

Scuole: rinnovarle *anche in tempo di crisi*

Nuovo polo
scolastico di
Felino (PR),
progetto dello
Studio Contini
Report su C&C 41
gennaio 2013

In attesa del Piano Scuole del Governo Renzi, si può intervenire sul patrimonio esistente anche senza sfiorare il Patto di stabilità

► A CURA DELLA REDAZIONE

LO STATO DI SALUTE DELLE NOSTRE SCUOLE

In che stato si trova il patrimonio scolastico italiano? La risposta arriva da Legambiente, che ogni anno stila un report sulla qualità dell'edilizia e i servizi scolastici, Ecosistema Scuola, giunto alla XIV edizione. Il quadro che esce dal documento non è confortante: oltre il 60% delle scuole censite - 5.301 edifici scolastici di competenza dei comuni capoluogo di provincia — risale a prima del 1974, anno in cui è entrata in vigore la normativa antisismica, il 37% ha bisogno di interventi urgenti di manutenzione e il 34% si trova in aree a rischio. Se ciò non bastasse, il 40% delle scuole non dispone del certificato di agibilità e il 60% è sprovvisto di certificazione per la prevenzione incendi, mentre la verifica di vulnerabilità sismica è stata condotta solo sul 27,3% del patrimonio scolastico. Stabili i dati relativi alla presenza di porte antipanico (90,2%) e impianti elettrici a norma (83,4%). Tra i dati positivi rilevati nel rapporto Legambiente, quelli sull'accessibilità e la mobilità sostenibile, che appaiono in crescita. In particolare, l'82% degli edifici censiti risponde ai requisiti di legge sull'accessibilità e il 16% ha messo in atto interventi per l'eliminazione delle barriere architettoniche. In crescita anche l'uso di fonti rinnovabili e gli interventi di efficienza energetica. Dal 2008 al 2013 le scuole che utilizzano fonti di energia rinnovabile sono passate dal 6,3% al 13,5%. Di queste, otto su dieci

Il 60% delle scuole censite da Legambiente è sprovvisto di certificazione per la prevenzione incendi



hanno installato impianti solari fotovoltaici, una su quattro possiede impianti solari termici, mentre più limitato è il ricorso ad impianti di geotermia o pompe di calore (1,6%), oppure a biomassa (0,4%). Ma quasi una scuola su dieci di quelle più virtuose ha optato per un mix di fonti rinnovabili. La percentuale media di copertura dei consumi da fonti rinnovabili, negli edifici ove presenti, è arrivata a poco più del 35%. Come accade spesso in Italia, la situazione non si presenta omogenea sul territorio: se Trento, Prato e Piacenza si classificano ai primi tre posti nella graduatoria di Legambiente per qualità dell'edilizia scolastica, bisogna arrivare alla 23esima posizione per trovare il primo capoluogo di provincia del sud, l'Aquila, seguito da Lecce alla 27esima posizione. La disparità si ritrova anche nei dati relativi agli investimenti per la manutenzione straordinaria e ordinaria. Nel 2012 l'investimento medio per manutenzione straordinaria ha superato di poco i 30mila euro per edificio, contro i 43.000 euro del 2011. Nel nord la media degli investimenti per la manutenzione straordinaria è quasi tre volte quella del sud, nonostante la maggiore necessità di interventi nel meridione legata anche alla fragilità del territorio, al rischio idrogeologico, sismico e vulcanico.

Scuole più efficienti, sicure e confortevoli. Chi non le vorrebbe? A frenare gli interventi di messa in sicurezza e di riqualificazione energetica, per altro richiesti dalle direttive europee,

non sono — come si potrebbe pensare — pile di scartoffie, lunghi e complessi iter burocratici o il disinteresse degli amministratori pubblici. In molti casi non è neanche la carenza di risorse finanziarie. Quasi sempre, a bloccare i lavori è il Patto di Stabilità, che limita fortemente la possibilità di investire, anche quando le casse pubbliche non sono vuote. In una perversa logica circolare, si potrebbero

ridurre le spese per riscaldamento e illuminazione di Province e Comuni investendo nell'efficientamento energetico del patrimonio pubblico, ma per ragioni di bilancio gli investimenti restano bloccati e gli oneri per l'intero sistema (e per le casse pubbliche) inevitabilmente si gonfiano.

