

worldwide leader in the foundation engineering field



Nuovo Polo Ospedaliero unico per acuti

Monselice (PD) - Italia

Geotermia
Geothermal Energy



**12,5 km di pali energetici per il riscaldamento e
raffrescamento della nuova struttura ospedaliera**

**La più importante applicazione di geostrutture energetiche
realizzata in Italia**

Cliente:
Owner:

Azienda ULSS 17 - Monselice/Este (PD)

Contrattista principale:
Main Contractor:

R.T.I. (capogruppo S.A.C.A.I.M. Spa Cementi Armati Venezia)

Durata dei lavori:
Duration of work:

2010

Introduzione

Il nuovo Polo Ospedaliero Unico per Acuti di Monselice rappresenta una delle più importanti ed innovative strutture ospedaliere del nostro Paese. Il progetto della nuova struttura è stato definito in funzione della massima flessibilità, per rispondere alla costante evoluzione del settore sanitario determinata dai cambiamenti tecnologici e socio-demografici. Per questo motivo, la struttura modulare, costituita da tre edifici collegati, consentirà di realizzare in modo razionale, rapido ed economico eventuali futuri adeguamenti.

Con una **capacità di 600 posti letto**, la struttura occupa una superficie di circa 250.000 m² ed è ubicato in un'area a sud-est dei Colli Euganei, ove è presente una sostanziale attività geotermica, che tradizionalmente viene sfruttata per attività rivolte al benessere della persona.

Contesto geologico

Il territorio in oggetto è un'area di pianura Padana ai piedi dei colli Euganei. Il sottosuolo, nelle profondità di nostro interesse, è costituito da depositi alluvionali dell'era geologica quaternaria costituiti prevalentemente da limi ed argille depositate in seguito alle alluvioni del fiume Po e del fiume Adige. Al di sotto degli strati superficiali, inconsistenti e della profondità variabile tra i 10 e i 20 metri, si riscontra un orizzonte sabbioso compatto su cui sono intestati i pali di fondazione dell'edificio.

Il livello piezometrico dell'acquifero superficiale si attesta tra uno e due metri di profondità dal piano campagna. Non sono disponibili dati di permeabilità ma sulla base delle informazioni geologiche ci si può attendere movimenti di filtrazione estremamente lenti nella parte superficiale, più elevati nell'orizzonte sabbioso.



Fonte rendering: www.arteco-architetti.it

Ma è stata proprio la consapevolezza di essere in un territorio con elevata "potenzialità geotermica" che ha spinto i progettisti del nuovo polo ospedaliero ad **utilizzare la risorsa geotermica a bassa temperatura (entalpia) per la climatizzazione invernale ed estiva della struttura.**

Evidentemente la nuova struttura è stata concepita per raggiungere i più elevati standard in termini di risparmio energetico e comfort termico. In quest'ottica si è pensato di utilizzare una parte dei pali strutturali di fondazione sfruttandoli anche per ottenere energia termica-frigorifera dal terreno in cui essi insistono.

Nell'opera sono state impiegate le seguenti tecnologie:

- **Climatizzazione tramite pali energetici** (*pali strutturali con abbinata funzione di scambio termico*);
- **Alto livello di isolamento termico e acustico;**
- **Frangisole mobili;**
- **Ventilazione naturale degli ambienti;**
- **Generatori fotovoltaici a parete e sul tetto.**

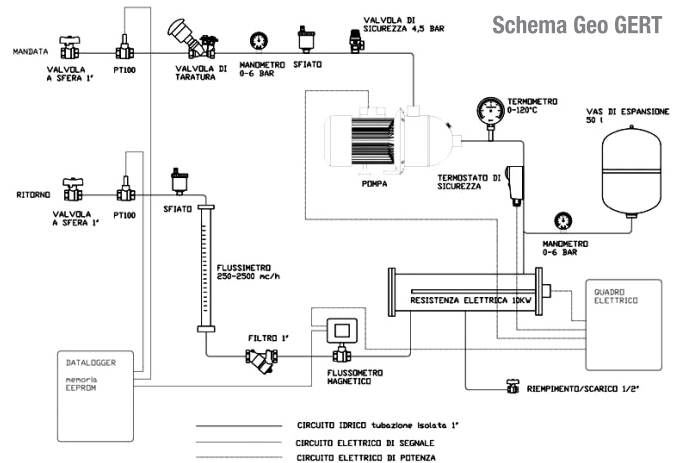


Campagna Ground Response Test (GRT)

