

GEOTERMIA

DI PAUL RINDLER*

TRASFORMARE LE INFRASTRUTTURE SOTTERRANEE IN FONTI DI ENERGIA RINNOVABILI

Collegamento linea distribuzione

Un concept semplice, ma ingegnoso, che sfrutta l'energia geotermica per il raffrescamento delle opere di ingegneria civile sotterranee e consente di recuperare energia pulita, riutilizzabile o rivendibile. Dai tunnel ferroviari alle gallerie adibite al passaggio dei cavi elettrici, l'Energy Tubbing offre un potenziale enorme nella produzione e nell'utilizzo efficiente dell'energia, aprendo nuove strade nel settore delle rinnovabili

Tra le fonti rinnovabili attualmente sfruttate per l'approvvigionamento energetico, la geotermia è una delle più interessanti in termini di potenziale offerto. Il rapporto realizzato dall'associazione statunitense di settore, la Geothermal Energy Association (GEA), ha indicato che nel 2010 l'energia geotermica ha generato un potenziale doppio dell'equivalente energia solare prodotta a livello mondiale e ha messo in evidenza una crescita significativa su scala globale. Sebbene il potenziale offerto da questa fonte di energia alternativa non sia ancora pienamente sfruttato, le tecniche per l'estrazione geotermica si stanno evolvendo in modo rapido: dall'estrazione superficiale con l'ausilio di collettori, all'utilizzo di sonde per estrarre il calore dalle profondità, incominciano a delinearsi sistemi più evoluti che consentono di sfruttare in modo sicuro ed efficiente le riserve energetiche inesauribili ed eco-compatibili offerte dalla natura. Tra i più recenti, l'Energy Tubbing è uno dei sistemi più innovativi e promettenti, applicabile in diversi ambiti e caratterizzato da molteplici vantaggi.

Principio di funzionamento

Il principio dell'Energy Tubbing prevede l'estrazione del calore presente nei tunnel ferroviari, nelle gallerie e in altre opere di ingegneria civile sotterranee, mediante una

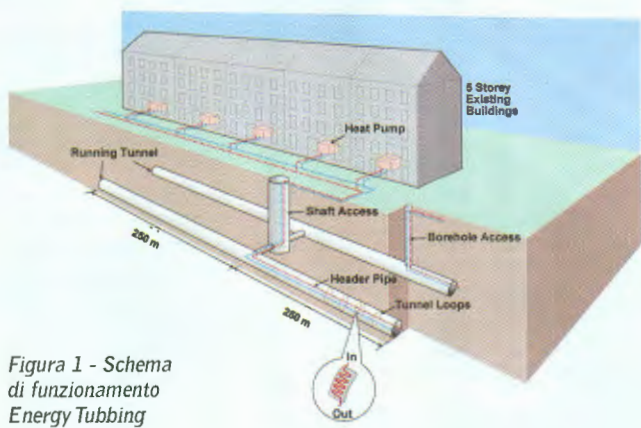


Figura 1 - Schema di funzionamento Energy Tubbing

rete di tubazioni integrate nel rivestimento di cemento armato della galleria stessa. Il calore estratto, oltre a raffreddare gli ambienti sotterranei spesso surriscaldati, è trasportato in superficie e trasformato in energia pulita, riutilizzabile a diversi scopi.

I tubi per l'assorbimento sono immersi in segmenti - moduli - prefabbricati in cemento, in modo tale che la struttura cementizia sia attivata termicamente tramite la circolazione di un fluido termovettore, consentendo di estrarre calore geotermico dal terreno adiacente e di raffreddare la galleria nel caso di calore ceduto dal funzionamento della stessa.

L'energia estratta dalla galleria può quindi essere utilizzata in superficie, per esempio per il riscaldamento negli edifici e dell'acqua e per il calore in vari processi.

I componenti e il loro collegamento

In virtù dell'ambiente particolare in cui vengono applicati, i componenti che costituiscono il sistema devono essere dotati di proprietà tecniche e meccaniche superiori.

Il polietilene reticolato ad alta densità (PE-Xa) risulta essere il materiale più consono per questo tipo di installazione, in quanto dotato di eccellenti valori di resistenza e sicurezza.

