



comune di
PRATO

Codice Fiscale: 84006890481

Progetto: Riqualficazione energetica scuola G.Puccini via C.Guerra n.47 -
Finanziamento Fondi Kyoto

Titolo: ELABORATO A RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Fase : **PROGETTO / ESECUTIVO**

Assessore ai lavori pubblici Filippo Alessi
Servizio PF Governo del territorio
Dirigente del Servizio Arch. Riccardo Pecorario
Responsabile Unico del Procedimento Ing. Giovanni Nerini

Progettisti

Progetti Opere Architettoniche
Arch. Luca Buono

Progettista Int. Miglioramento Sismico
Ing. Francesco Sanzo

Progetto Energetico
Ing. Ir. Giovanni Nerini
Ing. Iuri Baldi

Coordinatore in fase di progettazione
Ing. Simone Arricucci

Redazione Elaborati Grafici
Geom. Chiara Matteoli
Geom. Giacomo Giovanchelli



Elaborato A

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Spazio riservato agli uffici:

Architetto Luca Buono Piazza Mercatale 8 – 59100 – PRATO (PO)



COMUNE DI PRATO

Riqualificazione energetica scuola G.Puccini via C.Guerra n.47 -

Finanziamento Fondi Kyoto

Progetto Esecutivo

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA



Prato, 24/01/2017

IL TECNICO

Architetto Luca Buono

Tel.0574607671 email : arch.lucabuono@libero.it

INDICE

STATO ATTUALE DEL COMPLESSO SCOLASTICO

1.1 CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO 3

1.2 DESCRIZIONE DELLE PRINCIPALI CRITICITÀ

INTERVENTI IN PROGETTO

1.3 ISOLAMENTO TERMICO DELLE PARETI PERIMETRALI

1.4 NUOVA PENSILINA E PORTICO

1.5 SOSTITUZIONE DELLE CHIUSURE TRASPARENTI

1.6 RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

STATO ATTUALE DEL COMPLESSO SCOLASTICO

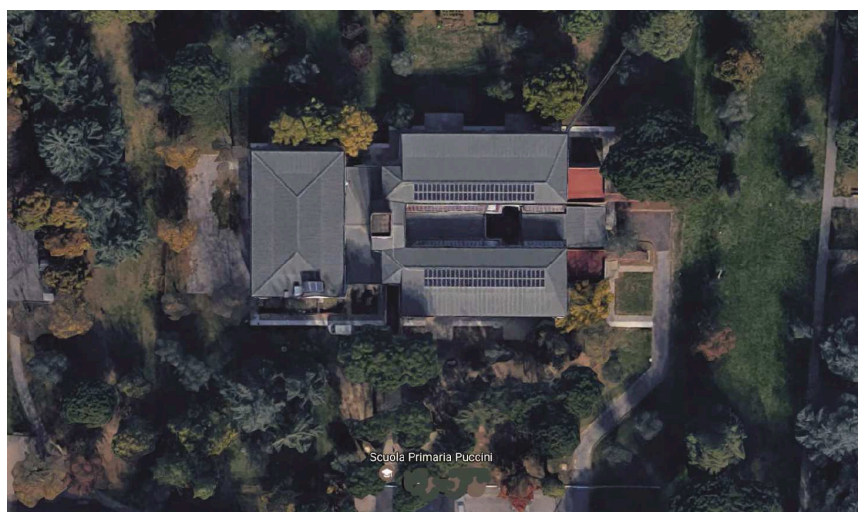
Si riportano di seguito le caratteristiche e le criticità relative all'edificio in oggetto, limitatamente alle informazioni necessarie per l'effettuazione della diagnosi energetica.

1.1 CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO

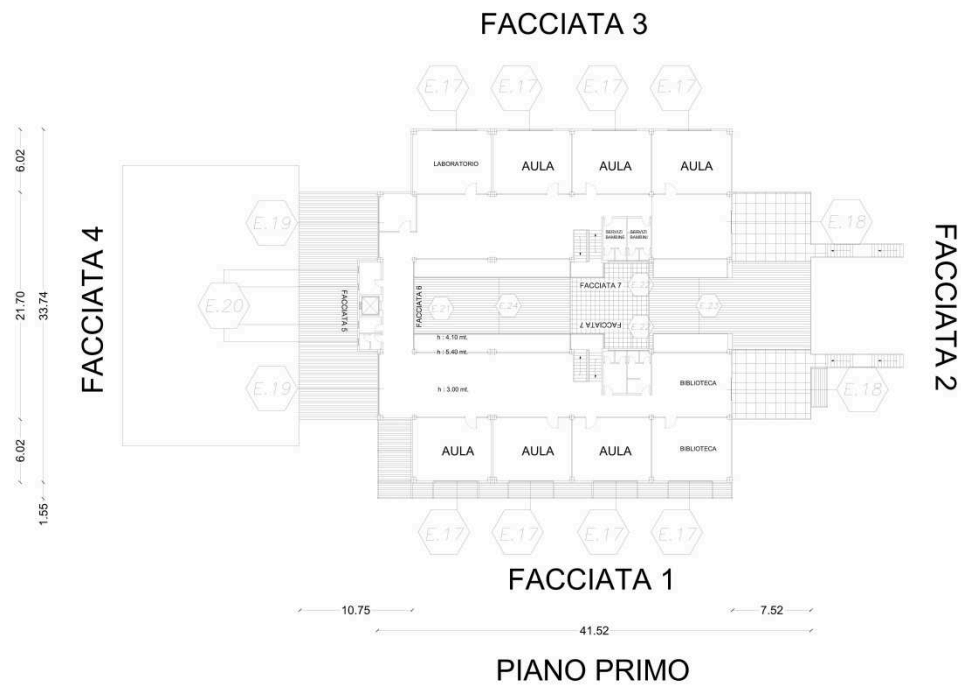
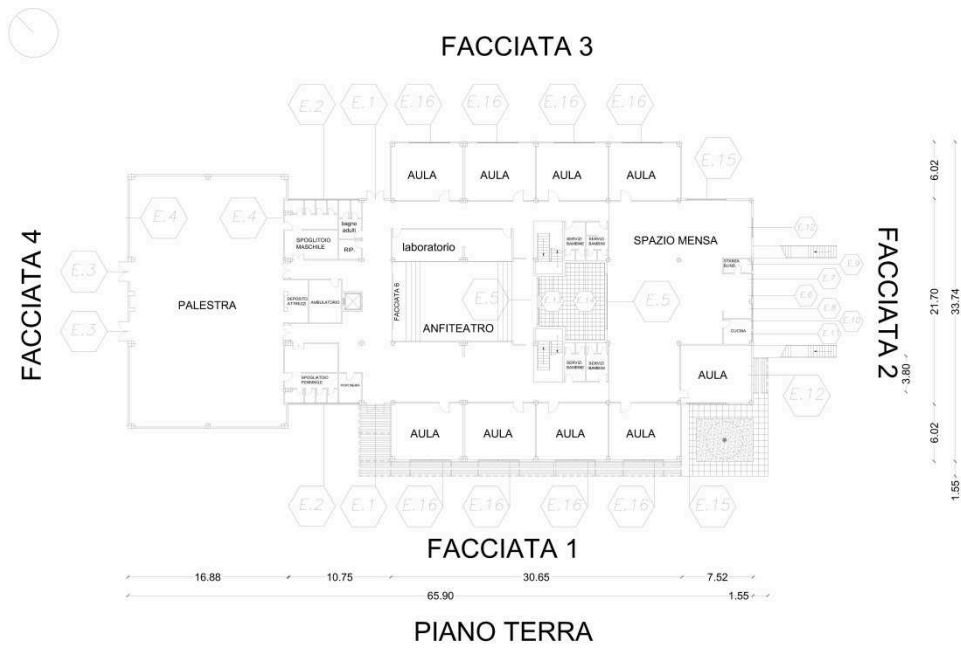
L'edificio in oggetto si articola su due livelli, Piano terra e Primo, ed è costituito da una struttura portante prefabbricata in cemento armato. Le chiusure perimetrali esterne verranno coibentate con pannelli in EPS mm.140,00 a " Cappotto ", e saranno interessate dalla rimozione e sostituzione degli infissi esistenti, con serramenti a Taglio Termico.