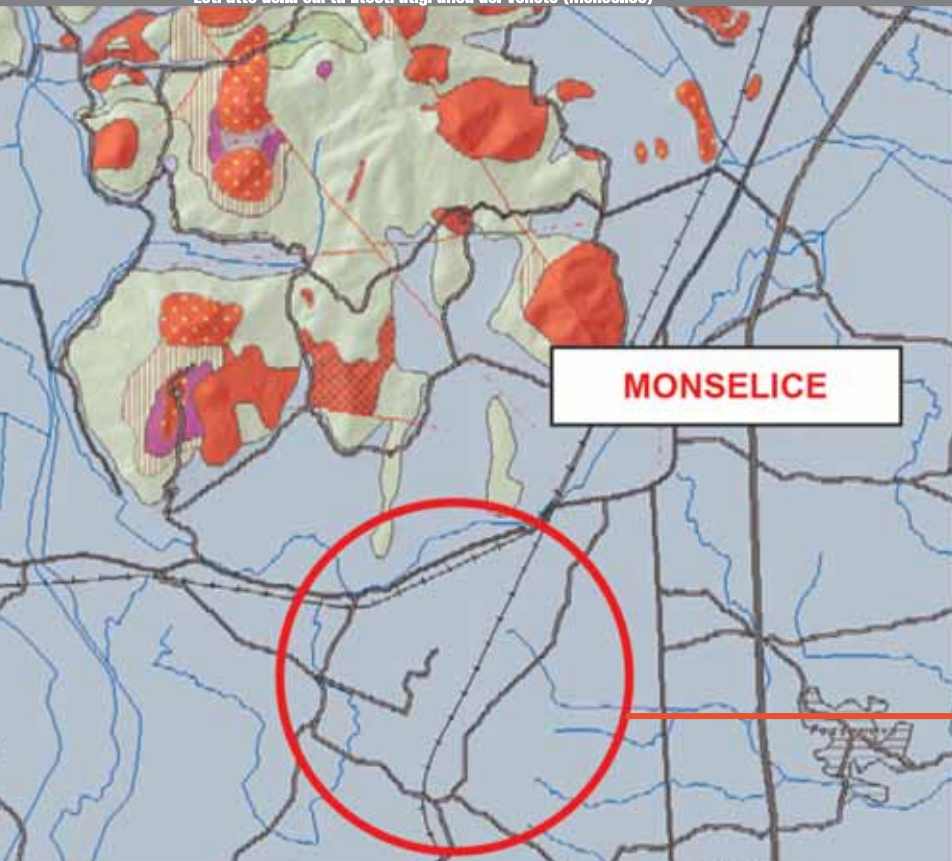
Per poter definire in modo completo le caratteristiche dell'intero campo sonde al variare sia della geologia locale sia delle dimensioni dei pali strutturali di fondazione, si è deciso di condurre quattro test di risposta termica su quattro pali energetici distinti in quattro aree specifiche del progetto.

- **Corpo A1: PALO A1 263 (14,5 m)**
- **Corpo A3: PALO A3 314 (16,85 m)**
- **Corpo C1: PALO C1 039 (24 m)**
- **Corpo C3: PALO C3 040 (20 m)**

Si osservi che dal punto di vista geometrico, i pali si differenziano solo per diversa lunghezza. Rimane sempre costante il diametro del palo ed il numero di loop geotermici installati in essi. Una descrizione dettagliata dei pali sarà di seguito riportata.



Estratto della carta litostratigrafica del Veneto (Monselice)



MONSELICE

1. Depositi alluvionali, fluvioglaciali, lacustri e palustri. Quaternario
 2. Depositi eluviali, colluviali, detritici e di frana. Quaternario
 3. Depositi morenici. Quaternario
 - 4a. Ghiaie e sabbie prevalenti. Quaternario
 - 4b. Alternanze di ghiaie e sabbie con limi e argille. Quaternario
 - 4c. Limi e argille prevalenti. Quaternario
 5. Siltiti, argille e arenarie. Pliocene medio-inferiore
- Faglia
 - - Faglia incerta
 — Sovrascorrimento
 - - Sovrascorrimento incerto o sepolto

