

facoltà  
architettura  
ferrara

Palazzo  
Tassoni



## CORSO DI FORMAZIONE

# ARCHITETTURA ENERGIA LATERIZIO

Architettura, efficienza energetica  
e prestazioni del laterizio

**SETTEMBRE - DICEMBRE 2010**

Palazzo Tassoni

Aula Seminari

Via della Ghiara, 36

Ferrara



Erwin  
Heerich,  
Istituto di  
Biofisica,  
Hombroich,  
Neuss,  
Germania,  
1984-2004.  
(seier + seier  
+ seier ph.)



**COSTRUIRE IN LATERIZIO**

## ARCHITETTURA ENERGIA LATERIZIO

Architettura, efficienza energetica e prestazioni del laterizio

### Comitato Scientifico

Alfonso Acocella, Giacomo Bizzarri,  
Pietromaria Davoli, Andrea Rinaldi

### Direttore del Corso

Andrea Rinaldi

### Docenti

Alfonso Acocella (Università di Ferrara)  
Adolfo Baratta (Università di Firenze)  
Vittorino Belpoliti (Università di Ferrara)  
Giacomo Bizzarri (Università di Ferrara)  
Paola Boarin (Università di Ferrara)  
Andrea Boeri (Università di Bologna)  
Silvia Brunoro (Università di Ferrara)  
Roberto Calliari (CR Soft)  
Roberto Capra (Università di Ferrara)  
Veronica Dal Buono (Università di Ferrara)  
Pietromaria Davoli (Università di Ferrara)  
Laura Gabrielli (Università di Ferrara)  
Stefan Hitthaler (Architetto, Brunico)  
Kurt Egger (Architetto, Brunico)  
Alex Lambruschi (Università di Ferrara)  
Monica Lavagna (Politecnico di Milano)  
Stefano Piva (Università di Ferrara)  
Valentina Raisa (Aldes Italia)  
Paolo Rava (Università di Ferrara)  
Andrea Rinaldi (Università di Ferrara)  
Davide Turrini (Università di Ferrara)

Spazi della  
Sala Consiglio  
e Sala riunioni  
di Palazzo  
Tassoni.  
(enrico  
geminiani ph.)



## OBIETTIVI ED ESITI PROFESSIONALIZZANTI DEL CORSO

Il Corso ARCHITETTURA ENERGIA LATERIZIO rivolto ai progettisti italiani operanti nel settore dell'architettura, è ideato, promosso e svolto dalla Facoltà di Architettura dell'Università degli Studi di Ferrara (Centri di ricerca Material Design, diretto da Alfonso Acocella e Architettura Energia, diretto da Andrea Rinaldi) in partnership con SITdA (Società Italiana della Tecnologia dell'Architettura), con il sostegno dell'ANDIL (Associazione Nazionale Degli Industriali dei Laterizi) e la collaborazione della rivista di architettura e tecnologia Costruire in Laterizio edita da Il Sole 24 ORE Business Media.

Il Corso intende dare una risposta pragmatica e operativamente aggiornata all'approfondimento del rapporto esistente tra architettura e problematiche energetiche (con particolare attenzione alle implicazioni geolocalizzative degli edifici nelle diverse fasce climatiche connesse a comportamenti efficaci e nel pieno rispetto della sicurezza abitativa), nonché alle tecnologie costruttive, alle metodiche esecutive e ai linguaggi architettonici contemporanei del laterizio.

Al fine di acquisire una conoscenza critica e metodiche operative utili a concepire, progettare e costruire edifici ad elevata efficienza energetica, verranno affrontati temi relativi al rapporto tra ambiente e architettura, al progetto tecnologico e ai metodi di calcolo dell'architettura in laterizio, alle valutazioni economiche, alla riqualificazione dell'esistente.

Le competenze acquisite durante il Corso consentiranno ai frequentanti di ottenere sbocchi professionali nel ruolo di "Esperto di progettazione sostenibile e Tecnico consulente energetico", in linea con quanto indicato dal DGR Emilia Romagna n.1754 del 28/10/2008 - Disposizioni per la formazione del certificatore energetico in edilizia.

Con il superamento della prova finale da parte dei frequentanti, il Corso permetterà di conseguire il titolo di "Certificatore Energetico per la Regione Emilia Romagna".

Salone piano  
terreno e  
spazi per  
la didattica  
di Palazzo  
Tassoni.  
(enrico  
geminiani ph.)



