimento elettrico della pompa di calore è circa 0,8). <i>NOTE: I condizionatori elettrici moderni sono pompe di calore utilizzabili per riscaldamento e raffrescamento. L'installazione in tutto l'alloggio prevede comunque la necessità di unità condensanti esterne a volte ingombranti o di difficile collocazione.</i></p> <p>Percentuale nell'area: ≈35%</p> |
| SCALDABAGNO ELETTRICO | ACQUA CALDA SANITARIA (A.C.S.) |

Tabella 1.11 – Indagine relativa all'uso dei principali sistemi impiantistici per il comfort nell'area Oliveto Scammacca

- *Breve riepilogo degli elementi tipici dell'involucro edilizio degli anni '60-'70*

I singoli edifici residenziali dell'area, realizzati dal dopoguerra fino agli anni '70, sono costituiti da elementi di involucro abbastanza omogenei. Una volta realizzata l'intelaiatura portante in cemento armato (a maglie aperte e plinti di fondazione singoli e non collegati tra loro) la chiusura dell'involucro veniva effettuata con tecniche e prodotti tra loro simili: la tamponatura verticale opaca a doppio foglio di mattoni e camera d'aria si distingue solo per la tipologia di mattoni (prevalentemente in cemento fino alla fine degli anni '50 e

in laterizio successivamente). L'uso consolidato degli infissi in legno viene progressivamente sostituito dalla "moderna" (e più economica) tipologia di infissi costituiti dai tipici telai in ferrofinestra a "L". La tecnologia del cemento armato permette anche la realizzazione dei solai di copertura a lastrico solare o terrazzati; questi manifesteranno in seguito evidenti limiti di tenuta all'acqua e isolamento termico.

- *Breve sintesi dei sistemi impiantistici tipici per il comfort indoor, anni '60-'70*

La quasi totale mancanza di sistemi di riscaldamento durante la fase di costruzione degli edifici dell'area caratterizza quanto fosse ancora poco rilevante (o troppo onerosa), all'epoca, l'uso di sistemi di riscaldamento nei condomini. Nel sud Italia, infatti, le esigenze tecnologiche negli edifici moderni erano focalizzate nell'uso degli impianti di adduzione e di scarico dell'acqua (fredda) a scopi sanitari e degli impianti elettrici. Ancora oggi una rilevante percentuale di alloggi dell'epoca (il 35-40% circa) non è dotata di sistemi di riscaldamento autonomi o centralizzati, rendendo necessario l'uso di sistemi quali stufe elettriche o a gas; analogo ragionamento va fatto per gli scaldacqua elettrici che, ancor prima dell'uso delle caldaie termoautonoma rifornivano rapidamente gli utenti di acqua calda a scopi sanitari; il loro utilizzo è ancora consistente (circa il 40%). La possibilità di ottenere benessere termico estivo utilizzando sistemi di raffrescamento efficienti e non troppo costosi ha comportato l'installazione di pompe di calore per un terzo circa degli alloggi presenti nell'area.

1.3. Realizzazione di un modello edilizio rappresentativo degli edifici residenziali degli anni '60-'70 a Catania per l'analisi costi-benefici

Oltre a rappresentare uno tra i tipi più diffusi dell'edilizia residenziale anni '60-'70, il modello edilizio di seguito riprodotto, viene configurato al fine di verificare quanto risulti dispendiosa economicamente ed energeticamente la gestione di un organismo edilizio tipo dell'epoca lungo un arco temporale di vita utile e attuare l'approccio di analisi costi-benefici che permetta di valutare a priori la soluzione ottimale per la gestione del comfort dell'edificio riqualificato confrontandola, inoltre, rispetto alla soluzione tradizionale.

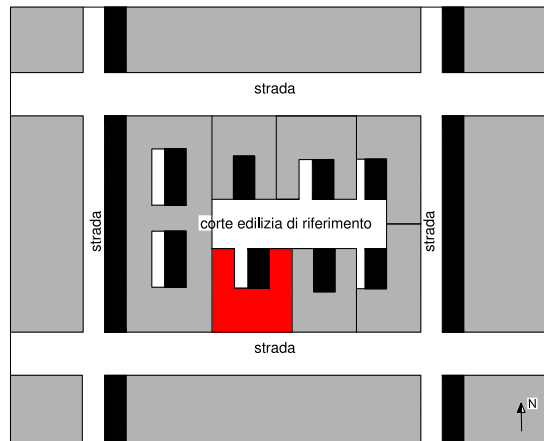


Figura 1.7 – Tessuto edilizio in cui si inserisce il modello edilizio residenziale

Il modello edilizio viene realizzato sulla base dei risultati ottenuti tramite l'indagine svolta nell'ambito dell'area dell'Oliveto Scammacca. L'edificio, gli alloggi e gli elementi di involucro ed impiantistici più rappresentativi concorrono infatti a realizzare il modello.

In relazione a quanto sopra specificato, il modello edilizio oggetto di analisi, si inserisce all'interno di un denso tessuto edilizio avente isolati costituiti da più edifici confinati tra loro lungo le strade che lo delimitano; il modello è confinato lateralmente e si affaccia su di una strada e all'interno di una corte.

- *La distinzione degli alloggi tipo*

Al fine di analizzare con maggiore dettaglio i costi dell'edificio rappresentativo degli anni '60-'70 è necessario dover focalizzare l'attenzione su ogni singolo alloggio dell'edificio stesso; gli alloggi vengono pertanto distinti in funzione della sola esposizione dell'involucro verso l'esterno dovendo essere inoltre rappresentativi degli appartamenti esistenti nel parco edilizio residenziale multipiano degli edifici degli anni '60-'70 a Catania. Di conseguenza lo studio si

focalizzerà su tre diversi tipi di appartamenti, al fine di evidenziare i risultati sia sull'intero contenitore edilizio, ma anche sui relativi alloggi che lo compongono e che rappresentano il reale habitat di ogni singolo utente.

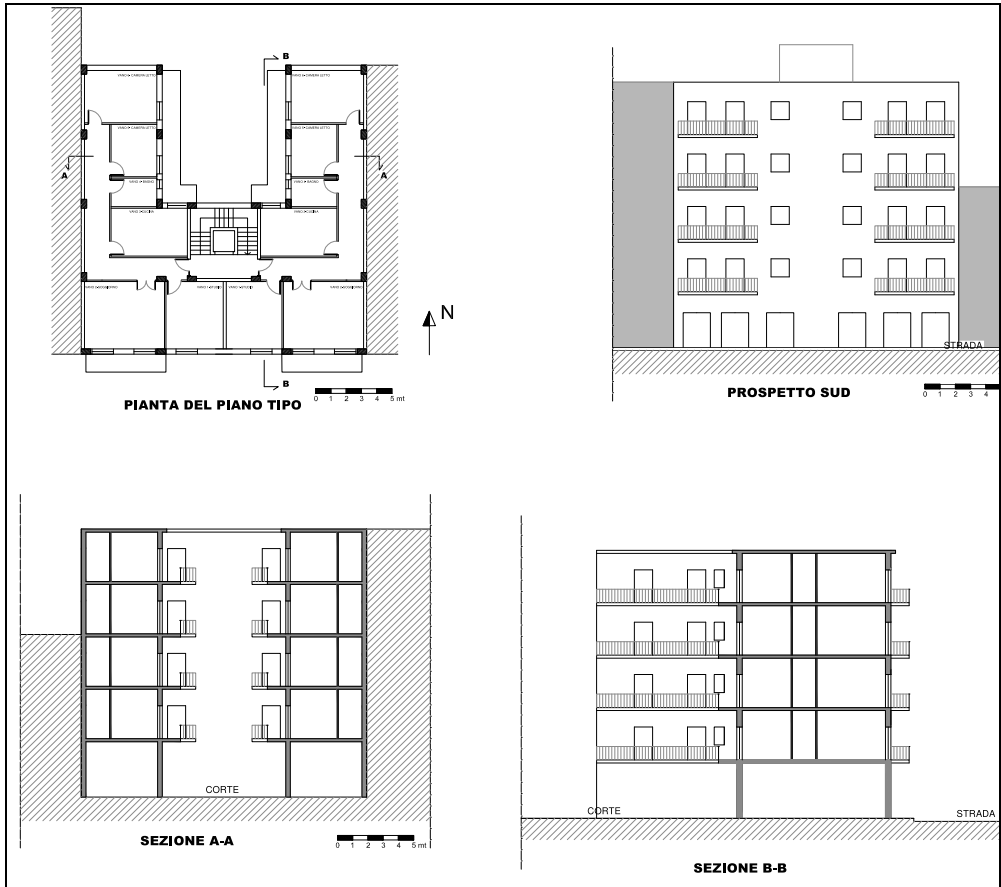


Figura 1.8 – Tipo edilizio residenziale multipiano anni '60-'70 adottato come modello

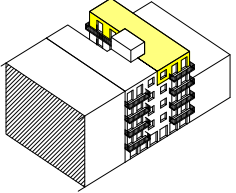
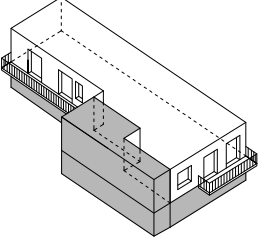
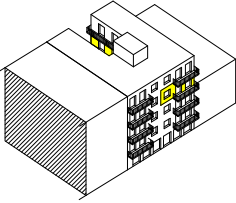
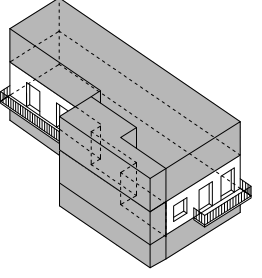
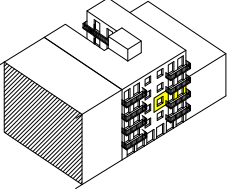
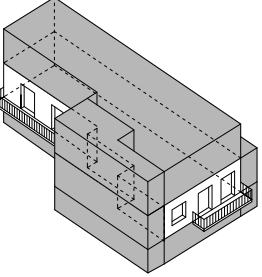
| | | |
|--|---|--|
| <p>ALLOGGIO TIPO A</p> <p>E' l'alloggio rappresentativo dell'ultimo piano, avente copertura piana destinata a terrazzo. Ha una elevata esposizione delle superfici di involucro verso l'esterno.</p> <p>Volume lordo alloggio (V): 330 mc Involucro complessivo alloggio (S): 367 mq Pareti verso l'esterno (S1): 115 mq Pareti verso amb. non riscaldati (S2): 12 mq Pareti verso amb. Riscaldati (S3): 16 mq Solai di interpiano (S4): 118 mq Solaio di copertura (S5): 118 mq Superficie infissi (S6): 15 mq</p> <p>RAPPORTO (S1+S2+S5)/V: 1,1</p> |  |  |
| <p>ALLOGGIO TIPO B</p> <p>E' un alloggio di interpiano avente tutte le superfici di facciata rivolte verso l'esterno e con uno dei due solai che non confina con spazi riscaldati.</p> <p>Volume lordo alloggio (V): 330 mc Involucro complessivo alloggio (S): 367 mq Pareti verso l'esterno (S1): 115 mq Pareti verso amb. non riscaldati (S2): 12 mq Pareti verso amb. Riscaldati (S3): 16 mq Solai di interpiano (S4): 118 mq Solaio di copertura (S5): 118 mq Superficie infissi (S6): 15 mq</p> <p>RAPPORTO(S1+S2+1/2(S4+S5))/V: 0,75</p> |  |  |
| <p>ALLOGGIO TIPO C</p> <p>E' un alloggio di interpiano avente anche una parete di involucro confinata, cioè adiacente alle pareti di un edificio limitrofo (semiriscladato).</p> <p>Volume lordo alloggio (V): 330 mc Involucro complessivo alloggio (S): 367 mq Pareti verso l'esterno (S1): 58 mq Pareti verso amb. non riscaldati (S2): 12 mq Pareti verso amb. Riscaldati (S3): 101 mq Solai di interpiano (S4): 118 mq Solaio di copertura (S5): 118 mq Superficie infissi (S6): 15 mq</p> <p>RAPPORTO(S1+S2+1/2(S4+S5))/V: 0,55</p> |  |  |

Tabella 1.12 – Tipi di alloggio e caratteristiche di involucro

- *Lettura ambientale del tessuto in cui si inserisce il modello edilizio*

La pelle di un edificio rappresenta lo strato di separazione fisico tra l'habitat interno e l'ambiente esterno e ne regola ininterrottamente i loro scambi di calore, sotto la forma sensibile (aria) e latente (umidità). Tali flussi sono più consistenti quanto maggiori sono le differenze dei valori di temperatura (e di umidità relativa) tra i due ambienti, interno ed esterno. Trasferendo l'involucro del modello edilizio in oggetto in varie località aventi condizioni climatiche sempre diverse (una volta fissate sempre costanti le condizioni di soddisfacimento del benessere termofisico indoor degli occupanti) si avrebbero infatti flussi di calore interno-esterno funzionali ai parametri ambientali esterni; In tal caso, anche al fine di dare maggiore rigore scientifico allo studio in atto, risulta necessario fissare le condizioni climatiche esterne all'interno di un preciso contesto climatico, quello della Città di Catania, che è anche rappresentativo di molte località. La Città di Catania è disposta al 37°5 di latitudine e 15° di longitudine e, affacciandosi lungo la costa sud-est del mar Ionio, è situata praticamente all'altezza del livello del mare (anche se a pochi chilometri di entroterra il dislivello supera anche i cento metri di altezza). Le condizioni climatiche esistenti a Catania sono rappresentative di tutte quelle località aventi inverni non troppo rigidi e poco durevoli ed estati molto calde e lunghe, condizioni climatiche tipiche del contesto Mediterraneo che di conseguenza assai si differiscono da situazioni europee basate su inverni molto rigidi e lunghi ed estati miti e brevi, tipicamente continentali.

La rappresentatività delle condizioni climatiche esistenti a Catania in qualità di clima tipicamente mediterraneo rende valido tale studio anche in altri contesti tipici dell'area mediterranea e soprattutto di altre località esistenti nel centro-sud Italia nelle quali l'edilizia degli anni '60-'70 è altrettanto diffusa con tecniche costruttive analoghe a quelle analizzate nell'area dell'Oliveto Scammacca di Catania.

