

PROGETTO

Interreg III – Alpine Space WP 7 – Urban Environment “Living in Mountain Areas”



documento 1

Strategie per la riqualificazione energetico ambientale degli edifici tradizionali alpini in Piemonte

OSSERVATORIO TECNOLOGICO BIOEDILIZIA

RESPONSABILE STEFANO DOTTA

PROGETTO A CURA DI ANDREA MORO

DATA LUGLIO 2006

CONTRIBUTI PRINCIPALI STEFANO DOTTA, ENRICO BIZZETTI, DANIELA DI FAZIO,
VALENTINA COLALEO, DAVIDE GIACHINO, GIANLUCA APRILE, ANTONELLA DI MATTEO

PIANIFICAZIONE
GESTIONE
AMBIENTALE

HYSY LAB

CLEAN NT LAB

ECO-EFFICIENZA

BIOEDILIZIA

TI TECH

Indice

Sezione 1

Sintesi delle attività e dei risultati	3
Obiettivi e attività	4
Analisi critica dei risultati	10
Aspetti critici relativi al retrofit energetico	16
Follow Up	17

Sezione 2

Materiali e tecnologie eco-compatibili per la riqualificazione energetico ambientale degli edifici alpini	18
Appendice 1 EPIQR	60
Appendice 2 AEBAT	71
Ringraziamenti	94

SEZIONE 1

Sintesi delle attività e dei risultati

Obiettivi e attività

Premessa

L'obiettivo del caso studio "Abitare la montagna" è la definizione di strategie di riferimento, in chiave sostenibile, per la riqualificazione energetico ambientale dell'involucro degli edifici residenziali tradizionali dei centri urbani alpini delle valli piemontesi.

Lo studio è stato svolto nell'ottica di definire azioni di retrofit energetico delle costruzioni tali da soddisfare i requisiti legislativi in vigore (D.Lgs. 192/05 – "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia"), obbligatori per le attività di ristrutturazione, e consentire di raggiungere un livello di comfort indoor adeguato per un uso come prima casa. Le strategie di risanamento sono state sviluppate con una particolare attenzione agli aspetti di sostenibilità ambientale. I materiali impiegati sono a basso impatto sull'eco sistema.

Tutte le azioni di retrofit energetico sono state quantificate dal punto di vista economico. Ciò ha consentito di definire per ognuna di esse il tempo di ritorno dell'investimento.

Allo scopo di definire le migliori strategie di risanamento energetico sono stati analizzati 15 edifici, rappresentativi di quelli presenti nell'arco alpino piemontese, distribuiti in diverse località appartenenti a nove Comunità Montane, ovvero:

- Bassa Valle di Susa (4 casi)
- Alta Val Tanaro (3 casi)
- Val Pellice (2 casi)
- Valli Gesso e Vermegnana (1 caso)
- Valli di Lanzo (1 caso)
- Dora Baltea Canavesana (1 caso)
- Valli Curone Grue Ossona (1 caso)
- AltaLanga (1 caso)
- Valle Stura (1 caso)

Di ognuno di essi ne è stato valutato il degrado energetico ambientale attraverso l'impiego di strumenti innovativi, risultato di attività di ricerca e sviluppo a livello europeo.

Il risultato dello studio è un "abaco" di soluzioni di risanamento energetico ambientale di riferimento, da intendersi come "linea guida" ad uso principalmente dei progettisti e degli uffici tecnici delle comunità montane e dei comuni, per azioni di edifici alpini secondo le attuali buone pratiche in senso ambientale.

Attività svolte

Di seguito sono descritte in ordine cronologico le attività svolte nel corso del programma.

Selezione dei casi

I casi studio sono stati selezionati in accordo con le Comunità Montane che hanno aderito all'invito inoltrato da Environment Park di partecipazione alle attività del work package. Si è inteso formare un campione di edifici rappresentativi del "parco immobiliare" degli insediamenti urbani alpini in Regione Piemonte. In tal senso sono stati scelti edifici con tipologie, caratteri edilizi e periodi di realizzazione diversi.

L'edificio del caso studio n. 4 è l'unico sui 15 selezionati realizzato dopo la seconda guerra mondiale e quindi con materiali e caratteristiche non tradizionali. E' stato incluso nel campione in quanto rappresenta una tipologia molto diffusa nelle valli alpine piemontesi.

Analisi del degrado fisico ed energetico

Attraverso questa attività si inteso "fotografare" lo stato di fatto, ovvero il degrado fisico e il livello di qualità energetico ambientale del campione di 15 edifici selezionati come rappresentativi del parco immobiliare alpino. Ciò ha consentito di analizzare le criticità tipiche di ognuno di essi. Nello svolgimento di questo studio si è applicata la metodologia "EPIQR" (Energy Performance Indoor environment Quality Retrofit), risultato di un programma europeo di ricerca nell'ambito Joule (il metodo di analisi EPIQR è descritto in dettaglio in appendice 1).

Per ognuno dei 15 edifici si è provveduto a raccogliere le informazioni necessarie all'analisi di qualità energetico ambientale.

A tale proposito si sono sviluppate delle apposite schede raccolta dati denominate AEBAT (vedi appendice 2). Il degrado fisico degli edifici è stato invece rilevato attraverso le schede raccolta dati di EPIQR.

Le costruzioni sono state visitate da gruppi di rilevatori che hanno completato le varie schede di raccolta dei dati. Questa attività ha impegnato circa una giornata di lavoro per edificio.

Le attività di rilievo sono state condotte in collaborazione con i borsisti del progetto "OPLAB" (Laboratorio Opere Pubbliche) del COREP di Torino.

Nell'ambito delle attività didattiche, i borsisti sono stati inseriti negli uffici tecnici di numerose Comunità Montane piemontesi. Attraverso la loro collaborazione è stato possibile coinvolgere direttamente le Comunità Montane nell'ambito delle attività svolte da Environment Park. Ciò consentirà di condividere con esse i risultati dell'attività di ricerca, offrendo l'opportunità di basare su di esse azioni e iniziative future.

Analisi della prestazione energetica attuale

In base ai dati raccolti nel corso dell'attività precedentemente descritta, si è effettuata un'analisi dell'attuale prestazione energetica degli edifici selezionati, seguendo il seguente metodo:

- calcolo della trasmittanza termica degli elementi di involucro (pareti, solaio inferiore, copertura, finestre). Questo dato ha permesso di valutare la prestazione energetica degli involucri edilizi tradizionali rispetto ai requisiti di legge di riferimento (D.Lgs. 192/95);
- in base alle trasmittanze termiche definite al punto precedente, calcolo del fabbisogno di energia termica per la climatizzazione invernale (kWh/m² anno). Questo dato ha consentito di stimare la prestazione energetica complessiva dell'edificio. Per poter effettuare questo calcolo si è assunto l'involucro come integro. I calcoli sono stati effettuati impiegando il modulo di calcolo energetico di EPIQR.

I dati di input per ogni edificio sono stati:

- dati climatici della località;
- trasmittanza termica degli elementi di involucro e loro superficie;
- massa termica dell'edificio;
- permeabilità all'aria dei serramenti;

Definizione di strategie di retrofit energetico e verifica prestazione energetica

In base ai risultati dei calcoli effettuati al punto precedente, per ogni edificio campione si sono ipotizzate delle azioni di retrofit energetico sull'involucro edilizio. L'obiettivo di riferimento sono le trasmittanze termiche per gli interventi di ristrutturazione contenute nel D.Lgs 192/95, per il 2009 (ipotesi migliorativa).

Per la zona climatica F le trasmittanze di legge sono:

- - strutture verticali opache: 0,35 W/m² K;
- - strutture orizzontali opache: 0,33 W/m² K;
- - chiusure trasparenti (con infissi): 2,2 W/m² K.

Ogni elemento di involucro dei 15 edifici selezionati è stato pertanto oggetto di uno studio di riqualificazione energetica che ha permesso di definire specifici interventi di miglioramento dell'isolamento termico.

Il fabbisogno termico e quello di energia primaria per la climatizzazione invernale è stato pertanto ricalcolato in base alle nuove trasmittanze termiche.

Gli interventi ipotizzati sono stati:

- isolamento del tetto
- isolamento del solaio inferiore
- cappotto delle pareti
- sostituzione vetri

La realizzazione degli interventi è stata ipotizzata con l'impiego di due tipologie di materiali isolati a basso impatto ambientale:

- fibra di legno (scenario B1)
- fibra di cellulosa (scenario B2)

La ragione per cui sono stati selezionati questi due tipi di materiali isolanti è:

- costo dello stesso ordine di grandezza dei materiali impiegati comunemente (es. fibra minerale, polistirene, ecc.);
- bassa energia inglobata;
- elevato contenuto di materiale riciclato;
- origine da fonti rinnovabili;
- possibile produzione nel contesto alpino (fibra di legno).

Per ogni elemento d involucro sono state valutate sia pre che post intervento di retrofit le perdite energetiche su base annua, parametrizzate sulla superficie utile degli edifici. Ciò permette di valutare l'incidenza percentuale di ogni elemento di involucro e di definire eventuali priorità di intervento. Nel caso di edifici con involucro danneggiato, ai fini del calcolo energetico si è assunto quest'ultimo come integro.

Inoltre si è provveduto a stimare sempre sia pre sia post intervento di retrofit il totale delle perdite energetiche per dispersione attraverso l'involucro e per ventilazione. Il risultato è riportato in Tabella 1.

Analisi del rapporto costo – benefici delle azioni di retrofit energetico

Ognuna delle attività di retrofit dei singoli elementi di involucro (pareti, copertura, solaio, serramenti) dei 15 edifici campione è stata quantificata economicamente in base al prezzo Opere Pubbliche della Regione Piemonte (anno 2005).

Per ogni intervento di retrofit energetico dell'edificio nel suo complesso è stato calcolato il periodo necessario per il semplice ritorno del capitale e quello per il ritorno del capitale e degli interessi passivi in base al risparmio conseguito.

Per calcolare il periodo necessario per il semplice ritorno del capitale la formula applicata è la seguente:

$$PBPS = \frac{C}{B} \text{ [anni]}$$

dove:

B= valore in euro del risparmio annuo di energia

C= costo iniziale dell'intervento

Per calcolare il periodo di ritorno del capitale e degli interessi passivi la formula applicata è la seguente:

$$PBPI = \frac{\log \frac{B}{B - iC/100}}{\log(1 + i/100)} \text{ [anni]}$$

dove:

B= valore in euro del risparmio annuo di energia

C= costo iniziale dell'intervento

i= tasso di interesse annuo passivo

Per poter calcolare il valore in euro del risparmio di energia si è stimato il consumo di energia primaria prima e post l'intervento di retrofit (vedi Tabella 2). A tale scopo:

- si è ipotizzato un rendimento globale del sistema di riscaldamento degli edifici allo stato di fatto pari a 0,7. Nella realtà naturalmente non tutti gli edifici sono dotati di impianto di riscaldamento e se quest'ultimo è presente si trova in uno stato di forte degrado. Dato che l'analisi è stata focalizzata sull'involucro edilizio, si è assunta la presenza di un impianto con rendimento medio per poter ipotizzare l'energia primaria che verrebbe consumata per riscaldare l'edificio dotato di un involucro realizzato con tecniche costruttive tradizionali;

- si è ipotizzato un rendimento globale del sistema di riscaldamento degli edifici post retrofit pari a 0,75. Non si sono ipotizzati rendimenti superiori (es. 0,8) in quanto comporterebbero l'impiego di tecnologie di difficile integrazione con gli edifici in esame. L'impiego ad esempio di caldaie a condensazione comporterebbe l'uso di sistemi radianti a parete (non sempre praticabili) o a pavimento. Questi ultimi comporterebbero una riduzione delle altezze dei locali non accettabile.

Il valore in euro del risparmio annuo di energia è stato valutato per ogni caso studio ipotizzando come combustibile sia il metano sia il legno (pellet).

Compilazione delle schede dei casi studio

Per ognuno dei 15 casi studio sono state sviluppate delle schede contenenti le seguenti informazioni:

- i dati di base sull'edificio e il contesto in cui è inserito;
- le informazioni sul contesto;
- l'analisi tipologica (immagini e disegni tecnici);
- la valutazione della prestazione energetica (stato di fatto);
- gli scenari di intervento per il retrofit energetico dell'involucro edilizio;
- la valutazione della prestazione energetica a seguito del retrofit;
- i costi dettagliati degli interventi e l'analisi costo-benefici.

Aspetti di qualità ambientale

A integrazione dello studio sulla prestazione energetica degli elementi di involucro, è stata sviluppata una guida sintetica (sezione 2) relativa ai materiali eco-compatibili impiegati nelle proposte di retrofit dell'involucro edilizio, ai sistemi solari per la produzione di acqua calda sanitaria, ai sistemi di produzione di energia termica e ai sistemi per il recupero delle acque meteoriche.

Analisi critica dei risultati

Prestazione energetica

L'impiego di edifici alpini realizzati con tecniche e materiali tradizionali come prima casa, mantenendo gli attuali standard di comfort di legge (temperatura dell'aria interna pari a 20 °C), senza operare interventi di risanamento energetico è fortemente critico in quanto in consumi energetici sarebbero elevatissimi (mediamente intorno ai 700 kWh/m² anno), come le emissioni di gas serra in ambiente. Ovviamente in passato le aspettative rispetto al comfort termico erano ben diverse da quelle odierne, come il costume abitativo dato che spesso ci si limitava a scaldare un locale attraverso l'impiego di un camino.

Gli interventi di retrofit energetico studiati consentono di raggiungere consumi energetici accettabili a fronte del raggiungimento di livelli di comfort indoor adeguati.

Per ogni caso studio sono stati quindi definiti gli interventi di isolamento termico dell'involucro necessari a soddisfare i requisiti di trasmittanza termica indicati nel D.lg. 192/95 per l'anno 2009 in caso di ristrutturazioni edilizie.

Le azioni di retrofit energetico ipotizzate comportano una riduzione drastica delle perdite energetiche e di conseguenza dei consumi di energia primaria.

Mediamente, in riferimento al campione analizzato, le perdite energetiche passano da 583 kWh/m² anno a 114 kWh/m² anno, corrispondente a una riduzione del 79 %.

I consumi di energia primari passano da 727 kWh/m² anno a 103 kWh/m² anno, con una riduzione dell'85%.

Costi e periodi di ritorno

Nelle Tabelle 3 e 4 sono riportati i risultati dell'analisi costo-benefici del retrofit energetico dell'involucro edilizio in termini di periodo necessario per il semplice ritorno del capitale e periodo necessario per il ritorno del capitale e degli interessi passivi.

A seconda delle caratteristiche dell'intervento il periodo per il ritorno del capitale e degli interessi passivi va da un minimo di 5,8 anni a un massimo di 16,1 per lo scenario B1 (impiego di fibra di legno come materiale isolante) e da un minimo di 6 anni a un massimo di 15 per lo scenario B2 (impiego di fibra di cellulosa come materiale isolante).

La media del periodo di ritorno rispetto al campione selezionato è di 9,1 anni per lo scenario B1 e di 9,4 anni per il B2.

Il periodo di ritorno più elevato è stato riscontrato nel caso studio n. 4. Questo edificio è l'unico sui 15 selezionati realizzato dopo la seconda guerra mondiale e quindi con materiali e caratteristiche non tradizionali che implicano costi di retrofit maggiori.

Ad esclusione dell'edificio del caso studio n.4, i periodi di ritorno scendono a 8,6 anni per lo scenario B1 e a 9 per il B2.

Il costo medio del retrofit energetico risulta essere di 228,49 euro per lo scenario B1 e di 195,80 euro per lo scenario B2.

Un parametro di riferimento sul valore del periodo di ritorno è contenuto nel D.P.R. 26 agosto 1993, n. 12 (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, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10.). In quest'ultimo è indicato come limite di convenienza economica per i nuovi di produzione di energia di nuova installazione o da ristrutturare, un periodo di otto anni per il recupero degli extracosti dell'impianto che utilizza le fonti rinnovabili o assimilate rispetto ad un impianto convenzionale.

Nel nostro caso si opera un intervento non sull'impianto ma sull'involucro per la riduzione dei consumi energetici e in particolare dell'energia primaria da fonte non rinnovabile. Tenendo come parametro di riferimento il periodo di otto anni per il tempo di ritorno dell'investimento, si può notare come numerosi casi studio abbiano tempi di ritorno superiori.

Ciò dimostra come le azioni di retrofit energetico possano in taluni casi essere particolarmente onerose. Tuttavia da esse non si può prescindere a meno di disattendere i requisiti di legge.

Nel caso di adozione di politiche volte a incentivare il recupero degli edifici delle borgate alpine come prima casa, è pertanto opportuno valutare la possibilità di erogazione di contributi pubblici per riportare le azioni di retrofit energetico nei limiti della convenienza economica.

Nel caso di ristrutturazione di edifici esistenti tradizionali, appaiono non raggiungibili prestazioni energetiche tipiche delle case "passive" o a minimo consumo energetico a meno di non tenere in considerazione gli aspetti di convenienza economica. In quest'ultimo caso l'intervento di riqualificazione energetica perderebbe la sua connotazione di "sostenibilità", dato che quest'ultima non è basata solo su una dimensione di tipo ambientale ma anche economica e sociale.

Ulteriore problemi sarebbero legati allo spessore delle coibentazione da impiegare. Dato che nell'ottica del mantenimento delle facciate a vista, ove esistenti, non si può che procedere con cappotti interni per la coibentazione delle murature, l'area utile delle unità abitative si ridurrebbe fortemente.

TABELLA 1

Perdite energetiche

Per ogni caso studio sono state valutate le perdite energetiche complessive nella stagione di riscaldamento parametrizzate sulla superficie utile sia nelle condizioni attuali sia in quelle post retrofit. Per ogni edificio sono riportate in tabella le perdite energetiche post retrofit dello scenario migliore (B1 o B2).

Caso Studio	Perdite energetiche stato di fatto (kWh/m2 anno)	Perdite energetiche post retrofit (kWh/m2 anno)	Percentuale riduzione perdite energetiche (%)
1	677	125	82
2	732	95	87
3	544	126	77
4	432	132	69
5	391	105	73
6	329	80	76
7	396	112	72
8	400	94	77
9	480	95	80
10	741	136	82
11	572	97	83
12	966	157	84
13	623	119	81
14	608	115	81
15	848	118	86
Media	583	114	79

TABELLA 2

Fabbisogno di energia primaria

Per ogni caso studio sono state valutate i consumi di energia primaria nella stagione di riscaldamento parametrizzati sulla superficie utile sia nelle condizioni attuali sia in quelle post retrofit. Per ogni edificio sono riportate in tabella i fabbisogni di energia primaria post retrofit dello scenario migliore (B1 o B2).

Caso Studio	Fabbisogno energia primaria stato di fatto (kWh/m2 anno)	Fabbisogno energia primaria post retrofit (kWh/m2 anno)	Percentuale riduzione fabbisogno energia primaria (%)
1	797	113	86
2	987	120	88
3	714	94	87
4	525	100	81
5	508	91	82
6	412	59	86
7	503	104	79
8	516	79	85
9	628	78	88
10	975	111	89
11	768	97	87
12	797	160	80
13	806	122	85
14	804	99	88
15	1163	113	90
Media	727	103	85

TABELLA 3

Periodi di ritorno scenario B1 – Coibentazione con fibra di legno

Caso	1	2	3	4	5	6	7	8
Costo intervento retrofit (euro)	39.361,22	46.855,50	53.923,29	66.090,15	41.033,63	45.221,57	32.006,74	44.000,94
Costo intervento retrofit (euro/m2)	201,85	254,65	172,83	282,44	170,97	122,55	161,65	203,71
Risparmio energia primaria (kWh/anno)	133380	159528	193440	97578	96720	130257	79002	94392
Valore del risparmio di energia (euro/anno)	5668,65	6779,94	8221,2	4147,065	4110,6	5535,92	3357,585	4011,66
Periodo per il semplice ritorno del capitale (anni)	6,9	6,9	6,6	15,9	10,0	8,2	9,5	11,0
Periodo per il ritorno del capitale e degli interessi passivi (anni)	7,0	6,9	6,6	16,1	10,0	8,2	9,6	11,0

Caso	9	10	11	12	13	14	15
Costo intervento retrofit (euro)	46.589,27	84.127,77	27788,93	97765,64	23870,41	75214,76	68101,6
Costo intervento retrofit (euro/m2)	194,12	292,11	204,33	277,74	385,01	247,42	256,02
Risparmio energia primaria (kWh/anno)	132000	248832	92616	221408	42408	214320	277704
Valore del risparmio di energia (euro/anno)	5610	10575,36	3936,18	9409,84	1802,34	9108,6	11802,42
Periodo per il semplice ritorno del capitale (anni)	8,3	8,0	7,1	10,4	13,2	8,3	5,8
Periodo per il ritorno del capitale e degli interessi passivi (anni)	8,34	7,99	7,1	10,44	13,2	8,29	5,79

TABELLA 4

Periodi di ritorno Scenario B2 – Coibentazione con fibra di cellulosa

Caso	1	2	3	4	5	6	7	8
Costo intervento retrofit (euro)	33.925,84	43.526,54	46.157,81	51.971,63	33.240,56	39.227,36	29.679,58	37.341,19
Costo intervento retrofit (euro/m2)	173,98	236,56	147,94	222,10	138,50	106,31	149,90	172,88
Risparmio energia primaria (kWh/anno)	4668,797872	5606,910638	6790,978723	3491,329787	3353,361702	130257	2773,474468	3313,761702
Valore del risparmio di energia (euro/anno)	4668,80	5606,91	6790,98	3491,33	3353,36	4572,85	2773,47	3313,76
Periodo per il semplice ritorno del capitale (anni)	7,3	7,8	6,8	14,9	9,9	8,6	10,7	11,3
Periodo per il ritorno del capitale e degli interessi passivi (anni)	7,3	7,8	6,8	15,0	10,0	8,6	10,8	11,3

Caso	9	10	11	12	13	14	15
Costo intervento retrofit (euro)	38.621,27	70.708,37	24.372,53	86.073,12	20.566,00	62.475,88	58.896,12
Costo intervento retrofit (euro/m2)	160,92	245,52	179,21	244,53	331,71	205,51	221,41
Risparmio energia primaria (kWh/anno)	4634,042553	8735,591489	92888	7871,693617	42036	7524	9805,212766
Valore del risparmio di energia (euro/anno)	4634,04	8735,59	3260,96	7871,69	1475,73	7524,00	9805,21
Periodo per il semplice ritorno del capitale (anni)	8,3	8,1	7,5	10,9	13,9	8,3	6,0
Periodo per il ritorno del capitale e degli interessi passivi (anni)	8,4	8,1	7,5	11,0	14,0	8,3	6,0

Aspetti critici relativi al retrofit energetico

Riduzione dello spazio utile

Pareti esterne

Nell'ottica del mantenimento dei caratteri edilizi e tipologici delle costruzioni alpine, gli interventi di risanamento energetico subiscono delle forti limitazioni.