Area di interesse

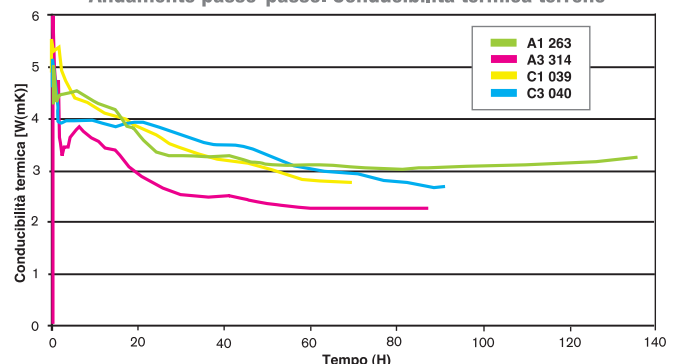
Dal punto di vista operativo le prove di resa energetica sono state condotte secondo le modalità qui di seguito riportate. Il palo energetico è stato testato nella sua interezza, ovvero sono stati utilizzati tutti i loop geotermici in esso installati; non avendo informazioni sul comportamento termico del cemento utilizzato, si è inizialmente eseguita una prova di durata superiore a 140 ore complessive.

Si è poi verificato che i dati risultavano stabili già dopo 60-70 ore, per cui dalla seconda sonda in avanti si è proceduto con test della durata di 3 o 4 giorni; la portata circolante durante il test è stata impostata in modo tale da avere le medesime condizioni della fase di reale esercizio e nel contempo la giusta turbolenza all'interno della tubazione.

Nella fattispecie si è fatto circolare una portata di 1400 l/h; la potenza termica immessa è stata di 80 W/m. Tale valore ottenuto dopo una serie di prove, ha permesso di eseguire i test senza mai raggiungere temperature del fluido superiori a 60 °C.

Nella tabella seguente si riassumono i risultati dei singoli test.

Andamento passo-passo. Conducibilità termica terreno



Parametro	u.m.	Palo 1	Palo 2	Palo 3	Palo 4
T ind	°C	15,06	15,7	15,7	15,7
A	W/mK	3	2,3	2,8	2,7
Rb	mK/W	0,14	0,13	0,2	0,2

Tecnologia esecutiva pali

Il sistema di fondazione dei tre edifici collegati è stato realizzato attraverso l'esecuzione di un totale di 40 km di pali aventi diametro pari a 600 mm e lunghezza variabile da 14 m a 24 m, mediante il costipamento del terreno: tale tecnologia è chiamata **Discrepile** o **Pali a Spostamento**.

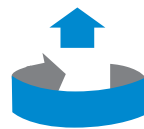
La suddetta tecnologia trova sempre maggior applicazione nei siti ove, come nel caso specifico, risulta estremamente vantaggioso non produrre materiale di risulta. Inoltre in merito alla capacità portante il palo Discrepile ha una resa maggiore rispetto ad un palo delle medesime caratteristiche geometriche e costruttive ma realizzato mediante escavazione del terreno. Ove realizzabile, infatti, il Discrepile opera un addensamento del terreno migliorandone le caratteristiche meccaniche e quindi la capacità portante.



