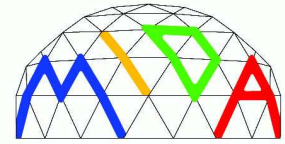




LICEO SCIENTIFICO STATALE
FRANCESCO D'ASSISI - ROMA

PROGETTO D'ISTITUTO - GRUPPO DI
LAVORO PER IL CALCOLO DELLA
DISPERSIONE ENERGETICA INVERNALE
DELL'EDIFICIO SCOLASTICO



Moduli *interattivi*
di *didattica*
ambientale

Coordinatori : **prof. Massimo Giovannetti**

arch. Silvia Quattrocchi

arch. Nicoletta Salvi

MODULO ARCHITETTONICO

LA PRESTAZIONE ENERGETICA PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE DELLA SCUOLA : LICEO SCIENTIFICO STATALE FRANCESCO D'ASSISI DI ROMA.

RELAZIONE FINALE

Da metà gennaio con cadenza settimanale, sono cominciati gli incontri con i ragazzi e le ragazze del liceo scientifico Francesco D'Assisi, propedeutici allo studio dell'edificio scuola, dal punto di vista energetico. Più esattamente il modulo architettonico aveva come obiettivo il calcolo della prestazione energetica dell'involucro dell'edificio, quindi delle prestazioni dei suoi componenti opachi e trasparenti.

Inizialmente si sono svolte delle lezioni teoriche che potessero illustrare agli studenti e alle studentesse le motivazioni per cui è importante conoscere il comportamento energetico dell'edificio, le caratteristiche che lo condizionano e determinano tale comportamento e la normativa vigente in Italia inerente, appunto, la certificazione energetica degli edifici.

In un secondo momento le lezioni teoriche sono state accompagnate da una parte più propriamente pratica, in cui sulla base dei dati illustrati, studenti e studentesse sono stati divisi in gruppi per prendere visione dell'edificio scolastico, orientarsi, cominciare ad appuntarsi graficamente le caratteristiche architettoniche, a fare il rilievo delle superfici e a determinare, prendendone visione, i materiali caratteristici dell'involucro.

In una terza fase, i dati e le misurazioni raccolti sono stati confrontati con altrettanti dati disponibili su supporto digitale grafico e verificati; sono stati calcolati con l'aiuto di un programma grafico i dati mancanti e successivamente le misurazioni definitive ottenute sono state inserite in

un foglio excel, preventivamente redatto per poter semplificare il calcolo della prestazione energetica.

Durante l'intervallo di tempo tra un'incontro e l'altro, in particolare per quel che riguarda la seconda e la terza fase del laboratorio, i ragazzi e le ragazze si sono autogestiti, sulla base di indicazioni da noi fornitegli, per reperire dati riguardanti i componenti dell'involucro dell'edificio. Questo perché, viste le dimensioni della scuola e la complessità del lavoro di rilievo e verifica di una così cospicua quantità di dati, gli incontri stabiliti non sarebbero stati sufficienti.

L'ultima parte del laboratorio è stata dedicata a stabilire la classe energetica dell'edificio scolastico e a verificare quanto la prestazione energetica potesse cambiare apportando una miglioria all'involucro.

Più dettagliatamente, qui di seguito, descriviamo l'andamento e i contenuti dei singoli incontri.

PRIMO E SECONO INCONTRO:

Si sono svolti in aula, proiettando due lezioni:

- **LEZIONE 1: L'edificio e il calore**, in cui è stata spiegata la situazione attuale in cui versano la maggior parte degli edifici italiani, progettati senza alcun controllo e considerazione delle questioni energetiche e, per contro, la necessità, dettata anche dalla situazione energetica mondiale, di intervenire su tali edifici, considerando attentamente sia le caratteristiche ambientali che quelle dell'involucro. In proposito sono stati anche enunciati i principi su cui si basa la progettazione bioclimatica degli edifici.

Si è inoltre, introdotto, in maniera semplificata, il concetto di calore e la sua interazione con l'edificio in termini di apporti e dispersioni.

- **LEZIONE 2: Leggi e formule**, in cui è stato illustrato il panorama normativo italiano riguardante le questioni energetiche e la certificazione energetica degli edifici; è stato introdotto il Decreto Ministeriale del 20 giugno 2009, in cui oltre alle linee guida nazionali, viene, nell'allegato 2, indicata la procedura semplificata per la determinazione dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale dell'edificio. Questa procedura è stata spiegata approfonditamente agli studenti e studentesse, in quanto sarebbe stata quella da utilizzare negli ultimi incontri per il calcolo. Alla fine della lezione è stata mostrata la tabella inserita nel Decreto Ministeriale 11 marzo 2008, in cui viene indicato il limite di legge per la prestazione energetica invernale, relativamente alla zona climatica e al rapporto tra la superficie disperdente dell'edificio e il suo volume.