I tubi realizzati in PE-Xa evitano, grazie alle caratteri-

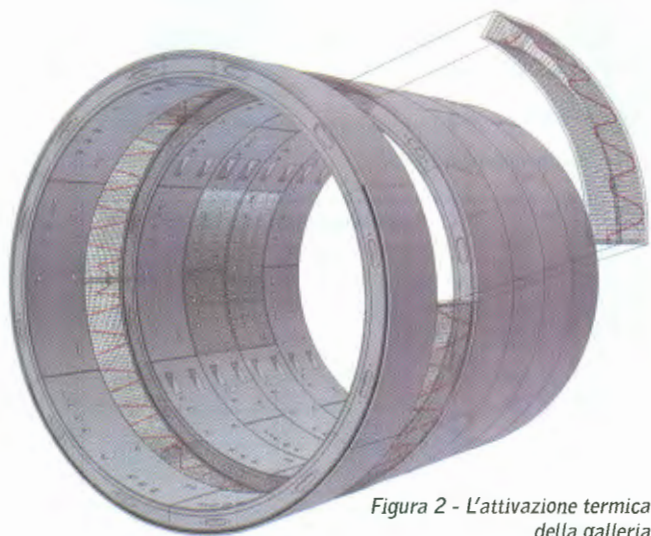


Figura 2 - L'attivazione termica della galleria

stiche meccaniche del materiale, possibili tagli, solchi dovuti a carichi concentrati, e sono resistenti alla corrosione e ad eventuali abrasioni. Sono in grado di assicurare il funzionamento anche con raggi di curvatura ridotti e a temperature fino a 95 °C, ed escludono la propagazione di incrinature.

Tali caratteristiche rendono i tubi idonei all'immersione in calcestruzzo e assicurano affidabilità e durata nel tempo, anche in caso di uso intensivo.

Una volta posizionati all'interno della gabbia metallica, con interasse di posa di 30-40 cm, i tubi di assorbimento di ogni segmento sono collegati insieme per creare un circuito. Formati da 2-5 segmenti l'uno, i circuiti sono collegati a una linea di mandata/ritorno mediante un sistema a ritorno inverso (Tichelmann) dotato di valvole di intercettazione, che assicura un corretto bilanciamento.

Il collegamento tra i diversi segmenti deve essere inscindibile, resistere alla pressione e assicurare una tenuta stagna.

La tecnica attualmente in grado di soddisfare questi requisiti è quella del manicotto autobloccante che, escludendo l'impiego di O-ring, consente di ottenere giunzioni sicure e affidabili nel tempo. Il sistema non porta ad alcun ritardo nella costruzione delle gallerie e, in caso di una progettazione anticipata, i costi aggiunti risultano minimizzati.

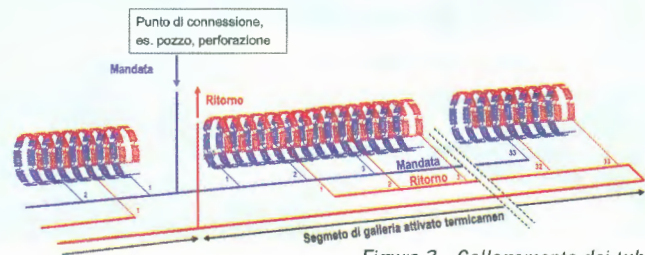


Figura 3 - Collegamento dei tubi di assorbimento alla linea di mandata e ritorno

I vantaggi

Il sistema Energy Tubbing consente di raggiungere molteplici benefici. Attraverso l'attivazione termica della struttura cementizia della galleria da un lato, si estrae il calore geotermico del terreno adiacente, con valori di assorbimento che vanno da 10 a 30 W/m² (in dipendenza delle condizioni a contorno), dall'altro, si ottiene il raffreddamento dell'ambiente, consentendo di abbattere i costi a esso legati.

Normalmente il raffreddamento delle gallerie avviene mediante l'impiego di ventilatori che, in presenza di temperature interne particolarmente elevate, risultano insufficienti e limitati.

L'Energy Tubbing è estremamente vantaggioso sia dal punto di vista delle condizioni termiche degli ambienti, sia dal punto di vista economico. Grazie all'azione delle masse attive, la temperatura dell'aria risulta inferiore e non è quindi necessario alcun potenziamento tramite ventilatori, a tutto vantaggio della riduzione delle correnti d'aria nelle stazioni.

Rispetto alla normale ventilazione delle gallerie, il sistema

risulta inoltre più efficiente, consentendo di raggiungere temperature costanti di 23 °C in estate.

In termini economici, invece, il sistema geotermico per aree sotterranee consente un risparmio sulle spese correnti per quanto interessa la gestione dell'impianto e, attraverso la vendita dell'energia ricavata, consente un flusso economico in entrata.

Calcolo dell'ammortamento

Il potenziale offerto dall'Energy Tubbing apre le prospettive a diversi modelli di business.

Per effettuare il calcolo di ammortamento di questo si-



Produzione segmenti



Tubi di assorbimento

stema, si prendano in considerazione due possibili scenari e alcune condizioni a contorno:

1. sfruttamento energetico per la vendita di calore
 • tramite i segmenti attivi si estrae l'energia dal terreno circostante;

• una pompa di calore aumenta la temperatura fino al valore desiderato (per esempio l'acqua calda o per il riscaldamento);

• il calore è venduto a un gestore, il che comporta ulteriori entrate per il gestore della galleria.

