



**UNIVERSITÀ DELLA VALLE D'AOSTA
UNIVERSITÉ DE LA VALLÉE D'AOSTE**

DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE E POLITICHE

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN
ECONOMIA E POLITICHE DEL TERRITORIO E DELL'IMPRESA**

ANNO ACCADEMICO 2023/2024

TESI DI LAUREA MAGISTRALE

**STRATEGIE DI FINANZIAMENTO E POLITICHE ENERGETICHE
PER LO SVILUPPO DELLA GEOTERMIA A BASSA ENTALPIA IN VALLE D'AOSTA**

DOCENTE 1° RELATORE : Chiar.mo Prof. MICHELE GAIETTA

DOCENTE 2° RELATORE : Chiar.ma Prof.ssa LAURA GUZZI

STUDENTE: Matricola N. 22 G01 352, CINDY FIONA MCNEILL

INDICE

INTRODUZIONE	03
CAPITOLO 1	
L'ENERGIA GEOTERMICA A BASSA ENTALPIA	05
1.1. DEFINIZIONE	05
1.2. LE TAPPE PRINCIPALI PER LO SVILUPPO DELLA GEOTERMIA	05
1.3. LE TRE GRANDI FAMIGLIE DELLA GEOTERMIA	07
1.3.1. LA GEOTERMIA A BASSA PROFONDITÀ	07
1.3.2. LA GEOTERMIA A MEDIA PROFONDITÀ	08
1.3.3. LA GEOTERMIA A GRANDE PROFONDITÀ	08
1.4. UNO SGUARDO AI DATI	08
1.4.1. LA PRODUZIONE DI ELETTRICITÀ	08
1.4.2. LA PRODUZIONE DI CALORE	12
1.5. LA GEOTERMIA A BASSA ENTALPIA	16
1.5.1. I SISTEMI A CIRCUITO CHIUSO	16
1.5.2. I SISTEMI A CIRCUITO APERTO	17
1.5.3. IL RUOLO CRUCIALE DELLA POMPA DI CALORE	18
1.6. IL GEOTERMICO A BASSA ENTALPIA IN VALLE D'AOSTA	20
CAPITOLO 2	
IL POTENZIALE E LE SFIDE PER LO SVILUPPO DEL GEOTERMICO A BASSA ENTALPIA	22
2.1. MATRICE SWOT	22
2.1.1. I PUNTI DI FORZA (STRENGTHS)	22
2.1.2. I PUNTI DI DEBOLEZZA (WEAKNESSES)	24
2.1.3. LE OPPORTUNITÀ (OPPORTUNITIES)	25
2.1.4. LE MINACCE (THREATS)	27
2.2. CONSIDERAZIONI	28
CAPITOLO 3	
ANALISI DEL QUADRO NORMATIVO IN EUROPA, ITALIA E VALLE D'AOSTA	29
3.1. LE DIRETTIVE EUROPEE NEL CONTESTO DELLE FONTI RINNOVABILI	29
3.1.1. IL NEXT GENERATION UE	29
3.1.2. IL GREEN DEAL	30
3.1.3. IL REPOWER UE	31
3.1.4. RELAZIONE SULL'ENERGIA GEOTERMICA	32
3.2. IL QUADRO NORMATIVO ITALIANO	34
3.2.1. LA TRADIZIONE DEGLI OBIETTIVI EUROPEI NEL CONTESTO NAZIONALE	34
3.2.2. EVOLUZIONE DELL'ENERGIA GEOTERMICA IN ITALIA	35
3.2.3. IL SISTEMA ITALIANO PER IL RILASCIO DEI PERMESSI IN LINEA CON LA LEGGE 22 DEL 11/02/2010	40
3.3. IL QUADRO NORMATIVO DEGLI IMPIANTI GEOTERMICI A BASSA ENTALPIA IN VALLE D'AOSTA	43

CAPITOLO 4

ANALISI DEL MODELLO DI SVILUPPO SVIZZERO PER L'IMPLEMENTAZIONE DI CIRCUITI GEOTERMICI A BASSA ENTALPIA	45
4.1. RICONOSCIMENTO DEL POTENZIALE E DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI DELLA GEOTERMIA	45
4.1.1. IL PIANO STRATEGICO A LUNGO TERMINE 2025	45
4.1.2. IL POTENZIALE DELL'ENERGIA GEOTERMICA	47
4.2. LE LINEE GUIDA PER FACILITARE I PROGETTI GEOTERMICI	49
4.2.1. DALLA MAPPATURA DEL TERRENO AGLI SCAVI DI ESPLORAZIONE: I CONSIGLI DI GÉOTHERMIE SUISSE	50
4.2.2. LA STIMA DEI COSTI PER L'INSTALLAZIONE DI CIRCUITI GEOTERMICI A MEDIA ENTALPIA	53
4.3. ESEMPI DI UTILIZZO DELL'ENERGIA GEOTERMICA A BASSA ENTALPIA IN CITTÀ SVIZZERE	54
4.3.1. I CIRCUITI GEOTERMICI CHIUSI	54
4.3.2. I CIRCUITI GEOTERMICI APERTI	57

CAPITOLO 5

LA GEOTERMIA COME MEZZO PER LO SVILUPPO LOCALE: PROPOSTE PER UNA CAMPAGNA DI PROSPEZIONE GEOFISICA NEL TERRITORIO VALDOSTANO	61
5.1. UNA STIMA PER UN EVENTUALE CONVERSIONE DEL QUARTIERE COGNE DI AOSTA	61
5.1.2 IL PROBLEMA DELLA PREVENTIVAZIONE DEI COSTI	62
5.2. IL PROGETTO GRETA	62
5.2.1. IL POTENZIALE GEOTERMICO DEI CIRCUITI CHIUSI	65
5.2.2. IL POTENZIALE GEOTERMICO DEI CIRCUITI APERTI	66
5.2.3. LE CONSIDERAZIONI DEL PROGETTO GRETA	67
5.3. GLI STEP PRINCIPALI PER LA RIUSCITA DELLA CAMPAGNA DI PROSPEZIONE GEOFISICA	68
5.4. FASE 1: I SOGGETTI PROMOTORI DELLA CAMPAGNA E LO STUDIO DI FATTIBILITÀ	69
5.4.1. IL RUOLO DELLA REGIONE VALLE D'AOSTA	69
5.4.2. IL RUOLO DI C.V.A. SMART ENERGY	70
5.4.3. IL RUOLO DI ARPA VALLE D'AOSTA	71
5.4.4. LO STUDIO DI FATTIBILITÀ	71
5.5. FASE 2: LA CREAZIONE DEL BANDO E SCELTA DELL'AZIENDA	71
5.6. FASE 3: RICHIESTA DI VALUTAZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE	72
5.7. FASE 4: LA CAMPAGNA DI COMUNICAZIONE AI CITTADINI	74
5.8. FASE 5: PROSPEZIONE GEOFISICA ED ELABORAZIONE DEI DATI	75
5.8.1. LA MAPPATURA DEL TERRENO	75
5.8.2 SCAVI ED ELABORAZIONE DEI DATI	77
5.9. AMBITO DI APPLICAZIONE: IL PEAR VDA	78
CONCLUSIONE	79

INTRODUZIONE

Il cambiamento climatico è senza dubbio l'argomento più rilevante del nostro millennio. Il pianeta sta affrontando situazioni di estrema siccità alternate a piogge torrenziali, lo scioglimento delle calotte è in costante accelerazione ed il ciclo è sempre più incerto. Negli ultimi 100 anni (tra il 1924 ed il 2024)¹, la temperatura media globale è aumentata di 1,56 °C, mentre le emissioni di CO₂ nell'atmosfera sono cresciute del 276%, tra il 1922 ed il 2022².

Per questo motivo tra, gli anni Settanta ed Ottanta dello scorso secolo (quando le emissioni di CO₂ avevano un raggiunto un picco del 2.150% rispetto al 1850), sono state adottate nuove politiche per ridurre l'utilizzo di fonti inquinanti.

Un elemento cardine di queste politiche ambientali poggia sulla transizione energetica, promuovendo l'uso di fonti rinnovabili sia per la produzione di elettricità che per il riscaldamento e rinfrescamento degli ambienti.

Oltre alle motivazioni climatiche, anche gli eventi geopolitici recenti hanno supportato una nuova accelerazione nell'incentivazione di utilizzo delle fonti rinnovabili. Nel 2022, con lo scoppio della Guerra in Ucraina e le tensioni sempre maggiori tra gli Stati Uniti, Europa e la Russia, si è originata una significativa crisi energetica con un aumento medio del costo dell'elettricità del 156% rispetto al 2021, tra i paesi dell'Unione Europea³. Questa crisi ha sottolineato la necessità di incrementare l'utilizzo delle fonti energetiche locali, riducendo la dipendenza di stati terzi esterni all'UE.

Secondo le elaborazioni statistiche di Our World In Data (OWID), a livello mondiale, la percentuale di utilizzo di energie rinnovabili rispetto a quelle esauribili è aumentata di circa il 4% negli ultimi quaranta anni, passando dal 15,76% del 1980 al 19% nel 2022⁴. In Europa, il consumo di energie rinnovabili è aumentato dal 10,18% nel 2005 al 23,04% nel 2022⁵.

Spostandosi su un'analisi relativa alle differenti tipologie di energie rinnovabili, nel 2023 l'energia idroelettrica ha rappresentato il 40,81% della produzione totale, seguita dall'energia eolica al 39,85%, solare al 12,11%, biomasse al 6,31%, e geotermica allo 0,91%.⁶

¹ OUR WORLD IN DATA, "Average temperature anomaly, Global", settembre 2024, <https://ourworldindata.org/grapher/temperature-anomaly>

² OUR WORLD IN DATA, "Per capita CO₂ emissions, 2022", 20 giugno 2024, <https://ourworldindata.org/grapher/co-emissions-per-capita>

³ EUROSTAT, "Electricity price statistics", aprile 2024, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_price_statistics

⁴ OUR WORLD IN DATA, "Global primary energy consumption by source", 2023, <https://ourworldindata.org/grapher/global-energy-consumption-source>

⁵ EUROSTAT, "Renewable energy statistics", dicembre 2024, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics

⁶ AGENZIA INTERNAZIONALE PER L'ENERGIA, "Renewable energy Progress Tracker", 4 giugno 2024, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/renewable-energy-progress-tracker>

INTRODUZIONE

Considerando le necessità e le tempistiche per una transizione energetica veloce ed efficace, sono stati condotti numerosi studi e ricerche sulle differenti tipologie di energie sostenibili. In questo contesto, tuttavia, la geotermia rimane la fonte meno utilizzata a livello globale. Questa fonte sfrutta il calore terrestre al fine di produrre energia e può essere impiegata per produrre elettricità tramite centrali geotermoelettriche o per il riscaldamento e raffrescamento degli edifici attraverso circuiti geotermici. Rispetto a questi due utilizzi, a riprova del suo scarso utilizzo, riportiamo alcuni dati livello europeo che l'attestano all'1,4% dell'energia elettrica sostenibile prodotta nell'Unione Europea e allo 0,4% della produzione di calore con fonti rinnovabili all'anno.

In questo quadro, si è scelto di redigere la presente tesi di laurea al fine di studiare una fonte poco conosciuta ed elaborarne i punti di forza per valorizzare la geotermia come mezzo idoneo al raggiungimento degli obiettivi ambientali e climatici prefissati dalle autorità globali, europee e nazionali. La geotermia a bassa temperatura è particolarmente utile perché è disponibile indipendentemente dalle condizioni climatiche o geopolitiche ed è adattabile a diverse conformazioni geomorfologiche.

Data la volontà di immaginare potenziali ricadute di questo lavoro a livello locale, coerentemente al percorso di studio in "Economia e Politiche del Territorio e dell'Impresa", si è deciso di focalizzare l'attenzione sullo sviluppo di questa fonte energetica in Valle d'Aosta, un territorio che presenta condizioni favorevoli, data la sua conformazione alpina.

L'obiettivo della tesi è quello di individuare le principali problematiche per una maggior diffusione del geotermico, come gli elevati costi di installazione, proponendo politiche energetiche e strategie di finanziamento a livello regionale per aiutare i cittadini a ridurre tali spese.

Per raggiungere questo obiettivo, la tesi analizzerà i concetti fondamentali della geotermia, i suoi vantaggi e svantaggi, e il quadro normativo europeo, nazionale e regionale. Oltre a comparare e contestualizzare la geotermia rispetto alle altre energie rinnovabili si svilupperà un confronto con investimenti e progetti già svolti da altri attori pubblici e privati che operano in contesti territoriali simili a quello valdostano, come la Svizzera. Il presente progetto di tesi mira a rispondere al seguente quesito di ricerca: *“quale potrebbe essere il miglior modello di sviluppo sostenibile che potrebbe implementare la Regione Valle d'Aosta per valorizzare il suo patrimonio energetico locale mediante la geotermia a bassa entalpia?”*

CAPITOLO 1

L'ENERGIA GEOTERMICA A BASSA ENTALPIA

1.1. DEFINIZIONE

Con energia geotermica – dal greco *geō*, Terra, e *thermós*, caldo - si intende lo sfruttamento del calore all'interno della terra al fine di estrarlo dal sottosuolo ed incanalarlo in processi di trasformazione per il suo utilizzo come fonte energetica rinnovabile. Da essa è possibile generare riscaldamento/raffrescamento di edifici, acqua calda sanitaria o, ancora, energia finalizzata all'attività industriale.

L'alta temperatura del sottosuolo viene generata da un naturale decadimento radioattivo che avviene tra la crosta ed il mantello. Il fenomeno innesca un graduale aumento della temperatura con la profondità ed il concetto prende il nome di “gradiente geotermico”. Infatti, la temperatura aumenta in media di circa 30°C per ogni 1.000 metri di discesa. Tuttavia, alcune zone della terra presentano un gradiente geotermico maggiore: in aree vulcaniche come Islanda, Nuova Zelanda, Indonesia, Filippine e Giappone, o in zone di alta attività tettonica come California ed Italia, il calore sale più velocemente. Nei territori appena citati, è possibile scavare pozzi in cui si raggiungono temperature di 200 °C già tra i 1,5 ed i 5 Km⁷.

1.2. LE TAPPE PRINCIPALI PER LO SVILUPPO DELLA GEOTERMIA

L'umanità ha sempre tratto vantaggio dall'energia geotermica, sfruttando il calore del sottosuolo fin dai tempi preistorici al fine di scaldarsi, cucinare o fare bagni termali. Ne sono un esempio gli Etruschi ed i Romani, i quali furono in grado di utilizzare i benefici del vapore geotermico con finalità termale o come merce di scambio.

A seguito della caduta dell'Impero Romano, questa fonte di energia cadde in disuso per quasi mille anni. Solo nel XV secolo, la famiglia Medici la riscoprì, non tanto per scopi energetici, quanto piuttosto per estrarre dei sottoprodotti utili al trattamento di malattie alla pelle.

Solo due secoli più tardi, da semplici intuizioni durante i primi scavi minerari profondi, si comprese che la temperatura del suolo tendeva ad aumentare con la profondità.

⁷ H. DICKSON & M. FANELLI, “Cos'è l'energia geotermica?”, Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, Pisa, 2004, p.p. 3-5.

CAPITOLO 1: L'ENERGIA GEOTERMICA A BASSA ENTALPIA

La vera e propria svolta, si raggiunse nel 1818 con la scoperta e la commercializzazione dell'acido borico, ottenuto dall'evaporazione dei fanghi naturali. L'acido borico è stato di rilevante importanza all'umanità in quanto molto utile per il trattamento e la disinfezione di ustioni alla pelle.

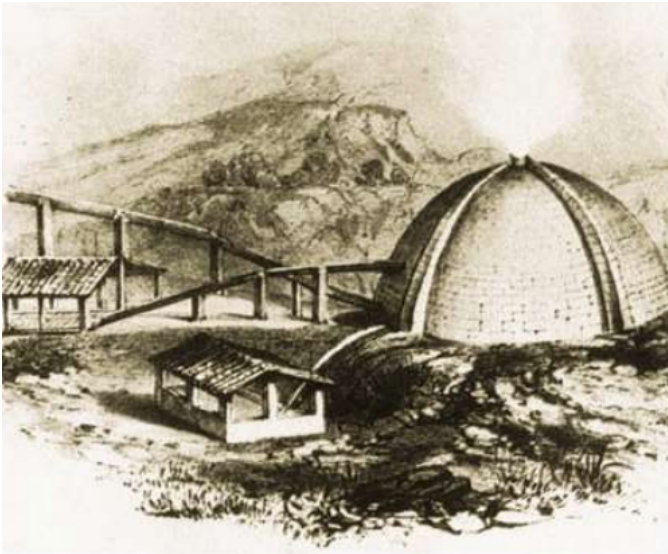


Figura 1.1: Progetto della cupola in mattoni finalizzata al riscaldamento delle abitazioni

Il proprietario di una nota industria toscana, Francesco Giacomo Lardarel, fu il primo ad intuire che il calore prodotto da queste acque boriche poteva per essere utilizzato per scaldare i bollitori, al fine di ridurre il consumo di legname. In seguito a questa scoperta, infatti, si avviò la costruzione di strutture a cupola che si scaldavano intorno alle perforazioni e, con dei condotti, si riuscì a trasportare il vapore nelle case (Figura 1.1).

Questo fenomeno prese piede anche all'estero: nel 1892 a Boise, negli Stati Uniti, viene inaugurato il primo sistema di riscaldamento urbano⁸.



Figura 1.2: Piero Ginori Conti accende le prime lampadine alimentate ad energia geotermica

Il secondo evento rivoluzionario avvenne nel 1904: Piero Ginori conti, attraverso l'utilizzo di una macchina composta da un motore alternato e una dinamo, riuscì ad accendere le prime cinque lampadine alimentate ad energia geotermoelettrica (figura 1.2).

Di qui, nel 1913, nacque la prima centrale geotermoelettrica al mondo, la Lardello 1.

Questi brevi accenni storici ci danno modo di comprendere come l'energia geotermica abbia avuto uno sviluppo graduale, ma senza sosta, e che abbia giocato da sempre un ruolo fondamentale per fornire calore nelle abitazioni e produrre energia elettrica.

⁸ H. DICKSON & M. FANELLI, "Cos'è l'energia geotermica?", Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, Pisa, 2004, p.p. 1-3.

CAPITOLO 1: L'ENERGIA GEOTERMICA A BASSA ENTALPIA

Nell'ultimo secolo, le tecnologie in questo ambito si sono diffuse a livello globale, abbinandosi a nuove invenzioni. Ad oggi, esistono più di 500 centrali geotermoelettriche nel mondo ed il sistema di riscaldamento degli edifici si è innovato al punto di poter vantare diverse tipologie.

Considerata la complessità dell'argomento oggetto del presente elaborato, risulta necessario fin da subito chiarire la differenza tra il geotermico a bassa o media temperatura (finalizzato al riscaldamento delle abitazioni) ed il geotermico ad alta temperatura (utilizzato come fonte di calore per la produzione di elettricità in impianti termoelettrici).