Nell'ultima parte del secondo incontro i ragazzi e le ragazze sono stati divisi in gruppi, assegnando ad ogni gruppo la gestione, il controllo, la misurazione di una determinata parte dell'edificio. Più propriamente, essendo molto importante ai fini del calcolo l'orientamento delle facciate della scuola, (in quanto fa parte del calcolo la considerazione dell'apporto solare sull'involucro), ad ogni gruppo è stato assegnato un orientamento, ossia il compito di studiare le facciate della scuola rispettivamente orientate verso sud, est, nord, ovest. Ad un altro gruppo è stato invece assegnato il compito di verificare e misurare il piano interrato, in quanto per le sue caratteristiche planimetriche e di esposizione e per la diversità dei componenti opachi e trasparenti, è stato considerato a se stante rispetto agli altri piani e quindi difficilmente omologabile.

Nel breve tempo rimasto a disposizione, i gruppi hanno cominciato ad orientarsi nella scuola, prendendo visione delle zone di cui avrebbero, negli incontri successivi, dovuto fare rilievi e valutazioni.

La formula per il calcolo semplificato della prestazione energetica per la climatizzazione invernale, succitata è la seguente:

$$E_{pi} = (Q_h / A_p) / \eta_g$$

Dove:

Q_h= fabbisogno termico dell'edificio in relazione agli apporti e alle dispersioni dell'involucro

A_p=superficie utile dei vari piani che compongono l'edificio;

η_g=rendimento globale giornaliero medio della caldaia.

Si è scelto di adottare questo sistema di calcolo, in quanto, l'utilizzo di un programma digitale, come quelli che vengono normalmente utilizzati dai professionisti, avrebbe reso a studenti e studentesse, molto più difficile la comprensione delle motivazioni e delle modalità per cui si calcola la prestazione energetica di un edificio. Inoltre, il lavoro sarebbe stato molto più asettico e affatto didattico.

Inoltre, la scelta di calcolare la prestazione energetica solo per la climatizzazione invernale, è stata dettata dall'uso principale dell'edificio scolastico nella stagione invernale, e dai maggiori consumi che ne derivano.

TERZO INCONTRO:

È stato suddiviso in una parte teorica e in una pratica. Restando comunque sempre in aula si è prima illustrata una lezione teorica:

- **LEZIONE 3: I materiali**, in cui sono stati analizzati i materiali da costruzione delle superfici opache, quindi i componenti dei paramenti murari, delle coperture e dei solai, dal punto di vista del loro comportamento termico; sono stati, quindi, spiegati, i concetti di conducibilita' termica, trasmittanza e resistenza termica propriamente dei materiali utilizzati in edilizia. E' inoltre stata mostrata la tabella inserita nel Decreto Ministeriale 11 marzo 2008, contenente i valori limite per la trasmittanza termica delle strutture opache.

Nella seconda parte della lezione, sulla base delle informazioni illustrate, si e' ragionato insieme a studenti e studentesse sui materiali che compongono l'involucro murario, arrivando, quindi, a delineare le diverse tipologie di sezioni murarie e le loro relative trasmittanze. Sono state individuate molteplici sezioni murarie differenti, ma in una fase di semplificazione, verificando che le trasmittanze variavano lievemente, sono stati identificati tre pacchetti per i paramenti verticali opachi, (parete con cortina esterna sottofinestra, parete con cortina esterna soprafinestra, parete senza cortina esterna) e due per i paramenti opachi orizzontali, (copertura a terrazza e pavimento controterra) di questi ultimi, pero', non avendone ancora presa visione, non sono stati identificati i materiali specifici che compongono le sezioni.

QUARTO INCONTRO:

Il quarto incontro e' stato suddiviso in due momenti.

Nella prima parte insieme a tutti i gruppi si e' saliti sul terrazzo di copertura della palazzina A della scuola, per farne il rilievo, cosi' da poterne confrontare la pianta con quella disponibile su supporto digitale.

E' importante premettere la planimetria dell'edificio scolastico e' stata reperita dalla documentazione di cui la scuola obbligatoriamente deve disporre per rispondere alla normativa antincendio. Le misure di questa planimetria, purtroppo, probabilmente per l'uso per cui e' stata redatta, non corrispondono sempre alle misure reali dell'edificio. Motivo per cui e' stato necessario verificare la correttezza delle piante con un rilievo diretto.

Sempre sulla terrazza di copertura, si e' potuto prendere visione con tutti i gruppi e ragionare sui materiali che ne compongono la sezione muraria.

Nella seconda parte dell'incontro, invece, i gruppi, con la nostra supervisione, si sono divisi per visionare direttamente le zone a loro assegnate, per rilevare tramite fettucce, metri rigidi e laser, le dimensioni delle facciate(sempre con lo scopo di confermare o modificare se necessario le planimetrie a disposizione) e per rilevare le altezze degli ambienti, dato che non era fin'ora disponibile.