### **Sede delle attività didattiche:**

Facoltà di Architettura di Ferrara, Via della Ghiara 36, Ferrara

**Termine iscrizioni:** 10 settembre 2010

**Inizio corso:** 17 settembre 2010

**Lezioni:** 124 ore, venerdì intera giornata e sabato mattina

**Costo:** € 1.150,00 a persona

**Per informazioni e iscrizioni:** email [ae@unife.it](mailto:ae@unife.it); tel./fax. 0532 293631  
[www.unife.it/centro/architetturaenergia](http://www.unife.it/centro/architetturaenergia)  
[www.materialdesign.it](http://www.materialdesign.it)

## INSEGNAMENTI

### **Introduzione all'efficienza energetica negli edifici**

Introduzione all'efficienza energetica negli edifici. Il clima e le fonti energetiche.  
Introduzione al quadro normativo e ai sistemi di classificazione. Architettura ed energia.

### **Lo stile della costruzione in laterizio**

Inquadramento storico. Il linguaggio contemporaneo internazionale del laterizio. Le culture architettoniche emergenti. Introduzione ai prodotti e ai sistemi attuali in laterizio.

### **Efficienza energetica degli edifici: inquadramento normativo**

Normativa: Direttiva Europea 2002/91/CE; Direttiva 2006/32/CE; D.Lgs 52/05, D.Lgs 192/05 corretto ed integrato dal D.Lgs 311/06 e relative Linee guida nazionali; L. R. n. 31/02 e successive modifiche ed integrazioni; Delibera dell'Assemblea Legislativa regionale n. 156/2008. Normativa tecnica: le norme armonizzate CEN; le norme nazionali UNI TS 11300. Procedure tecnico-amministrative per la realizzazione degli interventi.

### **Fondamenti di Energetica**

Primo e secondo principio della termodinamica. Elementi di termocinetica e trasmissione del calore. Benessere termoigrometrico negli ambienti confinati. Terminologia e grandezze termofisiche (forme di energia ed energia primaria). Il bilancio energetico del sistema edificio-impianti: scambi termici, apporti termici interni e gratuiti, rendimenti dei sistemi impiantistici.

Fonti e vettori energetici: il rapporto tra energia primaria e l'energia consegnata, le emissioni di gas climalteranti. Cicli e rendimenti termodinamici. Valori limite di fabbisogno energetico di un edificio e influenza delle variabili climatiche (GG) e geometriche (S/V) nella loro determinazione.

Gli indicatori di prestazione energetica degli edifici: indice globale (EP<sub>tot</sub>) e indici parziali (fabbisogni di energia primaria per la climatizzazione invernale, la produzione di acqua calda sanitaria, la climatizzazione estiva, l'illuminazione). Metodologie e criteri di classificazione energetica di un edificio.

### **La costruzione massiva in laterizio**

L'opera muraria in terra cruda. L'opera muraria in laterizio a vista. Murature portanti armate. Murature rettificata. Solai e coperture.

### **La progettazione dell'efficienza energetica**

Principi di progettazione per l'efficienza energetica. Soluzioni costruttive e risparmio energetico.

Esempi di architetture ad elevata prestazione. Architettura a zero emissioni.

### **Efficienza energetica degli impianti per la climatizzazione invernale e la produzione di ACS**

Tipologie e caratteristiche di impianti termici tradizionali e di ultima generazione. Soluzioni progettuali e costruttive per l'ottimizzazione e il miglioramento dell'efficienza energetica degli impianti, con particolare riguardo alle soluzioni innovative suggerite dalla legislazione vigente (caldaie a condensazione, pompe di calore, ecc.):

- materiali e tecnologie, prestazioni energetiche dei componenti e dei sistemi impiantistici;
- controllo delle perdite e delle dispersioni: ventilazione meccanica controllata, il recupero di calore;
- valutazioni economiche degli investimenti;
- esempi di soluzioni tecniche per il miglioramento della prestazione energetica di impianti esistenti, anche attraverso interventi di efficientamento e/o di integrazione.

Aspetti da considerare nel calcolo dei dimensionamenti e dei rendimenti.

### **Comfort abitativo e sostenibilità ambientale degli organismi edilizi 1**

Soluzioni progettuali e costruttive bioclimatiche (serre solari, sistemi a guadagno diretto, ecc.) e criteri di progettazione in relazione alle caratteristiche del sito.

- Localizzazione dell'edificio e luogo climatico. Elementi architettonici per il contenimento energetico. Soluzioni costruttive e normativa, controllo solare.
- Criteri di valutazione della sostenibilità degli edifici.

La casa passiva: ricerche ed esperienze europee. Il progetto Cepheus. Esempi di soluzioni progettuali.