Il modello edilizio in esame, come già visto, si inserisce all'interno di un tessuto urbano saturo e consolidato della città; è lateralmente confinato anche se, tramite la corte interna, permette agli alloggi di affacciarsi in 3 lati su 4. L'orientamento dell'edificio è stato fissato lungo l'asse nord-sud, ma i relativi alloggi interagiscono con l'esterno anche ad est o ad ovest.

| | Gen. | Feb. | Mar. | Apr. | Mag. | Giu. | Lug. | Ago. | Sett. | Ott. | Nov. | Dic. |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| T medie mens. | 10,7 | 11,2 | 12,9 | 15,5 | 19,1 | 23,5 | 26,5 | 26,5 | 24,1 | 19,6 | 15,9 | 12,3 |
| T min. ass. | 2 | 0 | 5 | 8 | 14 | 16 | 18 | 19 | 15 | 12 | 9 | 5 |
| T max. ass. | 14 | 15 | 24 | 29 | 32 | 35 | 40 | 39 | 34 | 29 | 25 | 19 |

Tab. 1.13 - Andamento delle temperature a Catania – Dati meteo Aeroporto Fontanarossa

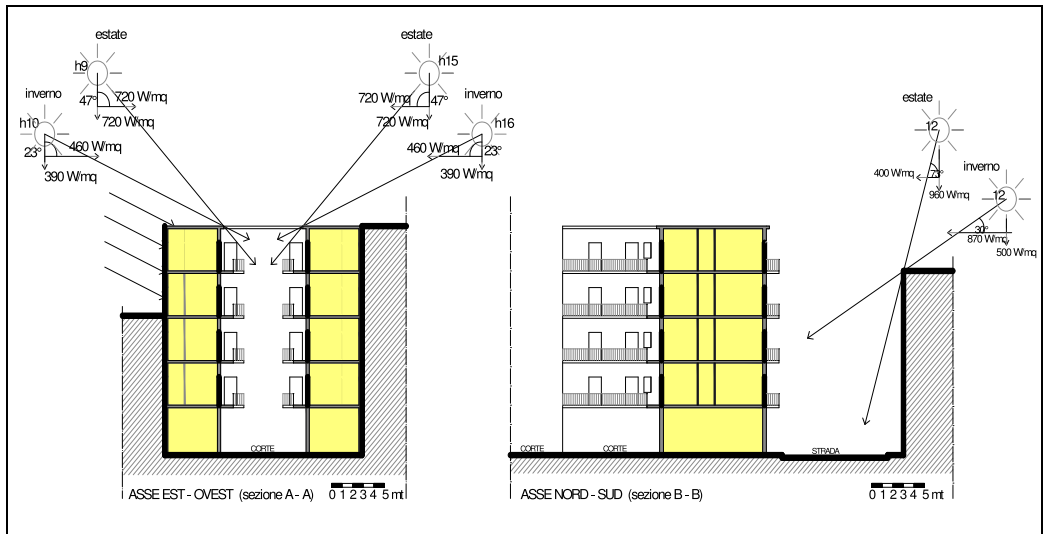


Figura 1.10 - Orientamento dell'edificio e inclinazione del sole in estate e in inverno con relativa intensità di calore per irraggiamento

- *Applicazione del metodo di analisi nel modello edilizio*

L'approccio metodologico e i relativi strumenti, proposti nella presente ricerca, ai fini della determinazione dei costi economici ed energetici negli edifici esistenti, permetteranno di quantificare in termini assoluti quanto costa gestire ai fini del comfort indoor un edificio tipico degli anni '60-'70 (o i suoi relativi alloggi). Il livello relativo di sostenibilità o efficienza economica ed energetica viene rilevato attraverso un confronto tra i costi di gestione del tipo tradizionale e i costi di intervento e di gestione dello stesso tipo riqualificato.

L'approccio metodologico per la determinazione dei costi economici ed energetici nel modello edilizio sarà il seguente:

- 1) Definizione dell'intervento di manutenzione standard nel modello edilizio.

- 2) Realizzazione della voce di intervento con la determinazione del costo economico, energetico e ambientale della stessa.
- 3) Stima complessiva dei costi di intervento negli alloggi e nell'intero modello edilizio (computo metrico estimativo).
- 4) Calcolo del comportamento termodinamico dell'involucro del modello edilizio e analisi di efficienza energetica dello stesso.
- 5) Caratterizzazione degli standard prestazionali di ogni singolo sistema impiantistico, per la produzione del comfort indoor nell'edilizia residenziale degli anni '60-'70.
- 6) Calcolo del fabbisogno di energia primaria del sistema involucro-impianti e analisi di efficienza energetica.
- 7) Stima complessiva dei costi di gestione negli alloggi e nell'intero modello edilizio.

- *L'intervallo temporale di valutazione nel modello edilizio*

Stimare con precisione i costi di intervento e di gestione può risultare tanto più complesso quanto più ampio diventa l'intervallo temporale di valutazione a causa della difficile previsione dei tassi di interesse a lungo termine e della difficile previsione di durata di buon funzionamento che gli elementi del complesso sistema edificio-impianti possono dare in tempi troppo distanti. E' necessario quindi individuare il periodo di tempo in cui possa essere effettuata una stima quanto più vicina alla realtà.

E' prassi assai consueta che gli interventi di manutenzione straordinaria, riguardanti prevalentemente l'involucro edilizio (facciate, coperture, infissi) o la sostituzione degli impianti (elettrici, idrico-sanitari e di climatizzazione) avvengano con una frequenza di 20 o 30 anni l'uno dall'altro ⁴.

L'intervallo temporale di 20 anni risulta quindi un giusto punto di incontro tra l'esigenza di verificare la stima dei costi di natura economica ed energetica e la necessità di effettuare previsioni di stima quanto più veritieri e affidabili. Esso inoltre permette di verificare se e in quanto tempo i costi di intervento di riqualificazione vengano ammortizzati dai rispettivi costi di gestione; il tutto ancor prima che inizi un nuovo ciclo di vita utile mediante un nuovo intervento

⁴ Cfr nota 3.

di riqualificazione.

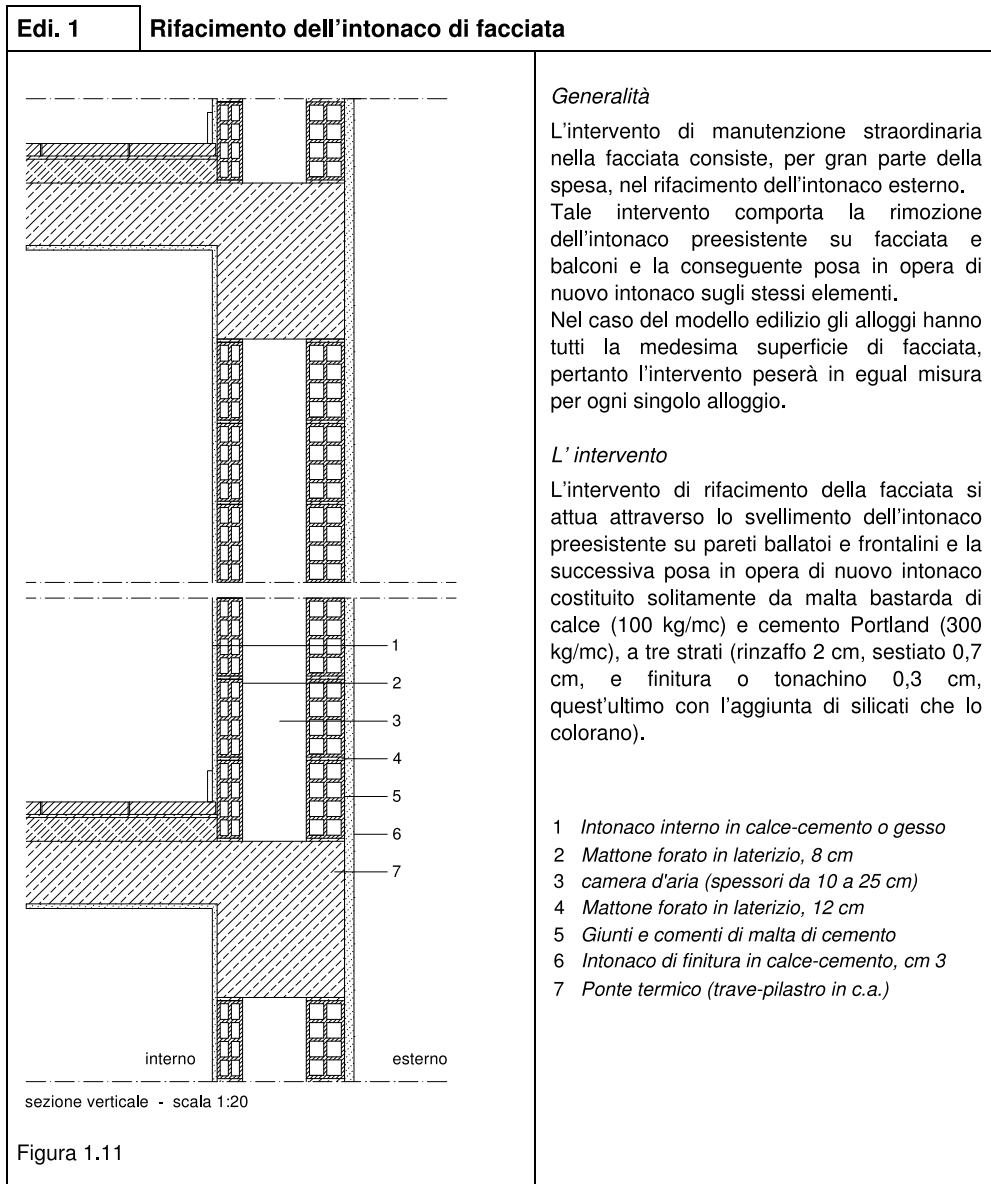
- *Intervento di manutenzione straordinaria nel modello edilizio*

Durante il loro ciclo di vita gli edifici subiscono decadimenti prestazionali di vario genere e di diversa entità, causati dall'uso, dalle interazioni con l'esterno e dall'obsolescenza degli elementi edilizi e tecnologici.

Al fine di garantire la continua efficienza dell'organismo edilizio sono necessari, periodicamente, interventi di manutenzione di ogni elemento del sistema edificio-impianti.

La periodicità degli interventi di manutenzione è comunque diversa da elemento ad elemento. In un sistema edilizio condominiale la periodicità degli interventi di manutenzione risulta più complessa da stabilire a causa delle diverse esigenze, economiche, di uso e di sensibilità di ogni suo singolo proprietario.

Solitamente gli interventi di manutenzione straordinaria di uso comune, come gli interventi sull'involucro edilizio, vengono risolti al voto di riunioni condominiali. Non mancano comunque interventi di manutenzione straordinaria o di ristrutturazione edilizia nel singolo alloggio, che comportano comunque l'integrità e l'uniformità dell'aspetto di tutta la facciata dell'edificio sul fronte strada. Nel caso più comune l'intervento principale consiste nel rifacimento degli intonaci di facciata (frequenza intervento: 20 anni).



Int. E.1

Fornitura e posa in opera di intonaco per esterni dello spessore complessivo non superiore a 3 cm costituito da rinzafo con malta bastarda a 300 kg di cemento e 100kg di calce idraulica, sestato e traversato con malta bastarda con l'aggiunta di idrofugo, rasatura con malta fine e successivo strato di intonaco minerale o ai silicati dello spessore non inferiore a 3 mm. (1 mq di intonaco corrisponde a circa 13 kg in peso dello stesso).

| | | | | |
|--------------|----------|--|----|---------------|
| Costo | € | | mq | € 25,00 (50%) |
|--------------|----------|--|----|---------------|

Tabella 1.14 – Costi di intervento per 1 mq di intonaco analizzati

Nelle pagine seguenti sono elencati gli impianti adottati in fase di gestione e consumo nel modello edilizio residenziale anni '60-'70 e i relativi costi di intervento, gestione e infine globali.

| | |
|--------------|--|
| Imp.A | Caldaia autonoma a gas metano per riscaldamento e produzione a.c.s. |
|--------------|--|

Il rendimento globale medio stagionale (η_g)

Al fine di garantire la potenza termica necessaria per compensare le perdite di calore all'interno degli edifici, gli impianti di riscaldamento devono avere al loro focolare una potenza energetica maggiore in quanto nello stesso sistema impiantistico si creano perdite di calore che non vengono rilasciate all'interno dell'ambiente abitato e sono necessarie altre fonti di energia ausiliaria (elettrica). In sostanza l'incremento della potenza energetica di tutto il sistema impiantistico rispetto a quella strettamente necessaria dovuta alle dispersioni complessive dell'involucro edilizio è definito dal rendimento globale medio stagionale dell'impianto

Tale rendimento si scinde in:

- rendimento di produzione (η_p);
- perdite di calore di regolazione (η_r);
- perdite di calore di distribuzione (η_d);
- perdite di calore di emissione (η_e).⁵

Le caldaie standard autonome alimentate a gas metano installate nella maggioranza degli edifici anni '60 devono essere rifornite di una quantità di energia primaria che va ben al di sopra di quella strettamente richiesta al fine di compensare le sole dispersioni di involucro in quanto i rendimenti del sistema impiantistico sono particolarmente bassi. La causa principale è da attribuire alle **tubazioni** che trasportano il fluido termovettore in quanto non isolate, ma anche a rendimenti di **produzione e di regolazione** della caldaia non particolarmente sensibili alle condizioni climatiche degli ambienti che riscalda (per questo definita standard). Gli elementi terminali o radianti che trasferiscono il calore agli ambienti, i radiatori, hanno invece un elevato rendimento di emissione (per tale motivo sono ancora oggi tra i più diffusi nel mercato), anche se una parte delle emissioni di calore (tra il 5 -15%) si disperde attraverso la parete esterna su cui si agganciano i radiatori. In sintesi il rendimento globale medio stagionale **η_g** del sistema impiantistico risulta essere molto basso⁶ (oscilla tra 0,65 e 0,75) e di conseguenza l'energia richiesta dal generatore di calore deve essere incrementata di un valore pari a **1/ η_g** (una potenza maggiore di un valore compreso tra 1,3 e 1,5).

⁵ a) Rendimento di produzione (η_p): include l'incremento di energia necessaria dovuto agli ausiliari elettrici necessari per il corretto funzionamento dell'impianto e al tipo di conduzione dell'impianto (continuo, intermittente, attenuato); b) Perdite di calore di regolazione (η_r): sono date dal rapporto tra la fornitura di energia in condizioni ideali e quella effettivamente richiesta in condizioni reali. c) Perdite di calore di distribuzione (η_d): tengono conto delle dispersioni di calore che si verificano lungo la rete di distribuzione del fluido termovettore. d) Perdite di calore di emissione (η_e): sono funzionali al posizionamento e al dimensionamento dei corpi scaldanti e alle perdite di calore perse verso l'esterno. Il calcolo del rendimento globale medio stagionale è dato dalla media ponderata dei rendimenti globali mensili (η_{gm}) i quali a loro volta si ricavano dal prodotto $\eta_p^* \eta_r^* \eta_d^* \eta_e$.