1.3. LE TRE GRANDI FAMIGLIE DELLA GEOTERMIA

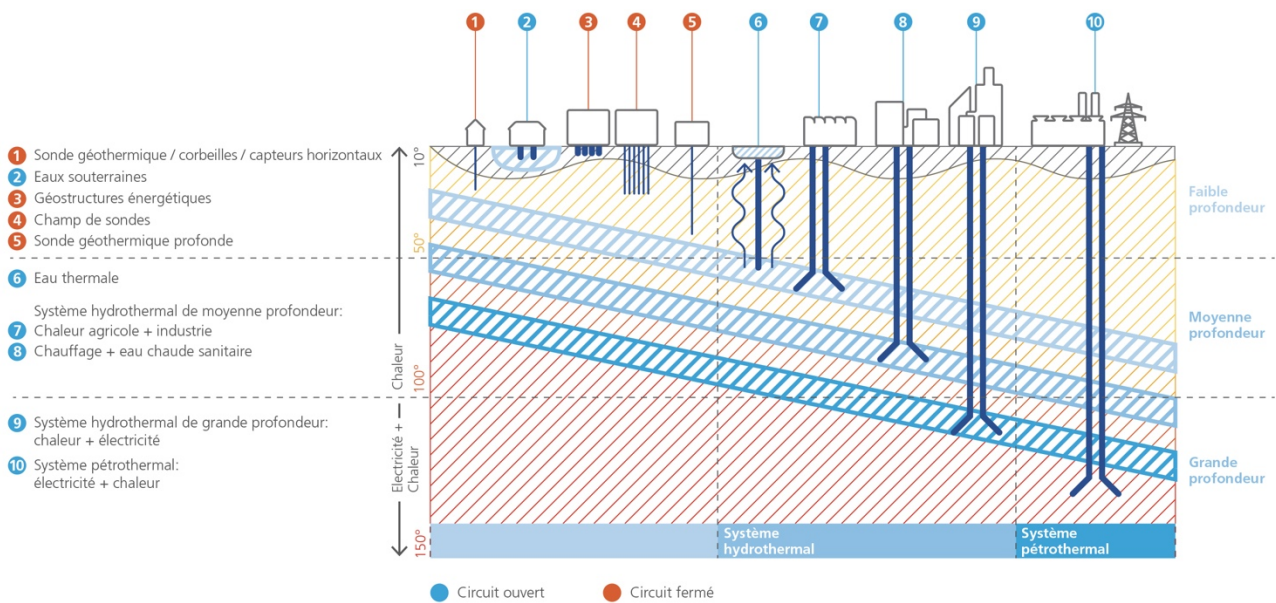


Figura 1.4: Rappresentazione grafica della suddivisione delle tre macro categorie di produzione di energia geotermica

1.3.1. LA GEOTERMIA A BASSA PROFONDITÀ

In questo caso, il sistema sfrutta le sonde geotermiche (verticali o orizzontali a seconda della tipologia) che vengono installate nel terreno al fine di riscaldare le strutture di piccole dimensioni. Questa tecnologia è definita di “bassa temperatura” in quanto il calore estratto in profondità ha un range compreso da un minimo di 10 °C ad un massimo di 50 °C⁹.

Il caso di studio della Valle d’Aosta rientra nella fattispecie sopra definita, come illustrato in dettaglio all’interno del paragrafo 1.6.

⁹ GÉOTHERMIE-SUISSE, “Guide pour faciliter les projets de géothermie”, Newcom Partners SA, s.l., maggio 2023, p. 2.

1.3.2. LA GEOTERMIA A MEDIA PROFONDITÀ

Parliamo dell'utilizzo di falde acquifere sotterranee di media profondità per il riscaldamento diretto dei quartieri¹⁰. In questo caso, sempre mediante l'inserimento di sonde nel terreno, è possibile distribuire il calore ad un numero più ampio di utenti, con applicazioni sia nel settore industriale, sia nel settore agricolo (come indicato nei punti 7 e 8 della figura 1.3). Inoltre, è anche possibile estrarre l'acqua calda a fini termali (come indicato nel punto 6 della figura 1.3). Per queste finalità, le temperature delle fonti geotermiche si aggirano tra i 50 °C ed i 100 °C.

1.3.3. LA GEOTERMIA A GRANDE PROFONDITÀ

La geotermia a grande profondità fa riferimento al suo utilizzo in vere e proprie centrali geotermoelettriche finalizzate alla produzione di elettricità e riscaldamento diretto per i quartieri⁴. Questo tipo di impianto implica uno scavo di pozzi ad una profondità elevata (generalmente comprese tra un minimo di 3 Km ed un massimo di 5 Km) al fine di estrarre l'acqua surriscaldata e convertirla in vapore. Dopodiché, questo vapore è convogliato verso grandi turbine che daranno inizio al processo di produzione di elettricità. L'elettricità prodotta viene in seguito collegata alle linee elettriche di distribuzione. Per ultimo, il vapore viene inserito in un condensatore che raccoglie l'acqua e la reinserisce nel sottosuolo al fine di dare nuovo impulso al ciclo geotermoelettrico. In questo caso, le temperature raggiunte possono anche toccare i 200 °C.

1.4. UNO SGUARDO AI DATI

Una volta comprese le principali finalità associate all'energia geotermica, ovvero produzione di elettricità e sfruttamento del calore, occorre analizzarne la diffusione su tre livelli: mondiale, europeo ed italiano.

1.4.1. LA PRODUZIONE DI ELETTRICITÀ

Secondo i dati dell'IEA, l'International Energy Agency, la produzione di energia elettrica geotermica mondiale rappresenta (nell'intervallo 2016-2023) solamente il 1,26% della produzione con fonti di energia rinnovabile.

Rispetto a tutte le altre fonti di energia rinnovabile, il geotermico risulta il meno utilizzato. Infatti, in questo stesso periodo, più della metà della produzione in GW è imputabile all'idroelettrico (56%), seguito dall'eolico (22%), solare (23%) e biomasse (13%), come illustrato in figura 1.4.

¹⁰ GÉOTHERMIE-SUISSE, "La géothermie au service du développement des quartiers", Z+Z Graphic design, s.l., settembre 2023, p. 2.

CAPITOLO 1: L'ENERGIA GEOTERMICA A BASSA ENTALPIA

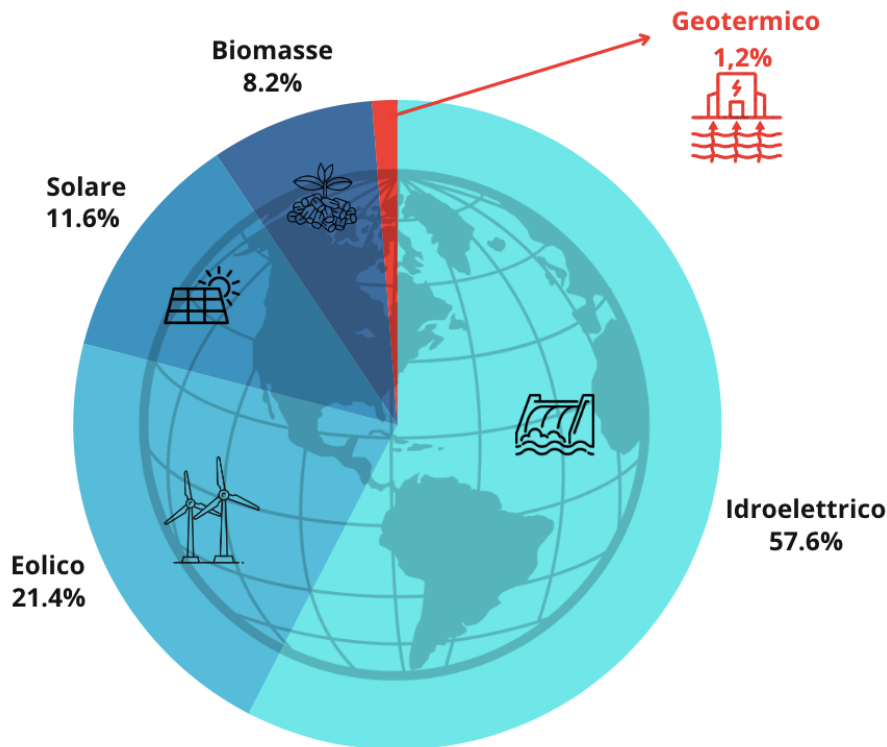


Figura 1.5: Grafico a torta con percentuale di produzione di energia elettrica mondiale tra il 2016 ed il 2023, suddivisa per tipologia di energia rinnovabile¹¹

Spacchettando i dati, è possibile analizzare l'entità della produzione di specifiche aree rispetto a quella globale. Per quanto riguarda il continente europeo¹², il geotermico è relativamente diffuso, rappresentando, sempre nel periodo 2016-2023, il 22,78% della produzione di elettricità mondiale da questa fonte di energia. Tuttavia, confrontando la quota di produzione geotermica rispetto alle restanti fonti energetiche rinnovabili (FER) in Europa, vediamo che la proporzione rimane grossomodo in linea con quella mondiale, attestandosi a circa l'1,44%.

Anche in questo caso, l'energia elettrica ricavata dal geotermico risulta la meno sfruttata rispetto a tutte le altre energie a fonti rinnovabili. Al primo e secondo posto rimangono l'idroelettrico (41%) e l'eolico (32%). Diversamente dal resto del mondo, in Europa si utilizzano più le biomasse (14%) rispetto all'energia solare (12%) (Figura 1.5).

¹¹ AGENZIA INTERNAZIONALE PER L'ENERGIA, "Renewable energy Progress Tracker", 4 giugno 2024, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/renewable-energy-progress-tracker>

¹² I seguenti dati si riferiscono all'Europa dal punto di vista geografico, non politico.

CAPITOLO 1: L'ENERGIA GEOTERMICA A BASSA ENTALPIA

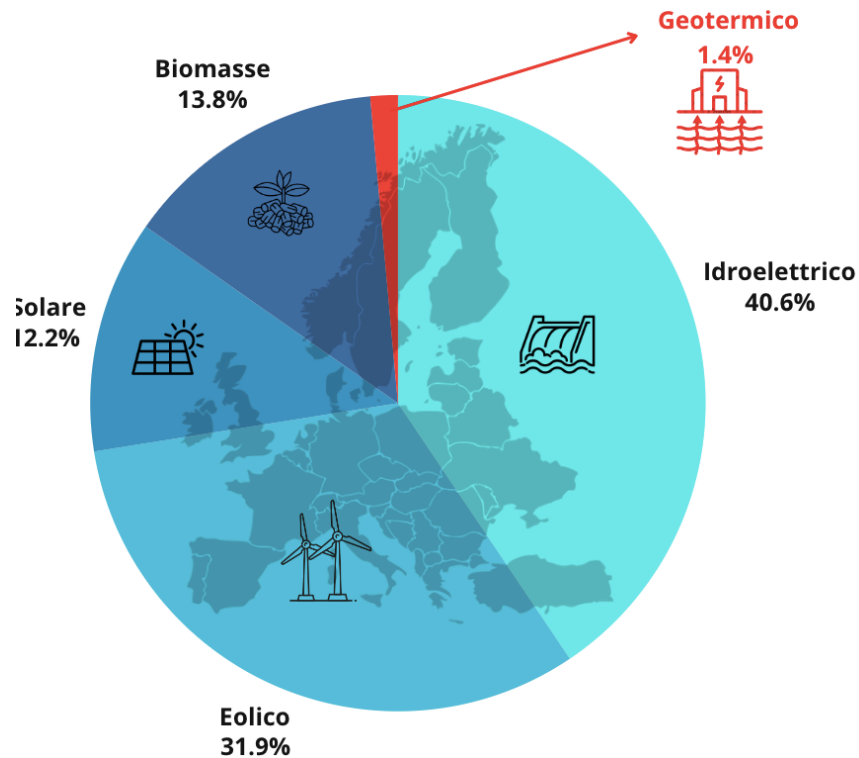


Figura 1.6: Grafico a torta con percentuale di produzione di energia elettrica europea tra il 2016 ed il 2023, suddivisa per tipologia di energia rinnovabile¹³

Per quanto riguarda i dati della produzione in Italia, il paese rappresenta una fonte di produzione importante sia rispetto all'elettricità prodotta a livello mondiale, con il 6,51%, che a livello europeo con il 28,57% (figura 1.6)

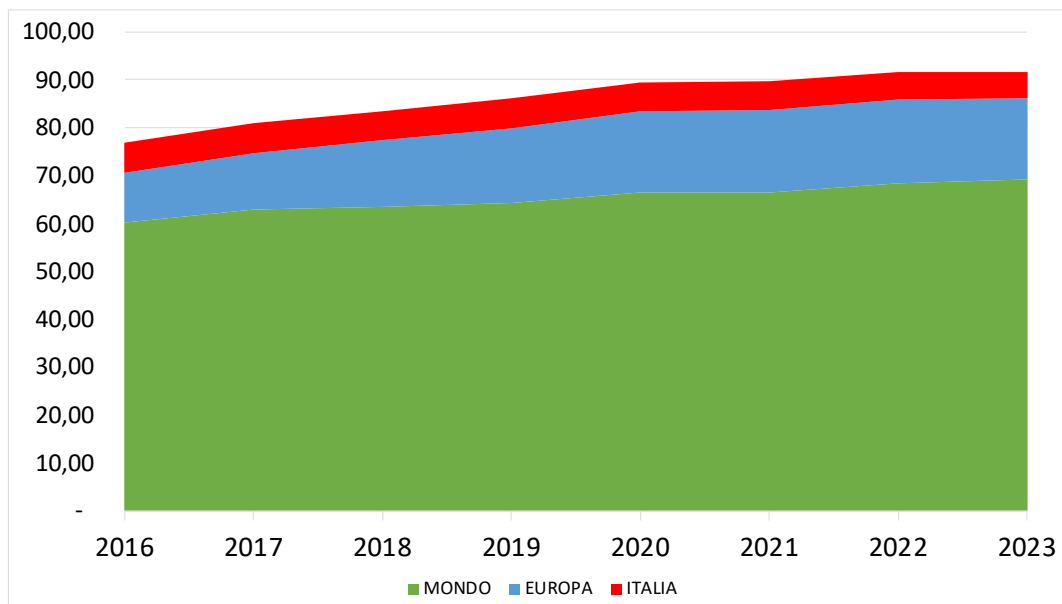


Figura 1.7: Grafico rappresentante la massa di produzione totale di energia geotermoelettrica in tutto il mondo, con suddivisione della parte prodotta in Europa e la parte prodotta in Italia⁷

¹³ AGENZIA INTERNAZIONALE PER L'ENERGIA, "Renewable energy Progress Tracker", 4 giugno 2024, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/renewable-energy-progress-tracker>

CAPITOLO 1: L'ENERGIA GEOTERMICA A BASSA ENTALPIA

Sempre rimanendo sul livello di analisi relativo all'Italia, rispetto ad un confronto tra le altre fonti di produzione di energia elettrica da rinnovabili, il geotermico aumenta la propria incidenza rispetto al resto del mondo, con una percentuale del 5% (figura 1.7). Infatti, grazie al geotermico, vengono prodotti in media 6 Terawattora di energia, sfruttando una potenza installata di circa 1,1 Gigawatt . La zona in cui si sfrutta maggiormente questa fonte di energia è quella definita come la “culla” del geotermico, ovvero la Toscana, che vanta più di 30 centrali geotermoelettriche dislocate nella regione.

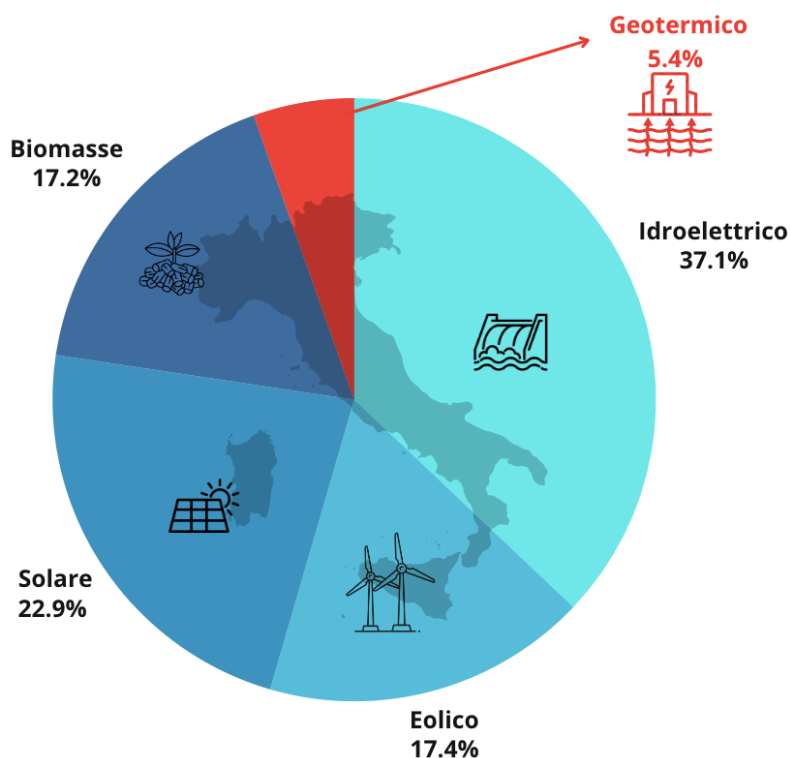


Figura 1.8: Grafico a torta con percentuali di produzione di energia elettrica italiana, suddivisa per tipologia di energia rinnovabile¹⁴

L'attuale contributo relativamente poco significativo del geotermoelettrico a livello globale, europeo e italiano è derivato da differenti fattori economici (i costi oscillano tra i 75 ed i 100 milioni di euro), temporali (prima di utilizzare la centrale possono passare anche 15 anni) e di rischio (non si è sicuri della corretta utilizzabilità del pozzo finché quest'ultimo non viene scavato del tutto). Questi elementi saranno approfonditi più nel dettaglio nel capitolo successivo.

¹⁴ AGENZIA INTERNAZIONALE PER L'ENERGIA, “Renewable energy Progress Tracker”, 4 giugno 2024, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/renewable-energy-progress-tracker>

1.4.2. LA PRODUZIONE DI CALORE

Dall'analisi dei dati dell'Agencia Internazionale dell'Energia (IEA), è possibile ottenere informazioni riguardanti lo sfruttamento del calore geotermico non destinato alla produzione di elettricità.

I dati sono espressi in Petajoule (PJ), una misura dell'energia che equivale a 1015 Joule¹⁵.

A livello mondiale, la percentuale di calore prodotto dal geotermico sale al 3,59%, nell'ambito delle fonti rinnovabili.

Nonostante il geotermico abbia raddoppiato la sua quota in quest'ambito, rispetto alla produzione di elettricità, rimane comunque l'ultima fonte ad essere utilizzata. In questa classifica, spicca il ruolo della bioenergia (60%), seguita dall'elettricità (15%) ed il calore solare (6%) (figura 1.8).

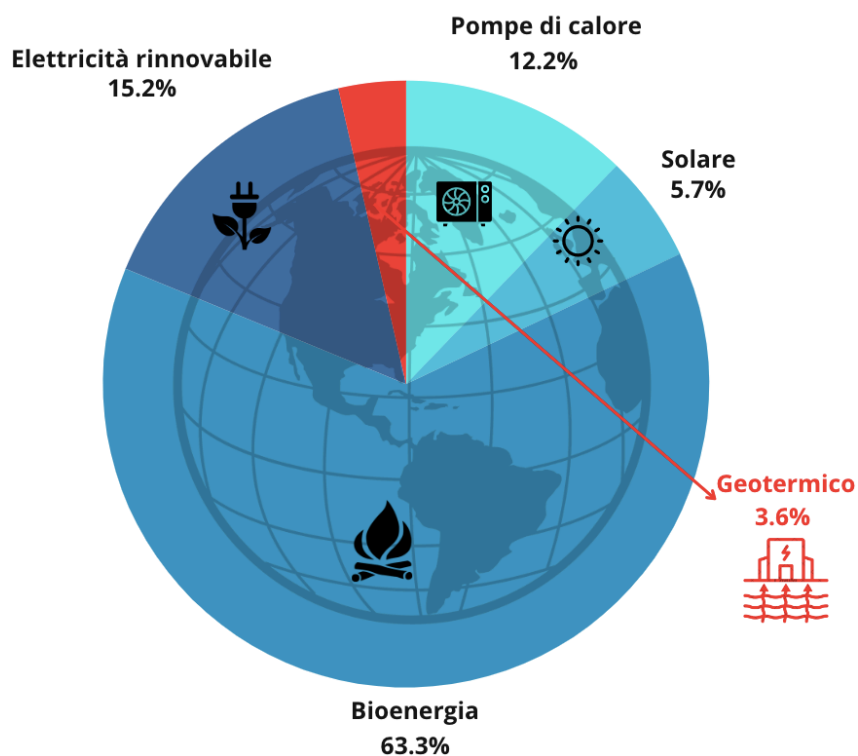


Figura 1.9: Grafico a torta con percentuale di produzione di calore a livello mondiale, suddivisa per tipologia di energia rinnovabile¹⁶

A livello europeo¹⁷, la situazione cambia significativamente: la percentuale di produzione di calore a fonte geotermica rappresenta solo lo 0,37%, un livello così basso da renderla di difficile visualizzazione nella figura 1.9.