### **Comfort abitativo e sostenibilità ambientale degli organismi edilizi 2**

Bio eco-compatibilità dei materiali, dei componenti e dei sistemi utilizzati per la costruzione, con particolare riguardo al ciclo di vita (LCA). Metodi e sistemi di classificazione/certificazione della sostenibilità ambientale degli edifici. Materiali da costruzione, materiali di sintesi chimica, materiali naturali.

### **Sostenibilità ambientale dei sistemi in laterizio**

Prodotti e nuovi sistemi performanti in laterizio. Energia incorporata, LCA, costo globale dei sistemi in laterizio. Massa ed efficienza energetica. Il metodo di valutazione dinamico in confronto a quello statico.

### **Il rivestimento in laterizio**

Il rivestimento a spessore. Involucri sottili in laterizio. Schermi traforati. Schermi mobili. Dispositivi tecnico-morfologici di progetto.

### **Project Work 1/3**

Illustrazione del Project Work. Progettazione di edificio ad alta efficienza.

### **Organismi e tecniche costruttive**

Involucri ad alta prestazione. La parete: il sistema a cappotto. Solai contro terra. Innovazione nei materiali e nei componenti. Massa e inerzia termica.

Il tetto: piano, ventilato, tetti verdi. La finestra: prestazione dei vetri, telai ad alta efficienza, pareti trasparenti; vetri attivi e/o speciali; schermature.

### **Le prestazioni energetiche dell'involucro edilizio e degli elementi tecnici che lo compongono, in regime invernale**

Trasmissione del calore attraverso strutture opache e trasparenti; aspetti da considerare nel calcolo delle trasmittanze termiche; calcolo della trasmittanza termica di strutture di nuova realizzazione; esempi di soluzioni progettuali per la realizzazione di involucro edilizi ad elevata prestazione. Soluzioni tecniche per i nodi critici della costruzione. Riduzione dei ponti termici.

### **Le prestazioni energetiche dell'involucro edilizio e degli elementi tecnici che lo compongono, in regime estivo**

Trasmissione del calore attraverso strutture opache (inerzia termica, sfasamento e smorzamento dell'onda termica, trasmittanza termica periodica, ecc.) e trasparenti. Esempi di soluzioni progettuali per la protezione dall'irraggiamento e la realizzazione di involucro edilizi ad elevata prestazione. Efficienza energetica degli impianti per la climatizzazione estiva:

- tipologie e caratteristiche di impianti di condizionamento e raffrescamento tradizionali e di ultima generazione. Soluzioni progettuali e costruttive per l'ottimizzazione dell'efficienza energetica degli impianti, con particolare riguardo alle soluzioni innovative e alla interazione edificio/impianto:
- materiali e tecnologie, prestazioni energetiche dei materiali;
- ventilazione e raffrescamento naturali;
- valutazioni economiche degli investimenti.

Esempi di soluzioni tecniche per il miglioramento della prestazione energetica di impianti esistenti, anche attraverso interventi di efficientamento e/o di integrazione.

**Materiali: inquadramento normativo**

Marcatura CE. Resistenza al fuoco. Protezione acustica.

**Project Work 2/3**

Discussione del lavoro sulle tematiche dell'involucro.

**Efficienza energetica delle facciate**

Riduzione del carico termico. Pareti ventilate in laterizio. Riqualificazione delle facciate. Ombreggiamento e controllo solare.

**Progetto strutturale**

Normativa nazionale NTC ed Eurocodici. La sismicità del territorio. Congruenza tra sicurezza strutturale e prestazione energetica. Strumenti di calcolo e verifica

**Tipologie e caratteristiche degli impianti di produzione ed utilizzo di energia da fonti energetiche rinnovabili**

Biomasse, geotermia, solare termico, solare fotovoltaico, eolico, cogenerazione ad alto rendimento, ecc.. Potenzialità e livelli ottimali di dimensionamento degli impianti, anche in riferimento alle opportunità di integrazione con reti/vettori esistenti. Risparmio energetico e building automation soluzioni impiantistiche per il controllo e l'automazione di funzioni connesse all'utilizzo degli edifici.

**Project Work 3/3**

Discussione del lavoro sulle tematiche dell'impiantistica.

**Metodologie di determinazione del rendimento energetico di un edificio**

Riferimenti normativi, ambito e limiti di utilizzo, criteri di raccolta, analisi ed elaborazione dei dati:

- metodo di calcolo di progetto o di calcolo standardizzato;
- metodi di calcolo da rilievo sull'edificio;
- metodi semplificati e metodi basati sui consumi reali.