RIEPILOGO REGIONE PER REGIONE DEL PIANO SCUOLE RENZI

VALLE D'AOSTA		PIEMONTE		LOMBARDIA		LIGURIA		VENETO	
#scuolebelle	€ 0,00	#scuolebelle	€ 13.223.786,12	#scuolebelle	€ 10.143.728,10	#scuolebelle	€ 1.308.569,62	#scuolebelle	€ 9.097.163,58
#scuolesicure	€ 0,00	#scuolesicure	€ 49.995.808,98	#scuolesicure	€ 82.495.136,18	#scuolesicure	€ 6.462.985,93	#scuolesicure	€ 15.876.865,35
#scuolenuove	€ 473.779,28	#scuolenuove	€ 20.748.361,65	#scuolenuove	€ 67.961.761,66	#scuolenuove	€ 4.420.332,76	#scuolenuove	€ 39.920.277,25
TOTALE	€ 473.779,28	TOTALE	€ 83.967.956,75	TOTALE	€ 160.600.625,94	TOTALE	€ 12.191.888,31	TOTALE	€ 64.894.306,18

TRENTINO ALTO ADIGE		FRIULI VENEZIA GIULIA		EMILIA ROMAGNA		TOSCANA		MARCHE	
#scuolebelle	€ 0,00	#scuolebelle	€ 768.724,92	#scuolebelle	€ 7.556.019,94	#scuolebelle	€ 3.665.088,00	#scuolebelle	€ 3.705.664,85
#scuolesicure	€ 0,00	#scuolesicure	€ 14.726.386,44	#scuolesicure	€ 11.586.455,89	#scuolesicure	€ 3.260.965,00	#scuolesicure	€ 9.927.287,99
#scuolenuove	€ 302.519,52	#scuolenuove	€ 12.387.746,00	#scuolenuove	€ 12.347.501,74	#scuolenuove	€ 7.390.429,47	#scuolenuove	€ 8.366.565,47
TOTALE	€ 302.519,52	TOTALE	€ 27.882.857,36	TOTALE	€ 31.489.977,57	TOTALE	€ 14.316.482,47	TOTALE	€ 21.999.518,30

ABRUZZO		UMBRIA		LAZIO		CAMPANIA		MOLISE	
#scuolebelle	€ 16.778.727,93	#scuolebelle	€ 640.953,71	#scuolebelle	€ 38.991.749,85	#scuolebelle	€ 171.278.619,58	#scuolebelle	€ 2.038.056,76
#scuolesicure	€ 22.494.151,30	#scuolesicure	€ 6.469.957,91	#scuolesicure	€ 21.969.956,15	#scuolesicure	€ 3.304.276,96	#scuolesicure	€ 11.897.204,46
#scuolenuove	€ 2.856.298,69	#scuolenuove	€ 1.393.896,38	#scuolenuove	€ 3.826.372,88	#scuolenuove	€ 8.345.108,23	#scuolenuove	€ 286.259,76
TOTALE	€ 42.129.177,92	TOTALE	€ 8.504.808,01	TOTALE	€ 64.788.078,88	TOTALE	€ 182.928.004,76	TOTALE	€ 14.221.520,98