¹⁵ Per comprendere la grande quantità di calore prodotto a livello mondiale, è utile sapere che 1 Petajoule corrisponde a un quadrilione (1.000. 000. 000. 000) di Joule.

¹⁶ AGENZIA INTERNAZIONALE PER L'ENERGIA, "Renewable energy Progress Tracker", 4 giugno 2024, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/renewable-energy-progress-tracker>

¹⁷ Anche in questo caso, i dati si riferiscono all'Europa dal punto di vista geografico, non politico.

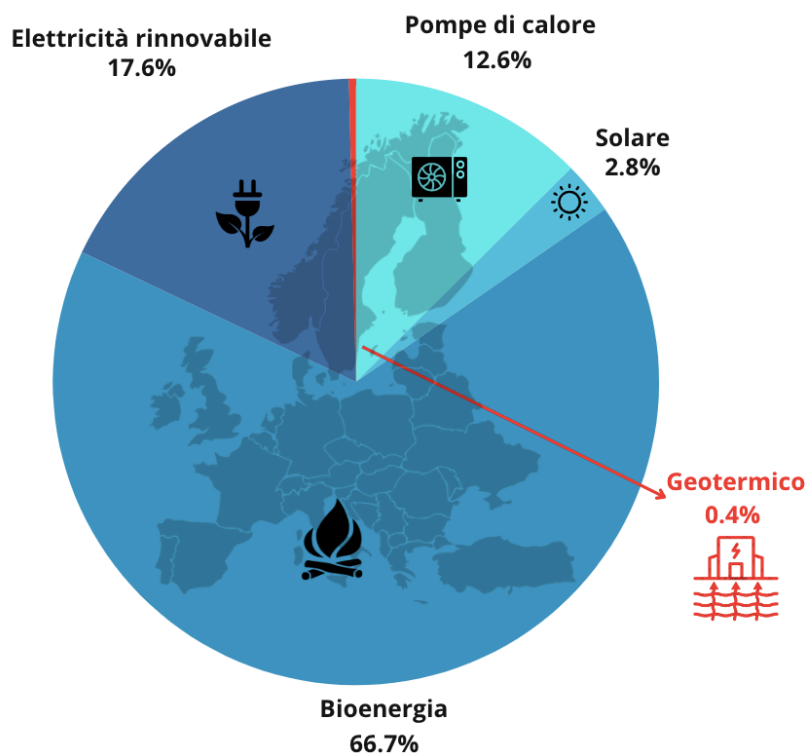


Figura 1.10: Grafico a torta con percentuale di produzione di calore a livello mondiale, suddivisa per tipologia di energia rinnovabile¹⁸

Per quanto riguarda il livello italiano, non è stato possibile reperire dei dati dall'IEA. Tuttavia, a marzo 2023 il Gestore dei Servizi energetici (GSE), ha pubblicato un rapporto statistico sulla diffusione dell'energia da fonti rinnovabili in Italia nel 2021. Nonostante i dati risalgano a tre anni fa, è stato possibile analizzare il contesto italiano, con focus sui differenti contesti regionali.

Nel nostro paese, vediamo che attività di produzione e consumo di energia termica da fonte geotermica, sono concentrate per quasi la metà in Toscana (42,2%) e per un terzo in Veneto (29,9%). Le uniche altre regioni che superano una percentuale del 3% sono la Campania (9,2%), il Lazio (5,9 %), la Puglia (4,6%) e il Friuli-Venezia Giulia (2,5%). Per il resto, si riscontrano percentuali vicine all'1% o pressoché nulle (Figura 1.10).

¹⁸ AGENZIA INTERNAZIONALE PER L'ENERGIA, "Renewable energy Progress Tracker", 4 giugno 2024, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/renewable-energy-progress-tracker>

CAPITOLO 1: L'ENERGIA GEOTERMICA A BASSA ENTALPIA

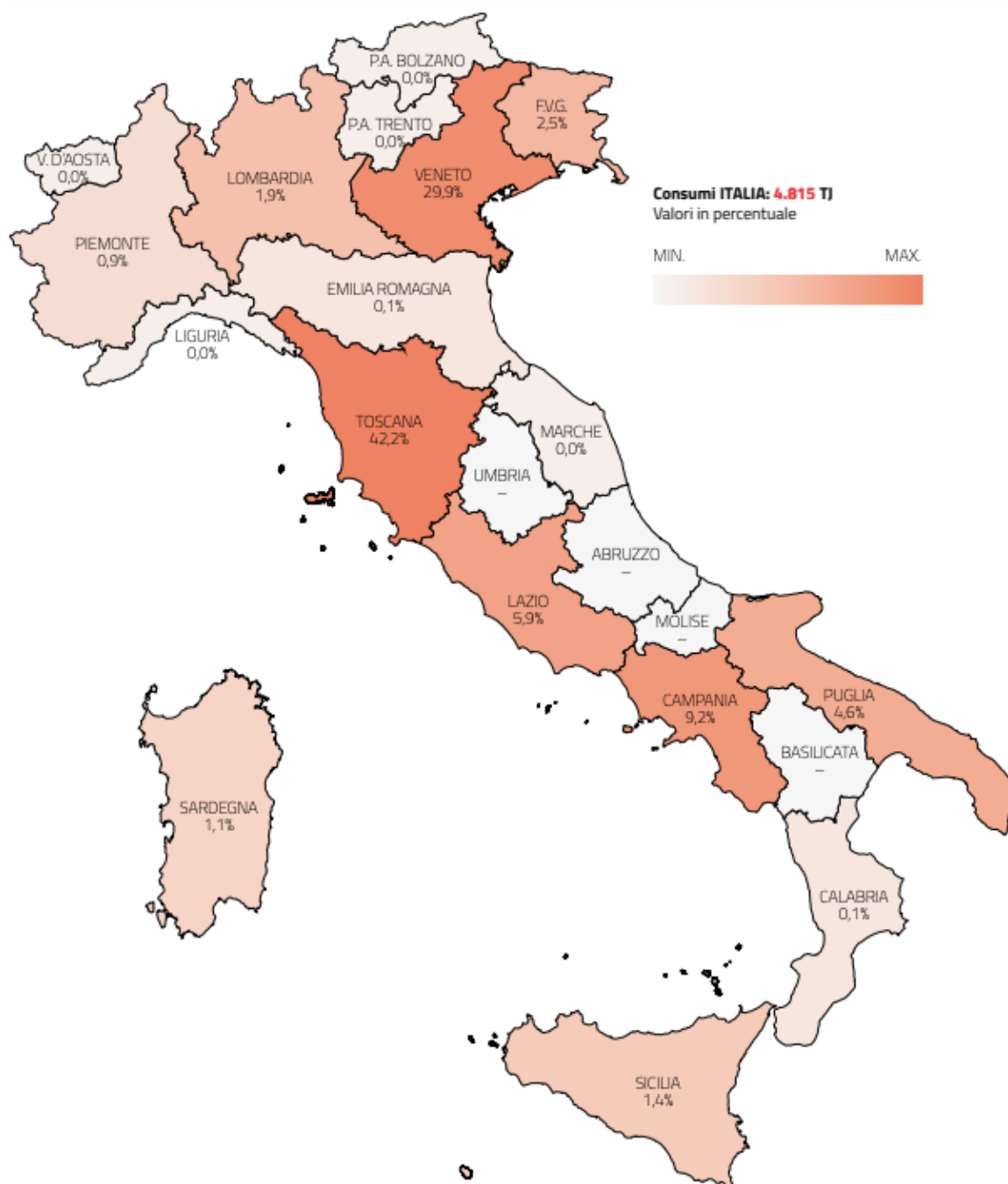


Figura 1.11: Distribuzione regionale dei consumi diretti di energia termica da fonte geotermica nel 2021 (%)¹⁹

¹⁹ M. DAL VERME, D. LIPARI, G. LUCIDO, V. MAIO, V. SURACE & PAOLO LIBERATORE, “Rapporto statistico 2021 energia da fonti rinnovabili in Italia”, GSE, Roma, marzo 2023, p. 150.

CAPITOLO 1: L'ENERGIA GEOTERMICA A BASSA ENTALPIA

La produzione in Italia di energia totale trasferita da pompe di calore rinnovabile totale, si aggira intorno ai 2.500 TJ. La forma di energia geotermica, è arrivata a coprire un massimo di 82 TJ nel 2021 (neanche l'1%). Anche la sua diffusione sembra procedere a rilento, con una media dell'1% all'anno.

ENERGIA RINNOVABILE DA POMPE DI CALORE							
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	VARIAZIONE 2021/2020
	2.609	2.650	2.596	2.498	2.475	2.485	0,42%
aerotermitiche	2523	2563	2507	2408	2385	2394	0,39%
idrotermiche	9	9	9	9	9	9	1,00%
geotermiche	77	78	80	81	81	82	1,00%

Figura 1.12: Energia dell'ambiente trasferita da pompe di calore per riscaldamento²⁰

Dai dati del GSE, è possibile anche di comprendere quale sia l'utilizzo maggiore di energia geotermica: la quota più importante è destinata all'uso termale (50,9%), seguita da acquacultura/itticoltura (24%), serre (12,9%), riscaldamento individuale (11%) e, infine, per l'uso industriale (1,2%) (figura 1.13).

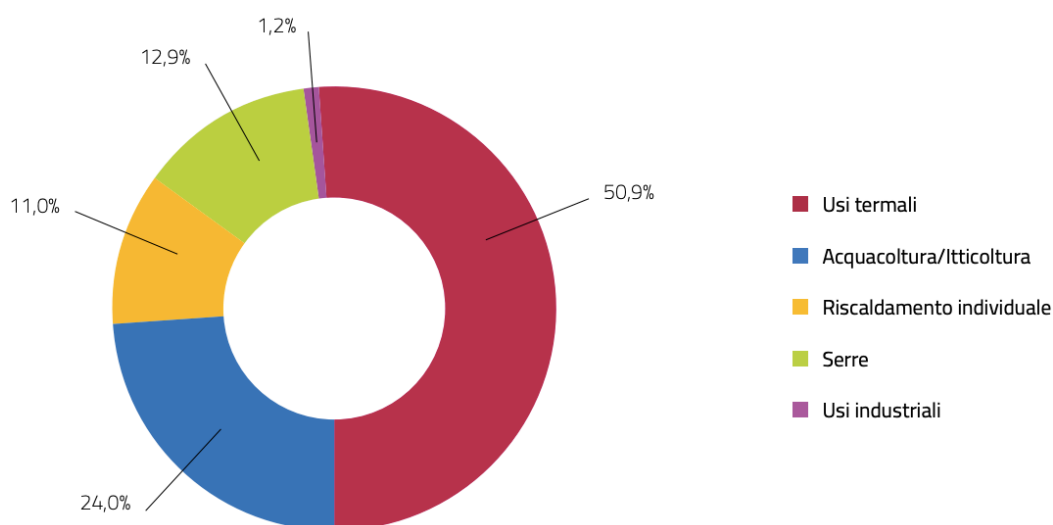


Figura 1.13: Consumi diretti di energia geotermica nel 2021²¹

Nonostante i dati appena analizzati sembrano suggerire il contrario, se si compara l'utilizzo dell'energia a media, alta e bassa temperatura (considerandoli in un'ottica complessiva), emerge che l'energia geotermica a bassa temperatura è la più utilizzata.

²⁰ M. DAL VERME, D. LIPARI, G. LUCIDO, V. MAIO, V. SURACE & PAOLO LIBERATORE, "Rapporto statistico 2021 energia da fonti rinnovabili in Italia", GSE, Roma, marzo 2023, p. 153.

²¹ M. DAL VERME, D. LIPARI, G. LUCIDO, V. MAIO, V. SURACE & PAOLO LIBERATORE, "Rapporto statistico 2021 energia da fonti rinnovabili in Italia", GSE, Roma, marzo 2023, p. 148.

CAPITOLO 1: L'ENERGIA GEOTERMICA A BASSA ENTALPIA

Ogni tre anni, l'European Geothermal Congress (EGC) elabora una statistica per definire un quadro di utilizzo delle categorie sopracitate per comprenderne la diffusione. Nell'ultima pubblicazione del 2022, si osserva che la forma più utilizzata in Europa è la geotermia a bassa entalpia (66,7%), seguita dalla media (25,6%) e, infine, dell'energia geotermoelettrica (7,7%)²².

1.5. LA GEOTERMIA A BASSA ENTALPIA

Questa tipologia si adatta meglio al fabbisogno energetico del territorio valdostano. A causa delle dimensioni limitate del territorio, sarebbe infatti molto complicato pensare di installare vere e proprie centrali geotermoelettriche.

La geotermia a bassa temperatura, nota anche come “geotermia superficiale”, coinvolge la perforazione di pozzi a profondità comprese tra i 10 ed i 200 metri.

In questi sistemi, delle tubazioni, definite anche “sonde”, vengono posizionate nel sottosuolo.

Nel periodo invernale è possibile prelevare il calore per riscaldare le abitazioni. In estate, il processo si inverte: l'eccesso di calore viene ceduto al sottosuolo²³.

La geotermia a bassa entalpia presenta due macro-distinzioni: i sistemi a circuito chiuso ed i sistemi a circuito aperto.

1.5.1. I SISTEMI A CIRCUITO CHIUSO

In questi sistemi, le sonde seguono un circuito che ha inizio dall'edificio, si sviluppa nel sottosuolo, ed infine ritorna all'impianto, seguendo un vero e proprio percorso chiuso. All'interno delle tubature, si inserisce un liquido termoconvettore e si fa in modo che continui a circolare all'interno delle stesse. Anche in questo caso, troviamo due tipologie principali:

- **Sonde geotermiche verticali:** si tratta di tubature a forma di “U”, posizionate all'interno del pozzo forato nel terreno. Al fine di evitare dispersioni di calore, questi tubi, singoli o doppi, sono circondati da una malta cementizia chiamata “gout”. La profondità delle sonde geotermiche verticali varia in base alle esigenze: convenzionalmente si installano a 100 m per le abitazioni private, mentre per i condomini o le utenze commerciali si raggiungono profondità maggiori.

Inoltre, anche le tipologie di tubazioni possono avere differenti configurazioni:

- Tubazione a U singola (che sale e scende)
- Doppia tubazione ad U (stesso della singola, ma costituito in coppia)

²² GÉOTHERMIE-SUISSE, “Rapport Annuel 2022”, s.l., 2023, p. 6.

²³ A. MANZELLA, A. ALLANSDOTTIR & A. PELLIZZONE, “Geothermal Energy and Society”, Springer, Cham (CH), 2019, p.4.

- Coassiale, costituito da due tubi concentrici di diverso diametro, generalmente quello esterno per la mandata e quello interno per il ritorno²⁴.
- **Sonde geotermiche orizzontali:** le tubature, che si snodano con un percorso meandriforme, si posizionano orizzontalmente accanto alle abitazioni e ad un massimo di 4 metri di profondità. In questo modo, i collettori sfruttano al massimo il calore prodotto dall'assorbimento dei raggi solari.

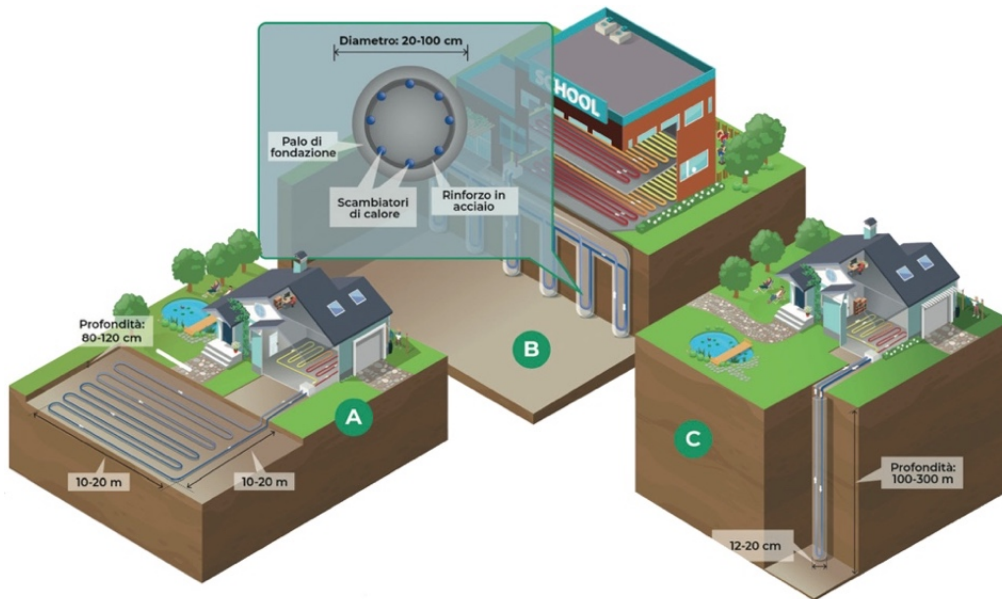


Figura 1.14: Sistemi a circuito chiuso: scambiatori orizzontali (A), geostrutture (B) e sonde geotermiche (C)²⁵

1.5.2. I SISTEMI A CIRCUITO APERTO

In questa configurazione, non viene inserito il liquido termoconvettore all'interno delle sonde, bensì si sfrutta direttamente l'acqua presente nei pozzi scavati. In particolare, vengono realizzati due cavità: la prima è finalizzata all'estrazione dell'acqua (rappresentata dalla linea a sinistra della figura 1.14), mentre la seconda serve per reinserire l'acqua già utilizzata nel sottosuolo (rappresentata dalla linea a destra della figura 1.14).

²⁴ P. CAPODAGLIO, A. BAIETTO, A. CASSASO & S. DELLA VALENTINA, "Geotermia a bassa entalpia: aspetti ambientali, energetici ed economici. Il Progetto Interreg Alpine Space GRETA in Valle d'Aosta", s.l., settembre 2018, p.p. 17-20.

²⁵ P. CAPODAGLIO, A. BAIETTO, A. CASSASO & S. DELLA VALENTINA, "Geotermia a bassa entalpia: aspetti ambientali, energetici ed economici. Il Progetto Interreg Alpine Space GRETA in Valle d'Aosta", s.l., settembre 2018, p. 17 e 21.