In particolare il mantenimento "a vista" delle facciate in pietra naturale comporta la realizzazione di cappotti interni per la coibentazione delle pareti.

Lo spessore medio della coibentazione è di 12 cm, cui va aggiunto un rivestimento in intonaco o in cartongesso. Non è possibile utilizzare spessori inferiori per l'isolamento termico in quanto non sarebbero più rispettati i requisiti di legge.

Spessori così elevati di coibentazione termica sulla faccia interna delle murature perimetrali comportano una riduzione dello spazio utile degli edifici.

In tal senso è da valutare la possibilità di prevedere nella normativa energetica l'introduzione di requisiti di trasmittanza termica legati non solo alla zona climatica ma anche alla tipologia costruttiva oggetto di un intervento di retrofit energetico.

Nel caso di edifici intonacati è naturalmente possibile intervenire impiegando un cappotto esterno. In questo caso non si ha una riduzione dello spazio interno utile, ma eventualmente una riduzione della larghezza di marciapiedi o vie pedonali.

La realizzazione di un cappotto esterno è comunque più onerosa rispetto a quella di uno interno (circa il 50% in più), dato che nei locali indoor è possibile utilizzare materiali isolanti meno resistenti agli agenti atmosferici e più economici.

Sistemi di riscaldamento

A volte le altezze utili nei locali interni degli edifici alpini sono molto ridotte. Ciò comporta una forte limitazione nell'impiego di sistemi per il riscaldamento a elevata efficienza dato che, utilizzando acqua a bassa temperatura, comportano l'uso di sistemi radianti. Infatti la tipologia più comune di questi ultimi è il pavimento radiante, il cui impiego comporta la realizzazione di solai di elevato spessore.

Alternativa all'uso dei pavimenti radianti è la parete radiante. Quest'ultima però riduce la possibilità di impiego libero delle pareti e quindi deve essere valutata caso per caso.

Costi degli interventi di retrofit

Come precedentemente riportato, il periodo di ritorno degli investimenti per le azioni di retrofit energetico non sempre risultano convenienti.

Ciò può disincentivare le attività di recupero degli edifici alpini tradizionali dato che per legge devono essere rispettate delle trasmittanze limite per l'involucro edilizio.

Da un lato a tale criticità possono sopperire eventuali iniziative di incentivazione da parte di soggetti pubblici o privati, dall'altro potrebbe essere necessario un intervento da parte del legislatore per definire più appropriati livelli di prestazione energetica per gli involucri degli edifici alpini tradizionali.

Priorità

Gli elementi d'involucro maggiormente critici dal punto di vista delle dispersioni termiche invernali risultano essere le coperture e le pareti esterne.

Le superfici vetrate sono generalmente di modesta entità. L'impiego di serramenti di legno è a vantaggio della resistenza termica di questi elementi. Tuttavia i serramenti tradizionali sono a elevata permeabilità rispetto all'aria esterna e quindi causano forti perdite energetiche a causa dell'aria di ventilazione.

I pavimenti sono normalmente o su ambienti non riscaldati o su terra, pertanto a contatto con temperature meno rigide rispetto a quelle dell'aria esterna.

Pareti e coperture sono pertanto gli elementi di involucro che necessitano di interventi prioritari.

Follow up

I risultati dell'attività di ricerca potranno avere diversi impieghi:

- da parte degli enti pubblici (Regione, Province, Comuni e Comunità Montane) come base per
 - o lo sviluppo di regolamenti edilizi che includano prescrizioni specifiche per il retrofit energetico degli involucri edilizi in chiave eco-compatibile;
 - o la promozione di iniziative di incentivazione economica;
 - o l'elaborazione di specifici regolamenti energetici;
 - o la predisposizione di linee guida per il recupero energetico;
- da parte di soggetti privati e progettisti, come riferimento per la definizione tecnica ed economica degli interventi di recupero in chiave sostenibile.

SEZIONE 2

Materiali e tecnologie eco-compatibili per la riqualificazione energetico ambientale degli edifici alpini

Materiali isolanti eco-compatibili

Al fine di realizzare interventi di retrofit energetico sostenibili, è opportuno impiegare nella coibentazione dell'involucro materiali a basso impatto ambientale nell'intero ciclo di vita.

Quest'ultimo dipende da diversi fattori come l'origine del materiale, il ciclo di lavorazione, il trasporto, le prestazioni in opera e la possibilità di riuso e riciclo.

I requisiti essenziali di un isolante eco-compatibile sono principalmente:

- origine da fonte rinnovabile (vegetale o animale);
- riciclabilità;
- contenuto di materiale riciclato;
- di produzione locale;
- stabile e durevole nel tempo;
- a bassa energia inglobata (energia spesa nel ciclo di vita)
- assenza di emissione di sostanza nocive o inquinanti;

Di seguito sono riportate le schede di riferimento degli isolanti eco-compatibili maggiormente indicati per un'applicazione in contesto alpino.

In particolare la fibra di legno si presta a una produzione locale in quanto basata sulla lavorazione di materiale di scarto di lavorazioni industriali (segherie) o proveniente dalle attività di manutenzione dei boschi. Attualmente i pannelli di fibra di legno vengono soprattutto importati dall'Austria e dalla Svizzera. Tale aspetto non è coerente con il principio di sostenibilità in quanto è da preferire una produzione locale che esclude il trasporto del materiale.

La fibra di cellulosa è un materiale molto indicato dal punto di vista ecologico, poiché la materia prima è carta di giornale riciclata e il dispendio di energia per produrla è ridotto.

Le fibre, diversamente da quelle originali del legno, sono orientate in tutte le direzioni, realizzando una porosità maggiore che è responsabile dell'elevato potere isolante del materiale. La fibra di cellulosa è traspirante ed igroscopica, in grado di assorbire umidità dall'ambiente e cederla poi successivamente; ha un buon comportamento fonoisolante e fonoassorbente; non contiene sostanze tossiche e non provoca reazioni a contatto con la pelle. La fibra di cellulosa in fiocchi viene applicata da personale specializzato mediante sistema ad insufflaggio direttamente in cantiere, senza aggiunta di additivi e creando un isolamento continuo, senza giunti e senza sfridi. Trova applicazione in intercapedini di pareti in muratura e con struttura in legno di spessore non inferiore ai 10 cm o con isolamento insufficiente o deteriorato, in intercapedini di solai e coperture con struttura in legno, pareti divisorie interne, controsoffitti, sottotetti non praticabili.

La fibra di cellulosa in granuli viene utilizzata per l'isolamento termo-acustico di solai. Il getto a secco permette di compensare eventuali dislivelli ed inglobare canalizzazioni;

La fibra di cellulosa in pannelli trova applicazione in intercapedini di strutture lignee, cappotti interni, cappotti esterni ventilati, coperture ventilate, pareti divisorie interne, controsoffitti, sottopavimenti e solai.

I giornali vengono selezionati, sminuzzati e miscelati con un 15% di sali di boro, trattamento antiparassitario ed ignifugante; in seguito alla miscelazione si ottengono fiocchi, all'interno dei quali vengono intrappolate microscopiche celle d'aria, responsabili della resistenza al passaggio del calore. Questi possono essere elaborati sotto forma di granuli (diametro 4 mm) mediante formatura a pressione senza aggiunta di leganti. Vengono anche prodotti pannelli aggiungendo alla fibra di cellulosa un 5-10% di fibra sintetica di poliestere che funge da sostegno e rende il pannello elastico, compatto e facilmente lavorabile.

La fibra di cellulosa in fiocchi e in granuli è riutilizzabile e riciclabile; il riciclaggio per altri usi è problematico poiché deve tenere in considerazione la presenza della fibra sintetica. Il trattamento con sali di boro non rende la fibra di cellulosa adatta per il compostaggio poiché si verificherebbero lisciviazioni nel terreno.

Il consumo di energia per la produzione della fibra di cellulosa è di 5-6 kWh/m³.



Caratteristiche tecniche

		focchi	granuli	pannelli
Massa volumica	[kg/m ³]	25-35 in piano 40-50 falda tetto 45-60 pareti	300-500	50-70
Conduktività termica	[W/mK]	0,037-0,040	0,069	0,040
Calore specifico	[kJ/kgK]	1,9 - 2		
Fattore di resistenza alla diffusione del vapore	[---]	1-2		
Resistenza a compressione	[kg/m ²]	---		
Reazione al fuoco	[---]	Classe B2		
Sviluppo fumi in caso di incendio	[---]	Non emette fumi opachi e gas tossici		
Tossicità	[---]	non contiene sostanze tossiche (1)		
Isolamento rumore aereo	[dB]	---		
Attenuazione rumore da calpestio	[dB]	---	25	---
Assorbimento acustico	---	--- (2)		
Assorbimento d'acqua per immersione	(3)	---		
Assorbimento d'acqua per diffusione	(3)	8,5%vol (4)		

(1) non è cancerogena, non contiene amianto e formaldeide (prova secondo DIN 52368), non contiene metalli pesanti (prova secondo DIN 38414)

(2) i coefficienti di assorbimento del suono relativi alla fibra di cellulosa in fiocchi applicata a spruzzo sono riportati nella tabella 1

(3) l'unità di misura dipende dalle modalità e dalle procedure di prova effettuata

(4) il materiale è igroscopico: la percentuale di umidità assorbita nei periodi di alta concentrazione viene poi rilasciata senza che il materiale rimanga danneggiato

Durabilità

Resistenza agli agenti chimici	---
Resistenza agli agenti biologici	Il materiale è inattaccabile da muffe, insetti e roditori (5)
Stabilità all'invecchiamento	Illimitata (6)

(5) prova secondo ASTM-C 739-91

(6) studi del Dipartimento di Ingegneria Chimica dell'Università delle Tecnologie del Tennessee (Stati Uniti) hanno evidenziato che con il passare degli anni non si verifica separazione e sublimazione dell'acido borico e, anzi, la resistenza al fuoco ha un miglioramento progressivo nel tempo (prove eseguite su edifici con materiale applicato da molti anni).

I pannelli di fibra di legno vengono prodotti attraverso la lavorazione di scarti e residui di legname di conifere e latifoglie non trattati chimicamente. La materia prima è quindi rigenerabile e ampiamente disponibile. I pannelli possiedono buone proprietà di isolamento termico e acustico; la struttura a pori aperti, permeabile al vapore, consente un'ottima traspirabilità; in caso di incendio non si producono particolari gas tossici, ma i normali gas di combustione del legno; non contengono sostanze nocive per la salute.

La fibra di legno è un materiale igroscopico; l'umidità assorbita penetra all'interno della fibra stessa e lo spazio tra le fibre, responsabile della porosità del materiale, rimane pieno d'aria. Questo fa sì che il suo potere isolante non diminuisca, al contrario dei materiali fibrosi di origine minerale (fibra di vetro o di roccia) le cui fibre non sono in grado di assorbire l'umidità al loro interno. I pannelli vengono utilizzati per l'isolamento termico e acustico in cappotti interni ed esterni ventilati, intercapedini di strutture in legno, coperture in legno, solai e sottopavimenti a secco per pavimenti di tutti i tipi. I pannelli si tagliano con coltello affilato o sega circolare; devono essere immagazzinati in luogo asciutto e appoggiati orizzontalmente.

Le fibre sono ottenute tramite la lavorazione degli scarti (tagliati, macinati e sfibrati mediante opportuni trattamenti meccanici) e successivamente impastate con acqua calda (4-5%) e solfato di alluminio (0,4-0,8%) che, oltre ad essere antitarmico ed antiparassitario, attiva le proprietà leganti della resina naturale propria del legno (lignina), senza aggiungere ulteriori leganti. L'impasto viene poi steso in apposite forme, sottoposto a compressione in base alla densità voluta ed essiccato in appositi forni. Il consumo di energia per la produzione dei pannelli è abbastanza ridotto.

Per realizzare i pannelli a più strati viene utilizzato l'1% di un collante atossico a base di acetato di polivinile. Per realizzare pannelli idrorepellenti resistenti all'acqua viene aggiunto il 10% di una sostanza impermeabilizzante: bitume (sostanza petrolchimica), lattice, cera, colofonia ed altre resine naturali.

I pannelli sono riutilizzabili; sono riciclabili come combustibile (i pannelli bitumati non vanno assolutamente utilizzati come combustibile per riscaldamento); i resti dei pannelli possono essere lavorati per produrre nuovi materiali isolanti; sono compostabili e biodegradabili.



Caratteristiche tecniche

Massa volumica	[kg/m ³]	150 – 300 (800 - 1000 extraduri)
Conduttività termica	[W/mK]	0,040 – 0,060
Calore specifico	[kJ/kgK]	1,7 – 2,1
Fattore di resistenza alla diffusione del vapore	[---]	5 – 10 (200 extraduri)
Resistenza a compressione	[kg/m ²]	0,13 · 10 ⁴ - 3,96 · 10 ⁴
Reazione al fuoco	[---]	Classe B2
Sviluppo fumi in caso di incendio	[---]	--- (1)
Tossicità	[---]	non contiene sostanze tossiche
Isolamento rumore aereo	[dB]	--- (2)
Attenuazione rumore da calpestio	[dB]	18 – 26 (a seconda dello spessore)
Assorbimento acustico	---	---
Assorbimento d'acqua per immersione	(3)	dopo 2 ore < 25 - 30 %vol
Assorbimento d'acqua per diffusione	(3)	umidità relativa del 30 %: 1,6 %vol umidità relativa del 60 %: 2,5 %vol umidità relativa del 90 %: 4,2 %vol

- (1) in caso di incendio si formano i normali gas di combustione
 (2) indice ponderato di isolamento dal rumore aereo R'_w = 25 – 27 dB
 (3) l'unità di misura dipende dalle modalità e dalle procedure di prova effettuata.

Le fibre di legno, macinate e sfibrate mediante opportuni trattamenti meccanici, vengono impregnate con magnesite (ossido di magnesio) estratta da cave, o cemento Portland per realizzarne la mineralizzazione che apporta alle fibre una notevole coesione e compattezza strutturale.

I pannelli hanno una elevata capacità termica; sono traspiranti ed igroscopici, hanno un ottimo comportamento acustico, sia come fonoisolanti che come fonoassorbenti; garantiscono elevata protezione al fuoco. Non contengono sostanze nocive per la salute, non sviluppano gas tossici in caso di incendio.

I pannelli di fibra di legno mineralizzata vengono utilizzati per l'isolamento termo-acustico e la protezione al fuoco di pareti perimetrali e divisorie, controsoffitti, coperture, sottopavimenti e solai. In particolare trovano applicazione nella correzione di ponti termici, nel risanamento di muri umidi, nell'isolamento di ambienti controterra, in casserature a perdere, in rivestimenti antirumore ed antincendio.

I pannelli sono robusti, facilmente trasportabili e maneggiabili; possono essere lavorati con attrezzi ed utensili usati per la lavorazione del legno.

Per aumentare la loro capacità termoisolante, alcuni prodotti vengono accoppiati ad uno strato di polistirene o lana minerale (pannelli multistrato) i quali pongono problemi ambientali sia per la loro produzione, per l'uso e per lo smaltimento.

Fibra di legno mineralizzata con magnesite

La lana di legno, ottenuta dal legname tagliato, macinato e sfibrato mediante opportuni trattamenti meccanici, viene miscelata con magnesite ottenuta per calcinazione in forno rotativo di magnesite minerale ad alto contenuto di carbonato di magnesio e con solfato di magnesio in soluzione. L'impasto viene poi formato in pannelli ad alta temperatura: questo fa sì che la fibra di legno si svuoti dei contenuti organici deperibili e che si mineralizzi. La rasatura superficiale dei pannelli preintonacati viene incorporata monoliticamente in fase di formatura: è costituita da un impasto di fibre di legno molto corte e sottili anch'esse mineralizzate a caldo.

I pannelli possono essere riutilizzati come inerte per calcestruzzo attraverso la loro frantumazione. L'irreversibilità della mineralizzazione e l'incombustibilità del materiale rendono impossibile il suo utilizzo per il recupero di energia da combustione e difficile la sua riciclabilità.

Il consumo di energia nella produzione si aggira intorno ai 30 – 50 kWh/m³

Fibra di legno mineralizzata con cemento Portland

I pannelli sono ottenuti da legno di abete e cemento Portland. Il legno impiegato riguarda la parte terminale del tronco, quindi non utilizzabile per gli impieghi normali di falegnameria. Vengono inoltre utilizzati diradi di bosco, tronchi abbattuti dal vento, scarti di segheria. Il legname viene tagliato, macinato e sfibrato mediante opportuni trattamenti meccanici; le fibre ottenute, lunghe e resistenti, in misura del 65%, vengono miscelate con leganti minerali, principalmente cemento Portland (35%) e con acqua.

Questo trattamento mineralizzante mantiene inalterate le proprietà meccaniche del legno rendendo le fibre inerti, immarcescibili e resistenti al fuoco. L'impasto viene posto in stampi per 24-48 ore per formare i singoli pannelli, che, sformati ed essiccati in appositi forni, sono pronti dopo 30 giorni di maturazione.

I pannelli possono essere riutilizzati come inerte per calcestruzzo attraverso la loro frantumazione. L'irreversibilità della mineralizzazione e l'incombustibilità del materiale rendono impossibile il suo utilizzo per il recupero di energia da combustione e difficile la sua riciclabilità.

Il consumo di energia nella produzione si aggira intorno ai 30 – 50 kWh/m³

Fibra di legno mineralizzata con magnesite

Caratteristiche tecniche

Massa volumica	[kg/m ³]	320 - 625
Conduttività termica	[W/mK]	0,086 – 0,107
Calore specifico	[kJ/kgK]	1,88
Fattore di resistenza alla diffusione del vapore	[---]	4 - 10
Resistenza a compressione	[kg/m ²]	2,8 · 10 ⁴ - 7,6 · 10 ⁴
Reazione al fuoco	[---]	Classe 1
Sviluppo fumi in caso di incendio	[---]	non emette fumi e gas tossici (1)
Tossicità	[---]	esente da amianto, fibre inorganiche ed altre sostanze nocive
Isolamento rumore aereo	[dB]	--- (2)
Attenuazione rumore da calpestio	[dB]	---
Assorbimento acustico	---	fino a 0,88 (tra 125 e 4000 Hz)
Assorbimento d'acqua per immersione	(3)	---
Assorbimento d'acqua per diffusione	(3)	---

(1) sviluppa i fumi propri della combustione del legno

(2) potere fonoisolante pari a 58 dB di una parete divisoria di spessore 154 mm, costituita da due pannelli con superficie preintonacata Eraclit-PV avvitati a struttura in acciaio zincato, con finitura superficiale in pannelli di cartongesso di spessore 15 mm e riempimento dell'intercapedine con pannello di lana minerale (spessore 50 mm, densità 50 kg/m³)

(3) l'unità di misura dipende dalle modalità e dalle procedure di prova effettuata.

Durabilità

Resistenza agli agenti chimici	---
Resistenza agli agenti biologici	inattaccabile da insetti, termiti e roditori (4)
Stabilità all'invecchiamento	imputrescibile ed inalterabile nel tempo (5)

(4) certificato del South African B.S. / C.S.I.R.

(5) prove effettuate da parte dell' Università di Monaco su pannelli in opera da 44 anni hanno dimostrato la conservazione delle resistenze meccaniche

Fibra di legno mineralizzata con cemento

Caratteristiche tecniche

Massa volumica	[kg/m ³]	360 – 600
Conduttività termica	[W/mK]	0,060
Calore specifico	[kJ/kgK]	2,1
Fattore di resistenza alla diffusione del vapore	[---]	5 – 7
Resistenza a compressione	[kg/m ²]	2 · 10 ⁴ - 9 · 10 ⁴
Reazione al fuoco	[---]	Classe 1 (1)
Sviluppo fumi in caso di incendio	[---]	non emette fumi e gas tossici
Tossicità	[---]	non contiene sostanze tossiche né metalli nocivi
Isolamento rumore aereo	[dB]	--- (2)
Attenuazione rumore da calpestio	[dB]	22 (s = 25 mm)
Assorbimento acustico	---	fino a 0,87 (tra 125 e 4000 Hz)
Assorbimento d'acqua per immersione	(3)	---
Assorbimento d'acqua per diffusione	(3)	2 – 3,5 lt/mq (4) (a seconda dello spessore)

(1) il cemento Portland rende le fibre di legno resistenti al fuoco, non avviene propagazione della fiamma né gocciolamento

(2) una parete di pannelli Celenit di spessore 50 mm intonacata da ambo i lati offre un fonoisolamento pari a 37 dB; l'interposizione di un pannello Celenit di spessore 20 o 30 mm tra due pareti di laterizio offre un fonoisolamento superiore a 55 dB; una struttura costituita da due pannelli Celenit N di spessore 50 mm con intercapedine di 30 mm e facce esterne finite con intonaco offre un fonoisolamento di 52 dB

(3) l'unità di misura dipende dalle modalità e dalle procedure di prova effettuata

(4) il cemento Portland conferisce al pannello insensibilità all'acqua, al gelo, all'umidità senza che vi siano rigonfiamenti e sgretolamenti, rendendolo perciò adatto ad utilizzi in condizioni severe. I pannelli assorbono l'umidità in eccesso e la rilasciano successivamente (regolatore igrometrico) senza subire deformazioni.