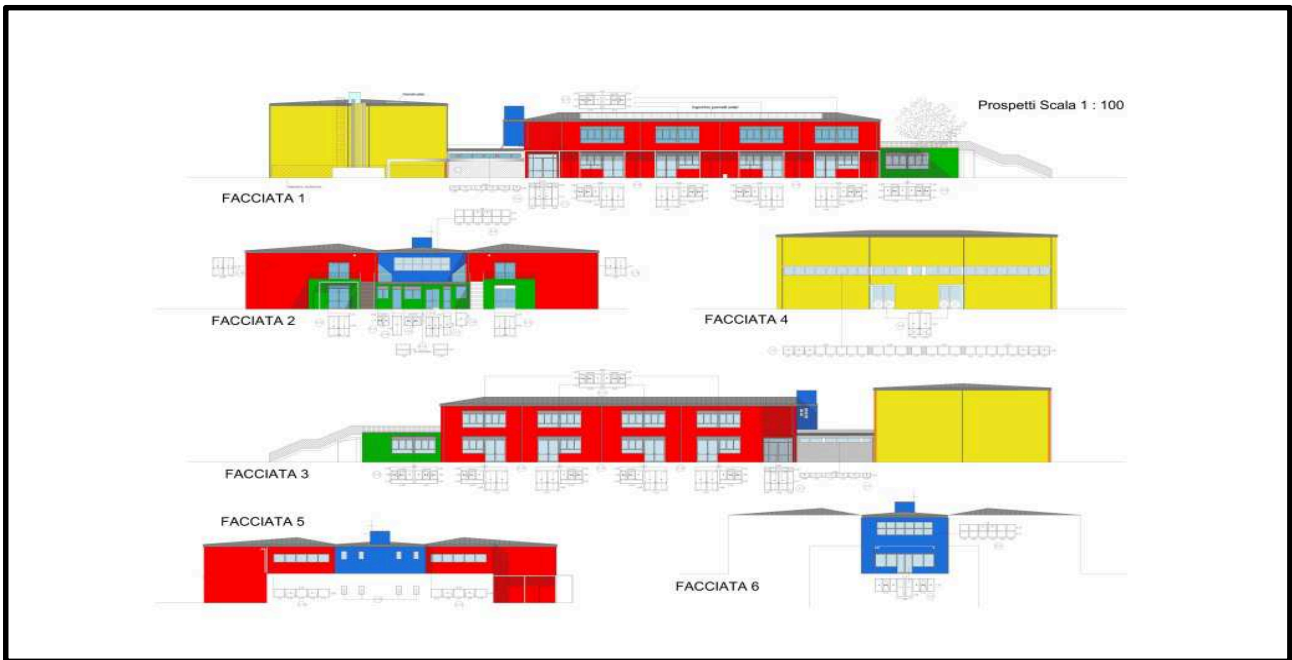
Vista dell'edificio dal giardino



Vista dell'edificio da satellite



Piante dell'edificio



Prospetti dell'edificio

1.2 DESCRIZIONE DELLE PRINCIPALI CRITICITÀ

Si riportano di seguito i risultati del sopralluogo tecnico effettuato presso l'edificio oggetto dell'intervento. Le principali criticità riscontrate riguardano:

DISPERSIONE TERMICA DEL TAMPONAMENTO ESTERNE. Le pareti perimetrali sono costituite da elementi edilizi di bassa prestazione energetica sia invernale (elevata trasmittanza termica) che estiva (scarsa inerzia termica).



Parete perimetrali disperdenti dell'edificio

1. DISPERSIONE TERMICA DEGLI INFISSI. Gli infissi esistenti sono costituiti da telai in metallo (senza taglio termico) con vetro singolo, complessivamente di scarsa prestazione energetica. La superficie vetrata globale dell'edificio è notevole in rapporto alla superficie calpestabile, circostanza che aggrava le dispersioni termiche invernali ed i fenomeni di surriscaldamento estivo riconducibili alle chiusure trasparenti.



Infissi dell'edificio: telaio in alluminio e vetro singolo



Copertura dell'edificio

2. CONSUMI DI METANO PER PRODUZIONE ACS. La particolare destinazione d'uso dell'edificio scolastico, implica elevati consumi energetici per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS), per le attività ad essa connesse e per l'esercizio della mensa interna.