⁶ La caldaia generalmente ha una Potenzialità termica massima al bruciatore P_f , ma il calore che viene trasferito ha una Potenzialità nominale P_n un po' più bassa. Inoltre Il rendimento termico di una caldaia tradizionale, quando la stessa lavora al massimo della potenzialità termica nominale (100% P_n), è in genere del 90%; ciò vuol dire che non tutto il calore trasferito al vettore termico è utilizzato dallo stesso, ma il 10% si perde a causa di perdite di calore attraverso il mantello della caldaia e i fumi prodotti dalla combustione. Se la caldaia lavora al 30% della potenza termica nominale (30% P_n) il suo rendimento è ancora minore, pari a circa l'85%.

Nelle singole abitazioni di un'edificio condominiale vengono solitamente installate caldaie autonome a gas per il riscaldamento invernale. Le caldaie in commercio hanno potenzialità, P_f , mediamente pari a 25 kW e relativa potenza nominale $P_n = 22$ kW. Tali caldaie risultano sovradimensionate per il solo riscaldamento e vengono attivate ad una potenzialità in genere pari al 30% P_n . La caldaia installata nell'alloggio residenziale tipo avrà di conseguenza le seguenti caratteristiche: $P_f = 25$ kW; $P_n = 22$ kW; Rendimento 100% $P_n = 90\%$; Rendimento 30% $P_n = 85\%$. Utilizzando la caldaia al 30% P_n avremo una $P \approx 7$ kW e un rendimento termico dell'85% che lo abbassa a $\approx 6,0$ kW. Una caldaia che si alimenta, dunque, a un regime di $P = 7$ kW e di 25,2 MJ di energia consumata in un'ora.

| Imp. B | Climatizzatori per il condizionamento estivo | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|---|------|-------------------|--|--------|-------------------|--|--------|-------------------|
| <p>I carichi di raffrescamento La pompa di calore si oppone ai principi della termodinamica per i quali 2 sistemi a temperature diverse tendono ad assumere la stessa temperatura attraverso il passaggio di calore dal sistema a temperatura più alta a quello a temperatura più bassa. Nella pompa di calore accade l'opposto, in quanto il sistema impiantistico sottrae calore dalla fonte a temperatura più bassa riversandolo (pompa) ad una a temperatura più alta. Il principio di funzionamento non è spontaneo, conseguentemente occorre fornire lavoro (energia) per fare funzionare il sistema.</p> | <p>I climatizzatori sono pompe di calore che sottraggono calore da una sorgente fredda (l'alloggio) e la cedono ad una più calda (l'esterno), per fare questo devono compiere del lavoro (Ciclo inverso di Carnot), assorbendo energia elettrica. Il loro dimensionamento e rendimento dipende dalle temperature che si desidera apportare all'interno dell'habitat abitato e dalle condizioni climatiche esterne. Un climatizzatore tradizionale ha un coefficiente di prestazione, c.o.p., compreso tra 2,5 e 3 (spendendo 1 kW di potenza elettrica un climatizzatore classico emette potenze refrigeranti pari a 2,5 – 3 kW).</p> <table border="1" data-bbox="537 587 1129 790"> <thead> <tr> <th colspan="3">CLIMATIZZATORE STANDARD PER LA PRODUZIONE DEL FREDDO (COP 2,5)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Da 2,5 kW di potenza resa in raffrescamento (≈ 9000 btu/h)</td> <td>1 kW</td> <td>Potenza elettrica</td> </tr> <tr> <td>Da 3,5 kW di potenza resa in raffrescamento (≈ 12000 btu/h)</td> <td>1,4 kW</td> <td>Potenza elettrica</td> </tr> <tr> <td>Da 4,5 kW di potenza resa in raffrescamento (≈ 15000 btu/h)</td> <td>1,8 kW</td> <td>Potenza elettrica</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tab. 3.21 – Prestazioni energetiche dei climatizzatori standard</p> | CLIMATIZZATORE STANDARD PER LA PRODUZIONE DEL FREDDO (COP 2,5) | | | Da 2,5 kW di potenza resa in raffrescamento (≈ 9000 btu/h) | 1 kW | Potenza elettrica | Da 3,5 kW di potenza resa in raffrescamento (≈ 12000 btu/h) | 1,4 kW | Potenza elettrica | Da 4,5 kW di potenza resa in raffrescamento (≈ 15000 btu/h) | 1,8 kW | Potenza elettrica |
| CLIMATIZZATORE STANDARD PER LA PRODUZIONE DEL FREDDO (COP 2,5) | | | | | | | | | | | | | |
| Da 2,5 kW di potenza resa in raffrescamento (≈ 9000 btu/h) | 1 kW | Potenza elettrica | | | | | | | | | | | |
| Da 3,5 kW di potenza resa in raffrescamento (≈ 12000 btu/h) | 1,4 kW | Potenza elettrica | | | | | | | | | | | |
| Da 4,5 kW di potenza resa in raffrescamento (≈ 15000 btu/h) | 1,8 kW | Potenza elettrica | | | | | | | | | | | |

- *Parametri e indicatori per la determinazione del costo economico ed energetico dei sistemi impiantistici tradizionali impiegati per il comfort indoor.*

Comportamento termodinamico dell'involucro edilizio durante la stagione invernale

Il calcolo dei fabbisogni di calore degli alloggi tipo viene effettuato utilizzando i riferimenti della norma UNI 832:2001. Il calcolo viene effettuato considerando i mesi invernali nei quali la temperatura esterna media è inferiore ai 20°C. In base a tali considerazioni l'anno invernale rientra nella fascia mensile novembre-aprile (cfr. norma UNI 10349). In relazione ai calcoli effettuati si evincono i seguenti risultati per i singoli alloggi:

ENERGIA RISCALDAMENTO

| | |
|-----------------|---|
| Classe A | < 20 kWh/mq*anno |
| Classe B | < 30 kWh/mq*anno |
| Classe C | < 45 kWh/mq*anno |
| Classe D | < 60 kWh/mq*anno |
| Classe E | < 75 kWh/mq*anno |
| Classe F | < 90 kWh/mq*anno |
| Classe G | ≥ 90 kWh/mq*anno ← A (140) - B (115) - C (100) |

Tabella 1.15 - Fabbisogno energetico invernale nella zona climatica di Catania (B) per gli alloggi tipo A-B-C

Comportamento termodinamico dell'involucro edilizio durante la stagione estiva

Il calcolo degli accumuli di calore negli alloggi tipo viene effettuato utilizzando i riferimenti della norma UNI 10375. In tale norma vengono sommati gli accumuli di calore per trasmissione, irraggiamento, ventilazione e i carichi interni. A causa della mancanza di norme di riferimento che permettono di valutare i carichi termici complessivi giornalieri di un alloggio, è stata effettuata una somma dei carichi termici orari (a partire dalle 8 sino alle ore 22) che, tenuto conto anche dell'inerzia termica delle strutture di involucro, esprime il valore di energia termica accumulata (in media) giornalmente in un'abitazione. Il calcolo viene effettuato considerando alcuni giorni di riferimento nei quali la temperatura esterna media è superiore ai 25°C. In base a tali considerazioni l'anno estivo rientra nella fascia mensile giugno-settembre. Le valutazioni degli accumuli di calore medi giornalieri verranno effettuate considerando i giorni tipici estivi di ogni mese. In relazione ai calcoli effettuati si evincono i seguenti risultati per i singoli alloggi (le classi energetiche di riferimento utilizzate sono le stesse del riscaldamento invernale):

ENERGIA RAFFRESCAMENTO

| | | |
|-----------------|------------------|-----------|
| Classe A | < 20 kWh/mq*anno | |
| Classe B | < 30 kWh/mq*anno | |
| Classe C | < 45 kWh/mq*anno | |
| Classe D | < 60 kWh/mq*anno | |
| Classe E | < 75 kWh/mq*anno | ← C (80) |
| Classe F | < 90 kWh/mq*anno | ← B (90) |
| Classe G | ≥ 90 kWh/mq*anno | ← A (156) |

Tabella 1.16 - Fabbisogno energetico estivo nella zona climatica di Catania (B) per gli alloggi tipo A-B-C

2. Ipotesi di riqualificazione energetica dell'edilizia residenziale esistente degli anni '60-'70 a Catania

2.1. Ipotesi di riqualificazione: applicazione del metodo alla fase di intervento

L'analisi di valutazione dei costi economici ed energetici negli edifici degli anni '60-'70 da riqualificare ai fini del comfort è fondamentalmente legata a:

- 1) mantenimento della temperatura di benessere all'interno degli ambienti dell'edificio (comfort indoor); tale temperatura è condizionata da fenomeni fisici di bilancio termico interno-esterno che si equilibrano attraverso l'involucro edilizio che li dissipa e il sistema impiantistico che li compensa. Tali fenomeni quindi non si possono annullare ma, attraverso la riqualificazione edilizia e impiantistica, è possibile attenuarli o limitarli al minimo riducendone i relativi costi di gestione;
- 2) Utilizzo di materiali, prodotti e componenti edilizi atti a ridurre i costi di gestione economica ed energetica di cui al punto 1;

L'impatto dell'intervento di riqualificazione edilizia ai fini del miglioramento del comfort indoor può comportare quindi costi di natura economica ed energetica che potrebbero vanificare i rispettivi risparmi attesi in fase di gestione.

Al fine di identificare e quantificare i costi di riqualificazione dell'edificio esistente in termini economici ed energetici, nel presente capitolo sarà condotta un'analisi degli interventi che seguirà tale iter metodologico:

- a) indicare i materiali, i prodotti e le soluzioni di intervento più diffusi nel mercato edilizio ai fini del miglioramento dell'isolamento termico e del comfort indoor;
- b) Calcolare i costi complessivi di ogni intervento;
- c) Calcolare i costi di gestione economica ed energetica dell'edificio e dei relativi alloggi riqualificati.

Occorre infine sottolineare che:

- le ipotesi di intervento di riqualificazione riguarderanno il solo involucro edilizio; pertanto gli interventi di riqualificazione non risulteranno invasivi, cioè non interesseranno l'interno delle abitazioni, ma saranno effettuati all'esterno dell'involucro edilizio;

2.2. Le Soluzioni di intervento sull'involucro edilizio e i relativi costi economici

Tra gli interventi da adottare sull'involucro edilizio vengono proposti quelli che si sono maggiormente consolidati e diffusi nel mercato edilizio.

Gli interventi edilizi analizzati nel presente studio sono i seguenti:

A: Elementi di chiusura verticale opaca:

1. A.1: Intonaci termoisolanti
2. A.2: Cappotto termico
3. A.3: Interventi nell'intercapedine d'aria: materiali sfusi termoisolanti

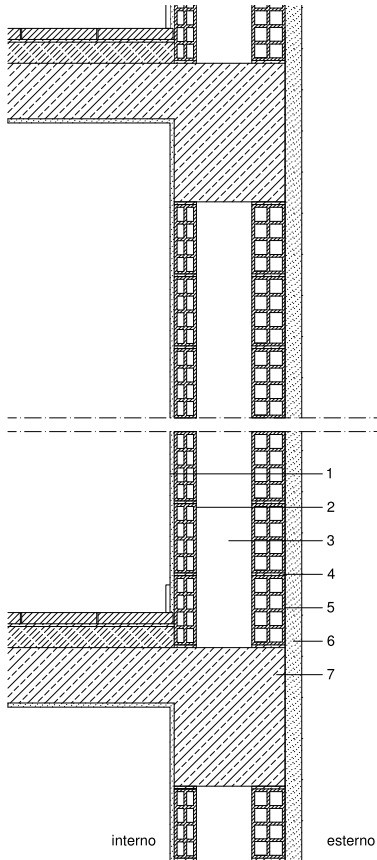
B: Elementi di chiusura verticale trasparente:

4. B.1: Infissi in alluminio a taglio termico e vetrocamera

C: Elementi di chiusura orizzontale di copertura:

5. C.1: Pannelli rigidi termoisolanti

A-1 | **L'intonaco termoisolante**



sezione verticale - scala 1:20

- 1 Intonaco interno in calce-cemento o gesso
- 2 Mattone forato in laterizio, 8 cm
- 3 camera d'aria (spessori da 10 a 25 cm)
- 4 Mattone forato in laterizio, 12 cm
- 5 Giunti e cementi di malta di cemento
- 6 Intonaco di finitura in calce-cemento, alleggerito con inerti sintetici o minerali, spessori da 3 a 6 cm
- 7 Ponte termico (trave-pilastro in c.a.)

Figura 2.1

Generalità

L'intervento è identico a una manutenzione straordinaria di rifacimento dell'intonaco tradizionale di facciata. Esso si attua attraverso lo svellimento dell'intonaco preesistente sulle pareti e la successiva posa in opera di nuovo intonaco termoisolante da applicare in una o due mani sovrapposte con l'applicazione successiva della tonachina di finitura. Gli intonaci termoisolanti hanno la medesima composizione degli intonaci tradizionali (malta di calce e cemento Portland) con l'aggiunta di inerti leggeri del tipo:

- sintetico: perle di polistirolo
- minerale: perlite, vermiculite.

Ha il vantaggio di poter correggere i ponti termici strutturali in cemento armato diminuendone la trasmissione del calore.

Non muta l'effetto estetico della facciata.

Bisogna attenzionare il problema della condensa interstiziale che può formarsi in corrispondenza del nuovo strato e dell'assorbimento dell'acqua che aumenta la conducibilità dell'intonaco stesso. Tale intervento può essere effettuato sia lungo l'intera facciata dell'edificio condominiale sia lungo quella del singolo alloggio (sebbene in quest'ultimo caso sia necessario ripristinare il medesimo colore di facciata dell'edificio).

La posa in opera negli edifici esistenti

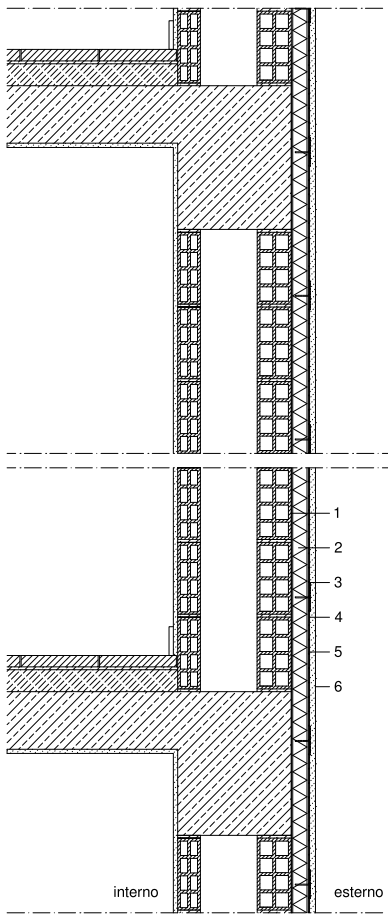
Occorre svellire l'intonaco esistente e ripulire gli strati sottostanti da polveri.