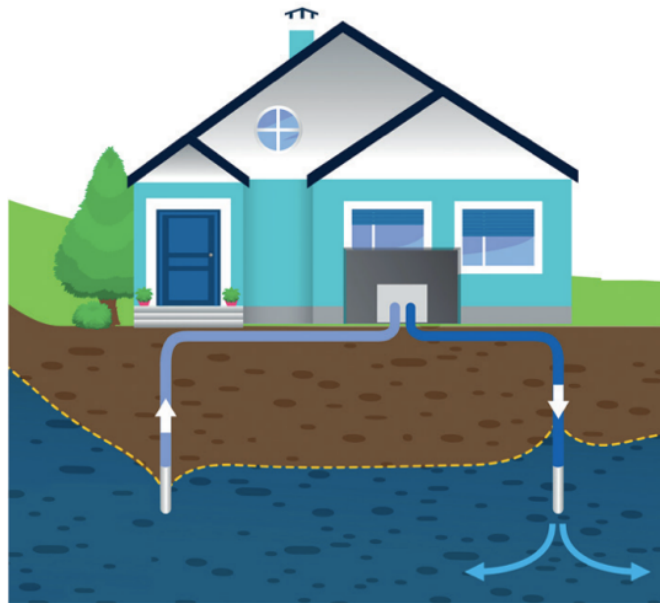


Figura 1.15: Sistema geotermico a circuito aperto: pompa di calore, pozzo di presa e pozzo di presa¹⁹

1.5.3. RUOLO CRUCIALE DELLA POMPA DI CALORE

Quanto descritto nei punti precedenti non potrebbe avere luogo senza la presenza di una pompa di calore. Quest'ultima è, infatti, il cuore dell'intero circuito ed è alimentata ad energia elettrica.

Il sistema funziona sfruttando il principio termodinamico, secondo il quale, in ogni situazione in cui vi è differenza di temperatura, il calore verrà trasferito dalla sorgente più fredda a quella più calda.

Possiamo riassumere il funzionamento in 4 passaggi, di seguito descritti e rappresentati graficamente dalla figura 1.15.

1. **EVAPORAZIONE:** Il liquido refrigerante all'interno delle sonde viene fatto passare attraverso un evaporatore. In questo modo, il liquido assorbe il calore del sottosuolo e, una volta tornato in superficie, scalda la prima cisterna (parte sinistra della figura 1.15).
2. **COMPRESSIONE:** Il vapore viene quindi compresso da un compressore che, esercitando una forte pressione, aumenta notevolmente la temperatura e trasferisce l'acqua scaldata nella seconda cisterna (spazio centrale figura 1.15).
3. **CONDENSAZIONE:** Nel penultimo passaggio, il vapore ad alta temperatura passa attraverso il condensatore che cede il calore all'edificio o all'acqua sanitaria (parte in alto a destra figura 1.15).
4. **DEPRESSURIZZAZIONE:** Infine, il liquido ad alta temperatura e pressione viene fatto passare attraverso una valvola di espansione che ne permette il raffreddamento e la depressurizzazione.

Una volta terminato il ciclo, il liquido refrigerante torna nell'evaporatore, dove la sequenza si ripete.

CAPITOLO 1: L'ENERGIA GEOTERMICA A BASSA ENTALPIA

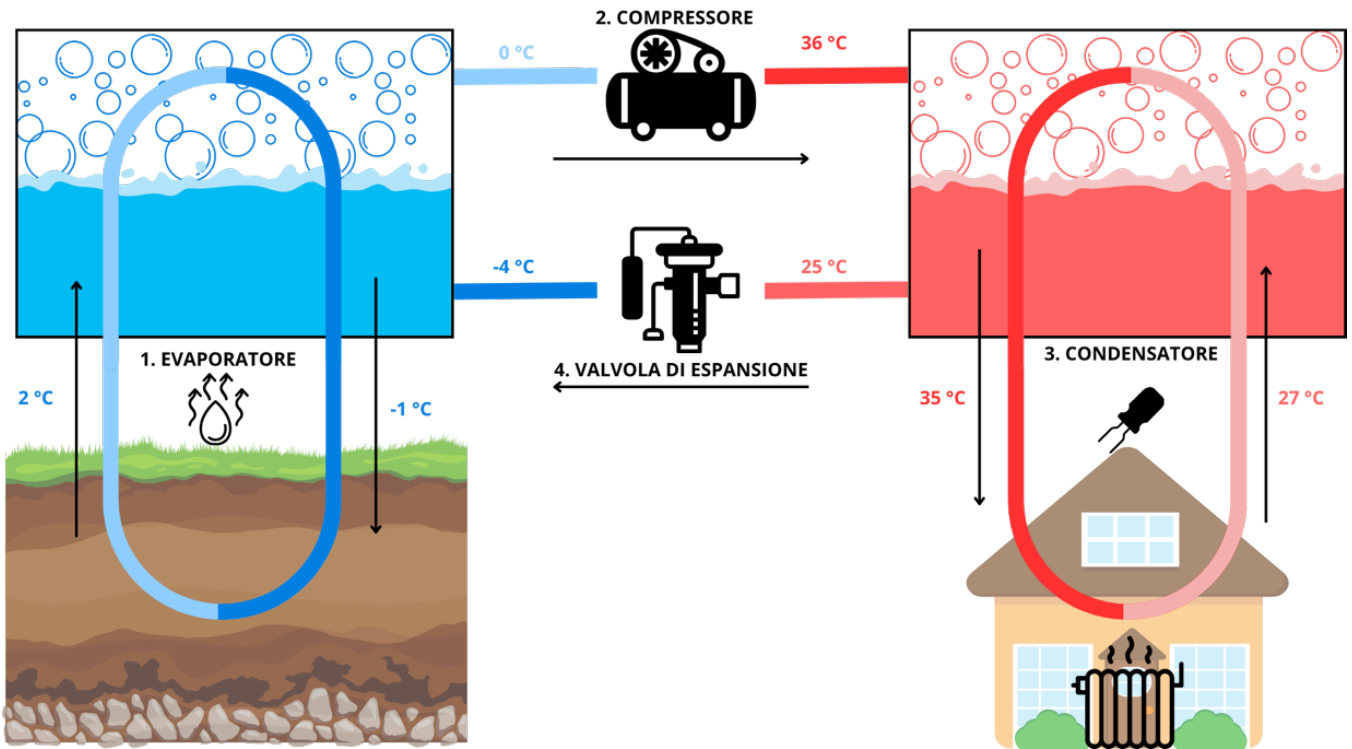


Figura 1.16: Rappresentazione grafica del funzionamento di una pompa di calore

Un aspetto interessante di questo sistema è che, durante l'estate, è possibile invertire la pompa di calore: anziché riscaldare gli ambienti, si può prelevare il calore in eccesso all'interno delle abitazioni e, seguendo il ciclo descritto, ma in senso inverso, cedere il calore al sottosuolo (figura 1.16).

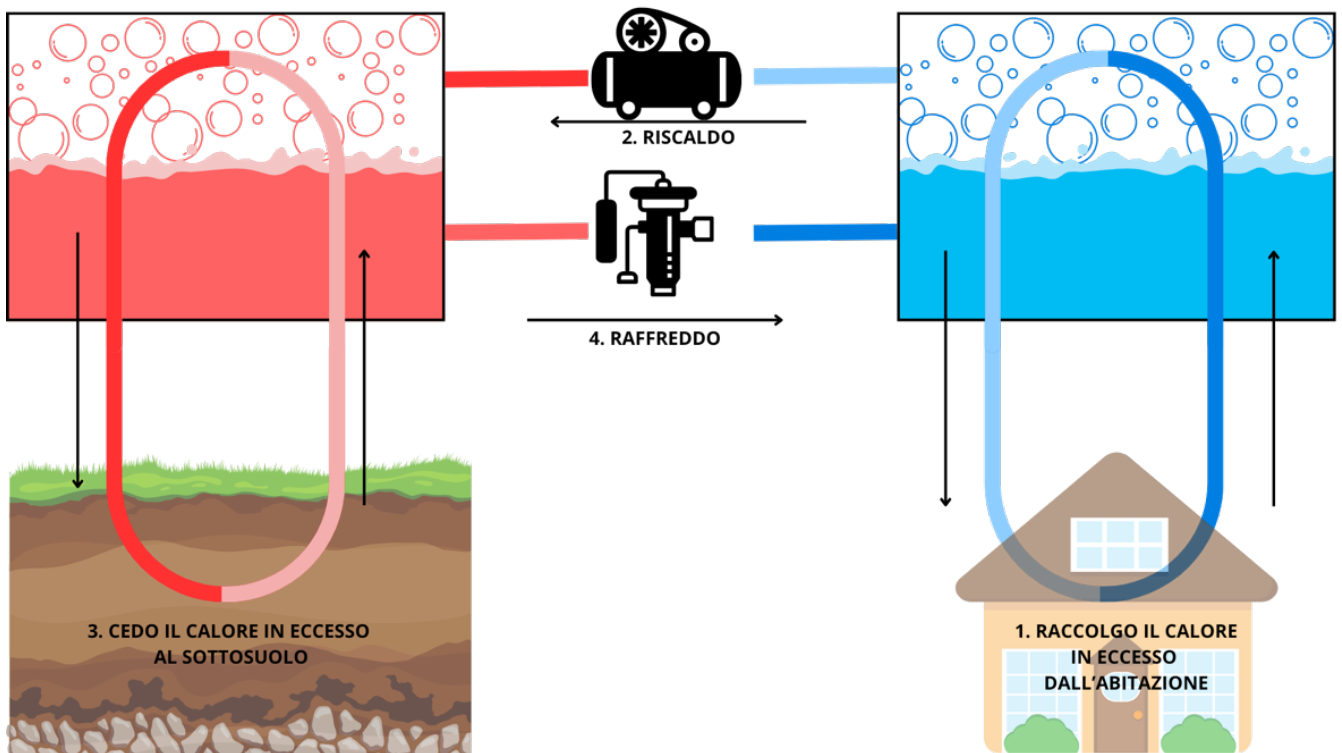


Figura 1.17: Rappresentazione grafica del funzionamento di una pompa di calore al fine di raffreddare gli ambienti.

1.6. IL GEOTERMICO A BASSA ENTALPIA IN VALLE D'AOSTA

A livello valdostano, è stato possibile reperire dati unicamente nel contesto del progetto GRETA (progetto Interreg che ha coinvolto anche la regione, di cui sarà dedicato uno spazio nei prossimi capitoli). Grazie all'ausilio all'interno del progetto dell'Ingegnere De Feo, è stato possibile reperire delle informazioni all'interno della Tesi intitolata "Primo censimento degli impianti geotermici a pompa di calore in Valle d'Aosta".

I dati ci comunicano che, nel 2017, nel territorio valdostano, è stato possibile censire la presenza di 71 installazioni di geotermico a bassa entalpia, di cui 44 a circuito chiuso e 27 a circuito aperto.

Come mostrato nella figura 1.17, circa il 10% di queste installazioni è concentrato nel solo comune di Aosta.

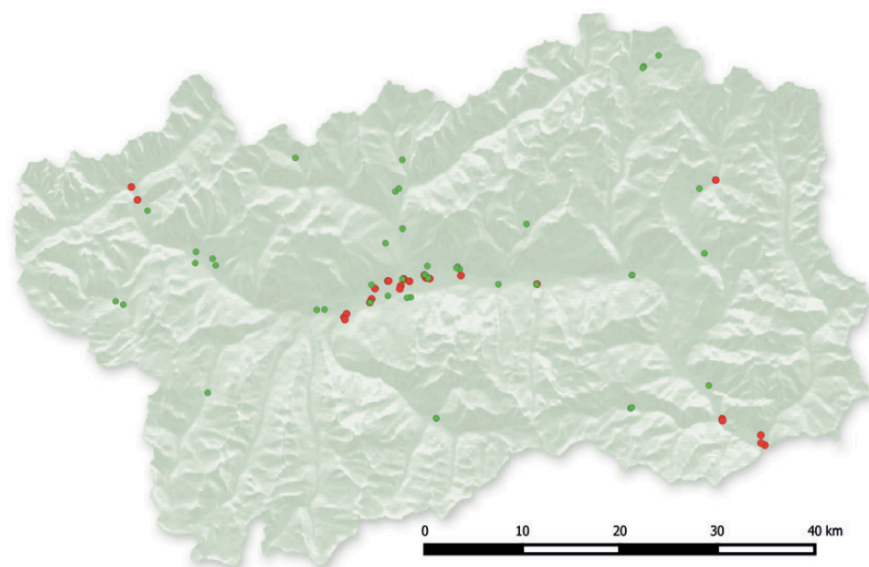


Figura 1.18: installazioni geotermiche censite in Valle d'Aosta
(pallini rossi = impianti open loop; pallini verdi = impianti closed loop)²⁶

Secondo alcune delle osservazioni del progetto, il principale utilizzo della geotermia a bassa entalpia riguarda il settore domestico (79%), seguito dal settore turistico (13%), dal settore pubblico (7%) ed, infine, dal settore industriale con solo una installazione (1%).

Preme sottolineare che grazie alle sole strutture censite, è possibile risparmiare l'emissione di 840 tonnellate di anidride carbonica all'anno.

²⁶P. CAPODAGLIO, A. BAIETTO, A. CASSASO & S. DELLA VALENTINA, "Geotermia a bassa entalpia: aspetti ambientali, energetici ed economici. Il Progetto Interreg Alpine Space GRETA in Valle d'Aosta", s.l., settembre 2018, p. 47.

CAPITOLO 1: L'ENERGIA GEOTERMICA A BASSA ENTALPIA

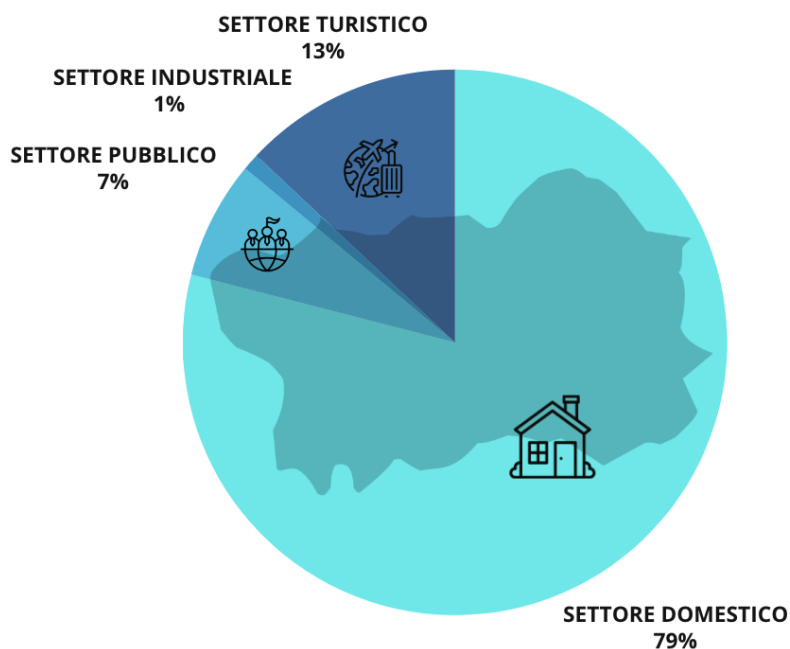


Figura 1.19: Utilizzo geotermia a bassa entalpia suddiviso per settori, nel territorio valdostano

Sempre seguendo le linee guida del progetto Greta, si è potuto constatare che, rispetto allo scambio termico con l'ambiente circostante, le caratteristiche delle zone alluvionali di fondo valle rappresentano la collocazione ideale per lo scambio termico di circuiti aperti. Al contrario, le rocce fessurate delle zone montane, permettono l'estrazione di calore utile ai circuiti chiusi²⁷.

Una volta comprese a fondo le basi per acquisire una solida conoscenza dell'energia geotermica e la diffusione nel contesto italiano e valdostano, è utile andare ad analizzare gli aspetti positivi e negativi dell'installazione di un circuito geotermico a bassa temperatura.

²⁷P. CAPODAGLIO, A. BAIETTO, A. CASSASO & S. DELLA VALENTINA, "Geotermia a bassa entalpia: aspetti ambientali, energetici ed economici. Il Progetto Interreg Alpine Space GRETA in Valle d'Aosta", s.l., settembre 2018, p.p. 42-43.

CAPITOLO 2

IL POTENZIALE E LE SFIDE PER LO SVILUPPO DEL GEOTERMICO A BASSA ENTALPIA

2.1. MATRICE SWOT

Per comprendere al meglio quali possano essere le opportunità e le sfide che l'adozione di politiche da parte della Regione Valle d'Aosta può incontrare nel promuovere lo sviluppo dell'energia geotermica a bassa entalpia, è opportuno effettuare una valutazione complessiva attraverso lo strumento dell'analisi SWOT. Questo mezzo permette di concentrarsi sui punti di forza (Strengths), debolezza (Weaknesses), opportunità (Opportunities) e minacce (Threats) di questa fonte energetica.

2.1.1. I PUNTI DI FORZA (STRENGTHS)

I vantaggi dell'energia geotermica sono molteplici, come evidenziato nell'estratto di *Géothermie Suisse, "Aide à la mise en oeuvre des campagnes de prospection géophysique"* (aprile 2023). In questo testo, si caratterizzano i benefici di uno sviluppo sostenibile del geotermico che viene definito come fonte locale, rinnovabile, pulita e continua.

LOCALE

Come menzionato nel capitolo precedente, la produzione di calore geotermico mediante circuito chiuso o aperto è intrinsecamente locale. Infatti, non necessitando di costi di trasporto, garantisce in una maggiore stabilità dei prezzi, derivante dalla maggior indipendenza energetica che comporta. Questo aspetto può essere particolarmente interessante per gli utenti che, a seguito della crisi energetica scoppiata nel 2022 a causa della guerra Russo-Ucraina, potrebbero aver maturato una certa sfiducia nei confronti del mercato energetico.

RINNOVABILE

Il calore terrestre è considerato come una delle forme di energia più rinnovabili, in quanto generato dalla radioattività naturale presente nella crosta terrestre. A ciò si aggiunge il contributo, seppur minore, dei flussi di alta temperatura provenienti dalle zone più profonde della terra. Sebbene gli studi recenti evidenzino un graduale calo del calore prodotto, con la temperatura terrestre che si è

CAPITOLO 2: IL POTENZIALE E LE SFIDE PER LO SVILUPPO DEL GEOTERMICO A BASSA ENTALPIA

abbassata di circa 300 °C in tre miliardi di anni, l'energia geotermica rimarrà una risorsa affidabile per un lungo periodo di tempo²⁸.

PULITA

L'energia geotermica a bassa entalpia non produce emissioni di sostanze nocive né rifiuti. Nel 2010 grazie all'installazione di sonde geotermiche in Norvegia, Svezia, Svizzera e Francia, è stato possibile ridurre le emissioni di CO₂ del 75% rispetto ad un sistema di riscaldamento a metano. In Italia, si è risparmiato circa il 28%²⁹. Tuttavia, è opportuno evidenziare il rischio di una minima emissione indiretta di CO₂, generata dall'alimentazione elettrica della pompa di calore che, in assenza di un pannello fotovoltaico privato, potrebbe essere prodotta da fonti non rinnovabili.

CONTINUA

A differenza di altre fonti di produzione di energia, il geotermico vanta il primato di essere una fonte rinnovabile utilizzabile indipendentemente dalle condizioni climatiche. Infatti, può essere utilizzato in qualsiasi momento del giorno (a differenza dell'energia solare che si produce solo nei periodi diurni), in ogni condizione meteorologica (mentre, ad esempio, l'eolico funziona solo quando c'è vento) o climatica (diversamente dall'idroelettrico che, in assenza di dighe di sbarramento, produce solo nei periodi di scioglimento dei ghiacciai o precipitazioni).

In conclusione, si può aggiungere e sintetizzare quanto detto finora sulla geotermia a bassa entalpia come una fonte energetica *VERSATILE*. In effetti, la possibilità di poter integrare (con un costo maggiore) un circuito che permette di invertire il funzionamento della pompa di calore e rinfrescare l'ambiente nei mesi estivi, mantenendo tutti i vantaggi finora elencati, la distingue dalle altre tipologie di fonti di produzione di calore.

²⁸ H. DICKSON & M. FANELLI, "Cos'è l'energia geotermica?", Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, Pisa, 2004, p.p. 1-2.