INTERVENTI IN PROGETTO

1.3 ISOLAMENTO TERMICO DELLE PARETI PERIMETRALI

L'intervento prevede la conservazione del tamponamento esistente e l'applicazione di un "cappotto" isolante in aderenza, realizzato mediante l'incollaggio ed il tassellamento di pannelli in EPS con spessore massimo mm.140,00, e per i " Risvolti " angolari, quasi sempre, lo spessore sarà almeno di mm.50,00



SIMULAZIONE RENDERING - COIBENTAZIONE A " CAPPOTTO EPS " -

Cappotto esterno

Le chiusure perimetrali esterne verranno pertanto coibentate con pannelli in Polistirene Espanso Sinterizzato EPS mm.140,00 a " Cappotto ", e saranno interessate anche dalla rimozione degli infissi esistenti, e sostituzione con serramenti a Taglio Termico. La posa in opera del " Cappotto " comprenderà il posizionamento quindi dei profili di partenza dello spessore richiesto, che varierà da mm.140,00, per le parti principali ad almeno mm.50,00, per i risvolti. Il fissaggio dei pannelli avverrà utilizzando il collante a base cementizia, applicando il collante per esteso o a punti, avendo cura che questo non debordi dal pannello dopo la posa dello stesso. Successivamente dovrà essere effettuato il fissaggio meccanico mediante tasselli in polipropilene, idonei al supporto su cui devono essere applicati, il cui gambo avrà una lunghezza tale da penetrare nel supporto. La rasatura dei pannelli verrà realizzata con prodotti idonei e rinforzati con rete di armatura in fibra di vetro alcali-resistente. Gli spigoli saranno eseguiti mediante appositi paraspigoli con rete preincollata, avendo cura di posizionare paraspigoli con gocciolatoio nei punti di scolo dell'acqua piovana. Lo strato di finitura a spessore realizzato andrà preceduto dall'applicazione del rispettivo fissativo.

Il sistema Composito di Isolamento Termico per Esterno (cappotto) sarà quindi con pannelli in polistirene espanso grigio (*), conformi a UNI EN 13499, omologato secondo ETAG 004, applicato a parete o intradosso solai esterni.

La voce comprende il preliminare ripristino-risanamento delle zone di cemento armato ammalorato o caratterizzate da copriferro espulso, mediante trattamento anticorrosione dei ferri di armatura e l'impiego di malta fibrorinforzata.

Componente isolante: pannelli in polistirene espanso grigio (EPS), tagliato da blocco, contenente riflettori di infrarossi, con tagli superficiali anti-tensioni.

Conducibilità termica $\lambda = 0,031 \text{ W/mK}$,

permeabilità al vapore $\mu = .45$,

resistenza a trazione 150 Kpa,

massa volumica c.a.15 kg/m³,

reazione al fuoco Euroclasse E (EN 13501-1),

conforme alla norma europea EN 13163 - EPS-EN 13163-L2-W2-T2-S2-P4-DS(N)2-DS(70,)1-TR150-BS100

spessore $s = 14 \text{ cm}$ come da calcolo di progetto.

Il colore del rivestimento sarà scelto dalla D.L. anche nei colori scuri e le colorazioni dovranno seguire il disegno previsto dalle tavole di progetto. Il rivestimento finale pertanto dovrà essere formulato con additivi con resine a base grafite, riflettenti la luce. In ogni caso il sistema nel suo complesso dovrà essere certificato e garantito.

(*) specifica di riferimento:

pacchetto Röfix EPS-F 031 RELAX - con marcatura CE - benessere tecnico europeo ETA 04/0033

1.4 NUOVA PENSILINA FRANGISOLE AD ALETTE ORIZZONTALI FISSE

L' intervento inoltre prevede l' installazione sulle Facciate denominate 1, e 2, come anche rappresentato dalla tavola n.3 del Progetto esecutivo allegato, di una pensilina Frangisole, in aggetto rispetto alle facciate sulle quale e' posta, e dotata di alette fisse in alluminio. La pensilina sarà costituita quindi da elementi (pale) in alluminio con profilo alare standard, applicate su mensole metalliche coordinate e ancorate su apposite piastre in acciaio tassellate alla parete; incluso ogni accorgimento per il corretto ancoraggio sulle travi in c.a della struttura portante dell'edificio e il ripristino della continuità del cappotto (passante e non interrompibile), secondo progetto, e quanto altro occorrente e necessario a dare il titolo completo in opera ed eseguito a perfetta regola d'arte.

Nella tavola n.4 sono state rappresentate due varianti Migliorative, (Variante 1 e Variante 3) rispettivamente riguardanti la Variante 1, la dotazione di Vetri a controllo solare per alcuni dei nuovi serramenti, che analizzeremo nel successivo paragrafo, e la

Variante 3, la realizzazione del Porticato con Lamelle frangisole orientabili, in ragione della sopra descritta Pensilina in aggetto di Facciata 1.



Nuovo portico con Frangisole a Lamelle regolabili

Il Porticato frangisole a lamelle orientabili accostato lungo il fronte “facciata 1” della scuola, sarà quindi da realizzare in sostituzione della già prevista fornitura di analoga pensilina a lamelle fisse sulla stessa facciata, e sarà essenzialmente costituito da:

Sistema di pale orientabili servomotorizzate ad asse orizzontale, con doppia orditura di alette su una struttura metallica con pilastri ancorati a bordo marciapiede, disposte come da progetto nella “variante migliorativa 3”.

Lo sviluppo del porticato sarà di circa 31 m, per una profondità di circa 1,40 m fuori parete finita, nel piano della pilastriata le alette in chiusura formeranno una “veletta” ricalata di circa 50 cm.

Le lamelle saranno del tipo a profilo alare standard in alluminio protetto dalla corrosione, di colore a scelta della DL su mazzetta colori; sono incluse nella fornitura: flange di testapala, perni, astine, rimandi, bussole, viti, lubrificanti e quant'altro necessario in opera sulla struttura per la realizzazione dei cinematismi.

Le pale saranno applicate su telaio ancorato:

- alla parete esterna, in corrispondenza dei traversi, con staffe in acciaio zincato imbullonate alle travi perimetrali del primo piano con tasselli passanti i pannelli di tamponamento, adeguatamente rivestite a ripristino di continuità del cappotto termico, ininterrompibile;
- a terra, con idonei elementi di sconnessione al piede, su piastrine con tirafondi in barrette filettate annegate in apposite minifondazioni da fornire in opera a costituzione di piano di appoggio stabile ed esattamente livellato e allineato a bordo del marciapiede esistente.

E' richiesta la possibilità di manovra per gruppi di pale ombreggianti una singola aula.