BASILICATA		PUGLIA		CALABRIA		SICILIA		SARDEGNA	
#scuolebelle	€ 8.066.105,12	#scuolebelle	€ 68.810.384,13	#scuolebelle	€ 43.128.556,86	#scuolebelle	€ 39.068.538,02	#scuolebelle	€ 11.729.562,12
#scuolesicure	€ 9.734.051,64	#scuolesicure	€ 30.957.505,37	#scuolesicure	€ 20.950.860,36	#scuolesicure	€ 51.872.580,93	#scuolesicure	€ 26.017.843,09
#scuolenuove	€ 1.483.730,79	#scuolenuove	€ 7.416.788,27	#scuolenuove	€ 2.626.048,27	#scuolenuove	€ 250.000,00	#scuolenuove	€ 5.583.377,52
TOTALE	€ 19.283.887,55	TOTALE	€ 107.184.677,77	TOTALE	€ 66.705.465,49	TOTALE	€ 91.191.118,95	TOTALE	€ 43.330.782,72

Piano Scuole del Governo

Qualcosa potrebbe muoversi con il nuovo Piano di edilizia scolastica annunciato a luglio dal Governo Renzi, articolato su tre grandi filoni di intervento per la costruzione, l'ammodernamento e la messa in sicurezza di 20.845 edifici scolastici — una scuola italiana su due — per un investimento stimato in poco più di un miliardo di euro nel biennio 2014-2015. Il piano prevede lo sblocco dai vincoli del Patto di stabilità di risorse dei Comuni per 244 milioni (programma #scuolenuove) destinati a nuove scuole, nonché il finanziamento, per 510 milioni di euro prelevati dal Fondo di sviluppo e coesione, di interventi per la messa in sicurezza (#scuolesicure), il decoro e la piccola manutenzione (#scuolebelle) di edifici scolastici esistenti.

In particolare, le risorse liberate dal Patto di stabilità interesseranno 404 cantieri già aperti o in fase di avvio, con progetti dall'importo medio di un milione. Si tratta di interventi di edilizia scolastica immediatamente cantierabili, finanziati completamente con fondi propri — quindi senza aggravare il bilancio

statale —, selezionati tra quelli indicati dai sindaci che hanno risposto all'appello lanciato lo scorso marzo dal Governo. Per i sindaci che hanno chiesto finanziamenti o lo sblocco del patto per interventi che inizieranno solo nel 2015, potrebbe aprirsi una nuova finestra all'interno del prossimo Documento programmatico di economia e finanza e con i mutui in fase di attivazione con oneri a totale carico dello Stato. Gli altri due interventi — #scuolesicure e #scuolebelle — comporteranno finanziamenti rispettivamente pari a 400 milioni di euro per 2.480 interventi di messa in sicurezza e agibilità, del valore medio di circa 160.000 euro, oltre a 110 milioni per interventi di piccola manutenzione, decoro e ripristino funzionale che interesseranno 7.801 plessi scolastici nel corso del 2014.

E per tutte le altre?

Il patto di stabilità può essere aggirato, senza forzarlo, avviando partnership con i privati o adottando contratti di Global Service più o meno avanzati, che in alcuni casi possono contemplare interventi sull'involucro o sugli impianti per migliorare l'efficienza energetica (energy performance contract). Si può intervenire efficacemente, con una spesa più contenuta, rendendo gli edifici più intelligenti, adottando sistemi domotici per contenere i consumi, educando studenti e insegnanti ad utilizzare in

modo più responsabile l'energia, sfruttando la crescente sensibilità ambientale dei cittadini. Anche interventi parziali sull'impiantistica termica ed elettrica possono in molti casi apportare benefici che ripagano in pochi anni i costi di investimento.

Si parte dalla diagnosi energetica

Alla base di ogni intervento, piccolo o grande, è necessaria una diagnosi energetica del patrimonio immobiliare, in modo da identificare i punti deboli di ogni edificio, l'entità dei singoli interventi e i relativi benefici che si possono ottenere; in questo modo si può mettere a punto una strategia di intervento che possa trarre il massimo beneficio al minor costo, fissando le priorità d'intervento.

