



BUILD UP SKILLS 

ITALIAN TRAINING QUALIFICATION WORKFORCE IN BUILDING

Co-funded by the Intelligent Energy Europe  
Programme of The European Union 

Contract number: EE/13/BWI/721/S12.680178  
Project duration from 01/09/2014 to 31/08/2017 Elaboration date: 30/08/2017

## EFFICIENZA ENERGETICA E COSTRUZIONE SOSTENIBILE: LA FORMAZIONE DEGLI OPERATORI

### IL PROGETTO EUROPEO BUS-ITOWN

The sole responsibility for the content of this document lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Union. Neither the EASME nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained therein.



[www.bus-itown.eu](http://www.bus-itown.eu)

*La pubblicazione presenta una sintesi di obiettivi, azioni, risultati raggiunti, nonché un campione parziale dei prodotti didattici sviluppati dall'insieme dei partner di I-Town sui temi dell'efficienza energetica e della costruzione sostenibile. Materiali didattici integrali, video didattici e sviluppi del progetto sono disponibili sul sito [www.bus-itown.eu](http://www.bus-itown.eu) e sulla piattaforma e-learning.*

*Roma, 30 agosto 2017*

*Pubblicazione a cura di:  
Giovanni Carapella, Formedil  
Rossella Martino, Formedil*

*In particolare:*

*"Il quadro normativo di riferimento in Italia" è a cura di:  
Nicola Massaro e Francesco De Falco, Ance*

*"I sistemi di certificazione della sostenibilità del costruito" e "I materiali didattici. La gestione sostenibile del cantiere" sono a cura di:  
Elisa Sirombo e Marco Filippi, Politecnico di Torino*

*"I Fabbisogni Formativi" e "Piattaforma e-learning" sono a cura di:  
Giovanni Carapella e Rossella Martino, Formedil*

*"Formare i formatori" è a cura di:  
Elisa Sirombo, Politecnico di Torino e Rossella Martino, Formedil*

*"Formare i lavoratori" è a cura dello Staff di Fondazione Ecipa*

*"I materiali didattici, Climatizzazione degli ambienti: impianti e componenti di ultima generazione" è a cura di:  
ing. Diana D'Agostino, arch. Ph.D. Concetta Marino, prof. ing. Francesco Minichiello, Università Federico II Napoli*

*"I laboratori formativi" è a cura di:  
Giovanni Carapella, Formedil e Claudio Cigarini Res Reggio Emilia*

*Coordinamento tecnico  
Giovanni Pedè, Sinergie*

*Impaginazione e grafica  
Tiziana Gugliandolo, Formedil*

*Il progetto I-TOWN si inserisce nell'ambizioso programma della Commissione Europea noto come BUILD UP SKILLS, finalizzato all'aggiornamento dei percorsi di formazione e di qualificazione delle maestranze del settore delle costruzioni. In ogni stato membro è stato attivato un partenariato di soggetti interessati ad innovare le professionalità dell'edilizia attraverso la messa a sistema di nuove competenze energetiche e ambientali all'interno delle qualifiche esistenti, ovvero mediante la creazione di nuovi profili per i 'cantieri del futuro'.*

*È in questo contesto che si colloca I-TOWN, il progetto realizzato in Italia che ha visto coinvolti in prima linea il Formedil, Sinergie, Ance, Assisital, Ecipa-Cna, il Politecnico di Torino, l'Università di Napoli Federico II e Renael, in costante collaborazione con un network di oltre 50 scuole edili oltre alle parti sociali del settore edile.*

*Il nostro progetto si è da sempre contraddistinto per il lavoro volto all'aggiornare profili professionali già previsti all'interno dei diversi repertori regionali e settoriali di qualificazione. In questo modo è stato possibile integrare le competenze aggiuntive sui temi energetici e ambientali senza sviluppare nuovi percorsi di qualificazione. In tal modo si è puntato a mettere in campo sistemi di qualificazione dei lavoratori e degli artigiani basati sull'accrescimento delle competenze e delle conoscenze attraverso percorsi formativi erogabili dai sistemi formativi di settore, senza necessariamente doversi 'appoggiare' su enti di certificazione esterni con l'aumento dei costi del processo formativo che finirebbero per ricadere sul sistema delle imprese e sui singoli lavoratori.*

*Oltre 300 persone sono state formate attraverso corsi pilota realizzati in diverse parti d'Italia e attraverso una piattaforma e-learning appositamente sviluppata per il progetto, aperta all'utilizzo di allievi e formatori che resta come giacimento di fine progetto all'insieme del partenariato e ai settori produttivi di riferimento. Basti pensare che circa 4.000 utenti hanno già avuto accesso gratuitamente ai materiali formativi sviluppati in ambito I-*

*Town. I percorsi formativi sviluppati sono stati ricondotti ai repertori delle qualifiche di Piemonte, Emilia-Romagna, Puglia e Veneto e registrati all'interno della banca data formazione costruzioni del Formedil. Inoltre, più di 50 persone hanno avuto accesso alla certificazione delle competenze attraverso i sistemi regionali di competenze.*

*L'obiettivo ultimo di I-TOWN è una continua 'evangelizzazione' energetica e ambientale dei lavoratori. Per questo all'interno del progetto sono state realizzate attività finalizzate a gettare le basi per una crescita perpetua degli impatti del progetto, come, in particolare, la creazione del concept di laboratori formativi specialistici e centro di eccellenza per la formazione in edilizia su efficienza energetica e costruzione sostenibile.*

*Un ringraziamento, da parte dell'insieme del partenariato I-Town, va a tutti coloro che, enti, centri di formazione e scuole edili territoriali, imprese e associazioni di produttori, esperti, hanno dato il proprio contributo allo sviluppo del progetto in un percorso lungo tre anni. Un grazie di cuore, infine, alle autorità comunitarie preposte al coordinamento a livello europeo dell'iniziativa Build Up Skills che hanno riconosciuto il valore di I-Town, offrendoci più volte e in più occasioni la possibilità di presentare obiettivi e risultati negli importanti meeting di scambio di esperienze a livello europeo.*

Roma 30 agosto 2017

**FORMEDIL** - Ente Nazionale per la Formazione e l'Addestramento Professionale nell'Edilizia, coordinatore

**ANCE** - Associazione nazionale dei costruttori edili

**ASSISTAL** - Associazione Nazionale Costruttori di Impianti e dei Servizi di Efficienza Energetica (ESCo) e Facility Management

**POLITO** - Politecnico di Torino

**RENAEL** - Rete Nazionale delle Agenzie Energetiche Locali

**SINERGIE** - Società Consortile a Responsabilità Limitata

**UNINA** - Università degli Studi di Napoli Federico II Dipartimento di Ingegneria Industriale

**CNA-ECIPA** - Ente Confederale di Istruzione Professionale della Confederazione Nazionale dell'Artigianato

## **INDICE**

<b>IL PROGETTO</b>	<b>1</b>
<b>IL QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO IN ITALIA</b>	<b>5</b>
<b>I SISTEMI DI CERTIFICAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ DEL COSTRUITO</b>	<b>11</b>
<b>I FABBISOGNI FORMATIVI</b>	<b>15</b>
<b>FORMARE I FORMATORI</b>	<b>17</b>
<b>FORMARE I LAVORATORI</b>	<b>19</b>
<b>PIATTAFORMA E-LEARNING</b>	<b>23</b>
<b>I MATERIALI DIDATTICI</b>	
La gestione sostenibile del cantiere	<b>25</b>
Climatizzazione degli ambienti: impianti e componenti si ultima generazione	<b>28</b>
<b>I LABORATORI FORMATIVI</b>	<b>45</b>



### I-TOWN ITALIAN TRAINING QUALIFICATION WORKFORCE IN BUILDING

#### LA SOSTENIBILITÀ È IL FUTURO DELLE COSTRUZIONI: UN PROGETTO EUROPEO PER QUALIFICARE LE RISORSE UMANE IN EDILIZIA

Il progetto I-TOWN (*Italian Training qualificatiOn Workforce In BuildiNg*) è finanziato dall'Unione Europea nell'ambito dell'iniziativa comunitaria *Intelligent Energy Europe* - *Build up skills Pillar II*.

Il cantiere del futuro sarà sostenibile e punterà sull'efficienza energetica, la bioedilizia, l'innovazione organizzativa. Tutta la filiera delle costruzioni avrà bisogno di accrescere le competenze professionali degli operatori. L'obiettivo del progetto è creare e aggiornare programmi di formazione per la qualificazione di lavoratori e artigiani nei settori dell'efficienza energetica e dell'energia rinnovabile in ambito edile, secondo il piano di azione proposto nella roadmap italiana realizzata nell'ambito del Pillar I dell'iniziativa "Build Up Skills Italy".

La formazione può essere un investimento per la sostenibilità da attuare attraverso processi evolutivi che generano competenze di alta qualità.





## IL CONTESTO

### Le strategie nazionali del settore edile e il raggiungimento degli obiettivi energetici dell'UE 2020

- Il settore degli edifici non industriali è considerato il principale elemento nel consumo di energia e di emissioni di gas serra (GHG) sia a livello nazionale che europeo. Per contrastare tale problema, le Direttive Europee individuano strategie per la promozione dell'efficienza energetica negli edifici in accordo con gli obiettivi energetici di EU 2020.
- La nuova Politica energetica Nazionale, è stata messa in atto per conseguire gli obiettivi a breve e a lungo termine (2020), al fine di promuovere l'efficienza energetica, lo sviluppo (sostenibile) delle energie rinnovabili.

### Sistemi scolastici e di formazione rilevanti per il settore edile in Italia

- Per quanto attiene la formazione professionale le regioni e le province autonome hanno facoltà di creare un proprio sistema. Tale caratteristica ha impedito, ad oggi, il processo di definizione di un quadro nazionale comune. Alle Regioni compete la responsabilità di sviluppare e impostare i programmi di formazione professionale anche se esistono disposizioni nazionali finalizzate a garantire un minimo di standardizzazione e qualità dei programmi formativi realizzati in tutto il paese. Tutti gli accordi stipulati recentemente hanno dichiarato la necessità di giungere ad un sistema nazionale di riferimento.

### Le risorse umane al centro del cambiamento

- Le risorse umane sono il vero valore aggiunto, lo sviluppo di nuove abilità e competenze specializzate, insieme alla formazione dei formatori e alla certificazione dei tecnici nel campo dell'efficienza energetica nel settore edile, è la principale leva del cambiamento e della crescita professionale.
- L'elenco nazionale delle qualifiche rappresenta la base per la definizione di nuove competenze e abilità che gli operatori dovrebbero avere secondo le linee guida della strategia 2020. Tutti gli operatori identificati con una roadmap nazionale devono migliorare la competenze tecniche e quelle trasversali per promuovere l'integrazione nell'intera filiera edile. Gli standard nazionali identificati con la roadmap nazionale, di cui si occupa I-town, sono relativi a: *Operatore edile, Operatore termo-idraulico, Operatore di impianti elettrici, Operatore elettronico, Operatore carpentiere per il legno.*

## GLI OBIETTIVI

Il cantiere del futuro sarà sostenibile e punterà sull'efficienza energetica. Tutta la filiera delle costruzioni avrà bisogno di accrescere le competenze professionali degli operatori. L'edilizia verde sta generando cambiamenti nella formazione professionale ed è in crescita la necessità di trasmettere competenze interdisciplinari. Per tale ragione il progetto I-TOWN intende sviluppare tre diverse linee formative: generale, rivolta a tutte le risorse umane della filiera edile; tale linea sarà basata sull'educazione allo sviluppo sostenibile e sugli effetti dell'economia verde nel settore edile; specifica, rivolta alle professioni per trasferire competenze operative specifiche, collegate all'innovazione di processo e di prodotto; trasversale, per trasferire abilità trasversali.

## LE FIGURE TARGET DI I-TOWN

- **Operatore edile**, con competenze sulla coibentazione termica ed acustica di parete opache e pavimenti, preparazione di forniture energetiche da fonti rinnovabili e sistemi tradizionali integrati, installazione di elementi radianti nei pavimenti e nei soffitti, eliminazione dei ponti termici.
- **Operatore termo-idraulico**, con competenze su impianti termici, sistemi termo-solari, pompe di calore, biomasse, energia geotermica, sistemi di ventilazione, cogenerazione e trigenerazione.
- **Operatore di impianti elettrici**, con competenze nei sistemi elettrici ottimizzati, fotovoltaici, sistemi di illuminazione, piccolo impianti eolici.
- **Operatore elettronico**, con competenze relative a sistemi di monitoraggio smart e sistemi di controllo di impianti termo-idraulici ed elettrici e sistemi di automazione domestica.
- **Operatore carpentiere** per il legno, con competenze su coibentazione termica ed acustica, sigillatura di finestre, edilizia verde.

## LA STRATEGIA FORMATIVA



- Formazione dei lavoratori: in un primo step sono state effettuate delle rilevazioni iniziali sulle conoscenze, competenze e abilità esistenti ed emergenti nelle aree identificate come prioritarie per l'edilizia verde attraverso un questionario, compilabile anche on line all'indirizzo <http://goo.gl/forms/iNU8pSRlcr>. I dati rilevati costituiranno la base per l'architettura dei programmi modulari di formazione e per i materiali formativi adeguati.
- Formazione dei formatori: una azione chiave è la formazione dei docenti delle aree professionali del settore edile. Nelle aree prioritarie identificate verranno sviluppate metodologie innovative e contenuti tecnici che poi saranno trasferiti ai formatori tramite azioni pilota realizzate con il supporto dei partner.

## LA FORMAZIONE DEI FORMATORI

- Certificazione e qualifica dei lavoratori: il riconoscimento e la validazione di sistemi ottimizzati dal progetto verranno realizzati tenendo conto degli standard richiesti dal recente decreto legislativo 16 gennaio 2013, n.13 e la successiva Intesa Stato regioni del 22 gennaio 2015. Il progetto metterà in atto procedure per valutare l'apprendimento formale, informale e non formale e definirà standard minimi a garanzia della qualità dei processi formativi.
- Garantire la sostenibilità a lungo termine dell'azione: la sostenibilità del progetto è assicurata incoraggiando il dialogo continuo con le parti sociali per l'adozione dei risultati del progetto nell'ambito nazionale dei contratti di lavoro e l'adozione della strategia formativa I-town da parte dei partners di progetto e in particolare dal sistema bilaterale di formazione di settore coordinato da Formedil.

### DEFINIZIONE DEI CONTENUTI FORMATIVI TRAMITE LA SEZIONE DI ARGOMENTI LEGATI ALL'EDILIZIA SOSTENIBILE



**KEYWORDS  
PER L'INDIVIDUAZIONE  
DI MACROAREE**

**ASPETTI CULTURALI**

Dallo ZEB  
alla costruzione sostenibile

Schemi legislativi cogenti  
e strumenti volontari

Il mercato del *green building*  
e dell'efficienza energetica

*Green Jobs*: opportunità, sfide  
e nuove responsabilità

**ASPETTI TECNICI**

Strumenti per la qualità  
del processo

Gestione sostenibile  
del cantiere

Tecnologie  
impiantistiche

I requisiti di sostenibilità  
dei materiali da costruzione

Fonte: Marco Filippi, Elisa Siromba - Polito



**DOVE SCARICARE IL REPORT  
E I MATERIALI SUI FABBISOGNI**  
[WWW.BUS-ITOWN.EU](http://WWW.BUS-ITOWN.EU)

**RISULTATI ATTESI**

- Qualificare i lavoratori del settore delle costruzioni (blue collar). Durante lo svolgimento del progetto verranno avviati un certo numero di piani formativi. Si prevede che i corsi di formazione da sviluppare dopo la conclusione del progetto, potrebbero qualificare una quantità significativa di lavoratori edili tra il 2016 e il 2020.
- Formare i formatori, tecnici e professionali che diverranno a loro volta formatori dei lavoratori edili. Il progetto comprende la formazione dei formatori stessi attraverso i corsi 'Formiamo i formatori'. È prevista la realizzazione di una piattaforma e-learning/sistemi di gestione dell'apprendimento, al servizio dei sistemi formativi di settore.
- Accelerare l'applicazione del concetto di efficienza energetica in edilizia. Il partenariato ha l'obiettivo di coinvolgere nel progetto le associazioni più rappresentative del settore delle costruzioni e dell'installazione impianti. Tale cooperazione ottimizzerà l'applicazione di sistemi energeticamente efficienti nelle nuove costruzioni e nel recupero e restauro.

**LA RILEVAZIONE SUL CAMPO DEI FABBISOGNI  
DI FORMAZIONE CONTINUA**

Nella primavera del 2015, attraverso il lavoro delle scuole edili Formedil e di Ecipa CNA, sono stati acquisiti 901 questionari. L'indagine è stata diffusa a tutti, mirando però specificamente a figure blue collars della filiera costruzioni e installazione impianti.

Da questa indagine sul campo è emerso:

1. un'esigenza di formazione per accompagnare i processi di innovazione;
2. una carenza di formazione tecnico professionale tra le maestranze, gli artigiani, i tecnici;
3. una domanda di aggiornamento sulle tematiche dell'efficienza energetica, della sostenibilità, della bioedilizia;
4. uno spazio d'intervento possibile per coinvolgere l'insieme delle risorse umane del settore;

Al settore servono figure nuove, ma soprattutto riconvertire figure esistenti che, già in possesso di competenze generali, hanno bisogno di acquisire nuove tecniche e un modo di pensare "green".

**LA RETE DI PARTENARIATO**

Il progetto è realizzato da un partenariato costituito da:

**FORMEDIL** - Ente Nazionale per la Formazione e l'Addestramento Professionale nell'Edilizia, coordinatore

**ANCE** - Associazione nazionale dei costruttori edili

**ASSISTAL** - Associazione Nazionale Costruttori di Impianti e dei Servizi di Efficienza Energetica (ESCo) e Facility Management

**POLITO** - Politecnico di Torino

**RENAEL** - Rete Nazionale delle Agenzie Energetiche Locali

**SINERGIE** - Società Consortile a Responsabilità Limitata

**UNINA** - Università degli Studi di Napoli Federico II Dipartimento di Ingegneria Industriale

**CNA-ECIPA** - Ente Confederale di Istruzione Professionale della Confederazione Nazionale dell'Artigianato

## IL QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO IN ITALIA

### 1976 Legge n. 373/1976

La prima norma (legge n. 373) redatta per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici risale al 1976. Essa fu emanata perché in quegli anni si manifestava per la prima volta in Europa una vera e propria crisi petrolifera, che fece balzare alle stelle il prezzo del petrolio. *Tale legge non è più in vigore.*

La Legge 373/76 era costituita da tre parti: la prima riguardava gli impianti di produzione del calore e gli annessi sistemi di termoregolazione; la seconda trattava l'isolamento termico degli edifici; la terza le sanzioni previste per la mancata osservanza della Legge.

### 1991 Legge n. 10/1991

La legge 10/1991 reca le "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia". È la prima legge quadro che regolava, ed in parte ancora regola, le modalità progettuali e la gestione del sistema edificio - impianto.

Anche questa legge nasce con l'intento di ridurre i consumi di energia e di migliorare le condizioni di compatibilità ambientale dell'utilizzo dell'energia, in accordo con la politica energetica della Comunità economica europea. Ulteriore obiettivo consisteva nel garantire il benessere degli individui all'interno dell'ambiente confinato.

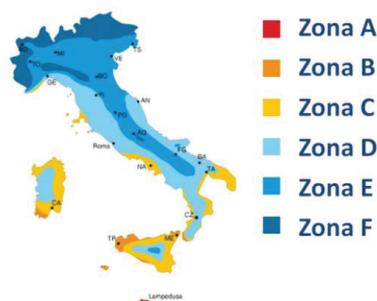
A tal fine la legge 10 imponeva la verifica della "tenuta" dell'isolamento termico delle pareti e dei solai, per contenere la dispersione di calore e quindi risparmiare energia. Un ulteriore concetto riguardava il rendimento dei sistemi impiantistici: al di sotto di certi valori non era possibile ottenere il risparmio energetico prefissato. Infine, la legge 10 proponeva la valutazione del bilancio energetico invernale dell'edificio considerando sia gli apporti che le dispersioni di calore.

La legge 10 fu una legge assolutamente innovativa: l'art. 26 comma 7 prevedeva che per gli edifici di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico fosse obbligatorio soddisfare il fabbisogno energetico favorendo il ricorso a fonti rinnovabili di energia, salvo impedimenti di natura tecnica ed economica.

L'art. 28 della legge 10/91 prevedeva che il proprietario dell'edificio, o chi ne avesse titolo, depositasse in Comune, insieme alla denuncia dell'inizio dei lavori, una relazione tecnica, sottoscritta dal progettista o dai progettisti, che ne attestasse la rispondenza alle prescrizioni della stessa legge, pena una sanzione amministrativa notevole.

“ In Italia ci sono circa 14,5 mln di edifici, di cui il 60% costruiti prima degli anni '70, ovvero prima della legge n. 373 del 1976. In Italia circa l'85% degli edifici ricade nell'ambito residenziale e quasi il 50% si trova in zona climatica E o F ”

## LE SEI ZONE CLIMATICHE IN ITALIA 1993 DPR n. 412/1993



Il territorio italiano è stato suddiviso in sei zone climatiche in funzione dei gradi-giorno, ossia in base al clima medio del comune indipendentemente dal luogo geografico.

Zona Climatica	Gradi-Giorno
A	< 600
B	600 - 900
C	901 - 1.400
D	1.401 - 2.100
E	2.101 - 3.000
F	> 3.000

I gradi-giorno (GG) corrispondono alla somma, estesa a tutto il periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente interno e la temperatura media esterna giornaliera.

La temperatura dell'ambiente interno è fissata per convenzione pari a 20 °C.

I gradi-giorno rappresentano quindi un indice della rigidità del clima in inverno: più è rigido il clima invernale in una certa località, maggiore è il numero di gradi-giorno. Pertanto nelle zone calde del territorio italiano il numero di gradi-giorno è minore.

Città	Gradi Giorno	Zona climatica
Milano	2404	E
Roma	1415	D
Napoli	1034	C
Palermo	751	B

A seguito della legge 10 fu emanato il suo decreto di attuazione, ossia il DPR n. 412/1993 contenente il "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4 della legge 9 gennaio 1991, n. 10". Il DPR 412/1993 introduceva i seguenti aspetti:

- classificazione del territorio nazionale in funzione del numero di gradi-giorno, intesi come la somma (estesa a tutto il periodo annuale convenzionale di riscaldamento) delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura ambiente (convenzionalmente fissata a 20°C) e la temperatura media esterna giornaliera, ricavata dalla UNI 10349. In funzione dei GG si stabiliva, così, la suddivisione del territorio nazionale in 6 zone climatiche, dalla A alla F, ad ognuna delle quali viene associato un periodo convenzionale di riscaldamento;
- definizione, per ciascuna zona climatica, dei giorni di accensione e spegnimento degli impianti di riscaldamento e del massimo numero di ore giornaliere di funzionamento;
- classificazione degli edifici in 8 categorie, in funzione della loro destinazione d'uso;
- individuazione dei criteri di progettazione energetica, sulla base della determinazione del FEN (Fabbisogno Energetico Normalizzato) e del rendimento globale stagionale dell'impianto termico. Il FEN, che anticipa di molto il concetto di indici di prestazione, è la quantità di energia primaria globale richiesta, nel corso di un anno, per mantenere negli ambienti riscaldati la temperatura ad un valore costante di 20 °C, prevedendo un adeguato ricambio d'aria durante la stagione di riscaldamento, normalizzata rispetto al volume riscaldato dell'edificio ed i gradi giorno della località in cui è ubicato;
- suddivisione dell'impianto di riscaldamento in 4 sezioni, a ciascuna delle quali corrisponde un rendimento: produzione o generazione, distribuzione, regolazione o controllo, emissione;
- introduzione del rendimento globale medio stagionale dell'impianto di riscaldamento, che deve essere non inferiore ad un dato rendimento minimo.

## 2002 Direttiva 2002/91/CE

Nel 2002 il Parlamento Europeo ed il Consiglio dell'Unione emanano la direttiva 2002/91/CE, detta EPBD (*Energy Performance of Building Directive*), con lo scopo di orientare l'attività edilizia dei paesi membri verso una concezione di efficienza energetica che consenta di perseguire anche obiettivi rivolti alla riduzione dell'impatto ambientale ed al contenimento dell'inquinamento. Si tiene conto delle condizioni locali e climatiche esterne, nonché delle prescrizioni per quanto riguarda il clima degli ambienti interni e l'efficacia sotto il profilo dei costi.

Le disposizioni in essa contenute riguardano i seguenti aspetti:

- il quadro generale di una metodologia per il calcolo del rendimento energetico integrato degli edifici;
- l'applicazione di requisiti minimi in materia di rendimento energetico degli edifici di nuova costruzione;
- l'applicazione di requisiti minimi in materia di rendimento energetico degli edifici esistenti di grande metratura sottoposti a importanti ristrutturazioni;
- la certificazione energetica degli edifici;
- l'ispezione periodica delle caldaie e dei sistemi di condizionamento d'aria negli edifici, nonché una perizia del complesso degli impianti termici le cui caldaie abbiano più di quindici anni.

