

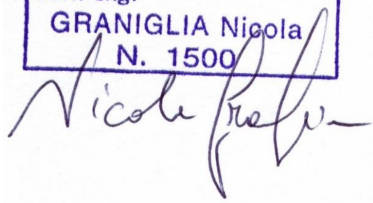


## Comune di San Casciano dei Bagni (SI)



# Progettazione esecutiva e Coordinamento per la Sicurezza dell'intervento di "EFFICIENTAMENTO ENERGETICO PLESSO SCOLASTICO "ANGELI DI SAN GIULIANO DI PUGLIA" - REALIZZAZIONE DI NUOVO IMPIANTO GEOTERMICO E SOSTITUZIONE DELLA POMPA DI CALORE"

## RELAZIONE TECNICA E DESCRITTIVA

<p>Progettista:</p> <p>Ing. <b>Nicola Graniglia</b></p> <p><b>ORDINE DEGLI INGEGNERI della Provincia di TARANTO</b></p> <p><b>Dott. Ing. GRANIGLIA Nicola N. 1500</b></p> 	<p>Collaboratori:</p> <p><b>Ing. Pietro Cateni</b></p> <p><b>Ing. Giacomo Russomando</b></p>
9 Giugno 2022	



## Sommario

1. <b>PREMESSA</b> .....	2
2. <b>DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO E IMPIANTO ESISTENTE</b> .....	2
2.1 Inquadramento urbanistico .....	2
2.2 Descrizione dell'edificio .....	4
2.3 Descrizione dell'impianto esistente .....	4
2.4 Aspetti geomorfologici e geologici.....	5
3. <b>INTERVENTO DI INSTALLAZIONE POMPA DI CALORE GEOTERMICA</b> .....	6
4. <b>ELENCO DEGLI ELABORATI DI PROGETTO</b> .....	9

## 1. PREMESSA

Il progetto oggetto della seguente relazione riguarda l'intervento di modifica dell'impianto di riscaldamento/raffrescamento dell'edificio scolastico "Angeli di San Giuliano di Puglia". Tale modifica si rende necessaria per ridurre i consumi di energia elettrica della pompa di calore esistente del tipo aria/acqua che, seppure relativamente recente, risulta essere poco performante; la stessa, inoltre, nel tempo ha reso necessari numerosi interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria con incremento dei costi di gestione della struttura a carico dell'Amministrazione Comunale.

Pertanto, si prevede l'installazione di un impianto con pompa di calore acqua-acqua geotermica allo scopo di sostituire l'attuale pompa di calore. Gli interventi consistono, oltre che nella sostituzione della pompa di calore esistente, anche nella realizzazione ex-novo di un campo sonde geotermiche verticali e il relativo impianto con centrale termica attrezzata all'interno del plesso scolastico.

Gli interventi saranno realizzati a fronte del sostegno finanziario ottenuto sia attraverso un finanziamento aggiudicato sulla linea "POR CREO FESR 2014-2020-Azione 4.1.1", che su un ulteriore contributo proveniente dalla linea "CONTO TERMICO" del GSE.

2

## 2. DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO E IMPIANTO ESISTENTE

Il plesso scolastico si trova nel Comune di San Casciano ai Bagni (SI), sulla Strada Provinciale di Montagna di Cetona (o via della Montagna), fuori dal centro abitato, sull'area collinare presente a nord del centro storico e in adiacenza all'area sportiva comunale di San Casciano dei Bagni.

Di recente costruzione secondo i criteri definiti in seguito all'introduzione nella normativa nazionale dell'obbligo dell'adeguamento sismico delle strutture scolastiche, esso è stato realizzato tenendo conto dei criteri del risparmio energetico, oltre che della sicurezza sismica, e presenta un buon involucro dotato di impiantistica avanzata.

### 2.1 Inquadramento urbanistico

L'edificio si colloca all'esterno del centro abitato in area dedicata a servizi ed attrezzature pubbliche o di uso pubblico, nella fattispecie attrezzature per l'Istruzione SC.