La posa in opera dell'intonaco termoisolante può essere fatta a mano o meccanicamente tramite getto e l'applicazione può avvenire a unica mano (da 3 a 4 cm) o a due mani (da 5 a 6 cm). Nei nodi o negli angoli occorre aggiungere una rete di armatura, generalmente in fibra di vetro a maglia quadrata di 4-5 mm, Φ 3-4 mm.

Figura 2.2
Esempio di facciata rivestita con intonaco termoisolante a base di perle di polistirene espanso (Fonte immagine: Baumit Thermoextra)



A-2 Il cappotto termico



sezione verticale - scala 1:20

- 1 Malta adesiva di cemento, 5mm
- 2 Isolante termico in pannelli (materiali e spessori vari)
- 3 Tassello in plastica
- 4 Rete in fibra, Ø4mm/5cm
- 5 Malta adesiva di cemento, 5mm
- 6 Intonaco plastico di finitura, cm 3

Figura 2.3

Generalità

L'intervento consiste nella posa in opera di un rivestimento multistrato applicato nel lato esterno dell'involucro di facciata. Ha il vantaggio di poter correggere i ponti termici strutturali in cemento armato diminuendone la trasmissione del calore. Non muta l'effetto estetico della facciata in quanto lo strato di finitura è sempre l'intonaco. Bisogna attenzionare il problema della condensa interstiziale che può formarsi in corrispondenza del nuovo strato. Tale intervento può essere effettuato solo lungo l'intera facciata dell'edificio.

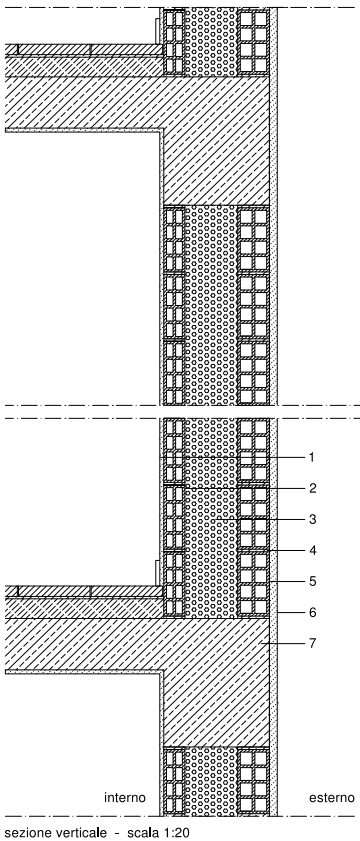
La posa in opera negli edifici esistenti

Il cappotto termico viene applicato su facciate esistenti senza che sia necessario lo svellimento dell'intonaco preesistente. Gli elementi che rappresentano la stratigrafia del cappotto termico, in ordine dall'interno verso l'esterno, sono: 1) Malta adesiva a base di cemento da applicare per punti lungo la strato di supporto esistente (i mattoni o l'intonaco di facciata pre-esistente). 2) Pannello termoisolante rigido o semirigido, avente l'unica funzione di attenuare la trasmissione del calore. I pannelli commercialmente proposti sono vari e di ognuno è possibile scegliere spessori differenti. 3) Tasselli di supporto a disco dell'isolante termico nel numero di 6-8/mq. 4) Una rete di ancoraggio, generalmente in fibra di vetro, a maglia quadrata di 4-5 mm, Ø3-4 mm, la quale, mostrando una elevata deformabilità e resistenza allo strappo, assorbe le differenti dilatazioni dell'intonaco e del pannello isolante in cui si interpone, evitando la fessurazione dell'intonaco di facciata di cui al successivo punto 6. 5) Malta adesiva a base di cemento da applicare uniformemente sulla rete in fibra di vetro. 6) Lo strato di finitura di intonaco, tradizionalmente utilizzato, è un plastico a base di cemento, mediamente pari a 1-2 cm.

Figura 2.4
Particolare della posa del cappotto termico su edificio avente intelaiatura in c.a. e parete esterna a camera d'aria.



A-3 Interventi nell'intercapedine d'aria: materiali sfusi



- 1 Intonaco interno in calce-cemento o gesso
- 2 Mattoncino forato in laterizio, 8 cm
- 3 intercapedine riempita con inerti termoisolanti sfusi, sintetici o minerali (spessore pari alla camera d'aria, da 10 a 25 cm)
- 4 Mattoncino forato in laterizio, 12 cm
- 5 Giunti e cementi di malta di cemento
- 6 Intonaco di finitura in calce-cemento, 3 cm
- 7 Ponte termico (trave-pilastro in c.a.)

Figura 2.5

Generalità

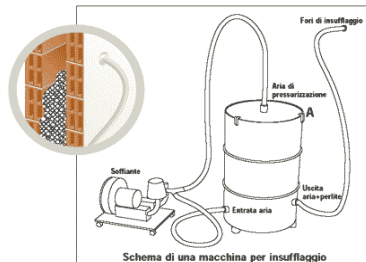
L'intervento consiste nella insufflazione di materiale inerte e leggero all'interno dell'intercapedine d'aria della muratura a cassetta. Non riesce però a correggere i ponti termici strutturali in cemento armato, pertanto tali punti risultano ugualmente soggetti a condensa superficiale interna. Non muta l'effetto estetico della facciata in quanto lo strato di finitura è sempre l'intonaco. Bisogna verificare la portanza delle strutture in quanto i materiali sfusi di riempimento, nonostante siano abbastanza leggeri, dovendo riempire intercapedini molto spesse (anche >30cm) hanno un peso non trascurabile. Occorre inoltre armare, seppur debolmente, i tramezzi di confinamento della camera d'aria in quanto il carico i materiali di riempimento esercitano notevoli pressioni sulle pareti stesse, soprattutto negli strati in prossimità del pavimento.

Infine occorre attenzionare il problema della condensa interstiziale che, una volta formatasi in corrispondenza del nuovo strato, aumenta la conducibilità termica dello stesso. Tale intervento può essere effettuato sia lungo l'intera facciata dell'edificio sia lungo quella del singolo alloggio.

La posa in opera negli edifici esistenti

L'intervento viene effettuato dall'esterno; occorre realizzare fori del diametro di 15 cm lungo la parte alta della parete e deumidificare naturalmente o meccanicamente l'intercapedine della parete; occorre anche verificare il buono stato di resistenza della muratura ed eventualmente irrigidirla con rete elettrosaldata annegata nell'intonaco esterno; effettuati tali interventi è possibile insufflare il materiale sfuso termoisolante sino all'altezza dei fori che potranno essere nuovamente sigillati o chiusi tramite bochette al fine di evitare eventuali fenomeni di condensa.

Figura 2.6
Insufflaggio dei materiale sfuso termoisolante nelle intercapedini murarie esistenti
(Fonte immagine: Peralit)



Elenco delle voci e costi di opere compiute per gli elementi di chiusura verticale opaca:**Int. A-1**

Fornitura e applicazione di intonaco premiscelato termoisolante per esterni da applicare su sestiato e traversato consolidato e liscio come da intonaco di fondo con malta bastarda con l'aggiunta di inerte a celle chiuse adatto ad incrementare l'isolamento termico di parete, rasatura con malta fine e successivo strato di intonaco minerale o ai silicati dello spessore non inferiore a 3 mm.

A base di perlite (150 kg/mc → 1,5 kg/mq*cm di spessore); conducibilità prodotto con contenuto d'acqua al 10%: $\lambda = 0,15 \text{ W/m}^\circ\text{K}$

| | | | |
|-------|---|------------------------|---------|
| Costo | € | mq x cm di spessore | € 12,00 |
|-------|---|------------------------|---------|

Int.A-2

Fornitura e posa in opera di rivestimento termoisolante a "cappotto" su superfici esterne verticali ed orizzontali, costituito da: lastre in polistirene espanso sinterizzato, marchiato CE, densità 15 kg/m3, conforme alla norma EN 13163, alle norme ETICS, con classe di infiammabilità secondo la DIN 4102 e di diffusione del vapore secondo la DIN 4108, con rasante-collante su tutto il perimetro, compreso, sui supporti che lo richiedono, l'eventuale fissaggio con tasselli a vite espandibile, compresi i profili di partenza ed i profili paraspigoli, in plastica con rete in fibra di vetro, per il corretto ancoraggio alla rasatura armata. Successiva rasatura armata sulle lastre in polistirene, con rasante-collante e rete in fibra di vetro con maglia 5x5 mm, da 150 g/m2, cucita ai quattro angoli, con appretto antialcalino. Il sistema è finito con intonachino minerale silossanico, altamente permeabile al vapore e altamente idrorepellente, conforme alla norma DIN 4108.3, nei colori a scelta della D.L., compresi gli eventuali risvolti di raccordo. Previa preparazione delle superfici con fondo di ancoraggio a base di resine sintetiche copolimeri, gli sfridi e quanto altro occorra per dare l'opera a regola d'arte.

Con pannelli rigidi in polistirene espanso estruso $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^\circ\text{K}$, densità 40 kg/mc

| | | | |
|-------|---|------------------------|---------|
| Costo | € | mq x cm di spessore | € 14,00 |
|-------|---|------------------------|---------|

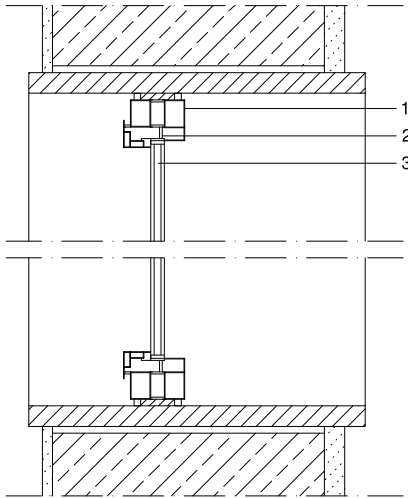
Int.A-3

Riempimento intercapedine di pareti esterne esistenti a cassa vuota tramite con materiali sfusi termoisolanti compresa la realizzazione e la sigillatura dei fori esterni, l'asciugatura dell'intercapedine, le impalcature e quant'altro occorre per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte.

Perle di polistirene espanso, densità 50 kg/mc (\square umido 10%= 0,08 W/m°C)

| | | | |
|-------|---|------------------------|--------|
| Costo | € | mq x cm di spessore | € 4,00 |
|-------|---|------------------------|--------|

B-1 Infissi con telaio in alluminio a taglio termico e vetrocamera



sezione verticale - scala 1:10

- 1 Telaio in alluminio
- 2 Guarnizioni in gomma (taglio termico)
- 3 Vetrocamera

Figura 2.7

Generalità

Gli infissi con telaio in alluminio si caratterizzano per la leggerezza, infrangibilità, resistenza alla corrosione, atossicità e riciclabilità dello serramento, ma anche una elevata conducibilità termica. Il sistema a taglio termico prevede l'interruzione continua dei profili in alluminio utilizzati per i telai degli infissi tramite l'inserimento di materiali plastici, ad elevate prestazioni di isolamento che riducono sensibilmente le trasmissioni di calore dirette tra l'ambiente interno e l'esterno.

Il vetro è a vetrocamera ed costituito da 2 o più lastre unite perimetralmente tramite profilati metallici e distanziate tra loro al fine di lasciare una camera d'aria secca, influenza il coefficiente di trasmissione termica abbattendolo notevolmente. Essi possono sostituire facilmente gli infissi esistenti senza dover ricorrere allo svellimento dei tradizionali sistemi di oscuramento (avvolgibili).



Figura 2.8

Elenco delle voci e costi di opere compiute per gli elementi di chiusura trasparente:

Int. B.0

Fornitura e posa in opera di vetrocamera composta da due lastre di vetro float, incolore, spessore nominale 5 mm, unite al perimetro da intercalare in metallo sigillato alle lastre e tra di esse delimitante un'intercapedine di aria disidratata.

Spessore 5-12-5; U = 2,4 W/mq°C

| | | | | |
|-------|---|--|----|---------|
| Costo | € | | mq | € 50,00 |
|-------|---|--|----|---------|

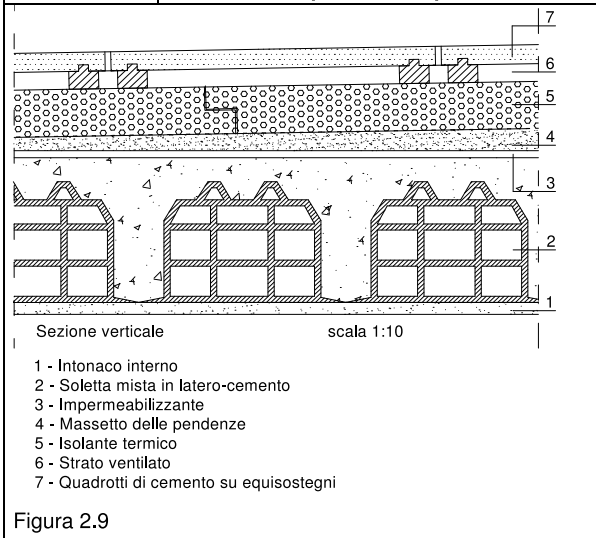
Int. B.1

Fornitura e posa in opera di telai in alluminio estruso a taglio termico fissi e mobili assemblati meccanicamente e preverniciati chimicamente, spessore circa 6 cm, compresi fermavetri, guarnizioni di tenuta all'aria e all'acqua, controtelaio in ferro, esclusi i vetri.

trasmissione termica telaio U = 2,1 W/mq°C; peso medio telaio 15 kg/mq

| | | | | |
|-------|---|--|----|----------|
| Costo | € | | mq | € 350,00 |
|-------|---|--|----|----------|

C-1 Isolamento copertura con pannelli termoisolanti e pavimento ventilato



Generalità

Questo intervento consente di isolare termicamente le terrazze esistenti proteggendo lo strato isolante e lo strato impermeabilizzante dall'azione diretta degli agenti atmosferici esterni.

Sopra il manto impermeabilizzante esistente vengono poggiati i pannelli termoisolanti (EPS, PUR, lana di vetro e lana di roccia) opportunamente resinati o rivestiti di strato impermeabilizzante. Sopra questi viene poggiato per punti uno strato di pavimentazione (generalmente lastre di cemento) in maniera tale da realizzare uno strato (3-4 cm) di ventilazione che evita il surriscaldamento estivo.