Sono inclusi gli attuatori elettrici per le manovre di orientamento, ancorati secondo indicazioni della casa costruttrice, e le centraline di comando per i servomotori, compresi rilevatori di luce solare e relativi cablaggi, collegamento agli impianti elettrici dell'edificio, pre-

disposizioni murarie, canaline e passacavi, e ogni altro onere e accessorio per dare la fornitura in opera perfettamente funzionante a regola d'arte.

Dovrà essere fornita documentazione attestante che i meccanismi automatici di regolazione e controllo, secondo la UNI EN 15232, siano basati sulla rilevazione della radiazione solare incidente.

Inclusi tutti i materiali, le attrezzature provvisoriale e le lavorazioni (compresi scavi, riempimenti, ripristini dei marciapiedi) per la realizzazione della struttura metallica e degli ancoraggi a terra e a parete, le prove funzionali e i collaudi, le dichiarazioni di conformità degli impianti elettrici ai sensi del DM 37/08, e quant'altro occorrente e necessario a dare il titolo completo in opera ed eseguito a perfetta regola d'arte.

N.B.: la quotazione attiene l'extracosto di quanto illustrato rispetto alla quotazione della corrispondente pensilina prevista dal progetto esecutivo nella stessa posizione in facciata 1.

1.5 SOSTITUZIONE DELLE CHIUSURE TRASPARENTI

La sostituzione degli infissi esistenti sarà costituita da serramenti in alluminio a taglio termico con vetro camera Basso emissivi BE, e come rappresentato nelle tavole grafiche Esecutive (Tavola n.2), la loro installazione adotterà particolare cura ed attenzione alle problematiche inerenti il ponte termico.



Nuovi Infissi esterni e cappotto in EPS

I nuovi infissi saranno principalmente di due tipi, dotati di Tapparelle Avvolgibili e non ;
La tipologia dotata di Tapparelle Avvolgibili, sarà del tipo come di seguito descritto :

Fornitura e posa in opera di INFISSI A TAGLIO TERMICO in ALLUMINIO, completato COME DA ABACO DEGLI INFISSI, CON TAPPARELLE AVVOLGIBILI (vedi ELABORATI GRAFICI DI PROGETTO), alta resistenza agli urti, spigoli arrotondati idonei antinfortunistica scolastica, ferramenta antieffrazione livello C con nottolini a fungo; completo di vetrocamera con doppio vetro BASSO EMISSIVO (spessori tipici 9-16-9 con gas Argon in intercapedine) di caratteristiche termo fisiche (U_g , U_f , g gl), in grado di garantire i seguenti valori:

- trasmittanza MAX dell'intero componente finestrato (infisso+vetrazione+giunti) $U_w < 1.67 \text{ W/mq.K}$ (a soddisfacimento requisiti per l'ammissione agli incentivi del DM 16/02/2016 "Conto Termico 2.0"), valutata per ogni finestra in abaco secondo UNI EN ISO 10077-1;
- fattore solare del vetro $g_{gl,n} < 0,67$;

Numero di ante e tipologia come da abaco degli infissi, con aperture a compasso e/o ribaltata-anta, compreso eventuale predisposizione di cornice di protusione finalizzata all'inserimento del telaio nelle guide metalliche del tamponamento esistente, cornici fermavetro o fermapannello, guarnizioni, elementi di raccordo con tamponatura, ferramenta, serramenti, ELEMENTI ACCESSORI previsti nell'ABACO DEGLI INFISSI (VEDI ELABORATI GRAFICI DI PROGETTO, a titolo esemplificativo e non esaustivo: dispositivi antipanico, serrature, veneziane, davanzali etc..), coprifili per rifiniture.

Requisiti ulteriori degli infissi:

- distanziale dei vetri termicamente migliorato, "giunto caldo Warm Edge", realizzato in acciaio inox o Pvc con anima metallica; -stampa sul distanziale dei valori isolanti del vetrocamera di capitolato; -infisso certificato secondo prove di invecchiamento UNI EN 1279-3, con perdita di gas inferiore a 1% anno; -marchiatura CE

Inclusi la fornitura in opera e la realizzazione di:

- DISPOSITIVI di apertura ad altezza uomo per le finestre a Vasistas;
- nuove TAPPARELLE in PVC (colore a scelta della DL), complete di guide, cassonetto ed ogni altro accessorio necessario al funzionamento manuale, da montare in sostituzione delle tapparelle esistenti, dimensioni identiche;
- COPRIFILI esterno in alluminio (colore a scelta della DL), installati per rifinire esteticamente e coprire l'esistente struttura metallica dell'edificio scolastico in corrispondenza degli infissi; -trabattelli o ponteggi di servizio, misurati in riferimento alla superficie della facciata interessata; MISURAZIONE di contabilità effettuata sulla SUPERFICIE DELL'APERTURA, riferimento abaco di progetto, prezzo medio determinato a compensazione di eventuali maggiori oneri derivanti da "superfici minime di fatturazione".

La fornitura sarà sottoposta a preventiva accettazione della Direzione Lavori su anticipata produzione di campionatura, in ordine alle caratteristiche termofisiche ed alle caratteristiche cromatiche e di finitura di vetri e telai.

La tipologia non dotata di Tapparelle Avvolgibili, sarà del tipo come di seguito descritto :
INFISSI A TAGLIO TERMICO in ALLUMINIO, completato COME DA ABACO DEGLI INFISSI, SENZA TAPPARELLE AVVOLGIBILI (vedi ELABORATI GRAFICI DI PRO-

GETTO), alta resistenza agli urti, spigoli arrotondati idonei antinfortunistica scolastica, ferramenta antieffrazione livello C con nottolini a fungo; completo di vetrocamera con doppio vetro BASSO EMISSIVO (spessori tipici 9-16-9 con gas Argon in intercapedine) di caratteristiche termo fisiche (U_g , U_f , g g_l), in grado di garantire i seguenti valori:

- trasmittanza MAX dell'intero componente finestrato (infisso+vetrazione+giunti) $U_w < 1.67 \text{ W/mq.K}$ (a soddisfacimento requisiti per l'ammissione agli incentivi del DM 16/02/2016 "Conto Termico 2.0"), valutata per ogni finestra in abaco secondo UNI EN ISO 10077-1;

- fattore solare del vetro $g_{gl,n} < 0,67$;

Numero di ante e tipologia come da abaco degli infissi, con aperture a compasso e/o ribaltata-anta, compreso eventuale predisposizione di cornice di protusione finalizzata all'inserimento del telaio nelle guide metalliche del tamponamento esistente, cornici fermavetro o fermapannello, guarnizioni, elementi di raccordo con tamponatura, ferramenta, serramenti, ELEMENTI ACCESSORI previsti nell'ABACO DEGLI INFISSI (VEDI ELABORATI GRAFICI DI PROGETTO, a titolo esemplificativo e non esaustivo: dispositivi antipatico, serrature, veneziane, davanzali etc..), coprifili per rifiniture.