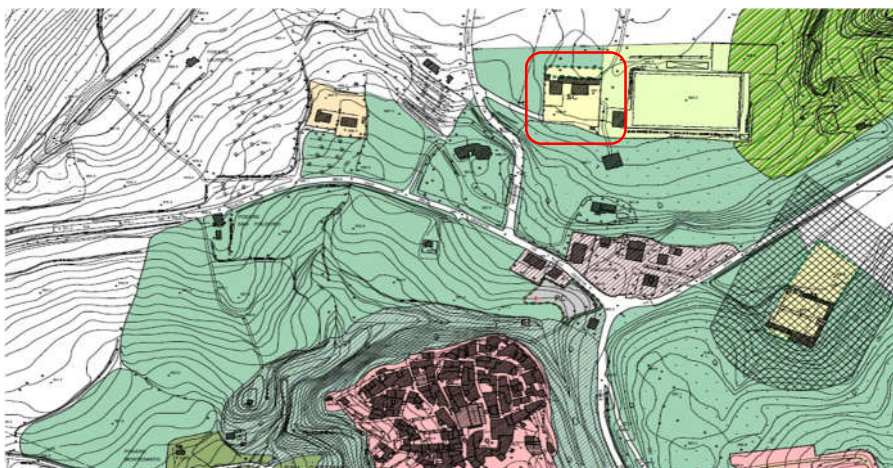


Figura 1 Estratto del Regolamento Urbanistico – aree a servizi ed attrezzature pubbliche o di uso pubblico – SC attrezzature per l'istruzione

La zona ricade nel Vincolo Paesaggistico, elemento che condiziona in parte la modalità di attuazione dell'intervento.



Figura 2 Estratto del PIT – Piano di Indirizzo Territoriale della Toscana in cui si evidenzia il vincolo paesaggistico (colore rosa)

3

L'edificio è identificato al catasto Fabbricati nel Foglio 28 particella 39.

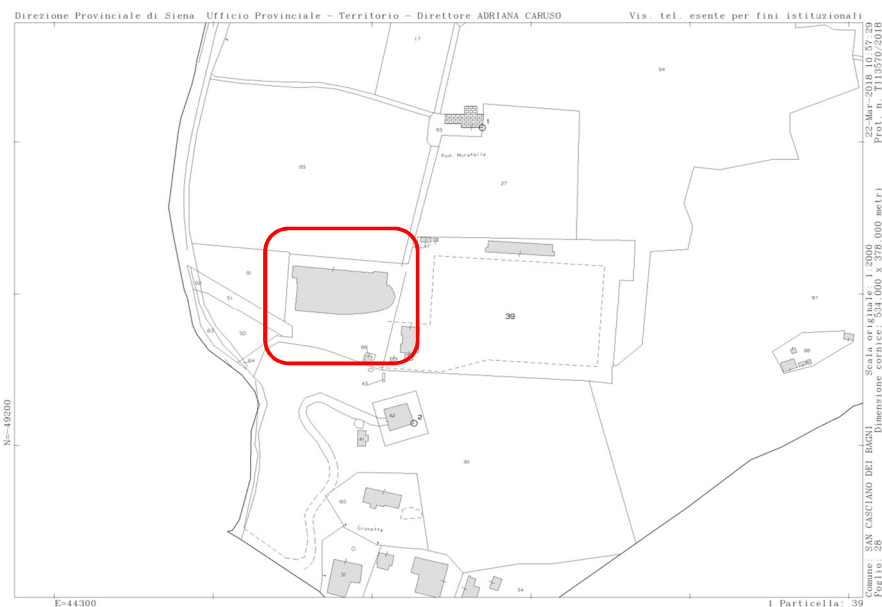


Figura 3 Planimetria catastale



## 2.2 Descrizione dell'edificio

L'edificio, realizzato nel 2011, si sviluppa su due piani fuori terra ed un piano seminterrato, il quale presenta una dispensa e un magazzino, per un totale di circa 2200 m<sup>2</sup>.