Durabilità

Resistenza agli agenti chimici	--- (5), (6)
Resistenza agli agenti biologici	inattaccabile da parassiti, batteri e roditori (5)
Stabilità all'invecchiamento	illimitata (7)

(5) l'impregnazione della fibra con sostanze mineralizzanti, unita all'azione dei silicati presenti nel cemento, protegge la fibra in modo definitivo da ogni azione chimica e biologica.

(6) ha comportamento neutro nei riguardi degli altri elementi della costruzione con i quali viene a contatto. Non ha azione corrosiva su materiali plastici, tubazioni e parti metalliche.

(7) il pannello migliora le sue prestazioni nel tempo grazie al processo di carbonatazione della calce presente nel cemento. I silicati di calcio costituenti circa l'80% del cemento Portland reagiscono con l'acqua di impasto, avviene cioè il fenomeno dell'idratazione del cemento. Uno dei prodotti dell'idratazione dei silicati di calcio è appunto la calce (idrossido di calcio Ca(OH)₂) che, reagendo con l'anidride carbonica CO₂ presente nell'aria, nel corso del tempo, origina carbonato di calcio CaCO₃ (carbonatazione), responsabile della presa e dell'indurimento e, più in generale, del comportamento meccanico di paste, malte e calcestruzzi.

La canapa è una materia prima rinnovabile ed il suo impiego contribuisce alla salvaguardia dell'ambiente: ha una crescita rapida e abbondante e non necessita di pesticidi ed erbicidi; arricchisce il terreno lasciandolo privo di erbe infestanti.

E' un materiale con ottime proprietà di isolamento termo-acustico; è traspirante ed igroscopica, consentendo la regolazione dell'umidità e garantendo un salubre clima interno. E' un prodotto ecologico che non comporta rischi per la salute né in fase di produzione, né in fase di messa in opera, non contiene sostanze tossiche.

I pannelli di fibra di canapa trovano applicazione in intercapedini di strutture lignee, cappotti interni, cappotti esterni ventilati, coperture ventilate, pareti divisorie interne, controsoffitti, sottopavimenti e solai.

La posa non necessita di manodopera specializzata; la lavorazione è pulita e con poca polvere; ha buona tolleranza dermatologica, non provoca irritazioni a pelle e vie respiratorie.

La fibra si ottiene attraverso l'essiccazione in forni della pianta tagliata, per permettere la separazione della corteccia dalla fibra interna (un tempo questo avveniva lasciandola seccare al sole direttamente sui campi). Le fibre di canapa (85-90%) vengono unite ad un 10-15% di fibre di poliestere. Il tutto viene posto in appositi forni, in cui il poliestere si fonde e si salda alla fibra di canapa, fungendo da rinforzo e sostegno; vengono poi formati i pannelli finali. Se non subisce ulteriori trattamenti, appartiene alla Classe 2 di reazione al fuoco.

Il materiale è riutilizzabile in caso di ristrutturazioni; è compostabile (si decompone nel terreno o nei siti di compostaggio). Il riciclaggio per altri usi è problematico poiché deve tenere in considerazione la presenza della fibra sintetica.



Caratteristiche tecniche

Massa volumica	[kg/m ³]	20 - 80
Conducibilità termica	[W/mK]	0,038 – 0,045
Calore specifico	[kJ/kgK]	---
Fattore di resistenza alla diffusione del vapore	[---]	1 – 2
Resistenza a compressione	[kg/m ²]	---
Reazione al fuoco	[---]	Classe B2 (Classe B1 con trattamento ignifugante)
Sviluppo fumi in caso di incendio	[---]	---
Tossicità	[---]	non contiene sostanze tossiche
Isolamento rumore aereo	[dB]	---
Attenuazione rumore da calpestio	[dB]	---
Assorbimento acustico	[---]	---
Assorbimento d'acqua per immersione	(1)	---
Assorbimento d'acqua per diffusione	(1)	7 %vol (2)

(1) l'unità di misura dipende dalle modalità e dalle procedure di prova effettuata

(2) test secondo DIN 52620

La lana di pecora è una materia prima rigenerabile e disponibile nelle regioni in cui vengono allevati ovini. Ha eccellenti proprietà termo-fonoisolanti, è traspirante ed altamente igroscopica, è autoestinguente poiché in caso di incendio non brucia, non cola e non emette gas tossici. A differenza delle fibre vegetali è attaccabile da parassiti per cui deve essere sottoposta a trattamenti protettivi.

Trova impiego come isolante termo-acustico in intercapedini di pareti e coperture con struttura in legno, in cappotti interni ed esterni ventilati, in controsoffitti, in pareti divisorie, nei sottopavimenti come isolante acustico.

La lana si ottiene dalla tosatura delle pecore e viene sottoposta al lavaggio con saponi naturali, sciacquata con carbonato di sodio per la rimozione delle impurità, trattata successivamente con antiparassitari o sali di boro che ne migliorano anche il comportamento al fuoco e lo rendono inattaccabile dalle tarme. Attraverso la cardatura si ottengono veli sottili sovrapposti per ottenere gli spessori desiderati, successivamente pressati e agugliati. Per ottenere una maggiore stabilità dimensionale è possibile disporre le fibre verticalmente, mediante un sostegno costituito da una griglia in polipropilene. Per aumentarne invece la rigidità è possibile ottenere rotoli composti da lana di pecora per il 70%, fibra di canapa per il 20% e fibra di poliestere per il 10%.

La lana di pecora è un materiale riciclabile, ma per essere riutilizzata devono essere rinnovati i trattamenti. Può essere anche compostabile ma solo se vengono rimossi i supporti in polipropilene e se non è stata trattata con sali di boro.

Il consumo di energia per la sua produzione è molto ridotto.



Caratteristiche tecniche

Massa volumica	[kg/m ³]	20 - 30
Conduttività termica	[W/mK]	0,038 - 0,044
Calore specifico	[kJ/kgK]	1,3
Fattore di resistenza alla diffusione del vapore	[---]	1 - 2
Resistenza a compressione	[kg/m ²]	---
Reazione al fuoco	[---]	B2
Sviluppo fumi in caso di incendio	[---]	non emette fumi e gas tossici
Tossicità	[---]	non contiene sostanze tossiche (1)
Isolamento rumore aereo	[dB]	(2)

(1) la lana di pecora ha la capacità di filtrare formaldeide e altre sostanze nocive. In una camera di prova la concentrazione di formaldeide è scesa dell'80% dopo 2 ore (fonte: rivista GEO Magazin Nr. 6, 1998) potere fonoisolante di una parete divisoria con pannelli di cartongesso (10 mm) su ambo le facce e pacco coibente da 50 mm = 45,5 dB

(3) l'unità di misura dipende dalle modalità e dalle procedure di prova effettuata.

(4) è in grado di assorbire acqua fino al 33% del proprio peso senza perdere potere isolante e senza dare la sensazione di essere umida

Acqua potabile

L'adozione di sistemi per la raccolta dell'acqua piovana consente di ridurre i consumi di acqua potabile per usi indoor e per l'irrigazione delle aree verdi.

In situazioni di assenza di rete di distribuzione di acqua potabile, l'acqua piovana può sopperire a numerose necessità. Può ad esempio essere impiegata in attività di pulizia delle abitazioni, di lavaggio dei panni e di alimentazione delle cassette di cacciata dei W.C. In sostituzione dell'acqua potabile si possono anche utilizzare le acque grigie opportunamente depurate.

Sistemi per la riduzione del consumo

L'impianto idraulico comprende l'allaccio dell'edificio all'acquedotto, la distribuzione di acqua potabile e di acqua per usi alimentari, la produzione e la distribuzione dell'acqua calda sanitaria ed il collegamento dell'impianto alla fognatura.

Un moderno impianto idraulico deve essere progettato in riguardo al risparmio dell'acqua potabile, valutando in questo contesto anche l'uso dell'acqua piovana e del riciclaggio di una parte delle acque di scarico.

I principali dispositivi per risparmiare acqua all'interno di un edificio sono:

- i rubinetti dotati di frangigetto che aggiungono aria all'acqua riduce i consumi idrici del 30-50%. Il sistema è formato da una spirale che imprime all'acqua un movimento circolare, studiato per potenziarne la velocità di uscita, e da un insieme di retine, che sfruttando questa velocità, addizionano l'aria all'acqua aumentando il volume del getto;
- i miscelatori che contengono una speciale cartuccia che limita la portata. In base alle necessità la leva di apertura si può disporre in due zone. La prima, detta di economia, eroga al massimo 5 litri al minuto di acqua con un risparmio del 50%. Quando il fabbisogno idrico è maggiore, basta superare l'azione frenante opposta dalla leva per ottenere 13 litri al minuto;
- le cassette di cacciata a doppio tasto che consentono di regolare la portata d'acqua necessaria in base alla necessità del momento. Con questo metodo anziché consumare circa 9 litri di acqua si ha l'opportunità di scegliere, grazie al doppio tasto di erogazione, quanta acqua scaricare.



Sistemi per il recupero dell'acqua piovana

I componenti del sistema

I componenti necessari per realizzare un impianto per il recupero delle acque piovane sono tre: una cisterna, un filtro e un sistema di pompaggio. Un corretto dimensionamento e ulteriori accorgimenti impiantistici, quali la dispersione o il ritegno delle acque che arrivano dallo scarico di troppo pieno non fanno altro che rendere questi impianti, dei componenti perfettamente integrabili nella vita di tutti i giorni. L'acqua piovana viene raccolta dal tetto, convogliata dalle grondaie e collegata tramite un collettore. Da qui attraverso un filtro l'acqua viene raccolta in cisterne sotterranee di vetroresina provviste di troppo pieno e di protezione contro l'ingresso di piccoli animali.



Mediante una pompa sommersa le acque vengono aspirate e fatte passare attraverso una vasca di decantazione per la parte solida. Le acque così trattate sono pronte per essere riutilizzate.

Un galleggiante assicura il sistema di pompaggio affinché il livello dell'acqua nella cisterna non scenda sotto la pesca della pompa. Mediante una elettrovalvola, si garantisce una commutazione con l'acqua di rete quando il livello è sotto il minimo.

Cisterna con eventuale valvola di ritegno

Una volta determinato il volume della cisterna si possono introdurre ulteriori accorgimenti perché il suo funzionamento sia ottimale.

Essa deve essere munita di un'entrata calmata, in modo da non riportare in sospensione eventuale materiale sedimentato e di un sifone di troppo pieno. È proprio per lo scarico di troppo pieno che si pongono all'utente diverse possibilità:

- l'acqua può essere convogliata direttamente ai collettori recettori, possibilmente attraverso una valvola di non ritorno.
- l'acqua può essere convogliata ai collettori fognari ma attraverso una valvola di ritegno posizionata sul sifone. La portata in arrivo ai collettori viene in questo caso laminata consentendone un più facile smaltimento da parte della condotta fognaria.
- l'acqua può essere dispersa nel terreno. La dispersione evita il sovraccarico delle condotte fognarie e dei depuratori qualora la canalizzazione sia mista. L'introduzione anche in questo caso di una valvola di ritenzione permette al terreno di smaltire gradualmente l'acqua in arrivo.

Filtri

Il filtro rappresenta il cuore dell'impianto.

Indipendentemente dal tipo di filtro e dalla sua collocazione (integrata nel serbatoio, esterna eccetera), al filtro viene principalmente richiesto di trattenere il materiale che, sedimentando nel serbatoio, porterebbe ad un deterioramento della qualità dell'acqua ed al rischio di intasamento delle condotte e del sistema di pompaggio. La filtrazione non deve però intralciare il corretto funzionamento dell'impianto.

Un esempio di filtro autopulente è riportato in figura. Il sistema autopulente richiede minima manutenzione: il materiale grossolano trattenuto dalla membrana filtrante viene asportato direttamente da una frazione di acqua che viene dispersa a questo scopo. L'acqua da addurre al serbatoio viene ad esso convogliata attraverso una seconda condotta.



Le soluzioni impiantistiche possibili sono diverse, molto dipendenti dalla disponibilità di spazio dell'utente: il serbatoio può trovarsi in cantina (nei pressi della stazione di pompaggio) così come in giardino (dove può essere interrato o no); il filtro può trovarsi in un pozzetto a parte o essere introdotto nel serbatoio.

Criteria per il dimensionamento e l'installazione

Poiché il fabbisogno dell'utenza e le condizioni ambientali variano da caso a caso, è necessario trovare, per il dimensionamento di questi sistemi, i parametri fondamentali che permettano di stabilire una procedura di calcolo standard. Le precipitazioni medie della zona di impiego ed i consumi medi giornalieri sono le prime due variabili basilari. Altrettanto accuratamente vanno valutate le superfici di raccolta, con particolare riguardo alla qualità dell'acqua che da esse si ottiene. L'importanza di un corretto dimensionamento è imposta sia da motivi economici sia da motivi più strettamente legati all'uso dell'impianto: un sovradimensionamento potrebbe infatti causare un "invecchiamento" dell'acqua all'interno del serbatoio, con deterioramento delle sue qualità organolettiche e conseguente inutilizzo.

Quadro Normativo

A livello nazionale non esiste una norma unitaria che regolamenti la progettazione e l'installazione di sistemi di recupero e riutilizzo dell'acqua piovana. Si fa particolare riferimento alla normativa tedesca "*DIN 1989 - Impianti per l'utilizzo dell'acqua piovana*".

I combustibili

Nel contesto alpino vengono impiegati principalmente come combustibili il metano, se vi è la possibilità di allacciarsi alla rete di distribuzione, e ovviamente la legna. Le biomasse rappresentano una possibilità del prossimo futuro.

Legna

E' una risorsa rinnovabile, seppure con una tempistica che potrebbe sembrare lunga. In realtà infatti, il volume degli alberi cresce di 3 m^3 all'anno, e ne viene raccolto soltanto 1 m^3 circa.

Inoltre si sottolinea come la moderna selvicoltura naturalistica non costituisca per nulla attività lesiva o distruttiva delle zone boschive.

Si distingue poi in legna dolce, ottenuta da abete, castagno, ontano, pino, pioppo e salice che brucia rapidamente e con fiamma lunga, di norma utilizzato in forni che richiedono un lungo giro di fiamma.

Esiste anche la legna denominata forte, di faggio, frassino, leccio, olmo e quercia, che brucia lentamente con fiamma corta ed è utilizzata principalmente nel riscaldamento domestico.

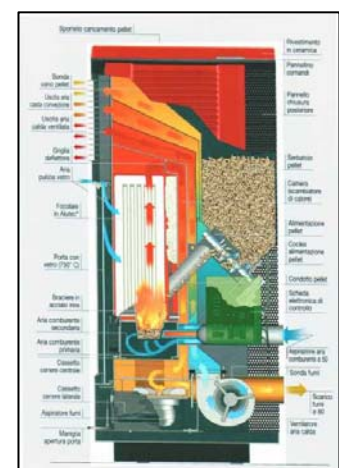
Per la generazione di energia attraverso la legna, è da rilevare come allo stato attuale, la risorsa non sia di certo sfruttata al meglio, né a livello monetario, né a livello ambientale.

Il pellet

Il pellet si distingue per la bassa umidità (inferiore al 12 %) , per la sua elevata densità nonché per la regolarità del materiale. Il presupposto per l'utilizzo di questo prodotto è l'impiego di legname vergine, non trattato cioè con corrosivi, colle o vernici. I pellets sono prodotti con la polvere ottenuta dalla sfibratura dei residui legnosi, pressata da apposite macchine in cilindretti che possono avere diverse lunghezze e spessori (1,5-2 cm di lunghezza, 6-8 mm di diametro). La compattezza e la maneggevolezza danno a questa tipologia di combustibile caratteristiche di alto potere calorifico (p.c.i. 4.000-4.500 kcal/kg) e di affinità ad un combustibile fluido.

E' molto indicato quindi, per la sua praticità, per piccoli e medi impianti residenziali.

Si utilizzano in stufe a pellets, simili a normali stufe o camini da incastro. Nate in Canada già da molti anni, si sono diffuse un po' dappertutto. si tratta di stufe ecologiche ad alto rendimento, poco inquinanti. Sono diventate molto affidabili con l'utilizzo dell'elettronica.



Hanno il grande vantaggio rispetto alle tradizionali stufe a legna di poter dosare il combustibile a piacimento e quindi consentono un preciso controllo della temperatura. Hanno il grande vantaggio rispetto alle tradizionali stufe a legna di poter dosare il combustibile a piacimento e quindi consentono un preciso controllo della temperatura. L'accensione può essere automatica e possono essere regolate in temperatura tramite normali termostati o cronotermostati. Necessitano di poca manutenzione e sono molto pratiche.

La maggioranza di queste stufe sono automatiche: accensione, regolazione alimentazione, quantità di aria o acqua calda sono automatiche, se manca la corrente elettrica la stufa si ferma e riprende a funzionare automaticamente quando torna.

Vengono gestite da un microprocessore e possono avere in dotazione un telecomando.

Sono disponibili con capacità di riscaldamento da 70 a 200 mq. con una autonomia che va da 15 a 45 ore secondo i modelli. Esistono modelli sia ad aria calda che ad acqua collegabili in serie o in parallelo all'impianto di riscaldamento a termosifoni.

Esistono agevolazioni fiscali che promuovono la loro installazione a livello regionale presso i vari assessorati energia e ambiente.

I bricchetti

Con residui e polveri più grossolane vengono prodotti i bricchetti, che sono dei tronchetti pressati, in genere di 30 cm di lunghezza e 7-8 cm di diametro.

L'utilizzo è assimilabile a quello del legno in ciocchi.

I processi per la produzione di pellets e bricchetti non richiedono l'uso di alcun tipo di collante, poiché la compattazione avviene fisicamente e con l'alta temperatura generata nel processo.

La compattezza e la maneggevolezza danno a questa tipologia di combustibile caratteristiche di alto potere calorifico (p.c.i. 4.000-4.500 kcal/kg), li rende indicati per impianti medi e grandi, ma si presta anche all'uso in piccoli impianti anche residenziali.

Il cippato.

Cippato deriva dall'inglese Chips "pezzettini"; sono pezzettini di legno ricavati dagli scarti di segherie che lavorano piante prive di sostanze inquinanti quali vernici, ecc.

Il cippato ottenuto può essere di tre tipologie:

1. verde, quando sono presenti anche le foglie (è il caso della sminuzzatura della pianta intera, o delle ramaglie);
2. marrone, se sono cippati rami e tronchetti con corteccia;
3. bianco, se il materiale da cippare è stato preventivamente scortecciato.

E' un ottimo combustibile che usato in apposite caldaie o stufe sprigiona una potenza calorica di Kcal/h 3000/3500 a seconda del grado di umidità.

I combustibili sin ora descritti sono competitivi nei confronti del metano, non solo per le necessità di calore ma in alcuni casi, con i sistemi adeguati, anche per la produzione di energia elettrica. Uno dei maggiori inconvenienti della combustione di tali prodotti è l'alto tenore di emissioni, soprattutto di CO, soprattutto nei piccoli impianti residenziali dove può anche dar luogo ad intossicazioni dato che tale gas è altamente tossico.

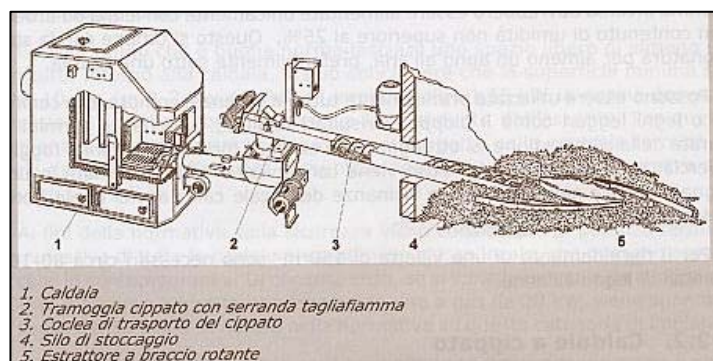
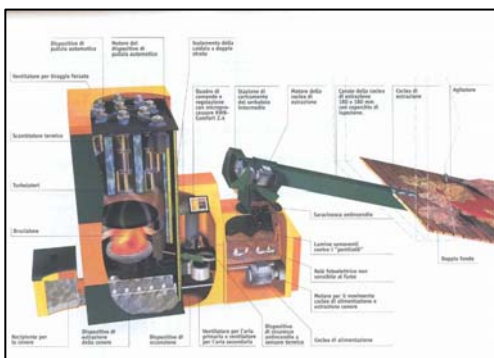
Vi sono tuttavia impianti, anche residenziali, che adottano la tecnologia della post-combustione.

Impianti a cippato

Questo genere di impianti viene utilizzato da anni per il riscaldamento di edifici di medie o grandi dimensioni, stabili industriali o interi quartieri attraverso reti di teleriscaldamento, a piena soddisfazione degli utenti.

Grazie agli enormi progressi tecnici compiuti negli ultimi anni in questo settore, oggi esistono impianti a cippato adatti anche al riscaldamento di edifici di dimensioni contenute. Le caldaie più piccole possono fornire una potenza regolabile a partire da 5 kW e sono quindi idonee al riscaldamento di case mono o plurifamigliari o piccoli stabili artigianali.

Nelle moderne caldaie a cippato di una certa dimensione è possibile utilizzare senza problemi sia cippato umido (fresco) sia a cippato secco.

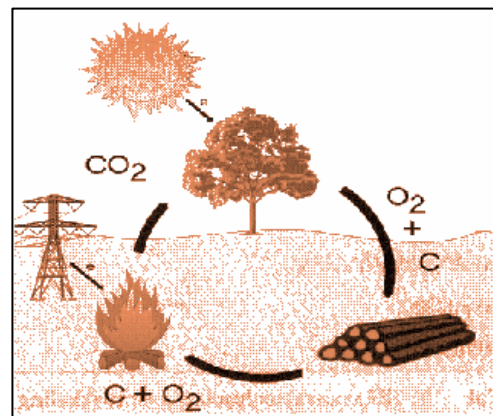


Biomassa

S'intende per biomassa ogni sostanza organica derivante direttamente o indirettamente dalla fotosintesi clorofilliana

Attraverso questo processo le piante assorbono dall'ambiente circostante anidride carbonica (CO_2) e acqua, che vengono trasformate, con l'apporto dell'energia solare e di sostanze nutritive presenti nel terreno, in materiale organico utile alla crescita della pianta. In questo modo vengono fissate complessivamente circa 2×10^{11} tonnellate di carbonio all'anno, con un contenuto energetico equivalente a 70 miliardi di tonnellate di petrolio, circa 10 volte l'attuale fabbisogno energetico mondiale. Per biomassa si intende una gran quantità di materiali, di natura estremamente eterogenea. In forma generale, si può dire che costituisce biomassa tutto ciò che ha matrice organica, con esclusione delle plastiche di origine petrolchimica e dei materiali fossili, es. petrolio e carbone che esulano dall'argomento in questione.