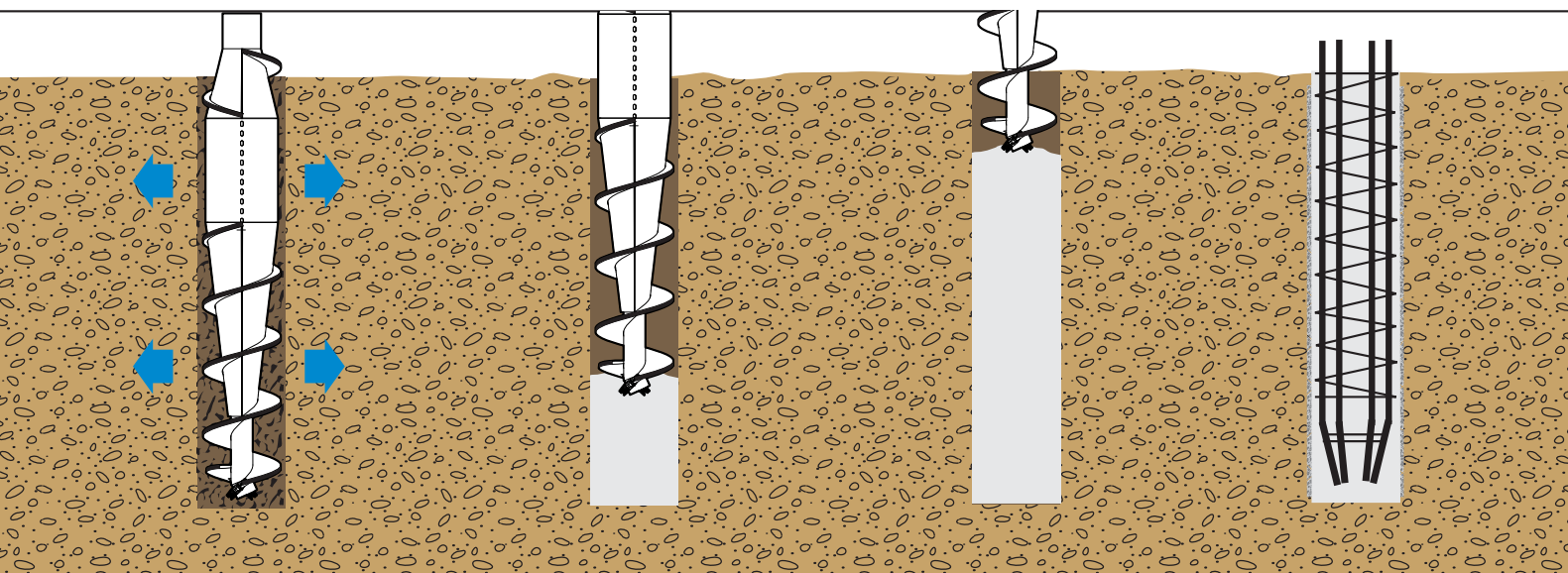
FASE 1
PERFORAZIONE



FASE 2
ESTRAZIONE E CONTEMPORANEO
GETTO DI CALCESTRUZZO



FASE 3
INSERIMENTO
GABBIA DI ARMATURA



Nel contempo, il compattamento del terreno provoca un miglioramento le prestazioni dal punto di vista dello scambio termico, a causa della riduzione dei vuoti all'interno del volume di terreno intorno al palo.



Fasi di preparazione delle gabbie di armatura e loro posa in opera



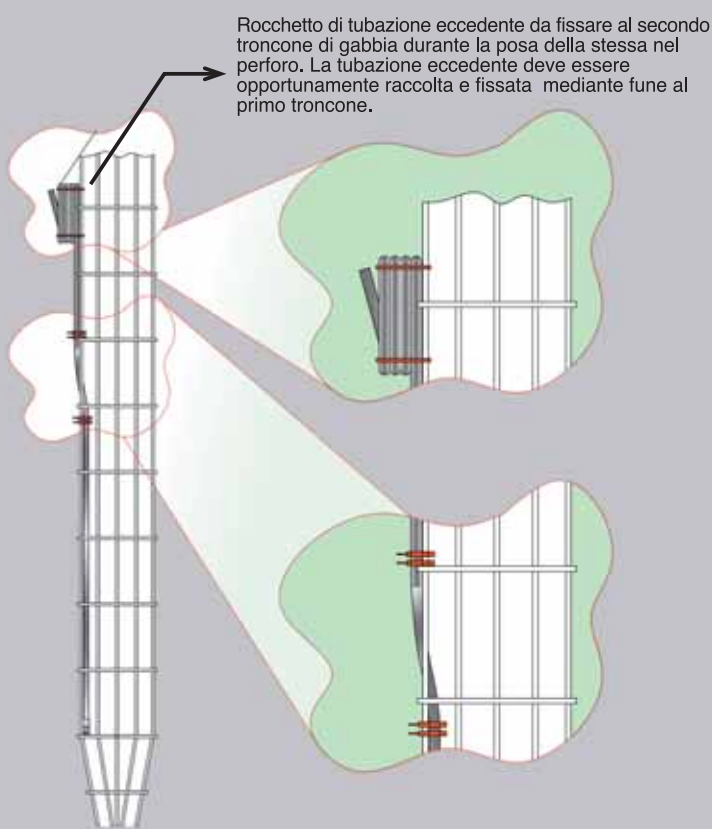
Descrizione geoscambiatore

Per realizzare il sistema di geoscambio sono stati individuati 650 pali tra quelli realizzati, tutti aventi diametro pari a 600 mm e lunghezza variabile tra 14 e 24 m.