Requisiti ulteriori degli infissi:

-distanziale dei vetri termicamente migliorato, "giunto caldo Warm Edge", realizzato in acciaio inox o Pvc con anima metallica; -stampa sul distanziale dei valori isolanti del vetrocamera di capitolato; -infisso certificato secondo prove di invecchiamento UNI EN 1279-3, con perdita di gas inferiore a 1% anno; -marchiatura CE

Inclusi la fornitura in opera e la realizzazione di:

-DISPOSITIVI di apertura ad altezza uomo per le finestre a Vasistas;

-COPRIFILI esterno in alluminio (colore a scelta della DL), installati per rifinire esteticamente e coprire l'esistente struttura metallica dell'edificio scolastico in corrispondenza degli infissi; -trabattelli o ponteggi di servizio, misurati in riferimento alla superficie della facciata interessata; MISURAZIONE di contabilità effettuata sulla SUPERFICIE DELL'APERTURA, riferimento abaco di progetto, prezzo medio determinato a compensazione di eventuali maggiori oneri derivanti da "superfici minime di fatturazione" ;

La fornitura sarà sottoposta a preventiva accettazione della Direzione Lavori su anticipata produzione di campionatura, in ordine alle caratteristiche termofisiche ed alle caratteristiche cromatiche e di finitura di vetri e telai.

Sempre nella tavola n.4 e' stata rappresentata inoltre, come enunciato nel paragrafo precedente, anche la Variante Migliorativa 1, riguardante la dotazione di Vetri a controllo solare per alcuni dei nuovi serramenti, in particolare per i serramenti al piano primo di Facciata 1 e per quelli di Facciata 2, "vetri ad alte prestazioni termiche in raffrescamento estivo", ottenute, con riferimento alla composizione del vetrocamera, mediante la dotazione di:

- presenza di RIVESTIMENTO SELETTIVO in faccia 2 per riflessione delle radiazioni infrarosse ma con alta trasmissione delle radiazioni visibili (VETRO A CONTROLLO SOLARE)

La dotazione, che è aggiuntiva del già previsto rivestimento bassoemissivo in faccia 3, deve consentire il raggiungimento dei seguenti valori:

- trasmittanza MAX dell'intero componente finestrato (infisso+vetrazione+giunti) $U_w < 1.67 \text{ W/mq.K}$ (a soddisfacimento requisiti per l'ammissione agli incentivi del DM 16/02/2016 "Conto Termico 2.0"), valutata per ogni finestra in abaco secondo UNI EN ISO 10077-1;

- fattore solare del vetro $g_{l,n} < 0,35$.

Tutte le altre caratteristiche delle vetrate oggetto del presente titolo, inclusa la presenza o meno di tapparelle avvolgibili, rimangono quelle individuate nella voce che descrive la fornitura del relativo infisso completo, individuato dalla numerazione in abaco.

NON è ammessa la fornitura alternativa di rivestimenti in faccia 1 con pellicole apposte in opera o a piè d'opera; la fornitura, che rimane sottoposta a preventiva accettazione della Direzione Lavori come tutte le altre vetrate, su anticipata produzione di campionatura, in ordine alle caratteristiche termofisiche ed alle caratteristiche cromatiche e di finitura di vetri e telai, presuppone l'arrivo a piè d'opera degli infissi con le vetrate già dotate delle caratteristiche richieste, e come tali accompagnate dalle certificazioni dei fornitori franco fabbrica.

Per le vetrate lungo la corte interna, denominate in abaco con la dicitura E23 e E24 di Facciata 7, l'intervento prevede la sola applicazione di " Pellicole " di schermatura solare, costituite da

Pellicole in poliestere, con processo di metallizzazione sputtered, gradazione bronzo fumè tonalità forte (*).

Caratteristiche tecniche su vetri neutri di valore $U_g = 5,8 / 2,7 / 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$:

Fattore solare $G = 0,23 / 0,17 / 0,12$

Raggi ultravioletti trasmessi $< 1\% < 1\% < 1\%$

Totale energia solare respinta 77% 83% 88%

Trasmissione (radiazione solare) 13% 11% 7%

Riflessione Esterno (radiazione solare) 53% 53% 54%

Assorbimento (radiazione solare) 34% 36% 40%

Trasmissione (luce visibile) 20% 18% 16%

Riflessione Esterno (luce visibile) 36% 36% 36%

Spessore netto del film minimo richiesto (liner escluso) = 75 micron

Le pellicole devono esplicitamente essere garantite, in opera, per 10 anni contro smetallizzazione, screpolatura, delaminazione, distaccamento.

L'installazione dovrà essere eseguita solamente da personale specializzato.

I vetri ed i perimetri del serramento dovranno essere preventivamente puliti per rimuovere ogni traccia di sporco o polvere.

L'applicazione dovrà essere fatta in modo da evitare sistematicamente bolle o grinze, e non dovranno essere visibili residui di sporco o polvere tra vetro e pellicola.

Una eventuale opacità nell'adesivo si deve asciugare e sparire nel giro di alcuni giorni; in caso di condizioni particolarmente avverse si considera un tempo massimo di 30 giorni.

L'installazione dovrà essere eseguita a filo cornice ed i bordi della pellicola dovranno essere tutti sigillati con adeguato silicone del tipo "non acetico".

Non saranno ammesse giunzioni di pellicole sulle singole lastre da rivestire.

Inclusi trabattello h. 4 mt al piede, trasferta installatori specializzati, sigillatura con silicone 'non acetico', pulizia specifica vetrate, rilevamento laser tipologia vetrata, e ogni altro onere e magistero per la perfetta applicazione in opera a regola d'arte.