Strumenti di calcolo informatizzato: caratteristiche di affidabilità e limiti di utilizzo.

Criteri per il calcolo e/o la verifica e/o il monitoraggio della prestazione energetica a partire dai consumi energetici: costruzione della *baseline* dei consumi e valutazione secondo la norma EN 15603.

**Criteri per il calcolo della prestazione energetica: le norme 11300 TS**

Criteri per il calcolo della prestazione energetica di progetto secondo le UNITS 11300:

- dati di ingresso e parametri termofisici dell'involucro edilizio, anche in relazione alla destinazione d'uso;
- criteri e metodologie di calcolo per la determinazione del comportamento termico dell'involucro edilizio;
- valutazione degli scambi termici ed apporti gratuiti;
- rendimenti degli impianti termici per la climatizzazione invernale/estiva e la produzione di acqua calda sanitaria: aspetti da considerare per la scelta, per il calcolo dei dimensionamenti e per le ricadute sulla determinazione della prestazione energetica;
- contributo delle fonti rinnovabili nel calcolo degli indicatori di prestazione energetica: rendimenti degli impianti alimentati con fonti rinnovabili e assimilati (norme tecniche di riferimento, metodologie di calcolo e valutazioni di tipo speditivo).



### **La valutazione delle caratteristiche energetiche degli edifici esistenti**

Diagnosi energetica attraverso valutazioni speditive (comparazioni con abachi o soluzioni tecniche analoghe) e/o valutazioni strumentali (misure di conduttanza in opera e tecniche di termografia): ambiti e limiti di utilizzo, potenzialità e sinergie. Bioarchitettura e recupero energetico. Edifici storici e moderni: normative e strategie progettuali di intervento. Soluzioni progettuali e costruttive per il miglioramento delle prestazioni di edifici esistenti:

- materiali e tecnologie, prestazioni energetiche dei materiali;
- criteri e metodi di valutazione economica degli investimenti.

Esempi di soluzioni progettuali per il miglioramento della prestazione energetica di involucri edilizi esistenti.

### **Ruolo e funzione del soggetto certificatore**

Obblighi e responsabilità, modalità e requisiti per l'accreditamento regionale: aspetti giuridici e gestione del contenzioso, analisi delle problematiche legali e delle possibili soluzioni.

Requisiti organizzativi, gestionali ed operativi per la gestione del processo di certificazione: la certificazione UNI EN ISO 9001 o le procedure documentate previste dal sistema di accreditamento regionale.

### **Efficienza energetica e spazio urbano**

Il progetto territoriale dell'efficienza energetica: il concetto di Zona Clima.

Architettura ad alta efficienza e contesto. Esempi realizzati di case passive e ad alta efficienza.

### **La ventilazione degli edifici**

Ventilazione e salute. Ventilazione meccanica controllata. Esempi di realizzazioni.

Controllo delle perdite e delle dispersioni: ventilazione meccanica controllata, il recupero di calore.

### **Ingegneria finanziaria**

La determinazione dei costi e dei benefici per i progetti di investimento nell'ambito del settore energetico. Valutazioni economiche degli investimenti, anche in relazione ai sistemi incentivanti in vigore e cenni sulle relative procedure:

- valutazione costi/benefici e cenni di ingegneria finanziaria;
- modalità di finanziamento ed incentivi per il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici.

Analisi costi-ricavi. Analisi costi-benefici. Analisi costi-efficienza.

### **Project work 1**

Prova pratica: determinazione del rendimento energetico e redazione del relativo attestato con applicazione del metodo di calcolo da progetto. Metodologie di calcolo.

### **Project work 2**

Prova pratica: determinazione del rendimento energetico e redazione del relativo attestato con applicazione del metodo di calcolo da rilievo su edificio esistente, anche con utilizzo di procedure strumentali.

### **Project work 3**

Prova pratica: determinazione del rendimento energetico e redazione del relativo attestato con applicazione del metodo di calcolo da rilievo su edificio esistente, anche con utilizzo di procedure strumentali.

# ARCHITETTURA ENERGIA LATERIZIO

Architettura, efficienza energetica  
e prestazioni del laterizio

## PROMOTORI



università degli studi di ferrara



facoltà di architettura di ferrara



## PARTNERSHIP SCIENTIFICA



## SOSTENITORE GENERALE



## SOSTENITORI



## PATROCINI



## MEDIA PARTNER

**COSTRUIRE IN LATERIZIO**



[materialdesign.it](http://materialdesign.it)