La scelta dei pali da energizzare è stata fatta in modo tale da:

- **massimizzare la distanza tra le sonde;**
- **massimizzare la copertura dell'area;**
- **non posizionare sonde in pali ove il collegamento orizzontale risultasse particolarmente complesso o oneroso** (al di sotto dei pavimenti dei corridoi, nelle aree verdi, ecc.).

All'interno di ogni palo sono state installate due sonde in HDPE 100-RC De 25.



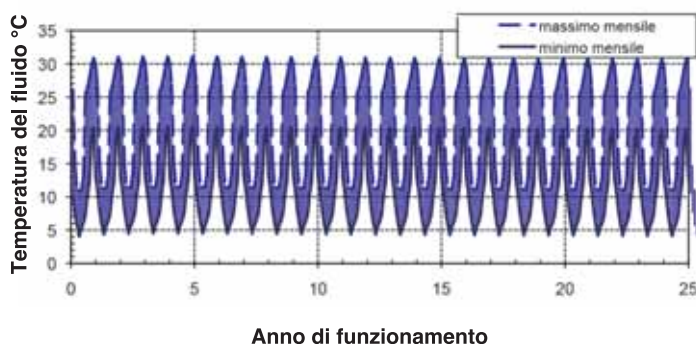
Analisi termodinamica del geoscambiatore

Diversamente da quanto accade nelle simulazioni delle installazioni geotermiche standard, nel caso dei pali energetici viene compresa nell'analisi anche l'interazione tra questi e l'edificio soprastante, in particolare lo scambio termico all'interno dei vespai areati, i quali si suppone non siano riscaldati e abbiano una temperatura dipendente da quella interna dell'edificio, da quella esterna e da quella del terreno al di sotto dell'edificio stesso.

Nel caso specifico, come detto precedentemente, il sistema è stato diviso in tre sottosistemi ciascuno dei quali dotato di una pompa di calore reversibile con le seguenti caratteristiche:

Simulazione delle temperature a 25 anni

Temperatura del fluido nel circuito idraulico delle sonde



Le sonde di ogni palo sono state collegate in parallelo attraverso un raccordo a Y 25x25x32 posto a testa palo. Il numero totale di pali è stato suddiviso in tre gruppi principali collegati rispettivamente alle tre centrali termofrigorifere.

All'interno dei tre gruppi principali, i pali sono stati collegati in serie a gruppi da sette, per le prime due centrali e a gruppi da otto per la terza centrale. Ogni sottogruppo è stato collegato a un sub collettore che a loro volta, attraverso un collegamento a ritorno inverso, si collegano ai collettori principali.

La portata del fluido termovettore circolante in ogni sonda è stata calcolata in modo tale da garantire la giusta turbolenza all'interno della sonda stessa e nel contempo avere un salto termico tra ingresso e uscita del circuito pari a 3°C.

Centrale 1

• Potenza frigorifera:	108,3 kW
• Potenza assorbita totale in raffreddamento:	20,9 kW
• ESEER:	5,72
• Potenza termica:	114,7 kW
• Potenza assorbita totale in riscaldamento:	29,0 kW
• COP:	3,96
• Temp. in raffreddamento:	25,3 - 30,1°C lato sonde 13 - 6°C lato utenza
• Temp. in riscaldamento:	8 - 5 °C lato sonde 40 - 46,5°C lato utenza