La sostanziale novità introdotta dalla EPBD è l'attenzione posta all'efficienza energetica dell'edilizia esistente che, se interessata da significative ristrutturazioni, diviene soggetta anch'essa a vincoli prestazionali.

Secondo l'EPBD, nel certificato energetico deve essere indicata chiaramente la prestazione energetica dell'edificio, in modo da consentire ai cittadini di conoscere l'efficienza energetica dell'immobile e dar loro la possibilità di confrontarne diversi per un acquisto più consapevole. Inoltre, viene previsto che tale certificazione debba contenere raccomandazioni circa i possibili interventi migliorativi sull'involucro e sugli impianti che permettono di risparmiare energia e che risultino economicamente convenienti. In particolare, l'art. 7 prevede che in fase di costruzione, compravendita o locazione di un edificio, l'attestato di certificazione energetica sia messo a disposizione del proprietario o che questi lo metta a disposizione del futuro acquirente o locatario, a seconda dei casi. La validità dell'attestato è di 10 anni al massimo.

### 2005 Decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192

Il dlgs n. 192 reca “Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell’edilizia”.

Gli obiettivi del decreto sono:

- definire il metodo di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici;
- applicare i requisiti minimi in materia di prestazioni energetiche degli edifici;
- definire i criteri generali per la certificazione energetica degli edifici;
- garantire le ispezioni periodiche degli impianti di climatizzazione;
- stabilire i criteri per garantire la qualificazione e l’indipendenza degli esperti;
- promuovere l’uso razionale dell’energia anche attraverso l’informazione e la sensibilizzazione degli utenti finali, la formazione e l’aggiornamento degli operatori del settore.

### 2006 Decreto legislativo n. 311 del 29 dicembre 2006

Il dlgs n. 311 ha apportato alcuni correttivi al 192, rendendo in generale più severi i limiti da verificare. Il parametro principale è l’indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (EPI) differenziato per zone climatiche ed in funzione del fattore di forma dell’edificio, con tre soglie temporali.

Il dlgs 311/2006 introduce in via transitoria, e sino alla data di entrata in vigore delle linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici, l’AQE (Attestato di Qualificazione Energetica). Per attestato di qualificazione energetica si intende il documento predisposto ed asseverato da un professionista abilitato, non necessariamente estraneo alla proprietà, alla progettazione o alla realizzazione dell’edificio, nel quale sono riportati i seguenti dati:

- i fabbisogni di energia primaria di calcolo;
- la classe di appartenenza dell’edificio o dell’unità immobiliare, in relazione al sistema di certificazione energetica in vigore;
- i corrispondenti valori massimi ammissibili fissati dalla normativa in vigore per il caso specifico o, ove non siano fissati tali limiti, per un identico edificio di nuova costruzione.

L’attestato di qualificazione energetica è generalmente facoltativo ed è predisposto a cura dell’interessato al fine di semplificare il successivo rilascio della certificazione energetica.

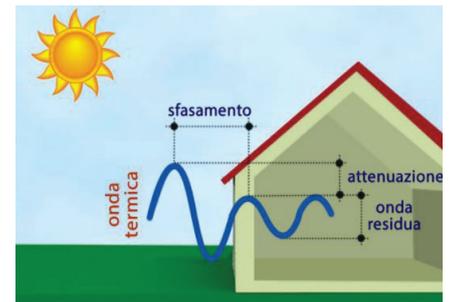
### 2008 DLgs 115 / 2008

Tra le altre cose, tale decreto individua le specifiche tecniche riconosciute a livello nazionale per il calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici.

In particolare, sono individuate:

- UNI/TS 11300 – Parte 1: determinazione del fabbisogno di energia termica dell’edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;
- UNI/TS 11300 – Parte 2: determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.

Tale decreto prevede anche che gli strumenti di calcolo applicativi, ossia i software commerciali, debbano garantire uno scostamento non superiore al 5% rispetto allo strumento di riferimento e devono essere certificati dal CTI (Comitato Termotecnico Italiano).



### 2009 Dpr n. 59/2009

Il dpr n. 59/2009, non più in vigore, aveva la finalità di promuovere un’applicazione “omogenea, coordinata e immediatamente operativa” delle norme per l’efficienza energetica sul territorio nazionale.

### 2009 Dm 26 giugno 2009

Il Dm 26 giugno 2009 definisce le linee guida per la certificazione energetica degli edifici e il modello di certificato. Il decreto prevede che l’attestato di certificazione energetica contenga indicazioni sull’efficienza energetica dell’edificio, sui valori di riferimento di legge e le classi prestazionali, oltre ad indicazioni economicamente sostenibili per interventi di riqualificazione energetica.



### 2011 Il dlgs n. 28/2011

Il dlgs n. 28/2011 (cosiddetto “*decreto rinnovabili*”) attua la Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili. Le novità più interessanti introdotte sono le seguenti:

- definizione degli obblighi di installazione di utilizzo delle fonti rinnovabili negli edifici di nuova costruzione e sottoposti a ristrutturazioni rilevanti: impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili ed impianti di produzione di energia termica da fonti rinnovabili;
- obbligo, in sede di compravendita e locazione, di introduzione di una clausola nell'atto in cui l'acquirente o il locatore dichiara di aver ricevuto le informazioni riguardanti la certificazione energetica degli edifici;
- *obbligo per tutti gli annunci di vendita di riportare l'indice di prestazione energetica.*

### 2012 Direttiva europea 2012/27/UE e suo recepimento in Italia mediante il dlgs 102/2014

Nei condomini e negli edifici con fonte di energia termica centralizzata (esempio: impianti di riscaldamento centralizzati; impianti di raffreddamento o di produzione di ACS centralizzati), è resa obbligatoria l'installazione di contatori di calore per ciascuna unità abitativa, se tecnicamente possibile ed efficiente in termini di costi.

#### IL CLEAN ENERGY PACKAGE - LA NORMATIVA EUROPEA IN EVOLUZIONE

L'Unione europea ha varato due importanti direttive nel campo dell'efficienza

**EED - La direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica**

**EPBD - La direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica degli edifici**

A novembre 2016 la Commissione europea ha presentato un insieme di proposte legislative per la definizione delle politiche per il clima e l'energia per gli anni successivi al 2020, e all'attuazione della strategia per l'Unione dell'energia.

L'efficienza energetica è la prima priorità nella strategia dell'Unione.

La proposta della Commissione modifica entrambe le direttive che attualmente regolano tale ambito, innalzando le loro ambizioni per il periodo 2020-2030

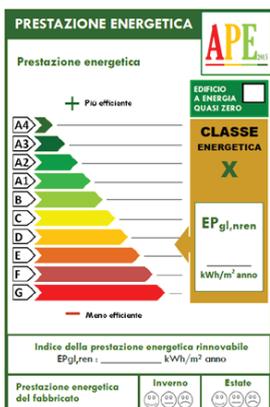
### 2013 Decreto legge n. 63/2013 e legge n. 90/2013

Il DL n. 63 del 4 giugno 2013 (c.d. *decreto eco-bonus/energia*), convertito dalla Legge 90/2013, che modifica il dlgs 192/2005, introduce una serie di novità in materia di prestazioni energetiche.

Con il DL 63/2013 non si parla più di ACE (Attestato di Certificazione Energetica) ma di APE (Attestato di Prestazione Energetica). Viene previsto inoltre l'obbligo di rilascio dell'attestato anche per le locazioni di edifici/unità immobiliari, al pari di quanto avviene per le compravendite. Vengono introdotte sanzioni amministrative per proprietari ed agenzie immobiliari che non rispettino le regole.

In relazione ai paragrafi 1 e 2 dell'allegato I della direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia (cosiddetta EPBD Recast”), viene prevista l'emanazione di uno o più decreti che definiscano:

- modalità di applicazione della metodologia di calcolo delle prestazioni energetiche;
- utilizzo delle fonti rinnovabili negli edifici.



## 2015 Nuovi decreti interministeriali del 26 giugno 2015 previsti dalla legge 90

I 3 decreti interministeriali del 26 giugno 2015, che completano il quadro normativo in materia di efficienza energetica negli edifici, sono:

- decreto “*requisiti minimi*”, applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici e dei relativi impianti (*riscaldamento, raffrescamento, acqua calda sanitaria, ventilazione meccanica*);
- *linee-guida per la redazione del nuovo APE*, adeguamento del decreto del Ministro dello sviluppo economico, 26 giugno 2009, linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici;
- decreto per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici.

## 2015 Decreto “requisiti minimi”: edifici di riferimento ed edifici a energia quasi zero

Il cosiddetto decreto “requisiti minimi” introduce alcune modifiche al dlgs n. 192/2005 in attuazione della direttiva dell'Unione europea sugli edifici a energia quasi zero (direttiva 2010/31/UE). Vengono fissati i nuovi metodi di calcolo e requisiti minimi in materia di prestazioni energetiche degli edifici, in vigore dal 01.2015. Il decreto, inoltre, sostituisce il dpr 59/2009, il decreto che definisce le metodologie di calcolo e i requisiti minimi per la prestazione energetica degli edifici e degli impianti termici.

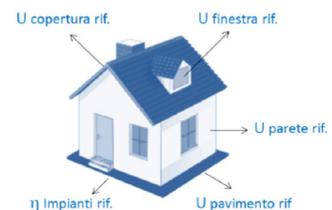
Una delle novità più importanti introdotte dal decreto è il concetto di edificio di riferimento, ossia un edificio identico a quello di progetto o reale in termini di geometria, orientamento, ubicazione territoriale, destinazione d'uso e situazione al contorno, ma avente caratteristiche termiche e parametri energetici predeterminati.

Secondo le nuove regole occorrerà effettuare due calcoli: calcolo della prestazione energetica dell'edificio di riferimento; calcolo della prestazione energetica dell'edificio reale, che sarà confrontato con il relativo edificio di riferimento.

Lo scopo è quello di avere un riferimento per calcolare una serie di limiti che gli edifici dovranno rispettare, a seconda che si tratti di edifici nuovi, edifici sottoposti a ristrutturazione o a riqualificazione energetica.

Nel decreto viene poi codificato l'edificio ad energia quasi zero, ovvero un edificio, di nuova costruzione o esistente, per cui sono contemporaneamente rispettati:

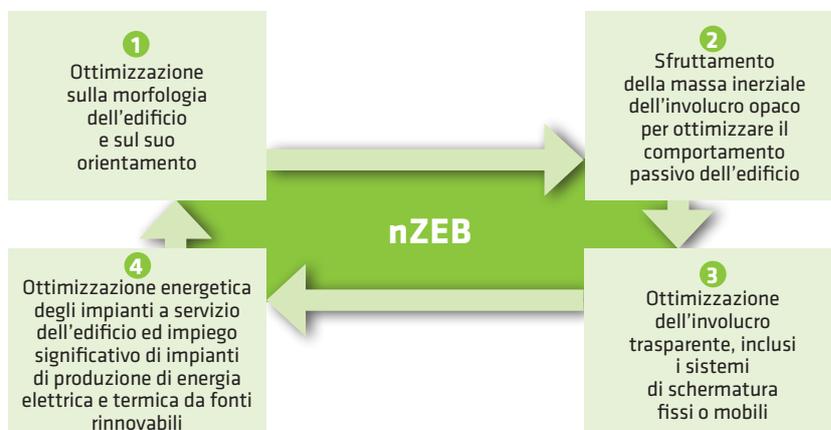
- tutti i requisiti previsti dalla lettera b), del comma 2, del paragrafo 3.3 del decreto requisiti minimi, determinati con i valori vigenti dal 1° gennaio 2019 per gli edifici pubblici e dal 1° gennaio 2021 per tutti gli altri edifici;
- gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili nel rispetto di quanto fissato dal Dlgs. 28/2011.



**ESEMPIO DI EDIFICIO DI RIFERIMENTO**

La prestazione energetica degli edifici corrisponde al fabbisogno energetico annuale globale in energia primaria (per un uso standard dell'edificio) per riscaldamento, raffrescamento, ventilazione e produzione di acqua calda sanitaria e, nel settore non residenziale, anche per illuminazione, ascensori e scale mobili.

## LA STRATEGIA PER REALIZZARE UN nZEB IN CLIMA CALDO-TEMPERATO



**nearly Zero Energy Building (nZEB):** edificio ad altissima prestazione energetica. Il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta in situ.

## ORIENTARSI TRA LE NORME



### Unione Europea - Regolamenti, direttive e altri atti

Per realizzare gli obiettivi stabiliti nei trattati, l'UE adotta diversi tipi di atti legislativi. Alcuni sono vincolanti, altri no. Alcuni si applicano in tutti i paesi dell'UE, altri solo in alcuni di essi.

1. **Regolamento:** è un atto legislativo vincolante. Deve essere applicato in tutti i suoi elementi nell'intera Unione europea.
2. **Direttiva:** è un atto legislativo che stabilisce un obiettivo che tutti i paesi dell'UE devono realizzare. Tuttavia, spetta ai singoli paesi definire attraverso disposizioni nazionali come tali obiettivi vadano raggiunti.
3. **Decisione:** è vincolante per i suoi destinatari (ad esempio un paese dell'UE o una singola impresa) ed è direttamente applicabile.
4. **Raccomandazione:** una raccomandazione non è vincolante. Una raccomandazione consente alle istituzioni europee di rendere note le loro posizioni e di suggerire linee di azione senza imporre obblighi giuridici a carico dei destinatari.
5. **Parere:** è uno strumento che permette alle istituzioni europee di esprimere la loro posizione senza imporre obblighi giuridici ai destinatari. Un parere non è vincolante. Può essere emesso dalle principali istituzioni dell'UE (Commissione, Consiglio, Parlamento), dal Comitato delle regioni e dal Comitato economico e sociale europeo. [https://europa.eu/european-union/index\\_it](https://europa.eu/european-union/index_it)



### Le Norme nazionali

La legislazione nazionale italiana è ordinata secondo una precisa gerarchia articolata per livelli.



1. **Costituzione Italiana:** è la Legge fondamentale della Repubblica, che sancisce i principi fondamentali, i diritti e i doveri dei cittadini e disciplina l'ordinamento dello Stato. Detta le regole ed i principi fondamentali sui quali si basa la nostra Repubblica. Alla Costituzione devono conformarsi tutte le altre norme previste dalle fonti di grado inferiore; se queste ultime risultano in contrasto, vengono dichiarate illegittime dalla Corte Costituzionale ed eliminate dall'ordinamento giuridico. La Costituzione può essere modificata solo da Leggi costituzionali o da una Legge di revisione costituzionali, che devono essere approvate dal Parlamento con il procedimento indicato all'art. 138 della Costituzione.
2. **Leggi D.P.R., D.Lgs. D.L.**
  - **Legge:** un provvedimento adottato dal Parlamento, con l'approvazione sia della Camera dei Deputati sia del Senato, e promulgato dal Presidente della Repubblica.
  - **Legge delega** è un provvedimento che definisce le materie e prescrive i principi a cui il Governo deve attenersi nell'emanare un determinato decreto legislativo.
  - **D.P.R. - Decreto del Presidente della Repubblica:** ad esempio un Testo Unico è una raccolta di norme che disciplinano una determinata materia. È approvato con decreto del Presidente della Repubblica (D.P.R)
  - **D.Lgs. - Decreto Legislativo** - I Decreti Legislativi, adottati dal Governo con deliberazione del Consiglio dei Ministri su delega del Parlamento, sono atti normativi aventi efficacia di leggi formali.
  - **D.L. - Decreto Legge** - è un provvedimento adottato dal Governo ed emanato dal Presidente della Repubblica in casi straordinari di necessità e urgenza. Decade dopo 60 gg se non convertito in Legge
3. **Legge Regionale:** è un provvedimento approvato dal Consiglio regionale e promulgato dal Presidente della Regione. Le singole Regioni possono emanare provvedimenti legislativi validi esclusivamente sul loro territorio e solo nei limiti della propria competenza.
4. **D.M. - D.P.C.M. - D.C.I.**
  - **D.M. - Decreto Ministeriale**
  - **D.P.C.M. - Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri**
  - **D.C.I. - Delibera Comitato Interministeriale**
  - **Regolamenti Governativi, Ministeriali, Interministeriali:** sono provvedimenti di carattere normativo che vengono deliberati dall'amministrazione competente per disciplinare specifiche materie nei limiti stabiliti dalla Legge.
5. **Circolari, Interpretazioni, Ordinanze:** chiarimenti, circolari ministeriali, raccomandazioni di organi competenti contribuiscono a risolvere aspetti pratici, ma non hanno un carattere obbligatorio.
  - **C.M. - Circolare Ministeriale**
  - **I.M. - Interpretazioni Ministeriali**
  - **O.M. - Ordinanze ministeriali**

## I SISTEMI DI CERTIFICAZIONE DELLA SOSTENIBILITÀ DEL COSTRUITO

La diffusione del concetto di costruzione sostenibile ha favorito, a partire dagli anni '90, la definizione di protocolli per la verifica e la certificazione del livello di sostenibilità del costruito, denominati protocolli di sostenibilità.

Tali sistemi promuovono sul mercato il concetto della misura del livello di sostenibilità di un edificio attraverso indicatori qualitativi e quantitativi riconosciuti dal mercato e dalla comunità scientifica.



POLITECNICO  
DI TORINO

I principi su cui si basano i sistemi di certificazione sono:

- l'individuazione dei criteri espressione della sostenibilità di un edificio e dei relativi indicatori atti a misurare tali criteri;
- la definizione di prestazioni di riferimento (benchmark) con cui confrontare quelle dell'edificio ai fini dell'attribuzione di un punteggio corrispondente al rapporto della prestazione con il benchmark;
- la "pesatura" dei criteri, ossia la definizione di un peso per ciascun criterio nell'economia generale del sistema;
- il punteggio finale sintetico che definisce il grado di miglioramento prestazionale complessivo dell'edificio rispetto al livello standard di mercato.



Per tali ragioni, essi sono anche definiti "metodi a punteggio", poiché basati su una lista di criteri per ognuno dei quali viene espresso un giudizio di valore numerico.

La valutazione di sostenibilità si basa su un approccio olistico finalizzato a valutare le prestazioni ambientali, sociali ed economiche di un bene. Tali principi si traducono in criteri afferenti le tematiche dell'energia, dell'acqua, del sito, dei materiali, della qualità ambientale interna, della qualità del processo edilizio, etc.

Ad oggi sono disponibili sul mercato differenti protocolli di sostenibilità che si differenziano per ambito di applicazione, finalità, livello di diffusione e riconoscibilità sul mercato: fra i più noti e diffusi in Italia possiamo citare il protocollo BREEAM, il protocollo LEED®, il protocollo ITACA e il protocollo Casaclima. A fianco di questi sistemi di tipo volontario, si è recentemente aggiunto un decreto ministeriale nazionale (DM 11 gennaio 2017) riguardante i criteri ambientali minimi (CAM) per l'edilizia, ossia i requisiti di sostenibilità che le pubbliche amministrazioni sono tenute ad integrare nelle gare di appalto.





### IL PROTOCOLLO BREEAM

**BREEAM**, acronimo di **Building Research Establishment Environmental Assessment Method**, è il protocollo di certificazione della sostenibilità sviluppato nel Regno Unito a partire dai primi anni '90. È il primo nato fra i sistemi a punteggio per la valutazione della sostenibilità, implementato dal Building Research Establishment e pubblicato nella sua prima versione nel 1993. Il protocollo BREEAM è applicabile internazionalmente seguendo la versione International, lanciata per la prima volta nel 2008.

Il sistema si rivolge a destinazioni d'uso diverse secondo quanto segue:

<b>BREEAM New Construction</b>	Dedicato a tutti gli interventi di nuova costruzione
<b>BREEAM In use</b>	Dedicato a tutti gli edifici esistenti per i quali si certifica la gestione e manutenzione degli stessi
<b>BREEAM Communities</b>	Dedicato allo sviluppo di masterplan a scala urbana
<b>BREEAM Refurbishment and Fit-out</b>	Dedicato agli interventi di ristrutturazione e rinnovamento

Il protocollo di valutazione BREEAM è strutturato nelle seguenti macro-aree, garantendo un approccio olistico alla valutazione di sostenibilità: Management del processo; Salute e benessere; Energia; Trasporti; Acqua; Materiali e rifiuti; Uso del suolo; Inquinamento.

I livelli conseguibili, in ragione dei punteggi assegnati per ogni scheda e valutati secondo una specifica pesatura in un punteggio da 0 a 100, sono:

- Pass: da 25 a 39
- Good: da 40 a 54
- Very Good: da 55 a 70
- Excellent: da 70 a 84
- Outstanding: da 85

Per maggiori approfondimenti si rimanda alle lezioni sulla piattaforma di e-learning di I-TOWN e al seguente link:  
<http://www.breem.com>



### IL PROTOCOLLO LEED

**LEED**®, acronimo di **Leadership in Energy & Environmental Design**, è un programma volontario per la valutazione e certificazione del livello di sostenibilità degli edifici., sviluppato a partire dal 1993 dal U.S. Green Building Council®

Il sistema LEED® è volto alla certificazione di differenti tipologie di progetti. All'interno di un'impostazione di fondo coerente sono disponibili differenti protocolli di valutazione della sostenibilità fra i quali:

- **LEED® for Building Design and Construction (LEED® BD+C)**: famiglia di protocolli per la certificazione di interventi di nuova costruzione o ristrutturazione importante di edifici a destinazione d'uso varia: terziario, interventi core & shell (riguardanti l'intero edificio, ma non i suoi allestimenti interni), edifici scolastici, punti di vendita, ospedali, data centre, centri logistici, strutture ricettive.
- **LEED® for Interior Design and Construction (LEED® ID+C)**: sistema di rating per la certificazione di interventi di allestimento interno a destinazione d'uso varia: terziario, punti di vendita, strutture ricettive.
- **LEED® for Operation and Maintenance (LEED® O+M)**: sistema di rating per la certificazione delle modalità conduzione e manutenzione di un edificio esistente a destinazione d'uso varia: terziario, edifici scolastici, punti di vendita, data centre, centri logistici, settore alberghiero.
- **LEED® for Neighborhood Development (LEED® ND)**: sistema di rating per la certificazione di distretti urbani e quartieri di nuova realizzazione
- **LEED for Homes**: famiglia di protocolli per la certificazione di interventi di nuova costruzione o ristrutturazione importante di edifici a destinazione d'uso residenziale, unifamiliare o plurifamiliare, fino a otto piani fuori terra.

LEED® si struttura in 7 categorie tematiche: Localizzazione e Trasporti, Sostenibilità del Sito, Gestione delle Acque, Energia e Atmosfera, Materiali e Risorse, Qualità ambientale Interna, Innovazione nella Progettazione e Priorità Regionali. Esse sono organizzate in prerequisiti obbligatori e in crediti opzionali in funzione delle caratteristiche del progetto. Dalla somma dei punteggi dei crediti deriva il livello di certificazione, che si divide in quattro livelli:

- Base (Certified, 40-49 punti),
- Argento (Silver, 50-59 punti),
- Oro (Gold, 60-79 punti),
- Platino (Platinum, > 80 punti).

Per maggiori approfondimenti si rimanda alle lezioni sulla piattaforma di e-learning di I-TOWN e al seguente link:  
<http://www.usgbc.org>

## IL PROTOCOLLO ITACA

Il protocollo **ITACA**, nasce nel 2004 con approvazione della Conferenza delle Regioni e delle Province autonome, a seguito dell'esigenza delle Regioni di dotarsi di strumenti validi per supportare politiche territoriali di promozione della sostenibilità ambientale nel settore delle costruzioni. Esso è stato realizzato da **ITACA (Istituto per l'innovazione e trasparenza degli appalti e la compatibilità ambientale)** nell'ambito del Gruppo di lavoro interregionale per l'Edilizia Sostenibile istituito nel dicembre 2001, con il supporto tecnico di iSBE Italia (international initiative for a Sustainable Built Environment Italia) e ITC-CNR.

Il protocollo è derivato dal modello di valutazione internazionale SBTool, sviluppato nell'ambito del processo di ricerca Green Building Challenge, e contestualizzato al territorio italiano in relazione alla normativa di riferimento ed ai propri caratteri ambientali. Infatti il protocollo ITACA adotta indicatori e metodi di verifica conformi alle norme tecniche e leggi nazionali di riferimento.