Anche in questo caso, si può delegare al Global Service questo compito, introducendo la diagnosi energetica come base per un percorso verso l'efficienza energetica. L'occasione per impostare un intervento di efficientamento può venire anche dal rinnovo del contratto di manutenzione e gestione, fissando una soglia minima di miglioramento dei consumi di combustibile (o di riduzione nell'emissione di CO₂) rispetto al pregresso e innalzando progressivamente, di comune accordo, le prestazioni energetiche dell'edificio. È questo il caso dei contratti di Servizio Energia Plus previsti dal Dlgs 115/2008: chi ottiene l'appalto per la gestione energetica dell'edificio si impegna a ridurre di almeno il 10% l'indice di prestazione di energia primaria. Lo stesso risultato si può ottenere per i consumi di energia elettrica stipulando contratti ad hoc con le ESCO.



Esecuzione di un test sulla permeazione all'aria nel nuovo nido di Cascina (PI) progettato dalla Leonardo Srl

L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO LO PAGANO I GENITORI

Due esempi di virtuosa collaborazione tra pubblico e privato arrivano da Bologna, dove la pubblica amministrazione ha coinvolto i genitori delle scuole Longhena e Farini/Don Marella per l'acquisto di pannelli fotovoltaici. Nel primo caso, l'impianto da 19 kWp, entrato in funzione nei primi mesi del 2012 è stato acquistato sulla base di un accordo fra genitori della scuola, riuniti in associazione, Istituto Comprensivo e Comune di Bologna. I genitori hanno finanziato la realizzazione dell'impianto come atto di responsabilità verso l'ambiente e per l'educazione ambientale dei bambini, mentre il contributo fotovoltaico è stato impiegato dalla scuola per finanziare attività didattiche. Un intervento simile, ma su scala ridotta, ha interessato le scuole Farini-Don Marella.

Pannelli fotovoltaici su un polo scolastico



STUDENTI PIÙ BRAVI SE LA SCUOLA È CONFORTEVOLE

La qualità architettonica delle scuole non attiene solo a sicurezza e comfort ambientale di studenti e docenti, ma ha anche un impatto positivo sulla capacità di apprendimento e sulla resa scolastica, soprattutto nei primi anni di età, come dimostrano studi condotti in diversi paesi. Giocano un ruolo importante, la qualità dell'aria all'interno delle aule, la distribuzione del calore in inverno e la ventilazione estiva, oltre al buon isolamento acustico. Da qui la necessità di investire non solo sulla messa in sicurezza degli edifici o l'efficientamento energetico — condizioni di base —, ma anche sul comfort degli occupanti, privilegiando le soluzioni capaci di coniugare tutti questi fattori, come ventilazione meccanica, aerazione naturale, riscaldamento radiante a bassa temperatura, illuminazione naturale, sistemi di ombreggiamento, isolanti acustici.

Installazione di pannelli fonoassorbenti nel soffitto della scuola di Felino (PR) Report su C&C 41 gennaio 2013





**Ampliamento della scuola materna
Alfortville di San Benedetto del Tronto, Arch.
Farnushnah Davarpa** Report completo su C&C 48 marzo 2013

L'esperienza di Treviso

In un recente studio (Consumi energetici di edifici scolastici della Provincia di Treviso – A.Zonta. M.Tufaro, R.Arambula, A.Gasparella, F. Cappelletti, P. Romagnoni – Aicarr) è stato esaminato approfonditamente il caso Treviso, dove da un decennio l'Amministrazione provinciale ha attivato un contratto di prestazione energetica con la formula Global Service, che prevede misure per l'efficienza degli edifici (risparmio ed energie rinnovabili) con una partecipazione attiva degli utenti al fine di massimizzare i risultati. La scelta di Treviso di adottare un contratto di energy performance (epc) con formula "Shared Savings" è stata presa data l'impossibilità di stanziare risorse proprie per il miglioramento dell'efficienza energetica del patrimonio. Al gestore sono stati delegati gli investimenti, da recuperare attraverso le economie