QUINTO INCONTRO:

E' stato suddiviso in una parte teorica e in una pratica. Si e' prima illustrata una lezione teorica, brevemente vista la necessita' di lavorare alla raccolta dati:

- **LEZIONE 4: Le superfici vetrate**, in cui e' stato analizzato il comportamento dei serramenti di un edificio in relazione alla necessita di rispondere all'esigenza di garantire il comfort termico e il risparmio energetico. Sono, quindi, stati spiegate le varie tipologie di vetri e telai, i concetti di fattore solare, trasmittanza dei serramenti, conduttanza lineica dei telai, l'importanza di valutare nella scelta dei serramenti sia i materiali, sia la resistenza agli agenti atmosferici che l'economicita' in termini di costi e di impatto ambientale. E' inoltre stata mostrata la tabella inserita nel Decreto Ministeriale 11 marzo 2008, contenente i valori limite per la trasmittanza termica delle strutture trasparenti.

Nella seconda parte dell'incontro i gruppi, sempre con la nostra supervisione, hanno continuato a rilevare i dati mancanti, preoccupandosi questa volta di rilevare anche le tipologie di serramenti, i materiali di cui erano composti e le dimensioni specifiche dell'intero serramento, delle parti vetrate e dei telai, sempre relativamente alla facciata che gli era stata assegnata.

SESTO, SETTIMO E OTTAVO INCONTRO:

Si sono svolti nell'aula di informatica.

I singoli gruppi, con la nostra supervisione, hanno confrontato le misurazioni raccolte con quelle della planimetria digitale. Quando necessario, sono state apportate modifiche alla planimetria disponibile. Un gruppo e' salito sulla terrazza della palazzina B della scuola per rilevare la pianta della copertura e poi in aula di informatica la ha confrontata con quella su supporto digitale.

E' stato quindi fatto un grande lavoro di verifica e controllo dei dati per poi poter pian piano ottenere da ogni singolo gruppo le misurazioni richieste:

- aree delle superfici opache disperdenti verticali delle varie facciate delle due palazzine con orientamenti diversi, suddivise per tipologia di sezione muraria;
- aree delle superfici opache disperdenti verticali della facciate del piano seminterrato;
- aree delle superfici opache disperdenti orizzontali (copertura a terrazza, solaio controterra, solaio di copertura del piano interrato, solaio di copertura del collegamento al piano terra tra le due palazzine della scuola)divise per la tipologia di sezione muraria;
- aree delle superfici vetrate delle varie facciate delle due palazzine con orientamenti diversi e del piano seminterrato;

- aree e lunghezze dei telai dei serramenti, delle facciate delle due palazzine con orientamenti diversi e del piano seminterrato;
- altezze dei vari piani;
- superfici nette di tutti i piani dell'edificio;
- volume lordo e netto dell'edificio.

L'ultimo dato da ricercare, ai fini del calcolo della prestazione energetica invernale della scuola, è stato quello dei rendimenti della caldaia. Il suo reperimento è stato molto difficile e alla fine non si è pervenuti a dei dati certi, in quanto la ditta a cui è affidata la manutenzione della caldaia non ha saputo o voluto fornire i dati relativi all'ultimo controllo che dovrebbe risalire all'accensione dell'impianto all'inizio dell'anno scolastico. Questa mancanza ha determinato una determinazione dei rendimenti sulla base delle indicazioni fornite dai libretti di caldaie simili, (dati reperiti dalle case fornitrici) e di calcoli statistici.

Tutti questi dati sono stati inseriti in un foglio di calcolo excel. L'esigenza di redigere tale foglio di calcolo è nata dalla necessità di ordinare in un unico formato una così gran mole di dati proveniente dai diversi gruppi e di poter ottenere più facilmente e più velocemente un risultato esatto. Infatti, la riproposizione della formula per il calcolo semplificato della prestazione energetica dell'edificio, su supporto digitale, o meglio su foglio di calcolo excel, ci ha permesso di ottenere l'obiettivo che ci si era prefissati nei tempi a disposizione.

NONO INCONTRO:

Sulla base del decreto ministeriale del 20 giugno 2009, e sulla base del risultato dei calcoli ottenuti con il supporto del foglio di calcolo excel si è pervenuti a definire la classe energetica dell'edificio scolastico.

L'ultimo lavoro che si è fatto con studenti e studentesse è stato quello di provare a intervenire sull'edificio, ipotizzando che l'involucro murario potesse essere migliorato dal punto di vista della sua prestazione energetica, sovrapponendo alla superficie disperdente esterna un isolamento a cappotto. Per fare questa operazione si sono semplicemente create, nel foglio di calcolo excel, nuove sezioni murarie, una per la copertura a terrazza, una per il paramento verticale sottofinestra, una per il paramento verticale soprafinestra e una per il paramento verticale senza cortina, provviste oltre ai materiali già presenti di un isolamento e di un ulteriore strato di intonaco di protezione. Grazie al foglio di calcolo excel, si è così, potuto calcolare rapidamente il nuovo indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale e definire la nuova classe energetica di appartenenza dell'edificio scolastico.

Roma, 30 marzo 2011

I coordinatori