I protocolli ITACA a scala nazionale sono caratterizzati in relazione alla destinazione d'uso suddivisi secondo quanto segue:

- **Protocollo ITACA Nazionale 2011 edifici residenziali;**
- **Protocollo ITACA Nazionale 2011 per uffici;**
- **Protocollo ITACA Nazionale 2011 edifici commerciali;**
- **Protocollo ITACA Nazionale 2011 edifici scolastici;**
- **Protocollo ITACA Nazionale 2011 edifici industriali.**

Si segnala la presenza di numerose versioni sintetiche del protocollo ITACA sviluppate a scala regionale (Marche, Puglia, Umbria, Lazio, Piemonte, Valle d'Aosta, Friuli Venezia Giulia, Basilicata) e riconosciute dal legislatore (Regioni e Amministrazioni comunali) ai fini dell'ottenimento di incentivi o permessi di costruire. Trattasi di versioni sintetiche del protocollo ITACA Nazionale

Nell'ambito della collaborazione tra ITACA e UNI, al fine di far evolvere i diversi protocolli in norme tecniche nazionali di riferimento, è stata realizzata la Prassi di Riferimento UNI/PdR 13:2015, che ha sostituito il Protocollo ITACA relativo agli Edifici Residenziali.

Le macro aree che contengono le liste di criteri da soddisfare riguardano le voci che seguono (con riferimento alla stesura originale SB-Method): Sito (scelta, progetto, pianificazione); Consumo di risorse e di energia; Carichi ambientali; Qualità ambiente interno; Qualità del servizio.

Il protocollo ITACA riconosce i seguenti livelli di certificazione

- Sufficiente: 1;
- Discreto: 1,5;
- Buono: 2;
- Molto Buono: 2,5;
- Ottimo: 3;
- Aureo: 4

**Per maggiori approfondimenti si rimanda alle lezioni sulla piattaforma di e-learning di I-TOWN e al seguente link:**

[http://www.itaca.org/valutazione\\_sostenibilita.asp](http://www.itaca.org/valutazione_sostenibilita.asp)

## PROTOCOLLO CASACLIMA

**CASACLIMA** nasce da un'iniziativa dell'Agenzia CasaClima a partire dal 2006. L'Agenzia è una società di proprietà della Provincia Autonoma di Bolzano al 100%, quindi un ente pubblico non coinvolto nel processo edilizio, che si occupa della certificazione energetica e ambientale di edifici e prodotti.

Casaclima nasce come protocollo di valutazione della prestazione energetica degli edifici. In anni recenti, l'Agenzia ha promosso l'integrazione di requisiti di sostenibilità ambientale nel sistema di valutazione attraverso lo sviluppo di altri sistemi di rating, fra cui **Casaclima Nature**.

Le aree di valutazione in Casaclima Nature sono le seguenti:

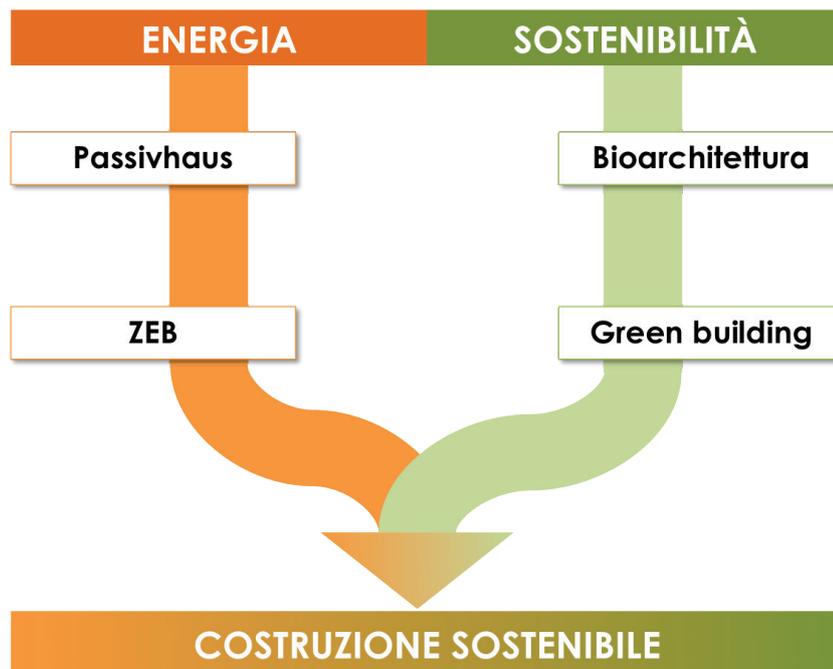
- Efficienza Energetica
- Impatto ambientale dei materiali da costruzione
- Impatto idrico
- Qualità dell'aria interna
- Protezione dal gas radon
- Illuminazione naturale
- Comfort acustico

Nel caso del protocollo Casaclima Nature sono previsti tre differenti livelli di certificazione: Casaclima Gold Nature, Casaclima A Nature, Casaclima B Nature.

**Per maggiori approfondimenti si rimanda alle lezioni sulla piattaforma di e-learning di I-TOWN e al seguente link:**

<http://www.agenziasacaclima.it/it/certificazione-edifici/foto-edifici-certificati-1373.html?>





### I CRITERI AMBIENTALI MINIMI PER L'EDILIZIA

Nel 2007, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha elaborato il **"Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione"**.

Il Piano, ha l'obiettivo di massimizzare la diffusione del **Green Public Procurement (GPP)**, cioè gli "acquisti verdi" della pubblica amministrazione attraverso la definizione di obiettivi nazionali, l'identificazione delle categorie di beni, servizi e lavori di intervento su cui definire i **'Criteri Ambientali Minimi' (CAM)**.

L'edilizia è fra le categorie interessata dalla definizione ministeriale dei CAM in quanto con DM 11 gennaio 2017 (G.U. Serie Generale n. 23 del 28 gennaio 2017) sono stati aggiornati e adottati "Nuovi criteri ambientali minimi per servizi di progettazione e lavori di ristrutturazione, nuova costruzione e manutenzione".

I criteri definiti introducono requisiti di sostenibilità per la progettazione e costruzione di edifici e requisiti di ammissibilità o premianti per i soggetti che partecipano al progetto e costruzione.

L'art. 34 del Dlgs 50/2016 "Codice degli appalti" rende obbligatoria l'adozione dei "Criteri Ambientali Minimi" approvati con Decreto Ministeriale per gli acquisti di beni e servizi della Pubblica Amministrazione; in particolare l'obbligo per le stazioni appaltanti è quello di inserire nei bandi di gara almeno le specifiche tecniche di base e le clausole contrattuali contenute nei documenti relativi ai CAM.

Per maggiori approfondimenti si rimanda alle lezioni sulla piattaforma di e-learning di I-TOWN e al seguente link:

<http://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2017/01/28/17A00506/sg>



I-TOWN.LABELACADEMY.COM



Maggiori approfondimenti sui sistemi di certificazione della sostenibilità sono disponibili sulla piattaforma e-learning di I-TOWN

### LE RISORSE UMANE AL CENTRO DEL CAMBIAMENTO

Le risorse umane sono il vero valore aggiunto, lo sviluppo di nuove abilità e competenze specializzate, insieme alla formazione dei formatori e alla certificazione dei tecnici nel campo dell'efficienza energetica nel settore edile, è la principale leva del cambiamento e della crescita professionale.

#### Il cantiere del futuro sarà sostenibile e punterà sull'efficienza energetica.

- Tutta la **filiera delle costruzioni** avrà bisogno di accrescere le competenze professionali degli operatori in un processo sempre più complesso per numero e caratteristiche degli operatori.
- Il **green building** sta generando cambiamenti nella formazione professionale ed è in crescita la necessità di trasmettere competenze interdisciplinari.
- Il progetto **Buildup Skills I-TOWN** intende sviluppare **tre diverse linee formative**, integrate e sovrapposte:
  1. **generale**, rivolta a tutte le risorse umane della filiera edile; tale linea sarà basata sull'educazione allo sviluppo sostenibile e sugli effetti dell'economia verde nel settore edile;
  2. **trasversale**, per trasferire abilità trasversali e intervenire nell'area delle **competenze di bordo** tra differenti aree professionali che sempre più interferiscono nel moderno cantiere di costruzioni;
  3. **specifiche**, rivolta alle professioni per trasferire competenze operative specifiche, collegate all'innovazione di processo e di prodotto.

IL CAMPIONE DI INDAGINE	Rilevazione ISTAT Forze Lavoro Occupati nelle costruzioni 2014	Questionario I-Town
<b>Sesso</b>		
maschi	93,5%	94,3%
femmine	6,5%	5,7%
<b>Totale</b>	100,0%	100,0%
<b>Cittadinanza</b>		
italiano	82,3%	92,6%
straniero	17,7%	7,4%
<b>Totale</b>	100,0%	100,0%
<b>Classe di età</b>		
15-34 anni	26,3%	32,2%
35-64 anni	73,7%	67,8%
<b>Totale</b>	100,0%	100,0%
<b>Profilo professionale</b>		
operaio - apprendista	50,2%	50,6%
altri	49,8%	49,4%
<b>Totale</b>	100,0%	100,0%



## LA RILEVAZIONE DEI FABBISOGNI DI FORMAZIONE CONTINUA

**Nella primavera del 2015, attraverso il lavoro delle scuole edili Formedil e di Ecipa CNA, sono stati acquisiti 901 questionari.**

L'indagine è stata diffusa a tutti, mirando specificamente a figure blue collars della filiera costruzioni e installazione impianti.

L'attività di rilevazione dei fabbisogni formativi:

- individuazione del campione;
- costruzione del questionario;
- impostazione delle modalità di rilevazione;
- promozione pubblica della rilevazione e raccolta dati;
- elaborazione dei risultati e trasferimento al partenariato;
- elaborazioni specifiche per territori, ambiti professionali, etc.;
- proseguimento della rilevazione lungo tutto l'arco di vita del progetto;
- utilizzo del questionario nella fase di formazione sperimentale;
- valutazione di fine progetto.

**Da questa indagine sul campo è emerso:**

1. un'esigenza di formazione per accompagnare i processi di innovazione;
2. una carenza di formazione tecnico professionale tra le maestranze, gli artigiani, i tecnici;
3. una domanda di aggiornamento sulle tematiche dell'efficienza energetica, della sostenibilità, della bioedilizia;
4. uno spazio d'intervento possibile per coinvolgere l'insieme delle risorse umane del settore.



### LE AREE TEMATICHE PER LA RILEVAZIONE DEL QUESTIONARIO SUI FABBISOGNI FORMATIVI

*in cui il lavoratore è sollecitato a indicare il livello di desiderabilità e importanza delle conoscenze acquisite*

**Area tematica A:** recupero e manutenzione del patrimonio edilizio

**Area tematica B:** rigenerazione urbana e ambientale

**Area tematica C:** Risparmio energetico e green building

**Area tematica D:** Materiali e tecniche innovative

#### Soft skills

*in cui il lavoratore è sollecitato a indicare il suo livello di competenze relazionali, metodologiche e personali.*



### I RISULTATI IN SINTESI

**Al settore servono figure nuove, ma soprattutto riconvertire figure esistenti che, già in possesso di competenze generali, hanno bisogno di acquisire nuove tecniche e un modo di pensare "green".**

Per questo è stata ipotizzata una MAPPA DI FORMAZIONE CONTINUA, mirata all'aggiornamento di conoscenze e competenze, alla riqualificazione e alla specializzazione delle professionalità:

- offrendo ai LAVORATORI opportunità differenziate di percorsi di sviluppo professionale,
- dando l'opportunità alle IMPRESE di scegliere in una offerta formativa articolata e rapportabile alla dimensione d'impresa, il mercato di riferimento, le specificità produttive.

**Le nuove competenze green e i nuovi crediti devono trovare riconoscimento in un sistema unitario di attestazione, validazione, certificazione.**

**DOVE SCARICARE IL REPORT  
E I MATERIALI SUI FABBISOGNI**

[WWW.BUS-ITOWN.EU](http://WWW.BUS-ITOWN.EU)



I-TOWN ha l'obiettivo di sviluppare programmi di formazione per la qualificazione di lavoratori specializzati e artigiani (operatori edili, di impianti termoidraulici, di impianti elettrici, operatori elettronici e carpentieri) nei settori dell'efficienza energetica e della sostenibilità in edilizia. La formazione delle maestranze rappresenta infatti un motore di processi evolutivi che generano competenze di alta qualità e favoriscono il raggiungimento degli obiettivi comunitari di contenimento energetico e tutela ambientale.

Nell'ambito del progetto si è costruita **una strategia di formazione basata sulla formazione dei "formatori"**.

**I nostri "formatori" di riferimento** sono tecnici di cantiere con esperienza (35-60 anni con almeno 15 anni di esperienza professionale) disponibili ad acquisire competenze didattiche specifiche nei settori dell'efficienza energetica e della sostenibilità in edilizia, competenze che li renderanno in grado di formare, a loro volta, le maestranze presso le scuole edili ed i cantieri.

All'interno del Work Package 3 "Train the trainers" si è sviluppato **un programma di formazione sull'efficienza energetica e sulla sostenibilità in edilizia** per la formazione dei "formatori" con l'obiettivo di contribuire ad una maggior consapevolezza della rivoluzione culturale in corso. Un cambiamento di paradigma che coinvolge l'intero settore delle costruzioni, sia all'approfondimento delle innovazioni tecnologiche e dei processi riguardanti la progettazione, la costruzione e la gestione di edifici ad elevate prestazioni energetiche e ambientali. Ulteriori competenze trasversali atte a facilitare l'integrazione delle competenze e le attività formative e comunicative sono poi incluse fra gli obiettivi della formazione.

**Il programma di formazione dei formatori I-Town è articolato su tre tipi di contenuti**

- **Contenuti culturali:** i principali concetti e aspetti innovativi che stanno permeando il settore delle costruzioni in tema di efficienza energetica e sostenibilità, al fine di delineare il quadro culturale di riferimento
  1. **Il concetto di nearly Zero Energy Building (nZEB)**, passivhaus e costruzione sostenibile, dalla definizione all'individuazione dei principali caratteri
  2. **Il quadro legislativo** a livello europeo, nazionale e locale in materia di efficienza energetica e sostenibilità nel settore delle costruzioni
  3. **I sistemi di certificazione volontari della sostenibilità ambientale**, quali LEED, BREEAM, ITACA, etc. e le figure professionali emergenti nel settore del green building
  4. **I trend di mercato dell'edilizia sostenibile ed efficienza energetica**
- **Contenuti tecnici:** approfondimenti specifici su procedure, tecnologie e prodotti emergenti sul mercato, al fine di delineare le potenzialità di innovazione rispetto alla prassi costruttiva corrente.
  1. **L'innovazione nel processo edilizio**, quale l'implementazione di procedure volte alla verifica della qualità dell'organismo edilizio dal progetto alla costruzione, effettuate da parti terze rispetto al processo di progettazione e costruzione
  2. **Le tecnologie edilizie innovative**, intese quali tecnologie non convenzionali, per l'involucro edilizio opaco e per l'involucro trasparente
  3. **La valutazione della sostenibilità dei materiali da costruzione e dei componenti per l'edilizia**

1. **Le tecnologie impiantistiche innovative (non convenzionali)**, quali caldaie a condensazione, pompe di calore, macchine polivalenti, macchine frigorifere a recupero termodinamico, pompe di calore ad assorbimento, nonché sistemi di climatizzazione, di produzione di acqua calda sanitaria e di illuminazione ad alta efficienza e sistemi energetici che impiegano fonti energetiche rinnovabili
  2. **Gli strumenti e i metodi per la gestione efficiente degli edifici**, ossia i Building Management Systems (BMS), gli Energy Management Systems (EMS), i Building Automation and Control Systems (BACS), sistemi di domotica, sistemi per la contabilizzazione dei consumi, etc., quali strumenti per la regolazione, la gestione ed il controllo sistematico delle prestazioni dell'edificio lungo la fase di esercizio
  3. **La gestione sostenibile del cantiere**
  4. **Gli strumenti e i metodi per la verifica delle prestazioni in opera** dei componenti edili, dell'involucro edilizio, dei componenti impiantistici e dei sistemi impiantistici
- **Contenuti trasversali:** competenze connesse con le abilità formative e comunicative, la gestione e organizzazione delle azioni formative, la gestione delle risorse, il problem solving, la preparazione dei materiali di supporto all'apprendimento, le tecniche di comunicazione e valutazione dell'apprendimento, l'utilizzo di ICT per la gestione di comunità di pratica.

I-Town ha sviluppato un **catalogo di moduli di formazione dei formatori** di 4 ore ciascuno, ed i relativi materiali didattici, che sono disponibili nel centro risorse didattiche e-learning, accessibile sul sito di progetto [www.bus-itown.eu](http://www.bus-itown.eu). I vari moduli potranno essere aggregati in percorsi didattici personalizzabili in relazione alle esigenze del gruppo da formare.

#### LA FORMAZIONE DEI FORMATORI NEL PROGETTO BUS I-TOWN.

All'interno della sperimentazione progettuale sono stati **realizzati 3 corsi pilota da 16 ore** ciascuno rispettivamente dedicato ai tre profili formativi di riferimento: l'area edile, l'area impianti elettrici e l'area impianti meccanici che hanno visto il coinvolgimento di tutto il partenariato di progetto ( in particolare il Politecnico di Torino e l'Università di Napoli Federico II), **e un corso di 8 ore trasversale** rivolto a tutti i formatori partecipanti.

I corsi pilota hanno consentito la verifica dell'efficacia di 18 moduli formativi estratti dal **catalogo di formazione "Formatori I-town"** su un campione significativo di docenti e responsabili di formazione provenienti prevalentemente dalla rete delle scuole edili.

#### IL PROGETTO HA COINVOLTO IN 4 PERCORSI DI FORMAZIONE DEI FORMATORI

Totale dei formatori coinvolti: **69**

M: **58** F: **11**

under 30: **1** da 30 a 39: **14** da 40 a 49: **19** da 50 a 59: **19** over 60: **12**

Centri di formazione: **37** di **12** regioni

#### METODOLOGIE DIDATTICHE:

Aula, dimostrazioni in laboratorio formativo, Presentazione casi di studio e Checklist, Video lezioni, Workshop (p.e. su **Domotica**, su **Blower door test**), Test di autovalutazione dell'apprendimento alla fine di ciascun modulo, **Creazione di un centro risorse didattiche e-learning**

#### I MATERIALI DIDATTICI SONO DISPONIBILI SULLA PIATTAFORMA E-LEARNING DI [www.bus-itown.eu](http://www.bus-itown.eu)

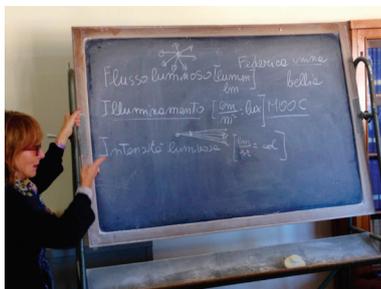
Ciascun modulo formativo è composto di:

- Agenda
- Slides
- Video lezione
- Materiali di supporto
- Schede didattiche su casi di studio
- Materiali per esercitazioni di classe o workshop di cantiere
- Schede didattiche con sequenze operative
- Glossario
- Self-assessment test

COLLEGATI ALLA PIATTAFORMA I-TOWN



[I-TOWN.LABELACADEMY.COM](http://I-TOWN.LABELACADEMY.COM)



UNINA - NAPOLI



POLITO - TORINO



## FORMARE I LAVORATORI

### I-TOWN E IL CANTIERE IN APPRENDIMENTO CONTINUO

Il principale obiettivo del progetto BUS I-TOWN è la creazione di programmi di formazione per la qualificazione di lavoratori e artigiani, specializzati nei settori dell'efficienza energetica e dell'energia rinnovabile, in ambito edile.

La ricerca e l'analisi di esperienze progettuali o di studio pregresse (come i risultati raggiunti nell'ambito del Progetto Pillar I della precedente iniziativa IEE "Build Up Skills Italy" o del Report ILO 2011), di C.C.A. tecniche (Conoscenze Competenze Abilità) mappate sull'offerta formativa nazionale e classificate all'interno dei Repertori delle Qualifiche Professionali regionali, hanno rappresentato uno degli elementi sui quali riflettere per la costruzione dei nuovi programmi formativi per i corsi formativi sperimentali.

Il livello formativo dei percorsi equivale al "EQF 3" (European Qualification Framework) per i lavoratori del settore edile e sono stati progettati bilanciando teoria e pratica, secondo il principio didattico definito hands on learning.





Le azioni preparatorie che hanno portato a definire il catalogo formativo sono state:

- la raccolta ed elaborazione dati, ottenuta attraverso la somministrazione di questionari e la conseguente mappatura delle C.C.A. dei tre profili di riferimento (operatore termo-idraulico; operatore di impianti elettrici; operatore edile; operatore elettronico; operatori carpentieri per il legno);
- la progettazione del catalogo formativo (piani formativi per lo sviluppo e la diffusione di metodologie innovative e nuovi contenuti tecnici a carattere “generale, trasversale, specifico”, denominate nel catalogo “di base, di processo e di prodotto”) e la preparazione dei materiali didattici da utilizzare.



L'impianto didattico, previsto per la sperimentazione I-TOWN, ha portato alla realizzazione di: 10 corsi pilota da 16h ciascuno (2h per la valutazione iniziale di C.C.A., 12h di formazione, 2h di verifica dell'apprendimento), da realizzarsi sull'intero territorio nazionale.

Sono state organizzate 10 edizioni formative, di cui 9 presso le Scuole Edili di Bari, Brescia, Chieti, Cuneo, Reggio Emilia, Torino, Vicenza e Roma, ed una presso un'impresa della provincia di Treviso.



In totale, i corsi pilota del progetto hanno visto protagonisti 110 partecipanti, e hanno approfondito le principali tematiche affrontate dal progetto:

- l'introduzione alla costruzione ad elevate prestazioni energetiche ed ambientali
- la gestione sostenibile del cantiere
- i pannelli solari e fotovoltaici
- la domotica e building automation
- gli impianti elettrici innovativi
- le tecnologie e materiali per l'involucro opaco: le chiusure verticali
- la climatizzazione degli ambienti: impianti e componenti di ultima generazione
- l'edilizia Sostenibile e Green Building
- la certificazione Energetica: APE, la normativa, obbligatorietà e rilascio
- cenni di Sicurezza nei cantieri Edili
- il concetto di rischio, pericolo, danno, infortunio
- le figure professionali aziendali aggiornate al testo Unico D. Lgs. 81/08
- la classificazione energetica di un edificio
- l'isolamento termico con pannelli, l'isolamento interno, l'isolamento nell'intercapedine, l'isolamento esterno, il sistema a cappotto
- le fasi della posa in opera di un isolamento esterno a cappotto: preparazione della parete esterna; preparazione del collante; posa in opera del collante sul pannello tramite spatola dentata; posa in opera del pannello su parete esterna; posa in opera dei tasselli; posa in opera della rete di armatura; opere di finitura
- norme e regolamenti di riferimento per la posa in opera
- le novità sulla Norma UNI 11673-1:2017 per la verifica della progettazione della posa in opera
- il Regolamento EU 305/211, Norme di prodotto (EN 14351-1 e 13659), Codice al consumo e nuova UNI 10818:2015
- gli aspetti progettuali dell'installazione di serramenti esterni: progettazione del giunto di posa con analisi dettagliata degli aspetti maggiormente rilevanti
- le analisi delle principali caratteristiche progettuali e prestazionali della posa, tenuta all'aria, all'acqua, resistenza meccanica, antieffrazione, comportamento termo-igrometrico del giunto
- i principali materiali per la posa: caratteristiche dei singoli materiali e modalità di utilizzo
- l'analisi di interventi di sostituzione dei serramenti: evidenza delle principali problematiche e possibili soluzioni
- la sintesi delle esperienze tecniche emerse nelle analisi di cantiere sviluppate da LegnoLegno: Blower Door Test, A-Wert e misure acustiche in opera.
- la corretta esecuzione dei nodi costruttivi
- gli Impianti Termoidraulici: elementi di termoidraulica e tipologie di impianti e loro caratteristiche.



La metodologia utilizzata ha privilegiato l'interattività tra docenti e discenti, gli studi di caso e le esercitazioni pratiche e di laboratorio.