di gestione conseguenti all'efficientamento, fissando per contratto, dopo un'analisi energetica, un livello minimo di miglioramento. Si è partiti dall'analisi energetica di 84 edifici scolastici secondari superiori della provincia, monitorati nel tempo per studiare i consumi; questi sono stati messi in relazione con le volumetrie riscaldate, le ore di funzionamento e le altre caratteristiche geometriche e termofisiche. In base ai dati raccolti sono state analizzate le strategie di riqualificazione energetica più efficaci. Due le strategie di intervento adottate per ridurre i consumi energetici: innovazione tecnologica, con la sostituzione di generatori di tipo tradizionale con nuove caldaie a condensazione, metanizzazioni, installazione o completamento di sistemi di termoregolazione, installazione di valvole termostatiche, installazione di pannelli solari (FV e termici). È stato anche deciso di installare due impianti di cogenerazione, un piccolo impianto geotermico e un campo fotovoltaico. Un secondo filone di intervento si è focalizzato sull'innovazione sociale, ovvero il coinvolgimento dell'utenza per avviare "buone pratiche" a favore

del risparmio energetico, attraverso un concorso tra gli istituti scolastici della Provincia. Il collegamento tra i due piani è stato attuato mediante l'installazione di strumenti per la misurazione in tempo reale dei livelli di consumo energetico, la visualizzazione delle rilevazioni negli ingressi degli edifici scolastici (visibile a tutti gli utenti) e la possibilità per gli utenti più evoluti (ad esempio gli istituti tecnici) di partecipare in modo attivo alle attività di gestione energetica degli edifici. Nel periodo preso in esame, le azioni intraprese hanno consentito una riduzione dei consumi di oltre il 20%.



IMPIANTI SPESSO OBSOLETI

In uno studio elaborato nel 2010 dal Politecnico di Torino su un campione di 103 edifici situati in Provincia di Torino, è emerso un consumo medio pari a 129 kWh/m²a, in larga parte legato alla climatizzazione invernale: 114 kWh/m²a contro i 15 kWh/m²a di consumi elettrici. Nei plessi esaminati non è stato rilevato alcun impianto di raffrescamento, né di ventilazione meccanica controllata. Lo studio si è soffermato sull'impianto di produzione di energia termica, in tutti i casi alimentato a gas naturale con corpi scaldanti a radiatore. La classe mediana della potenza termica erogata si colloca tra i 1.000 e i 1.500 kW, con un'efficienza di generazione normalmente compresa tra 0,85 e 0,90, riscontrata in quasi la metà del campione.

Risparmiare con la domotica

Gli edifici scolastici, al pari del patrimonio edilizio residenziale, hanno consumi energetici eccessivi, che si attestano tra 130 e 160 kWh/m²a. Secondo alcuni ricercatori (C. Becchio, P.Cantamessa, E. Fabrizio, P.Florio, V. Monetti, M.Filippi in "Smart schools: previsione dei risparmi energetici conseguibili" – Aicarr) ciò è riconducibile non solo alla scarsa qualità e all'obsolescenza degli edifici, ma soprattutto ad una gestione inefficiente degli impianti, che nella maggioranza dei casi non sono regolati in modo adeguato in funzione della destinazione d'uso degli ambienti. Quando ciò accade è possibile recuperare efficienza a costi tutto sommato contenuti. Secondo i ricercatori, infatti, adottando sistemi per il controllo e la gestione

automatica degli edifici (Building Automation Control System – BACS), si potrebbe ridurre la domanda di energia e fornirne solo la quantità necessaria, limitando sprechi e sovraconsumi. Si tratta di una "terza via" tra la riqualificazione radicale dell'involucro o degli impianti e la produzione di energia da fonti rinnovabili; soluzione che potrebbe rendere l'intervento in molti casi praticabile anche sotto il profilo economico. L'automazione e il controllo degli edifici, insieme con la misurazione dei consumi attraverso contatori intelligenti, ha anche una dimensione sociale, poiché educa gli utenti ad un utilizzo più consapevole dell'energia.