²⁹ A. CASSASO & R. SETHU, "Studio e mappatura delle potenzialità della geotermia a bassa entalpia nella Provincia di Cuneo", Politecnico di Torino, Torino, n.d., p.22.

2.1.2. I PUNTI DI DEBOLEZZA (WEAKNESSES)

Considerando anche l'altra faccia della medaglia con i punti di debolezza, il principale ostacolo all'installazione di un circuito di riscaldamento/raffreddamento a energia geotermica a bassa entalpia è rappresentato dagli elevati costi da sostenere.

Si stima che, installare un circuito in una casa di 140 m² (dimensione media di un'abitazione per una famiglia di 4 persone in Italia), abbia un costo di circa 20.000 €. È opportuno non considerare questa previsione come definitiva, in quanto diversi fattori possono influenzare la spesa complessiva. Tra questi si può fare riferimento al tipo di terreno (che può avere diversi gradienti geotermici, generando la necessità di scavare pozzi più o meno profondi) o all'isolamento termico della casa, che potrebbe richiedere un maggiore consumo energetico³⁰.

Oltre a questi costi iniziali, bisogna considerare anche il costo variabile della pompa di calore. Questo varia sia a seconda della tipologia che si intende installare, sia per il suo funzionamento alimentato ad energia elettrica. Per stimare una cifra massima del costo di una bolletta, è stata effettuata una simulazione utilizzando i prezzi del servizio di Maggior Tutela, definiti dall'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente nel secondo trimestre del 2024³¹. Innanzitutto, una pompa di calore consuma una potenza di 3,97 kW d'inverno (per il riscaldamento) e 3,27 kW d'estate (per rinfrescare l'ambiente)³² con un'intensità pari a circa 5,5 kWh ogni 8 ore (16,5 kWh al giorno). Supponendo un impiego continuo della pompa di calore (24 ore su 24), moltiplicato per 365 giorni, si arriverebbe a un utilizzo annuo massimo di 6.022,50 kWh. Calcolando i consumi con i prezzi dell'ARERA sopracitati, il costo complessivo ammonta a 1.115,56 € all'anno e solo per mantenere in funzione la pompa di calore.

Infine, è opportuno anche considerare le limitazioni e i rischi logistici e geomorfologici che potrebbero compromettere l'installazione dei circuiti. Prima di poter procedere alla perforazione, è quindi necessario effettuare un'analisi approfondita delle condizioni geologiche del terreno al fine di valutare la temperatura e comprenderne il gradiente geotermico per determinare a quale profondità scavare e studiare la tipologia del terreno. Ad esempio, aree di frana, anche se a basso rischio, possono compromettere l'integrità delle sonde, mentre la presenza di rocce carsiche o gessifere sono sintomo

³⁰ A.C. VIOLANTE, G. BOCCARDI, L.M. FALCONI, A. LATTANZI, C. MENALE, M. MORLACCA, L. SIMONETTI, M. PROPOSITO & R. TRINCHIERI, “*Studio preliminare di applicabilità di sorgente geotermica a bassa entalpia ad un caso studio con pompa di calore*”, Report Ricerca di Sistema Elettrico, Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo sostenibile, s.l., dicembre 2019, p. 45-46.

³¹ ARERA, “*Condizioni economiche del servizio di maggior tutela*”, aprile 2024,

<https://www.arera.it/area-operatori/prezzi-e-tariffe/condizioni-economiche-per-i-clienti-del-mercato-tutelato>

³² A.C. VIOLANTE, G. BOCCARDI, L.M. FALCONI, A. LATTANZI, C. MENALE, M. MORLACCA, L. SIMONETTI, M. PROPOSITO & R. TRINCHIERI, “*Studio preliminare di applicabilità di sorgente geotermica a bassa entalpia ad un caso studio con pompa di calore*”, Report Ricerca di Sistema Elettrico, Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo sostenibile, s.l., dicembre 2019, p. 47.

CAPITOLO 2: IL POTENZIALE E LE SFIDE PER LO SVILUPPO DEL GEOTERMICO A BASSA ENTALPIA

di presenza di cavità nel sottosuolo che non garantirebbero il corretto funzionamento del circuito. In alta montagna, il freddo rischia di ghiacciare il liquido termoconvettore, vanificando il processo di produzione di energia³³. Questi aspetti rappresentano un limite per uno sviluppo del geotermico, oltre a comportare un costo aggiuntivo, dato che il prezzo di un'analisi geomorfologia può superare anche i 500 €.

Oltre alle incertezze del sottosuolo, potrebbero sorgere problemi logistici. Gli scavi in profondità necessitano l'utilizzo di macchinari di grandi dimensioni che, in caso di mancanza di spazio sufficiente nell'area in cui bisogna scavare, potrebbero non essere utilizzabili per effettuare i lavori.

2.1.3. LE OPPORTUNITÀ (OPPORTUNITIES)

Rispetto alle opportunità attuali per favorire lo sviluppo del geotermico a bassa entalpia, si può menzionare il contesto favorevole di incentivazione pubblica a livello europeo, nazionale e locale.

IL CONTESTO EUROPEO

A livello di europeo, esiste una congiuntura di incentivi favorevole derivante dall'attuazione del fondo NextGenerationUE, creato per favorire lo sviluppo economico dopo la crisi dovuta alla pandemia da Covid-19.

Il fondo prevede di stanziare 800 miliardi di euro per favorire la ripresa economia con tre obiettivi: un'Europa più verde, digitale e resiliente³⁴. Il primo di questi obiettivi è quello rilevante per l'energia geotermica, con una previsione di spesa pari a circa il 30% del totale dei fondi destinata a trasporti sostenibili, tutela dell'ambiente ed energia pulita³⁵. Risorse che rientrano nel quadro del più ampio del Green Deal adottato dall'UE, che definisce un piano d'azione mirato alla transizione energetica entro il 2050 secondo tre principi:

1. Soddisfare il fabbisogno energetico dell'UE, rendendola accessibile a tutti.
2. Sviluppare un mercato dell'energia integrato, interconnesso e digitalizzato.
3. Migliorare l'efficienza energetica.

Nel breve termine, l'UE intende raggiungere l'obiettivo intermedio di diminuire le emissioni del 55% rispetto al 1990 entro il 2030³⁶.

³³ P. CAPODAGLIO, A. BAIETTO, A. CASSASO & S. DELLA VALENTINA, "Geotermia a bassa entalpia: aspetti ambientali, energetici ed economici. Il Progetto Interreg Alpine Space GRETA in Valle d'Aosta", s.l., settembre 2018, p.p. 26-27.

³⁴ UNIONE EUROPEA, "Piano per la ripresa dell'Europa", maggio 2024, <https://www.consilium.europa.eu/it/policies/eu-recovery-plan/>

³⁵ UNIONE EUROPEA, "Più verde", maggio 2024, https://next-generation-eu.europa.eu/make-it-green_it#main-content

³⁶ UNIONE EUROPEA, "L'energia ed il Green Deal", maggio 2024, https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it

CAPITOLO 2: IL POTENZIALE E LE SFIDE PER LO SVILUPPO DEL GEOTERMICO A BASSA ENTALPIA

Oltre al NextGeneration UE ed il Green Deal, il REPower UE, creato dopo la crisi energetica dovuta alla guerra Russo-Ucraina, prevede investimenti per disincentivare l'utilizzo del gas russo a favore di risorse rinnovabili, con 20 miliardi di euro destinati a progetti di risparmio, diversificazione e produzione sostenibile di energia³⁷.

IL CONTESTO ITALIANO

L'Italia, per adeguarsi a quanto indicato nelle direttive dell'Unione Europea, ha redatto e aggiornato il PNIEC (Piano Nazionale Integrato Per l'energia E il Clima) con cui pianifica e descrive le modalità per raggiungere gli obiettivi definiti in ambito europeo. Tra questi, l'obiettivo di un'Italia più verde entro il 2030, con l'intento di aumentare i consumi di energia rinnovabile al 40,5%³⁸.

Tra gli incentivi volti a questo risultato, il Conto Termico ha particolare importanza anche in ambito geotermico³⁹. Istituito nel 2016 e aggiornato nel 2021, prevede un fondo di 900 milioni di euro all'anno per chi installa sistemi di produzione di calore e acqua calda sanitaria derivanti da fonti rinnovabili, tra cui l'energia geotermica. Il fondo eroga un massimo di 5.000 euro, con possibilità di ricevere erogazioni superiori a partire dall'anno successivo alla fine dei lavori⁴⁰.

IL CONTESTO VALDOSTANO

A livello locale, la Regione Valle d'Aosta definisce i principali obiettivi contro l'emissione di sostanze inquinanti nell'articolo 25 della legge regionale n. 13 del 25 maggio 2015 che definisce le finalità dell'azione pubblica in materia di pianificazione energetica (ben trattate all'interno del Piano Energetico Ambientale Regionale, PEAR) e di efficienza energetica degli edifici, per la quale vengono erogate diverse forme di incentivazione economica⁴¹.

Anche in questo caso, il geotermico viene menzionato come una delle possibili forme di energia pulita che può essere utilizzata nella transizione dai combustibili fossili e, secondo regole precise, può essere soggetta a forme di incentivazione.

³⁷ UNIONE EUROPEA, “REPowerEU: un'occhiata di insieme”, maggio 2024, <https://www.consilium.europa.eu/it/policies/eu-recovery-plan/repowereu/>

³⁸ MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA, “Piano Nazionale Integrato Per l'energia E il Clima”, s.l., giugno 2023, Cap. 2, paragrafi 2.1.1. e 2.1.2

³⁹ MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA, “Piano Nazionale Integrato Per l'energia E il Clima”, s.l., giugno 2023, p. 191

⁴⁰ GESTORE DEI SERVIZI ENERGETICI, “Conto Termico”, maggio 2024, <https://www.gse.it/servizi-per-te/efficienza-energetica/conto-termico>

⁴¹ CONSIGLIO REGIONALE DELLA VALLE D'AOSTA, “Legge regionale 25 maggio 2015 n.13”, maggio 2015, art. 25, https://www.consiglio.vda.it/app/leggieregolamenti/dettaglio?tipo=L&numero_legge=13%2F15&versione=V%20

2.1.4. LE MINACCE (THREATS)

Analizzando le minacce che rallentano lo sviluppo dell'energia geotermica, emerge innanzitutto una scarsa conoscenza del settore, il che genera false preoccupazioni relative ai possibili rischi sismici che, sommate agli elevati costi di installazione, portano a preferire altre fonti di energie rinnovabili.

Come evidenziato nel paragrafo 1.4.2. del capitolo 1, la geotermia è sfruttata solo al 3,6 % della produzione totale globale di energia termica ed al 0,4 % in Europa. Inoltre, un'indagine condotta dall'Eurobarometer Survey nel 2011 ha rilevato che, tra i diversi paesi europei, l'Italia si colloca al penultimo posto in termini di conoscenza dell'energia geotermica: solo il 25% della popolazione ne è informato, una percentuale superiore solo a quella della Bulgaria, che si attesta al 17%⁴².

Questa scarsa conoscenza contribuisce alla diffusione di miti e malintesi, come la convinzione che gli impianti geotermici possano causare sismicità indotta. Sebbene sia vero che le attività di scavo nel sottosuolo possano comportare lievi movimenti sismici, e che nei sistemi geotermici open-loop l'estrazione e reimmissione dei fluidi possa generare variazioni di pressione, è stato dimostrato che tali fenomeni possono essere prevenuti attraverso studi preliminari accurati e monitoraggio sismico costante⁴³.

Un altro fattore che limita lo sviluppo della geotermia è sicuramente la sostituibilità con altre forme di riscaldamento aggravata dagli alti costi di installazione già citati al paragrafo 2.1.2. Ad esempio, i sistemi di riscaldamento a pellet hanno registrato una notevole crescita negli ultimi anni in Italia, passando da un 6% di diffusione nel 2010 a oltre il 20% nel 2021⁴⁴. Questo avviene perché il costo di installazione di un sistema a pellet per una casa di 150 m² si aggira intorno ai 5.000 €, includendo un modello di alta gamma, con ulteriori 2.000 € per l'installazione e 900 € annui di manutenzione, rendendolo così un'opzione più economica rispetto agli impianti geotermici.

Sebbene esista un incentivo denominato "Conto Termico"⁴⁵ che offre un contributo di 5.000 € per l'installazione di impianti geotermici, questo risulta meno competitivo rispetto ad altri incentivi statali. Ad esempio, per l'installazione di un impianto fotovoltaico, si possono ottenere contributi pari a 2.000 € fissi e 1.500 € per ogni kW installato. Considerando che il costo d'installazione di un impianto fotovoltaico da 4 kW, sufficiente per una casa di 100 m², varia tra 10.000 € e 12.000 €,

⁴² A. MANZELLA, A. ALLANSOTTIR & A. PELLIZZONE, "Geothermal Energy and Society", Springer, Cham (CH), 2019, p.166.

⁴³ CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE MEZZIOGIORNO, "Rischi ambientali connessi all'utilizzo della risorsa geotermica", giugno 2016, Pisa, p. 78.

⁴⁴ ASSOCIAZIONE ITALIANA ENERGIE AGROFORESTALI (AIEL), "Rapporto statistico 2022, il legno nel riscaldamento domestico e commerciale", 2022, Roma, p. 14.

⁴⁵ Come anticipato nel paragrafo 2.1.3. il Conto termico è un incentivo statale erogato dal GSE che offre degli incentivi a tutti coloro che utilizzano delle metodologie di riscaldamento termico. Tra questi, è inclusa anche la tipologia a geotermia.

CAPITOLO 2: IL POTENZIALE E LE SFIDE PER LO SVILUPPO DEL GEOTERMICO A BASSA ENTALPIA

l'agevolazione permette un risparmio fino a 8.000 €, riducendo il costo finale tra 2.000 € e 4.000 €⁴⁶. Inoltre, il GSE⁴⁷ offre ulteriori vantaggi in bolletta per l'energia prodotta e non consumata, che viene immessa in rete.

Questi esempi dimostrano come altre forme di energia rinnovabile risultino spesso più convenienti rispetto agli impianti geotermici, sia per costi di installazione che per incentivi statali. Un'ulteriore minaccia da considerare è il rischio di sovra sfruttamento del potenziale geotermico specialmente in aree urbane dove l'estrazione eccessiva di calore può portare a un abbassamento significativo della temperatura del sottosuolo, rendendo l'impianto meno efficiente. Questo fenomeno è stato osservato in grandi città come Torino, dove geologi stanno studiando nuove strategie per sfruttare l'energia geotermica in modi sostenibili⁴⁸.

2.2. CONSIDERAZIONI

Alla luce dei dati raccolti, è evidente che l'energia geotermica rappresenta una risorsa importante per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità fissati a livello internazionale. Tuttavia, i costi elevati di installazione e la concorrenza di altre fonti rinnovabili ostacolano il suo pieno sfruttamento. Nonostante ci si trovi un periodo di significative incentivazioni statali per le l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, la geotermia a bassa entalpia fatica ad imporsi come una valida opzione. Per questo ipotizzando un potenziale maggior utilizzo, in particolare nel contesto valdostano, è utile approfondire dimensioni legislative correlata a livello europeo, italiano e regionale, per valutare un sistema di incentivazione ancora più mirato ed efficace. Nel frattempo, si rende necessario mettere in atto una campagna informativa e comunicativa per fare conoscere al meglio il potenziale della geotermia a bassa entalpia agli abitanti valdostani, sfatando i falsi miti attorno alla stessa.

⁴⁶ GESTORE DEI SERVIZI ENERGETICI, “*Reddito energetico*”, settembre 2024, <https://www.gse.it/servizi-per-te/fotovoltaico/reddito-energetico/agevolazione>

⁴⁷ Acronimo di “Gestore dei Servizi Energetici”, è l'azienda che si occupa della promozione e dello sviluppo delle fonti rinnovabili in Italia. È una partecipata al 100% del Ministeri dell'economia e delle finanze.

⁴⁸ M. BARALIS & M. BARLA, “*rOGER: a method for determining the geothermal potential in urban areas*”, science direct, s.l., settembre 2024.

CAPITOLO 3

ANALISI DEL QUADRO NORMATIVO IN EUROPA, ITALIA E VALLE D'AOSTA

3.1. LE DIRETTIVE EUROPEE NEL CONTESTO DELLE FONTI RINNOVABILI

3.1.1. IL NEXT GENERATION UE

A seguito dell'impatto devastante sull'economia globale provocata dalla pandemia Covid-19, l'Unione Europea è stata spinta a varare un piano di ripresa senza precedenti: il Next Generation EU. Con un ammontare complessivo di 800 miliardi di euro, è stato creato uno strumento finanziario che mira a sostenere la ripresa economica e sociale degli Stati membri, promuovendo una transizione verso un futuro più sostenibile, digitale ed inclusivo.

I pilastri portanti del Next Generation UE si figurano nei seguenti macro-obiettivi: "Make it Green", "Make it Digital", e "Make it Healthy". In Particolare, nell'ambito del "Make it Green", l'Europa si è posta l'obiettivo di divenire un continente a "impatto climatico zero" entro il 2050⁴⁹.

Il finanziamento dei seguenti obiettivi ha una duplice fonte: il 30% del fondo NextGeneration UE ed il Bilancio a lungo termine dell'Unione Europea per il periodo 2021-2027. L'impegno concreto si traduce in un obiettivo intermedio ben definito: la riduzione di gas serra del 55% entro il 2030, rispetto ai livelli del 1990.

Le priorità principali, per raggiungere gli obiettivi prefissati, riguardano la promozione di energia pulita, lo sviluppo di sistemi di trasporto ecocompatibili, la valorizzazione del potenziale ambientale e animale, lo sviluppo dell'economia circolare e la garanzia di una sicurezza alimentare.

Nell'ambito dell'energia geotermica, si deve dare uno sguardo approfondito al concetto di supporto all'energia pulita: l'Unione intende effettuare molteplici investimenti a favore di innovazioni che promuovano un'energia pulita ed accessibile ai cittadini, andando in particolar modo a rinnovare le abitazioni private⁵⁰.

Secondo i dati di Eurostat, l'Unione Europea è riuscita a raggiungere una riduzione del 31% delle emissioni di gas serra nel 2022.

⁴⁹ UNIONE EUROPEA, "Next GenerationEU, un impegno che diventa realtà", luglio 2024, https://next-generation-eu.europa.eu/index_it

⁵⁰ UNIONE EUROPEA, "Make it Green", luglio 2024, https://next-generation-eu.europa.eu/make-it-green_en

CAPITOLO 3: ANALISI DEL QUADRO NORMATIVO IN EUROPA, ITALIA E VALLE D'AOSTA

Il 2020, anno in cui l'ambizioso obiettivo di riduzione al 2030 è stato definito, il livello di emissioni di gas serra ha raggiunto un minimo storico, con un calo del 33,9 % rispetto al 1990, anche per effetto delle limitazioni agli spostamenti e mobilità via auto dovuto alla pandemia da Covid-19.

Nonostante l'assenza di dati definitivi al 2023, la traiettoria appare ancora lenta: infatti, in ventidue anni, la media di diminuzione delle emissioni è stata dello 0,9% all'anno. Bisogna dunque aumentare il ritmo di riduzione, al fine di sperare di riuscire a colmare il divario residuo del 14% entro il 2030 (figura 3.1).