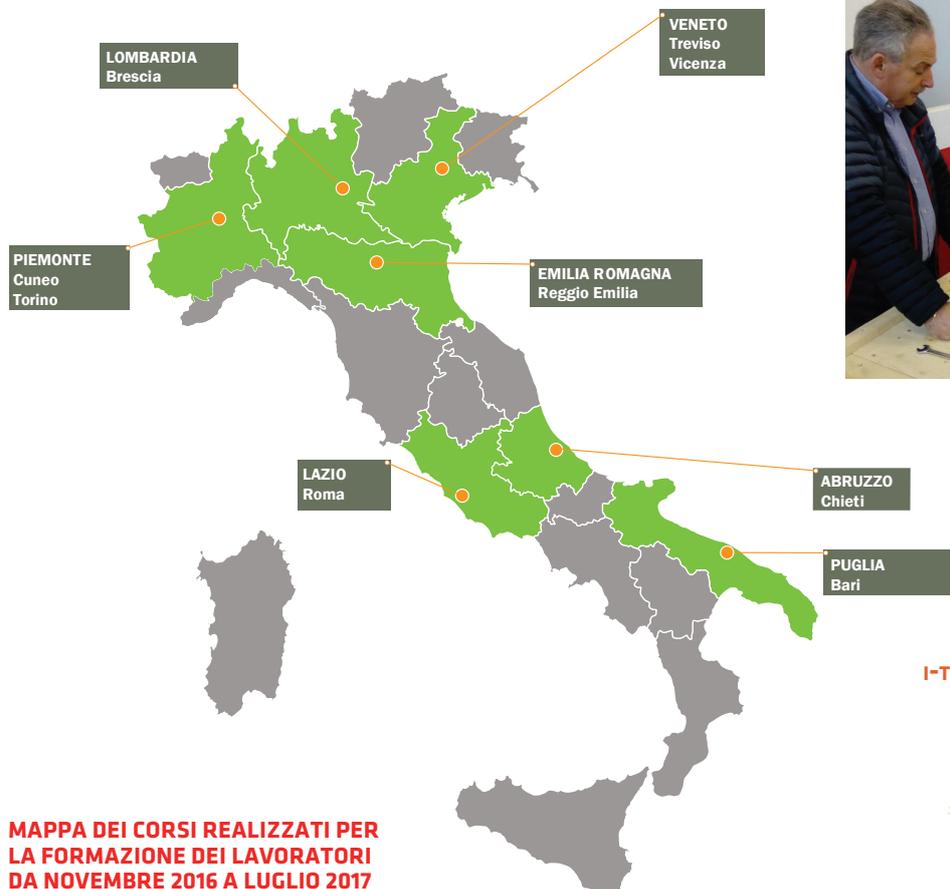
**METODOLOGIE DIDATTICHE:**

Aula, dimostrazioni in laboratorio formativo, Presentazione casi di studio e Checklist, Video lezioni, Workshop (p.e. su **Domotica**, su **Blower door test**), Test di autovalutazione dell'apprendimento alla fine di ciascun modulo, **Creazione di un centro risorse didattiche e-learning**

**I MATERIALI DIDATTICI SONO DISPONIBILI SULLA PIATTAFORMA E-LEARNING DI [www.bus-itown.eu](http://www.bus-itown.eu)**

Ciascun modulo formativo è composto di:

- Agenda
- Slides
- Video lezione
- Materiali di supporto
- Schede didattiche su casi di studio
- Materiali per esercitazioni di classe o workshop di cantiere
- Schede didattiche con sequenze operative
- Glossario
- Self-assessment test



**MAPPA DEI CORSI REALIZZATI PER LA FORMAZIONE DEI LAVORATORI DA NOVEMBRE 2016 A LUGLIO 2017**

[I-TOWN.LABELACADEMY.COM](http://I-TOWN.LABELACADEMY.COM)





## LA PIATTAFORMA E-LEARNING

Il progetto I-TOWN - Italian Training qualificatiOn Workforce in buildiNg - promosso nell'ambito del programma comunitario BUILD UP SKILLS Pillar II, ha l'obiettivo di sviluppare programmi di formazione per la qualificazione di operatori edili, impiantisti termoidraulici, impiantisti elettrici e elettronici, carpentieri nei settori dell'efficienza energetica e della sostenibilità in edilizia. Il progetto ha sviluppato un programma di formazione modulare sull'efficienza energetica e sulla costruzione sostenibile, a partire dalla messa a disposizione di materiali didattici utilizzabili dai formatori e dagli operatori del settore. I materiali didattici sono stati resi disponibili in Fad nel centro risorse didattiche e-learning: un catalogo modulare di formazione articolato in tre distinte aree.

### FORMAZIONE DI BASE

- **Contenuti culturali:** i principali concetti e aspetti innovativi che stanno permeando il settore delle costruzioni in tema di efficienza energetica e sostenibilità, al fine di delineare il quadro culturale e normativo di riferimento.
  - **Il concetto di nearly Zero Energy Building (nZEB), passivhaus e costruzione sostenibile,** dalla definizione all'individuazione dei principali caratteri.
  - **Il quadro legislativo** a livello europeo, nazionale e locale in materia di efficienza energetica e sostenibilità nel settore delle costruzioni.
  - **I sistemi di certificazione volontari della sostenibilità ambientale,** quali LEED, BREEAM, ITACA, etc. e le figure professionali emergenti nel settore del green building.
  - **I trend di mercato dell'edilizia sostenibile ed efficienza energetica.**

Benvenuti nel progetto "I-Town Efficienza energetica e costruzione sostenibile"

Il progetto I-TOWN - Italian Training qualificatiOn Workforce in buildiNg - promosso nell'ambito del programma comunitario BUILD UP SKILLS Pillar II, ha l'obiettivo di sviluppare programmi di formazione per la qualificazione di operatori edili, impiantisti termoidraulici, impiantisti elettrici e elettronici, carpentieri nei settori dell'efficienza energetica e della sostenibilità in edilizia.

Il progetto ha sviluppato un programma di formazione sull'efficienza energetica e sulla sostenibilità in edilizia, a partire dalla messa a disposizione di materiali didattici utilizzabili dai formatori e dagli operatori del settore.

I materiali didattici sono stati resi disponibili nel **centro risorse didattiche e-learning** secondo lo schema di sviluppo portato avanti: **un catalogo modulare di formazione articolato in tre distinte aree.**

**FORMAZIONE DI BASE**

- **Contenuti culturali:** i principali concetti e aspetti innovativi che stanno permeando il settore delle costruzioni in tema di efficienza energetica e sostenibilità, al fine di delineare il quadro culturale e normativo di riferimento.

**FORMAZIONE DI PROCESSO**

- **Contenuti tecnici:** approfondimenti specifici su procedure, tecnologie e prodotti emergenti sul mercato, al fine di delineare le potenzialità di innovazione rispetto alla pratica costruttiva corrente.

**FORMAZIONE DI PRODOTTO**

- **Contenuti professionali:** competenze connesse all'utilizzo di materiali innovativi, tecnologie, sistemi costruttivi specifici in determinate operazioni costruttive ritenute strategiche per l'efficienza energetica e la costruzione sostenibile.

Oltre l'e-learning, dove sono riposti materiali per la gestione delle azioni formative, il progetto I-Town suggerisce una **metodologia di apprendimento** attiva atta a coinvolgere i partecipanti in esercitazioni di gruppo su casi di studio, in workshop con aziende del settore, in test di autoapprendimento al termine di ciascun modulo (fruibili direttamente on line) ed in simulazioni di prove sul campo, in cantiere e in laboratorio formativo presso le scuole edili.

[REGISTRATI >>](#)



### FORMAZIONE DI PROCESSO

- **Contenuti tecnici:** approfondimenti specifici su procedure, tecnologie e prodotti emergenti sul mercato, al fine di delineare le potenzialità di innovazione rispetto alla prassi costruttiva corrente.
  - **L'innovazione nel processo edilizio**, quale l'implementazione di procedure volte alla verifica della qualità dell'organismo edilizio dal progetto alla costruzione, effettuate da parti terze rispetto al processo di progettazione e costruzione.
  - **Le tecnologie edilizie innovative**, intese quali tecnologie non convenzionali, per l'involucro edilizio opaco e per l'involucro trasparente.
  - **La valutazione della sostenibilità dei materiali da costruzione e dei componenti per l'edilizia.**
  - **Le tecnologie impiantistiche innovative (non convenzionali)**, quali caldaie a condensazione, pompe di calore, macchine polivalenti, macchine frigorifere a recupero termodinamico, pompe di calore ad assorbimento, nonché sistemi di climatizzazione, di produzione di acqua calda sanitaria e di illuminazione ad alta efficienza e sistemi energetici che impiegano fonti energetiche rinnovabili.
  - **Gli strumenti e i metodi per la gestione efficiente degli edifici**, ossia i Building Management Systems (BMS), gli Energy Management Systems (EMS), i Building Automation and Control Systems (BACS), sistemi di domotica, sistemi per la contabilizzazione dei consumi, etc., quali strumenti per la regolazione, la gestione ed il controllo sistematico delle prestazioni dell'edificio lungo la fase di esercizio.
  - **La gestione sostenibile del cantiere.**
  - **Gli strumenti e i metodi per la verifica delle prestazioni in opera** dei componenti edili, dell'involucro edilizio, dei componenti e dei sistemi impiantistici.

### FORMAZIONE DI PRODOTTO

- **Contenuti professionali:** competenze connesse all'utilizzo di materiali innovativi, tecnologie, sistemi costruttivi specifici in determinate operazioni costruttive ritenute strategiche per l'efficienza energetica e la costruzione sostenibile.

Oltre l'**e-learning**, dove sono riposti materiali per la gestione delle azioni formative, il progetto I-Town suggerisce una **metodologia di apprendimento attiva** pensata per coinvolgere i partecipanti in esercitazioni di gruppo su casi di studio, in workshop con aziende del settore, in test di autoapprendimento al termine di ciascun modulo (fruibili direttamente on line) ed in simulazioni di prove sul campo, in cantiere e in laboratorio formativo presso le scuole edili.

A tale scopo il progetto I-Town ritiene centrale la **FORMAZIONE FORMATORI** attraverso lo sviluppo di

- **Contenuti trasversali:** competenze connesse con le abilità formative e comunicative, la gestione e organizzazione delle azioni formative, la gestione delle risorse, il problem solving, la preparazione dei materiali di supporto all'apprendimento, le tecniche di comunicazione e valutazione dell'apprendimento.

### MATERIALI DIDATTICI DISPONIBILI SULLA PIATTAFORMA E-LEARNING CIASCUN MODULO PREVEDE

#### Agenda

#### Slides delle lezioni

#### Video lezioni

#### Materiali di supporto:

- **Schede didattiche sui casi studio**
- **Materiale per esercitazioni in aula o workshop di cantiere**
- **Schede didattiche con sequenze applicative**
- **Glossario**
- **Test di autovalutazione**



[I-TOWN.LABELACADEMY.COM](http://I-TOWN.LABELACADEMY.COM)

## I MATERIALI DIDATTICI

### ESEMPIO DI MATERIALE DIDATTICO/1 LA GESTIONE SOSTENIBILE DEL CANTIERE

La **costruzione sostenibile** richiede l'adozione di **nuove procedure operative** all'interno del cantiere volte a ridurre l'impatto energetico ed ambientale del cantiere nel ciclo di vita dell'edificio e rispetto al contesto territoriale locale.

L'implementazione di buone pratiche di gestione del cantiere, ormai condivise e promosse dai principali strumenti di certificazione della sostenibilità dell'ambiente costruito, dai **Criteri Ambientali Minimi per l'Edilizia** e da iniziative comunitarie, consente il perseguimento di obiettivi quali:

- la riduzione del consumo di energia e acqua per la costruzione dell'edificio,
- la riduzione del carico ambientale legato alle attività edilizie, quali l'inquinamento atmosferico e acustico, il carico sul sistema fognario,
- la riduzione della produzione e del conferimento in discarica di rifiuti da demolizione e costruzione,
- il miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza sia degli operatori sia dei futuri occupanti.

La definizione dei requisiti per la gestione sostenibile del cantiere è reperibile attraverso la consultazione delle seguenti fonti:

- il **protocollo LEED**<sup>®</sup>, acronimo di Leadership in Energy & Environmental Design, programma volontario per la valutazione e certificazione del livello di sostenibilità degli edifici, sviluppato dal U.S. Green Building Council<sup>®</sup>
- il **protocollo BREEAM**, acronimo di Building Research Establishment Environmental Assessment Method, protocollo di certificazione della sostenibilità sviluppato nel Regno Unito dal Building Research Establishment
- il DM 11 gennaio 2017 (G.U. Serie Generale n. 23 del 28 gennaio 2017), il quale ha definito i **Criteri Ambientali Minimi (CAM)** per servizi di progettazione e lavori di ristrutturazione, nuova costruzione e manutenzione degli edifici.

Nel progetto I-TOWN, tale tematica è stata affrontata all'interno del modulo formativo PR01 - La gestione sostenibile del cantiere, a cui si rimanda per maggiori approfondimenti. Le tematiche affrontate e qui sintetizzate riguardano il controllo ambientale del cantiere, la gestione dei rifiuti da demolizione e costruzione e la gestione della qualità dell'aria interna durante le attività di costruzione.

In generale, l'implementazione di tutte le misure di gestione sostenibile del cantiere richiede la nomina di uno o più soggetti responsabili all'interno dell'impresa, un'attività di formazione e sensibilizzazione continua delle maestranze e un monitoraggio continuo dell'efficacia di tali misure, possibilmente con cadenza settimanale.

### CONTROLLO DELL'IMPATTO AMBIENTALE

L'attività di cantiere genera un carico ambientale significativo. Dall'analisi delle fasi del cantiere e delle principali lavorazioni è necessario prevedere tutte le misure atte a prevenire e a ridurre i rischi ambientali associati al cantiere.

In particolare è opportuno perseguire i seguenti obiettivi;

- Evitare la perdita di terreno durante la costruzione causata dal deflusso superficiale delle acque meteoriche e/o dall'erosione dovuta al vento, includendo la protezione del terreno superficiale rimosso e accumulato per il riuso



POLITECNICO  
DI TORINO



[I-TOWN.LABELACADEMY.COM](http://I-TOWN.LABELACADEMY.COM)

- Prevenire la sedimentazione nel sistema fognario di raccolta delle acque meteoriche o nei corpi idrici recettori
- Evitare di inquinare l'aria con polveri o particolati anche attraverso periodici interventi di irrorazione delle aree di lavorazione con l'acqua o altre tecniche di contenimento del fenomeno del sollevamento della polvere
- Evitare sversamenti anche accidentali di sostanze e materiali inquinanti nel suolo e nei corpi idrici recettori
- Aumentare l'efficienza nell'uso dell'energia nel cantiere e minimizzare le emissioni di gas climalteranti, con particolare riferimento all'uso di tecnologie a basso impatto ambientale;
- Ridurre l'emissione di rumore e le vibrazioni dovute alle operazioni di scavo, di carico/scarico dei materiali, di taglio dei materiali, di impasto del cemento e di disarmo, etc., attraverso l'eventuale installazione di schermature/coperture antirumore (fisse o mobili) nelle aree più critiche e l'uso di gruppi elettrogeni super silenziati e compressori a ridotta emissione acustica;
- Ridurre il consumo di acqua;
- Ridurre l'impatto visivo del cantiere, anche attraverso schermature e sistemazione a verde, soprattutto in presenza di abitazioni contigue e habitat con presenza di specie particolarmente sensibili alla presenza umana.

Il **Piano di Gestione Ambientale di cantiere**, potrà ispirarsi a varie fonti, quali il regolamento europeo EMAS (Eco-Management and Audit Scheme), la norma UNI EN ISO 14001 (Sistemi di Gestione Ambientale. Requisiti e guida per l'uso) e/o il documento EPA Construction General Permit (CGP) del 2003.



Figura 1 - Raccolta differenziata dei rifiuti in cantiere

### GESTIONE DEI RIFIUTI DA DEMOLIZIONE E COSTRUZIONE

Le attività di costruzione e di demolizione generano enormi quantità di rifiuti solidi che possono essere in gran parte recuperati e riciclati invece che essere conferiti in discarica. L'economia del riciclaggio è cresciuta negli ultimi anni anche a seguito del forte impulso dato dalla Comunità Europea (Direttiva 2008/98/CE).

Riciclare e/o recuperare i rifiuti non pericolosi derivanti dalle attività di costruzione e demolizione è pertanto un'azione avente significativi vantaggi ambientali ed economici per gli operatori stessi.

In tema di gestione dei rifiuti le strategie implementabili sono le seguenti:

- Ridurre alla fonte la quantità di rifiuti generati attraverso il ricorso alla prefabbricazione di alcuni componenti edilizi, l'acquisto di materiali già tagliati su misura, l'accordo con i fornitori di materiali e componenti per il reso dei bancali in legno o la riduzione degli imballaggi in plastica.
- Raccogliere in maniera differenziata in sito i rifiuti prodotti in cantiere.
- Individuare nei pressi del cantiere autotrasportatori e imprese di riciclaggio in grado di smaltire i rifiuti generati e richiedere loro idonea documentazione che attesti l'avvenuto riciclo e recupero.
- Garantire tassi di riciclo e recupero maggiori del 50% per almeno 3 o più tipologie di rifiuti generati.

### GESTIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA DURANTE LE ATTIVITÀ DI COSTRUZIONE

Le attività di costruzione e ristrutturazione degli ambienti interni possono generare la produzione di inquinanti fisici e chimici dell'aria interna con conseguenze negative sulla salute dei lavoratori e dei futuri occupanti dell'edificio.

Al fine di prevenire tali problematiche è possibile implementare una serie di buone pratiche quali:

- *Il divieto di fumo all'interno dell'edificio*  
Il fumo di sigaretta costituisce una significativa fonte di inquinamento indoor con problematiche legate alla salute delle persone. Pertanto all'interno del cantiere è richiesto il divieto di fumo, se non in zona dedicata all'aperto.
- *La protezione degli impianti HVAC*  
Gli impianti HVAC (HVAC è un acronimo inglese che sta per "Heating, Ventilation and Air Conditioning", dunque, racchiude tutti i sistemi di riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'aria) installati permanentemente non dovrebbero essere utilizzati durante il processo di costruzione al fine di evitare una contaminazione degli impianti stessi.

Figura 2 - Protezione dei canali dell'aria una volta installati in cantiere



La protezione dalla polvere e da inquinanti gassosi può avvenire attraverso una sigillatura con plastica dei canali, delle bocchette di immissione ed estrazione dell'aria durante tutte le fasi di cantiere, dalla consegna all'installazione e messa in servizio.

Qualora, per un periodo limitato, gli impianti debbano essere messi in funzione prima del completamento delle lavorazioni, si richiede di eseguire una pulizia dei canali dell'aria e di sostituire i filtri dell'aria utilizzati in fase di cantiere (classe minima F5) prima dell'occupazione dell'edificio.

- **Il controllo delle fonti di inquinamento**

Al fine di ridurre la produzione di inquinanti dell'aria interna, si consiglia di prevedere l'applicazione di materiali di finitura interni bassoemissivi, per quanto concerne pavimentazioni, sigillanti, colle, vernici e impregnanti e prodotti in legno composito.

Inoltre è bene isolare ed arieggiare i contenitori che contengono materiali con VOC ed eventuali materiali tossici.

Qualora si realizzino lavorazioni che richiedono l'uso di macchinari alimentati a benzina o gasolio o lavorazioni che emettono fumi in ambiente prevedere l'evacuazione di tali fumi verso l'esterno con canali ed estrattori dell'aria temporanei e dedicati.

- **L'interruzione di vie di diffusione degli inquinanti**

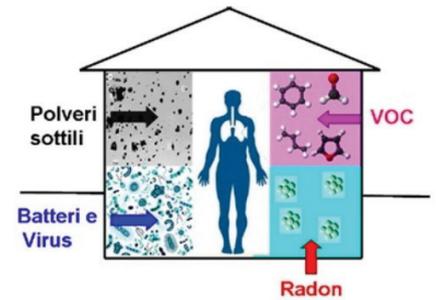
Al fine di prevenire la contaminazione di spazi già puliti e/o occupati, durante le fasi di costruzioni, isolare l'area di lavoro con barriere temporanee, ventilare gli ambienti quando si applicano materiali contenenti VOC (composti volatili inquinanti, ad es. pitture interne) e usare aspirapolveri con filtri antiparticolato ad alta efficienza e agenti bagnanti per il controllo della produzione di polveri.

- **Regolare pulizia del cantiere**

Al fine di ridurre i contaminanti negli spazi interni dell'edificio, è buona regola mantenere pulite le aree di cantiere con una programmazione settimanale delle pulizie.

- **Proteggere i materiali assorbenti da danni provocati dall'umidità e da condizioni di poca pulizia**

I materiali porosi vanno protetti dall'esposizione all'umidità e stoccati in area pulita prima dell'installazione.



i VOC (volatili organic compounds) sono uno degli agenti potenziali dell'inquinamento indoor

Tali attività sono imprescindibili da un'attenta programmazione del cantiere e delle attività di costruzione al fine di organizzare le attività in modo sequenziale con il minore impatto sulla qualità dell'aria interna dell'edificio, pianificare eventuali azioni da svolgersi immediatamente prima dell'occupazione quali la sostituzione dei filtri dell'aria e il flush-out dell'edificio, ovvero un lavaggio d'aria che consente di eliminare gli inquinanti presenti nell'aria derivanti dalle attività di costruzione.

Figura 3 -Stabilizzazione dell'area di accesso in cantiere



Figura 4 - Area di lavaggio delle gomme dei mezzi di cantiere prima della fuoriuscita su strada



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI NAPOLI  
FEDERICO II

## ESEMPIO DI MATERIALE DIDATTICO/2

### PR11 | CLIMATIZZAZIONE DEGLI AMBIENTI: IMPIANTI E COMPONENTI DI ULTIMA GENERAZIONE

#### RICHIAMI SUGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE TRADIZIONALI

##### *Generalità*

Obiettivo di un impianto di climatizzazione destinato ad impieghi civili è quello di realizzare e mantenere in ambienti confinati un microclima tale da garantire alle persone che li occupano condizioni di benessere termico e soddisfacente qualità dell'aria.

Invece gli impianti di climatizzazione in ambito industriale hanno come finalità prioritaria quella di realizzare e mantenere condizioni microclimatiche ottimali per la buona riuscita di un processo o per la conservazione di prodotti particolari.

Un caso ibrido è rappresentato dagli impianti di climatizzazione per ambienti museali. Infatti, essi sono installati in ambito civile, ma la finalità prioritaria è realizzare condizioni microclimatiche ottimali per la conservazione di oggetti ed opere d'arte (il benessere degli occupanti rappresenta una finalità secondaria).

D'ora in avanti, ci si riferirà ad impianti di climatizzazione in ambito civile.

Per determinare le caratteristiche di un impianto di climatizzazione è quindi necessario richiamare i parametri che influenzano le condizioni di benessere termoigrometrico di una persona. Questi sono principalmente: la resistenza termica dell'abbigliamento della persona; il livello del metabolismo energetico della persona (dipendente a sua volta dall'attività svolta); la temperatura di bulbo asciutto dell'aria; l'umidità relativa dell'aria; la velocità media dell'aria; la temperatura media radiante del locale. I primi due dipendono dalla persona, gli altri quattro dalle caratteristiche del locale, dai carichi termici, dal clima esterno e dall'impianto di climatizzazione.

Anche la qualità dell'aria negli ambienti confinati, che è funzione della concentrazione di contaminanti che possono arrecare danno alla salute e causare condizioni di malessere per gli occupanti, è un elemento che condiziona lo stato di benessere delle persone. Per garantire una soddisfacente qualità dell'aria interna, vengono garantiti opportuni ricambi di aria esterna ed impiegati filtri e, più raramente, assorbenti chimici. Gli impianti di climatizzazione sono pertanto finalizzati al controllo di tre proprietà termofisiche dell'aria interna (temperatura, umidità relativa, velocità) ed a garantire una buona qualità dell'aria in ambiente, allo scopo di assicurare condizioni di benessere. Attualmente gli impianti di climatizzazione non riescono a controllare la temperatura media radiante del locale.

I principali componenti di un impianto di climatizzazione (non sempre tutti presenti) sono:

- apparecchiature per la produzione dei fluidi termovettori (caldaie, gruppi frigoriferi, pompe di calore, ecc.);
- dispositivi per il trattamento dell'aria (batterie per il riscaldamento e per il raffreddamento, umidificatori, ecc.), talvolta tutti accorpati in un'unica grande apparecchiatura detta "unità di trattamento dell'aria" (UTA), o "centrale di trattamento dell'aria" (CTA);

- apparecchiature per la distribuzione dei fluidi termovettori, quali canali e ventilatori (per l'aria), tubazioni e pompe (per l'acqua);
- terminali o unità terminali: terminali aereali (bocchette, diffusori e griglie di estrazione, ugelli, ecc.) ed idraulici o idronici (radiatori, ventilconvettori, pannelli e piastre radianti, ecc.);
- organi di regolazione automatica.

#### Usuale classificazione degli impianti di climatizzazione

Gli impianti di climatizzazione sono spesso classificati in base al tipo di fluido termovettore che arriva in ambiente, come qui di seguito specificato.

- Impianti a tutt'aria o ad aria (fig. 1): negli ambienti è introdotta solo aria, trattata nell'UTA ed inviata mediante canali nei locali, in cui è immessa con opportuni terminali di diffusione.
- Impianti misti aria-acqua (fig. 2), in cui l'aria ("primaria") è solo aria esterna, in misura strettamente necessaria alle esigenze di rinnovo, mentre l'acqua è inviata ad unità terminali idrauliche presenti nei locali (generalmente fan-coil, più raramente pannelli radianti o radiatori). Caso più usuale: impianto a fan-coil ed aria primaria.
- Impianti ad acqua (fig. 3), che veicolano nei locali solo acqua: talvolta solo acqua calda in inverno (impianti a radiatori, a termoconvettori), altre volte anche acqua fredda in estate (come avviene quasi sempre per gli impianti a "fan-coil" ed a volte anche per gli impianti a pannelli radianti).
- Impianti (o condizionatori) autonomi, in cui il fluido termovettore che arriva nel locale è costituito direttamente dal fluido frigorigeno che attraversa la macchina frigorifera/pompa di calore. Esempi: split-system (fig. 4), condizionatore autonomo monoblocco.