Figura 2.9

Elenco delle voci e costi di opere compiute per gli elementi di chiusura orizzontale opaca:

Int.C-1

Isolamento termico di coperture preesistenti a lastrico solare calpestabile tramite posa in opera, su strato impermeabile preesistente o già posato in opera, di pannelli rigidi termoisolanti impermeabili, opportunamente inclinati, resistenza alla compressione non inferiore a 3000 kg/m²

Fornitura e posa in opera di pannelli rigidi in poliuretano, densità 25 kg/mc ($\lambda = 0,035$ W/m°C)

| | | | |
|-------|---|---------------------|--------|
| Costo | € | mq x cm di spessore | € 4,00 |
|-------|---|---------------------|--------|

Int.C-2

Fornitura e Posa in opera di pavimentazione costituita da quadrotti di cemento (peso specifico 1800 kg/mc; spessore 3 cm) poggiata, per punti, inclusi equisostegni, altezza 3 cm.

| | | | |
|-------|---|----|---------|
| Costo | € | mq | € 10,00 |
|-------|---|----|---------|

Altri voci di costo nelle varie ipotesi di intervento

Le voci delle opere compiute e i relativi costi sopra elencati sono specifici dei soli interventi di riqualificazione energetica dell'involucro edilizio; per la determinazione dei costi complessivi delle varie ipotesi di riqualificazione sono stati effettuati elaborati computi metrici estimativi successivamente allegati.

2.3. Ipotesi di riqualificazione: applicazione del metodo alla fase di gestione

Le diverse soluzioni di riqualificazione edilizia, sopra individuate ed esaminate, sono state analizzate in fase di gestione per mezzo di calcoli termici relativi ad ogni soluzione edificio-impianti⁷; si sottolinea che il presente studio non prevede calcoli e analisi costi-benefici relativi a soluzioni edilizie che prevedano riqualificazioni dell'impianto termico (uso riscaldamento e produzione da acqua calda sanitaria) e dell'impianto di climatizzazione estiva.

| - Riscaldamento: - Raffrescamento: - Acqua calda sanitaria (acs) | | | Caldaia standard termoautonoma a gas metano ($\eta_g = 0,7$) Climatizzatori standard (e.e.r.= 2,5) Caldaia standard termoautonoma a gas metano ($\eta_g = 0,7$) | | | | | |
|--|----------------------|--|---|---|---|---|--------|---------|
| Int. | Alloggi/ edificio | Chiusura Verticale Opaca | Chiusura Verticale Trasparente | Chiusura Orizzontale Copertura | Chiusure di confin. | Classe efficienza (kWh/mq anno-*kWh/p anno) | | |
| | | | | | | Inverno | Estate | *A.c.s. |
| E1 | Alloggio A | Nessun intervento di riqualificazione energetica | Nessun intervento di riqualificazione energetica | Nessun intervento di riqualificazione energetica | Nessun intervento di riqualificazione energetica | 140 | 156 | 1000 |
| | Alloggio B | | | | | 115 | 90 | 1000 |
| | Alloggio C | | | | | 100 | 80 | 1000 |
| | Edificio | | | | | 110 | 100 | 1000 |
| A1 | Alloggio A | intervento A1 int. Perlite 5 cm U= 0,82 M= 240 | intervento B1 allum+vetro 5-12-5 Uf = 2,4 | intervento C1 pann.PUR 5cm U = 0,37 | Nessun intervento di riqualificazione energetica | 104 | 96 | 1000 |
| | Alloggio B | | | | | 86 | 67 | 1000 |
| | Alloggio C | | | | | 75 | 64 | 1000 |
| | Edificio | | | | | 85 | 72 | 1000 |
| A2 | Alloggio A | intervento A2 cap. EPS 6 cm U= 0,40 M= 240 | intervento B1 allum+vetro 5-12-5 Uf = 2,4 | intervento C1 pann.PUR 5cm U = 0,37 | Nessun intervento di riqualificazione energetica | 71 | 88 | 1000 |
| | Alloggio B | | | | | 51 | 60 | 1000 |
| | Alloggio C | | | | | 50 | 58 | 1000 |
| | Edificio | | | | | 55 | 66 | 1000 |
| A3 | Alloggio A | intervento A3 sfuso EPS20cm U= 0,30 M= 255 | intervento B1 allum+vetro 5-12-5 Uf = 2,4 | intervento C1 pann.PUR 5cm U = 0,37 | Nessun intervento di riqualificazione energetica | 73 | 77 | 1000 |
| | Alloggio B | | | | | 60 | 54 | 1000 |
| | Alloggio C | | | | | 64 | 53 | 1000 |
| | Edificio | | | | | 66 | 59 | 1000 |

Tabella 2.1

⁷ Calcoli termici effettuati e verificati con i seguenti programmi: DoCet dell'ENEA, Edilclima, Termus (Acca software).

La tabella sopra esposta permette di evidenziare dal punto di vista energetico i seguenti aspetti:

1. Le soluzioni di intervento sul solo involucro edilizio permettono un abbattimento dei consumi energetici annui per il riscaldamento invernale e la climatizzazione estiva oscillante tra il 25% (soluzione A1) e il 35% (soluzioni A2-A3);
2. il calcolo effettuato sull'edificio rappresentativo evidenzia un conseguente innalzamento della classe energetica invernale di "riferimento" che passa dalla classe "G" dell'edificio non riqualificato alle classi "E" (soluzione A1) e "D" (soluzioni A2-A3);
3. nell'eventualità di una riqualificazione del sistema impiantistico invernale dei singoli alloggi (utilizzo di sistemi diffusi in commercio quali: caldaia a condensazione, tubazioni isolate, valvole termostatiche, radiatori a parete) sarebbe possibile elevare la classe energetica dell'edificio riqualificato alla classe "B" (<25-30kWh/mq*anno).

3. Scenari di gestione economica ed energetica per l'edilizia residenziale degli anni '60-'70 "riqualificata"

3.1. Analisi dei risultati per le varie soluzioni di intervento e gestione dell'edificio degli anni '60-'70.

Di seguito sono riportati in tabella i risultati dei calcoli per l'analisi dei costi (di intervento e di gestione) e dei benefici (risparmio economico nei 20 anni di gestione) applicati al modello edilizio rappresentativo; nello specifico sono stati confrontati gli esiti della riqualificazione tradizionale dell'edificio oggetto di analisi con i risultati derivanti dalla riqualificazione finalizzata al risparmio energetico di gestione (riscaldamento invernale, climatizzazione estiva e produzione di acqua calda sanitaria (a.c.s.):

Dal calcolo e dal confronto dei costi economici in fase di intervento (computi metrici dei lavori riportati in appendice) e di gestione (calcoli con programmi energetici⁸ e analisi economica⁹) effettuati nel modello edilizio per le 3 soluzioni A-1, A-2, A-3, si evince che:

- la soluzione A-1 è quella che presenta il minor costo economico di intervento di riqualificazione (€120.000), ma il costo economico complessivo (intervento + gestione nei 20anni) più alto (€649.000).
- Sebbene le soluzioni A-2 e A-3 presentino costi economici complessivi (intervento + gestione nei 20anni) confrontabili, la soluzione A-3 comporta costi iniziali di intervento più sostenuti rispetto alla soluzione A-2 (costi intervento sol. A-3: €151.000 – costi intervento sol. A-2: €133.000) e un conseguente ritorno dell'investimento (costi di intervento= risparmio sui consumi per il riscaldamento e la climatizzazione estiva) più alto (il ritorno dell'investimento della sol.A-2 è pari a 9 anni – il ritorno dell'investimento della sol.A-3 è pari a 10,2 anni).
- Occorre anche precisare che la soluzione A3 ha il grosso limite di non isolare i ponti termici (pilastri-travi-solai), pertanto potrebbero verificarsi fenomeni di

⁸ Cfr nota 7.

⁹ Calcolo del costo di gestione nei 20 anni effettuato con il metodo delle annualità posticipate.

condensa di vapore negli angoli “freddi” di parete-solaio posti all’interno delle abitazioni.

La soluzione A-2 di riqualificazione energetica del modello edilizio in oggetto, che include la riqualificazione delle pareti esterne per mezzo del cappotto termico, risulta pertanto la più sostenibile dal punto di vista sia tecnico che economico.

| EDIFICIO RIQUALIFICATO | | | | A-1 | | |
|--|--|--|------------------------------------|--|--|---|
| Elementi edilizi esistenti | | Pareti a camera d'aria – Infissi vetro singolo – copertura non isolata | | | | |
| Interventi edilizi | | Intonaco termoisolante perlite (5 cm); Inf. allum+vetro 5-12-5; Copert. Isol.PUR(5 cm) | | | | |
| Sistemi impianti esistenti | | Risc. Caldaia termoaut. (η 0,7), Raffr. Pompa di calore (EER 2,5), A.c.s. Caldaia term.(η 0,7) | | | | |
| Interventi impiantistici | | --- (si adottano i sistemi impiantistici esistenti) | | | | |
| EDIFICIO RAPPRESENTATIVO (residenziale) | COSTO GLOBALE edificio | | Legenda: | | | AGEVOLAZIONI FISCALI ATTUABILI |
| | | | INTERVENTI | GESTIONE (20 anni) | TOTALI | |
| | ECONOMICO € | Esistente | 42.000 | 670.000 | 712.000 | Recupero spese: Pareti: 50% Infissi: 55% Copert: 55% |
| | | Riqualif. | 120.000 | 529.000 | 649.000 | |
| | Maggiori oneri di spesa iniziale (riqualificazione) | | Risparmio annuo di gestione | | Tempi di ritorno investimento economico | Risparmi complessivi in 20 anni |
| € 78.000 | | Edificio: € 7.050 Alloggio tipo A: € 1.693 Alloggio tipo B: € 777 Alloggio tipo C: € 580 | | 9 anni (senza agevol. fiscali) | € 63.000 (senza agevol. fiscali) | |

Tabella 3.1

| EDIFICIO RIQUALIFICATO | | | | A-2 | | |
|--|--|---|------------------------------------|--|--|---|
| Elementi edilizi esistenti | | Pareti a camera d'aria – Infissi vetro singolo – copertura non isolata | | | | |
| Interventi edilizi | | Cappotto EPS (6 cm) ; Inf. allum+vetro 5-12-5; Copert. Isol. PUR (5 cm) | | | | |
| Sistemi impianti esistenti | | Risc. Caldaia termoaut. (η 0,7), Raffr. Pompa di calore (EER 2,5), A.c.s. Caldaia term.(η 0,7) | | | | |
| Interventi impiantistici | | --- (si adottano i sistemi impiantistici esistenti) | | | | |
| EDIFICIO RAPPRESENTATIVO (residenziale) | COSTO GLOBALE edificio | | Legenda: | | | AGEVOLAZIONI FISCALI ATTUABILI |
| | | | INTERVENTI | GESTIONE (20 anni) | TOTALI | |
| | ECONOMICO € | Esistente | 42.000 | 670.000 | 712.000 | Recupero spese: Pareti: 50% Infissi: 55% Copert: 55% |
| | | Riqualif. | 133.000 | 467.000 | 600.000 | |
| | Maggiori oneri di spesa iniziale (riqualificazione) | | Risparmio annuo di gestione | | Tempi di ritorno investimento economico | Risparmi complessivi in 20 anni |
| € 91.000 | | Edificio: € 10.150 Alloggio tipo A: € 2.156 Alloggio tipo B: € 1.232 Alloggio tipo C: € 929 | | 9 anni (senza agevol. fiscali) | € 111.650 (senza agevol. fiscali) | |

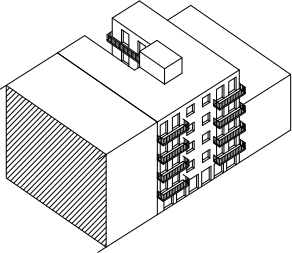
Tabella 3.2

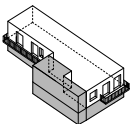
| EDIFICIO RIQUALIFICATO | | | | A-3 | | | |
|--|--|---|------------------------------------|---|--|---|---|
| Elementi edilizi esistenti | | Pareti a camera d'aria – Infissi vetro singolo – copertura non isolata | | | | | |
| Interventi edilizi | | Interc. Sfuso EPS (20 cm); Inf. allum+vetro 5-12-5; Copert. Isol. PUR (5cm) | | | | | |
| Sistemi impianti esistenti | | Risc. Caldaia termoaut. (η 0,7), Raffr. Pompa di calore (EER 2,5), A.c.s. Caldaia term.(η 0,7) | | | | | |
| Interventi impiantistici | | --- (si adottano i sistemi impiantistici esistenti) | | | | | |
| EDIFICIO RAPPRESENTATIVO (residenziale) | COSTO GLOBALE edificio | | Legenda: | | | AGEVOLAZIONI FISCALI ATTUABILI | |
| | | | INTERVENTI | GESTIONE (20 anni) | TOTALI | | |
| | ECONOMICO € | Esistente | 42.000 | 670.000 | | 712.000 | Recupero spese: Pareti: 50% Infissi: 55% Copert: 55% |
| | | Riqualif. | 151.000 | 456.000 | | 607.000 | |
| | Maggiori oneri di spesa iniziale (riqualificazione) | | Risparmio annuo di gestione | | Tempi di ritorno investimento economico | | Risparmi complessivi in 20 anni |
| € 109.000 | | Edificio: € 10.700 Alloggio tipo A: € 2.394 Alloggio tipo B: € 1.287 Alloggio tipo C: € 928 | | 10,2 anni (senza agevol. fiscali) | | € 107.000 (senza agevol. fiscali) | |