Le più importanti tipologie di biomassa sono i residui forestali, gli scarti industriali della trasformazione del legno (trucioli, segatura, etc.), gli scarti delle aziende zootecniche, gli scarti mercatali, le alghe e colture acquatiche e, non per ultimi i rifiuti solidi urbani.



Il settore delle biomasse per usi energetici è probabilmente la più concreta ed immediata fonte di energia rinnovabile disponibile.

Le principali applicazioni sono:

1. produzione di energia (bioenergia);
2. sintesi di carburanti (biocarburanti);
3. sintesi di prodotti (bioprodotti).
- 4.

Il biossido di carbonio emesso dagli impianti termici alimentati a biomasse è lo stesso che viene assorbito dai vegetali per produrre una quantità uguale di biomassa.

Nel ciclo energetico della biomassa il bilancio del biossido di carbonio è in pareggio-equilibrio

Come risultato dei progressi tecnologici la maggior parte dei motori dei veicoli attualmente in circolazione nell'Unione europea è in condizione di usare una miscela contenente una bassa percentuale di biocarburante senza inconvenienti.

I più recenti sviluppi tecnologici permettono di utilizzare percentuali più elevate di biocarburante nella miscela; alcuni paesi utilizzano già miscele contenenti il 10%, e oltre, di biocarburante.

I principali vantaggi delle biomasse sono:

- abbondanza;
- facilità di estrazione energetica;
- economica;
- rigenerante terre desolate;
- sviluppabile in aree inutilizzate e creare occupazione;
- non contribuisce all'effetto serra;
- basso tenore di zolfo e quindi non contribuisce alla produzione di piogge acide;
- è rinnovabile;
- il suo fine ciclo costituisce potenziale fertilizzante.

Ad oggi, le biomasse soddisfano il 15% circa degli usi energetici primari nel mondo, con 55 milioni di TJ/anno (1.230 Mtep/anno).

Gas naturale

Il gas naturale, comunemente detto metano, deriva dalla trasformazione di residui organici di esseri viventi, piante, batteri, alghe e altri microrganismi coperti da sedimenti marini.

Il petrolio ed il gas si formano quando viene prodotto più materiale organico di quanto non ne venga decomposto dalla degradazione naturale.

Queste condizioni si verificano nei depositi, in cui la produzione di materiale biogenico (essere viventi, piante, ecc.) è elevata (ad esempio nella fascia costiera dei mari, dove prosperano grandi quantità di organismi) e l'apporto di ossigeno negli strati acquosi vicini al suolo e nei sedimenti non è sufficiente per decomporre per ossidazione tutto il materiale organico.

Queste due condizioni sono soddisfatte in numerose aree sedimentarie costiere continentali. In queste aree – e in misura minore anche nei delta fluviali e nei laghi – il



materiale organico è ricoperto, e quindi sottratto alla decomposizione, rapidamente. Se il materiale organico resta racchiuso in profondità per milioni di anni, a causa delle temperature elevate si verificano delle reazioni chimiche. Una parte del materiale organico è così progressivamente trasformato in composti di idrogeno e carbonio liquidi e gassosi, gli idrocarburi, che costituiscono le componenti combustibili del petrolio e del gas naturale. L'estrazione del materiale avviene sfruttando la bassa densità del materiale stesso che sale negli strati superiori e viene poi stoccato in cosiddette trappole per gas. L'estrazione del gas naturale è resa possibile da trivellazioni nei giacimenti (pozzi di produzione). Il metano si trova nel sottosuolo sotto forte pressione: quando la sonda raggiunge la sacca dove si è accumulato il gas, fuoriesce con grande violenza.

Dai pozzi di produzione il metano viene trasportato ai luoghi di consumo per mezzo di grandi condutture, dette gasdotti o, più comunemente, metanodotti.

Il gas naturale non contiene impurità non è tossico ed è privo di residui di combustione, bruciando, infatti, produce solo vapore acqueo e anidride carbonica. Il suo potere calorico è molto elevato rispetto a quello ricavato dalla distillazione del carbone.

Poiché il metano è incolore e inodore prima di essere distribuito viene addizionato ad un particolare additivo che possa rendere percepibile la presenza di fuoriuscite di gas e quindi evitare il pericolo di esplosioni.

I settori di impiego più comuni dell'utilizzo di metano sono quello industriale per usi termici e quello domestico. Il gas naturale può essere utilizzato, infatti, per la produzione di energia nelle centrali termoelettriche e nelle centrali a turbogas. Inoltre è impiegato per produrre energia termica nell'industria, negli usi domestici e civili (cucine a gas, riscaldamento), nell'industria chimica e nell'autotrazione.

Dal 1996 al 2000, il consumo di gas naturale in Italia è cresciuto da circa 56,2 miliardi di metri cubi a circa 70,4 miliardi, aumento dovuto principalmente allo sviluppo del settore della produzione termoelettrica, nel quale i consumi sono raddoppiati.

I generatori di calore

Nelle aree non raggiunte dalla rete di distribuzione del metano, come da tradizione vengono impiegati generatori di calore a legna. Ne esistono di differenti tipologie, atti quindi a rispondere a diverse necessità, e sono generalmente caratterizzati da elevati rendimenti.

Nel caso sia possibile impiegare il metano, sono particolarmente indicate le caldaie a elevato rendimento come quelle a condensazione o a temperatura scorrevole.

Queste ultime tuttavia pongono dei limiti nell'uso dei terminali di impianto che devono essere sistemi a irraggiamento non sempre utilizzabili in attività di recupero di edifici alpini per questioni di spazio.

Caminetti

Il caminetto coniuga la funzione di riscaldamento domestico a quella di arredamento, cottura cibi, eventualmente produzione di acqua calda d'uso sanitario.

Se un tempo il caminetto era caratterizzato da grandi dispersioni termiche dovute alla fuoriuscita di calore dal focolare aperto e dal camino, oggi le nuove tecnologie hanno consentito di minimizzare le eventuali perdite di calore.

Si compone essenzialmente di un camino, deputato all'espulsione dei fumi all'esterno dell'edificio e da un focolare collegato alla presa d'aria.

Attraverso la combustione lignea, si sviluppa una colonna d'aria che sfruttando la differenza di pressione relativa, crea una depressione che genera un moto ascendente del fumo.

Il camino deve dunque convogliare i fumi in (contenente ossidi di azoto, di zolfo e di carbonio) in modo rapido.

Oltre al caminetto tradizionale, si trovano altre quattro tipologie:

- caminetto ventilato;
- caminetto da incasso;
- termocaminetto ad aria;
- termocaminetto ad acqua.

Caminetto ventilato

È un caminetto aperto, sostanzialmente un caminetto tradizionale cui sono abbinati soluzioni per il riscaldamento dell'aria.

Può essere a circolazione naturale o forzata, quando cioè al sistema di base si associa un ventilatore finalizzato alla migliore diffusione dell'aria calda.

Il funzionamento prevede delle lastre interne atte a creare intercapedini nelle quali l'aria, circolando, si riscalda e fuoriesce dalle bocchette.

Il rendimento non è tuttavia particolarmente elevato giacché la maggior parte del calore prodotto viene comunque disperso unitamente ai fumi.

Caminetto da incasso o caminetto-stufa

Può essere un valido sistema per ottimizzare camini già esistenti, incrementandone la resa anche di 3-4 volte. Il rendimento di un caminetto da incasso è molto elevato e può raggiungere il 70%.

Il principio di funzionamento è il medesimo del caminetto tradizionale, ma è un caminetto chiuso.

Termocaminetti

Possono essere essenzialmente di due tipologie:

- ad aria;
- ad acqua.

I termocaminetti ad aria sembrerebbero la soluzione alle problematiche presentate dalle tipologie sinora analizzate. Infatti riesce a minimizzare le dispersioni termiche verso l'ambiente. E' un caminetto a focolare chiuso, con consumi di legna decisamente bassi (circa due terzi dei caminetti tradizionali aperti).

Il rendimento del caminetto è migliore se si sfruttano i gas di combustione che cedono calore ad un fluido intermediario (acqua o aria), il quale a sua volta viene utilizzato per il riscaldamento indiretto o diretto degli ambienti.

Si parla comunque di risparmi variabili dal 50 al 60%.

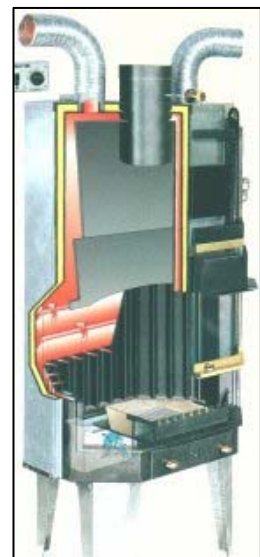
Il flusso d'aria che serve alla combustione viene prelevato dalle bocchette esterne, come il flusso d'aria che serve al riscaldamento (viene prelevato anch'esso da bocchette esterne), che entra nello scambiatore e fuoriesce dalle bocchette stesse.

I termocaminetti con fluido vettore acqua, a circolazione forzata, sono costituiti essenzialmente da una struttura portante in acciaio con pareti laterali, parete posteriore, piano del fuoco e cielo del focolare bagnati ovvero costituiti da intercapedine o tubazioni percorse da acqua (cosa che non avviene con il termocaminetto ad aria ovviamente), una griglia al piano del fuoco con cassetto per la raccolta della cenere, una chiusura frontale, una cappa di raccordo degli scarichi fumi.

La circolazione dell'acqua viene attuata attraverso apposite pompe che possono in tal modo convogliare l'acqua in qualsiasi ambiente.

Possono lavorare sia a legna sia a gas in modo combinato. Si possono collegare in parallelo all'impianto di riscaldamento a termosifoni, abbinandoli a caldaie a gasolio o a gas, ma possono lavorare anche da soli.

Alcuni modelli possono anche disporre di uno scambiatore di calore per la produzione dell'acqua calda sanitaria, avendo dunque il gruppo idraulico come optional.



Stufe

La stufa sopperisce all'inadeguatezza del camino come mezzo per il riscaldamento soprattutto nelle regioni più fredde e nelle zone di montagna.

A differenza del camino la stufa ha il grande vantaggio di poter essere collocata in ogni luogo all'interno della casa e collegata alla canna fumaria attraverso opportuni tubi per l'incanalamento dei fumi.

Sebbene le stufe si differenzino molto tra loro, i componenti principali sono:

- presa d'aria per l'afflusso d'aria al focolare;
- camera di combustione;
- giri di fumo tra il focolare ed il raccordo fumario;
- intercapedini che riscaldano aria per contatto e la immettono nell'ambiente per convezione.

Stufa in muratura intonacata

La stufa in muratura è ad accumulo ed irraggiamento di calore.

La radiazione emessa per irraggiamento è circa l'80% dell'emissione termica totale.

Stufe di medie e grandi dimensioni hanno una grande capacità di accumulazione, associata ad un ottimo effetto radiante. E' necessario tuttavia prevedere un camino a buon tiraggio (con depressioni nell'ordine di 12 Pa) per ridurre e controllare l'emissione di sostanze tossiche.

Oltre alla stufa in muratura piena, si può trovare quella in ghisa murata, le cui radiazioni caloriche risultano molto elevate.



Stufa in maiolica-kachelofen

Hanno una resa, a parità di consumo di legna, in rapporto 3:1 rispetto ai normali caminetti o stufe in ghisa. Esistono tre principali tipologie di stufa in maiolica.

Stufa piena

Funziona per solo irraggiamento.

E' necessario realizzare un giro dei fumi il più lungo possibile e comunque proporzionato alla camera di combustione ed alla superficie della stufa stessa. La serpentina del giro dei fumi combinata alla canna fumaria realizza un apparato auto aspirante a garanzia di una perfetta combustione. L'energia che si libera durante la combustione ed i fumi, vengono condotti nella serpentina dei giri di fumo che permettono l'accumulo di calore della stufa. E' importante sapere che la stufa in maiolica a differenza delle normali stufe in ghisa o dei

caminetti, è un perfetto accumulatore di calore adatto a rimanere in temperatura per 12/24 ore dalla sua accensione.

La stufa è costruita in modo da essere auto aspirante per un perfetto tiraggio e non vi è alcuna perdita di fumo al fine di generare una forte immediata combustione a garanzia della veloce scottatura del giro dei fumi. La forte combustione è comunque sempre garantita da legna secca e sminuzzata o spaccata in parti al fine di consentire il miglior attacco possibile al legname da parte del fuoco.

Stufa piena con inserto

Funzionamento per irraggiamento e convezione.

La tecnica moderna permette inoltre di realizzare stufe a sistema misto di irraggiamento e convezione.

Di fatto viene inserita nella stufa sopra una camera di combustione in ghisa con o senza vista fuoco (inserto) che permette un immediato riscaldamento dell'aria per convezione naturale; il calore generato viene poi convogliato verso apposite bocchette di uscita della stessa stufa.

Ciò permette di accorciare notevolmente i tempi di riscaldamento di partenza dell'ambiente ove viene posta la stufa, e di aumentare fortemente la potenza della stessa pur se con un aumento ragionevole dei consumi di legna.

L'inserto può avere un cristallo per la vista del fuoco con ulteriore beneficio estetico ed irraggiante.

Stufa ad aria calda e giri di fumo in ghisa

Questa stufa funziona principalmente per convezione.

E' dotata di una superficie di giro dei fumi di grandi dimensioni per consentire immediato scambio di aria calda per convezione e minor durata, legata alle superfici minime di accumulo della maiolica.

Rispetta tutti i principi delle stufe precedenti, accumulo escluso, ed è chiaramente ideale per ambienti ove è necessario un riscaldamento rapido.

Tuttavia, tale stufa non sembra sufficiente a garantire la salubrità dell'aria; l'aria, a temperatura più elevata, trascina le polveri e riduce l'umidità relativa.

Stufa in pietra ollare

Le stufe vengono costruite utilizzando lastre di pietra ollare di grosso spessore al fine di migliorare la capacità di accumulo del calore. Acquista importanza la direzione del taglio della pietra. Infatti, la pietra può essere tagliata in direzione parallela o verticale la venatura della fibra. In questo modo cambiano le proprietà termiche della pietra stessa favorendo a seconda del taglio la proprietà di accumulo o quella di diffusione del calore. Le stufe in pietra ollare appartengono alla categoria delle stufe a irraggiamento, cioè riscaldano attraverso calore radiante a luce infrarossa, invisibile ad occhio umano. Le caratteristiche di accumulo termico che contraddistinguono la pietra ollare consentono di disperdere la minor quantità di calore possibile, poichè l'aria arriva alla canna fumaria solo dopo aver ceduto buona parte del calore.

Questo garantisce un risparmio energetico elevato.

Infatti soltanto 2-4 ore di fuoco portano la pietra ollare a raggiungere la massima capacità di accumulo, dopodichè la stufa emetterà costantemente il calore accumulato per altre 6 - 10 ore, sotto forma di calore radiante.

La temperatura nella stanza rimane costante ed il calore radiante della pietra ollare genera una piacevole sensazione di comfort.

Stufe-camino a convezione naturale

La stufa a caminetto riesce a coniugare le caratteristiche del caminetto a quelle di una stufa. Può funzionare dunque per irraggiamento o per convezione. La diffusione dell'aria calda avviene attraverso griglie o aperture ricavate nella stufa stessa mentre l'afflusso dell'aria avviene sia dall'esterno sia dall'interno. Funziona a doppia combustione.

5) Stufe-camino a convezione forzata.

Vi sono all'interno elettro-ventilatori che migliorano la diffusione del calore nell'ambiente e generalmente delle sonde termostatiche che attivano il sistema di ventilazione meccanica.



Caldaie a condensazione

Se nelle caldaie tradizionali, a seconda del rendimento medio, buona parte del calore prodotto viene disperso, con la condensazione si è in grado di ridurre in modo evidente il calore sensibile residuo rendendolo disponibile per il riscaldamento.

Anche il calore di vaporizzazione (il calore latente contenuto nei fumi) può essere recuperato e trasmesso all'acqua di caldaia.

Ne consegue un rendimento maggiore associato ad un consumo energetico inferiore.

Il calore di condensazione riutilizzabile e la condensa ottenibile variano in funzione dell'umidità dell'aria, della temperatura dell'aria per la combustione, della temperatura del sistema di riscaldamento e dell'indice d'eccesso d'aria.

La tecnica della condensazione risulta sfruttata appieno nel riscaldamento a pannelli radianti, poiché lavorando con temperature dell'acqua molto basse, si ottengono maggiori quantità di condensa.

L'eccesso d'aria nella combustione incide nel processo produttivo poiché il punto di rugiada del vapore d'acqua varia in funzione dell'eccesso d'aria e dunque del contenuto di CO₂ nei fumi.

La caldaia a condensazione ha un costo decisamente più alto di quella tradizionale (deve essere resistente alla corrosione ed avere una superficie di scambio termico liscia e senza alette, e disposta in modo tale che la condensa possa defluire al neutralizzatore o alle acque reflue di scarico).

Il sistema di scarico fumi necessita di calcoli particolari per il tiraggio (è possibile una ventilazione ausiliaria).

Lo smaltimento della condensa risulta complicato giacché la condensa è leggermente acida.

Caldaie con temperature scorrevoli

Questi generatori di calore, definiti a temperatura scorrevole, consentono la riduzione delle perdite passive per irraggiamento e di quelle al camino.

Sono in grado di funzionare a temperature molto basse (45–50°C) in mandata senza fenomeni di condensazione.

Il rendimento della caldaia si mantiene costante al variare del carico termico dell'impianto; il suo rendimento può essere del 90% ed oltre.

Sono caratterizzate da basse emissioni inquinanti di ossido d'azoto e monossido di carbonio.

Un funzionamento a temperatura scorrevole con temperature relativamente basse durante buona parte del periodo invernale consente anche la riduzione delle dispersioni passive della rete distributiva dell'impianto e il miglior rendimento di emissione dei corpi scaldanti, siano essi radiatori o piastre.

I corpi scaldanti

Per ottenere una situazione di benessere termico all'interno di un ambiente, è tanto importante la quantità di calore prodotto quanto la sua qualità.

Ai fini del raggiungimento del comfort termico, l'organismo privilegia lo scambio di calore per irraggiamento rispetto a quello per convezione o conduzione.

Nonostante ciò, la maggior parte dei sistemi di riscaldamento presenti ad oggi nelle case italiane, utilizzano lo scambio per convezione, scaldando prevalentemente l'aria che ci circonda.

I sistemi tradizionali sono di norma costituiti da radiatori in cui circola acqua calda ad una temperatura compresa tra i 60 e gli 80°C. Gli elementi che compongono il radiatore si scambiano vicendevolmente il calore per irraggiamento, riscaldando tuttavia l'aria che li circonda.

Soltanto una minima parte del calore prodotto arriva all'ambiente per irraggiamento; inoltre, con questo sistema aumenta la circolazione delle polveri, il consumo di combustibile, e si riduce l'umidità dell'aria.

Un'alternativa ai corpi scaldanti tradizionali è data dai sistemi a irraggiamento, come i pavimenti e le pareti radianti in cui circola acqua a temperature inferiori ai 60°C riducendo in tal modo i moti convettivi dell'aria. Più del 50% del calore prodotto viene trasmesso per via radiante.

Nel caso del recupero di edifici alpini tradizionali, l'impiego di sistemi radianti non è sempre possibile. I pavimenti radianti infatti riducono l'altezza libera a disposizione dei locali, di per sé già limitata. Le pareti radianti limitano la libertà nell'uso dei muri.

Parete radiante con tubi capillari

Il sistema è costituito da una parete radiante a bassa inerzia termica.

La differenza sostanziale dai sistemi sin ora descritti, sta nelle dimensioni dei tubicini che per dimensioni, sono in questo caso incorporati all'intonaco.

Questa caratteristica conferisce alla parete proprietà di bassa inerzia termica che la rende facilmente adattabile al variare delle temperature.

Si possono trovare in commercio con o senza isolante; qualora siano dotati di strato di isolamento, la parete avrà ancora più rimarcate capacità di adattamento all'ambiente esterno. Il collegamento dei tubicini all'impianto idraulico viene effettuato mediante tubi di andata e di ritorno posti alla base della parete ed allacciati ai collettori di distribuzione.

Parete radiante con tubi in rame



La parete radiante in tubi in rame è caratterizzata da una migliore inerzia termica rispetto all'utilizzo di altri materiali, dopo circa 20 minuti, infatti, la parete inizia a riscaldare l'ambiente.

Questo sistema può essere utilizzato sia per il riscaldamento degli ambienti sia per il raffrescamento facendo circolare nei tubi acqua fredda ad una temperatura di 16-20°C.

Caratteristica fondamentale delle pareti radianti, inoltre, risulta la capacità di riscaldare l'ambiente da pavimento ad un'altezza di circa 2m, ciò favorisce il benessere termico all'interno degli ambienti in quanto il corpo umano è sviluppato in altezza. Inoltre, l'utilizzo del rame per questo tipo di applicazioni è positivo grazie all'elevata conduttività elettrica e termica del materiale, superiore ad altri metalli.

Normalmente il serpentino in rame viene fornito in moduli preassemblati che facilitano la posa in opera degli elementi con un passo, generalmente, di 10 centimetri. Questi vengono posti sulla parete grazie a speciali supporti per fissare il serpentino al muro o all'isolante. L'intonaco può essere supportato dal serpentino stesso.



Se la muratura perimetrale sulla quale vengono posate le serpentine non è sufficientemente coibentata è preferibile porre uno strato di isolamento ulteriore per evitare le perdite di calore, massimizzando in questo modo la resa dell'impianto.