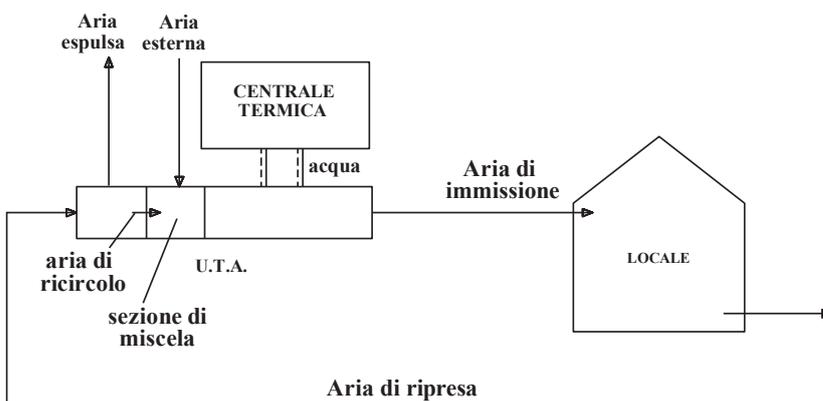


Fig. 1: schema di impianto di climatizzazione a tutt'aria

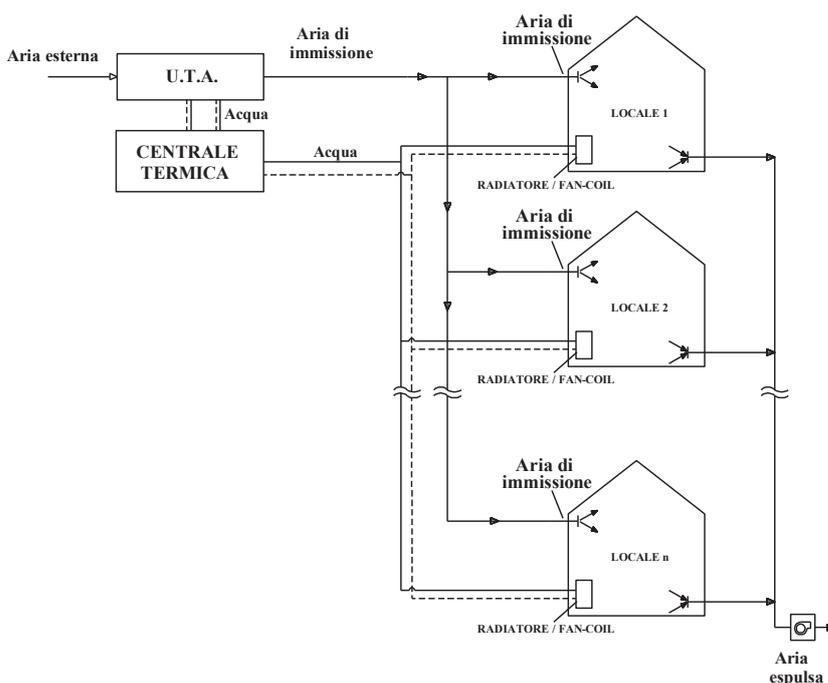


Fig. 2: schema di impianto di climatizzazione misto aria-acqua (a fan-coil o a radiatori, più aria primaria)

Fig. 3: schema di impianto di climatizzazione ad acqua (a fan-coil o a radiatori, senza aria primaria)

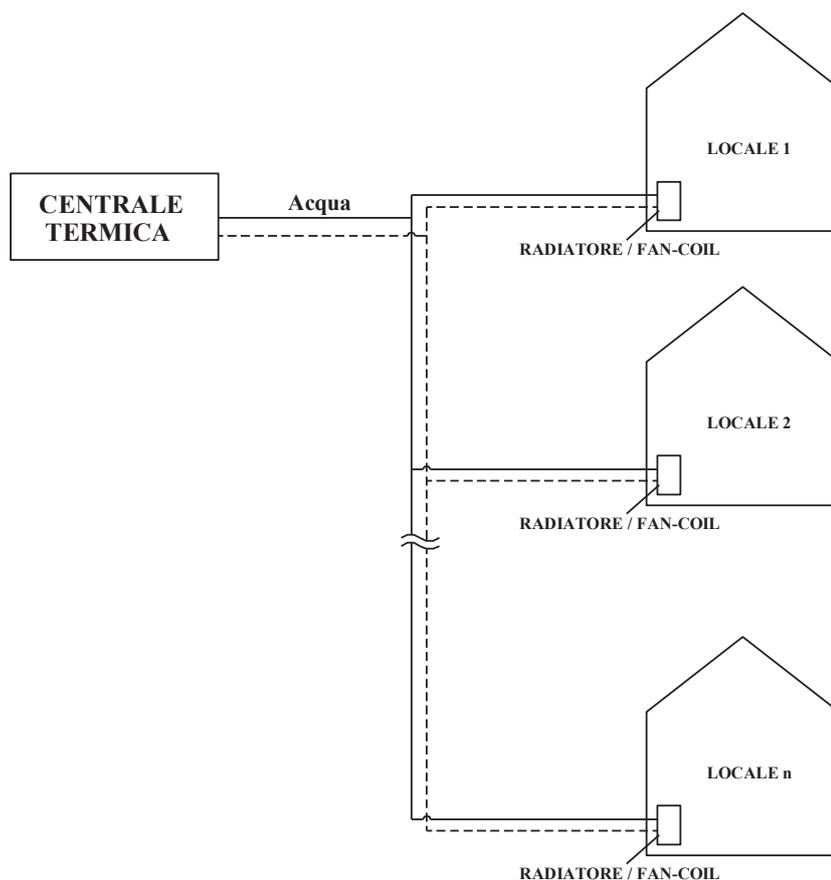
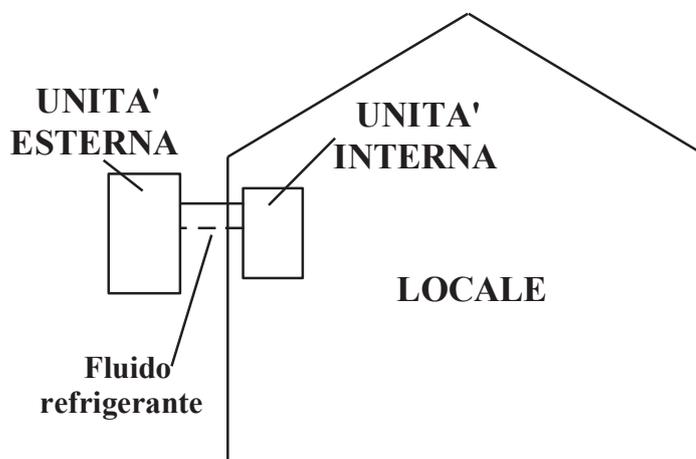


Fig. 4: schema di impianto di climatizzazione autonomo del tipo "split-system"



**Condizioni di progetto**

Il dimensionamento di un impianto di climatizzazione comincia sempre dalla valutazione delle condizioni di progetto:

- condizioni climatiche all'esterno dei locali (soprattutto le condizioni termoisometriche esterne di progetto);
- condizioni microclimatiche da mantenere all'interno dei locali (soprattutto condizioni termoisometriche interne di progetto);
- velocità massima ammissibile dell'aria nella zona occupata;
- proprietà termofisiche dell'involucro edilizio;
- caratteristiche dei fluidi termovettori acqua ed aria (temperatura, velocità dell'acqua e dell'aria nei condotti);
- eventuali condizioni e vincoli particolari, dipendenti dal tipo di utenza, quali ad esempio i vincoli acustici.

Le condizioni termoigrometriche dell'aria umida all'interno del locale sono fissate in base alle esigenze di benessere termoigrometrico. Tipiche condizioni termoigrometriche (interne ed esterne) di progetto sono:

- Estate - Interno: temperatura  $T = 24 \div 26^\circ\text{C}$ , umidità relativa  $UR=50-60\%$  (valori di benessere). Esterno:  $T$  e  $UR$  fissate dalla norma tecnica UNI 10339 in base alla località (esempio: Napoli,  $T = 32^\circ\text{C}$  e  $UR = 45\%$ )
- Inverno - Interno:  $T = 20^\circ\text{C}$  (D.P.R. 412/93),  $UR= 40-50\%$  (valore di benessere). Esterno:  $T$  dal D.P.R. 1052/77, in base alla località,  $UR$  in base alla località o pari a  $60\%$  (per tutte le località, da norma UNI 10339). Esempio per Napoli:  $T = 2^\circ\text{C}$  e  $UR = 60\%$ .

#### *Cenni sui carichi termici*

Fissate le condizioni di progetto, si passa poi alla valutazione del carico termico dei locali, che deve essere bilanciato dall'impianto di climatizzazione immettendo in ambiente i fluidi termovettori in opportuno stato e quantità. Considerando, per semplicità, un unico locale e l'aria al suo interno, si riportano le seguenti definizioni. Carico termico sensibile: la potenza termica che l'impianto deve fornire (in inverno) o sottrarre (in estate) al locale perché in esso si mantenga la temperatura di progetto. Il carico sensibile ha quindi effetto solo sulla temperatura dell'aria e non sulla sua umidità specifica.

Carico termico latente: la somma dei flussi convettivi d'energia legati a portate di vapore che entrano (generalmente) o escono dal locale, e che debbono essere bilanciati dall'impianto. Il carico latente ha effetto solo sulla umidità specifica dell'aria e non sulla sua temperatura.

Il carico termico sensibile di un ambiente è determinato essenzialmente da:

- flussi di energia termica attraverso l'involucro edilizio, dovuti alle differenze di temperatura tra interno ed esterno ed alla radiazione solare;
- contributi energetici dovuti alla presenza, in ambiente, di apparecchi illuminanti, macchinari e persone;
- flussi convettivi di energia (la sola quota sensibile) dovuti ad eventuali infiltrazioni d'aria attraverso l'involucro edilizio.

Il carico termico latente di un ambiente è determinato essenzialmente da:

- contributi energetici dovuti alla presenza, in ambiente, di persone e di macchinari e/o processi che producono vapore (es. docce, piscina coperta);
- flussi convettivi d'energia (la sola aliquota latente) dovuti ad eventuali infiltrazioni d'aria attraverso l'involucro edilizio.

Il "carico termico totale" di un ambiente ( $QT$ ) è pari alla somma algebrica del carico termico sensibile  $QS$  e di quello latente  $QL$ :  $QT= QS+QL$ . Trattandosi di potenza termica, il carico termico è espresso in  $W$  o  $kW$ .

Al fine del dimensionamento dell'impianto, il carico termico va valutato nelle condizioni più gravose; al suo ridursi, in fase di esercizio, l'impianto dovrà adeguarsi in modo automatico mediante la regolazione.

Alcuni tipi d'impianto (impianti ad acqua, condizionatori autonomi) bilanciano solo il carico termico sensibile, per cui in presenza di tali impianti è superfluo valutare quello latente.

L'impianto di climatizzazione deve mantenere costante nel tempo lo stato termoigrometrico dell'aria nel locale climatizzato, in modo da bilanciare gli effetti del carico termico.

#### *Indicazioni di massima sulla scelta della tipologia di impianto di climatizzazione*

Nel seguito sono riportate alcune indicazioni di massima sulla scelta della tipologia di impianto di climatizzazione più idoneo al caso specifico, precisando preventivamente che tali indicazioni non vanno prese come regole ferree poiché la scelta va ovviamente effettuata caso per caso.

Gli impianti ad aria tradizionali a portata costante e singolo condotto sono molto indicati per il controllo termoigrometrico di un unico grande locale (esempio: sala conferenze, cinema, teatro, grande atrio, auditorium, sala museale, sala operatoria, ecc.).

Gli impianti di climatizzazione misti aria-acqua, generalmente del tipo a fan-coil ed aria primaria, sono invece consigliati per il controllo termoigrometrico contemporaneo in molti locali (esempio: edificio o parte di edificio adibito ad uffici).

Gli impianti ad acqua (senza aria primaria) sono frequentemente adoperati per il controllo contemporaneo della sola temperatura in molti locali. I condizionatori autonomi risultano funzionali per il controllo della sola temperatura in un'unica zona ("split-system") o talvolta in più zone ("multisplit", al massimo circa 10-12 locali).

In presenza di molti locali, se non si vogliono usare i fan-coil, si può considerare un impianto ad aria per più zone (ma si tratta di impianti più costosi e delicati, e quindi poco usati).

Per un appartamento, le due principali alternative sono:

- classico impianto a radiatori (alimentato da caldaia) e, in zone climatiche con estati calde, qualche condizionatore autonomo del tipo "split-system";
- impianto a fan-coil (o a pannelli radianti) alimentato da pompa di calore aria-acqua.

### IMPIANTI E COMPONENTI DI ULTIMA GENERAZIONE PER LA CLIMATIZZAZIONE DEI LOCALI

Vengono nel seguito sinteticamente descritti alcuni impianti o componenti di impianto di ultima generazione per la climatizzazione degli edifici.

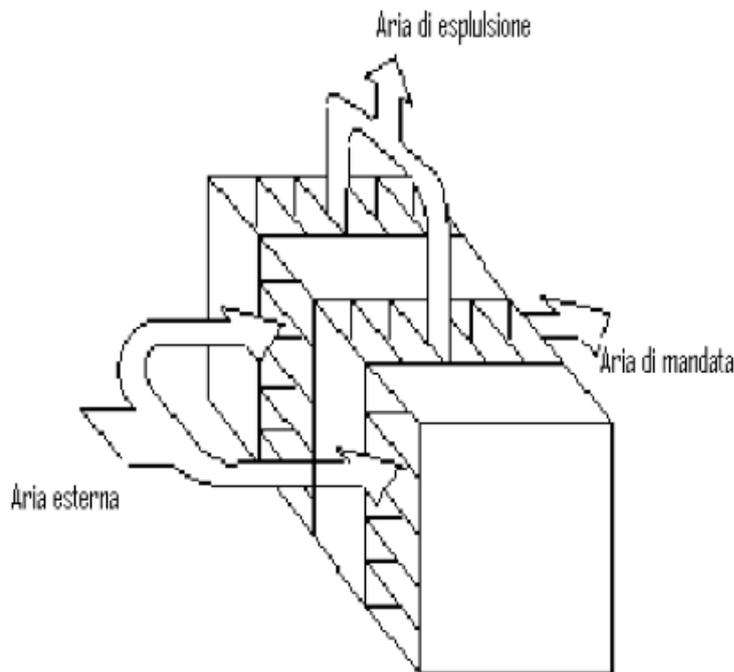
#### *Recuperatori di calore*

In edifici di elevate dimensioni e comunque nei casi in cui si prescriva una cospicua portata d'aria esterna di rinnovo, il carico termico per ventilazione assume proporzioni notevoli. Uno dei modi per limitare tale carico termico, senza ridurre la portata d'aria esterna di ventilazione, consiste nell'utilizzare opportuni recuperatori di calore, da inserire negli impianti di climatizzazione dotati di unità di trattamento dell'aria (impianti a tutt'aria ed impianti misti aria-acqua) o negli impianti di ventilazione meccanica.

Il principio base (fig. 5) consiste nello scambio di energia termica, generalmente tra due correnti d'aria contrapposte, a diversa temperatura, che attraversano i due lati dello scambiatore di calore. Tali recuperatori di calore sono convenienti soprattutto se si verificano una o più delle seguenti condizioni:

- le portate d'aria esterna di ventilazione e di espulsione sono di gran lunga superiori a quelle adottate normalmente (ciò vale, ad esempio, nel caso di impianti a tutt'aria esterna);
- il numero di ore di funzionamento dell'impianto di ventilazione e di espulsione è elevato, generalmente superiore alle 40 ore settimanali;
- la stagione invernale è caratterizzata da un elevato numero di gradi-giorno e/o la stagione estiva da un elevato numero di ore in cui la temperatura di bulbo asciutto e quella di bulbo umido raggiungono valori relativamente alti.

Fig. 5: schema di recuperatore di calore aria-aria (del tipo a piastre)



Ai fini del contenimento energetico, già l'art. 5 del D.P.R. n. 412/93 imponeva in alcuni casi di adottare un recuperatore di calore in combinazione con l'impianto di ventilazione meccanica. Attualmente, ai sensi del D.lgs 311/06, per la limitazione dei fabbisogni per la climatizzazione estiva e per il contenimento della temperatura interna negli ambienti (non climatizzati), bisogna verificare che: siano adottati sistemi di ventilazione meccanica controllata nel caso non sia efficace lo sfruttamento della ventilazione naturale. In tal caso è prescritta l'adozione di un recuperatore di calore ogni qual volta la portata totale di rinnovo (G) e il numero di ore annue di funzionamento (M) del sistema di ventilazione siano superiori ai valori limite riportati nella tabella A.

Portata G di rinnovo G [m <sup>3</sup> /h]	Numero di ore annue di funzionamento M	
	1400 < GG ≤ 2100	GG > 2100
2000	4000	2700
5000	2000	1200
10000	1600	1000
30000	1200	800
60000	1000	700

Tabella A: portate di aria di rinnovo G e corrispondenti valori massimi del numero di ore annue di funzionamento M dell'impianto, al di sopra dei quali è obbligatorio l'uso del recuperatore di calore

Sono nel seguito brevemente descritte alcune delle più usuali tipologie di recuperatori di calore.

Recuperatori di calore aria-aria a piastre (fig. 5):

- sono scambiatori di tipo statico, costituiti da un involucro di forma rettangolare aperto alle due estremità, la cui sezione trasversale è suddivisa in molteplici passaggi da una configurazione cellulare.
- I canali risultanti si alternano in canali per il passaggio dell'aria espulsa e canali per l'aria di rinnovo; i flussi d'aria possono essere a correnti incrociate o in controcorrente.
- Oltre al tradizionale recuperatore a piastre esiste anche il tipo a piastre con alettatura, nel quale le piastre di ciascuna sezione sono collegate da un sistema di alette (aumento dello scambio termico).
- Il vantaggio di questa tipologia di scambiatori è costituito dall'impossibilità di dar luogo ad infiltrazioni dell'aria espulsa nell'aria di rinnovo (a differenza dei recuperatori rotativi).

Recuperatori di calore aria-aria rotativi (fig. 6):

- sono costituiti essenzialmente da una ruota (o tamburo rotante) di materiale permeabile all'aria, caratterizzata da una grande superficie di contatto con l'aria stessa. Durante la rotazione, il tamburo assorbe calore dalla corrente d'aria più calda (in inverno, l'aria di espulsione), riscaldandosi, e lo cede successivamente alla corrente d'aria più fredda (in inverno, l'aria esterna di rinnovo), raffreddandosi. Avviene quindi solo uno scambio di calore sensibile.
- Nel caso in cui si richieda anche lo scambio di calore latente, il tamburo viene opportunamente trattato con un materiale (quale il cloruro di litio) che lo rende igroscopico, permettendo l'assorbimento del vapor d'acqua dalla corrente d'aria più umida (in inverno, l'aria di espulsione) e la sua cessione alla corrente d'aria più secca (in inverno, l'aria esterna di rinnovo).
- Il limite principale di questa tipologia di recuperatore sta nel fatto che sono possibili infiltrazioni dell'aria espulsa (più "sporca") nell'aria di rinnovo. Ciò può dar luogo a problemi igienici, per cui tali recuperatori sono poco adatti, ad esempio, in ambienti ospedalieri.

Fig. 6: schema di recuperatore di calore aria-aria rotativo

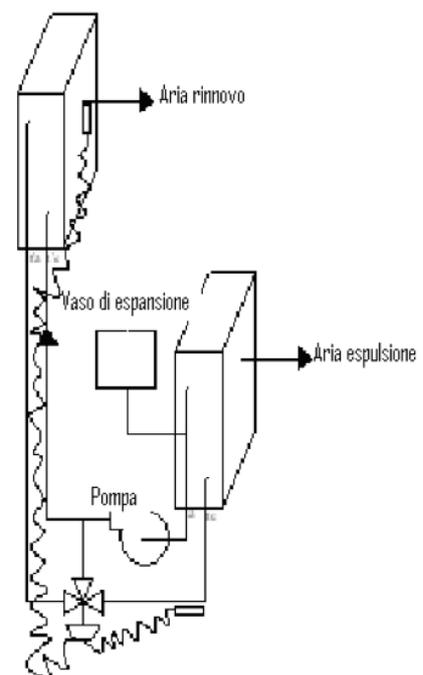
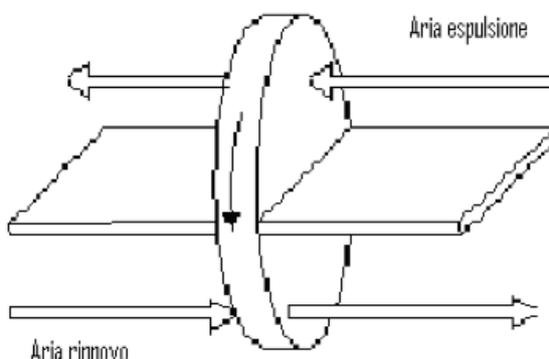


Fig. 7: schema di recuperatore di calore a due batterie con pompa

Recuperatori di calore a due batterie con pompa (anche detti recuperatori "rigenerativi"), fig. 7:

- nella forma più semplice, questo impianto di recupero è costituito da due batterie alettate, collegate tra loro mediante un circuito contenente un liquido termovettore (normalmente acqua o una soluzione acquosa di glicoletilenico), utilizzato per realizzare il trasferimento dell'energia termica recuperata.
- La circolazione è resa possibile dalla presenza di una pompa; in genere, in ciascuna batteria il liquido è in controcorrente rispetto al relativo flusso d'aria.
- Il calore viene assorbito dal flusso d'aria a temperatura maggiore (in inverno, l'aria di espulsione) e ceduto al flusso d'aria a temperatura minore (in inverno, l'aria esterna di rinnovo).
- Questo sistema viene adottato per recuperare il solo calore sensibile. L'impianto a due batterie è molto elastico in quanto (a differenza delle due tipologie precedenti) può essere impiegato anche nei casi in cui la presa d'aria esterna e quella di espulsione siano distanti tra di loro, ovvero quando esistono più prese d'aria esterna e/o d'espulsione. Pertanto, può essere più facilmente installato, rispetto alle altre tipologie di recuperatori, negli impianti di climatizzazione esistenti.

Efficienza dei recuperatori di calore (fig. 8):

**EFFICIENZA NEL CASO DI RECUPERO DI CALORE TOTALE**

$$\varepsilon = \frac{\dot{m}_i(h_2 - h_1)}{\dot{m}_{min}(h_3 - h_1)} = \frac{\dot{m}_e(h_3 - h_4)}{\dot{m}_{min}(h_3 - h_1)}$$

**EFFICIENZA NEL CASO DI RECUPERO DI CALORE SENSIBILE**

$$\varepsilon = \frac{\dot{m}_i(t_2 - t_1)}{\dot{m}_{min}(t_3 - t_1)} = \frac{\dot{m}_e(t_3 - t_4)}{\dot{m}_{min}(t_3 - t_1)}$$

**EFFICIENZA NEL CASO DI RECUPERO DI CALORE LATENTE**

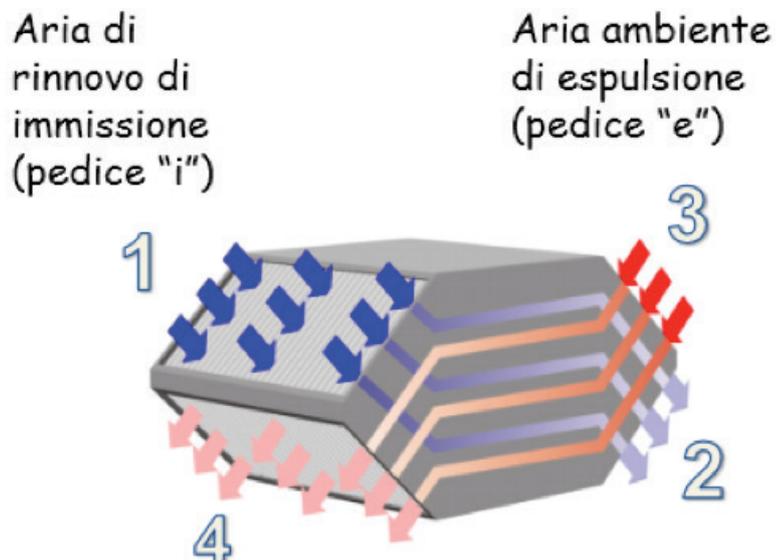
$$\varepsilon = \frac{\dot{m}_i(\omega_2 - \omega_1)}{\dot{m}_{min}(\omega_3 - \omega_1)} = \frac{\dot{m}_e(\omega_3 - \omega_4)}{\dot{m}_{min}(\omega_3 - \omega_1)}$$

dove:

- $\dot{m}$ = portata massiva di aria [kg/s]
- $h$ = entalpia specifica [kJ/kg]
- $t$ = temperatura [K]
- $\omega$ = umidità specifica [g<sub>v</sub>/kg<sub>a</sub>]

- Valori usuali di efficienza sul sensibile: 0,6-0,85 (60% - 85%)
- Valori usuali di efficienza sul latente: 0,6-0,75 (60% - 75%)

Fig. 8: schema di recuperatore di calore aria-aria per definire l'efficienza del recuperatore



Recuperatori di calore “termodinamici”, spesso indicati come Pompe di calore “a recupero termodinamico (attivo)”, fig. 9.