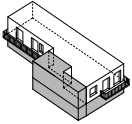
Tabella 3.3

3.2. Soluzione di intervento A-2: sintesi dei risultati nel modello edilizio e relativi alloggi

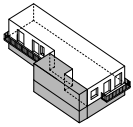
Le schede sottostanti riepilogano in sintesi i dati generali del modello edilizio esistente e dei suoi singoli alloggi e le soluzioni di intervento di risparmio economico ed energetico più sostenibili:

| MODELLO EDILIZIO | | | |
|--|--|---|--|
|  | | <p><u>Dati generali:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Località: Catania. - Orientamento: sud – nord. - Inseadimento: area urbana densamente popolata. - Tipologia: edificio condominiale, confinato a 4 piani e 8 alloggi. | |
| 1 | Soluzione A-2 | Ritorno Investimento medio: 9 anni | |
| Interventi involucro | <p><u>Chiusura verticale opaca:</u> Parete a cappotto; isolamento con pannelli in EPS (cm 6)</p> | <p><u>Chiusura Vert. Trasparente:</u> Infissi in alluminio e vetrocamera 5-12-5</p> | <p><u>Chiusura Orizzontale opaca:</u> Tetto con isolamento in poliuretano (cm 5)</p> |
| Interventi impianti | <p><u>Riscaldamento:</u> ESISTENTE (Caldaia standard termoautonoma a gas)</p> | <p><u>Raffrescamento:</u> ESISTENTE (Climatizzatori standard)</p> | <p><u>A.c.s.:</u> ESISTENTE (Caldaia standard termoautonoma a gas)</p> |
| <p>Livelli di sostenibilità: Con tale soluzione in 20 anni infatti si risparmierebbe il 34% di energia, (e dal punto di vista ambientale il 32% di CO2 in meno emessa e il 30% di risorse in meno complessivamente sottratte al territorio). Inoltre i costi di investimento vengono assorbiti in tempi utili, in circa 9 anni (senza agevolazioni di recupero del 50% della spesa dall'IRPEF).</p> | | | |
| <p>Ostacoli verso l'ottimo di sostenibilità: indisponibilità dell'utenza a investire</p> | | | |
| <p>Note: Con le agevolazioni fiscali che consentono la detrazione del 55% della spesa sostenuta dall'IRPEF l'ammortamento dell'investimento avverrebbe in circa 4 anni e mezzo.</p> | | | |

| ALLOGGIO TIPO A (Alloggio più esposto verso l'esterno) | | | |
|--|--|--|--|
|  | | <p>Dati generali:</p> <p>Volume lordo alloggio (V): 330 mc Pareti verso amb. riscaldati (S3): 16 mq Involucro complessivo alloggio (S): 367 mq Solai di interpiano (S4): 118 mq Pareti verso l'esterno (S1): 115 mq Solaio di copertura (S5): 118 mq Pareti verso amb. non riscaldati (S2): 2 mq Superficie infissi (S6): 15 mq RAPPORTO (S1+S2+S5)/V: 1,1</p> | |
| 1 | Soluzione A-2 | Ritorno Investimento: 8,8 anni | |
| Interventi involucro | <u>Chiusura verticale opaca:</u> Parete a cappotto; isolamento con pannelli in EPS (cm 6) | <u>Chiusura Vert. Trasparente:</u> Infissi in alluminio e vetrocamera 5-12-5 | <u>Chiusura Orizzontale opaca:</u> Tetto con isolamento in poliuretano (cm 5) |
| Interventi impianti | <u>Riscaldamento:</u> <i>ESISTENTE (Caldaia standard termoautonoma a gas)</i> | <u>Raffrescamento:</u> <i>ESISTENTE (Climatizzatori standard)</i> | <u>A.c.s.:</u> <i>ESISTENTE (Caldaia standard termoautonoma a gas)</i> |
| <p>Livelli di sostenibilità: L'alloggio tipo A è quello che più apprezza la riqualificazione sia dal punto di vista energetico che economico. Con le soluzioni sopra indicate infatti in 20 anni infatti si risparmierebbe il 50% di energia (e dal punto di vista ambientale il 45% di CO2 in meno emessa e il 40% di risorse in meno complessivamente sottratte al territorio). o (incluso quella spesa per gli interventi i coefficienti di sostenibilità relativa si mantengono tra 0,35-0,56). Inoltre i costi di investimento verranno assorbiti in circa 9 anni (senza agevolazioni di recupero del 50% della spesa dall'IRPEF).</p> | | | |
| <p>Note: Con le agevolazioni fiscali che consentono la detrazione del 55% della spesa sostenuta dall'IRPEF l'ammortamento dell'investimento avverrebbe in poco più di 4 anni.</p> | | | |

| ALLOGGIO TIPO B (Alloggio mediamente esposto verso l'esterno) | | | |
|--|--|--|--|
|  | | <p>Dati generali:</p> <p>Volume lordo alloggio (V): 330 mc Pareti verso amb. riscaldati (S3): 101 mq Involucro complessivo alloggio (S): 367 mq Solai di interpiano (S4): 118 mq Pareti verso l'esterno (S1): 58 mq Solaio di copertura (S5): 118 mq Pareti verso amb. non riscaldati (S2): 12 mq Superficie infissi (S6): 15 mq RAPPORTO (S1+S2+S5)/V: 0,75</p> | |
| 1 | Soluzione A-2 | Ritorno Investimento: 9,5 anni | |
| Interventi involucro | <u>Chiusura verticale opaca:</u> Parete a cappotto; isolamento con pannelli in EPS (cm 6) | <u>Chiusura Vert. Trasparente:</u> Infissi in alluminio e vetrocamera 5-12-5 | <u>Chiusura Orizzontale opaca:</u> Tetto con isolamento in poliuretano (cm 5) |
| Interventi impianti | <u>Riscaldamento:</u> <i>ESISTENTE (Caldaia standard termoautonoma a gas)</i> | <u>Raffrescamento:</u> <i>ESISTENTE (Climatizzatori standard)</i> | <u>A.c.s.:</u> <i>ESISTENTE (Caldaia standard termoautonoma a gas)</i> |
| <p>Livelli di sostenibilità: Nonostante sia l'alloggio con il ritorno sull'investimento più lungo, i costi di investimento vengono assorbiti in circa 9,5 anni.</p> | | | |
| <p>Note: Con le agevolazioni fiscali che permettono la detrazione del 55% della spesa sostenuta dall'IRPEF, l'ammortamento avverrebbe in circa 4 anni e mezzo.</p> | | | |

ALLOGGIO TIPO C (Alloggio poco esposto verso l'esterno)



Dati generali:

| | | | |
|--|--------|------------------------------------|-------------|
| Volume lordo alloggio (V): | 330 mc | Pareti verso amb. riscaldati (S3): | 16 mq |
| Involucro complessivo alloggio (S): | 367 mq | Solai di interpiano (S4): | 118 mq |
| Pareti verso l'esterno (S1): | 41 mq | Solaio di copertura (S5): | 118 mq |
| Pareti verso amb. non riscaldati (S2): | 2 mq | Superficie infissi (S6): | 15 mq |
| | | RAPPORTO (S1+S2+S5)/V: | 0,55 |

| 1 | Soluzione A-2 | Ritorno Investimento: 9,0 anni | |
|--|--|---|--|
| Interventi involucro | <u>Chiusura verticale opaca:</u> Parete a cappotto; isolamento con pannelli in EPS (cm 6) | <u>Chiusura Vert. Trasparente:</u> Infissi in alluminio e vetrocamera 5-12-5 | <u>Chiusura Orizzontale opaca:</u> Tetto con isolamento in poliuretano (cm 5) |
| Interventi impianti | <u>Riscaldamento:</u> ESISTENTE (Caldaia standard termoautonoma a gas) | <u>Raffrescamento:</u> ESISTENTE (Climatizzatori standard) | <u>A.c.s.:</u> ESISTENTE (Caldaia standard termoautonoma a gas) |
| <p>Livelli di sostenibilità: E' l'alloggio con la più bassa % di superfici rivolte verso l'esterno. Per tale motivo l'investimento iniziale risulta basso e i risparmi sullo stesso sono evidenti già all' 9° anno.</p> | | | |
| <p>Note: Con le agevolazioni fiscali che permettono la detrazione del 55% della spesa sostenuta dall'IRPEF l'ammortamento dell'investimento avverrebbe in circa 4 anni e mezzo.</p> | | | |

Computi metrici estimativi degli interventi di riqualificazione

| E- INTERVENTO TRADIZIONALE | | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|---|-----------|--------------|----------------|-------------------|
| NR. | CODICE ARTICOLO | DESCRIZIONE E COMPUTO | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | |
| 1 | Np.01 | <p>Ponteggio realizzato secondo le norme antinfortunistiche vigenti con elementi tubolari inclusa la fornitura e collocazione del tavolato (pedane) per i piani di lavoro ed i relativi fermapiede, la rete parasassi per tutta l'altezza dell'edificio, il tutto realizzato a norma del D.L. 37/08 ai fini del soddisfacimento del D.L.81/08 e succ. mod. e integrazioni. Il ponteggio sarà eseguito con attrezzature provenienti dalla stessa casa produttrice, corredate della relativa certificazione di qualità e conformità, valutato convenzionalmente in misura pari alla superficie lorda delle pareti verticali servite e rimarrà montato per tutta la durata dei lavori.</p> <p>Il montaggio sarà eseguito in conformità al progetto redatto da tecnico abilitato, secondo gli schemi forniti dalla casa costruttrice che saranno regolarmente depositati presso il cantiere, rispettando gli accessi ai garages e quelli condominiali. Il calcolo del ponteggio è a carico dell'impresa.</p> <p>E'compreso il trasporto sul posto, il montaggio, lo smontaggio, il trasporto di ritiro al deposito ed ogni altro onere e magistero per dare il ponteggio perfettamente funzionante, compresi altresì i relativi oneri di manutenzione.</p> <p>E' onere dell'impresa conservare in cantiere : -progetto del ponteggio firmato da tecnico abilitato; -libretto del ponteggio fornito dalla casa costruttrice.</p> | | | | |
| | | <i>Pareti con affaccio verso l'esterno (strade-cortili-altre proprietà):</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | <i>mq</i> | <i>230</i> | | |
| | | <i>per Alloggio tipo B (1 unità)</i> | <i>mq</i> | <i>115</i> | | |
| | | <i>per Alloggio tipo C (5 unità)</i> | <i>mq</i> | <i>300</i> | | |
| | | TOTALE VOCE 1 | mq | 645.0 | € 12.00 | € 7,740.00 |
| 2 | Np.02 | Rimozione della guaina impermeabilizzante presente sulle superfici orizzontali di copertura, compreso il carico del materiale di risulta sul cassone, escluso il trasporto a scarica. | | | | |
| | | <i>Copertura:</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | <i>mq</i> | <i>240</i> | | |
| | | TOTALE VOCE 2 | mq | 240.0 | € 3.00 | € 720.00 |
| 3 | 12.1.4 | <p>Strato di impermeabilizzazione con guaina prefabbricata a base di bitume dello spessore di 3 mm, con armatura in feltro di vetro, posta a qualsiasi altezza o profondità, per superfici orizzontali od inclinate, in opera a caldo, con giunti sovrapposti per almeno 10 cm, compresa spalmatura del sottofondo con emulsione bituminosa, compresi eventuali risvolti di raccordo con le pareti per un'altezza minima di 20 cm, compresi ponti di servizio per interventi fino a m 3,50 d'altezza, tiri in alto ed ogni altro onere e magistero per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte.</p> <p>- per ogni m2 di proiezione orizzontale</p> | | | | |
| | | <i>Copertura:</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | <i>mq</i> | <i>240</i> | | |
| | | TOTALE VOCE 3 | mq | 240.0 | € 10.70 | € 2,568.00 |

| | | | | | | |
|----------|---------------|---|-----------|--------------|-----------------|--------------------|
| 4 | 12.2.6 | Massetto isolante per lastrici solari ($\lambda \leq 0,10$ W/mK); peso specifico 4000 - 5000 N/m ³ , in calcestruzzo di perlite espansa, confezionato con 200 kg di cemento R 325 per ogni metro cubo di perlite, posto in opera, spianato secondo le pendenze, compreso ogni onere e magistero per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte (spessore medio 5 cm) | | | | |
| | | <i>per massetto delle pendenze in copertura:</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | mc | 12 | | |
| | | TOTALE VOCE 4 | mc | 12 | € 207,50 | € 2,490,00 |
| 5 | Np.03 | Rimozione di intonaco preesistente dalle pareti fino al rinvenimento dell'intonaco di supporto (sestato) e comunque non superiore a spessori di 3 cm; | | | | |
| | | <i>Pareti con affaccio verso l'esterno (strade-cortili-altre proprietà):</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | mq | 230 | | |
| | | <i>per Alloggio tipo B (1 unità)</i> | mq | 115 | | |
| | | <i>per Alloggio tipo C (5 unità)</i> | mq | 300 | | |
| | | TOTALE VOCE 5 | mq | 645,0 | € 10,00 | € 6,450,00 |
| 6 | 9.10 | Strato di finitura per esterni su superfici già intonacate con intonaco minerale o ai silicati di potassio, previa applicazione di idoneo primer di attacco, nei colori a scelta della D.L. comunque lavorato, dato su pareti verticali od orizzontali, compreso l'onere per spigoli e angoli, compresi i ponti di servizio per interventi fino a m 3,50 d'altezza ed ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte | | | | |
| | | <i>Pareti con affaccio verso l'esterno (strade-cortili-altre proprietà):</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | mq | 230 | | |
| | | <i>per Alloggio tipo B (1 unità)</i> | mq | 115 | | |
| | | <i>per Alloggio tipo C (5 unità)</i> | mq | 300 | | |
| | | TOTALE VOCE 6 | mq | 645,0 | € 32,40 | € 20,898,00 |
| 7 | Np.04 | Trasporto alle pubbliche discariche del comune in cui si eseguono i lavori o alla discarica del comprensorio di cui fa parte il comune medesimo di sfabbricidi classificabili non inquinanti provenienti da lavori eseguiti all'interno del perimetro del centro edificato, per mezzo di piccoli autocarri da 3 mc, compresi gli oneri di conferimento alla discarica, compreso il ritorno a vuoto. | | | | |
| | | <i>totali rifiuti</i> | mc | 30 | | |
| | | TOTALE VOCE 7 | mc | 30,0 | € 45,00 | € 1,350,00 |
| | | TOTALE CATEGORIE | | | | € 42,216,00 |

| A1- RIQUALIFICAZIONE INVOLUCRO (infissi a Taglio Termico e vetrocamera -isolamento copertura -nuovo intonaco termoisolante) | | | | | | |
|---|--------------------|--|-----------|--------------|----------------|-------------------|
| NR. | CODICE ARTICOLO | DESCRIZIONE E COMPUTO | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | |
| 1 | Np.01 | <p>Ponteggio realizzato secondo le norme antinfortunistiche vigenti con elementi tubolari inclusa la fornitura e collocazione del tavolato (pedane) per i piani di lavoro ed i relativi fermapiede, la rete parasassi per tutta l'altezza dell'edificio, il tutto realizzato a norma del D.L. 37/08 ai fini del soddisfacimento del D.L.81/08 e succ. mod. e integrazioni. Il ponteggio sarà eseguito con attrezzature provenienti dalla stessa casa produttrice, corredate della relativa certificazione di qualità e conformità, valutato convenzionalmente in misura pari alla superficie lorda delle pareti verticali servite e rimarrà montato per tutta la durata dei lavori.</p> <p>Il montaggio sarà eseguito in conformità al progetto redatto da tecnico abilitato, secondo gli schemi forniti dalla casa costruttrice che saranno regolarmente depositati presso il cantiere, rispettando gli accessi ai garages e quelli condominiali. Il calcolo del ponteggio è a carico dell'impresa.</p> <p>E' compreso il trasporto sul posto, il montaggio, lo smontaggio, il trasporto di ritiro al deposito ed ogni altro onere e magistero per dare il ponteggio perfettamente funzionante, compresi altresì i relativi oneri di manutenzione.</p> <p>E' onere dell'impresa conservare in cantiere : -progetto del ponteggio firmato da tecnico abilitato; -libretto del ponteggio fornito dalla casa costruttrice.</p> | | | | |
| | | <i>Pareti con affaccio verso l'esterno (strade-cortili-altre proprietà):</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | <i>mq</i> | <i>230</i> | | |
| | | <i>per Alloggio tipo B (1 unità)</i> | <i>mq</i> | <i>115</i> | | |
| | | <i>per Alloggio tipo C (5 unità)</i> | <i>mq</i> | <i>300</i> | | |
| | | TOTALE VOCE 1 | mq | 645.0 | € 12.00 | € 7,740.00 |
| 2 | Np.02 | Rimozione della guaina impermeabilizzante presente sulle superfici orizzontali di copertura, compreso il carico del materiale di risulta sul cassone, escluso il trasporto a discarica. | | | | |
| | | <i>Copertura:</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | <i>mq</i> | <i>240</i> | | |
| | | TOTALE VOCE 2 | mq | 240.0 | € 3.00 | € 720.00 |
| 3 | 12.1.4 | <p>Strato di impermeabilizzazione con guaina prefabbricata a base di bitume dello spessore di 3 mm, con armatura in feltro di vetro, posta a qualsiasi altezza o profondità, per superfici orizzontali od inclinate, in opera a caldo, con giunti sovrapposti per almeno 10 cm, compresa spalmatura del sottofondo con emulsione bituminosa, compresi eventuali risvolti di raccordo con le pareti per un'altezza minima di 20 cm, compresi ponti di servizio per interventi fino a m 3,50 d'altezza, tiri in alto ed ogni altro onere e magistero per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte.</p> <p>- per ogni m2 di proiezione orizzontale</p> | | | | |
| | | <i>Copertura:</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | <i>mq</i> | <i>240</i> | | |
| | | TOTALE VOCE 3 | mq | 240.0 | € 10.70 | € 2,568.00 |