Centrale 2 e 3

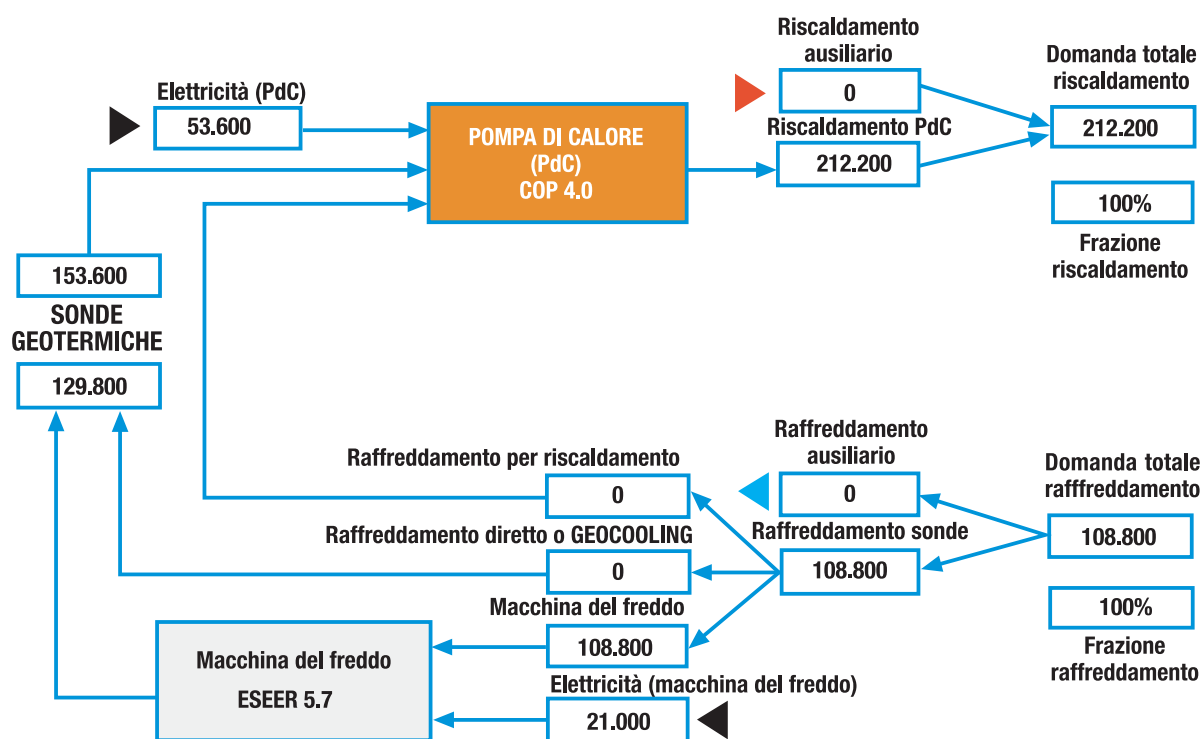
• Potenza frigorifera:	272,2 kW
• Potenza assorbita tot. in raffrescamento:	53,9 kW
• ESEER:	5,82
• Potenza termica:	279,3 kW
• Potenza assorbita tot. in riscaldamento:	73,3 kW
• COP:	3,81
• Temp. in raffrescamento:	25,3 - 30,1°C lato sonde 13 - 6°C lato utenza
• Temp. in riscaldamento:	8 - 5 °C lato sonde 40 - 46,5°C lato utenza

A titolo di esempio si riporta il diagramma dei flussi energetici scambiati annualmente tra edificio e terreno e a seguire il grafico della temperatura assunta dal fluido termovettore all'interno del circuito geotermico nell'arco di 25 anni.

Quest'ultimo grafico, che risulta essere pressoché uguale anche per le altre due centrali, mostra come la temperatura minima raggiunta nel campo sonde è sempre superiore a 4°C. Ciò ha consentito di evitare di utilizzare il glicole all'interno del circuito geotermico.

Si osserva inoltre che i valori limite di temperatura si mantengono costanti nell'arco dei 25 anni. Questo permette di affermare che c'è buon equilibrio tra il prelievo e l'iniezione di energia termica dal terreno.

Diagramma flussi energetici annuali



PARAMETRO	CT1	CT2	CT3	u.m.
Riscaldamento				
Potenza d'estrazione massima per metro di sonda	32	29	30	W/m
Energia annuale estratta per metro di sonda	57	55	56	kWh/m/a
Raffrescamento				
Potenza d'iniezione massima per metro di sonda	47	46	45	W/m
Energia annuale iniettata per metro di sonda	44	43	45	kWh/m/a
Bilancio termico del terr 10				
Rapporto energia iniettata su energia estratta	78	78	82	%



c/o Trevi Italia
via Dismano 5819 - 47522 Cesena FC
Tel. +39 0547 319540 - Fax +39 0547 318542
e-mail: info@trevigetermia.it
www.trevigetermia.it

*GEO*energia

GEOenergia Srl
Via Rolleja 7 - 13045 Lozzolo (VC)
Tel. +39 0163 89152 - Fax +39 0163 89291
e-mail: info@geoenergia.it
www.geoenergia.it