- Sono utilizzati nelle pompe di calore/UTA di tipo “roof-top” quando serve una elevata percentuale di aria esterna.
- Il recupero viene ottenuto facendo lambire la batteria esterna (di condensazione in estate, di evaporazione in inverno) dall'aria espulsa, ottenendo notevoli incrementi del COP, perché in inverno l'aria espulsa è più calda dell'aria esterna mentre in estate l'aria espulsa è generalmente più fredda dell'aria esterna.
- È anche possibile abbinare un recupero termico dal desurriscaldamento del fluido frigorifero per alimentare la batteria di post-riscaldamento dell'aria di mandata.

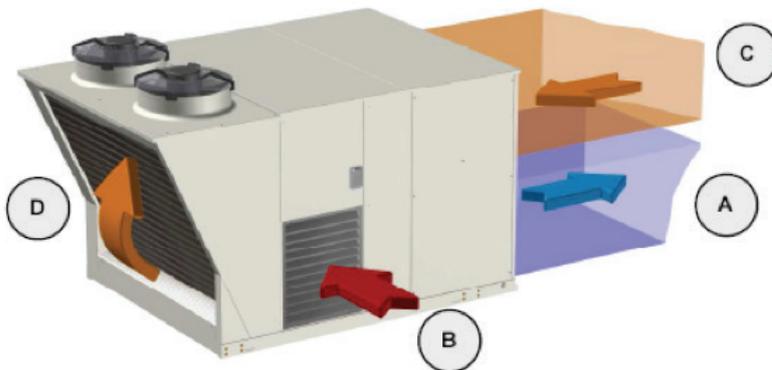


Fig. 9: schema di recuperatore di calore “termodinamico”, anche detto pompa di calore “a recupero termodinamico” (attivo)

#### “Free-cooling”

In alcuni casi può capitare di dover raffreddare l'ambiente interno di un edificio non solo in estate ma anche nelle stagioni intermedie, o addirittura in inverno, quando la temperatura dell'aria esterna risulta inferiore a quella all'interno dell'edificio. Per evitare un inutile spreco di energia (evitando o riducendo il ricorso al gruppo frigorifero), è possibile sfruttare la bassa temperatura dell'aria esterna per il raffreddamento dell'acqua da inviare ai terminali dell'impianto di climatizzazione (ad esempio, fan-coils); oppure si può immettere direttamente l'aria esterna nell'ambiente da climatizzare. Da ciò deriva il nome di “free-cooling” (raffreddamento gratuito).

Nel primo caso si parla di free-cooling indiretto (fig. 10). Le modifiche ad un impianto tradizionale consistono sostanzialmente nell'installazione di una batteria alettata e di una valvola a tre vie; quest'ultima devia l'acqua di ritorno dal circuito immettendola nella batteria quando le condizioni dell'aria esterna lo consentono. L'aria esterna, transitando sulla batteria alettata, raffredda l'acqua del circuito semplicemente per convezione forzata; in questo modo è possibile evitare o ridurre il funzionamento del/ dei compressore/i del gruppo frigorifero.

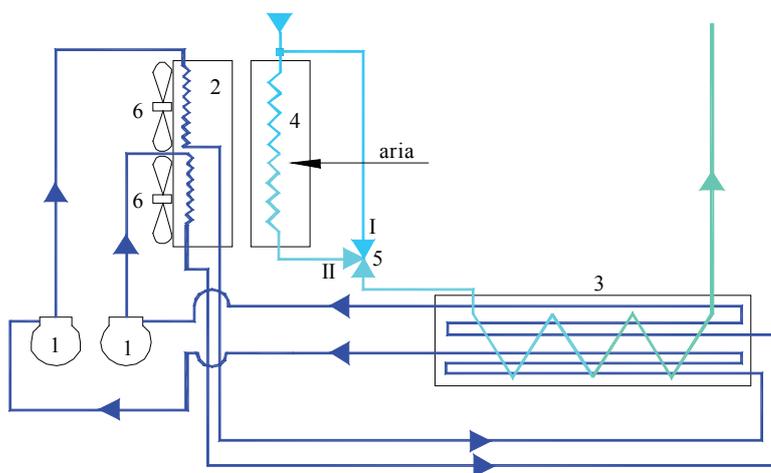


Fig. 10: schema di “free-cooling” indiretto

Nel caso in cui si voglia sfruttare direttamente l'aria esterna per la climatizzazione degli ambienti (free-cooling diretto), si possono individuare due tipologie di free-cooling: con immissione diretta di aria esterna; con fluido intermedio.

Per impianti di piccole dimensioni, il free-cooling diretto (senza fluido intermedio) avviene mediante unità ad espansione diretta (“roof-top”) dotate di serrande che modulano la propria posizione, garantendo, quando conveniente, l'ingresso di sola

aria esterna nell'ambiente da raffreddare. Tale free-cooling diretto può essere previsto anche nel caso di UTA con batterie alimentate con acqua. Per impianti di medie-grandi dimensioni si utilizzano, invece, unità di ventilazione specifiche che funzionano in parallelo con le unità a tutto ricircolo. Gli svantaggi principali del free-cooling di tipo diretto (senza fluido intermedio) sono rappresentati dalla difficoltà di effettuare il controllo dell'umidità e, in alcuni casi, dal costo elevato da sostenere per la filtrazione dell'aria e per il consumo energetico dei ventilatori.

Queste problematiche possono essere risolte con i sistemi free-cooling che utilizzano un fluido intermedio, nei quali l'unità di climatizzazione ad espansione diretta (o la UTA) viene dotata di una batteria aggiuntiva alimentata con acqua glicolata (il glicole serve ad evitare il congelamento dell'acqua quando la sua temperatura scende al di sotto di 0°C), raffreddata mediante un apparecchio di raffreddamento ad aria ("dry-cooler").

*Impianti ad aria o aria-acqua con ruota essiccante all'interno dell'UTA*

La tipologia più usuale di deumidificazione dell'aria (deumidificazione che serve, ad esempio, nei climi europei in regime estivo) è detta "deumidificazione meccanica o per raffreddamento", (fig. 11): l'aria viene raffreddata al di sotto della temperatura di rugiada e quindi anche deumidificata (1-2) fino al valore di umidità specifica che si vuole ottenere; poi generalmente è necessario post-riscaldarla (2-3). I principali svantaggi sono:

- elevati consumi energetici (soprattutto per il post-riscaldamento estivo);
- elevato impatto ambientale;
- controllo non ottimale dell'umidità nell'ambiente climatizzato;
- impossibilità di svincolare la deumidificazione dell'aria dal raffreddamento.

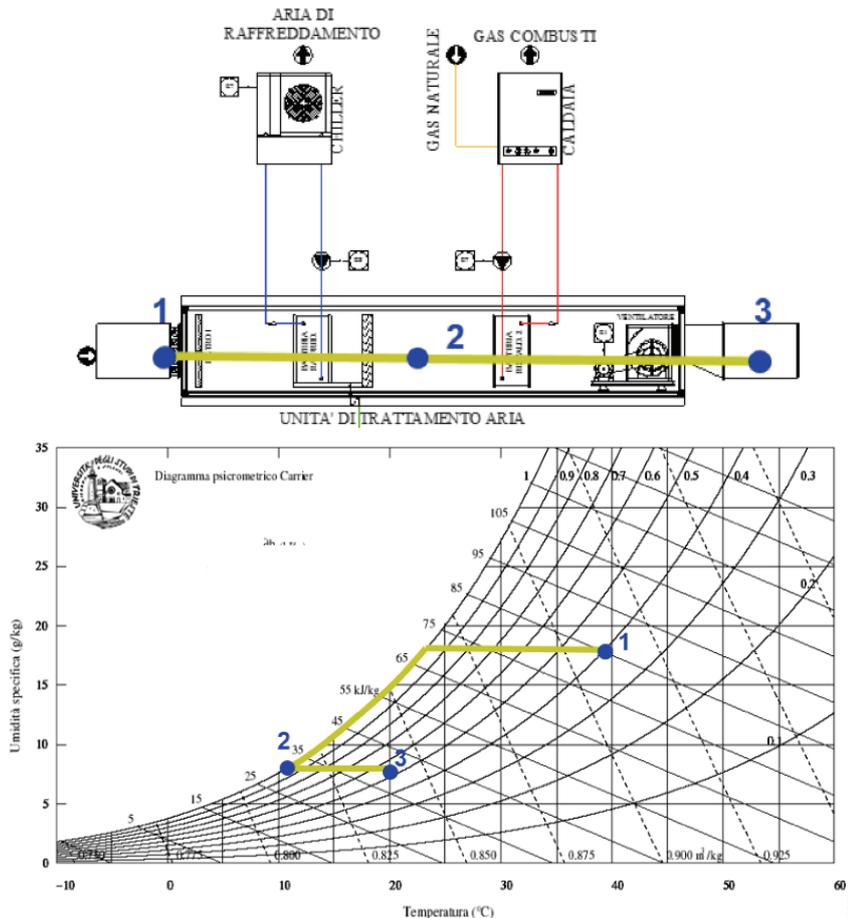
Una possibile alternativa è costituita dagli impianti con ruota essiccante o ruota deumidificatrice ("desiccant wheel") da inserire nell'UTA, fig. 12:

- il vapor d'acqua contenuto nell'aria umida ("aria di processo") viene adsorbito dal materiale essiccante che costituisce la ruota;
- il materiale essiccante della ruota deve essere "rigenerato" con un secondo flusso d'aria, riscaldato mediante una idonea sorgente di energia termica.

I materiali essiccanti comunemente usati sono silica gel, zeoliti.

Con riferimento al regime estivo (fig. 13), l'aria di processo in uscita dalla ruota è molto calda e deve essere raffreddata prima di essere immessa nei locali, il che si realizza con batterie di raffreddamento tradizionali connesse a gruppi frigoriferi e/o mediante scambiatori di calore aria-aria.

Fig. 11: schema semplificato della UTA nel caso di deumidificazione meccanica (o per raffreddamento) e trasformazioni dell'aria umida sul diagramma psicrometrico



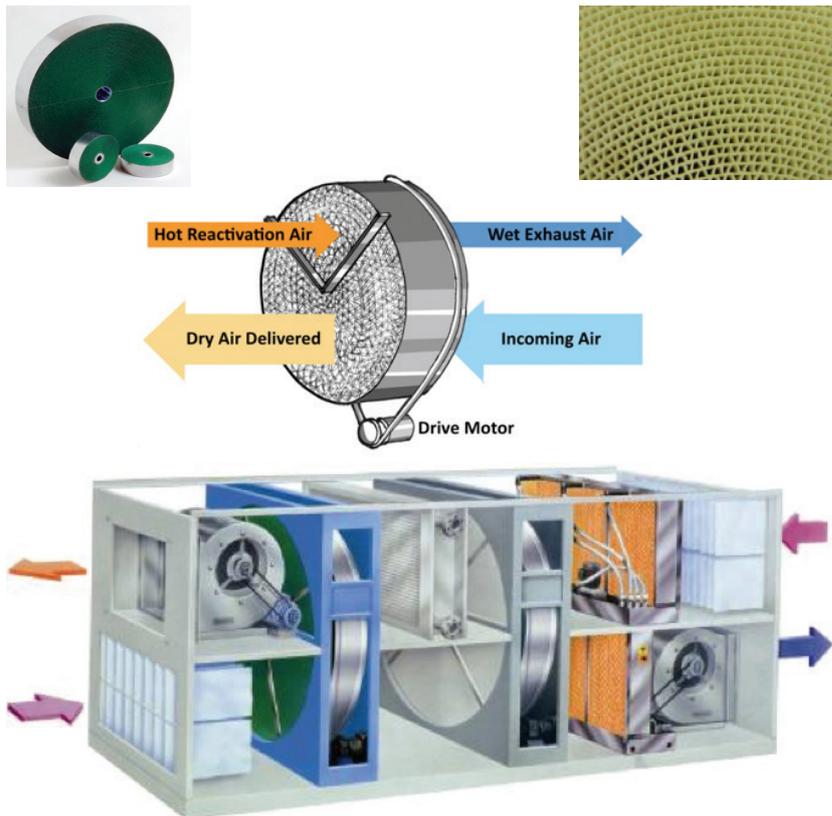


Fig. 12: ruota essiccante e suo inserimento in una UTA

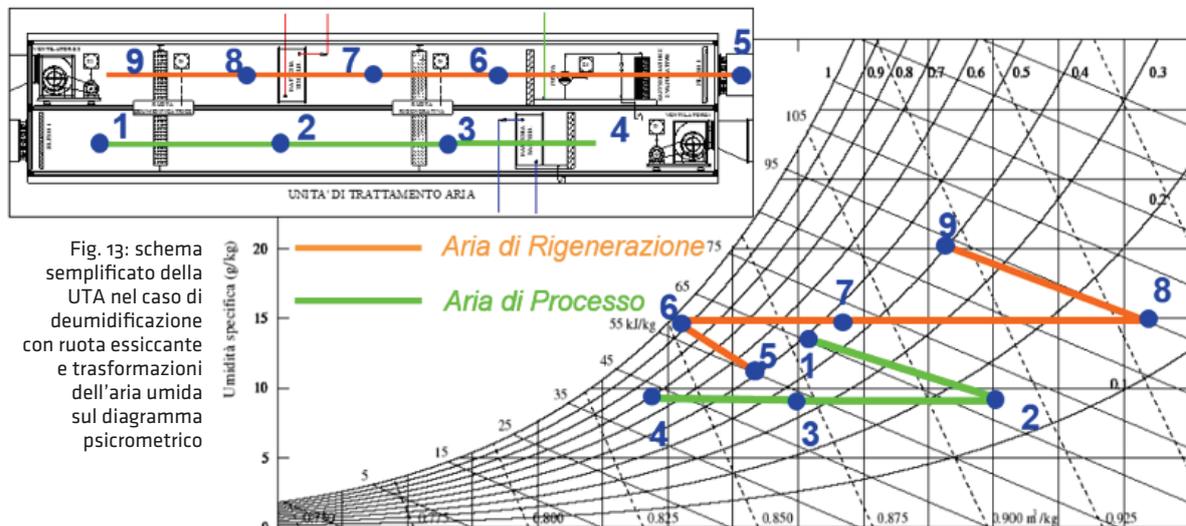


Fig. 13: schema semplificato della UTA nel caso di deumidificazione con ruota essiccante e trasformazioni dell'aria umida sul diagramma psicrometrico

I principali vantaggi connessi all'uso di ruota essiccante per la deumidificazione dell'aria sono:

- controllo separato dei carichi termici sensibile e latente;
- il gruppo frigorifero ("chiller") ha un coefficiente di prestazione (COP) più elevato in quanto è possibile aumentare la temperatura dell'acqua refrigerata in uscita dall'evaporatore (poiché occorre solo raffreddare l'aria, senza deumidificarla); inoltre, il chiller ha una potenza frigorifera inferiore;
- richieste di energia elettrica inferiori;
- risparmio di energia primaria;
- riduzione dell'impatto ambientale;
- migliore qualità dell'aria e miglior controllo dell'umidità nei locali climatizzati;
- assenza del post-riscaldamento estivo.

I principali svantaggi sono:

- maggiore costo di impianto;
- elevate richieste di energia termica per rigenerare il materiale essiccante;
- minor conoscenza della tecnologia.

Tale tecnologia si sta diffondendo a partire dai tradizionali mercati di nicchia (settori speciali, come industrie elettroniche, alimentari, farmaceutiche, ecc.) verso applicazioni di climatizzazione degli edifici, come nei casi in cui le basse temperature interne richiedono bassa umidità per evitare fenomeni di condensa (supermarket, stadi del ghiaccio) e nei casi caratterizzati da carichi latenti interni molto o abbastanza elevati (ristoranti, teatri e cinema, scuole, musei). Pertanto, negli ultimi anni, grazie ai suoi benefici, questa tecnologia si sta diffondendo anche nei settori residenziale e terziario, per finalità di climatizzazione.

Con riferimento agli impianti di climatizzazione dotati di ruota essiccante (installata all'interno della UTA), si segnalano alcuni accoppiamenti particolarmente interessanti:

- casi in cui non è necessario utilizzare una "sorgente termica" dedicata per rigenerare il materiale essiccante, come accade in presenza di energia termica "gratuita", ovvero disponibile da altre applicazioni: energia da fonte solare, energia geotermica, reflui termici (ad esempio, da motori primi);
- accoppiamenti dell'impianto di climatizzazione dotato di ruota essiccante con un microgeneratore, o con impianto solare termico, o con "Concentrating PhotoVoltaic/Thermal collector" (CPVT, collettori fotovoltaici-termici a concentrazione). Nel caso dell'accoppiamento con microgeneratore, questo può coprire le richieste di energia termica per la rigenerazione della ruota essiccante e le richieste di energia elettrica del chiller, degli ausiliari e di eventuali altri carichi (lampade, computer...).

In fig. 14 è mostrato un esempio di ruota essiccante (o deumidificatrice): essa presenta una matrice costituita da strati alternati, lisci ed ondulati, di fogli di gel di silice e silicati metallici, incorporati chimicamente in un supporto di fibre inorganiche. La struttura a nido d'ape così realizzata massimizza la superficie di contatto con l'aria, riduce le perdite di carico ed il peso ed aumenta la resistenza strutturale. Questa ruota ha un peso di 50 kg e le sue dimensioni sono 700 mm per 200 mm (diametro per spessore). La velocità di rotazione nominale è di 12 giri all'ora. Il 60% della sezione trasversale della ruota è investito da aria di processo mentre il restante 40% dall'aria di rigenerazione.

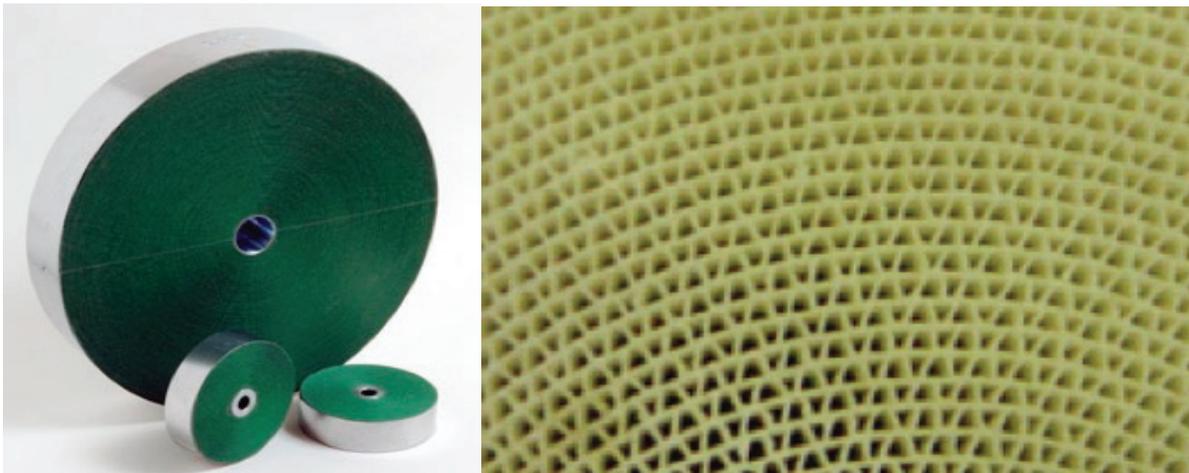


Fig. 14: esempio di ruota essiccante e particolare della struttura interna a nido d'ape

#### *Impianti VRV (o VRF) misti o ibridi*

Il termine VRV ("Variable Refrigerant Volume"), o VRF ("Variable Refrigerant Flow"), che sta per "portata di refrigerante variabile", deriva dalla logica di regolazione della potenza termica/frigorifera, che avviene modulando appunto in continuo la portata di refrigerante del gruppo frigorifero/pompa di calore.

Nel caso base (fig. 15), si tratta di impianti frigoriferi/pompe di calore ad espansione diretta che possono essere dotati o meno di recupero di calore. Le caratteristiche principali sono:

- unità esterna unica con funzionamento da condensatore (in regime estivo) o evaporatore (in regime invernale);
- distribuzione con sistema a due tubi o tre tubi (in quest'ultimo caso si ottengono impianti con recupero di calore, con la possibilità di funzionamento contemporaneo in riscaldamento/raffreddamento);
- più unità interne con funzionamento differenziato (riscaldamento/raffreddamento) a seconda delle esigenze.

I principali vantaggi degli impianti VRV (o VRF), per ora esaminati solo nella configurazione base, sono:

- elevate efficienze, anche ai carichi parziali;
- ridotto ingombro;
- impianti espandibili, modulari e flessibili;
- rapidità e semplicità di installazione.

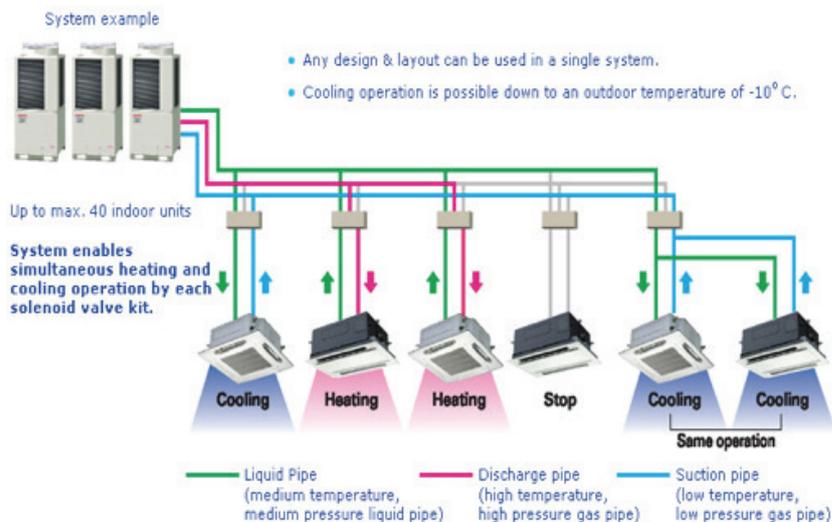


Fig. 15: schema di impianto VRV-VRF nel caso base

Alcuni svantaggi (sempre con riferimento al caso base) sono:

- significativa quantità di fluido refrigerante in circolazione in locali abitati;
- difficoltà di rilevare le perdite di refrigerante;
- impossibilità di rinnovo dell'aria e del "free-cooling";
- necessità di produzione di acqua calda sanitaria (ACS) con un altro sistema.

Alcuni dei suddetti svantaggi sono stati poi superati dai sistemi VRV-VRF più innovativi qui di seguito descritti.

Innovazione degli impianti VRV-VRF: i sistemi VRV-VRF misti (fig. 16). Sono impianti VRV-VRF equipaggiati con un «distributore» e con un "modulo (o kit) idronico". In tal modo è possibile sia produrre acqua refrigerata o acqua calda fino a  $70^{\circ}\text{C}$ , che può essere usata per alimentare terminali idronici e/o per la produzione di ACS, sia alimentare le unità interne ad espansione diretta per riscaldare e/o raffreddare. Tra i vari possibili schemi impiantistici, si mostra quello di fig. 17, che riporta una soluzione completa in grado contemporaneamente di avere riscaldamento o raffreddamento ad espansione diretta (come per i VRV o VRF nel caso base), riscaldamento o raffreddamento ad acqua e produzione di ACS.



Fig. 16: schema di impianto VRV-VRF misto (fonte: Mitsubishi)

Alcune interessanti possibili integrazioni dei VRV o VRF misti sono: integrazione con solare termico, con caldaia, con sistema geotermico, con fotovoltaico. L'applicazione ideale dei VRV o VRF misti è nel residenziale, sia autonomo che centralizzato. È anche possibile collegare all'unità esterna una unità di trattamento dell'aria esterna, per consentire il rinnovo di aria nei locali da climatizzare (rinnovo non ottenibile con le precedenti configurazioni di VRV o VRF).

Ulteriore innovazione degli impianti VRV-VRF: i sistemi VRV-VRF ibridi (fig. 18). Sono impianti VRV-VRF dotati di un componente nuovo (un "distributore" innovativo), con cui è possibile produrre contemporaneamente acqua calda e refrigerata, da inviare poi ai terminali idronici di varie utenze per riscaldare e/o raffreddare. Rispetto ai sistemi misti, con i sistemi ibridi si riduce moltissimo la quantità di fluido refrigerante in circolazione in locali abitati. Di contro, al momento, con i VRV-VRF ibridi non è

possibile produrre ACS. L'applicazione ideale è nel terziario: alberghi, uffici, edifici misti (fig. 19).