I diametri, gli spessori, la composizione, gli strati fisici e le tolleranze dei tubi in rame adatti per queste applicazioni sono definiti dalla norma europea UNI EN 1057.

Convettori a battiscopa

Un sistema di riscaldamento molto usato soprattutto nei Paesi nordici è quello a battiscopa che è formato sostanzialmente da un tubo di rame di circa 25mm di diametro, posto nell'angolo tra il pavimento e la parete più fredda, infilato in tante lamelle radianti, distanti tra loro uno o due centimetri.

La striscia di parete dietro il tubo è isolata.

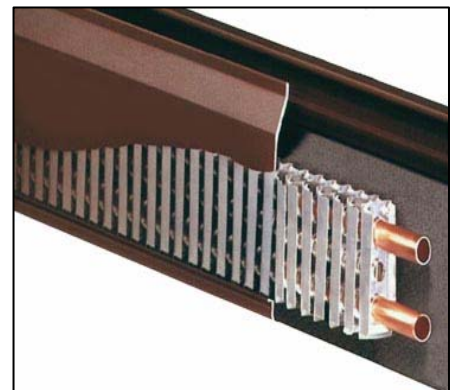
All'interno scorre acqua con temperatura che va dai 50°C agli 80°C, idonea all'accoppiamento con pannelli solari.

L'aria sale in strato laminare a contatto con la parete riscaldandola e riuscendo ad ottenere una situazione di equilibrio termico all'altezza di un metro e mezzo - due.

Si evita in questo modo la dispersione di calore a livello del soffitto con la conseguenza di un risparmio energetico di circa il 20%.

La parete resterà più asciutta evitando la formazione di muffe ed aumentando il potere di isolamento.

Gli aspetti negativi sono la lentezza di entrata in esercizio e la possibile formazione di campi elettromagnetici su percorsi metallici con acqua corrente.



Gli impianti di cogenerazione

Nell'ottica di risparmio energetico, in linea con la stipula del Protocollo di Kyoto del 1997, ampio risalto viene dato alla cogenerazione, sistema con cui si può generare contemporaneamente più fonti di energia secondarie partendo da un'unica fonte primaria. La cogenerazione consente sia un notevole risparmio energetico, sia una riduzione degli agenti inquinati prodotti.

E' un sistema di produzione dell'energia particolarmente adatto nel caso di recuperi di borgate alpine. Una produzione centralizzata con distribuzione tipo "teleriscaldamento" consente di raggiungere elevate efficienze e risparmi.

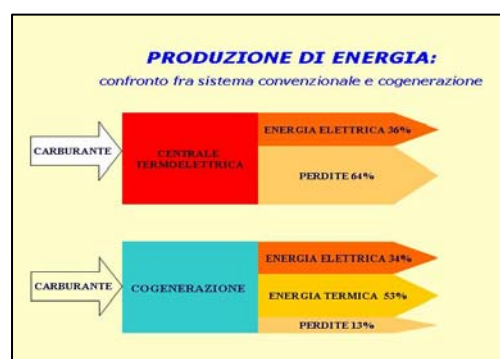
La cogenerazione

La cogenerazione è la generazione simultanea di energia elettrica e calore in un unico processo. Si basa su un semplice principio: in un impianto dedicato alla esclusiva produzione di energia elettrica solo una quota (compresa tra il 35% ed il 55% dell'energia primaria del combustibile) è convertita in energia elettrica. Il resto viene invece dissipato come calore e ceduto all'ambiente.

La cogenerazione permette di migliorare il rendimento di conversione dell'energia primaria attraverso il recupero del calore. Tale recupero, in termini di efficienza, significa far aumentare il valore del rendimento globale del sistema, che si traduce in risparmio energetico (l'efficienza della cogenerazione può arrivare a soglie del 90%).

Questo sistema energetico si adatta perfettamente a quelle situazioni in cui il consumo di energia termica risulta essere preponderante rispetto al consumo di energia elettrica (quali per esempio edifici pubblici) oppure in cui il fabbisogno di energia termica sia abbastanza uniforme nell'arco dell'anno.

Il calore emesso dalla macchina per la produzione di energia elettrica in una centrale di cogenerazione ha temperature elevate e può essere riutilizzato per produrre ulteriore energia, per la produzione di acqua calda o anche per produrre vapore per il teleriscaldamento. Limite della produzione energetica della cogenerazione è dato dal fatto che l'energia termica prodotta debba rientrare nel sistema (nel riscaldamento appunto o nel sistema produttivo) poiché l'energia termica non può essere trasportata su lunghe distanze con dei costi contenuti. Viene di seguito presentato uno schema di confronto tra la produzione energetica con produzione separata (sistema tradizionale) e con produzione combinata; come si può facilmente vedere, le perdite hanno incidenza maggiore nel sistema convenzionale.



Confronto tra sistema tradizionale e sistema di cogenerazione

Tipologie di impianto

Gli impianti di cogenerazione sono formati dalle seguenti parti:

1. motore a gas e generatore;
2. comandi ed apparecchiature di controllo;
3. Scambiatori di calore ed accumulatori.

Viene di seguito riportata una possibile classificazione, basata sul tipo di motore, delle principali configurazioni di impianto cogenerativo.

Impianti di cogenerazione con turbina a vapore.

Si tratta di centrali termoelettriche convenzionali con caldaia a fuoco, dove il vapore spillato e/o scaricato da una turbina a controcompressione oppure spillato da una turbina a condensazione, viene usato come fonte di energia termica utilizzabile direttamente dagli utenti finali, oppure per riscaldare un mezzo secondario, generalmente acqua.

Il rendimento del sistema è pari all'80-90%

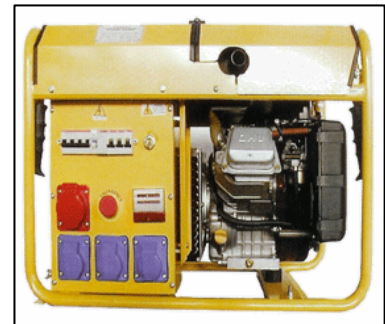


Impianti di cogenerazione con turbogas

In questi impianti, il calore del gas di scarico del turbogas viene recuperato per generare vapore oppure per riscaldare acqua o olio diatermico.

Generalmente il recuperatore di calore è equipaggiato con un sistema di postcombustione in modo tale da seguire le variazioni di energia richieste.

Il rendimento del sistema è pari al 70-85%



Impianti di cogenerazione con motogeneratori

Impianti di cogenerazione con motogeneratori alternativi (a combustibile liquido o a gas) sono simili ad impianti di cogenerazione a turbogas, con la possibilità di un ulteriore significativo recupero di calore dai circuiti di raffreddamento della macchina.

Impianti di cogenerazione a ciclo combinato

Un ciclo combinato è una combinazione di una turbina a gas ed una turbina a vapore, in cui il gas di scarico del turbogas viene usato per generare vapore.

L'energia termica viene prodotta nello stesso modo descritto per gli impianti di cogenerazione con turbina a vapore.

I cicli combinati possono essere realizzati anche con microgeneratori, ma risultano meno diffusi.

Il principale vantaggio di questa tipologia d'impianto rispetto a quelle sopra descritte è il maggiore rendimento nella produzione di energia elettrica.

I combustibili di norma utilizzati nella cogenerazione sono idrocarburi liquidi o gassosi, di norma preferiti poiché presentano minor impatto ambientale.

L'efficienza non costituisce l'unico vantaggio della cogenerazione, vi sono altri benefici che è opportuno sottolineare:

- diminuzione delle emissioni termiche prodotte, con conseguente abbattimento dell'inquinamento termico;
- tempi di ammortamento interessanti, pur con un costo iniziale più alto;
- rende possibile il decentramento della produzione termica, evitando sprechi energetici dovuti a trasporto e distribuzione;
- consente una strategica copertura dei fabbisogni elettrici, evitando i rischi di black-out della rete;
- contribuisce alla liberalizzazione del mercato energetico.

Sotto il profilo economico, la potenza minima degli impianti di cogenerazione è di circa 20 kW_T con una potenza di punta di circa 150 kW.

Se ne evince che gli impianti di cogenerazione non sono adatti, né possono essere applicati a piccoli edifici residenziali. Parliamo in questo caso di microgenerazione.

La micro cogenerazione

In questa trattazione, per micro cogenerazione si intendono impianti di piccola e piccolissima taglia, nell'ordine di poche decine di Kwe.

In questo caso la micro cogenerazione risulta ideale per le seguenti applicazioni:

- abitazioni domestiche e complessi abitativi;
- centri commerciali;
- industrie;
- ospedali;
- hotel;
- piscine;
- scuole e collegi;
- edifici pubblici;
- serre.



Si basano su motori a combustione interna e, di recente, su microturbine appositamente realizzate per impianti di piccola taglia, ed anche su fuel-cell.

In generale, i sistemi di impianti più diffusi sono:

1. motori endo termici per gruppi di piccola taglia;
2. microturbine;
3. fuel-cell.

Come si evince da quanto scritto sopra, la cogenerazione può essere applicata anche nel residenziale; di seguito verranno proposti in figura, due schemi di utenze pre e post impianto di cogenerazione nei condomini per poter fornire un quadro schematico dell'impiantistica.

E' da sottolineare comunque come questa tecnologia, sebbene altamente vantaggiosa, non abbia trovato la diffusione attesa finora; la ragione è essenzialmente legata a questioni burocratiche, tecniche ed economiche.

Pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria

I pannelli solari per la produzione di acqua o aria calda si prestano all'impiego nel contesto alpino. Opportunamente dimensionati e orientati permettono di raggiungere elevati risparmi di energia. Sono particolarmente indicati nelle situazioni di assenza della rete di adduzione del metano se non dell'energia elettrica.

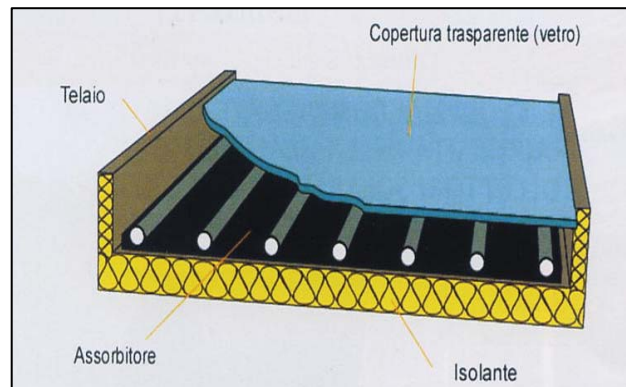
Questa tecnologia consente la produzione d'energia attraverso il riscaldamento di un fluido impiegando la radiazione solare. Lo "strumento" che consente questa attività è il pannello solare. Quest'ultimo trattiene l'energia solare convertendola in calore e cedendola al fluido termovettore presente nel collettore che a sua volta cede l'energia termica all'acqua contenuta nel serbatoio d'accumulo.

I pannelli solari vetrati

Il collettore è composto da quattro elementi principali:

- 1) una *piastra captante*, generalmente in rame saldata ad ultrasuoni sui tubi, assicurando in tal modo un miglior trasferimento del calore tra la piastra, i tubi ed il fluido termovettore che vi scorre all'interno ed evitando la corrosione galvanica dovuta ad utilizzo di differenti metalli. La piastra viene generalmente trattata (piastra selettiva) conferendole colore nero, in modo da esaltare le caratteristiche d'assorbimento e ridurre le dispersioni. Sono generalmente disponibili tre differenti trattamenti della piastra con differenti livelli di prestazione per un alto assorbimento della radiazione solare ed un basso coefficiente di riflessione. Nei tubi scorre invece un fluido termovettore, costituito normalmente da una soluzione di glicole o d'acqua addizionata con antigelo per evitare che con le temperature invernali possa compromettere il buon funzionamento dell'impianto.
- 2) Una *lastra di vetro*, posta sopra la piastra captante(o assorbitore) posta non solo a protezione dell'intero sistema dagli agenti esterni ma che serve anche a trattenere la radiazione infrarossa prodotta dall'assorbitore. Il vetro è dunque trasparente alla luce del Sole in entrata, ma risulta opaco all'infrarosso.
- 3) Un *isolante termico* che riduce le dispersioni di calore; tale isolamento viene di norma realizzato con fibra di vetro o poliuretano espanso.
- 4) Una *struttura di contenimento* (o telaio) ed una *scocca* in lamiera preposti all'assemblaggio delle parti ed al conferimento di maggior robustezza. La struttura di contenimento avrà chiaramente appositi attacchi e tralici per il fissaggio su tetto (piano o a falda che sia).

Normalmente in commercio si trovano collettori a piastra selettiva giacché la loro elevata efficienza consente un utilizzo praticamente costante nei 12 mesi dell'anno.



I pannelli solari sottovuoto

Sono composti da tubi di vetro speciale sottovuoto (le estremità di un tubo vetro interno e di uno esterno vengono fuse tra loro e l'aria è estratta dall'intercapedine) ricoperti da uno strato altamente selettivo che trasforma la luce solare in calore. In questo caso l'assorbitore di calore è di forma circolare ed è alloggiato all'interno della cavità sottovuoto dei tubi stessi; in questo modo il fluido termoconvettore evapora e, cedendo il suo calore all'estremità superiore del tubo, si condensa e ritorna in basso.



A differenza dei pannelli a piastra, questa tipologia di collettori sottovuoto non conduce calore, essendo l'aria il migliore isolamento, per cui non si verificano perdite per convezione e conduzione e pertanto il loro rendimento è superiore. Inoltre, vista la loro maggiore resa, richiedono una minore superficie espositiva rispetto alle altre tipologie di pannelli e sono capaci di trattenere il calore accumulato anche in condizioni atmosferiche molto rigide, garantendo prestazioni elevate e costanti durante l'intero arco dell'anno; per questi motivi possono essere utilizzati anche in zone con un'insolazione medio-bassa o con condizioni climatiche particolarmente rigide durante l'inverno, come in alta montagna o nei paesi nordici.

Generalmente sono forniti con concentratori a specchio retrostanti i tubi sottovuoto, in modo da sfruttare al massimo la radiazione solare.

I pannelli solari con serbatoio integrato

I pannelli solari con serbatoio integrato si differenziano dai precedenti poiché l'assorbitore di calore ed il serbatoio d'accumulo sono compresi in un unico oggetto.

I raggi solari attraversano l'involucro esterno trasparente e scaldano il liquido contenuto nel captatore di metallo e nello scambiatore di calore a bassa temperatura. Un sistema di regolazione e circolazione elettronico permette di avere all'interno del serbatoio d'accumulo la temperatura più elevata possibile rispetto alle condizioni climatiche del momento. La forma del serbatoio d'accumulo e il sistema di prelievo permettono di erogare tutta l'acqua contenuta al suo interno alla massima temperatura.

I collettori ad aria

I collettori ad aria sono collettori del tutto simili ai normali pannelli vetrati ma in questo caso il fluido vettore è aria anziché acqua, aria che può circolare fra vetro e assorbitore oppure fra assorbitore e fondo del pannello.

In genere l'assorbitore è alettato in modo da rendere lento e tortuoso il percorso del flusso d'aria. Questo perché l'aria scambia calore con più difficoltà dell'acqua e bisogna quindi assicurare una sua maggiore permanenza all'interno del pannello per far sì che assorba maggiormente il calore solare.



Una tipologia particolare di pannelli solari ad aria sono i pannelli di rivestimento, applicabili come normale rivestimento delle pareti di tamponamento in edifici industriali, commerciali e residenziali. Non sono vetrati ma hanno una superficie esterna metallica che funge da assorbitore e riscalda l'aria che passa all'interno. Questa, circolando all'interno dell'intercapedine che si forma tra pannello e parete, può poi essere immessa all'interno degli ambienti tramite un apposito sistema d'aspirazione, contribuendo al riscaldamento e al ricambio d'aria degli ambienti serviti.

Criteri per il dimensionamento

Per dimensionare un pannello solare piano, adibito alla produzione d'acqua calda sanitaria, in un unità abitativa, è necessario avere a disposizione una serie di dati relativi alle esigenze degli utenti e alla potenzialità del pannello.

I primi sono, in genere, reperibili da indagini statistiche, gli altri vengono forniti dai costruttori. Occorre conoscere il numero delle persone che vive nella struttura abitativa, il consumo giornaliero per persona d'acqua calda (normalmente tra 70 e 80 litri).

Occorre poi conoscere la potenzialità dell'impianto, ossia la quantità d'acqua calda prodotta per ogni mq di pannello in un intervallo di tempo compatibile con le esigenze degli utenti. Si deve inoltre tenere conto che la potenzialità varia in funzione delle condizioni meteorologiche e delle stagioni.

La temperatura massima raggiunta dall'acqua in estate è all'incirca 70°C, mentre in inverno questo valore si riduce a 40°C. Secondo una stima approssimata, per scaldare l'acqua contenuta nel serbatoio necessitano sei ore di sole in estate e dieci ore in inverno. Ovviamente questa stima è corretta se il volume del serbatoio è correlato all'estensione superficiale del pannello: ad ogni metro quadrato di pannello deve corrispondere un volume del serbatoio pari a 60-70 litri.

Nel contesto alpino le regole generali di dimensionamento prevedono di massima:

- 1,2 metri quadrati di pannello solare a persona per l'Italia Settentrionale;
- 50-70 litri di serbatoio per ogni metro quadrato di pannelli solari installati.

Quindi occorrono circa 4 metri quadrati di pannelli solari e 200-280 litri di serbatoio per una famiglia di 3-4 persone.

Mettere un pannello in più, rispetto a questi calcoli, può essere sicuramente consigliabile per aumentare la resa dell'impianto in maniera efficace durante i periodi freddi, o per aumentare il grado di comfort personale (più acqua calda a disposizione delle varie persone), mentre per i periodi caldi un dimensionamento di questo genere è considerabile più che sufficiente. Sovradimensionare l'impianto è chiaramente possibile, entro certi limiti, altrimenti si rischia di avere un eccessivo calore all'interno del circuito solare che può causare dei danni; in linea teorica, oltre ad aumentare il numero dei pannelli, si dovrebbe anche aumentare la capacità del serbatoio d'accumulo.

Mentre se si vuole sovradimensionare il serbatoio per tutelarsi maggiormente nei confronti del periodo freddo o delle giornate piovose, conservando così l'acqua calda per più giorni, non bisogna comunque dimenticare di aggiungere anche un po' di pannelli solari, in modo da aumentare comunque il rendimento generale.

I collettori devono essere rivolti preferibilmente verso Sud, con una tolleranza di deviazione verso Est od Ovest di 30°, ed essere inclinati di circa 35-40° sull'orizzontale.

Tipologie di impianto

Sono due i tipi principali d'impianti solari-termici, quelli a circolazione naturale e quelli a circolazione forzata.

Impianti a circolazione naturale

Tutti i sistemi a circolazione naturale si basano sul principio secondo cui, i raggi del Sole, scaldando il liquido termovettore, lo inducono verso l'alto in modo naturale (un liquido caldo tende per natura, infatti, verso l'alto in quanto è più leggero di un liquido a temperatura inferiore).

Una volta giunto al serbatoio d'accumulo, il fluido termovettore tenderà a cedere il calore immagazzinato e dunque, raffreddandosi ed abbassandosi la sua temperatura, a creare un moto convettivo.

In inverno o in periodi di prolungata assenza del Sole, l'acqua scaldata dal pannello solare, passa attraverso una caldaia di riserva (o anche nella caldaia d'uso abituale) prima di entrare nel circuito domestico.

In questo modo si ha tuttavia un risparmio, in quanto l'acqua portata nella caldaia dal pannello solare risulta comunque essere già preriscaldata in parte ed i consumi per farle raggiungere la temperatura prestabilita saranno minori.

In estate invece, non risulta necessario il preriscaldamento della caldaia poiché la temperatura raggiunta risulta sufficiente (anche 60-70°C). Nei sistemi a circolazione naturale, se non si è impiegato un pannello con serbatoio integrato, il serbatoio d'accumulo dell'acqua deve essere sempre posizionato più in alto del pannello ed a breve distanza dal medesimo, con una leggera pendenza delle tubazioni di collegamento per facilitare il trascinarsi e l'espulsione dell'aria. Comunque esistono in commercio anche sistemi a circolazione naturale con il serbatoio posizionato dietro il pannello

E' buona norma privilegiare l'installazione di sistemi a circolazione naturale in tutte le situazioni in cui non vi sia un chiaro impedimento tecnico.

Impianti a circolazione forzata

Sono definiti sistemi a circolazione forzata quelli in cui il liquido del circuito primario è spinto da una pompa. L'installazione dei sistemi a circolazione forzata è necessaria in tutte le situazioni in cui il serbatoio d'accumulo dell'acqua non può essere posizionato ad un livello più alto dei pannelli solari.

I sistemi a circolazione forzata sono più complessi, più costosi e sono soggetti ad una più accurata manutenzione che deve essere eseguita da personale specializzato.

In questo impianto una pompa è comandata da una centralina elettronica che compara il valore della temperatura in due punti del circuito e fornisce il consenso al passaggio del liquido nel circuito idraulico primario.

Il sistema è integrato da una caldaia a gas (ovvero da una resistenza elettrica) dotata di termostato inserito nel serbatoio, in modo che l'acqua calda sia sempre disponibile. I pannelli solari con serbatoio integrato sono già un sistema completo e quindi non richiedono mai la circolazione forzata.

Costi e benefici

Un impianto solare termico normalmente può coprire dal circa il 65% delle richieste annuali per il riscaldamento di acqua calda sanitaria. La configurazione base è di circa 3-5 m² di area di collettore risponde ad un fabbisogno di circa 200 litri per appartamento.

Il costo di un sistema solare a circolazione naturale composto da pannelli solari 4.5 m² + bollitore solare da 200 litri varia da 2000 a 3000 euro.

Uno a circolazione forzata composto da pannelli solari 4.5 m² + bollitore solare da 200 litri gruppo di circolazione varia da 2500 a 3500 euro

Una famiglia di 4 persone consuma circa 3200 kWh/anno per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria pari a circa 500 - 600 euro all'anno a seconda della fonte. I tempi di ammortamento della spesa sono di circa 5 anni

Impianti fotovoltaici

La tecnologia fotovoltaica consente di trasformare l'energia solare in energia elettrica. Non necessita di alcun combustibile e permette di produrre l'energia dove è richiesta, oltre ad non aver praticamente bisogno di manutenzione.