| | | | | | | |
|-----|-----------------|--|-----------|--------------|-----------------|--------------------|
| 4 | 12.2.6 | Massetto isolante per lastrici solari ($\lambda \leq 0,10 \text{ W/mK}$); peso specifico 4000 - 5000 N/m ³ , in calcestruzzo di perlite espansa, confezionato con 200 kg di cemento R 325 per ogni metro cubo di perlite, posto in opera, spianato secondo le pendenze, compreso ogni onere e magistero per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte (spessore medio 5 cm) | | | | |
| | | <i>per massetto delle pendenze in copertura:</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | mc | 12 | | |
| | | TOTALE VOCE 4 | mc | 12 | € 207,50 | € 2,490,00 |
| 5 | Np.05 | Isolamento termico di coperture preesistenti a lastrico solare calpestabile tramite posa in opera, su strato impermeabile preesistente o già posato in opera, di pannelli rigidi termoisolanti impermeabili, opportunamente inclinati. Spessore 5cm , con pannelli rigidi in poliuretano, densità 25 kg/mc, resistenza alla compressione non inferiore a 3000 kg/m ² | | | | |
| | | <i>sopra massetto delle pendenze in copertura:</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | mq | 240 | | |
| | | TOTALE VOCE 5 | mq | 240 | € 20,00 | € 4,800,00 |
| 6 | Np.06 | Fornitura e Posa in opera di pavimentazione costituita da quadrotti di cemento (peso specifico 1800 kg/mc; spessore 3 cm) poggiate, per punti, inclusi equisostegni, altezza 3 cm | | | | |
| | | <i>sopra coibente in copertura:</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | mq | 240 | | |
| | | TOTALE VOCE 6 | mq | 240 | € 10,00 | € 2,400,00 |
| 7 | Np.08 | Rimozione di intonaco preesistente dalle pareti fino al rinvenimento della muratura e comunque con spessori medi di 5 cm; | | | | |
| | | <i>Pareti con affaccio verso l'esterno (strade-cortili-altre proprietà):</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | mq | 230 | | |
| | | <i>per Alloggio tipo B (1 unità)</i> | mq | 115 | | |
| | | <i>per Alloggio tipo C (5 unità)</i> | mq | 300 | | |
| | | TOTALE VOCE 7 | mq | 645,0 | € 15,00 | € 9,675,00 |
| NR. | CODICE ARTICOLO | DESCRIZIONE E COMPUTO | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | |
| 8 | Np.09 | Fornitura e applicazione di intonaco premiscelato termoisolante per esterni da applicare su sestiato e traversato consolidato e liscio come da intonaco di fondo con malta bastarda con l'aggiunta di inerte a celle chiuse adatto ad incrementare l'isolamento termico di parete, rasatura con malta fine e successivo strato di intonaco minerale o ai silicati dello spessore non inferiore a 3 mm. A base di perlite (150 kg/mc? 1,5 kg/mq*cm di spessore); conducibilità prodotto con contenuto d'acqua al 10%: $\lambda = 0,15 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$. Spessore corpo intonaco 5cm | | | | |
| | | <i>Pareti con affaccio verso l'esterno (strade-cortili-altre proprietà):</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | mq | 230 | | |
| | | <i>per Alloggio tipo B (1 unità)</i> | mq | 115 | | |
| | | <i>per Alloggio tipo C (5 unità)</i> | mq | 300 | | |
| | | TOTALE VOCE 8 | mq | 645,0 | € 60,00 | € 38,700,00 |

| | | | | | | |
|-----------|----------------|---|-----------|--------------|-----------------|---------------------|
| 9 | 21.1.17 | Rimozione di infissi interni od esterni di ogni specie, inclusi mostre, succioli, telai, ecc., compresi il carico del materiale di risulta sul cassone di raccolta, esclusi il trasporto a rifiuto ed eventuali opere di ripristino connesse. | | | | |
| | | <i>Infissi con affaccio verso l'esterno (strade-cortili-altre proprietà):</i> | | | | |
| | | per Alloggio tipo A (2 unità) | mq | 30 | | |
| | | per Alloggio tipo B (1 unità) | mq | 15 | | |
| | | per Alloggio tipo C (5 unità) | mq | 75 | | |
| | | TOTALE VOCE 9 | mq | 120.0 | € 13.10 | € 1,572.00 |
| 10 | Np.10 | Fornitura e posa in opera di telai in alluminio estruso a taglio termico fissi e mobili assemblati meccanicamente e preverniciati chimicamente, spessore circa 6 cm, compresi fermavetri, guarnizioni di tenuta all'aria e all'acqua, controtelaio in ferro, le opere edili di assistenza; esclusi i vetri. | | | | |
| | | <i>Infissi con affaccio verso l'esterno (strade-cortili-altre proprietà):</i> | | | | |
| | | per Alloggio tipo A (2 unità) | mq | 30 | | |
| | | per Alloggio tipo B (1 unità) | mq | 15 | | |
| | | per Alloggio tipo C (5 unità) | mq | 75 | | |
| | | TOTALE VOCE 10 | mq | 120.0 | € 350.00 | € 42,000.00 |
| 11 | Np.11 | Fornitura e posa in opera di vetrocamera composta da due lastre di vetro float, incolore, spessore nominale 5 mm, unite al perimetro da intercalare in metallo sigillato alle lastre e tra di esse delimitante un'intercapedine di aria disidratata. Spessore 5-12-5; U = 2,4 W/mq°C | | | | |
| | | <i>Infissi con affaccio verso l'esterno (strade-cortili-altre proprietà):</i> | | | | |
| | | per Alloggio tipo A (2 unità) | mq | 30 | | |
| | | per Alloggio tipo B (1 unità) | mq | 15 | | |
| | | per Alloggio tipo C (5 unità) | mq | 75 | | |
| | | TOTALE VOCE 11 | mq | 120.0 | € 50.00 | € 6,000.00 |
| 12 | Np.04 | Trasporto alle pubbliche discariche del comune in cui si eseguono i lavori o alla discarica del comprensorio di cui fa parte il comune medesimo di stabbricidi classificabili non inquinanti provenienti da lavori eseguiti all'interno del perimetro del centro edificato, per mezzo di piccoli autocarri da 3 mc, compresi gli oneri di conferimento alla discarica, compreso il ritorno a vuoto. | | | | |
| | | totali rifiuti | mc | 45 | | |
| | | TOTALE VOCE 12 | mc | 45.0 | € 45.00 | € 2,025.00 |
| | | TOTALE CATEGORIE | | | | € 120,690.00 |

| | | A2- RIQUALIFICAZIONE INVOLUCRO (infissi a Taglio Termico e vetrocamera -isolamento copertura - isolam. pareti a cappotto) | | | | |
|----------|--------------------|---|-----------|--------------|----------------|-------------------|
| NR. | CODICE ARTICOLO | DESCRIZIONE E COMPUTO | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | |
| 1 | Np.01 | <p>Ponteggio realizzato secondo le norme antinfortunicistiche vigenti con elementi tubolari inclusa la fornitura e collocazione del tavolato (pedane) per i piani di lavoro ed i relativi fermapiede, la rete parasassi per tutta l'altezza dell'edificio, il tutto realizzato a norma del D.L. 37/08 ai fini del soddisfacimento del D.L.81/08 e succ. mod. e integrazioni.</p> <p>Il ponteggio sarà eseguito con attrezzature provenienti dalla stessa casa produttrice, corredate della relativa certificazione di qualità e conformità, valutato convenzionalmente in misura pari alla superficie lorda delle pareti verticali servite e rimarrà montato per tutta la durata dei lavori.</p> <p>Il montaggio sarà eseguito in conformità al progetto redatto da tecnico abilitato, secondo gli schemi forniti dalla casa costruttrice che saranno regolarmente depositati presso il cantiere, rispettando gli accessi ai garages e quelli condominiali. Il calcolo del ponteggio è a carico dell'impresa.</p> <p>E' compreso il trasporto sul posto, il montaggio, lo smontaggio, il trasporto di ritiro al deposito ed ogni altro onere e magistero per dare il ponteggio perfettamente funzionante, compresi altresì i relativi oneri di manutenzione.</p> <p>E' onere dell'impresa conservare in cantiere : -progetto del ponteggio firmato da tecnico abilitato; -libretto del ponteggio fornito dalla casa costruttrice.</p> | | | | |
| | | Pareti con affaccio verso l'esterno (strade-cortili-altre proprietà): | | | | |
| | | per Alloggio tipo A (2 unità) | mq | 230 | | |
| | | per Alloggio tipo B (1 unità) | mq | 115 | | |
| | | per Alloggio tipo C (5 unità) | mq | 300 | | |
| | | TOTALE VOCE 1 | mq | 645.0 | € 12.00 | € 7,740.00 |
| 2 | Np.02 | <p>Rimozione della guaina impermeabilizzante presente sulle superfici orizzontali di copertura, compreso il carico del materiale di risulta sul cassone, escluso il trasporto a discarica.</p> | | | | |
| | | Copertura: | | | | |
| | | per Alloggio tipo A (2 unità) | mq | 240 | | |
| | | TOTALE VOCE 2 | mq | 240.0 | € 3.00 | € 720.00 |
| 3 | 12.1.4 | <p>Strato di impermeabilizzazione con guaina prefabbricata a base di bitume dello spessore di 3 mm, con armatura in feltro di vetro, posta a qualsiasi altezza o profondità, per superfici orizzontali od inclinate, in opera a caldo, con giunti sovrapposti per almeno 10 cm, compresa spalmatura del sottofondo con emulsione bituminosa, compresi eventuali risvolti di raccordo con le pareti per un'altezza minima di 20 cm, compresi ponti di servizio per interventi fino a m 3,50 d'altezza, tiri in alto ed ogni altro onere e magistero per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte.</p> <p>- per ogni m2 di proiezione orizzontale</p> | | | | |
| | | Copertura: | | | | |
| | | per Alloggio tipo A (2 unità) | mq | 240 | | |
| | | TOTALE VOCE 3 | mq | 240.0 | € 10.70 | € 2,568.00 |

| | | | | | | |
|-----|-----------------|---|----------------------|--------------|-----------------|--------------------|
| 4 | 12.2.6 | Massetto isolante per lastrici solari ($\lambda \leq 0,10 \text{ W/mK}$); peso specifico 4000 - 5000 N/m ³ , in calcestruzzo di perlite espansa, confezionato con 200 kg di cemento R 325 per ogni metro cubo di perlite, posto in opera, spianato secondo le pendenze, compreso ogni onere e magistero per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte (spessore medio 5 cm) | | | | |
| | | <i>per massetto delle pendenze in copertura:</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | mc | 12 | | |
| | | TOTALE VOCE 4 | mc | 12 | € 207.50 | € 2,490.00 |
| 5 | Np.05 | Isolamento termico di coperture preesistenti a lastrico solare calpestabile tramite posa in opera, su strato impermeabile preesistente o già posato in opera, di pannelli rigidi termoisolanti impermeabili, opportunamente inclinati. Spessore 5cm , con pannelli rigidi in poliuretano, densità 25 kg/mc, resistenza alla compressione non inferiore a 3000 kg/m ² | | | | |
| | | <i>sopra massetto delle pendenze in copertura:</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | m ^q | 240 | | |
| | | TOTALE VOCE 5 | m^q | 240 | € 20.00 | € 4,800.00 |
| 6 | Np.06 | Fornitura e Posa in opera di pavimentazione costituita da quadrotti di cemento (peso specifico 1800 kg/mc; spessore 3 cm) poggiata, per punti, inclusi equisostegni, altezza 3 cm. | | | | |
| | | <i>sopra coibente in copertura:</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | m ^q | 240 | | |
| | | TOTALE VOCE 6 | m^q | 240 | € 10.00 | € 2,400.00 |
| 7 | Np.03 | Rimozione di intonaco preesistente dalle pareti fino al rinvenimento dell'intonaco di supporto (sestiatto) e comunque non superiore a spessori di 3 cm; | | | | |
| | | <i>Pareti con affaccio verso l'esterno (strade-cortili-altre proprietà):</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | m ^q | 230 | | |
| | | <i>per Alloggio tipo B (1 unità)</i> | m ^q | 115 | | |
| | | <i>per Alloggio tipo C (5 unità)</i> | m ^q | 300 | | |
| | | TOTALE VOCE 7 | m^q | 645.0 | € 10.00 | € 6,450.00 |
| NR. | CODICE ARTICOLO | DESCRIZIONE E COMPUTO | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | |
| 8 | Np.12 | Fornitura e posa in opera di rivestimento termoisolante a "cappotto" su superfici esterne verticali ed orizzontali, costituito da: lastre in polistirene espanso sinterizzato, marchiato CE, densità 15 kg/m ³ , conforme alla norma EN 13163, alle norme ETICS, con classe di infiammabilità secondo la DIN 4102 e di diffusione del vapore secondo la DIN 4108, con rasante-collante su tutto il perimetro, compreso, sui supporti che lo richiedono, l'eventuale fissaggio con tasselli a vite espandibile, compresi i profili di partenza ed i profili parasigoli, in plastica con rete in fibra di vetro, per il corretto ancoraggio alla rasatura armata. Successiva rasatura armata sulle lastre in polistirene, con rasante-collante e rete in fibra di vetro con maglia 5x5 mm, da 150 g/m ² , cucita ai quattro angoli, con appretto antialcalino. Il sistema è finito con intonachino minerale silossanico, altamente permeabile al vapore e altamente idrorepellente, conforme alla norma DIN 4108.3, nei colori a scelta della D.L., compresi gli eventuali risvolti di raccordo. Previa preparazione delle superfici con fondo di ancoraggi di resine sintetiche copolimere, gli sfridi e quanto altro occorra per dare l'opera a regola d'arte. Con pannelli rigidi in polistirene espanso estruso $\lambda = 0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$, densità 40 kg/mc, spessore 6cm | | | | |
| | | <i>Pareti con affaccio verso l'esterno (strade-cortili-altre proprietà):</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | m ^q | 230 | | |
| | | <i>per Alloggio tipo B (1 unità)</i> | m ^q | 115 | | |
| | | <i>per Alloggio tipo C (5 unità)</i> | m ^q | 300 | | |
| | | TOTALE VOCE 8 | m^q | 645.0 | € 84.00 | € 54,180.00 |