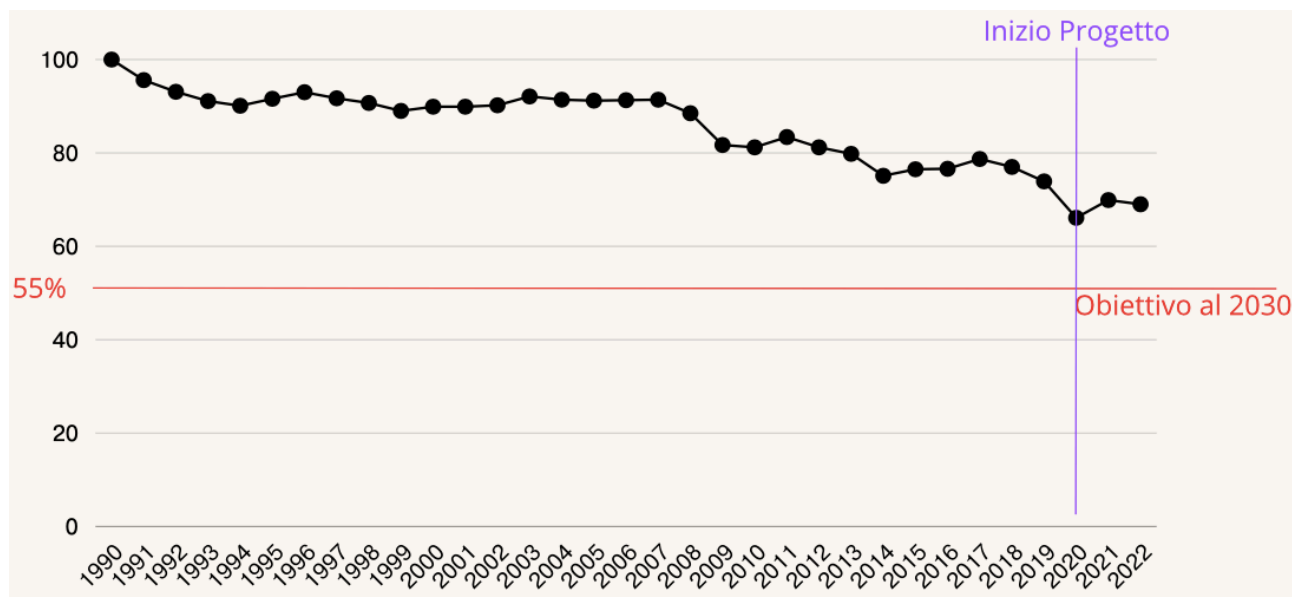


Figura 3.20: Riduzione emissioni di gas serra dal 1990 (raffigurante il 100% delle emissioni) al 2022⁵¹

3.1.2. IL GREEN DEAL

È per tal motivo che, nel contesto del Green New Deal, il piano di riforme economiche e sociali che incentiva politiche mirate alla lotta al cambiamento climatico, è emersa la consapevolezza della difficoltà di raggiungere l'obiettivo prefissato per il 2030. In particolare, si è evidenziato come settore energetico rimanga il principale responsabile delle emissioni di gas serra, generando il 75% del valore totale⁵².

La Commissione Europea ha quindi richiesto agli Stati Membri la predisposizione di piani nazionali per il periodo 2021-2030, delineando progetti volti ad implementare un mercato energetico interconnesso per rendere più accessibile e integrato l'approvvigionamento di energia a tutte le nazioni. Gli strumenti principali in questo contesto consistono nell'incentivazione della creazione di

⁵¹ EUROSTAT, "Net greenhouse gas emissions", luglio 2024, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_13_10/default/table?lang=en&category=t_env.t_env_air

⁵² UNIONE EUROPEA, "Energy and the Green Deal", luglio 2024, https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/energy-and-green-deal_en

CAPITOLO 3: ANALISI DEL QUADRO NORMATIVO IN EUROPA, ITALIA E VALLE D'AOSTA

infrastrutture energetiche moderne, nell'incremento dell'efficienza energetica e nella responsabilizzazione dei consumatori attraverso la diffusione di standard e tecnologie europee⁵³.

Per quanto riguarda l'innovazione, l'Unione invita ad implementare direttiva europea EU/2023/1791, nella quale vengono date delle raccomandazioni articolate in obiettivi intermedi suddivisi in scaglioni. Si invita, infatti, gli stati a ridurre il consumo energetico del 1,3% nel biennio 2024-2025, del 1,5% tra il 2026 ed il 2027 e del 1,9% tra il 2028 ed il 2030, consigliando un'integrazione e maggior utilizzo dell'energia rinnovabile nei processi di riscaldamento e raffreddamento.

Infatti, l'intenzione è quella di rendere gli spazi residenziali e non più resistenti ad un eventuale dispersione di calore, attraverso l'incentivazione di fonti di calore rinnovabile. In questo contesto viene citato l'utilizzo dell'energia solare e geotermica⁵⁴.

3.1.3. IL REPOWER UE

Un'ultima importante menzione deve essere fatta nel contesto di Repower UE. Dopo la crisi energetica del 2022, in cui i prezzi del gas e dell'energia elettrica sono volati alle stelle, aumentando rispettivamente fino ad un massimo del 140% e 156% rispetto l'anno precedente, è cresciuta la consapevolezza della politica europea della necessità di ridurre la dipendenza da combustibili fossili, essendo questi principalmente importati da stati esteri. Per questo motivo si è deciso di creare un pacchetto ad hoc, denominato "Pronti per il 55%", nel quale si è posto l'obiettivo di ridurre del 55% le emissioni nette di gas serra. L'idea è quella di aggiungere altri capitoli e obiettivi a quelli definiti nel Next Generation UE (in Italia è meglio conosciuto come PNRR), per finanziare nuovi investimenti nel settore energetico.

I marco-obiettivi previsti da Repower UE sono tre: favorire il risparmio energetico, diversificare l'approvvigionamento energetico e diffondere le energie rinnovabili⁵⁵.

Il fondo è composto da 210 miliardi di euro, finanziati dal dispositivo per la ripresa e la resilienza: si tratta di un mezzo per raccogliere fondi mediante contratti su mercati di capitali con obbligazioni a nome dell'Unione Europea⁵⁶. Inoltre, è stato possibile integrare altri 20 miliardi di euro al fondo, di cui il 60% raccolti dal fondo per l'innovazione ed il 40% provenienti dalle quote di scambio ETS⁵⁷.

⁵³ UNIONE EUROPEA, "Piani nazionali per l'energia e il clima", luglio 2024, https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/implementation-eu-countries/energy-and-climate-governance-and-reporting/national-energy-and-climate-plans_en?prefLang=it&etrans=it

⁵⁴ UNIONE EUROPEA, "Energy Efficiency Directive", luglio 2024, https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-directive_en?prefLang=it

⁵⁵ UNIONE EUROPEA, "REPowerEU: la politica energetica nei piani per la ripresa e la resilienza dei paesi UE", luglio 2024, <https://www.consilium.europa.eu/it/policies/eu-recovery-plan/repowerEU/>

⁵⁶ UNIONE EUROPEA, "Il dispositivo per la ripresa e la resilienza", luglio 2024, https://commission.europa.eu/business-economy-euro/economic-recovery/recovery-and-resilience-facility_it

⁵⁷ Emission Trading System: è un sistema di scambio delle quote di emissione di gas serra tra 31 paesi del continente europeo.

CAPITOLO 3: ANALISI DEL QUADRO NORMATIVO IN EUROPA, ITALIA E VALLE D'AOSTA

Gli stati ricevono una quota di importo variabile a seconda di tre criteri: livello di adesione alla politica di coesione, dipendenza da combustibili fossili e aumento degli investimenti in progetti ecosostenibili. Inoltre, vengono integrati 5,4 miliardi di euro che derivano dal fondo per l'adeguamento Brexit, istituito al momento dell'uscita dell'Inghilterra dall'Unione Europea per calmierare i danni economici e sociali che questo evento ha comportato.

3.1.4. RELAZIONE SULL'ENERGIA GEOTERMICA

Come intuibile da quanto esposto finora, l'Unione Europea ha a disposizione diversi fondi che potrebbero essere impiegati per incentivare l'utilizzo dell'energia geotermica a bassa entalpia. Tuttavia, manca un riferimento chiaro a questa fonte energetica nelle direttive e nei fondi comunitari. È importante evidenziare che a dicembre 2023 la commissione per l'industria, ricerca ed energia dell'Unione Europea, ha redatto una "Relazione sull'energia geotermica"⁵⁸ che è stata discussa, in quanto risoluzione, dal Parlamento europeo. Nell'estratto vengono delineate le linee guida che l'Unione Europea dovrebbe seguire al fine di incentivare l'utilizzo dell'energia geotermica a bassa entalpia negli Stati membri ed i cittadini.

Nella prima parte del testo viene riconosciuto il grande potenziale del geotermico nel raggiungimento degli obiettivi al 2030. Infatti, viene definito come un tipo di energia pulita e rinnovabile, capace di ridurre notevolmente le emissioni di gas serra e contribuire alla lotta contro il cambiamento climatico. La Commissione espone che le stime del settore ritengono che possa fornire il 75% dei consumi per riscaldamento in Europa entro il 2040. Inoltre, rappresenta un buon mezzo per favorire l'indipendenza e la sicurezza energetica nelle comunità locali, agevolando lo sviluppo sostenibile.

In seguito, viene spiegato come lo sviluppo delle tecnologie abbia permesso di ampliare l'ambito di progetti geotermici a basso costo. Le risorse geotermiche a bassa temperatura sono infatti disponibili in tutti gli stati membri. Nonostante il costo iniziale elevato, nel lungo termine i benefici diventano più rilevanti anche grazie a costi energetici stabili, prevedibili e con un'affidabilità a lungo termine. A conclusione della parte iniziale dalla risoluzione del Parlamento europeo, si invita la commissione a presentare una strategia geotermica comunitaria, definendo misure nazionali ed europee, a seguito di una valutazione approfondita del potenziale dell'energia geotermica. Considerato il maggiore potere politico, si richiede alla Commissione di analizzare il potenziale e gli ostacoli allo sviluppo di progetti geotermici, chiedendo agli Stati membri di stipulare un piano seguendo l'esempio di paesi che hanno già sviluppato delle tabelle di marcia in tal senso. Si propone, inoltre, alla Commissione di istituire una rete di collaborazione che comprenda gli Stati membri, i promotori dell'adozione

⁵⁸ PARLAMENTO EUROPEO, "Relazione sull'energia geotermica", 12 dicembre 2023, https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2023-0432_IT.html

CAPITOLO 3: ANALISI DEL QUADRO NORMATIVO IN EUROPA, ITALIA E VALLE D'AOSTA

dell'energia geotermica, l'industria, la comunità scientifica e la società civile, al fine di favorire la condivisione delle conoscenze e lo sviluppo di una strategia comune.

Data la difficoltà di reperire i dati geologici, si esortano gli Stati membri e la Commissione ad implementare dei metodi per la raccolta di dati, il cui esame permetterebbe di stipulare linee guida più precise. Questo elemento rimane cruciale per impostare un buon piano di finanziamento.

Al momento, permane una certa incertezza dal punto di vista geologico che, a sua volta, rende complesso stimare con precisione i costi dei progetti e, di conseguenza, il valore medio degli incentivi possibili previsti da attori pubblici. Tale incertezza genera un forte scoraggiamento nell'avvio del processo di perforazione, che potrebbe fallire se eseguito in aree non adatte all'installazione di circuiti geotermici.

Per questo motivo, in una prima fase, si invita la Commissione a considerare l'uso dei fondi a disponibili per sostenere attività di esplorazione in vista dello sviluppo di un possibile sistema di finanziamento.

Dal punto di vista normativo, la Commissione per l'industria, ricerca ed energia, lamenta un rallentamento delle procedure a causa della burocrazia: richiedere ed ottenere l'approvazione per l'uso del suolo è, nella maggior parte degli stati membri, un processo lungo. Pertanto, si richiede di creare dei processi di autorizzazione comunitari più efficienti, ottimizzati e digitalizzati. Si sottolinea che l'energia geotermica è l'unica fonte tra quelle rinnovabili, a non avere uno status normativo, sia nel quadro temporaneo di crisi e transizione (come NextGeneration Ue e RepowerUE), sia in qualsiasi misura successiva.

Verso la fine del documento, vengono affrontate le problematiche legate alla carenza di personale qualificato alla trivellazione di pozzi e alla concessione di autorizzazioni. Si esorta dunque la Commissione ad agevolare la qualificazione di nuove forze lavorative attraverso la cooperazione con le Università europee. L'idea consiste nella creazione di nuovi corsi universitari mirati allo sviluppo della geotermia. Questi corsi potrebbero essere importanti anche nei territori in transazione economica, creando nuovi posti di lavoro e migliorando il tessuto economico dei paesi in ritardo nello sviluppo.

Come ultimo passaggio, si esorta la collaborazione dei diversi paesi membri al fine di agevolare lo scambio del know-how tecnologico, il che permetterebbe la creazione di piani ambiziosi volti a far crescere il settore dell'energia geotermica.

3.2. IL QUADRO NORMATIVO ITALIANO

3.2.1. LA TRADUZIONE DEGLI OBIETTIVI EUROPEI NEL CONTESTO NAZIONALE

Dopo aver illustrato i principali obiettivi stabiliti dalle più recenti direttive comunitarie è innanzitutto utile descrivere come questi obiettivi siano stati tradotti nel nostro paese.

Partendo dal NextGeneration UE, il governo italiano ha elaborato un'analisi approfondita nel quadro del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza. In questo documento vengono definiti i programmi che l'Italia intende attuare per investire i 235 miliardi di euro messi a disposizione dall'Unione Europea. I principali obiettivi, approvati dalla commissione il 13 luglio 2021, si articolano in sei aree:

1. Digitalizzazione, innovazione, competitività, cultura e turismo
2. Rivoluzione verde e transizione ecologica
3. Infrastrutture per una mobilità sostenibile
4. Istruzione e ricerca
5. Inclusione e coesione
6. Salute⁵⁹

L'area di interesse per il geotermico è quella relativa alla “rivoluzione verde e transizione ecologica”, nella quale sono stati destinati, in Italia, circa 2 miliardi di euro. Questi fondi sono stati finalizzati a sostenere l'agricoltura e la mobilità sostenibile, l'economia circolare, la transizione energetica, l'efficienza energetica, le risorse idriche e l'inquinamento. In particolare, nel contesto della transizione ed efficienza energetica, si è investito massicciamente sul miglioramento del risparmio energetico degli edifici con l'istituzione del Superbonus 110%, mentre altri fondi sono stati destinati a progetti che promuovano significativamente l'utilizzo delle fonti rinnovabili⁶⁰.

In aggiunta, nel convergere sulle scelte dell'Unione Europea nel quadro del Green Deal, è stato redatto il Piano Nazionale Integrato per l'Energia ed il Clima (PNIEC). Questo piano, che l'Italia intende perseguire nel periodo 2021-2030, promuove cinque linee di intervento integrate, ovvero: decarbonizzazione, efficienza e sicurezza energetica, sviluppo di un mercato interno dell'energia ricerca e innovazione, e competitività⁶¹.

Il documento rileva una scarsa diffusione della produzione di calore tramite circuiti geotermici a bassa temperatura. Infatti, durante il periodo di programmazione 2014-2017, l'energia geotermica ha

⁵⁹ AGENZIA PER LA COESIONE TERRITORIALE, “Next Generation EU e il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza”, luglio 2024, https://www.agenziacoesione.gov.it/dossier_tematici/nextgenerationeu-e-pnrr/

⁶⁰ GOVERNO ITALIANO, “PNRR: rivoluzione verde e transizione ecologica”, 30 novembre 2021, <https://www.governo.it/it/approfondimento/rivoluzione-verde-e-transizione-ecologica/16703>

⁶¹ MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA, “Energia e Clima 2030”, luglio 2024, <https://www.mase.gov.it/energia/energia-e-clima-2030>

CAPITOLO 3: ANALISI DEL QUADRO NORMATIVO IN EUROPA, ITALIA E VALLE D'AOSTA

registrato una crescita limitata rispetto ad altre fonti di riscaldamento rinnovabile, come il solare termico, le pompe di calore e gli impianti a biomassa. Ciò ha comportato che gli investimenti medi annui nella geotermia nello stesso triennio si attestassero all'1,42% del totale destinato alle altre fonti⁶². Per questo motivo, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ha suggerito una revisione dello strumento del Conto Termico, con l'obiettivo di aumentare i finanziamenti anche per la geotermia a bassa entalpia⁶³.

Infine, tramite il programma Repower Ue, si programmano di aggiungere 28,842 miliardi nei prossimi mesi, per finanziare ulteriori obiettivi del PNRR. Questi stanziamenti includono:

- 8,8 miliardi nel supporto alla transizione ecologica (nello specifico nelle tecnologie Net Zero e nella competitività delle filiere strategiche);
- 320 milioni a supporto delle PMI al fine di agevolare l'autoproduzione di energia a fonti rinnovabili;
- 10 milioni di euro per la razionalizzazione e semplificazione degli incentivi delle imprese.
- Infine, a maggio 2024, sono stati integrati 164 milioni di euro per sostenere l'innovazione nel settore energetico⁶⁴.

3.2.2. EVOLUZIONE NORMATIVA DELL'ENERGIA GEOTERMICA IN ITALIA⁶⁵

Per comprendere meglio il quadro normativo italiano relativo alla geotermia, è opportuno ripercorrerne l'evoluzione storica, che possiamo suddividere in quattro fasi principali.

La prima fase segue la scoperta degli utilizzi dell'energia geotermica agli inizi del Novecento, durante la quale vengono stabilite direttive generali riguardanti gli scavi minerari. La seconda fase segna una crescente consapevolezza della necessità di regolamentare lo sfruttamento delle risorse geotermiche. La terza fase riguarda un riassetto normativo per recepire le direttive europee. Infine, l'attuale fase è influenzata dalle crisi post-pandemiche e del mercato energetico, che sottolineano l'urgenza di progettare una transizione energetica.

⁶² MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA, “Piano Nazionale Integrato Per l'energia E il Clima”, s.l., giugno 2023, p. 233.

⁶³ Strumento di incentivazione per favorire la produzione di energia termica rinnovabile

⁶⁴ MINISTERO DELLE IMPRESE E DEL MADE IN ITALY, “REPowerEu e nuove misure PNRR”, luglio 2024, <https://www.mimit.gov.it/it/pnrr/repowereu>

⁶⁵ MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO & CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE, “Energia dalla Terra, luglio 2024”, http://www.vigor-geotermia.it/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=53&lang=it&jjj=1719391208051#pr emessa&jjj=1721822757626

FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4
1927-1984	1986-2006	2009-2013	2021 - 2023
<ul style="list-style-type: none"> • R.D. N° 1443 DEL 29/07/1927 • R.D. N° 1775 DEL 11/12/1933 • D.P.R. N° 128 DEL 09/04/1959 • LEGGE 464/89 DEL 1984 	<ul style="list-style-type: none"> • LEGGE GEOTERMICA N° 896 DEL 09/12/1986 • D.P.R. N° 395 DEL 27/05/1991 • D.P.R. N° 485 DEL 18/04/1994 • D.Lsg. N° 112 del 1998 • D.Lsg. N° 152 del 2006 	<ul style="list-style-type: none"> • DIRETTIVA EUROPEA 2009/28/CE • LEGGE 22 DEL 11/02/2010 • LEGGE 134 DEL 07/12/2012 • D.Lsg. 21/06/13, convertito il LEGGE 98 DEL 09/08/2013 	<ul style="list-style-type: none"> • Critica alla legge ferma al 2010 • D.Lsg. N° 199 del 08/11/2021 • D.Lsg. N° 17 del 01/03/2022 • PNRR e SUPERBONUS
Prime norme in materia di geotermico	Disciplina per la ricerca e la coltivazione	Adattamento alle direttive europee	Fase contemporanea

Figura 3.21: Le fasi della storia del quadro normativo italiano

Il primo riferimento legislativo rilevante è il Regio Decreto numero 1443 del 29/07/1927⁶⁶ che stabiliva il regime delle concessioni per la ricerca e la coltivazione mineraria, riservandole a soggetti competenti in materia. Pur non menzionando esplicitamente l'energia geotermica, questa rientra nel deliberato dell'articolo 2 che si riferisce ad "acque termali, vapori e gas" nel contesto delle risorse miniere. Successivamente, il R.D. 1775 dell'11 dicembre 1933⁶⁷ e il D.P.R. 120 del 9 aprile 1959⁶⁸ trattavano rispettivamente le disposizioni per l'utilizzo delle acque a fini di produzione elettrica, in particolare il tema delle derivazioni, e la sicurezza sul lavoro nelle miniere e cave. Mentre la prima normativa a citare, seppur marginalmente, il geotermico è la legge 464 del 1984⁶⁹, che richiedeva di inoltrare all'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) tutte le risultanze ottenute di sondaggi nel terreno, anche relativi allo sfruttamento idrico, superiori a 30 metri.