Il costo di un impianto fotovoltaico è generalmente elevato ma può essere recuperato nel lungo periodo data la durata dei componenti, la gratuità della fonte e il bassissimo impatto ambientale. Gli impianti fotovoltaici sono particolarmente indicati nei casi in cui gli edifici e le borgate non siano raggiunti dalla rete di distribuzione dell'energia elettrica.

I componenti dell'impianto

Un sistema fotovoltaico trasforma in maniera diretta e istantanea la radiazione solare in energia elettrica. Viene sfruttato l'effetto fotovoltaico, cioè la proprietà di alcuni materiali semiconduttori, opportunamente trattati, di generare elettricità se esposti al sole.

I componenti del sistema sono:

- la cella;
- il generatore;
- il sistema di controllo e condizionamento della potenza;
- l'accumulatore (non sempre presente);
- la batteria;
- la struttura di sostegno.

La cella fotovoltaica

È il componente base del sistema ed è formata da una sottile fetta di un materiale semiconduttore (solitamente il silicio) di spessore pari a circa 0,3 mm. Può avere forma rotonda o quadrata e una superficie tra i 100 e i 225 cm². Il silicio che compone la fetta viene "drogato" con l'inserimento su una faccia di atomi di boro e sull'altra con piccole quantità di fosforo. Nella zona di contatto tra i due strati si determina un campo elettrico. Quando la cella è esposta alla luce solare si generano per effetto fotovoltaico della cariche elettriche. Il collegamento delle due facce della cella a un utilizzatore determina un flusso di corrente continua. Il silicio può essere monocristallino, policristallino o amorfo. Quest'ultimo è il meno costoso ed è caratterizzato da un rendimento inferiore. Una cella fotovoltaica di 10x10 cm si comporta come una piccola batteria. Nelle

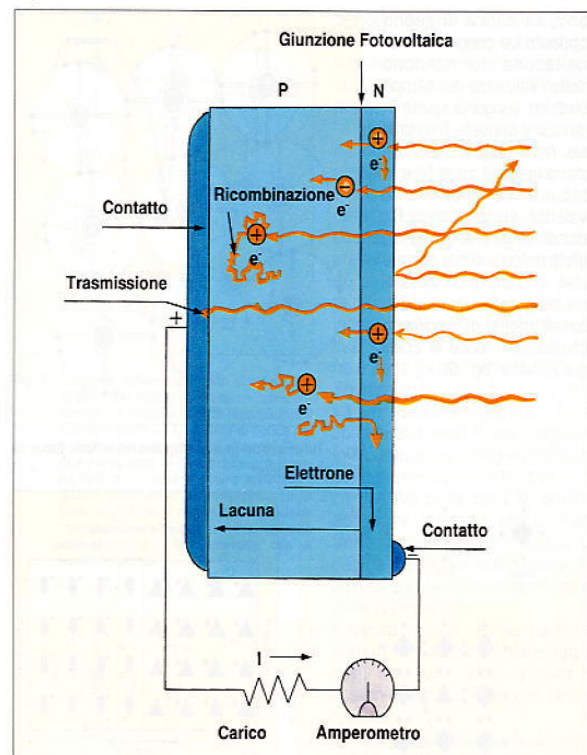


Fig. 6- Flusso di corrente fotogenerata attraverso un circuito elettrico

condizioni di soleggiamento dell'Italia (1 kW/m²) fornisce alla temperatura di 25 °C una corrente di 3 A con una tensione di 0,5 V e una potenza di 1,5-1,7 W di picco.

L'efficienza delle celle a seconda del tipo di silicio con cui sono state realizzate è la seguente:

- silicio monocristallino max 18%;
- silicio policristallino max 14%;
- silicio amorfo max 7%.

Il generatore fotovoltaico

Questo componente è formato da un insieme di moduli fotovoltaici collegati al fine di raggiungere i valori di potenza elettrica necessari.

I moduli sono a loro volta formati da celle. Quelli più diffusi in commercio sono composti da 36 celle di silicio mono e policristallino disposte su 4 file parallele collegate in serie e sono di superficie variabile tra 0,5 e 1 m².

Più moduli in serie formano un pannello, ovvero la struttura che viene solitamente ancorata alla facciata o alla copertura degli edifici.

Un insieme di pannelli compongono una stringa e più stringhe collegate in parallelo il generatore fotovoltaico.

In linea di principio non ci sono limiti alla produzione di energia elettrica da un generatore fotovoltaico, perché il collegamento di più stringhe può permettere di generare qualsiasi potenza.

Il trasferimento dell'energia al sistema fotovoltaico avviene attraverso altri dispositivi necessari a trasformare la corrente continua prodotta dal generatore in corrente alternata.

Il generatore funziona ovviamente solo in presenza di radiazione solare.

Ne consegue che l'alternanza giorno-notte, i cicli delle stagioni, le condizioni meteorologiche comportano una produzione di energia non costante nel tempo. Per rendere autonoma un utenza è pertanto necessario o collegare gli impianti alla rete di distribuzione dell'energia elettrica o dotarli di un sistema di accumulo.

Il sistema di condizionamento e controllo della potenza

E' composto da un inverter che trasforma la corrente continua prodotta dal generatore in corrente alternata, da un trasformatore e da un sistema di rifasamento e filtraggio che garantisce la qualità della potenza in uscita. Questi ultimi due elementi sono generalmente inseriti dentro l'inverter.

Tipologie di sistemi fotovoltaici

In base al tipo di applicazione cui è destinato l'impianto, le condizioni di installazione, le scelte impiantistiche, il grado di integrazione con la struttura edilizia, è possibile distinguere due tipologie di sistemi fotovoltaici:

- i sistemi isolati (stand-alone);
- i sistemi collegati alla rete.

Sistemi isolati

Sono i sistemi fotovoltaici non collegati alla rete elettrica nazionale. Includono un sistema di batterie che garantisce l'erogazione della corrente anche nella condizione di basso irraggiamento o di oscurità.

Sono particolarmente indicati per utenze di carattere rurale e montano o in situazioni in cui non sia conveniente l'allacciamento alla rete di distribuzione.

Le applicazioni più diffuse sono:

- impianti di pompaggio per l'acqua;
- ripetitori radio, stazioni di rilevamento (meteo e sismici), apparecchi telefonici;
- apparecchi di refrigerazione;
- sistemi di illuminazione;
- segnaletica stradale;
- alimentazione camper;
- impianti pubblicitari.

Sistemi collegati alla rete

Sono i sistemi fotovoltaici collegati stabilmente alla rete elettrica. Nei periodi in cui il generatore non è in grado di produrre energia, quest'ultima viene fornita dalla rete. Nel caso in cui il generatore produca più energia del necessario, il surplus viene immesso in rete e contabilizzato. Negli edifici vengono solitamente inseriti due contatori per registrare gli scambi tra l'utente e la rete. In questo caso non c'è la necessità di un sistema di batterie.

Dimensionamento, ubicazione e costi

Alle latitudini dell'Italia un metro quadrato di moduli può produrre in media 0,3 kWh al giorno in inverno e 0,6 kWh in estate.

Capacità produttiva di un impianto fotovoltaico			
Localizzazione	Energia utile/m ² per moduli in silicio monocristallino	Energia utile/m ² per moduli in silicio policristallino	Energia utile per 1 kWp installato
	kWh/m ² anno	kWh/m ² anno	kWh/kwp anno
NORD	150	130	1080

Nota: un impianto di potenza nominale di 1 kWp corrisponde a moduli di superficie pari a 8 m² se in silicio cristallino e 10 m² se in silicio policristallino.

In Italia la posizione ottimale della superficie del pannello risulta con orientamento a Sud e inclinazione di 20° - 30° gradi rispetto al piano orizzontale. Tuttavia anche una posizione verticale (es. in facciata) può consentire di raggiungere un buon risultato.

E' fondamentale non posizionare il pannello in zone d'ombra.

La dimensione dell'impianto fotovoltaico dipende dall'energia richiesta che determinerà la potenza da installare, ovvero il numero di moduli. Da ciò dipende il costo del sistema e quindi dell'energia prodotta. I costi di un impianto fotovoltaico sono dipendenti dal tipo di applicazione e in continua evoluzione.

Il costo di realizzazione di un impianto fotovoltaico connesso alla rete è dell'ordine degli 8000,00 €/kWp (IVA esclusa), dove il valore superiore si riferisce agli impianti di piccola taglia. Un kWh di energia prodotta da un impianto di questo tipo ha un costo di 0,34 € (IVA esclusa). Invece il costo di un impianto isolato è di circa 10000,00 € (IVA esclusa) e di 0,6 € (IVA esclusa) al kWh.

Se consideriamo una famiglia di 4 persone nel Nord Italia, si può sopporre un consumo annuo di 2500 kWh.

Per questo fabbisogno si possono utilizzare moduli in silicio policristallino, più economici.

Dato che un metro quadro di moduli produce 130 kWh all'anno, bisognerà installare circa 20 m² di moduli (2 kWp). Considerando che un modulo occupa 0,5 metri quadrati, è necessario utilizzare 40 moduli. Un impianto di questo tipo costa al prezzo di mercato attuale circa 16.000 € (IVA esclusa).

Come precedentemente riportato, il costo di un kWh per questo tipo di impianto è di 0,34 € (IVA esclusa), considerando la durata dell'impianto pari a 30 anni, mentre quello prodotto con fonti fossili è di 0,18 € a kWh. Attualmente installare un impianto fotovoltaico risulta essere conveniente nel caso di incentivi pubblici, come è avvenuto con il programma nazionale "Tetti fotovoltaici" che ha previsto un contributo in conto capitale pari al 75% del costo dell'investimento. Con questi incentivi si può arrivare a 0,11 € a kWh, con un tempo di recupero dell'investimento di 10 anni.

E' importante considerare che i 0,18 € a kWh dell'energia da fonti fossili non considera i costi nascosti di questa produzione, ovvero l'inquinamento ambientale prodotto e il depauperamento di fonti non rinnovabili.

Per ogni kWh prodotto da un impianto fotovoltaico si risparmiano 250 grammi di olio combustibile e si evita l'emissione di 700 grammi di CO₂ e di altri gas che contribuiscono all'effetto serra.

Un piccolo impianto da 1,5 kWp in grado di coprire i 2/3 del fabbisogno di una famiglia media produce nel corso della sua vita 60.000 kWh con un risparmio di 14 tonnellate di combustibili fossili e la non emissione di 40 tonnellate di CO₂.

Appendice 1

EPIQR

Energy Performance Indoor environment Quality Retrofit

L'analisi del degrado fisico ed energetico degli edifici è stata effettuata attraverso l'impiego del software di analisi **EPIQR** (Energy Performance Indoor Environmental Quality Retrofit), risultato della collaborazione di 7 paesi europei nell'ambito dei programmi di ricerca JOULE della Comunità Europea.

Il metodo MERIP è alla base di EPIQR, strumento di analisi che ne costituisce il suo sviluppo e la sua estensione nonché il suo adattamento ad altri paesi europei.

Il metodo di "analisi sommaria MERIP" è stato sviluppato nel quadro di una collaborazione tra il Laboratorio di energia solare (LESO) della Scuola Politecnica Federale di Losanna (EPFL) ed il Programma PI EDIL. In Svizzera, dopo la sua apparizione (1992), MERIP si è largamente diffuso presso gli attori del rinnovamento degli immobili abitativi. Ne è la prova il fatto che oggi è divenuto il metodo di riferimento nel quadro del regolamento di applicazione della Legge vodese del 4 marzo sulla demolizione, la trasformazione ed il rinnovamento delle case di abitazione. Il metodo MERIP permette, per mezzo di una visita sistematica, di determinare l'entità del degrado in un immobile e di stimarne i costi di rinnovamento. Il tempo necessario per il sopralluogo e per l'elaborazione del rapporto è molto breve, normalmente richiede circa due giorni. Con una precisione dell'ordine del $\pm 15\%$, sufficiente a questo stadio, MERIP determina la stima dei costi più vicina alla realtà. Infatti, da studio di fattibilità, MERIP diventa base per la scelta della migliore strategia di investimento nelle attività di ristrutturazione.

Il progetto EPIQR (Energy Performance, Indoor environmental Quality and Retrofit), realizzato nel quadro del programma europeo JOULE, ha permesso di mettere a punto uno strumento multimediale basato su MERIP che permette di:

- valutare lo stato di degrado di un edificio attraverso un'analisi completa e rapida;
- analizzare possibili scenari di intervento che abbiano per scopo non solo la riqualificazione dell'edificio ma anche il miglioramento del suo rendimento energetico e della qualità ambientale interna degli alloggi;
- stimare il costo degli scenari di intervento. È stata realizzata una base di dati contenente i costi di più di 800 lavori di rinnovo che permette di fornire una stima rapida del costo totale delle opere previste;
- stimare l'evoluzione probabile del degrado dei componenti e la conseguente evoluzione dei costi di ripristino che ne deriverebbe.

EPIQR è dunque uno strumento di pianificazione tecnico-finanziaria nel recupero degli edifici residenziali e permette di valutare le varie opzioni e i diversi scenari d'intervento possibili.

I partner europei del progetto EPIQR sono stati:

- Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL)
- Building Research Establishment (**BRE**), Royaume-Uni (coordinatore del progetto)
- Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (**CSTB**), Francia
- Danish Building Research Institut (**SBI**), Danimarca
- Indoor Environment (**TNO Bouw**), Olanda
- Institut für Bauphysik (**IBP**), Germania
- National Observatory of Athens (**NOA**), Grecia

L'Italia non ha preso parte al progetto EPIQR. Recentemente Environment Park in collaborazione con l'EPFL ha sviluppato una versione del programma per il contesto italiano.

EPIQR è una nuova metodologia che permette l'acquisizione in breve tempo, quindi con poca spesa di risorse, dell'insieme dei dati necessari per ottenere una valutazione dei costi per la riqualificazione di un immobile e ciò con una precisione sufficiente, vale a dire compatibile con le fluttuazioni registrate nel campo della costruzione.

Funzionalità di EPIQR

EPIQR permette:

- di redigere un dossier completo d'informazioni adatte a descrivere lo stato generale dell'immobile da ristrutturare;
- di formulare un'analisi relativa allo stato sia fisico che funzionale dell'edificio;
- di determinare nel dettaglio la natura delle opere da intraprendere;
- di stimare, con un'approssimazione del $\pm 15\%$, la spesa probabile per la ristrutturazione dell'immobile;
- di ottimizzare il consumo di energia dell'edificio;
- di prendere le misure necessarie per porre rimedio agli inconvenienti legati alla qualità dell'aria o al comfort interno degli appartamenti;
- di confrontare degli scenari d'intervento considerando l'invecchiamento degli elementi dell'edificio e l'evoluzione dei costi in funzione della pianificazione dei lavori (pianificazione degli investimenti);
- di valutare le possibilità d'aumento del valore d'uso dell'immobile (miglioramenti);

L'analisi

Il metodo EPIQR permette di redigere un'analisi sommaria del livello di degrado di un edificio residenziale. Questa è destinata a permettere una prima valutazione dello stato dell'immobile ed una prima stima dei costi necessari alla sua riqualificazione.

L'analisi viene sviluppata attraverso:

- una visita completa e sistematica dell'edificio secondo un itinerario che permette di visionare tutti i suoi elementi; si tratta di constatazioni visive, senza sondaggi né ricorsi a specialisti;
- un'analisi delle possibilità di rinnovamento secondo diversi scenari che descrivono le opere previste, i costi (dettagliati) che ne derivano, il consumo presumibile di energia nonché gli eventuali miglioramenti della qualità dell'aria e delle condizioni di comfort interne.

L'analisi che viene stesa al momento del sopralluogo costituisce una fotografia dell'immobile in un momento preciso del suo ciclo di vita.

In funzione di questa analisi si possono proporre diversi scenari d'intervento.

Per fare ciò EPIQR permette di costruire più varianti d'intervento, definite da opere diverse, partendo dalla stessa analisi. Queste opere possono essere considerate sia globalmente (caso più corrente), sia parzialmente. Esiste anche la possibilità d'introdurre dei lavori che non sarebbero stati previsti dal metodo ma che sono specifici dell'immobile analizzato (i costi legati a questi lavori vanno tuttavia inseriti).

Gli elementi e i tipi

Per poter stendere l'analisi dello stato di degrado fisico e funzionale e la stima dei costi delle opere di ristrutturazione, l'edificio è scomposto in 50 elementi. Questa scelta risulta da un compromesso tra la semplicità e una sufficiente precisione. Gli elementi sono classificati secondo la logica di una visita sistematica all'immobile sono organizzati in gruppi funzionali.

Gli elementi sono stati definiti in base ai seguenti obiettivi:

- facilitare l'analisi suddividendo l'edificio in elementi omogenei;
- evitare elementi troppo piccoli;
- suddividere nel modo migliore gli elementi che potrebbero comportare altri interventi (necessità di un ponteggio per il rifacimento delle facciate o per la sostituzione delle gronde);
- prendere in considerazione gli elementi il cui rinnovo non può che essere totale.

Allo scopo di poter applicare il metodo a un parco immobiliare, per certi elementi sono stati definiti dei "tipi" che possono dipendere dall'età o dal sistema costruttivo dell'edificio o dell'elemento considerato.

Ad esempio l'elemento 03 "Facciate" include 5 tipi:



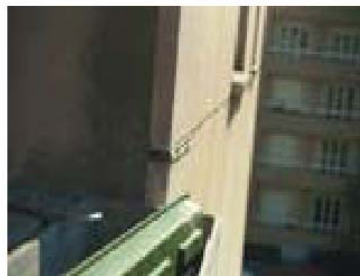
Tipo 1 Intonaco



Tipo 2 Muratura apparente



Tipo 3 Elementi prefabbricati
In calcestruzzo



Tipo 4 Rivestimento tipo pietra



Tipo 5 Facciata continua

Se necessario, i tipi possono essere combinati assegnando ad ognuno di essi una percentuale sul totale dell'elemento.

In altri casi i tipi si escludono mutuamente. Avviene nell'elemento 48 "Ventilazione", che comporta 3 tipi:

- tipo 1: Ventilazione naturale per apertura delle finestre
- tipo 2: Ventilazione naturale per effetto del camino
- tipo 3: Ventilazione meccanica controllata

I codici di degrado

Per valutare il livello di degrado di ciascuno dei 50 elementi, sono stati scelti 4 codici che rappresentano le condizioni attuali più probabili.

Una maggiore suddivisione non migliora la precisione poiché diviene difficile aggiungere gruppi di prestazioni plausibili e omogenee.

I codici di degrado sono i seguenti:

- **Codice a** - Buono stato: nessuna osservazione da fare, devono essere effettuati solo lavori regolari di manutenzione (es. : regolazione del bruciatore della caldaia, rastrellamento della ghiaia sui tetti piani, ecc.).
- **Codice b** - Degrado leggero: il funzionamento dell'elemento è interamente assicurato, appaiono le prime indicazioni di usura, sono possibili e utili dei lavori di protezione o delle piccole riparazioni.
- **Codice c** - Degrado medio: il funzionamento dell'elemento è ancora assicurato nell'insieme ma lo stato è mediocre; delle parti dell'elemento devono essere sostituite e le riparazioni sono più difficili; si possono avere delle conseguenze su altri elementi.
- **Codice d** - Fine della durata di vita: le prestazioni non sono più assicurate nel loro insieme o del tutto assenti; l'elemento non può più essere riparato, deve essere sostituito; si possono avere delle conseguenze su altri elementi.
- **Codici s, t, u, v** - Per certi elementi questi codici permettono di prevedere degli interventi-tipo che vanno oltre il semplice ripristino e permettono di fare l'analisi del potenziale miglioramento del livello dello standard (aumento del valore d'uso).

Codice	Stato	Urgenza	Interventi
a	Buono stato	Conservare	Manutenzione
b	Degrado leggero	Sorvegliare	Leggeri ripristini
c	Degrado medio	Intervenire	Ripristini medi
d	Fine della durata di vita	Intervenire immediatamente	Rinnovamento (sostituzione)
s,t,u,v	Potenziale di miglioramento	Facoltativo	Aumento del valore d'uso

I lavori che corrispondono ai codici di degrado a, b, c, d sono numerati rispettivamente 1, 2, 3, 4.

Si tratta di lavori predefiniti corrispondenti ad un livello d'intervento standard di ripristino.

Nello scenario "Analisi", generato automaticamente dal programma, le corrispondenze sono le seguenti :

- codice a – livello d'intervento 1
- codice b – livello d'intervento 2
- codice c – livello d'intervento 3
- codice d – livello d'intervento 4

Allo scopo di aiutare a definire l'analisi, l'interfaccia di EPIQR propone, per ciascun codice di degrado e di miglioramento, delle foto tipiche e rappresentative delle situazioni descritte.



Facciata intonacata in codice D

Allo scopo di prendere in considerazione gli effetti del coinvolgimento di altri componenti, che si potrebbe tradurre nella necessità di procedere alla loro sostituzione, è stata introdotta la nozione di codice obbligato.

Nel corso della costruzione, la posa di certi componenti è legata ad altri. È per questo motivo che il degrado di certi elementi può avere un'incidenza su altri e ciò indipendentemente dallo stato di questi ultimi. I codici obbligati prendono appunto in considerazione questi legami.

Se, per esempio, è necessario procedere al rifacimento o al rinforzo dell'isolamento termico di una copertura piana (Elemento 30 tipo 2), sarà indispensabile sostituire l'impermeabilizzazione sovrastante nonché le opere da lattoniere ad essa legate, anche se queste sono in buono stato.

Il programma EPIQR permette di decidere sull'opportunità di applicare o meno questi codici obbligati e ciò secondo la situazione o il caso particolare cui si è confrontati.

Il coefficiente di complessità

È stata elaborata una base di dati contenente i prezzi di più di 800 opere di ristrutturazione espressi sotto forma di indice. Questi indici sono stati determinati partendo dai valori medi. È possibile adattare globalmente questa base di dati a uno specifico intervento attraverso un coefficiente moltiplicatore chiamato coefficiente di complessità.