Piano terra e piano primo ospitano la scuola materna, scuola elementare e scuola media, nonché la cucina e la mensa a servizio di tutto il plesso scolastico. Una sala polivalente a doppia altezza ospita l'Aula Magna. Sono presenti poi due piccole corti che presentano una copertura trasparente in policarbonato.

Sulla copertura piana sono collocati i generatori e gli impianti connessi per il servizio di riscaldamento/raffrescamento e produzione dell'acqua calda, insieme ai pannelli solari e fotovoltaici che integrano e/o alimentano l'impianto.

La struttura dell'edificio è a telaio in cemento armato e tamponamento in laterizio, realizzato con una doppia muratura ("a cassetta") con interposto materiale isolante. I solai sono in predalles e laterocemento (copertura) coibentati in base alla normativa vigente al momento della costruzione. La struttura in cemento armato è stata opportunamente isolata all'esterno per evitare i ponti termici.

I serramenti sono in alluminio con taglio termico e vetrocamera basso-emissiva. Nelle aule è presente un sistema di veneziane orientabili integrato in vetrocamera.

Le piante del piano terra e del piano primo si sviluppano intorno ad un elemento curvo (pilastri in linea curva/tramezzi) che emerge in copertura come setto in acciaio CORTEN. Pensiline dal perimetro curvo ne riprendono la geometria per schermare infissi ed ingresso al piano terra e sulla terrazza al piano primo.

## 2.3 Descrizione dell'impianto esistente

Il sistema di generazione dell'attuale impianto di climatizzazione invernale ed estiva e produzione di acqua calda sanitaria è costituito da una pompa di calore aria-acqua da 245 kW cui si affiancano 10 pannelli solari termici ed una piccola caldaia di emergenza. Un volano termico da 3.000 litri alimentato dai generatori distribuisce il fluido termovettore ai piani seminterrato, piano terra e piano primo attraverso un idoneo sistema di pompaggio.

La climatizzazione degli ambienti avviene attraverso ventilconvettori a eccezione dei locali bagno e servizi dove sono installati dei radiatori con una superficie di emissione maggiorata calcolata con temperatura di mandata non superiore a 48°C e  $\Delta t$  10°C.

L'impianto è asservito anche da impianto di aria primaria per l'idoneo ricambio volumetrico in base alle persone presenti nei locali, come prescritto dalla normativa, costituito da recuperatori di calore ad alta efficienza, oltre il 50%, batterie aggiuntive post-riscaldamento e centraline di regolazione a punto fisso (con valvole mix sulla batteria di post-riscaldamento) per la costante immissione in ambiente dell'aria di rinnovo. Per la produzione di acqua calda ad uso sanitario, inoltre, la pompa di calore serve micro-accumuli (boiler termoelettrici) concentrati nei punti di prelievo.

Un impianto fotovoltaico costituito da 96 moduli fotovoltaici per una potenza complessiva pari a 19,68 kW produce energia elettrica per l'autoconsumo della struttura.

Questi componenti dell'impianto sono posizionati in copertura, schermati da adeguate coperture e dall'elemento curvo architettonico che organizza la pianta dell'edificio emergendo all'esterno in copertura. La ventilazione meccanica (ovvero la miscelazione tra l'aria esterna e quella interna) è gestita dalle stesse macchine usate per la climatizzazione invernale ed estiva. La regolazione della temperatura nei locali è effettuata attraverso dei sensori di temperatura che agiscono in tandem con sensori di rilevazione dell'ossigeno per ogni locale.



#### 2.4 Aspetti geomorfologici e geologici

Sulla base delle indicazioni riportate nella Relazione geologico-tecnica integrativa a supporto della progettazione esecutiva ad opera del Dott. Geol. Francesco Agnelli, alla quale si rimanda integralmente per ulteriori dettagli, l'area di interesse risulta ubicata nella porzione meridionale della Valdichiana Senese. In particolare il sito di intervento risulta ubicato nella porzione centrale di un versante collinare, alla quota di circa 591 m s.l.m.m. Considerando la quota, nonché la morfologia nella quale si inquadra il sito di interesse (versante dolce e/o terrazzo) si evince che ci si trova nella zona di passaggio tra zona collinare e zona montana.