(*) specifica di riferimento: MADICO USA - SB 221 EXSR 3mil - SB20 E PSSR

Prato, 24/01/2017

IL TECNICO

Architetto Luca Buono

1.6 Riqualificazione energetica scuola G.Puccini, via Guerra, a Prato (progetto esecutivo)

Premessa

I lavori di riqualificazione del complesso edilizio “G. Puccini” di via Guerra erano stati oggetto di apposita indagine energetica effettuata in preparazione di una richiesta di finanziamento attraverso il cosiddetto “fondo Kyoto”, che fu poi accordato per questo e per altri 4 plessi scolastici del Comune di Prato.

Insieme alle opere di rigenerazione dell'involucro edilizio, che costituiscono la porzione più rilevante dei lavori, in accordo con il servizio UO Lavori Pubblici furono inseriti nel quadro economico del progetto preliminare anche alcuni interventi di consolidamento strutturale sugli elementi secondari, come da normativa antisismica.

Nel preliminare erano inclusi anche interventi finalizzati all'efficientamento degli impianti termici, alla cui realizzazione l'A.C. provvederà però in separata sede e con fondi diversi, nel quadro di un programma di lavori affidato al “Servizio Energia con riqualificazione degli impianti termici”.

La diagnosi e il progetto energetico sono stati redatti in modo da tener conto di tutte le preesistenze (come gli impianti fotovoltaici in copertura) e le nuove opere previste in modo coordinato su più appalti di lavori, tuttavia l'oggetto di questo progetto esecutivo sono solo i lavori di riqualificazione dell'involucro e, marginalmente, piccoli interventi attinenti la distribuzione del calore e le regolazioni locali.

Criteri seguiti nelle scelte progettuali e normativa applicata

Il citato D.Min.Ambiente 14/04/2015 individuava all'art.4 i criteri per l'ammissione degli edifici scolastici al finanziamento (**in conto interessi**) a tasso agevolato con il Fondo Kyoto.

Principalmente, alla lettera a) del c.1 si indica il requisito che ha condizionato tutta la progettazione, ovvero (cit.):

- a) i progetti relativi a interventi di incremento dell'efficienza energetica e degli usi finali dell'energia dovranno conseguire un miglioramento del parametro dell'efficienza energetica dell'edificio oggetto di intervento di almeno due classi in un periodo massimo di tre anni dalla data di inizio dei lavori di riqualificazione energetica;

Coerentemente con le diagnosi energetiche effettuate sullo stato di fatto e nelle condizioni di progetto, e nel rispetto della normativa sulla classificazione energetica degli edifici, si è così verificato che l'ipotesi di lavoro già scaturita dal progetto preliminare assolvesse alla verifica del doppio salto di classe, redigendo le necessarie simulazioni numeriche atte a valutare la prestazione energetica e la conseguente attribuzione prevedibile in APE ex-ante ed ex-post.

La redazione degli APE ex-post è compito che sarà assolto in seguito da un soggetto non ancora incaricato, tuttavia si riporta qui una previsione della classificazione per il complesso Puccini (scuola+palestra), eseguita con software certificato in dotazione all'Ufficio Politiche Energetiche.

In preliminare erano già state annotate le classificazioni dello stato di fatto certificato a regole 2015:

Puccini APE SDF (normativa passata, dati climatici passati..)				
Scuola-Palestra				Classe
Volume lordo	8197.73		m ³	
Superficie utile	2271.26		m ²	
Prestazione energetica globale	35.57	kWh/m ³ a	128.3839	kWh/m ² a
Prestazione riscaldamento	31.55	kWh/m ³ a	113.8744	kWh/m ² a
Prestazione acs	4.02	kWh/m ³ a	14.50951	kWh/m ² a

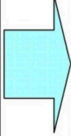
F

Proprio la normativa sulla certificazione energetica è cambiata fra la data di approvazione del preliminare (e

dell'ammissione al finanziamento) e quella di redazione del Progetto Esecutivo, cosicché, in latenza di pronunciamenti del Ministero sull'esatta procedura da seguire, per sicurezza si è eseguito il controllo in relazione a tutte le condizioni confrontabili.

Si riportano le classificazioni dello stato di fatto e di progetto con le regole del 2016, nelle quali compaiono nuovi addendi (illuminazione, trasporto):

Puccini APE SDF (10/2016)					Classe
Scuola+Palestra					
Volume lordo	13582.08		m ³		D
Superficie utile	2688.96		m ²		
Prestazione energetica globale	62.40679	kWh/m ³ a	315.22	kWh/m ² a	
Prestazione riscaldamento	43.55	kWh/m ³ a	219.99	kWh/m ² a	
Prestazione acs	0.53	kWh/m ³ a	2.7	kWh/m ² a	
Prestazione Illuminazione	18.17	kWh/m ³ a	91.8	kWh/m ² a	
Trasporto	0.14	kWh/m ³ a	0.73	kWh/m ² a	



Puccini APE SDP (10/2016)					Classe
Scuola+Palestra					
Volume lordo	13936.53		m ³		B
Superficie utile	2671.26		m ²		
Prestazione energetica globale	40.07696	kWh/m ³ a	209.09	kWh/m ² a	
Prestazione riscaldamento	22.72	kWh/m ³ a	118.51	kWh/m ² a	
Prestazione acs	0.12	kWh/m ³ a	0.64	kWh/m ² a	
Prestazione Illuminazione	17.10	kWh/m ³ a	89.21	kWh/m ² a	
Trasporto	0.14	kWh/m ³ a	0.73	kWh/m ² a	

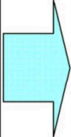
e si osserva che sia rispetto alle classificazioni dello sdf al 2015, sia al 2016, le classificazioni dello sdp al 2016 riportano sempre il doppio salto di classe:

Scuola+Palestra: sdf: F (2015) / D (2016) → sdp: B (2016)

a riprova della praticabilità della soluzione progettuale complessiva ai fini del finanziamento con i Fondi Kyoto.