Entrano in gioco i BACS

Per valutare i reali benefici di questo approccio, i ricercatori sono partiti da un edificio scolastico tipo, realizzato negli anni '60-'70: un liceo scientifico con 500 studenti divisi in 20 classi. La superficie complessiva è pari a poco più di 6mila metri quadrati, con spazi variamente esposti. Dopo aver identificato 56 diverse zone termiche raggruppate in 7 macrozone e censita la dotazione impiantistica (caldaia a gas da 1.695 kW con radiatori e termostato regolato a 20 °C, assenza di VMC e ACS) è stata condotta una simulazione dinamica. È stato costruito un modello termo-energetico dinamico per ciascuna configurazione del sistema automatico di controllo, implementando gradualmente la

componentistica in forma di plug-in, per valutarne i benefici incrementali. In funzione delle soluzioni adottate per la domotica (ausiliari, termoregolazione, raffrescamento gratuito, illuminazione), gli studiosi hanno individuato tre diversi pacchetti: "Termico", che include misure inerenti gli impianti di condizionamento dalle prestazioni più elevate quali ausiliari intermittenti, pompe a portata variabile, compensazione della temperatura di mandata, raffrescamento notturno. Il pacchetto "Illuminazione" comprende invece sensori di presenza, schermature automatiche e dimmeraggio, mentre il terzo, quello "Combinato", fonde i due precedenti. Dalla simulazione è emerso come introducendo il pacchetto Combinato si possano ridurre del 30% i consumi di energia primaria, senza interventi sostanziali sull'involucro o sull'impianto di climatizzazione, ottenendo un risparmio di 18mila euro l'anno sui costi energetici. Quanto basta per valutare, come opzione a basso costo, il passaggio da una "old" ad una "smart school", anche con risorse limitate e vincolate dal Patto di stabilità.

UN CASO DI STUDIO: IIS GUIDO MONACO DI POMPOSA *di Francesco Tinti (Dipartimento DICAM, Università di Bologna)*



Ubicazione della centrale termica del complesso scolastico di Codigoro

Nell'ambito del progetto europeo Legend (Low Enthalpy Geothermal Energy Demonstration cases in Adriatic area), la Provincia di Ferrara ha messo a disposizione l'istituto scolastico IIS Guido Monaco di Pomposa (FE) perché venisse riqualificato energeticamente mediante l'adozione della risorsa geotermica a bassa entalpia.

Punto di partenza. Il polo scolastico, realizzato negli anni '70, è situato nel comune di Codigoro (FE) e fa parte di un più ampio complesso realizzato all'interno di due corpi principali, collegati tramite tre corridoi esterni. Esiste poi un terzo corpo, destinato a palestra. L'edificio è realizzato in cemento armato e muratura e l'area riscaldata totale è pari a 10.365 m². In tempi relativamente recenti sono state sostituite le superfici vetrate originali con finestre d'alluminio a doppio vetro ed è stato installato sul tetto dell'edificio un impianto fotovoltaico di potenza di picco pari a 10 kWp. L'intero polo, prima dell'intervento, era riscaldato da un impianto centralizzato, che provvedeva anche alle esigenze di ACS, articolato su tre caldaie a metano: due standard con potenza termica rispettivamente di 581 e 300 kW risalenti agli anni '90 e una a bassa temperatura da 813 kW installata nel 2002.