⁶⁶ MINISTERO DELLE IMPRESE E DEL MADE IN ITALY, "Regio Decreto 29 luglio 1927 n. 1443", <https://www.mimit.gov.it/images/stories/energia/1443rd27.pdf>

⁶⁷ MINISTERO DELLE IMPRESE E DEL MADE IN ITALY, "Regio Decreto 11 dicembre 1933 n. 1775", https://ispettorati.mise.gov.it/images/documenti/REGIO_DECRETO_11_dicembre_1933_1775.pdf

⁶⁸ GAZZETTA UFFICIALE, "Norme di polizia delle miniere e delle cave, legge 128/1959, 9 aprile 1959 n. 128", <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1959/04/11/059U0128/sg>

⁶⁹ GAZZETTA UFFICIALE, "Norme per agevolare l'acquisizione da parte del servizio geologico della direzione generale delle miniere del ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale, legge 464/1984", 4 agosto 1984, https://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie_generale/caricaDettaglioAtto/originario?atto.dataPubblicazioneGazzetta=1984-08-17&atto.codiceRedazionale=084U0464&elenco30giorni=false

CAPITOLO 3: ANALISI DEL QUADRO NORMATIVO IN EUROPA, ITALIA E VALLE D'AOSTA

Nel 1986, la legge 896⁷⁰ disciplina in modo esaustivo i metodi di ricerca e la coltivazione dell'energia geotermica. In particolare, nel primo articolo, vengono distribuite le competenze tra i differenti livelli amministrativi, ovvero:

- Le risorse geotermiche nazionali, che includono la produzione di almeno 20.000 kW termici a una temperatura di 25 °C, sono di competenza del governo centrale.
- Le risorse geotermiche locali, con produzione inferiore a 20.000 kW termici e temperatura massima di 25 °C, sono gestite dalle amministrazioni regionali e provinciali a seconda della dimensione del territorio.
- Infine, le piccole utilizzazioni locali, con scavi fino a 400 metri e produzione di 2.000 kW termici, che rimangono di competenza comunale.

L'articolo 3 della stessa legge conferisce un'esclusiva a ENI ed ENEL, al tempo aziende di settore leader di mercato, per l'assegnazione dei permessi di ricerca attribuendo alla seconda una esclusiva in materia di ricerca e coltivazione nelle zone di Grosseto, Livorno, Pisa e Siena. Nel successivo articolo 4, si richiede la valutazione degli impatti ambientali prima di poter procedere con le ricerche⁷¹.

L'approvazione del regolamento di attuazione della legge 9 dicembre 1986, n. 896²², recante disciplina della ricerca e della coltivazione delle risorse geotermiche, avviene con il D.P.R. numero 395 del 27/05/1991⁷². Nella prima parte di questa legge vengono specificati i termini per la richiesta dei permessi (articolo 1) e le funzioni di vigilanza (articolo 2). Nella seconda parte, invece, si dettano le modalità di presentazione della domanda del permesso di ricerca (articoli 6,7,8,9) e le linee guida per la Valutazione ad Impatto Ambientale - VIA (articoli 11, 12 e 13).

Ulteriori aggiornamenti normativi sono stati introdotti con il D.P.R. 485 del 18 aprile 1994⁷³, che si concentra sulla coltivazione dei fluidi geotermici, e con il Decreto legislativo 112 del 15 marzo 1997⁷⁴, che delega alle regioni i permessi di ricerca e le concessioni. Questa fase si conclude con il

⁷⁰ GAZZETTA UFFICIALE, “Disciplina della ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche, legge 896/1986”, 21 dicembre 1986, <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/1986/12/24/298/so/120/sg/pdf>

⁷¹ GAZZETTA UFFICIALE, “Disciplina della ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche, legge 896/1986”, 21 dicembre 1986, ibidem, pg. 4-5, <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/1986/12/24/298/so/120/sg/pdf>

⁷² NORMATTIVA, “Approvazione del regolamento di attuazione della legge 9 dicembre 1986, n. 896, recante disciplina della ricerca e della coltivazione delle risorse geotermiche, d.p.r. 395/91”, 27 maggio 1991, <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:presidente.repubblica:decreto:1991-12-09:395>

⁷³ NORMATTIVA, “Regolamento recante la disciplina dei procedimenti di rilascio di permesso di ricerca e concessione di coltivazione delle risorse geotermiche di interesse nazionale, , d.p.r. 485/94”, 18 aprile 1994, <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.del.presidente.della.repubblica:1994-04-18:485>

⁷⁴ GAZZETTA UFFICIALE, “Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59, d.lgs 112/97”, 15 marzo 1997, https://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie_generale/caricaDettaglioAtto/originario?atto.dataPubblicazioneGazzetta=1998-04-21&atto.codiceRedazionale=098G0159

CAPITOLO 3: ANALISI DEL QUADRO NORMATIVO IN EUROPA, ITALIA E VALLE D'AOSTA

decreto legislativo 152 del 3 aprile 2006⁷⁵, che specifica le materie rilevanti per la tutela ambientale, tra cui la V.I.A., la difesa del suolo, la gestione dei rifiuti e la tutela dell'aria.

Nel 2008, un intervento dell'Antitrust ha rimosso l'esclusività dei permessi di ricerca per ENEL ed ENI, promuovendo una maggiore competizione nel mercato, apre ad una terza fase di riassetto delle normative in linea con le nuove direttive europee prodotte dal 2009.

La direttiva europea 2009/28/CE⁷⁶ ha innanzitutto portato ad una nuova definizione dell'energia geotermica, ovvero "l'energia immagazzinata sotto forma di calore sotto la crosta terrestre"⁷⁷.

Nell'articolo 5, ha inoltre stabilito che l'energia geotermica possa essere considerata una fonte energetica rinnovabile, ma solo a patto che il rendimento energetico finale superi significativamente il consumo di energia elettrica necessario al funzionamento delle pompe di calore (rendimento energetico netto positivo). Al fine di calcolare correttamente questo coefficiente, l'unione ha definito una formula specifica di riferimento. Inoltre, la direttiva ha incentivato l'utilizzo di pompe di calore idonee al rilascio del marchio di qualità ecologica (articolo 13) con contestuale sistema di rilascio della certificazione di qualità (articolo 14). L'articolo 27 ha infine invitato gli Stati Membri a tenere conto di questi aggiornamenti.

Il governo italiano ha quindi recepito queste disposizioni con la legge numero 22 del 11/02/2010⁷⁸, che ha riorganizzato le competenze per il rilascio dei permessi geotermici⁷⁹. Successivamente, le leggi n. 134 del 07/08/2012⁸⁰ e la n. 98 del 09/08/2013⁸¹ hanno rispettivamente ampliato l'elenco delle infrastrutture e degli insediamenti strategici e stabilito la competenza statale per gli impianti geotermici pilota è interamente statale, modificando il decreto-legge del 21/06/2013⁸².

⁷⁵ GAZZETTA UFFICIALE, "Norme in materia ambientale, d.lgs 152/2006", 3 aprile 2006, <https://www.gazzettaufficiale.it/dettaglio/codici/materiaAmbientale>

⁷⁶ GAZZETTA UFFICIALE DELL'UNIONE EUROPEA, "promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, direttiva 2009/28/ce", 23 aprile 2009, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=IT>

⁷⁷ GAZZETTA UFFICIALE DELL'UNIONE EUROPEA, "Direttiva 2009/28/ce del parlamento europeo e del consiglio", 23 aprile 2009, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=SK>

⁷⁸ GAZZETTA UFFICIALE, "Riassetto della normativa in materia di ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche, d.lgs 22/10", 1° febbraio 2010, <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2010/02/24/010G0037/sg>

⁷⁹ Per una spiegazione più approfondita si rimanda alla lettura del paragrafo successivo (3.2.3.)

⁸⁰ NORMATTIVA, "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 22 giugno 2012, n. 83, recante misure urgenti per la crescita del paese, legge 83/2012", 7 agosto 2012, <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:legge:2012-08-07:134>

⁸¹ GAZZETTA UFFICIALE, "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 21 giugno 2013, n. 69, recante disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia, legge 98/13", 9 agosto 2013, <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2013/08/20/13G00140/sg>

⁸² GAZZETTA UFFICIALE, "Disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia, d.lgs 69/13", 21 giugno 2013, <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2013/06/21/13G00116/sg>

CAPITOLO 3: ANALISI DEL QUADRO NORMATIVO IN EUROPA, ITALIA E VALLE D'AOSTA

Nonostante questi sviluppi, il sistema normativo italiano per l'energia geotermica presenta ancora delle lacune, in quanto non è stato aggiornato in modo significativo dal 2010 anche in seguito alla relativamente blanda convinzione nel potenziale di questo tipo di energia. Ciò è particolarmente critico considerando la scadenza delle concessioni per la coltivazione delle risorse geotermiche al 31 dicembre 2025, elemento che rende ancora più urgente uno scatto in ambito normativo e strategico⁸³. Gli ultimi decreti-legge in materia, come il D. Lgs 199 dell'8 novembre 2021⁸⁴ e il D. Lgs 17 del 1° marzo 2022⁸⁵, menzionano il geotermico principalmente insieme ad altre fonti rinnovabili – nella promozione dell'uso dell'energia a fonte rinnovabile e nell'implementazione di misure urgenti per contenere il costo del gas – senza entrare nello specifico delle sue caratteristiche.

Infine, il Decreto 30 settembre 2022⁸⁶, che descrive le linee guida per l'installazione degli impianti di produzione geotermici destinati al riscaldamento ed alla climatizzazione degli edifici, mira a semplificare le procedure da adottare per l'installazione di questi impianti nelle abitazioni, al fine di incentivarne maggiormente l'utilizzo.

L'Energia geotermica è stata presa in considerazione nel PNNR, grazie alla richiesta, effettuata dal Consiglio nazionale dei Geologi nel 2020, di valutare l'incentivazione di sistemi geotermici a bassa entalpia nelle abitazioni; tuttavia, queste aperture non si sono tradotte in disposizioni normative concrete. Per questo, fin dal 2021 lo stesso Consiglio nazionale dei Geologi ha lamentato una scarsissima attenzione del geotermico nel fondo Superbonus, evidenziando il potenziale impatto economico positivo di 500 milioni di euro e una significativa riduzione delle emissioni di CO₂⁸⁷.

⁸³ V. BARRETTA, *“Energia geotermica. In Italia la normativa è ferma al 2010”*, Energia Italia, Geotermico, Policy Italia, 30 giugno 2023.

⁸⁴ GAZZETTA UFFICIALE, *“Attuazione della direttiva (ue) 2018/2001 del parlamento europeo e del consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, d.lgs 199/21”*, 8 novembre 2021, <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2021/11/30/21G00214/sg>

⁸⁵ GAZZETTA UFFICIALE, *“Misure urgenti per il contenimento dei costi dell'energia elettrica e del gas naturale, per lo sviluppo delle energie rinnovabili e per il rilancio delle politiche industriali, D.Lgs 17/22”*, 1° marzo 2022, <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2022/04/28/22A02680/sg>

⁸⁶ GAZZETTA UFFICIALE, *“Prescrizioni per la posa in opera degli impianti di produzione di calore da risorsa geotermica, destinata al riscaldamento e alla climatizzazione di edifici e misure di semplificazione per l'installazione dei predetti impianti”*, 30 settembre 2022, <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2022/10/14/22A05770/sg>

⁸⁷ CONSIGLIO NAZIONALE DEI GEOLOGI, GEOTERMIA, *“Geologi: fonte di energia pulita non valorizzata dal pnrr, è tassello fondamentale per la transizione energetica”*, 28 aprile 2021, <https://www.cngeologi.it/2021/04/28/geotermia-geologi-fonte-di-energia-pulita-non-valorizzata-dal-pnrr-e-tassello-fondamentale-per-la-transizione-energetica/>

3.2.3. IL SISTEMA ITALIANO PER IL RILASCIO DEI PERMESSI IN LINEA CON LA LEGGE 22 DEL 11/02/2010

In base a quanto stabilito dalla legge numero 22 del 11/02/2010⁸⁸, è opportuno delineare il percorso per il rilascio di permessi di coltivazione dell'energia geotermica, che si distingue tra competenze nazionali e regionali.

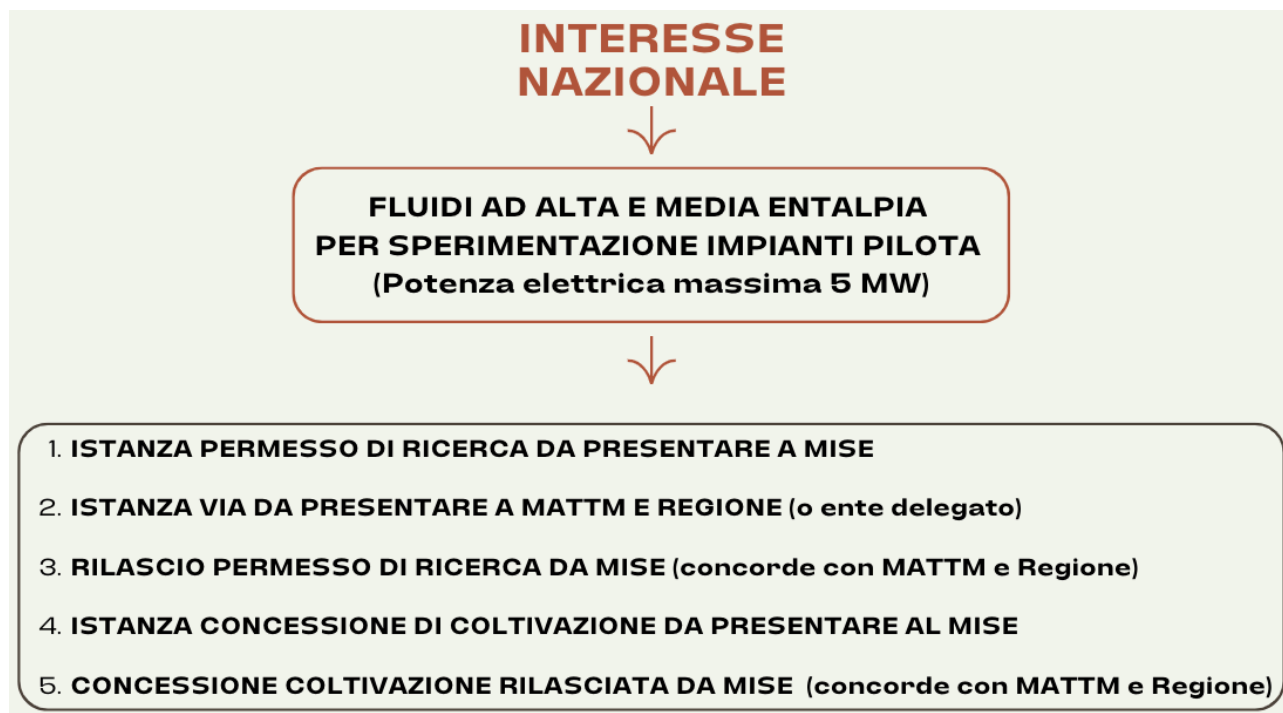


Figura 3.22: Passaggi per il rilascio delle Concessioni per la Coltivazione dell'Energia Geotermica per fluidi ad alta e media entalpia per sperimentazione impianti pilota con potenza elettrica massima di 5 MW

A livello nazionale, secondo quanto stabilito dalla legge n. 98 del 09/08/2013⁸⁹, il governo italiano è competente esclusivamente per i progetti pilota di produzione di energia elettrica che prevedono l'uso di fluidi ad alta e media entalpia con una potenza elettrica installata massima di 5 MW.

Il processo (illustrato in figura 3.3) inizia con la presentazione di una “Istanza di Permesso di Ricerca” al MISE (Ministero dello Sviluppo Economico) che decide sulla sua accettazione mediante un’istruttoria che viene fatta valutare al CIRM (Commissione per gli Idrocarburi e le Risorse Marine). Se l’esito è positivo, si procede alla presentazione di un’Istanza VIA al MATTM (Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) ed alla Regione che valutano il rilascio del Permesso di Ricerca. Successivamente, in caso di esito positivo, si riinizia l’iter appena elencato, con la differenza che l’istanza da richiedere è per la Concessione di Coltivazione che viene rilasciata dal

⁸⁸ GAZZETTA UFFICIALE, “Riassetto della normativa in materia di ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche, D.Lgs 22/10”, 1° febbraio 2020, <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2010/02/24/010G0037/sg>

⁸⁹ NORMATTIVA, “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 22 giugno 2012, n. 83, recante misure urgenti per la crescita del paese”, Legge 83/2012, 7 agosto 2012, <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:legge:2012-08-07;134>

CAPITOLO 3: ANALISI DEL QUADRO NORMATIVO IN EUROPA, ITALIA E VALLE D'AOSTA

MISE in collaborazione con il MATTM e la Regione, culminando con la Concessione alla Coltivazione dell'Energia Geotermica.



Figura 3.23: Passaggi per il rilascio delle Concessioni per la Coltivazione dell'Energia Geotermica per fluidi geotermici, differenziati a seconda che si tratti di alta entalpia (min 20 MW termici) o medio-bassa entalpia (max 20 MW termici)

Lo sfruttamento delle risorse geotermiche destinate alla produzione di calore (o raffrescamento degli ambienti) rimane di competenza regionale (anche se, essa può legalmente decidere di delegare la competenza ad un ente esterno esperto in materia).

L'iter normativo presenta tuttavia delle differenze a seconda della temperatura del fluido geotermico.

1. Fluido alta temperatura (minimo 20 MW termici), si presenta un'istanza di permesso di ricerca alla Regione che una volta convocata una Conferenza dei Servizi ed espresso un parere dell'Ufficio VIA, valuta se rilasciare il permesso di ricerca. Se la risorsa è valutata come economicamente sfruttabile, si ripete l'iter partendo dall'istanza di Concessione di Coltivazione alla Regione, con eventuale rilascio della Concessione alla Coltivazione dell'Energia Geotermica.
2. Fluido a bassa temperatura (massimo 20 MW termici). Il processo è simile a quello per i fluidi ad alta temperatura, ma include la presentazione dell'Istanza VIA alla Regione, al posto della richiesta di concessione, per entrambi i permessi di ricerca e di coltivazione.



Figura 3.24: Passaggi per il rilascio dell'Autorizzazione per il prelievo di acqua da pozzi geotermici ad una profondità massima di 400 m con produzione ad una potenza termica massima di 2 MW

Le Regioni possono delegare queste competenze alle Province, in particolare per l'estrazione di acqua da pozzi geotermici fino a una profondità di 400 m e con una potenza termica massima di 2 MW. La procedura si differenzia a seconda che sia finalizzata alla produzione di energia elettrica o per l'utilizzo di pozzi al fine di creare un impianto geotermico a bassa entalpia con tipologia "a circuito aperto".