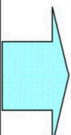
Sono state eseguite inoltre simulazioni separate per scuola e palestra a regole 2016:

Puccini APE SDF (Ape 10/2016)					Classe
Palestra					
Volume lordo	4963.66		m ³		D
Superficie utile	607.74		m ²		
Prestazione energetica globale	50.7155	kWh/m ³ a	414.2141	kWh/m ² a	
Prestazione riscaldamento	31.35	kWh/m ³ a	256.01	kWh/m ² a	
Prestazione acs	1.33	kWh/m ³ a	10.85	kWh/m ² a	
Prestazione Illuminazione	18.04	kWh/m ³ a	147.3541	kWh/m ² a	
Trasporto	0.00	kWh/m ³ a	0	kWh/m ² a	



Puccini APE SDP (Ape 10/2016)					Classe
Palestra					
Volume lordo	5112.72		m ³		B
Superficie utile	605.06		m ²		
Prestazione energetica globale	32.67953	kWh/m ³ a	276.14	kWh/m ² a	
Prestazione riscaldamento	15.02	kWh/m ³ a	126.89	kWh/m ² a	
Prestazione acs	0.31	kWh/m ³ a	2.58	kWh/m ² a	
Prestazione Illuminazione	17.36	kWh/m ³ a	146.67	kWh/m ² a	
Trasporto	0.00	kWh/m ³ a	0	kWh/m ² a	

Puccini APE SDF (Ape 10/2016)					Classe
Scuola					
Volume lordo	8618.42		m ³		D
Superficie utile	2081.22		m ²		
Prestazione energetica globale	69.14	kWh/m ³ a	286.32	kWh/m ² a	
Prestazione riscaldamento	50.59	kWh/m ³ a	209.48	kWh/m ² a	
Prestazione acs	0.08	kWh/m ³ a	0.32	kWh/m ² a	
Prestazione Illuminazione	18.25	kWh/m ³ a	75.58	kWh/m ² a	
Trasporto	0.23	kWh/m ³ a	0.94	kWh/m ² a	



Puccini APE SDP (Ape 10/2016)					Classe
Scuola					
Volume lordo	8823.81		m ³		B
Superficie utile	2066.2		m ²		
Prestazione energetica globale	44.37	kWh/m ³ a	189.47	kWh/m ² a	
Prestazione riscaldamento	27.18	kWh/m ³ a	116.06	kWh/m ² a	
Prestazione acs	0.02	kWh/m ³ a	0.08	kWh/m ² a	
Prestazione Illuminazione	16.95	kWh/m ³ a	72.39	kWh/m ² a	
Trasporto	0.22	kWh/m ³ a	0.94	kWh/m ² a	

da cui comunque si è avuta conferma della praticabilità delle soluzioni indicate:

Palestra: sdf: D (2016) → sdp: B (2016)

Scuola: sdf: D (2016) → sdp: B (2016)

Si precisa che nelle precedenti determinazioni ci si è riferiti alle ipotesi progettuali che nell'appalto dei lavori sarà messa a base di gara, prescindendo dalle possibilità legate alle "offerte migliorative" che le ditte partecipanti potranno adottare come proposte in luogo dei ribassi.

Si è poi ottimizzata ogni ipotesi progettuale in modo da attivare anche i possibili finanziamenti in

conto capitale ottenibili con il “Conto Termico 2.0” (D.IM. 16 febbraio 2016 e s.i.).

In particolare, si è cercato di ottenere la prestazione indicata come minimale sulla trasmittanza termica di pareti isolate e finestre ad alto isolamento, come pure sul rendimento di macchinari e apparecchi di regolazione e sulle prestazioni dei sistemi di schermatura, in modo da conseguire l'erogazione di contributi nell'ordine del 40% delle relative spese.

Si è poi operato in modo da realizzare le condizioni di ammissibilità dei premi aggiuntivi; p.e. la contemporanea sostituzione dei generatori può far ottenere un ulteriore 15% di finanziamento della spesa per finestre e pareti.

Per ottenere i risultati desiderati si è sostanzialmente progettato il seguente corpo di interventi:

1. un cappotto termico di 14 cm di EPS, oltre finitura superficiale, su tutti i corpi di fabbrica del complesso, idoneo a conseguire sulla parete finita il valore di trasmittanza $U < 0,22$ W/mqK;
2. la sostituzione di tutti i componenti finestrati con nuovi infissi in alluminio a taglio termico e vetrate ad alte prestazioni in riscaldamento (vetrocamera antinfortuno, argon, bassoemissivo), idoneo a conseguire sul componente completo il valore di trasmittanza $U_w < 1,87$ W/mqK, con adeguato fattore solare, assistite nelle aule e laboratori da chiusure oscuranti avvolgibili;
3. la cura particolare nella eliminazione dei ponti termici, soprattutto riferiti alle posizioni di interfaccia fra infissi e cappotti, con adeguati risvolti e soglie a taglio termico, all'isolamento dei cassonetti porta-avvolgibili ecc.;
4. la realizzazione di una lunga pensilina di frangisole a lamelle fisse, a sbalzo sulle porte e finestre della facciata principale;
5. la posa in opera di valvole termostatiche sui radiatori, accompagnata quando possibile dalla sostituzione delle pompe a giri fissi con nuovi circolatori elettronici a giri variabili, e dalla riequilibratura e taratura della rete di distribuzione.

Lo stato di fatto del complesso edilizio e le opere suesposte sono meglio descritte negli elaborati allegati e nella parte dedicata della relazione.

Dagli accertamenti eseguiti non è stata ritenuta praticabile la coibentazione delle coperture.

Tutte le opere e prestazioni necessarie all'esecuzione della riqualificazione (come demolizioni parziali, riprese, rimozioni e riposizionamenti impianti in facciata, scossaline, finiture accessorie, pulizie straordinarie di elementi edilizi e impianti, ecc. ecc.) sono state ovviamente indicate a computo metrico dei lavori, incluse le predisposizioni delle attrezzature per la sicurezza sui cantieri. Come in buona parte prescritto dalla nuova normativa sull'efficienza energetica degli edifici, ai fini del raggiungimento delle ottimali condizioni di economia di esercizio, durabilità, comfort e utilizzabilità dei locali si è poi ipotizzata la realizzazione di alcune forniture particolari: dalla dotazione di additivi a particolari capacità riflettenti delle paste di finitura del cappotto (anche per poter addivenire a una colorazione forte a disegno della facciata degli edifici), alla posa di sistemi schermanti a lamelle fisse o orientabili sulle facciate degli edifici principali.

Interventi per Offerte Migliorative

Nella ricerca di un miglior risultato finale si è ipotizzata una procedura di gara in grado di premiare le offerte qualitativamente migliori, indicando un ventaglio di “Offerte Migliorative” che i concorrenti potranno decidere di adottare in luogo di parte dello sconto sul prezzo di offerta.