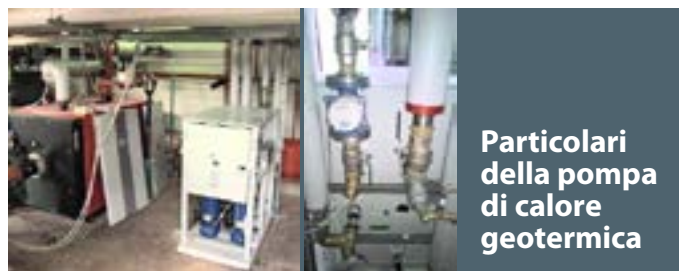
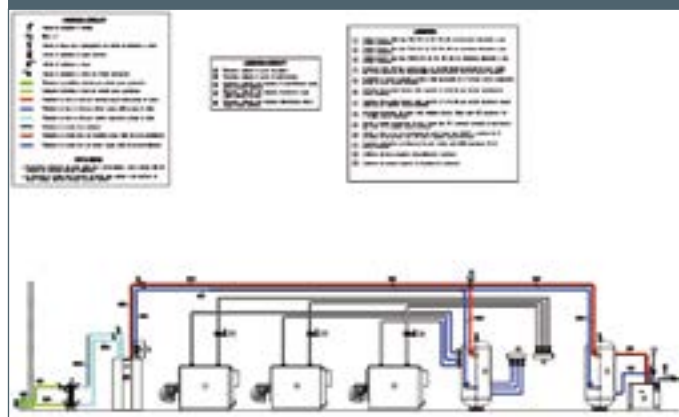
Il sistema di distribuzione dell'acqua calda per riscaldamento si basa su radiatori, con temperature di funzionamento di picco pari a 75 °C (abbassate rispetto ai valori originali degli anni '70 grazie agli interventi di sostituzione delle finestre) e salto termico di 10 °C tra mandata e ritorno, in caso di temperatura ambiente pari a 5 °C.

Consumi pre intervento. Riferendosi ai dati reali, nel 2011 il polo scolastico ha consumato 264 kWh/m²a di energia primaria, di cui la quota parte relativa all'energia termica è risultata pari al 78%, cioè 205 kWh/m²a. I costi di esercizio sono stati pari a 204mila euro, 152.000 dei quali per il solo riscaldamento, a fronte di 9.000 euro per ACS e 38.000 per illuminazione e servizi.

Passaggio al geotermico. L'impianto geotermico pilota è stato inaugurato il 12 aprile 2014. Si basa su una pompa di calore elettrica collegata ad un circuito che utilizza l'acqua della falda artesiana presente sotto l'edificio come mezzo di scambio termico diretto, per il conferimento di quota parte del riscaldamento dello stabile, ad integrazione e supporto del sistema di riscaldamento a gas metano esistente. Da progetto, si prevede che l'impianto geotermico riesca a coprire tra il 20% ed il 25% del fabbisogno termico del complesso scolastico.

Costo di investimento. L'investimento totale, esclusi i costi di progettazione e monitoraggio, è ammontato a 103.800 euro, che

Schema della centrale termica e collegamento con la pompa di calore geotermica



Particolari della pompa di calore geotermica

rapportato alla metratura della superficie riscaldata (10.365 m²), corrisponde a circa 10 euro al metro quadro. I tempi di realizzazione dell'intervento, tra progettazione, ottenimento delle autorizzazioni necessarie ed implementazione, sono stati all'incirca di un anno.

Caratteristiche dell'impianto. La pompa di calore alimenta un serbatoio di accumulo termico, in modo tale che la temperatura sia sempre superiore ai 50 °C. Il consumo di gas delle caldaie per riscaldamento dovrebbe così ridursi del 30%. La pompa di calore, infatti, si stima produca 360.000 kWh/a di energia termica nel periodo di funzionamento (15 ottobre – 15 aprile), che significano — considerato un rendimento medio delle caldaie esistenti pari al 75% — una riduzione della combustione di 50.700 m³ annui di gas metano.

Benefici attesi. Stimato un risparmio intorno a 30.000 euro l'anno, l'investimento iniziale per l'impianto geotermico, pari a circa 100.000 euro, si dovrebbe ripagare già nei primi 4 anni di funzionamento. Includendo tutti i costi accessori — progettazione, studio geologico, pratiche amministrative, sistema di monitoraggio e manutenzione — si ritiene lecito attendersi che l'impianto si ripagherà completamente dopo 5 anni di funzionamento.