Questo coefficiente risulta dalla combinazione di 3 fattori:

- dimensione dell'operazione. Si distinguono:
 - piccolo immobile con meno di 10 appartamenti
 - immobile medio da 10 sino a 20 appartamenti
 - grande immobile con più di 20 appartamenti
- condizioni di lavoro. Si distinguono:
 - immobile con più di 4 livelli (incluso il piano terra) e appartamenti occupati durante i lavori
 - immobile con più di 4 livelli (incluso il piano terra) oppure appartamenti occupati durante i lavori (una delle due condizioni)
 - immobile di 4 livelli o meno ed appartamenti liberi durante i lavori
- condizioni d'accesso. Si distinguono:
 - cattivo accesso e assenza di spazi di deposito
 - cattivo accesso oppure assenza di spazi di deposito (una delle due condizioni)
 - buon accesso con spazi di deposito

La visita sistematica EPIQR

Lo stato di degrado dell'immobile oggetto dell'analisi viene valutato attraverso una visita effettuata da un rilevatore. Quest'ultima è organizzata secondo un percorso standard:

1. visita degli spazi esterni e delle facciate
2. visita delle cantine
3. visita dei percorsi e delle parti comuni
4. visita delle soffitte e del tetto
5. visita di almeno 3 appartamenti (nel caso di edifici multi appartamento)

Si tratta di una valutazione globale dell'edificio realizzata per mezzo dell'osservazione delle parti comuni e di un campione degli appartamenti che devono essere rappresentativi dell'insieme dell'immobile, nel caso non si tratti di un edificio isolato.

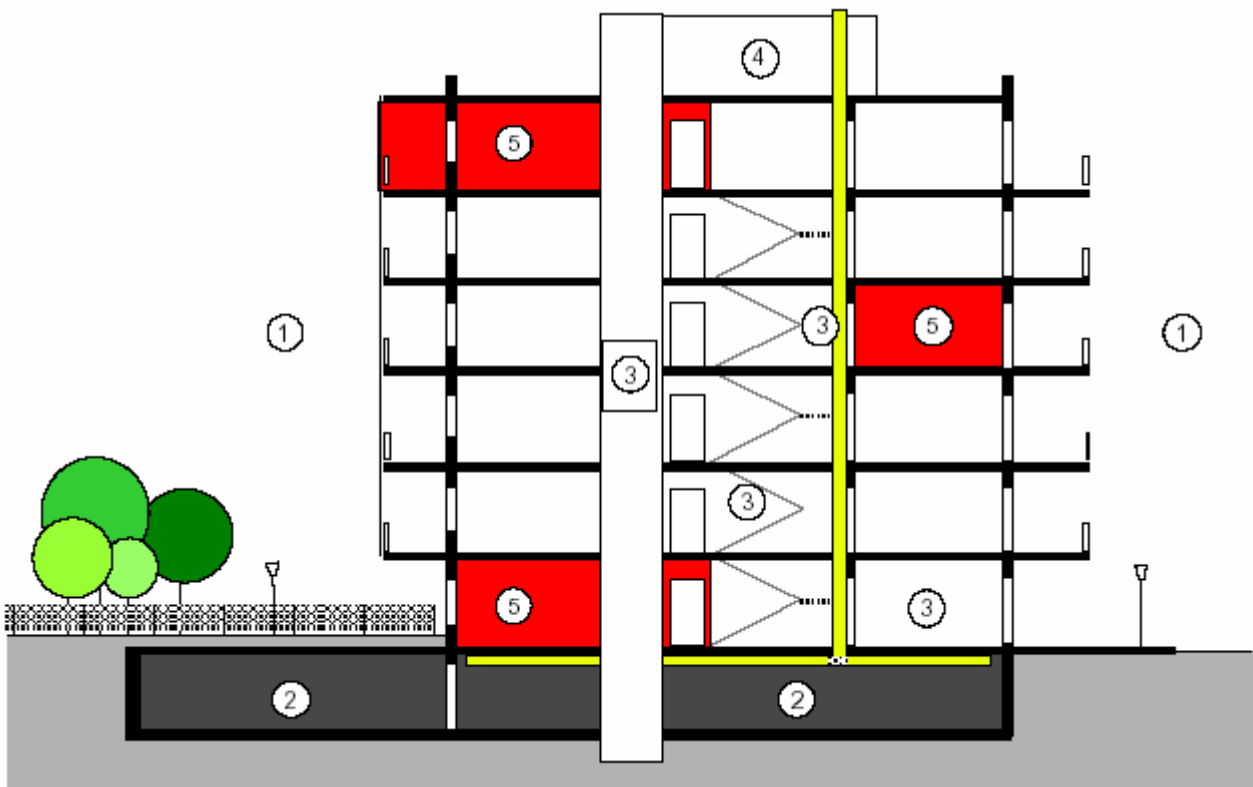
Questi appartamenti, che se possibile dovrebbero dare su facciate di diverso orientamento, saranno scelti nel modo seguente:

- 1 appartamento al piano terra o al primo piano
- 1 appartamento situato sotto la copertura
- 1 appartamento ad un piano tipo

Durante questo sopralluogo, le informazioni sono raccolte su un modulo apposito stampato preventivamente.

Per ogni elemento, attraverso i codici a, b, c, e d, viene rilevato lo stato di degrado, fisico o funzionale, che l'elemento presenterà. L'analisi è stabilita de visu. Non è necessario, in questa fase dell'analisi dell'edificio, procedere a sondaggi o ad altri mezzi di investigazione.

Se fossero necessarie delle perizie complementari per confermare un giudizio, per esempio la consultazione di un ingegnere civile, l'estensore dell'analisi ne viene avvertito.



Il percorso della visita sistematica

Il bilancio termico

Il programma EPIQR include un modulo che permette di effettuare il bilancio termico allo stato attuale dell'edificio nonché delle simulazioni per valutare le possibilità di miglioramento del rendimento energetico.

Il bilancio termico permette di valutare le perdite ed i guadagni termici di un edificio in base alle caratteristiche d'involucro e degli impianti tecnici.

Il bilancio tiene conto degli apporti interni e solari e permette di calcolare le necessità in energia utile per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria.

I calcoli vengono effettuati in base alla norma europea EN 832.

Partendo dai coefficienti dimensionali raccolti per definire l'analisi e da qualche informazione complementare, come la percentuale delle aperture in facciata o la data di costruzione, il modulo bilancio termico propone dei valori predefiniti del coefficiente U (trasmittanza termica) dell'involucro che discendono dalle informazioni preliminari.

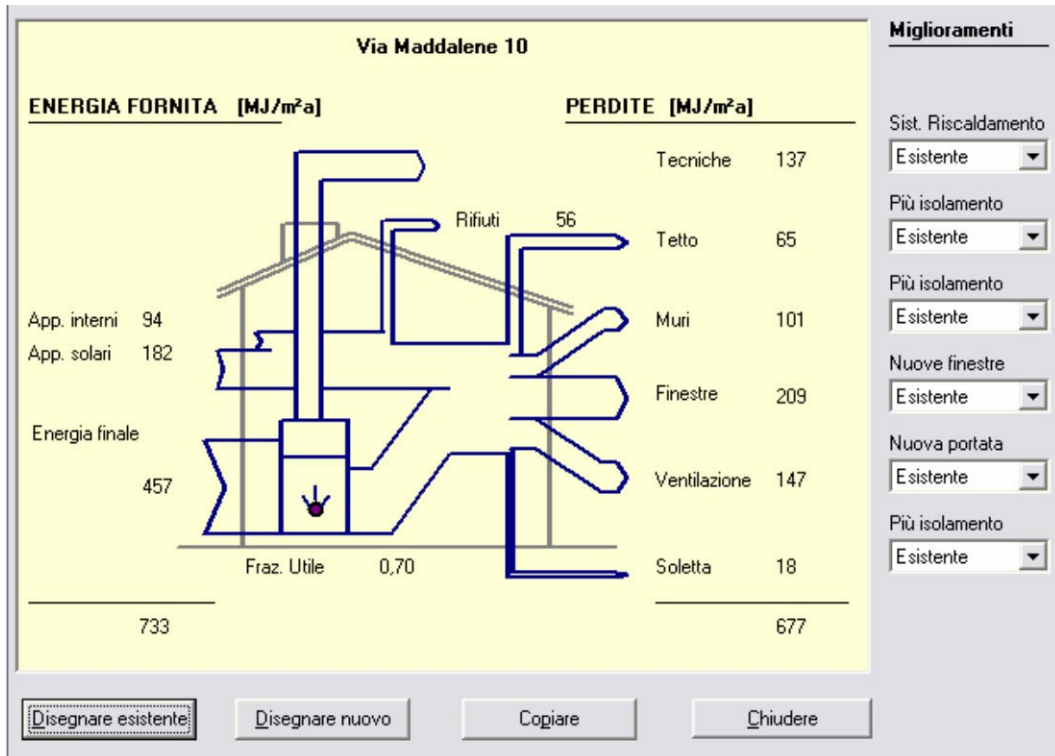
Se non si dispone di informazioni più precise, EPIQR propone un primo calcolo di bilancio termico.

Se, per contro, si ha un'idea della composizione delle stratigrafie d'involucro dell'edificio, EPIQR dispone di una base di dati nella quale si può scegliere in modo più preciso i valori dei coefficienti U dei componenti.

Allo stesso modo, se si dispone dei disegni dell'edificio e si sono potute fare delle misurazioni, si possono introdurre le quantità precise di ogni componente dell'involucro.

Una volta sviluppato il bilancio termico dello stato attuale dell'edificio, possono essere condotte delle simulazioni energetiche, per esempio aggiungendo dell'isolamento, cambiando i tipi di

finestre o modificando il tasso di rinnovo dell'aria. Viene così elaborato un nuovo grafico che indica il guadagno energetico dovuto a ciascun intervento. Ciò permette valutare la migliore strategie per migliorare il bilancio termico dell'edificio.

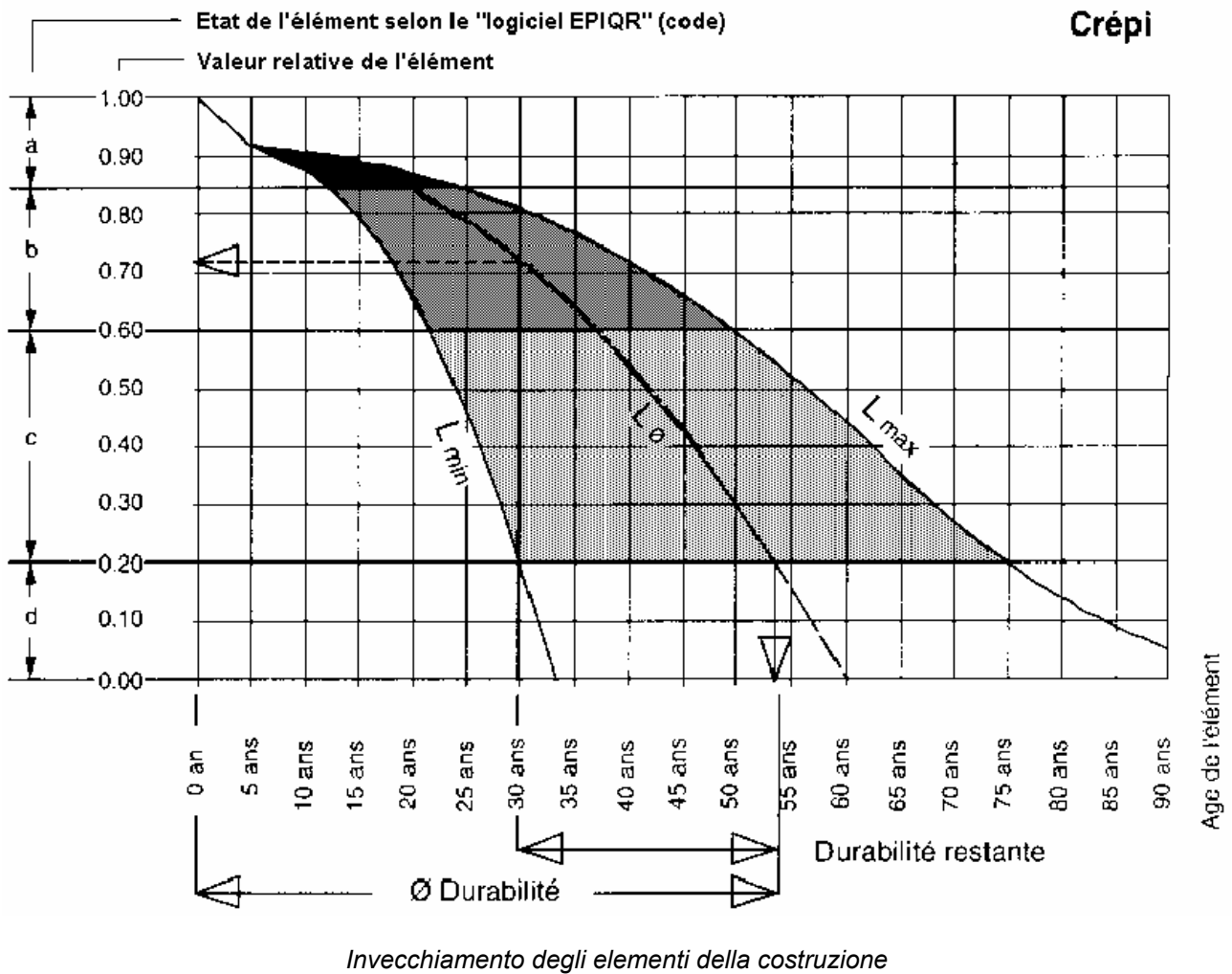


Bilancio termico dello stato attuale dell'edificio

Valutazione dei probabili degradi – Il metodo MEDIC

Partendo dall'analisi, il programma EPIQR permette di simulare l'evoluzione probabile nel corso del tempo del degrado degli elementi, ciò se non si decide di intervenire immediatamente. I risultati di questa simulazione sono visualizzati sotto forma di grafico. Queste informazioni sono fornite sulla base di dati statistici sulla durata di vita dei componenti degli edifici.

Indicando al committente quale sarà finanziariamente il momento più opportuno per fare dei lavori di rinnovamento, queste informazioni costituiscono la base di una pianificazione finanziaria e permettono di determinare delle strategie per la gestione degli edifici.



I risultati

L'insieme delle informazioni, raccolte durante la fase iniziale e successivamente analizzate, viene automaticamente trascritto sotto la forma di un rapporto di valutazione contenente gli elementi che seguono.

Livello 1

Il risultato dell'analisi viene presentato sotto forma di un rapporto semplificato che comporta l'analisi di ogni elemento, accompagnata da un grafico a stella che indica il costo globale del rinnovamento, nonché una prima ripartizione di questi costi in funzione del peso economico di ciascuno degli elementi.

Grafico del degrado di Diagnosi senza i codici obbligati

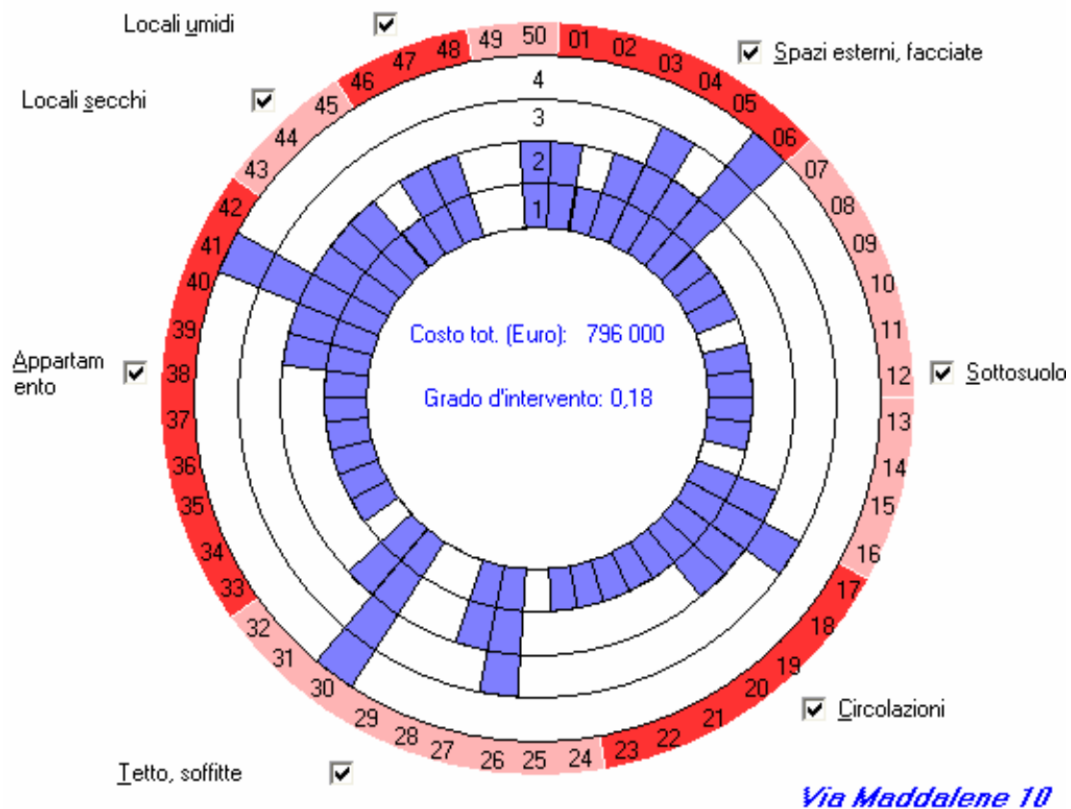


Grafico dei degradi e del costo globale di rinnovamento

Livello 2

Il risultato dell'analisi viene presentato sotto forma di un rapporto più dettagliato. Questo comprende un testo che descrive l'analisi di ogni elemento, stabilita a partire dalla descrizione dei degradi definiti da EPIQR e personalizzata dai commenti e complementi apportati nel corso del sopralluogo dall'estensore dell'analisi.

I lavori di rinnovo figurano a loro volta su questo rapporto. Si tratta non solo della descrizione globale delle opere ma anche della descrizione dettagliata delle stesse, classificate secondo uno schema di organizzazione chiamato CCC (Codice dei costi di costruzione).

Anche il costo stimato dei lavori viene indicato, globalmente per l'elemento e in modo dettagliato per ogni voce del CCC.

La base di dati dei costi dei lavori contenuti in EPIQR è stata stabilita partendo da quella del metodo MERIP. Tenuto conto dell'esperienza di questo metodo e del feed-back degli utenti, certi costi sono stati corretti o adattati in EPIQR. La versione italiana di EPIQR contiene una base costi generale basata su un prezzario medio.

Appendice 2

AEBAT **Schede di Raccolta Dati**

SCHEDE DI RILIEVO AEBAT

INFORMAZIONI DI BASE

Rilevatore	
Telefono	
e-mail	

Denominazione edificio	
Indirizzo	
Città	
Comunità montana	
Data di costruzione	
Tipologia edificio	

Grado di urbanizzazione del sito e dell'area circostante	
Qualità del trasporto pubblico	
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'acqua potabile	
Adeguatezza del sistema di approvvigionamento dell'energia elettrica	
Uso principale del sito e area circostante	

SCHEDA DI RILIEVO 1/11
CARATTERISTICHE EDIFICIO

COEFFICIENTI DIMENSIONALI			
			Note:
SUPERFICIE FACCIATA 1		m ²	1
	orientamento		
SUPERFICIE FACCIATA 2		m ²	1
	orientamento		
SUPERFICIE FACCIATA 3		m ²	1
	orientamento		
SUPERFICIE FACCIATA 4		m ²	1
	orientamento		

ALTEZZA ALLA GRONDA		m	/
---------------------	--	---	---

OCCUPAZIONE AL SUOLO		m ²	2
----------------------	--	----------------	----------

NUMERO DEI PIANI FUORI TERRA			/
------------------------------	--	--	---

NUMERO DEI VANI SCALA			/
-----------------------	--	--	---

NUMERO APPARTAMENTI			/
---------------------	--	--	---

SUPERFICIE UTILE		m ²	3
------------------	--	----------------	----------

COEFFICIENTI DI COSTO	
Immobile	
Piccolo immobile con meno di 10 appartamenti	
Immobile medio da 10 a 20 appartamenti	
Immobile grande con più di 20 appartamenti	
Cantiere	
Accesso difficoltoso e senza spazio per il deposito	
Accesso difficoltoso o senza spazio per il deposito	
Buono spazio con accesso per il deposito	

AREE ESTERNE DI PERTINENZA			
SUPERFICIE PARTICELLA		m ²	4

SUPERFICIE AREA ESTERNA PAVIMENTATA CON MATERIALI PERMEABILI ALL'ACQUA			
Materiale		Superficie	
		m ²	/
		m ²	/

SUPERFICIE AREA ESTERNA VERDE		m ²	/
-------------------------------	--	----------------	---

SUPERFICIE AREA ESTERNA PAVIMENTATA CON MATERIALI NON PERMEABILI ALL'ACQUA			
Materiale		Superficie	/
		m ²	/
		m ²	/

Note alla scheda 1/11:	
1	La facciata 1 corrisponde a quella principale, cioè dove è presente l'ingresso all'edificio. Per la numerazione di quelle successive proseguire in senso antiorario.
1bis	La superficie di una determinata facciata è la somma delle superfici opache e trasparenti aventi il medesimo orientamento.
2	Considerare come "OCCUPAZIONE AL SUOLO" l'occupazione al suolo dell'edificio
3	Considerare come "SUPERFICIE UTILE" le aree delle superfici calpestabili riscaldate; nel caso di appartamenti su più livelli sommare le varie superfici utili.
4	La somma delle aree esterne deve corrispondere alla "SUPERFICIE DELLA PARTICELLA"

SCHEMA DI RILIEVO 2/11:
BILANCIO TERMICO

Consumo di energia annuo					
Periodo		Fonte energetica		Nota:	1a
		Gasolio		Importo bolletta (euro)	
I			Kg		
II			Kg		
III			Kg		
IV			Kg		
V			Kg		
VI			Kg		
Totale			Kg	Kg	
Consumo di energia			MJ/m ²	Nota:	1b