L'area di studio è inquadrabile in un contesto geologico-strutturale caratterizzato da unità sia di età recente (es. depositi marini pliocenici e fluvio-lacustri continentali pleistocenici- olocenici) che da unità rocciose più antiche affioranti lungo la dorsale morfologica Rapolano- Cetona, sulla cui parte terminale è presente il sito di studio.

L'analisi degli aspetti geologici ha restituito un modello geologico caratterizzato dalla presenza di travertino e depositi palustri nei primi metri di sottosuolo (max 10-11 m da p.c.), sovrapposti a substrato roccioso calcareo stratificato (calcare selcifero dell'unità LIM) con una macroporosità non eccessivamente sviluppata. Inoltre, dalla carta geologica si rileva che nell'intorno del sito di intervento sono presenti diffusi corpi detritici di versante, probabilmente superficiali (massimo spessore qualche metro), legati soprattutto alle zone prossimali alle linee di drenaggio del reticolo idrografico. Le stesse linee del reticolo costituiscono solchi di erosione concentrata.

Tali considerazioni fanno presupporre buoni valori di trasmissione del calore alle sonde geotermiche con una potenza specifica compresa tra 50 e 60 W/m.

Non si registrano pericolosità di rilievo rispetto a fattori geomorfologici e idraulici.





### 3. INTERVENTO DI INSTALLAZIONE POMPA DI CALORE GEOTERMICA

Il progetto è nato a seguito della necessità di comprimere i costi di gestione del plesso scolastico nel rispetto delle vigenti norme in termini di efficienza energetica, ed in particolare ai sensi del DM 26 giugno 2015 “Requisiti minimi di edifici ed impianti nelle riqualificazioni energetiche.”

Dalla diagnosi energetica effettuata in sede di progettazione definitiva sono stati messi in evidenza gli elevati consumi elettrici (al netto dell'autoproduzione dell'impianto fotovoltaico) pari a circa 160 MWh/anno, 128 MWh dei quali sono tipicamente consumati da ottobre a marzo quando l'impianto di riscaldamento è in funzione (21 MWh/mese nei sei mesi del periodo di accensione).

Con la realizzazione del progetto è prevista una diminuzione dei consumi elettrici (nelle condizioni previste dalle norme UNI 113000) per un ammontare annuo di 32 MWh.

Si sottolinea come l'intervento interessi esclusivamente la componente impiantistica, senza modifiche dell'involucro edilizio.

Il progetto può essere suddiviso in due fasi:

- Rimozione della pompa di calore esistente;
- Installazione del nuovo impianto e realizzazione del campo sonde geotermiche.

Il nuovo impianto è costituito dai seguenti gruppi di elementi tecnologici:

- Pompa di calore acqua-acqua in sostituzione della pompa di calore aria-acqua esistente;
- Sonde geotermiche per consentire lo scambio di calore tra l'acqua del circuito primario della pompa di calore ed il terreno;
- Elementi tecnologici per consentire l'adattamento tra la nuova pompa di calore e l'impianto di distribuzione, regolazione, emissione esistente.

La pompa di calore geotermica condensata ad acqua è adatta all'installazione in ambiente chiuso ed è in grado di produrre energia termica e frigorifera in modo contemporaneo e indipendente.

Essa presenta un'elevata efficienza stagionale garantita dalla combinazione di più livelli di regolazione, che consentono di adattare la potenza erogata al reale fabbisogno energetico richiesto dall'impianto e di recupero energetico, che consente di recuperare fino al 100% della potenza erogata aumentando ulteriormente l'efficienza.