Per il complesso Puccini fanno parte di queste possibilità le seguenti varianti:

- caratterizzazione con vetri ad alte prestazioni in raffrescamento estivo (Controllo Solare) delle finestre principali
- realizzazione di un porticato con lamelle frangisole motorizzate al posto della pensilina a lamelle fisse del prospetto di ingresso
- sostituzione (per zone a radiatori) delle pompe a giri fissi con nuovi circolatori elettronici a

giri variabili

Gli effetti energetici delle varianti, seppure pesati in istruttoria interna, non sono stati considerati, per sicurezza, nelle valutazioni delle prestazioni da garantire.

Efficacia dei provvedimenti di efficientamento

La corretta misurazione dell'efficacia dei provvedimenti di efficientamento va affidata alle simulazioni numeriche relative alla conduzione “adattata all'utenza” degli impianti asserviti agli edifici del complesso, nelle condizioni ex-ante ed ex-post.

Le diagnosi energetiche eseguite in occasione del preliminare, riferite allo stato di fatto e alle ipotesi di lavoro poi approfondite in esecutivo, si prestano a queste valutazioni e confermano la validità delle scelte effettuate.

Considerato che il progetto non prevede sostanziali cambiamenti nel modo di produrre energia per gli edifici interessati (nel senso che si utilizzavano caldaie a gas nello stato ante operam e lo si farà, con piccola integrazione solare sulla produzione di acs, anche post operam), si può dire che il raffronto fra i fabbisogni di potenza da consegnare al complesso ed alle sue parti nello stato ex-ante e ex-post sia un ottimo rivelatore dell'effetto della riqualificazione ipotizzata.

A tal riguardo si può consultare la seguente tabella riepilogativa, dove appare evidente che la riduzione di fabbisogno è notevole (in totale da 250 a 170 kW) anche considerando le potenze di ventilazione e di riavviamento dopo lunga pausa, che sono invariati.

In pratica, volendo a breve intervenire anche sulla centrale termica, basterà installare una caldaia di potenza quasi dimezzata rispetto al fabbisogno attuale, con conseguenti economie non solo per il rendimento ma anche sulla riduzione dei costi di esercizio delle pompe e della manutenzione riparativa.

Scuole Progetto Kyoto	Stato Attuale					Generatore+Cappotto EPS + Infissi (1,67W/m ² K)				
	U.I.	ϕ_t	ϕ_v	ϕ_{rh}	ϕ_{hl}	U.I.	ϕ_t	ϕ_v	ϕ_{rh}	ϕ_{hl}

Puccini Cod. Fidia 3089 Cod. Imp. 52	Totale	164.904	37.423	48.401	250.728	Totale	84.043	37.320	48.083	169.446
	Palestra	47.722	12.994	7.862	68.578	Palestra	20.393	13.020	7.878	41.291
	Spogliatoi	5.385	1.744	3.077	10.205	Spogliatoi	5.067	1.795	3.013	9.876
	Scuola	111.798	22.685	37.462	171.945	Scuola	58.583	22.504	37.192	118.279

Legenda	
ϕ_t	trasmissione per dispersione (W)
ϕ_v	trasmissione per ventilazione (W)
ϕ_{rh}	potenza di ripresa (W)
ϕ_{hl}	trasmissione totale (W)

Questo fa inoltre pensare che in futuro ci saranno ulteriori spazi di riqualificazione, ove si intenda comprimere il consumo energetico della ventilazione con impianti VMC.

Altre verifiche normative

Sono state effettuare tutte le nuove verifiche sul contenimento dei consumi energetici degli edifici (Decreto “Requisiti minimi” del 16/06/2015).

Di questo si da conto nella relazione, parimenti allegata al progetto, redatta ai sensi dell'art.28 ex L10/91, contenente tutte le verifiche prescritte dalla vigente normativa alla data di redazione del PE, in particolare il Dlgs 192/05 e s.m.i. come modificato dalla L.90/2013, con i relativi Decreti attuativi del 16 giugno 2015.

Si accenna al fatto che l'intervento è classificabile come “ristrutturazione importante di 2° livello”, (isolamento di oltre il 50% delle superfici ma senza rifacimento della distribuzione impiantistica).

Mancando la previsione di esecuzione dei lavori su una parte degli involucri edilizi (coperture, pavimenti a terra), l'intervento non costituisce una ristrutturazione rilevante ai sensi del DL28/2011, (seppure interessante oltre 1000 mq di Su) e pertanto non si applicano le relative disposizioni in merito alla quota minima di energia rinnovabile nel fabbisogno energetico da coprire.

Consistenza del progetto esecutivo

Il progetto esecutivo dei lavori oggetto della presente relazione è costituito dagli elaborati tecnici (grafici, descrittivi, computi e capitolati) atti a definire le opere per la rigenerazione dell'involucro edilizio e le piccole opere impiantistiche sulla distribuzione e le regolazioni locali (pompe a giri variabili, valvole termostatiche).

Le opere impiantistiche attinenti l'efficientamento degli impianti di produzione dell'energia termica negli edifici per gli usi di riscaldamento e acqua sanitaria sono documentate in altri progetti redatti a completamento del progetto gestionale del “Servizio Energia”.

Il servizio è già attivo per gli immobili comunali da giugno 2015, data a cui la condizione delle centrali di produzione energia per i complessi edilizi corrispondeva esattamente allo stato di fatto documentato in preliminare.

Alla data presente le trasformazioni impiantistiche sono in fase di avanzata realizzazione, prossime al completamento; le simulazioni dello stato di progetto per i lavori oggetto della presente vi fanno perciò riferimento, tanto che sono state riportate in allegato alle relazioni sul rispetto delle normative energetiche, ex art.28 L10/91, le copie dei relativi progetti esecutivi delle centrali termiche.

Per la CT del complesso Puccini è prevista la sostituzione della caldaia esistente, con altre opere di adeguamento normativo, e l'installazione di un impianto di pannelli solari termici e relativi bollitore e accessori per la produzione di acqua calda sanitaria, integrata dalla caldaia in tampone; anche questa è una dotazione considerata nello stato di progetto ai fini della classificazione energetica.

Conclusioni

I lavori di riqualificazione del complesso edilizio “Puccini” di via Guerra saranno certamente conformi ai requisiti per l'accesso ai finanziamenti del “Fondo Kyoto” e, almeno in buona parte, del “Conto Termico”.

Determineranno rilevanti diminuzioni dei costi energetici di esercizio, delle emissioni climalteranti a parità di servizio reso, importanti miglioramenti delle condizioni di comfort e, da non trascurare, della durabilità degli edifici (per i quali la nuova pelle costituirà un protettivo di lunga durata).

il tecnico comunale
ing. Iuri Baldi