| | | | | | | |
|-----------|----------------|---|-----------|--------------|-----------------|---------------------|
| 9 | 21.1.17 | Rimozione di infissi interni od esterni di ogni specie, inclusi mostre, succieli, telai, ecc., compresi il carico del materiale di risulta sul cassone di raccolta, esclusi il trasporto a rifiuto ed eventuali opere di ripristino connesse. | | | | |
| | | <i>Infissi con affaccio verso l'esterno (strade-cortili-altre proprietà):</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | <i>mq</i> | 30 | | |
| | | <i>per Alloggio tipo B (1 unità)</i> | <i>mq</i> | 15 | | |
| | | <i>per Alloggio tipo C (5 unità)</i> | <i>mq</i> | 75 | | |
| | | TOTALE VOCE 9 | mq | 120.0 | € 13.10 | € 1,572.00 |
| 10 | Np.10 | Fornitura e posa in opera di telai in alluminio estruso a taglio termico fissi e mobili assemblati meccanicamente e preveniciati chimicamente, spessore circa 6 cm, compresi fermavetri, guarnizioni di tenuta all'aria e all'acqua, controtelaio in ferro, le opere edili di assistenza; esclusi i vetri. | | | | |
| | | <i>Infissi con affaccio verso l'esterno (strade-cortili-altre proprietà):</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | <i>mq</i> | 30 | | |
| | | <i>per Alloggio tipo B (1 unità)</i> | <i>mq</i> | 15 | | |
| | | <i>per Alloggio tipo C (5 unità)</i> | <i>mq</i> | 75 | | |
| | | TOTALE VOCE 10 | mq | 120.0 | € 350.00 | € 42,000.00 |
| 11 | Np.11 | Fornitura e posa in opera di vetrocamera composta da due lastre di vetro float, incolore, spessore nominale 5 mm, unite al perimetro da intercalare in metallo sigillato alle lastre e tra di esse delimitante un'intercapedine di aria disidratata. Spessore 5-12-5; U = 2,4 W/mq°C | | | | |
| | | <i>Infissi con affaccio verso l'esterno (strade-cortili-altre proprietà):</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | <i>mq</i> | 30 | | |
| | | <i>per Alloggio tipo B (1 unità)</i> | <i>mq</i> | 15 | | |
| | | <i>per Alloggio tipo C (5 unità)</i> | <i>mq</i> | 75 | | |
| | | TOTALE VOCE 11 | mq | 120.0 | € 50.00 | € 6,000.00 |
| 12 | Np.04 | Trasporto alle pubbliche discariche del comune in cui si eseguono i lavori o alla discarica del comprensorio di cui fa parte il comune medesimo di sfabbricidi classificabili non inquinanti provenienti da lavori eseguiti all'interno del perimetro del centro edificato, per mezzo di piccoli autocarri da 3 mc, compresi gli oneri di conferimento alla discarica, compreso il ritorno a vuoto. | | | | |
| | | <i>totali rifiuti</i> | <i>mc</i> | 40 | | |
| | | TOTALE VOCE 12 | mc | 40.0 | € 45.00 | € 1,800.00 |
| | | TOTALE CATEGORIE | | | | € 132,720.00 |

| A3- RIQUALIFICAZIONE INVOLUCRO (infissi a Taglio Termico e vetrocamera - isolamento copertura - riempim. Intercapedini pareti) | | | | | |
|--|--------------------|---|-----------|--------------|---------------------------|
| Nr. | CODICE ARTICOLO | DESCRIZIONE E COMPUTO | U.M. | QUANTITA' | PREZZO |
| 1 | Np.01 | <p>Ponteggio realizzato secondo le norme antinfortunistiche vigenti con elementi tubolari inclusa la fornitura e collocazione del tavolato (pedane) per i piani di lavoro ed i relativi fermapiede, la rete parasassi per tutta l'altezza dell'edificio, il tutto realizzato a norma del D.L. 37/08 ai fini del soddisfacimento del D.L.81/08 e succ. mod. e integrazioni. Il ponteggio sarà eseguito con attrezzature provenienti dalla stessa casa produttrice, corredate della relativa certificazione di qualità e conformità, valutato convenzionalmente in misura pari alla superficie lorda delle pareti verticali servite e rimarrà montato per tutta la durata dei lavori.</p> <p>Il montaggio sarà eseguito in conformità al progetto redatto da tecnico abilitato, secondo gli schemi forniti dalla casa costruttrice che saranno regolarmente depositati presso il cantiere, rispettando gli accessi ai garages e quelli condominiali. Il calcolo del ponteggio è a carico dell'impresa.</p> <p>E'compreso il trasporto sul posto, il montaggio, lo smontaggio, il trasporto di ritiro al deposito ed ogni altro onere e magistero per dare il ponteggio perfettamente funzionante, compresi altresì i relativi oneri di manutenzione.</p> <p>E' onere dell'impresa conservare in cantiere : -progetto del ponteggio firmato da tecnico abilitato; -libretto del ponteggio fornito dalla casa costruttrice.</p> | | | |
| | | Pareti con affaccio verso l'esterno (strade-cortili-altre proprietà): | | | |
| | | per Alloggio tipo A (2 unità) | mq | 230 | |
| | | per Alloggio tipo B (1 unità) | mq | 115 | |
| | | per Alloggio tipo C (5 unità) | mq | 300 | |
| | | TOTALE VOCE 1 | mq | 645.0 | € 12.00 € 7,740.00 |
| 2 | Np.02 | <p>Rimozione della guaina impermeabilizzante presente sulle superfici orizzontali di copertura, compreso il carico del materiale di risulta sul cassone, escluso il trasporto a discarica.</p> | | | |
| | | Copertura: | | | |
| | | per Alloggio tipo A (2 unità) | mq | 240 | |
| | | TOTALE VOCE 2 | mq | 240.0 | € 3.00 € 720.00 |
| 3 | 12.1.4 | <p>Strato di impermeabilizzazione con guaina prefabbricata a base di bitume dello spessore di 3 mm, con armatura in feltro di vetro, posta a qualsiasi altezza o profondità, per superfici orizzontali od inclinate, in opera a caldo, con giunti sovrapposti per almeno 10 cm, compresa spalmatura del sottofondo con emulsione bituminosa, compresi eventuali risvolti di raccordo con le pareti per un'altezza minima di 20 cm, compresi ponti di servizio per interventi fino a m 3,50 d'altezza, tiri in alto ed ogni altro onere e magistero per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte.</p> <p>- per ogni m2 di proiezione orizzontale</p> | | | |
| | | Copertura: | | | |
| | | per Alloggio tipo A (2 unità) | mq | 240 | |
| | | TOTALE VOCE 3 | mq | 240.0 | € 10.70 € 2,568.00 |

| | | | | | | |
|-----|-----------------|--|-----------|--------------|-----------------|--------------------|
| 4 | 12.2.6 | Massetto isolante per lastrici solari ($\lambda \leq 0,10 \text{ W/mK}$); peso specifico 4000 - 5000 N/m ³ , in calcestruzzo di perlite espansa, confezionato con 200 kg di cemento R 325 per ogni metro cubo di perlite, posto in opera, spianato secondo le pendenze, compreso ogni onere e magistero per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte (spessore medio 5 cm) | | | | |
| | | <i>per massetto delle pendenze in copertura:</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | mc | 12 | | |
| | | TOTALE VOCE 4 | mc | 12 | € 207.50 | € 2,490.00 |
| 5 | Np.05 | Isolamento termico di coperture preesistenti a lastrico solare calpestabile tramite posa in opera, su strato impermeabile preesistente o già posato in opera, di pannelli rigidi termoisolanti impermeabili, opportunamente inclinati. Spessore 5cm , con pannelli rigidi in poliuretano, densità 25 kg/mc, resistenza alla compressione non inferiore a 3000 kg/m ² | | | | |
| | | <i>sopra massetto delle pendenze in copertura:</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | mq | 240 | | |
| | | TOTALE VOCE 5 | mq | 240 | € 20.00 | € 4,800.00 |
| 6 | Np.06 | Fornitura e Posa in opera di pavimentazione costituita da quadrotti di cemento (peso specifico 1800 kg/mc; spessore 3 cm) poggiata, per punti, inclusi equisostegni, altezza 3 cm | | | | |
| | | <i>sopra coibente in copertura:</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | mq | 240 | | |
| | | TOTALE VOCE 6 | mq | 240 | € 10.00 | € 2,400.00 |
| 7 | Np.03 | Rimozione di intonaco preesistente dalle pareti fino al rinvenimento dell'intonaco di supporto (sestiatto) e comunque non superiore a spessori di 3 cm. | | | | |
| | | <i>Pareti con affaccio verso l'esterno (strade-cortili-altre proprietà):</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | mq | 230 | | |
| | | <i>per Alloggio tipo B (1 unità)</i> | mq | 115 | | |
| | | <i>per Alloggio tipo C (5 unità)</i> | mq | 300 | | |
| | | TOTALE VOCE 7 | mq | 645.0 | € 10.00 | € 6,450.00 |
| NR. | CODICE ARTICOLO | DESCRIZIONE E COMPUTO | U.M. | QUANTITA' | PREZZO | |
| 8 | 9.10 | Strato di finitura per esterni su superfici già intonacate con intonaco minerale o ai silicati di potassio, previa applicazione di idoneo primer di attacco, nei colori a scelta della D.L. comunque lavorato, dato su pareti verticali od orizzontali, compreso l'onere per spigoli e angoli, compresi i ponti di servizio per interventi fino a m 3,50 d'altezza ed ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. | | | | |
| | | <i>Pareti con affaccio verso l'esterno (strade-cortili-altre proprietà):</i> | | | | |
| | | <i>per Alloggio tipo A (2 unità)</i> | mq | 230 | | |
| | | <i>per Alloggio tipo B (1 unità)</i> | mq | 115 | | |
| | | <i>per Alloggio tipo C (5 unità)</i> | mq | 300 | | |
| | | TOTALE VOCE 8 | mq | 645.0 | € 32.40 | € 20,898.00 |

| | | | | | | |
|----|---------|---|-----------|--------------|-----------------|---------------------|
| 9 | 21.1.17 | Rimozione di infissi interni od esterni di ogni specie, inclusi mostre, succioli, telai, ecc., compresi il carico del materiale di risulta sul cassone di raccolta, esclusi il trasporto a rifiuto ed eventuali opere di ripristino connesse. | | | | |
| | | Infissi con affaccio verso l'esterno (strade-cortili-altre proprietà): | | | | |
| | | per Alloggio tipo A (2 unità) | mq | 30 | | |
| | | per Alloggio tipo B (1 unità) | mq | 15 | | |
| | | per Alloggio tipo C (5 unità) | mq | 75 | | |
| | | TOTALE VOCE 9 | mq | 120.0 | € 13.10 | € 1,572.00 |
| 10 | Np.10 | Fornitura e posa in opera di telai in alluminio estruso a taglio termico fissi e mobili assemblati meccanicamente e preverniciati chimicamente, spessore circa 6 cm, compresi fermavetri, guarnizioni di tenuta all'aria e all'acqua, controtelaio in ferro, le opere edili di assistenza; esclusi i vetri. | | | | |
| | | Infissi con affaccio verso l'esterno (strade-cortili-altre proprietà): | | | | |
| | | per Alloggio tipo A (2 unità) | mq | 30 | | |
| | | per Alloggio tipo B (1 unità) | mq | 15 | | |
| | | per Alloggio tipo C (5 unità) | mq | 75 | | |
| | | TOTALE VOCE 10 | mq | 120.0 | € 350.00 | € 42,000.00 |
| 11 | Np.11 | Fornitura e posa in opera di vetrocamera composta da due lastre di vetro float, incolore, spessore nominale 5 mm, unite al perimetro da intercalare in metallo sigillato alle lastre e tra di esse delimitante un'intercapedine di aria disidratata. Spessore 5-12-5; U = 2,4 W/mq°C | | | | |
| | | Infissi con affaccio verso l'esterno (strade-cortili-altre proprietà): | | | | |
| | | per Alloggio tipo A (2 unità) | mq | 30 | | |
| | | per Alloggio tipo B (1 unità) | mq | 15 | | |
| | | per Alloggio tipo C (5 unità) | mq | 75 | | |
| | | TOTALE VOCE 11 | mq | 120.0 | € 50.00 | € 6,000.00 |
| 12 | Np.13 | Riempimento intercapedine di pareti esterne esistenti a cassa vuota tramite con materiali sfusi termoisolanti compresa la realizzazione e la sigillatura dei fori esterni, l'asciugatura dell'intercapedine, e quant'altro occorre per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte. Perle di polistirene espanso, densità 50 kg/mc ($\lambda_{umido} 10\% = 0,08 \text{ W/m}^2\text{C}$). Riempimento intercapedine spessore 20cm. | | | | |
| | | Intercapedini di pareti con affaccio verso l'esterno (strade-cortili-altre proprietà): | | | | |
| | | per Alloggio tipo A (2 unità) | mq | 230 | | |
| | | per Alloggio tipo B (1 unità) | mq | 115 | | |
| | | per Alloggio tipo C (5 unità) | mq | 300 | | |
| | | TOTALE VOCE 11 | mq | 645.0 | € 80.00 | € 51,600.00 |
| 13 | Np.04 | Trasporto alle pubbliche discariche del comune in cui si eseguono i lavori o alla discarica del comprensorio di cui fa parte il comune medesimo di sfabbricidi classificabili non inquinanti provenienti da lavori eseguiti all'interno del perimetro del centro edificato, per mezzo di piccoli autocarri da 3 mc, compresi gli oneri di conferimento alla discarica, compreso il ritorno a vuoto. | | | | |
| | | totali rifiuti | mc | 40 | | |
| | | TOTALE VOCE 12 | mc | 40.0 | € 45.00 | € 1,800.00 |
| | | TOTALE CATEGORIE | | | | € 151,038.00 |