La pompa di calore funziona con refrigerante non ozonodeplettivo R-410A ed è dotata di compressori Scroll e deve soddisfare tutte le imposizioni dei seguenti standard di qualità:

- 2006/42/EC,
- 2006/95/EC,
- 2004/108/CE,
- 97/23/EEC,
- 2002/95/CE “RoHS”,
- 2002/96/EC “WEEE”,
- 2005/32/EC “Ecodesign”
- EN14511.

La pompa di calore ha una potenzialità frigorifera di 130 kW ed è in grado di produrre acqua ad una temperatura massima di 60°C.



Gli attacchi idraulici sono sul lato superiore/ posteriore mentre il kit idronico, posto nella sezione superiore dell'unità, è dotato di tutti i componenti idronici necessari per il funzionamento, nonché di un vaso d'espansione.

Le pompe di circolazione sono a velocità variabile con alimentazione con frequenza minima pari a 25 Hz.

L'alimentazione è in un solo punto con corrente trifase a 50 Hz e 400 V  $\pm$  10% senza neutro.

Per evitare che possa subire surriscaldamenti, ogni compressore non potrà arrestarsi ed avviarsi più di sei volte ogni ora.

L'unità è equipaggiata con un sistema di controllo di tipo numerico per gestire il funzionamento dei compressori, delle pompe dell'evaporatore e del condensatore (nonché dei ventilatori dell'eventuale dry cooler) adattandolo alle caratteristiche dell'impianto, inerzia termica del circuito idronico; in particolare l'unità è dotata di:

- Gestione energetica ottimizzata

- Un algoritmo autoadattivo ottimizza la pressione di condensazione a carico parziale, per ridurre il carico del compressore e garantire che l'evaporatore venga perfettamente rifornito di refrigerante liquido. L'algoritmo comanda il funzionamento della pompa a velocità variabile dell'acqua del condensatore.

- Il regolatore ripristina automaticamente il set-point della temperatura dell'acqua refrigerata in base alla temperatura dell'aria esterna o alla temperatura dell'acqua di ritorno. La regolazione può anche operare con un secondo set-point (esempio: modalità non occupata).

- Controllo master/slave di un generatore di calore ausiliario in parallelo, con compensazione del tempo di funzionamento e commutazione automatica in caso di guasto all'unità.

- Due programmazioni orarie indipendenti per controllare avvio/arresto dell'unità, funzionamento in base ad un secondo set-point per l'acqua refrigerata (per esempio: modalità non occupata)

la presenza di un serbatoio inerziale (vedere il volume minimo dell'acqua più avanti nel documento).

- Il regolatore analizza costantemente le pressioni e le temperature di aspirazione e di mandata del compressore. Se viene rilevata una situazione anomala, il controllo reagisce, ad esempio riducendo la potenza erogata. In questo modo i compressori lavorano sempre all'interno del proprio campo di temperatura ideale, ed è possibile evitare arresti dell'unità dovuti a guasti.

- Limitazione della richiesta: La chiusura di questo contatto limita la massima potenza del refrigeratore ad un valore predefinito.

- Indicazione di funzionamento: Questo contatto pulito indica che la pompa di calore è in funzione

- Indicazione di allarme: Questo contatto pulito indica la presenza di un guasto grave che ha avuto, come conseguenza, il blocco di uno o due circuiti frigoriferi.

- Porta seriale RS485, che consente il controllo remoto multiplo e possibilità di monitoraggio e diagnostica.

- Funzioni integrate di comunicazione avanzata

- Con modulo idraulico: visualizzazione della pressione dell'acqua e calcolo della portata d'acqua

- Tecnologia di comunicazione ad alta velocità e di semplice utilizzo basata su Ethernet (IP), per il collegamento a un sistema di gestione dell'edificio

- Gestione remota

Accessibili da internet mediante un PC dotato di connessione Ethernet. Questo rende il controllo remoto facile e veloce e offre importanti vantaggi per le operazioni di manutenzione:

- Funzione di manutenzione

- Promemoria relativo alla manutenzione obbligatoria– Controllo tenuta FGAS





- Promemoria relativo alla manutenzione periodica. Allarme relativo alla manutenzione configurabile in giorni, mesi oppure ore di funzionamento

<b>Potenzialità termica in riscaldamento B10/W35 (EN 14511:2013)</b>	152 kW <sub>t</sub>
<b>Potenzialità termica in raffreddamento B30/W18 (EN 14511:2013)</b>	130 kW <sub>t</sub>
<b>Potenza massima assorbita</b>	45 kW
<b>COP B10/W35 (EN 14511:2013)</b>	5,50
<b>EER B30/W7 (EN 14511:2013)</b>	4,77

Tabella 1 Caratteristiche pompa di calore geotermica

Lato condensatore è previsto nel periodo invernale l'ausilio del solare termico attraverso l'installazione di un bollitore-puffer solare da 1.000 litri con proprio vaso d'espansione da 80 litri. Le tubazioni in accesso ed uscita dal boiler avranno sezione ridotta rispetto al bypass che dovrà rimanere sempre aperto in modo da evitare che all'accensione della macchina si possano avere temperature dell'acqua in ingresso al condensatore troppo elevate. Un termostato ad immersione nel puffer farà in modo di azionare una valvola deviatrice sul circuito solare al raggiungimento di 80°C andando a riscaldare il puffer esistente in copertura. Si prevede poi l'installazione di un impianto di scambio termico con il terreno composto da n°18 sonde geotermiche ad una profondità di 110 metri, complete di scambiatore di calore a doppio tubo a U, resa frigorifera 90 kW e capacità di estrazione 50 W/m.

Le sonde geotermiche saranno posizionate nell'area compresa tra la scuola e il campo sportivo, precisando che l'intervento non comprometterà la fruizione futura dell'area oggetto di intervento.

La pompa di calore verrà collocata, invece, in un locale attualmente sgombero, di dimensioni idonee comprensive degli spazi per la manutenzione e posto nelle immediate vicinanze del campo pozzi. Si riporta nella figura seguente un particolare relativo al posizionamento in planimetria della pompa di calore e di parte delle sonde con i relativi scavi per il collocamento delle tubazioni (come da legenda).