In definitiva, i sistemi VRV-VRF sopra descritti (in particolare le configurazioni più innovative) si evidenziano per i seguenti principali vantaggi:

- molteplicità di servizi (in contemporanea): riscaldamento di alcuni locali e raffreddamento di altri, produzione di acqua calda sanitaria;
- terminali idronici e/o ad espansione diretta (split);
- elevate efficienze nel caso di contemporanea richiesta di riscaldamento-raffreddamento (funzionamento in recupero di calore);
- nel caso di VRV-VRF ibridi, ridotta circolazione di fluido refrigerante in locali abitati.

Fig. 17: schema di impianto VRV-VRF misto (riscaldamento o raffreddamento ad espansione diretta, riscaldamento o raffreddamento ad acqua e produzione di acqua calda sanitaria) - fonte: Mitsubishi



Fig. 18: schema di impianto VRV-VRF ibrido (fonte: Mitsubishi)

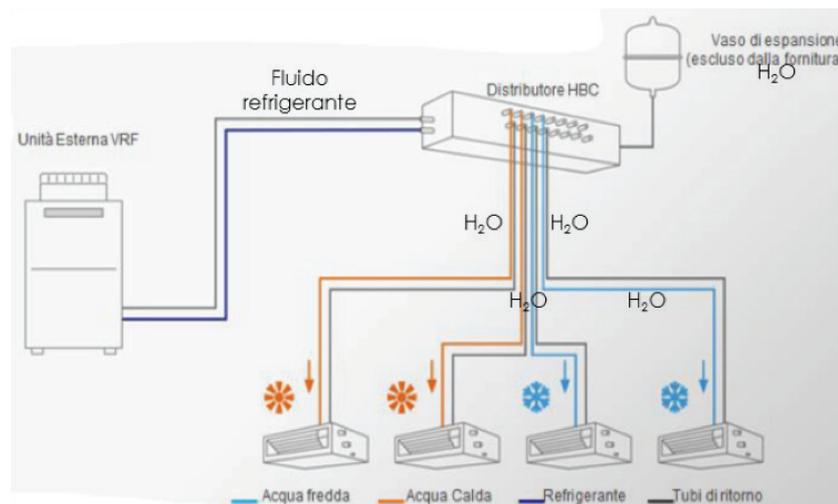
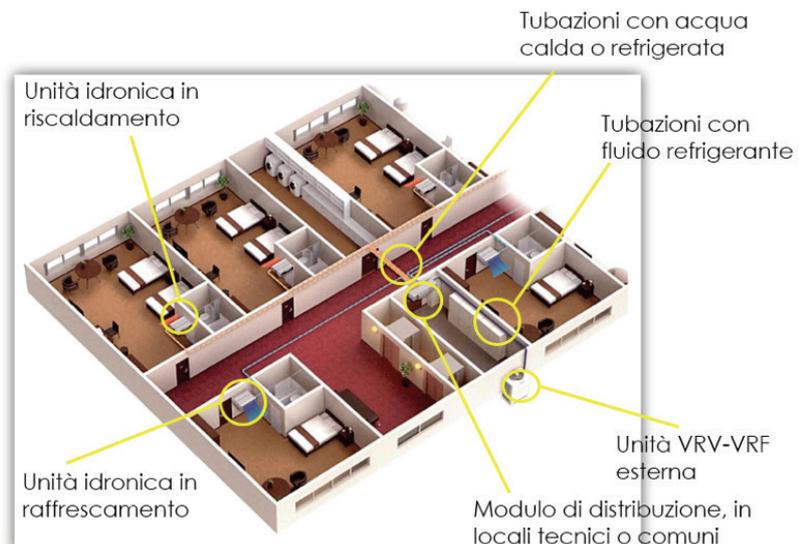


Fig. 19: applicazione dell'impianto VRV-VRF ibrido nel terziario (fonte: Mitsubishi)



**“Aggregato compatto”**

Si tratta di un piccolo impianto compatto di climatizzazione a tutt'aria, con recupero di calore, che consente anche la produzione di ACS (fig. 20). È una soluzione interessante di impianto autonomo per case ed appartamenti (di massimo 120 m<sup>2</sup>) a basso consumo energetico, quali ad esempio le nuove costruzioni dedicate al “social housing”. L' “aggregato compatto” è una macchina che consente diverse funzionalità:

- ventilazione meccanica e filtrazione (controllo della qualità dell'aria interna);
- riscaldamento invernale;
- raffrescamento estivo;
- deumidificazione estiva;
- produzione di ACS.

L'aggregato compatto, inoltre, consente di effettuare:

- recupero di calore in modalità passiva e attiva;
- free-cooling.

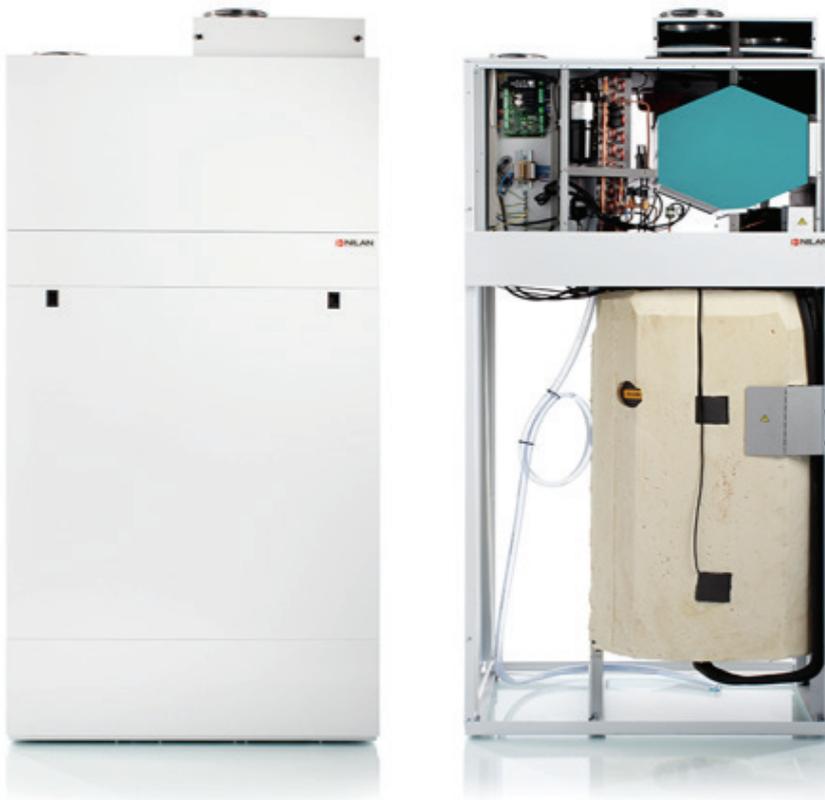


Fig. 20: “Aggregato compatto”  
(fonte: CLIVET)

Vengono nel seguito presentati alcuni schemi di funzionamento dell'“aggregato compatto”:

- recupero di calore statico in regime invernale (Fonte: NILAN) – sola funzione di ventilazione meccanica (fig. 21);
- regime invernale: riscaldamento dell'aria (recuperatore di calore statico, pompa di calore con recupero termodinamico attivo) e produzione di ACS (fonte: NILAN), fig. 22: oltre al recuperatore di calore statico, per recuperare l'energia contenuta nel flusso d'aria espulsa è previsto l'utilizzo di una pompa di calore con “recupero termodinamico” (recupero di energia termica dall'aria che deve essere espulsa). La pompa di calore riscalda l'aria di mandata (e quindi i locali) e contemporaneamente riscalda l'ACS.

Per motivi di sintesi, non vengono presentati gli schemi di funzionamento in regime estivo ed in “free-cooling”.

La macchina, in un unico modulo “compatto” (fig. 23), dispone quindi di:

- uno scambiatore di calore aria-aria a flussi incrociati ad alta efficienza (recupero termico passivo),
- un sistema attivo in pompa di calore capace di raffrescare e riscaldare l'aria immessa negli ambienti, con contestuale recupero termico sull'aria esausta (“recupero termodinamico”) e produzione di acqua calda sanitaria ad accumulo.

Fig. 21: schema di funzionamento dell' "Aggregato compatto" - recupero di calore statico in regime invernale e sola funzione di ventilazione meccanica (fonte: NILAN)

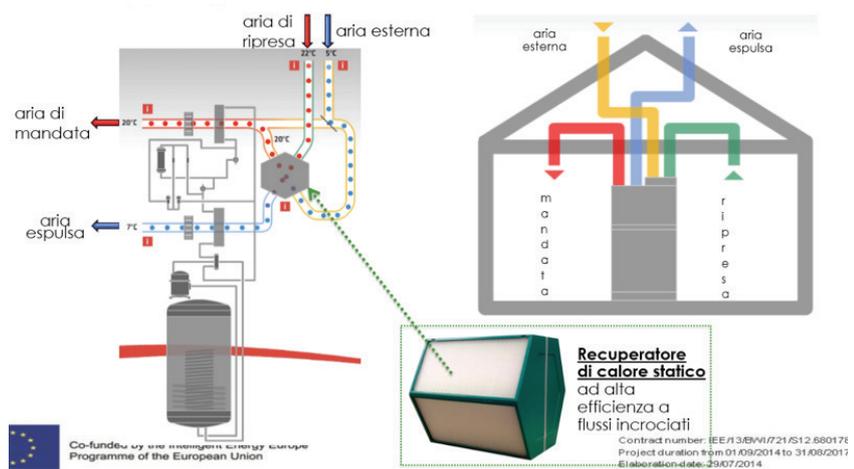


Fig. 22: schema di funzionamento dell' "Aggregato compatto" - inverno: riscaldamento dell'aria (recuperatore di calore statico, pompa di calore con recupero termodinamico attivo) e produzione di ACS (fonte: NILAN)

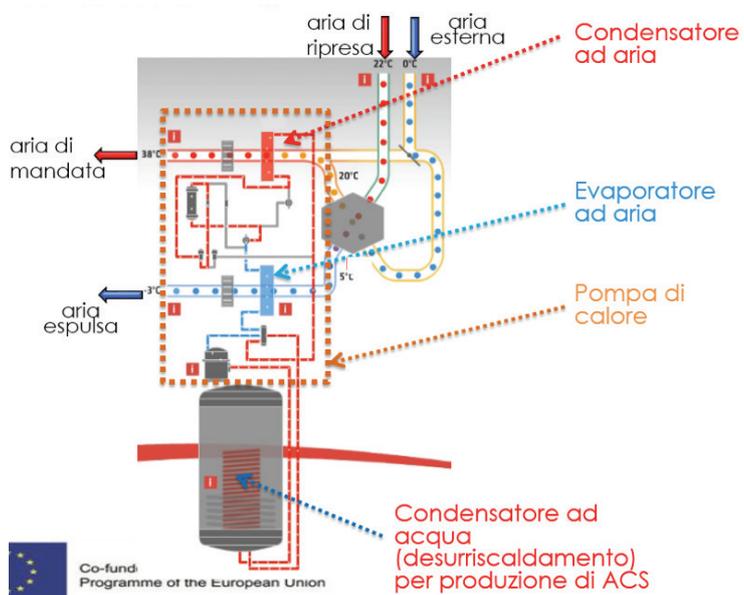
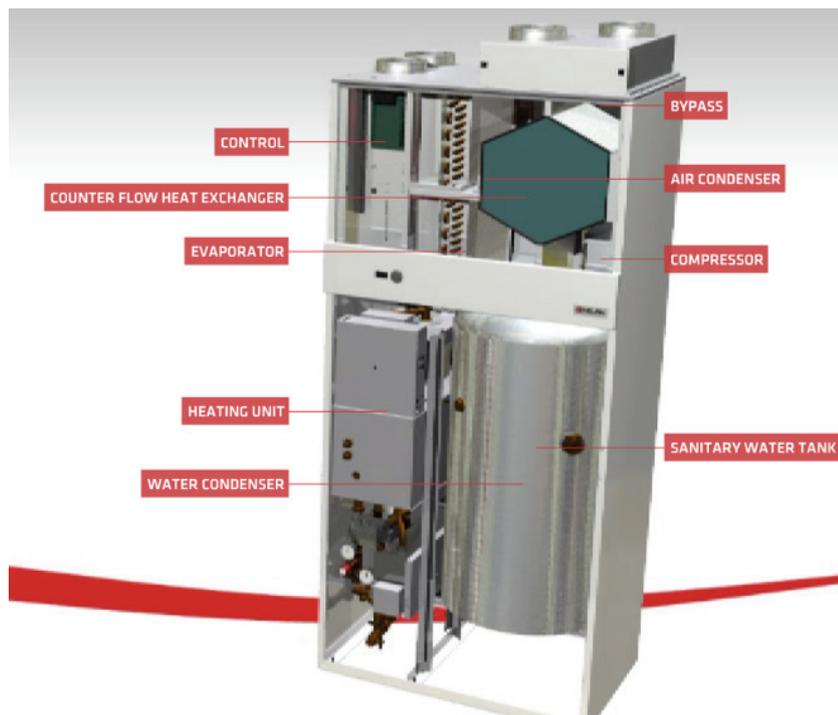


Fig. 23: "Aggregato compatto" e suoi componenti (fonte: CLIVET)



Integrazione con l'involucro edilizio: il funzionamento dell'aggregato compatto, che sfrutta la canalizzazione della ventilazione meccanica per il riscaldamento ed il raffrescamento (fig. 24), svincola dalla necessità di collocare terminali idronici di emissione in ambiente (termosifoni, fan-coils, ecc.): si tratta di un piccolo impianto ad aria a parziale ricircolo, ad alta efficienza energetica, con recupero di calore (passivo ed attivo), ventilazione meccanica controllata e produzione di ACS.



Fig. 24: integrazione dell' "Aggregato compatto" nell'involucro edilizio (fonte: CLIVET)

Alcune caratteristiche tecniche e dimensionali di un modello della CLIVET (ELFOPACK): si garantisce un corretto tasso di ricambio dell'aria in funzione della volumetria dell'unità abitativa. Il massimo valore di rinnovo d'aria è di 100 m<sup>3</sup>/h, necessario per un appartamento di circa 120 m<sup>2</sup>, con altezza di 2,7 m e tasso di ricambio di 0,3 Vol/h (fig. 25):

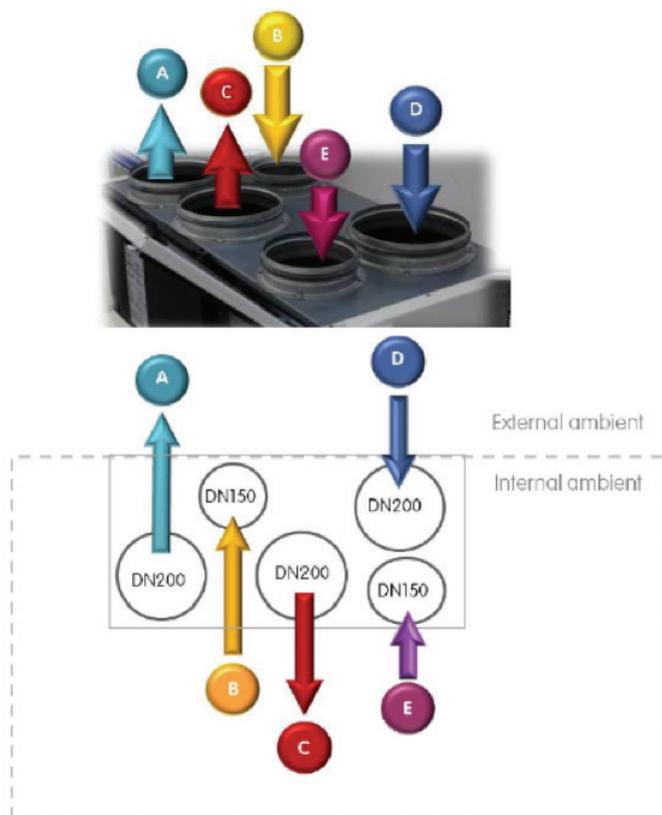


Fig. 25: alcune caratteristiche dimensionali di un modello di "Aggregato compatto" (fonte: CLIVET)

- A. Espulsione all'esterno (DN 200):  
Max. 400 m<sup>3</sup>/h (di cui 100 m<sup>3</sup>/h di aria viziata + 300 m<sup>3</sup>/h di aria esterna)
- B. Estrazione di aria viziata (bagni e cucine), DN 150:  
Max. 100 m<sup>3</sup>/h
- C. Mandata in ambiente (DN 200):  
Max. 400 m<sup>3</sup>/h (di cui 100 m<sup>3</sup>/h di rinnovo e 300 m<sup>3</sup>/h di ricircolo)
- D. Presa di aria esterna (DN 200):  
Max. 400 m<sup>3</sup>/h (di cui 100 m<sup>3</sup>/h di rinnovo + 300 m<sup>3</sup>/h di aria esterna)
- E. Presa di aria interna di ricircolo (DN 150):  
Max. 300 m<sup>3</sup>/h

Molto interessante è anche la capacità di garantire una buona qualità dell'aria interna, che nei moderni edifici ermeticamente isolati è minacciata da numerosi inquinanti. Il sistema di ventilazione meccanica controllata risulta molto quindi indicato per la vivibilità degli ambienti. Le sostanze nocive e gli odori presenti nell'aria vengono eliminati dal sistema di filtrazione elettronica, attivo anche sulle polveri ultrasottili e le nanopolveri (particolarmente pericolose per la salute dell'uomo). Il filtro elettrostatico, estraibile, è rigenerabile tramite lavaggio. Inoltre, le perdite di carico (Pa) del filtro elettronico sono pari a circa il 10 % delle perdite di carico che si hanno con filtri tradizionali, perché la filtrazione elettronica non ostacola il passaggio dell'aria (come avviene, invece, nei filtri tradizionali).

Anche l'"aggregato compatto" si può utilmente integrare con solare termico, fotovoltaico, sistema geotermico.

In definitiva, quindi i principali vantaggi di questa soluzione sono:

- elevata efficienza energetica (recupero statico + recupero termodinamico; free-cooling; elevato utilizzo di energia rinnovabile mediante la pompa di calore);
- riduzione dei costi di esercizio;
- ricorso ad un'unica fonte energetica (energia elettrica) per assolvere a diversi servizi;
- molteplicità di servizi (comfort termoigrometrico, qualità dell'aria ottimale e produzione di ACS) con un'unica soluzione;
- impatto visivo ridotto.

Come attuale limite del sistema (probabilmente eliminabile con potenziali futuri sviluppi), si segnala che al momento le potenze termiche disponibili sono ridotte, per cui, come già detto, il sistema è utilizzabile solo per case o appartamenti medio-piccoli (al massimo di 120 m<sup>2</sup> circa).

## I LABORATORI FORMATIVI

### LE RISORSE UMANE AL CENTRO DEL CAMBIAMENTO

L'idea del progetto I-town, è quella di dotare un certo numero di scuole edili, da specializzare come centri di eccellenza sui temi dell'efficientamento energetico e della costruzione sostenibile, **di laboratori formativi specialistici**.

La qualificazione degli operatori edili, siano essi maestranze o tecnici, deve misurarsi con una formazione mirata sui temi dell'efficienza energetica e della sostenibilità, accompagnata da fasi di addestramento operativo specialistico e da una formazione trasversale che punti a trasferire capacità operative legate alla complessa realtà del cantiere.

Per il raggiungimento delle prestazioni attese, una struttura edilizia deve, infatti, essere eseguita a regola d'arte tanto nella componente edile che nella componente impiantistica.

L'interfaccia tra gli impianti meccanici, termofluidi, elettrici e speciali, e le strutture edilizie, tanto tradizionali che a secco, è decisivo per la performance complessiva dell'edificio in termini di efficienza energetica, isolamento acustico, resistenza al fuoco e sicurezza strutturale.

Per formare dei lavoratori consapevoli delle problematiche del cantiere moderno, capaci di operare su tecniche specifiche e di interfacciarsi con altri specialisti e professionisti a partire dalle singole fasi di lavorazione, è necessario trasferire una solida base culturale fondata su una rete di concetti e conoscenze scientifiche e tecnologiche nonché un addestramento operativo che li metta in grado di operare con padronanza su nuovi materiali e tecnologie legate alla costruzione sostenibile.

Il progetto ITOWN per la parte conoscenze ha sviluppato una mappa di formazione modulare, realizzata in particolare con il contributo del Politecnico di Torino e dell'Università Federico II di Napoli, realizzando materiali didattici che sono raccolti in una FAD - Centro Risorse E-Learning fruibile da tutti i centri di formazione e dai singoli formatori chiamati a confrontarsi con il tema.

A completamento di questa progettazione formativa, che è stata accompagnata da una serie di corsi di formazione dei formatori che hanno coinvolto oltre 50 scuole edili italiane, il Formedil ha sviluppato, con la partecipazione attiva di tre scuole edili di eccellenza, Bergamo, Brescia Reggio Emilia, un progetto didattico di dettaglio per laboratori formativi specialistici da realizzare in futuro in almeno 20 scuole edili italiane, una per regione.

L'idea di fondo è dotare il sistema delle scuole edili Formedil di un certo numero di centri di qualità in grado di gestire azioni formative mirate sui temi dell'efficientamento energetico e della costruzione sostenibile che non si limitino al solo trasferimento teorico di conoscenze.

### LA FORMAZIONE NEI LABORATORI I-TOWN: LOGICA DIMOSTRATIVA E LOGICA ESERCITATIVA

Un laboratorio formativo è uno spazio attrezzato di dimensioni variabili in funzione della dimensione della scuola edile che lo ospita; attrezzato in modo permanente con delle situazioni di cantiere riprodotte/riproducibili in simulazione, pensate secondo un itinerario formativo strutturato per step/unità didattiche, utilizzabile tanto per attività di formazione teorico pratica basate su di una logica dimostrativa, quanto per attività di formazione operative basate su di una logica esercitativa.

Uno stesso laboratorio attrezzato può, infatti, essere utilizzato per offrire l'opportunità



di mostrare situazioni operative di cantiere (errori comuni e buone pratiche) a un pubblico di allievi (anche tecnici e professionisti) che frequenta seminari formativi tematici. E al tempo stesso, lo stesso laboratorio attrezzato, può consentire a giovani in formazione, apprendisti, lavoratori in formazione continua, artigiani da specializzare su specifiche tecniche di lavoro o nell'uso di materiali e componenti innovativi, di provare le singole fasi di lavorazione con una logica di addestramento operativo.

È evidente che avere, per un centro di formazione/scuola edile, uno spazio esercitativo/dimostrativo attrezzato costituisce una capitalizzazione di conoscenze, una risorsa pedagogica per la propria qualificazione al fine di offrire ad imprese, artigiani e lavoratori, una opportunità formativa vera e di qualità.

Le scuole edili, in Italia ed in Europa, hanno storicamente utilizzato aree di esercitazione simulata e laboratori formativi in cui istruttori pratici, tutors e allievi si misurano con la formazione edile nella sua dimensione di pratica professionale.

Estendere questa pratica ai temi dell'efficienza energetica e della sostenibilità significa arricchire la dotazione delle scuole edili rafforzandone la capacità formativa su temi che per il cantiere e il settore rappresentano il cuore dell'innovazione.

Analogamente è pensabile estendere questa metodologia al tema divenuto centrale della sicurezza sismica ampliando i laboratori progettati per la sostenibilità alle principali tecniche di intervento emergenziale post sisma, di rafforzamento strutturale e di adeguamento antisismico dei manufatti.

Il gruppo di lavoro I-Town, coordinato da Formedil e composto dai direttori e dai tecnici delle tre scuole edili coinvolte di Bergamo, Brescia e Reggio Emilia ha elaborato due soluzioni progettuali che rappresentano altrettante alternative da offrire all'insieme dei centri di formazione/scuole edili come ipotesi per la realizzazione di laboratori formativi specialistici:

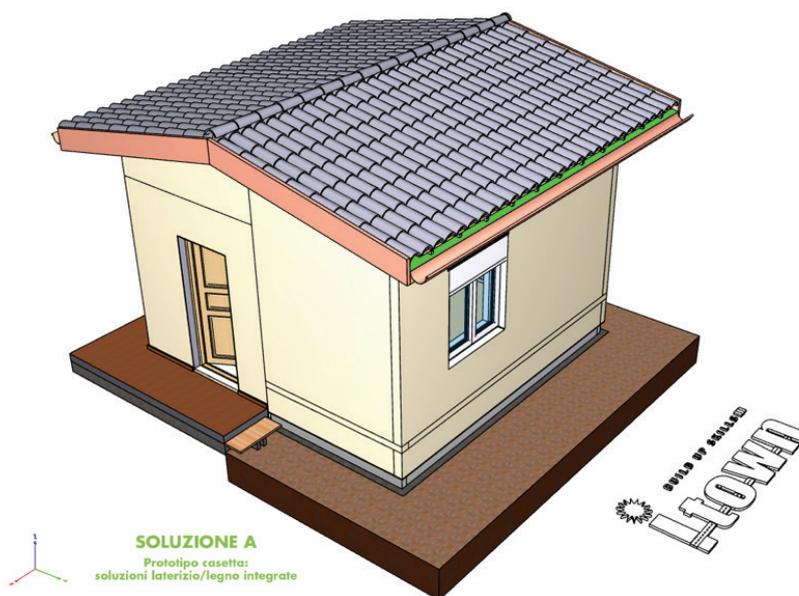
*soluzione A - laboratorio formativo strutturato su di un prototipo di "casetta sostenibile"*

*soluzione B - laboratorio formativo strutturato per sequenze formative: isole/aree tematiche e moduli*

### **SOLUZIONE A - LABORATORIO FORMATIVO STRUTTURATO SU DI UN PROTOTIPO DI "CASETTA SOSTENIBILE"**

La soluzione di tipo A, sviluppata in particolare da ESEB scuola edile di Brescia, si caratterizza come soluzione ottimale da proporre a scuole edili che intendano realizzare mediante un unico manufatto didattico di limitate dimensioni l'intero ciclo formativo, caratterizzato da soluzioni tecnologiche, nodi problematici, stratigrafie costruttive.