Periodo		Fonte energetica			
		Gas Metano		Importo bolletta (euro)	
I			m ³		
II			m ³		
III			m ³		
IV			m ³		
V			m ³		
VI			m ³		
Totale			m ³		
Consumo di energia			MJ/m ²	Nota:	1c

Periodo		Fonte energetica			
		Legno		Importo bolletta (euro)	
I			Kg		
II			Kg		
III			Kg		
IV			Kg		
V			Kg		
VI			Kg		
Totale			Kg		
Consumo di energia			MJ/m ²	Nota:	1d

Periodo		Fonte energetica			
		Altro combustibile		Importo bolletta (euro)	
I			kWh		
II			kWh		
III			kWh		
IV			kWh		
V			kWh		
VI			kWh		
Totale			kWh		
Consumo di energia			MJ/m ²	Nota:	1e

Periodo		Fonte energetica			
		Elettricit�		Importo bolletta (euro)	
Annuale			kWh		
Consumo di energia			MJ/m ²	Nota:	1e

Caldaia			Note:
Potenza termica		kW	2

Stato funzionale			
Caldaia molto vecchia sopra dimensionata con cattivo rendimento e condotte di distribuzione mal isolate. Assenza di regolazione.			
Vecchia caldaia con cattivo rendimento o nuova caldaia sopra dimensionata con condotte di distribuzione mail isolate			
Caldaia e condotte di distribuzione standard. Regolazione conforme alle norme.			
Caldaia a condensazione, condotte perfettamente isolate, regolazione migliorata. Riscaldamento individuale elettrico in cattivo stato.			
Altro:			3
Modalità produzione acqua calda			4

Sistemi di controllo dell'impianto di riscaldamento			Note:
Non viene impiegato nessun sistema di controllo dell'impianto di riscaldamento.			
Impianto centralizzato: la caldaia è dotata di una centralina di controllo (programmatore).			
Impianto individuale: la caldaia è corredata di un termostato e/o cronotermostato.			
Radiatori: sono impiegate valvole termostatiche sui corpi scaldanti.			
Sistemi radianti: sono impiegati termostati in ogni ambiente.			
Altro:			5

Massa termica dell'edificio			
Molto debole (edificio con struttura metallica, facciata continua, pareti prefabbricate)			
Media (alcuni elementi pesanti – solette – altri leggeri – pareti prefabbricate)			
Abbastanza elevata (elementi pesanti e mediamente pesanti – muri in mattoni, solette in laterocemento – e qualche elemento leggero – pareti divisorie)			
Elevata (pareti e solette pesanti)			

Ventilazione degli ambienti interni			
Edificio stagno con ventilazione controllata e recupero del calore			
Edificio stagno con ventilazione controllata e senza recupero del calore			
Edificio mediamente stagno con ventilazione standard			
Vecchi edifici non stagni con ventilazione non controllata			

Note alla scheda 2/11:	
1a	Indicare gli importi bimestrali o trimestrali dati dalla lettura delle bollette ed indicare il bimestre o il trimestre a cui la bolletta fa riferimento. Nel caso in cui siano presenti altre fonti energetiche riportare i dati di consumo in kWh.
1b	Si considerano i consumi espressi in MJ/m ² calcolati su base annua. Per convertire i Kg consumati di gasolio in energia primaria, si devono moltiplicare per 0,047 (potere calorifico inferiore del gasolio in [MJ/kg]). Il consumo energetico in MJ deve essere poi diviso per la superficie utile dell'immobile al fine di ottenere il fabbisogno di energia primaria espresso in MJ/m ² . Per effettuare i calcoli può essere impiegato il file "Conversioni.xls".
1c	Si considerano i consumi espressi in MJ/m ² calcolati su base annua. Per convertire i m ³ consumati di metano in energia primaria, si devono moltiplicare per 0,035 (potere calorifico inferiore del metano in [MJ/m ³]). Il consumo energetico in MJ deve essere poi diviso per la superficie utile dell'immobile al fine di ottenere il fabbisogno di energia primaria espresso in MJ/m ² . Per effettuare i calcoli può essere impiegato il file "Conversioni.xls".
1d	Si considerano i consumi espressi in MJ/m ² calcolati su base annua. Per convertire i Kg consumati di legno in energia primaria, si devono moltiplicare per 0,017 (potere calorifico inferiore del legno in [MJ/kg]). Il consumo energetico in MJ deve essere poi diviso per la superficie utile dell'immobile al fine di ottenere il fabbisogno di energia primaria espresso in MJ/m ² . Per effettuare i calcoli può essere impiegato il file "Conversioni.xls".
1e	Si considerano i consumi espressi in MJ/m ² calcolati su base annua. Per convertire un consumo energetico da kWh a MJ, moltiplicare il valore in kWh per il fattore 3,6. Il consumo energetico in MJ deve essere poi diviso per la superficie utile dell'immobile al fine di ottenere il fabbisogno di energia primaria espresso in MJ/m ² . Per effettuare i calcoli può essere impiegato il file "Conversioni.xls".
2	Indicare la potenza termica della caldaia, nel caso in cui si tratti di caldaie puntuali distribuite nelle stanze, calcolare la sommatoria delle varie potenze termiche
3	Indicare l'eventuale tipologia di caldaia utilizzata
4	Indicare la modalità di produzione di acqua calda, ad esempio: centralizzata con caldaia, boiler elettrico, boiler a gas metano.
5	Indicare se l'eventuale tipologia di sistema di controllo utilizzato

SCHEDA DI RILIEVO 3/11:

FACCIAE

Facciata 1				
Orientamento				

Finestre				
Tipo (vetro semplice, doppio, triplo)				
Materiale telaio (legno, alluminio, pvc)				
Superficie complessiva		m ²	Nota:	/

Altro				
Porta		m ²	Nota:	/
Apertura libera		m ²	Nota:	/

Muro esterno				
Tipo (portante, tamponamento)			Nota:	1
Superficie		m ²	Nota:	2
Stratigrafia (da interno verso esterno)				
materiale	spessore			
		cm		
		cm		
		cm		
		cm		
tot		cm		

Muro verso zona non riscaldata				
Tipo (portante, tamponamento)			Nota:	1
Superficie		m ²	Nota:	2
Stratigrafia (da interno verso esterno)				
materiale	spessore			
		cm		
		cm		
		cm		
		cm		
		cm		
tot		cm		

Muro interrato			
Tipo (portante, tamponamento)			Nota: 1
Superficie		m ²	Nota: 2
Stratigrafia (da interno verso esterno)			
materiale	spessore		
		cm	
		cm	
		cm	
tot		cm	

Facciata 2	
Orientamento	

Finestre			
Tipo (vetro semplice, doppio, triplo)			
Materiale telaio (legno, alluminio, pvc)			
Superficie complessiva		m ²	Nota: /

Altro			
Porta opaca		m ²	Nota: /
Apertura libera		m ²	Nota: /

Muro esterno			
Tipo (portante, tamponamento)			Nota: 1
Superficie		m ²	Nota: 2
Stratigrafia (da interno verso esterno)			
materiale	spessore		
		cm	
		cm	
		cm	
		cm	
tot		cm	

Muro verso zona non riscaldata			
Tipo (portante, tamponamento)			Nota: 1
Superficie		m ²	Nota: 2
Stratigrafia (da interno verso esterno)			
materiale	spessore		
		cm	
		cm	
		cm	
		cm	
		cm	
		cm	
tot		cm	

Muro interrato			
Tipo (portante, tamponamento)			Nota: 1
Superficie		m ²	Nota: 2
Stratigrafia (da interno verso esterno)			
materiale	spessore		
		cm	
		cm	
		cm	
tot		cm	

Facciata 3

Orientamento	
--------------	--

Finestre

Tipo (vetro semplice, doppio, triplo)	
Materiale telaio (legno, alluminio, pvc)	
Superficie complessiva	m ² Nota: /

Altro

Porta	m ²	Nota:	/
Apertura libera	m ²	Nota:	/

Muro esterno

Tipo (portante, tamponamento)		Nota:	1
Superficie	m ²	Nota:	2
Stratigrafia (da interno verso esterno)			
materiale	spessore		
		cm	
		cm	
		cm	
		cm	
tot		cm	

Muro verso zona non riscaldata

Tipo (portante, tamponamento)		Nota:	1
Superficie	m ²	Nota:	2
Stratigrafia (da interno verso esterno)			
materiale	spessore		
		cm	
		cm	
		cm	
		cm	
		cm	
		cm	
tot		cm	

Muro interrato				
Tipo (portante, tamponamento)				Nota: 1
Superficie		m ²	Nota: 2	
Stratigrafia (da interno verso esterno)				
materiale	spessore			
			cm	
			cm	
			cm	
tot			cm	

Facciata 4	
Orientamento	

Finestre				
Tipo (vetro semplice, doppio, triplo)				
Materiale telaio (legno, alluminio, pvc)				
Superficie complessiva		m ²	Nota: /	

Altro				
Porta opaca		m ²	Nota: /	
Apertura libera		m ²	Nota: /	

Muro esterno				
Tipo (portante, tamponamento)				Nota: 1
Superficie		m ²	Nota: 2	
Stratigrafia (da interno verso esterno)				
materiale	spessore			
			cm	
			cm	
			cm	
			cm	
tot			cm	

Muro verso zona non riscaldata			
Tipo (portante, tamponamento)		Nota:	1
Superficie	m ²	Nota:	2
Stratigrafia (da interno verso esterno)			
materiale	spessore		
		cm	
		cm	
		cm	
		cm	
		cm	
		cm	
tot		cm	

Muro interrato			
Tipo (portante, tamponamento)		Nota:	1
Superficie	m ²	Nota:	2
Stratigrafia (da interno verso esterno)			
materiale	spessore		
		cm	
		cm	
		cm	
tot		cm	

Note alla scheda 3/11:	
1	Indicare la tipologia della partizione muraria
2	Considerare la sola superficie opaca delle pareti esterne. Non considerare la superficie di eventuali aperture, porte, finestre, etc. Nella stratigrafia indicare i materiali utilizzati e i relativi spessori.
<i>Muro esterno:</i>	E' la partizione verticale che divide l'ambiente riscaldato dall'esterno.
<i>Muro verso zona non riscaldata:</i>	E' la partizione che divide l'ambiente riscaldato da un ambiente chiuso non riscaldato (ad esempio da un garage)
<i>Muro interrato:</i>	E' la partizione verticale a contatto con il terreno.

SCHEDA DI RILIEVO 4/11:
COPERTURA

Copertura su locale non riscaldato			
			Note:
Tipologia			1
Superficie		m ²	2
Stratigrafia (da interno verso esterno)			
materiale	spessore		
			cm
			cm
			cm
			cm
			cm
			cm
tot			cm

Copertura su esterno			
			Note:
Tipologia			1
Superficie		m ²	2
Stratigrafia (da interno verso esterno)			
materiale	spessore		
			cm
			cm
			cm
			cm
			cm
			cm
tot			cm

Tetto trasparente			
			Note:
Tipologia			1
Superficie		m ²	2
Tipo (vetro semplice, doppio, triplo)			
Materiale telaio (legno, alluminio, pvc)			

Note alla scheda 4/11:	
1	Inserire la tipologia dell'elemento edilizio, ad esempio se si tratta di tetto piano, a falde, tetto verde, ecc.
2	Indicare la superficie dell'elemento
<i>Copertura su locale non riscaldato:</i>	E' la partizione che divide l'ambiente riscaldato da un locale non riscaldato.
<i>Copertura su esterno:</i>	E' la partizione che divide l'ambiente riscaldato dall'esterno.
<i>Tetto vetrato:</i>	Elemento di copertura trasparente, ad esempio una cupola in vetro, un lucernario, ecc.

SCHEDA DI RILIEVO 5/11:

SOLETTA

Soletta su terrapieno			
			Note:
Tipologia			1
Superficie		m ²	2
Stratigrafia (da interno verso esterno)			
materiale	spessore		
			cm
			cm
			cm
			cm
			cm
			cm
tot			cm

Soletta su locale non riscaldato			
			Note:
Tipologia			1
Superficie		m ²	2
Stratigrafia (da interno verso esterno)			
materiale	spessore		
			cm
			cm
			cm
			cm
			cm
			cm
tot			cm

Soletta su esterno (pilotis)			
			Note:
Tipologia			1
Superficie		m ²	2
Stratigrafia (da interno verso esterno)			
materiale	spessore		
			cm
			cm
			cm
			cm
			cm
			cm
tot			cm

Note alla scheda 5/11:	
1	Inserire la tipologia dell'elemento edilizio, ad esempio se si tratta di solaio latero-cemento, volta a botte, volta a cassettoni, etc.
2	Indicare la superficie dell'elemento
<i>Soletta su terrapieno:</i>	E' la partizione orizzontale che appoggia direttamente su terrapieno.
<i>Soletta su locale non riscaldato:</i>	E' la partizione orizzontale che divide l'ambiente riscaldato da un locale non riscaldato.
<i>Soletta su esterno (pilotis):</i>	E' la partizione orizzontale che divide l'ambiente riscaldato dall'esterno.

SCHEDA DI RILIEVO 6/11:
ACQUA

Irrigazione			
			Note:
Consumo annuo di acqua potabile		m ³	/
Importo bolletta		euro	/
Area superfici da irrigare		m ²	/
Impiego acqua di pozzo (si/no)			1

Usi indoor			
			Note:
Consumo annuo di acqua potabile		m ³	/
Importo bolletta		euro	/

Recupero acque grigie			
			Note:
Volume annuo di acqua di scarico recuperata		m ³	/
Impiego			2

Recupero acqua piovana			
			Note:
Volume serbatoio di accumulo		m ³	/
Superficie captante		m ²	3
Impiego			

Note alla scheda 6/11:	
1	Indicare se viene utilizzata dell'acqua di pozzo
2	Indicare l'effettivo utilizzo di eventuali acque grigie di scarico recuperate
3	Considerare l'area complessiva della superfici da cui si recupera l'acqua piovana

**SCHEDA DI RILIEVO 7/11:
QUALITÀ DELL'ARIA INDOOR**

Fibre minerali	
Sono presenti materiali fortemente degradati contenenti fibre potenzialmente nocive (amianto, lana di roccia, lana di vetro)	
Sono presenti materiali che possono rilasciare fibre potenzialmente nocive.	
Sono presenti materiali contenenti fibre minerali ma queste ultime non possono essere rilasciate in ambiente.	
Non sono presenti materiali contenenti fibre minerali.	

INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO

Inquinamento elettromagnetico	
Sono presenti locali adiacenti una cabina elettrica	
Sono presenti locali adiacenti un quadro elettrico	
L'edificio è adiacente a un elettrodotto	

RIFIUTI

Rifiuti solidi		
		Note:
E' presente un servizio di raccolta differenziata ?		1
Superficie dell'area centralizzata per la raccolta differenziata		m ² /
Tipo di rifiuti che è possibile smaltire in maniera differenziata		

Note alla scheda 9/11:	
1	Indicare se è presente un servizio di raccolta differenziata. Se all'interno del lotto dell'edificio è presente un punto di raccolta indicarne i relativi mq.

IMPATTI LOCALI

INQUINAMENTO LUMINOSO	
Numero corpi illuminanti nelle aree esterne di pertinenza	
Numero corpi illuminanti a emissione controllata (120°)	

SCHEMA DI RILIEVO 8/11:

AMBIENTI INTERNI

Locale 1			
			Note:
Destinazione d'uso			1
Area pavimento		m ²	2
Area muri esterni		m ²	3
Altezza		m	4
colore pareti			5
colore soffitto			6
colore pavimento			7
<u>Dimensione finestra 1</u>			/
larghezza		m	8
altezza		m	9
altezza da terra		m	10
orientamento			12
distanza centro finestra da parete sinistra		m	12
profondità aggetti (es. balcone)		m	13
<u>Dimensione finestra 2</u>			/
larghezza		m	8
altezza		m	9
altezza da terra		m	10
orientamento			12
distanza centro finestra da parete sinistra		m	12
profondità aggetti (es. balcone)		m	13

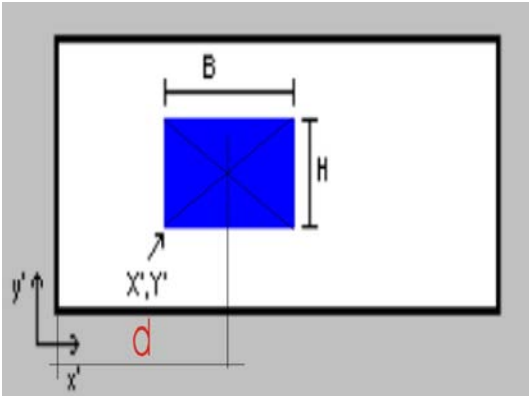
Locale 2			
			Note:
Destinazione d'uso			1
Area pavimento		m ²	2
Area muri esterni		m ²	3
Altezza		m	4
colore pareti			5
colore soffitto			6
colore pavimento			7
<u>Dimensione finestra 1</u>			/
larghezza		m	8
altezza		m	9
altezza da terra		m	10
orientamento			12
distanza centro finestra da parete sinistra		m	12
profondità aggetti (es. balcone)		m	13
<u>Dimensione finestra 2</u>			/
larghezza		m	8
altezza		m	9
altezza da terra		m	10
orientamento			12
distanza centro finestra da parete sinistra		m	12
profondità aggetti (es. balcone)		m	13

Locale 3			
			Note:
Destinazione d'uso			1
Area pavimento		m ²	2
Area muri esterni		m ²	3
Altezza		m	4
colore pareti			5
colore soffitto			6
colore pavimento			7
<u>Dimensione finestra 1</u>			/
larghezza		m	8
altezza		m	9
altezza da terra		m	10
orientamento			12
distanza centro finestra da parete sinistra		m	12
profondità aggetti (es. balcone)		m	13
<u>Dimensione finestra 2</u>			/
larghezza		m	8
altezza		m	9
altezza da terra		m	10
orientamento			12
distanza centro finestra da parete sinistra		m	12
profondità aggetti (es. balcone)		m	13

Locale 4			
			Note:
Destinazione d'uso			1
Area pavimento		m ²	2
Area muri esterni		m ²	3
Altezza		m	4
colore pareti			5
colore soffitto			6
colore pavimento			7
<u>Dimensione finestra 1</u>			/
larghezza		m	8
altezza		m	9
altezza da terra		m	10
orientamento			12
distanza centro finestra da parete sinistra		m	12
profondità aggetti (es. balcone)		m	13
<u>Dimensione finestra 2</u>			/
larghezza		m	8
altezza		m	9
altezza da terra		m	10
orientamento			12
distanza centro finestra da parete sinistra		m	12
profondità aggetti (es. balcone)		m	13

Locale 5			
			Note:
Destinazione d'uso			1
Area pavimento		m ²	2
Area muri esterni		m ²	3
Altezza		m	4
colore pareti			5
colore soffitto			6
colore pavimento			7
<u>Dimensione finestra 1</u>			/
larghezza		m	8
altezza		m	9
altezza da terra		m	10
orientamento			12
distanza centro finestra da parete sinistra		m	12
profondità aggetti (es. balcone)		m	13
<u>Dimensione finestra 2</u>			/
larghezza		m	8
altezza		m	9
altezza da terra		m	10
orientamento			12
distanza centro finestra da parete sinistra		m	12
profondità aggetti (es. balcone)		m	13

Locale 6			
			Note:
Destinazione d'uso			1
Area pavimento		m ²	2
Area muri esterni		m ²	3
Altezza		m	4
colore pareti			5
colore soffitto			6
colore pavimento			7
<u>Dimensione finestra 1</u>			/
larghezza		m	8
altezza		m	9
altezza da terra		m	10
orientamento			12
distanza centro finestra da parete sinistra		m	12
profondità aggetti (es. balcone)		m	13
<u>Dimensione finestra 2</u>			/
larghezza		m	8
altezza		m	9
altezza da terra		m	10
orientamento			12
distanza centro finestra da parete sinistra		m	12
profondità aggetti (es. balcone)		m	13

Note alla scheda 11/11:	
1	Indicare la destinazione d'uso del locale esaminato
2	Rilevare la superficie calpestabile del locale esaminato
3	Rilevare l'area dei muri esterni
4	Rilevare l'altezza del locale
5	Individuare il colore delle pareti
6	Individuare il colore soffitto
7	Individuare il colore del pavimento
8	Rilevare la larghezza della finestra esaminata (indicato in figura con B)
9	Rilevare l'altezza della finestra (indicato in figura con H)
10	Rilevare la quota del piano davanzale della finestra
11	Indicare l'orientamento della finestra
12	Per "DISTANZA CENTRO FINESTRA DA PARETE SINISTRA" la quota d indicata nella figura sottostante:
	
13	Rilevare, ove presenti gli aggetti di eventuali balconi o sporti pronunciati in facciata in corrispondenza di finestre e/o portefinestre
Generale	Nel caso di un numero maggiore di elementi finestrati, copiare le celle interessate per n finestre

Ringraziamenti

Si ringrazia per il supporto e la collaborazione offerta nello sviluppo dell'attività di ricerca:

- le Comunità Montane
 - Bassa Valle di Susa
 - Valli di Lanzo
 - Valli Dora Baltea Canavesana
 - Valli Gesso e Vermegnana
 - Alta Val Tanaro
 - Valli Curone Grue Ossola
 - Alta Langa
 - Valle Stura Borgata
 - Val Pellice

- e tutti coloro che hanno offerto la loro preziosa collaborazione:
 - Studio Element
 - Giorgio Salza
 - Santoni Silvia
 - Daniela Molinari
 - Simone Garziera
 - Paola Alberti
 - Marco Anfosso
 - Manola Chiarlone
 - Patrick Politano
 - Laura Lucotti
 - Lorenzo Ricci
 - Paolo Chiattoni
 - Martina Ravera
 - Mara Dalmasso
 - Elena Marchisio
 - Davide Genta
 - Sonia Cavaglià
 - Roberta Scamuzzi
 - Manuela Urnia
 - Laura Mantovani