2. Sfruttamento energetico per il raffreddamento della galleria

• tramite i segmenti attivi si estrae il calore proveniente dalla galleria;

• l'energia estratta è ceduta all'atmosfera tramite una macchina a freddo;

• il gestore della galleria beneficia del risparmio delle spese derivanti dal tradizionale raffreddamento tramite ventilazione.

In base alla situazione specifica, è possibile combinare le varie soluzioni, tra le quali abbinare il raffreddamento della galleria alla vendita del calore.

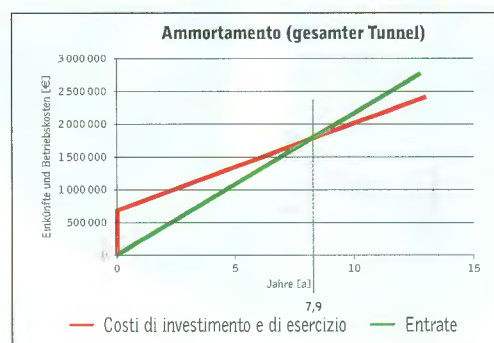
Nelle ipotesi di seguito menzionate si ha quindi un tempo di ammortamento dell'impianto pari a 7,9 anni nel caso di sfruttamento anche dell'energia termica (in vendita) e un tempo di ammortamento di circa 13 anni nel caso del solo raffreddamento della galleria: lunga 1 km, diametro 6 m, potenza termica di 20 kW/m², funzionamento del-

Ammortamento - Caso 1

DATI PROGETTO GALLERIA	
Lunghezza di riferimento [m]	1000
Diametro galleria [m]	6
Potenza termica con 20 W/m ² [kW]	377
Ore di funzionamento [h]	4350
Prezzo energia elettrica [€/kWh]	0,18
Prezzo energia termica [€/kWh]	0,08

AMMORTAMENTO

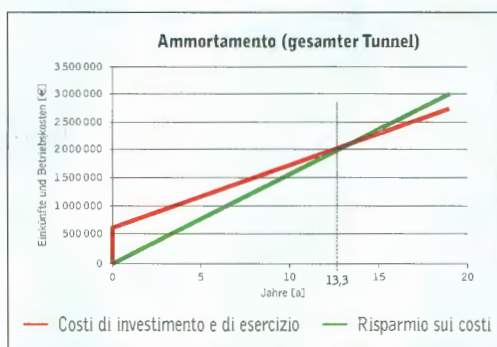
Costi di ammortamento aggiuntivi [€]	669 700
Entrate [€/a]	164 000
Costi di gestione [€/a]	79 200
Risparmio netto [€/a]	84 800
Tempo di ammortamento [a]	7,9



Ammortamento - Caso 2

DATI DELLA GALLERIA	
Lunghezza di riferimento [m]	1000
Diametro galleria [m]	6
Potenza termica con 20 W/m ² [kW]	377
Ore di funzionamento [h]	4320
Prezzo energia elettrica [€/kWh]	0,18

AMMORTAMENTO	
Costi di ammortamento aggiuntivi [€]	608 500
Risparmio costi di ventilazione [€/a]	157 000
Costi di funzionamento [€/a]	111 100
Risparmio netto [€/a]	45 900
Tempo di ammortamento [a]	13,3



l'impianto per 4350 ore all'anno, prezzo dell'energia elettrica di 0,18 €/kWh e prezzo dell'energia termica di 0,08 €/kWh.

Conclusioni

L'innovativa tecnica di estrazione geotermica ha dimostrato il suo potenziale in un'applicazione pilota che ha interessato un tunnel della ferrovia ad alta velocità in Austria. Del tratto di galleria a due binari, di 12 m di diametro e lunga 3470 m, è stata attivata una lunghezza di 54 m. L'energia termica ricavata è utilizzata per il riscaldamento del edificio comunale "Jenbacher Utility Center". In questo caso non è stata messa in primis l'attenzione sul raffreddamento della galleria (considerando le condizioni climatiche, la breve lunghezza e la frequenza delle macchine). Si è voluto utilizzare tale sistema per restituire in un certo qual modo un valore aggiunto alla comunità circostante.

Si sfrutta quindi l'energia estratta dalla galleria per il solo riscaldamento.

Oltre che nel settore ferroviario, l'Energy Tubbing lascia aperti numerosi altri ambiti applicativi, potendo essere impiegato, tra gli altri, per estrarre energia geotermica dalle tubazioni di fognatura o da gallerie adibite al passaggio dei cavi per l'energia elettrica, consentendo di raffreddare l'area, ove necessario, e offrendo al contempo una preziosa fonte di energia rinnovabile, riutilizzabile o rivendibile per compensare i costi.



* Direttore Commerciale Divisione Civil Engineering di Rehau S.p.A. 