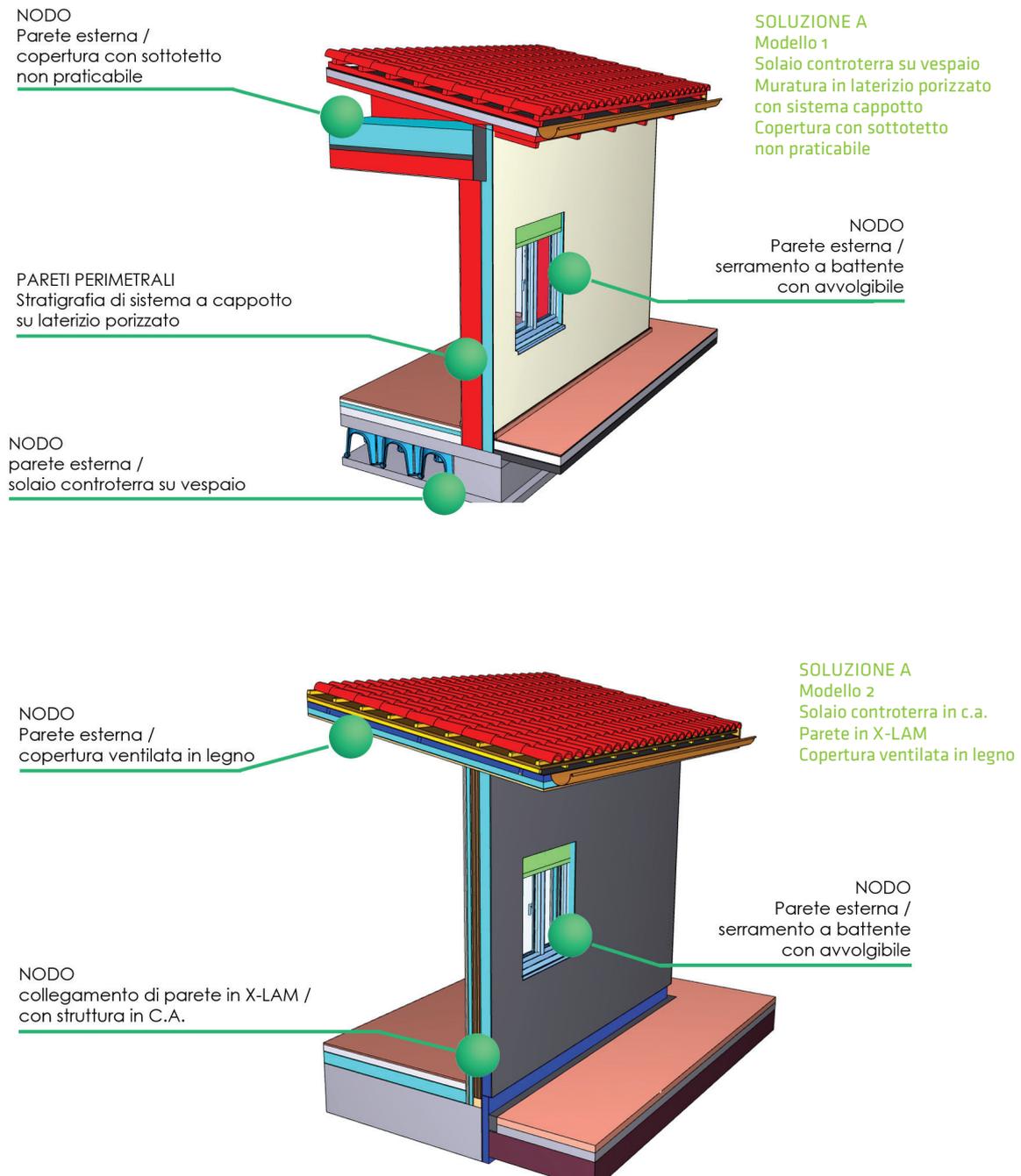
In una sorta di mini 'passive house' di dimensioni 4 metri lineari per 4, viene concentrata un'ampia scala di soluzioni costruttive, sufficiente per una dimostrazione più che buona di problematiche, criticità, soluzioni conformi.



Nell'esecuzione del prototipo si è assunto come criterio guida che il prototipo non venga preso solo come sommatoria tipologica di particolari esecutivi, ma soprattutto come un diverso modo di intendere i manufatti nel loro insieme: un "involucro che funzioni come una macchina" garantendo precise prestazioni a valle dell'esecuzione.

La “rivoluzione mentale” delle maestranze e dei tecnici di cantiere deve fondarsi chiaramente più che su una scaletta ordinata di posa dei vari materiali, su principi e criteri di funzionamento, in modo da evitare a partire dalle Scuole edili una serie di errori classici anche per così dire “in buona fede” che possano pregiudicare la buona riuscita del manufatto, della complessiva prestazione lavorativa e del modo di fare edilizia del presente e del prossimo futuro.

Dal punto di vista tecnologico si è sintetizzata in unica struttura ibrida, metà legno e metà tradizionale, un insieme di opportunità costruttive che la scuola edile potrà utilizzare in modo flessibile sulla base delle proprie esigenze formative.



Il manufatto, pertanto, potrà essere completato e arricchito dal tandem rappresentato dalla simulazione “virtuale-reale” e dalla applicabilità del modello tanto ai diversi livelli della formazione “di base” rivolti ai giovani che si avvicinano alla complessità del cantiere (Corsi di Qualifica, Apprendistato, Alternanza scuola lavoro, Diploma leFP, IFTS) quanto alle attività di “formazione continua” (maestranze, tecnici adulti, artigiani/imprenditori).

## SOLUZIONE B - LABORATORIO FORMATIVO STRUTTURATO PER SEQUENZE FORMATIVE: ISOLE/AREE TEMATICHE E MODULI

La soluzione di tipo B, sviluppata in particolare dalla Scuola edile di Bergamo, si caratterizza come soluzione ottimale da proporre a scuole edili che intendano attrezzare in modo permanente, o per la durata di una intera azione formativa, uno spazio esercitativo strutturato per isole/stazioni tematiche disposte secondo una sequenza logica formativa che nel complesso offrano l'opportunità di presentare a formatori e allievi diverse soluzioni tecnologiche, particolari costruttivi, casistiche e soluzioni conformi nell'ambito della efficienza energetica e della sostenibilità. Si tratta di una soluzione ben nota alle scuole edili perché utilmente sviluppata per la formazione di base dei lavoratori alla sicurezza, 16 ore prima e 16 ore base lavoratori:

*esempio di laboratorio di formazione a lavorare in sicurezza nei cantieri edili, attrezzato per sequenze formative ESEB Brescia*



### Sequenze Formative

- 01 Usare la Corrente
- 02 Tagliare con sega a mano
- 03 Tagliare con sega circolare
- 04 Movimentare a mano
- 05 Caricare e scaricare automezzi
- 06 Imbracare e sollevare carichi
- 07 Scavare a mano
- 08 Impastare con la betoniera a bicchiere
- 09 Miscelare sostanze chimiche
- 10 Rompere con martello demolitore
- 11 Usare utensili elettrici
- 12 Usare scale portatili
- 13 Muoversi sui ponteggi
- 14 Eseguire tracce
- 15 Riordinare e pulire attrezzi
- 16 Raccogliere materiali e pulire



### 3. Esempio di buona pratica di riferimento:

#### Il progetto 16oreMics formazione base lavoratori

Un laboratorio strutturato per sequenze formative - SEB Brescia

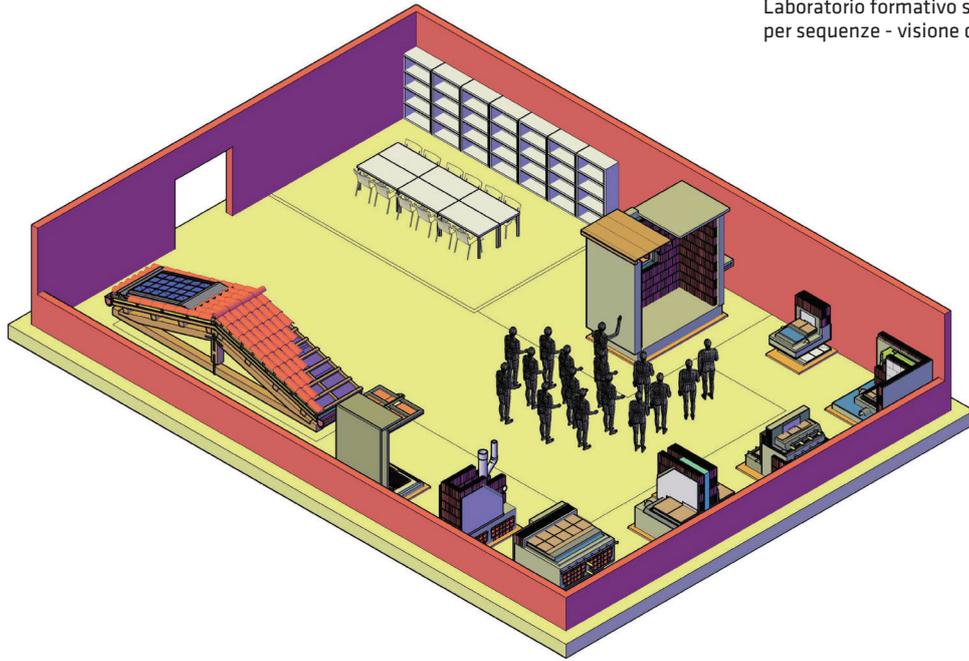
In una sorta di 'via crucis' formativa si alternano e si susseguono stazioni dimostrative per la presentazione di soluzioni costruttive e problematiche, e stazioni esercitative predisposte e preallestite per consentire a istruttori pratici di eseguire corrette lavorazioni e ad allievi di sperimentarle addestrandosi.

Nella progettazione del laboratorio formativo tipo B, sono state sviluppate le 10 situazioni tecnologiche riferite alle singole sequenze formative e si è ipotizzato tanto il montaggio delle stesse in un unico laboratorio quanto la possibilità di realizzazioni parziali, ad esempio sei stazioni con la possibilità di rotazione su alcune delle isole esercitative.

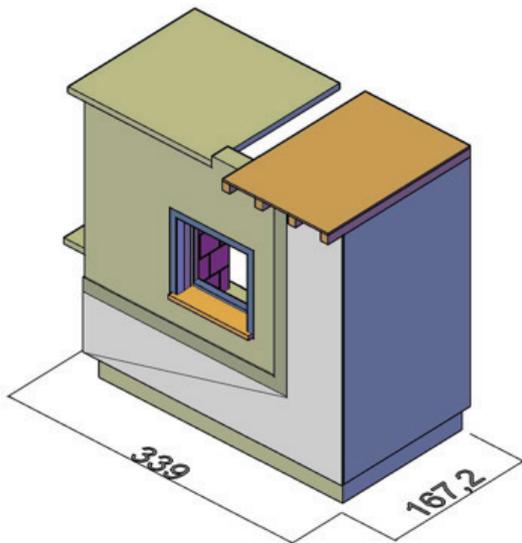
### LE SEQUENZE FORMATIVE I-TOWN

1. Parete dimostrativa, posa cappotto
2. Protezione ponte termico e pavimento galleggiante
3. Isolamento con materiali riflettenti e pavimento galleggiante
4. Isolamento di parete controterra
5. Parete di separazione tra due unità abitative che rispetta le prestazioni acustiche in opera
6. Protezione del ponte termico
7. Rispetto dei parametri di isolamento acustico per impianti a funzionamento discontinuo
8. Impianti di riscaldamento a pavimento e a soffitto
9. Copertura Ventilata
10. Copertura con impianto fotovoltaico integrato

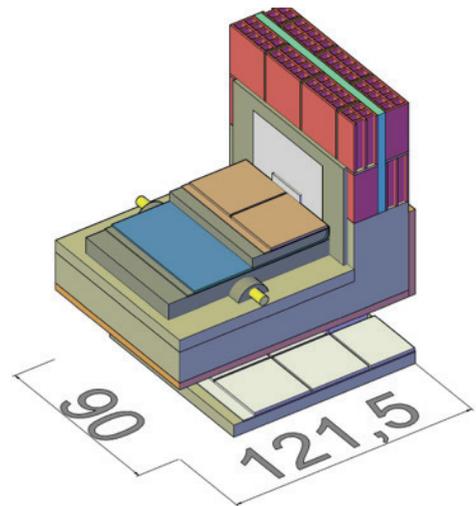
Laboratorio formativo strutturato  
per sequenze - visione di insieme



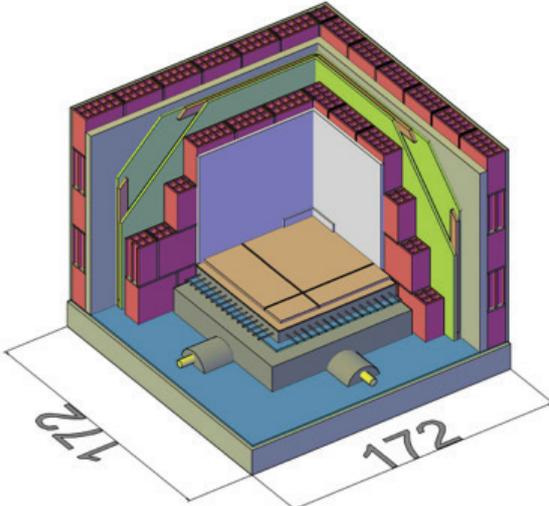
1. Parete dimostrativa, posa cappotto



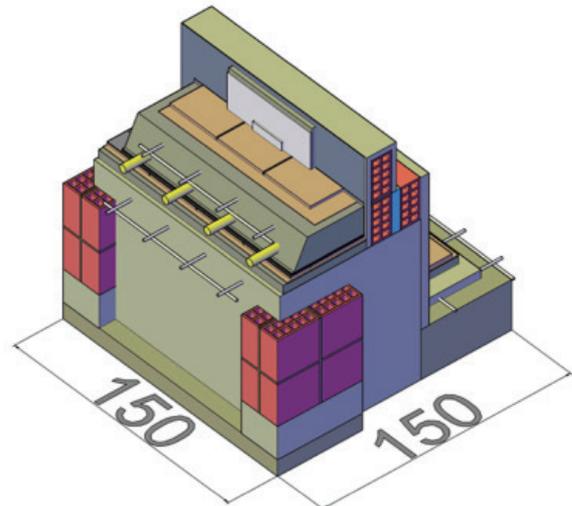
2. Protezione ponte termico e pavimento galleggiante



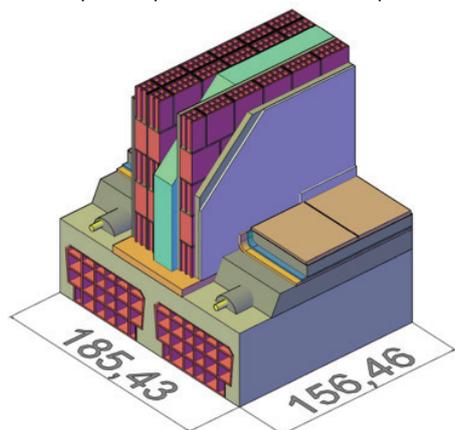
3. Isolamento con materiali riflettenti e pavimento galleggiante



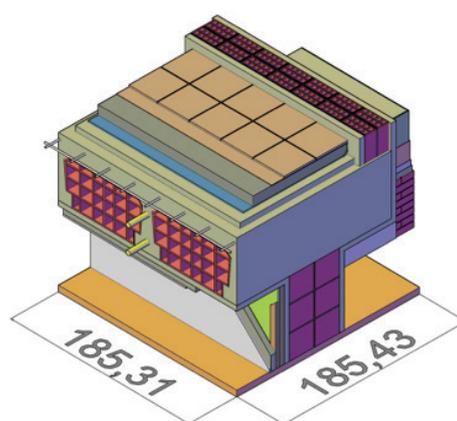
4. Isolamento di parete controterra



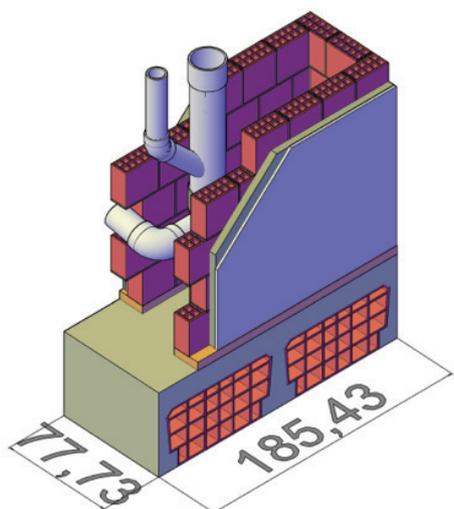
5. Parete di separazione tra due unità abitative che rispetta le prestazioni acustiche in opera



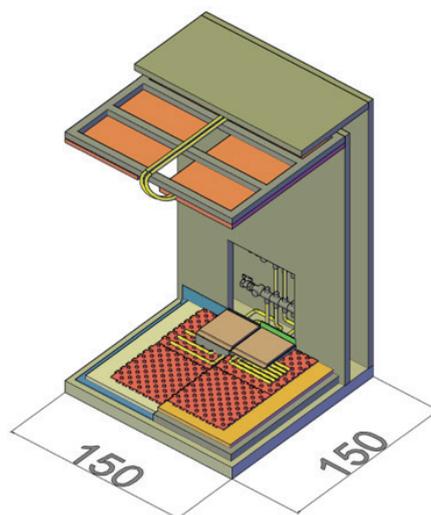
6. Protezione del ponte termico



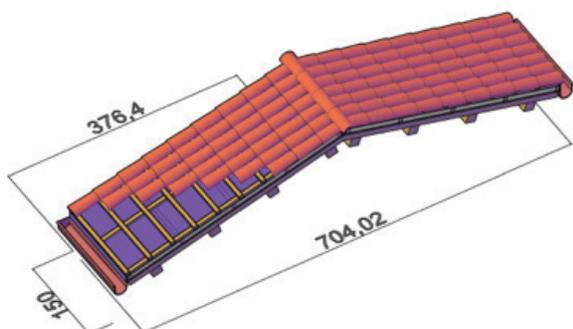
7. Rispetto dei parametri di isolamento acustico per impianti a funzionamento discontinuo



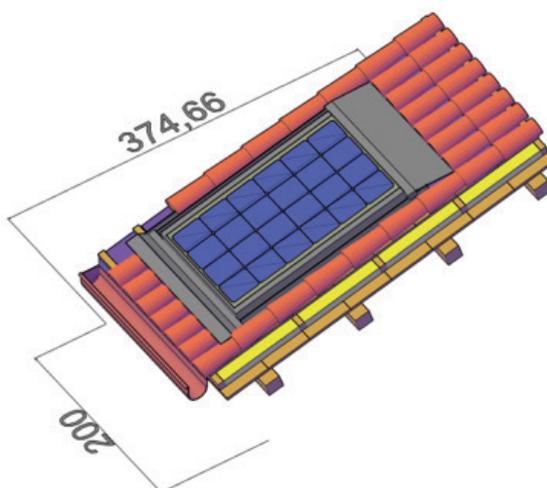
8. Impianti di riscaldamento a pavimento e a soffitto



9. Copertura ventilata



10. Copertura con impianto fotovoltaico integrato



In conclusione l'eredità del progetto I-town per le scuole edili è costituita da una progettazione di dettaglio delle due alternative tipologiche di laboratorio formativo, sviluppate da RES scuola edile di Reggio Emilia in differenti formati digitali, consultabili in pdf 3D e utilizzabili come base per successivi sviluppi di AR augmented reality.

La realizzazione del laboratorio è da intendersi come una opportunità per la scuola edile di coinvolgere, in qualità di sponsor e nel ruolo di assistenza tecnologica, soggetti della filiera delle costruzioni quali produttori di materiali e componenti, associazioni di produttori, aziende d'avanguardia tanto per la realizzazione del prototipo soluzione monoblocco tipo A, quanto per la realizzazione dei manufatti delle singole isole del prototipo soluzione tipo B.

Le scuole edili che si doteranno di un laboratorio formativo I-Town saranno da Formedil identificate con una specifica 'label' Laboratorio formativo per l'efficienza energetica e la costruzione sostenibile.



## I LABORATORI FORMATIVI SPECIALISTICI I-TOWN

### Soluzione A

Laboratorio formativo strutturato su di un prototipo di "casetta sostenibile"

**1 In muratura tradizionale**  
Solaio controterra su vespaio aerato  
Muratura in laterizio porizzato con sistema Cappotto Copertura con sottotetto non praticabile

**2 In X-Lam**  
Solaio controterra in c.c.a.  
Parete in X-LAM  
Copertura ventilata in legno

**3 Modelli integrati**

### Soluzione B

Laboratorio formativo strutturato per sequenze formative: isole/aree tematiche e moduli

- 1 Parete dimostrativa, posa cappotto
- 2 Protezione ponte termico e pavimento galleggiante
- 3 Isolamento con materiali riflettenti e pavimento galleggiante
- 4 Isolamento di parete controterra
- 5 Parete di separazione tra due unità abitative che rispetta le prestazioni acustiche in opera
- 6 Protezione del ponte termico
- 7 Rispetto dei parametri di isolamento acustico per impianti a funzionamentodiscontinuo
- 8 Impianti di riscaldamento a pavimento e a soffitto
- 9 Copertura Ventilata
- 10 Copertura con impianto fotovoltaico integrato

**Schema laboratorio**

### ISTRUZIONI PER L'UTILIZZO DEI FILE DI SUPPORTO DIDATTICO

Per poter visualizzare i files bisogna verificare di aver installato i software seguenti (license free) nell'ultima release disponibile :

**Adobe Reader DC** (.PDF) <https://get.adobe.com/reader/?loc=it>

**Autodesk DWG True View** (.DWG)

**Autodesk A360 Viewer (.RVT)** <https://www.autodesk.it/products/dwg/viewers>

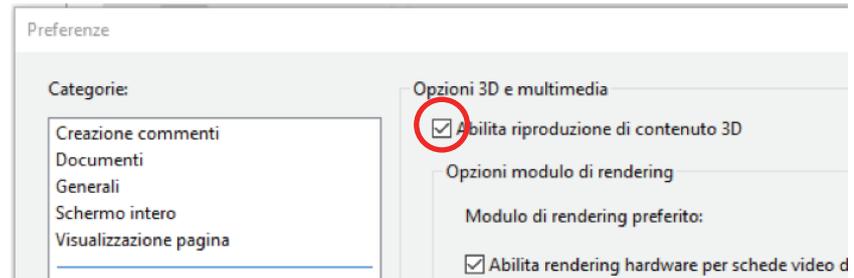
I files .PDF visualizzati tramite Adobe Reader permettono lo spegnimento del singolo Layer oltre a passare dalla modalità 3D a quella 2D a seconda della pagina selezionata.

Le ultime versioni di Adobe Reader XI o DC sono configurate per bloccare il contenuto 3D.

Al momento dell'apertura del file compare una banda gialla in alto e sulla destra trovate un pulsante "Opzioni" che vi permetterà di attivare la piena funzionalità del file 3D.

Per rendere definitiva questa impostazione seguite queste indicazioni: dal Menù "Modifica" selezionate "Preferenze" poi "3D e Multimedia" e nella finestra che compare, in alto troverete "Abilita riproduzione di contenuto 3D".

Mettete il segno di spunta ed avete fatto.



Per la navigazione nel file 3D seguite le indicazioni fornite dal Menù che compare in alto. Autodesk A360 Viewer permette la visualizzazione di oltre 50 formati di files direttamente nel browser. Non è necessaria l'installazione, ma bisogna essere connessi ad Internet.

I files .DWG visualizzati con Autodesk DWG True View permettono la visualizzazione in 3D di tutti i singoli componenti, la misurazione e la stampa.





**Formedil**

Ente nazionale per la formazione e l'addestramento professionale in edilizia

---

Via Giuseppe Antonio Guattani 24 - 00161 Roma  
Tel: 06 852612 - Fax: 06 85261700 - Email: [formedil@formedil.it](mailto:formedil@formedil.it)  
[www.formedil.it](http://www.formedil.it)