Monitoraggio dell'impianto. Un sistema di monitoraggio elettronico, indipendente dai parametri di controllo della pompa di calore, consente di verificare e controllare il funzionamento reale dell'impianto e, di conseguenza, la sua effettiva convenienza in termini economici. I dati del monitoraggio sono mostrati su un pannello elettronico collocato nella scuola, e contemporaneamente sul sito internet del Progetto Legend (www.legend-geothermalenergy.eu).

Il costo dell'intero sistema è risultato compreso tra 5.000 e 6.000 euro.

Parametri rilevati. Per quanto riguarda i parametri di funzionamento, il sistema è in grado di fornire i seguenti valori:

- Potenzialità termica fornita dalla pompa di calore sia in valore istantaneo [kWt] che cumulato [kWh];
- Assorbimento [kWe] e consumo elettrico [kWh], sia della pompa di calore che della pompa di prelievo dell'acqua di pozzo;
- Portata [l/h] e temperature di funzionamento [°C] sia relative al circuito scambiatore di calore-pozzi che al circuito pompa di calore-serbatoio di accumulo.

Come funzione principale, il sistema di monitoraggio permette di verificare e visualizzare in tempo reale i risultati previsti in fase di progetto, e cioè:

- Coefficiente di Performance Stagionale (SPF)
- Risparmi energetici [kWh]
- Riduzione dei consumi di metano [m³]
- Riduzione delle emissioni di anidride carbonica [kg]
- Produzione di energia rinnovabile [kWh]
- Risparmi economici (€)



Visite degli studenti durante i lavori di realizzazione dell'impianto geotermico

Conto alla rovescia. È prevista l'installazione di un contatore che, raffrontato alle ore di funzionamento del sistema, visualizza il conto alla rovescia per il completo ritorno economico dell'investimento.

Monitoraggio ambientale. Come richiesto dal Servizio Tecnico di Bacino del Po di Volano e della Costa, è previsto il monitoraggio ambientale dei parametri chimico-fisici dell'acquifero, mediante prelievi e controlli scadenzati dell'acqua di falda. In particolare, sarà verificata l'assenza di variazioni significative di temperature indotte nel corpo idrico dal funzionamento dell'impianto geotermico.

Coinvolgimento degli utenti. Considerata l'ubicazione dell'impianto pilota, l'Istituto Scolastico di Codigoro, si è pensato di coinvolgere professori e studenti, affinché il progetto potesse suscitare curiosità ed interesse, in un'ottica sia di replicabilità da parte di privati, che di percorso formativo sui temi energetici e sulle energie rinnovabili. Le attività hanno integrato seminari con visite tecniche al cantiere durante i lavori di realizzazione; agli studenti è stato chiesto di presentare, nel corso dell'inaugurazione, elaborati sul tema dell'energia. Inoltre, 6 pannelli informativi sono stati inoltre montati nell'atrio della scuola, unitamente al pannello elettronico e all'esecuzione di alcune riprese video.

Team di lavoro. Coordinamento generale del Progetto Legend: Marco Meggiolaro (Euris s.r.l.); Coordinamento scientifico del Progetto Legend: Francesco Tinti (Università di Bologna); Riferimento presso la Provincia: Annamaria Pangallo (Provincia di Ferrara); Progetto termotecnico: Giovanni Paolazzi (Studio Tecnico Paolazzi); Studio idrogeologico: Emanuele Stevanin (Synthesis s.r.l.); Opere termoidrauliche: Termoidraulica Bolognesi; Perforazioni e pozzi: Grillanda Idromineraria; Sistema di monitoraggio: Archimede s.a.s. di Ferri Paolo & C; Coordinamento delle attività con gli studenti: Martina Berneschi (Provincia di Ferrara); Attività grafiche e di comunicazione: Le immagini, Agenzia Image.