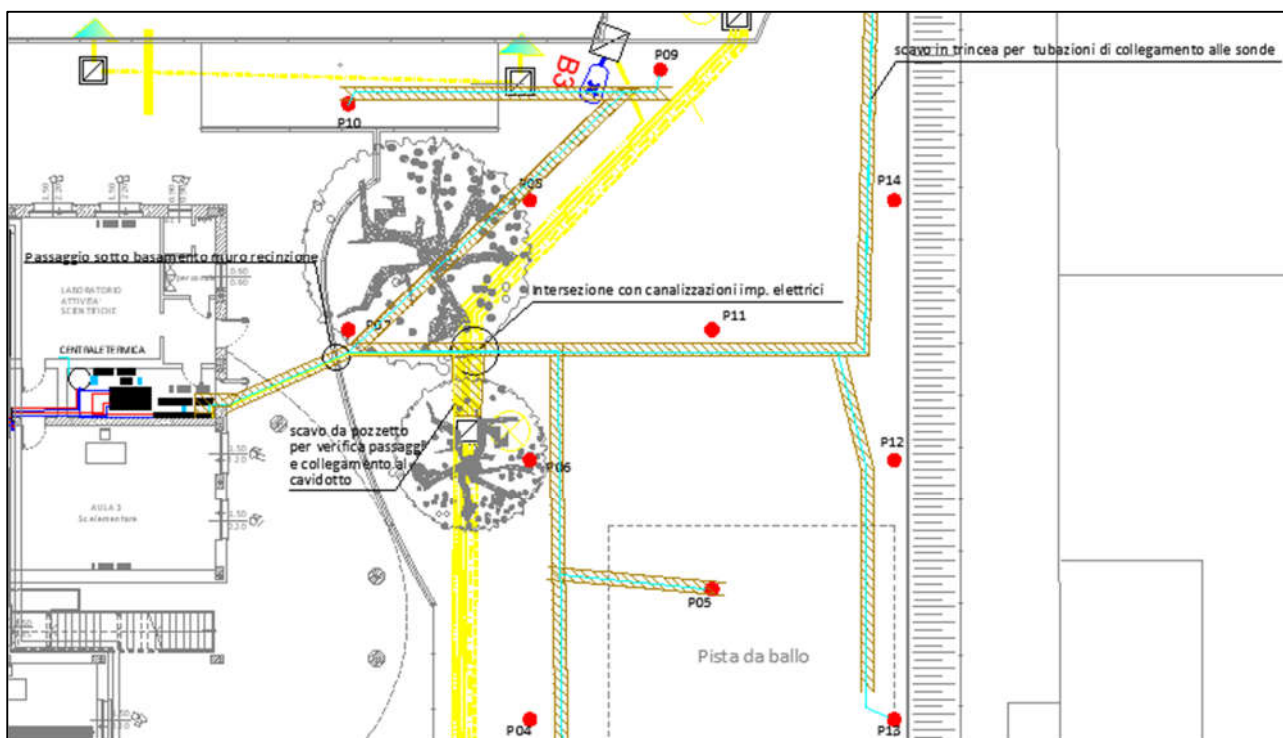


Figura 4 Particolare posizionamento pompa di calore e sonde geotermiche



## LEGENDA

	CANALIZZAZIONE INTERRATA IMPIANTI ELETTRICI
	SCAFO PER INTERRAMENTO SONDE PROFONDITA' 120-150 CM
	POZZO SONDE N. X
	TUBAZIONE MANDATA E RITORNO IMPIANTO CLIMATIZZAZIONE IN PP-R COIBENTATO DN65 - Rivestimento in alluminio
	TUBAZIONE MANDATA E RITORNO IMPIANTO SOLARE TERMICO IN RAME COIBENTATO DN40 - Rivestimento in alluminio
	TUBAZIONE MANDATA E RITORNO ALLE SONDE GEOTERMICHE IN PE 100-SDR

Si è deciso di non utilizzare il glicole al fine di massimizzare il rendimento della macchina. Per ovviare alla mancanza di liquido anticongelante ed evitare, quindi, che il fluido termovettore contenuto nelle tubazioni possa congelare, si prevede il posizionamento dei tubi ad almeno 1 m di profondità dal piano campagna, come si evince dal particolare riportato nella figura seguente.

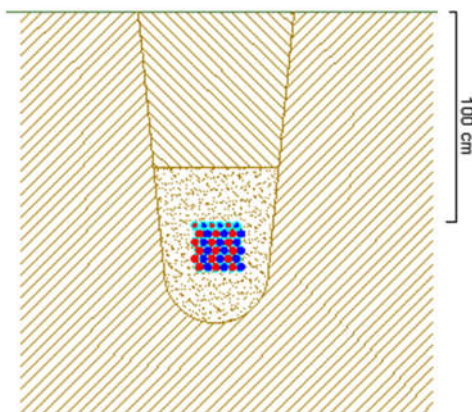


Figura 5 Particolare tubo

Per ogni altro dettaglio si rimanda alle altre relazioni e agli elaborati grafici, parte integrante della documentazione progettuale.

## 4. ELENCO DEGLI ELABORATI DI PROGETTO

- Relazione Tecnica e Descrittiva
- Relazione di calcolo degli impianti
- Computo metrico estimativo
- Elenco prezzi unitari
- Analisi dei prezzi
- Quadro di incidenza della manodopera
- Quadro economico
- Cronoprogramma
- Schema di contratto
- Capitolato Speciale d'Appalto
- Piano di Sicurezza e Coordinamento
- Piano di Manutenzione dell'Opera



- Relazione di rispondenza ai Criteri Ambientali Minimi
- Elaborati grafici:
  - Tav. EG1 – Installazione impianto geotermico

Firenze, 9 Giugno 2022