Nel caso di produzione di energia elettrica, si presenta un'Istanza di autorizzazione Unica e un'Istanza di verifica dell'assoggettabilità VIA alla Regione o alla Provincia. Questa sarà valutata dalla Conferenza dei Servizi e dall'Ufficio VIA, che permetteranno alla Regione o alla Provincia di rilasciare l'Autorizzazione Unica.

Per l'installazione di un circuito "Open Loop", invece, si richiede l'Autorizzazione di ricerca delle acque sotterranee alla Regione o Provincia, e l'Autorizzazione allo scarico delle acque esclusivamente alla Provincia. Se approvata, si procede con l'Istanza di Concessione alla derivazione delle Acque e all'Istanza di verifica dell'assoggettabilità VIA. Una volta esaminati, la Regione o la Provincia emette quindi la Concessione alla derivazione delle acque.

CAPITOLO 3: ANALISI DEL QUADRO NORMATIVO IN EUROPA, ITALIA E VALLE D'AOSTA

Un'ultima fattispecie definita dalla legge 22 del 11/02/2010⁹⁰ consiste nel rilascio di autorizzazioni per l'installazione di sonde geotermiche a circuito chiuso. In questo caso, la disciplina è determinata a livello regionale, con regolamentazioni che possono variare significativamente da una regione all'altra.

3.3. IL QUADRO NORMATIVO DEGLI IMPIANTI GEOTERMICI A BASSA ENTALPIA IN VALLE D'AOSTA



Figura 3.25: Prospetto raffigurante il sistema per il rilascio dei permessi nella Regione Valle d'Aosta, suddivisa per i tre scaglioni di potenza installata

In Valle d'Aosta, la normativa per l'installazione di impianti geotermici a bassa entalpia è regolata principalmente dalla Legge Regionale 13/2015⁹¹, che si concentra sulla riduzione dei consumi di energia da fonti fossili. In particolare, il Capo IV della legge stabilisce le procedure amministrative e i requisiti necessari per l'installazione di tali impianti, dettagliati negli articoli 50 e 51 (riferimenti in nota).

Questi articoli suddividono le categorie degli impianti geotermici in tre categorie, a seconda che la potenza installata sia minore di 1 MW, compresa tra 1 MW ed i 50 MW e infine potenza maggiore di 50 MW.

⁹⁰ GAZZETTA UFFICIALE, "Riassetto della normativa in materia di ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche, d.lgs 22/10", 1° febbraio 2020, <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2010/02/24/010G0037/sg>

⁹¹ CONSIGLIO REGIONALE DELLA VALLE D'AOSTA, "Attuazione della direttiva 2006/123/CE, l.r. 13/2015", 25 maggio 2015, https://www.consiglio.vda.it/app/leggieregolamenti/dettaglio?tipo=L&numero_legge=13%2F15&versione=V%20

CAPITOLO 3: ANALISI DEL QUADRO NORMATIVO IN EUROPA, ITALIA E VALLE D'AOSTA

1. Impianti con potenza inferiore a 1 MW, la normativa rimanda alla Legge Regionale 11/1998⁹², articolo 61, disponendo come sufficiente il rilascio della SCIA per poter procedere con l'installazione di impianti geotermici. La SCIA, acronimo di Segnalazione Certificata di Inizio Attività, è una autocertificazione che l'impresa incaricata dei lavori deve presentare al comune di riferimento al fine di attestare dichiarando l'inizio dei lavori. Il comune rilascia quindi la certificazione, specificando la data presunta di fine dei lavori. Questo processo semplificato permette di avviare rapidamente l'installazione di piccoli impianti geotermici⁹³.
2. Impianti con potenza compresa tra 1MW e 50MW. Per questi impianti, oltre alla SCIA, la Regione richiede un parere preventivo da parte di un geologo regionale. Questa valutazione preliminare è necessaria per assicurare che l'installazione sia conforme alle specificità geologiche locali e che non vi siano rischi ambientali o tecnici significativi.
3. Impianti con potenza superiore a 50 MW. In questo caso, oltre alla SCIA, è necessaria una perizia geologica asseverata. Questa perizia, eseguita da un geologo qualificato, deve certificare la sicurezza e la fattibilità del progetto, tenendo conto delle caratteristiche del sottosuolo e degli impatti potenziali sull'ambiente. La complessità e la dimensione di questi impianti richiedono un livello di approfondimento e di documentazione superiore rispetto alle categorie precedenti.

A partire da questo quadro normativo, è necessario procedere all'analisi delle politiche implementate da altri paesi al fine di promuovere lo sviluppo dell'energia geotermica a bassa entalpia. Una volta capito questo passaggio, sarà possibile utilizzare le leggi appena descritte per implementare una eventuale politica energetica anche in Valle d'Aosta.

⁹² CONSIGLIO REGIONALE DELLA VALLE D'AOSTA, "Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della valle d'aosta, l.r. 11/1998", 6 aprile 1998, https://www.consiglio.vda.it/app/leggieregolamenti/dettaglio?pk_lr=2467

⁹³ SPORTELLO UNICO DEGLI ENTI LOCALI DELLA VALLE D'AOSTA, "Cos'è la scia?", agosto 2024, <https://www.sportellounico.vda.it/attivita/attivita-e-interventi-gestiti-dal-suel/avvio-subingresso-cessazione-modifiche-dellattivita/approfondimenti/cose-la-scia/>

CAPITOLO 4

ANALISI DEL MODELLO DI SVILUPPO SVIZZERO PER L'IMPLEMENTAZIONE DI CIRCUITI GEOTERMICI A BASSA ENTALPIA

Per attuare una strategia di sviluppo della geotermia a bassa entalpia, la Valle d'Aosta ha l'opportunità di osservare quanto già fatto oltralpe, analizzando il modello della vicina Svizzera. I due territori, infatti, sono molto simili a livello morfologico e questa caratteristica consente al governo valdostano di assumere ad esempio le soluzioni elvetiche già introdotte.

La Svizzera, in materia di geotermia, ha definito un piano dettagliato con linee guida ed obiettivi chiari e trasparenti, nell'ambito di una avanzata pianificazione del settore.

Il seguente capitolo sarà interamente dedicato all'approfondimento delle politiche energetiche svizzere.

4.1. RICONOSCIMENTO DEL POTENZIALE E DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI DELLA GEOTERMIA

4.1.1. IL PIANO STRATEGICO A LUNGO TERMINE 2025

Prima di analizzare il modello di sviluppo elvetico, è necessario contestualizzare le riforme che il paese ha deciso di adottare rispetto alle disposizioni di cui alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici. Dopo aver stabilito l'obiettivo cardine "zero emissioni al 2050" nell'ambito dell'Accordo di Parigi del 2015, anche la Svizzera ha deciso di stipulare un piano strategico a favore del cambiamento climatico. Nello specifico, nella Strategia climatica a lungo termine 2050, il cui rilascio è stato approvato nell'agosto 2019 e adottato dal 27 gennaio 2021⁹⁴, il Consiglio Federale riporta i dieci principi cardine sui quali si devono basare le politiche energetiche svizzere:

1. *COGLIERE LE OPPORTUNITÀ DI UNA TRANSAZIONE COERENTE A EMISSIONI NETTE PARI A ZERO*: si richiede alla Svizzera di assumere un ruolo guida nello sviluppo di nuove tecnologie utili a favorire la lotta contro il cambiamento climatico.

⁹⁴UFFICIO FEDERALE DELL'AMBIENTE (UFAM), "Strategia climatica a lungo termine 2050", 31 marzo 2023, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/clima/info-specialisti/riduzione-emissioni/obiettivi-riduzione/obiettivo-2050/strategia-climatica-2050.html>

CAPITOLO 4: ANALISI DEL MODELLO DI SVILUPPO SVIZZERO PER L'IMPLEMENTAZIONE DI CIRCUITI GEOTERMICI A BASSA ENTALPIA

2. *ASSUMERSI LE PROPRIE RESPONSABILITÀ IN MATERIA DI POLITICA CLIMATICA*: si domanda impegno nel compiere gli sforzi necessari al fine di non dipendere dalle decisioni di politica climatica di altri Stati.
3. *PORRE L'ACCENTO SULLA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI ENTRO I CONFINI NAZIONALI*: si sollecita la diminuzione della quota di investimenti esteri, al fine di concentrarsi nelle politiche elvetiche.
4. *RIDURRE LE EMISSIONI LUNGO L'INTERA CATENA DI CREAZIONE DEL VALORE*: si prega di revisionare le emissioni di gas serra nei vari punti della catena del valore, al fine di trovare una soluzione per diminuirle.
5. *IMPIEGARE TUTTI I VETTORI ENERGETICI CON MISURA E, SE POSSIBILE, IN MODO OTTIMALE*: si evidenzia l'importanza di un utilizzo efficiente ed efficace delle risorse energetiche.
6. *ORIENTARE ALL'OBIETTIVO DEL SALDO NETTO PARI A ZERO LE ATTIVITÀ DI PIANIFICAZIONE DI CONFEDERAZIONE E CANTONI IN TUTTI I SETTORI RILEVANTI PER IL CLIMA*: si richiede di verificare se gli strumenti utilizzati per perseguire gli obiettivi siano sostenibili.
7. *EFFETTUARE LA TRANSIZIONE A EMISSIONI NETTE PARI A ZERO IN MODO SOCIALMENTE SOSTENIBILE*: si richiede di investire in progetti sostenibili che non creino degli aumenti dei costi che gravino sul cliente finale.
8. *EFFETTUARE LA TRANSIZIONE A EMISSIONI NETTE PARI A ZERO IN MODO ECONOMICAMENTE SOSTENIBILE*: nonostante un bisogno urgente di investire in questo campo, si richiede comunque di effettuare una corretta valutazione dei costi, prima di procedere.
9. *EFFETTUARE LA TRANSIZIONE A EMISSIONI NETTE PARI A ZERO IN MODO TALE DA MIGLIORARE ALLO STESSO TEMPO LA QUALITÀ DELL'AMBIENTE*; si domanda l'utilizzo di risorse rinnovabili, ma senza raggiungere un sovra sfruttamento anche di queste fonti.
10. *FONDARE LA STRATEGIA CLIMATICA A LUNGO TERMINE SUL PRINCIPIO DELL'APERTURA TECNOLOGICA*: si richiede di cercare il più possibile di perseguire uno sviluppo delle tecnologie, non solo nel contesto della digitalizzazione o ingegneria, ma di tenere conto anche dei nuovi metodi agricoli e organizzativi.

Sulla base dei seguenti principi, si esortano tutti i settori ad elaborare delle strategie energetiche, nel quale ognuno può esporre un proprio piano⁹⁵.

⁹⁵ CONFEDERAZIONE SVIZZERA, “Strategia climatica a lungo termine della Svizzera”, s.l., 21 gennaio 2021, p.3.

4.1.2. IL POTENZIALE DELL'ENERGIA GEOTERMICA

È così che Géothermie Suisse, la principale associazione svizzera che opera nel settore geotermico, ha deciso di implementare un vero e proprio piano d'azione, basato principalmente sullo sviluppo della geotermia a bassa ed a media entalpia.

Ad oggi, in Svizzera, la geotermia a bassa entalpia copre il 5% del fabbisogno di energia, infatti si producono 4 TWh all'anno. Al contrario, la somma della produzione di calore a media ed alta entalpia è poco utilizzata, producendo un massimo di 0,2 TWh all'anno⁹⁶.

Secondo i dati pubblicati da Géothermie Suisse nel 2020, implementando gli studi sulla capacità di stoccaggio del terreno e riuscendo a sviluppare un piano d'azione per migliorare gli edifici, soprattutto nel settore edile ed industriale, è possibile riuscire a coprire il 25% della produzione di energia totale elvetica al 2050, solamente mediante l'utilizzo di energia geotermica.

Nello specifico, l'associazione mira a raddoppiare l'attuale produzione di calore con sonde geotermiche a bassa profondità, raggiungendo una capacità installata di 8 TWh al 2050. Inoltre, con l'utilizzo della geotermia a media profondità, l'obiettivo perseguito risulta essere quello per cui, mediante l'installazione di vere e proprie reti di sonde geotermiche urbane, sia possibile raggiungere una produzione totale di 8 TWh all'anno entro il 2050⁹⁷.

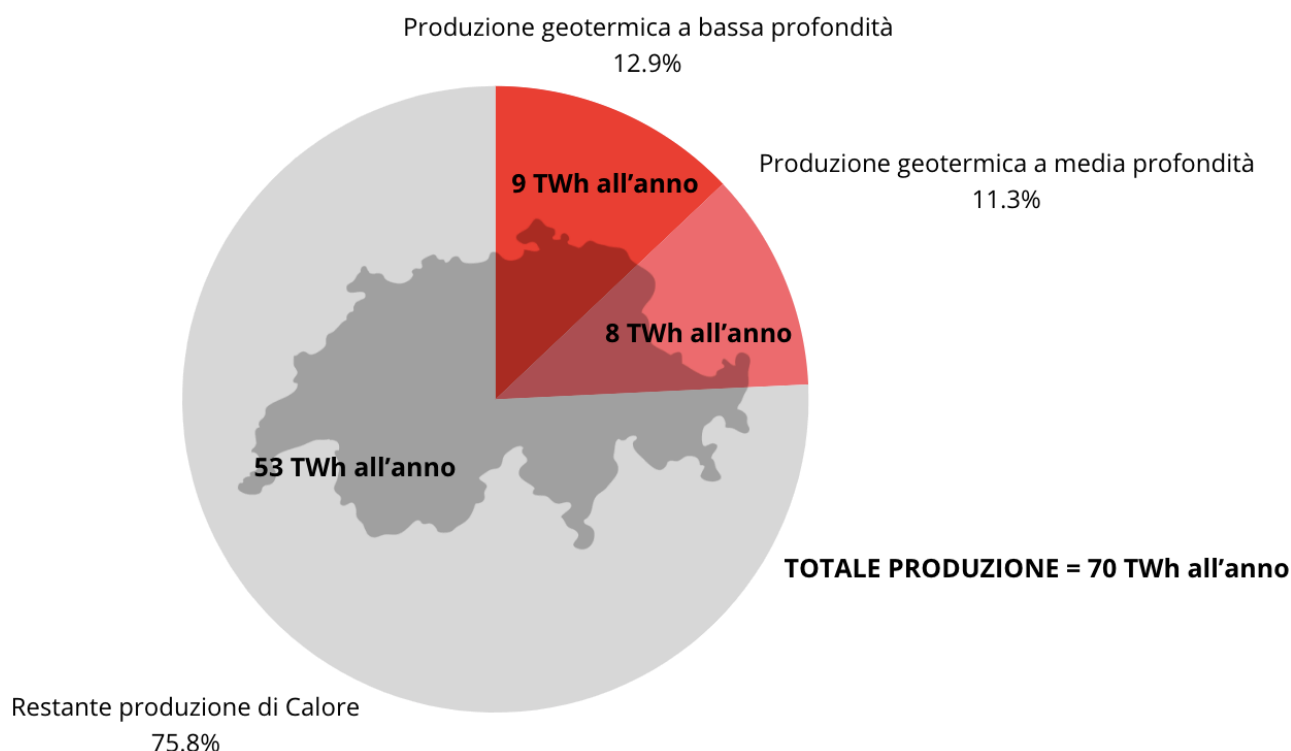


Figura 4.26: Grafico a torta raffigurante la quantità di produzione che potrebbe coprire l'energia geotermica al 2050

⁹⁶ GÉOTHERMIE SUISSE, “Rapport annuel 2023”, s.l., 7 maggio 2024, p. 6.

⁹⁷ GÉOTHERMIE SUISSE, “La géothermie pour couvrir au moins un quart des besoins en chaleur de la Suisse”, s.l., 2 ottobre 2020, p.p. 2-3.

CAPITOLO 4: ANALISI DEL MODELLO DI SVILUPPO SVIZZERO PER L'IMPLEMENTAZIONE DI CIRCUITI GEOTERMICI A BASSA ENTALPIA

Oltre a quanto esposto finora, l'associazione riconosce altri quattro utilizzi importanti dell'energia geotermica per raggiungere gli obiettivi prefissati al 2050:

1. Raffreddamento degli ambienti: si invita a tenere conto del potenziale geotermico anche per un utilizzo estivo, al fine di rendere gli ambienti più freschi installando le sonde tra i 200 ed i 2.000 metri, con una temperatura agli 80 °C.
2. Stoccaggio stagionale: si propone di considerare lo stoccaggio del calore in eccesso che viene generato nel periodo estivo, per riutilizzare lo stesso nel periodo invernale.
Su questo punto di vista la Svizzera prospetta, secondo gli studi effettuati finora, di stoccare tra i 4 ed i 6 TWh all'anno⁹⁸.
3. Produzione di elettricità: si evidenzia la possibilità di installare vere e proprie centrali geotermoelettriche al fine di aggiungere al fabbisogno di energia, anche una forma di elettricità pulita.
4. Estrazione di materiali: si propone di implementare lo studio per l'estrazione di materiali che si trovano nelle acque sotterranee, come ad esempio il litio, al fine di favorire una estrazione delle materie prime con metodi ecologici.

Dal punto di vista dei costi, si stima di investire circa 6 milioni di euro, da spendere in particolare modo per l'installazione delle 250 sonde geotermiche di media profondità. Per quanto riguarda il ritorno ecologico, questa manovra permetterebbe alla Svizzera di risparmiare, all'anno, circa 4,5 tonnellate di CO₂ all'anno e 1,7 miliardi di litri di combustibili fossili⁹⁹.

Infine, oltre ai punti di forza appena elencati, Géothermie Suisse riconosce che l'energia geotermica, nonostante abbia dei costi iniziali significativi, presenti d'altro canto dei prezzi molto competitivi rispetto alle altre fonti presenti sul mercato energetico, una volta fatta l'installazione e l'avvio dei circuiti. Questo avviene soprattutto perché si tratta di una energia disponibile in ogni momento, a prescindere dall'ora del giorno e dalla stagione. Inoltre, la sua disponibilità a livello locale, consente di essere autonomi, senza dover chiedere l'appoggio di stati terzi.

⁹⁸ GÉOTHERMIE SUISSE, “Rapport annuel 2023”, s.l., 7 maggio 2024, p. 6.

⁹⁹ GÉOTHERMIE SUISSE, “La géothermie pour couvrir au moins un quart des besoins en chaleur de la Suisse”, s.l., 2 ottobre 2020, p. 5.

4.2. LE LINEE GUIDA PER FACILITARE I PROGETTI GEOTERMICI



Figura 4.27: Step consigliati da Géothermie Suisse per l'avvio di un progetto geotermico¹⁰⁰

Al fine di raggiungere gli obiettivi elencati nel paragrafo precedente, Géothermie Suisse ha redatto una serie di linee guida a cui gli attori dei progetti possono fare affidamento al fine di rendere più facile il processo di installazione dei circuiti geotermici.

In particolare, ciò che richiede un maggiore sforzo è l'ottenimento del permesso a procedere alle perforazioni, per il quale è possibile dover attendere anche diversi anni. Per tale motivazione, l'associazione ha suddiviso il progetto in quattro tappe principali, molto utili per i progetti a media entalpia, in quanto richiedono la partecipazione di diversi attori (come il comune delle città, cantone, aziende energetiche), ovvero:

1. **L'AVVIO DEL PROGETTO:** questa tappa richiede la collaborazione tra i soggetti coinvolti, i quali si riuniscono al fine di effettuare una prevalutazione del luogo in cui si intende procedere con gli scavi. Una volta fatto, si definisce il potenziale del sottosuolo, immaginando il quantitativo energetico necessario per riscaldare gli edifici. Questa parte è molto importante soprattutto perché permette di preventivare la mobilitazione del capitale e di minimizzare il rischio finanziario.
2. **L'IDEA E LO STUDIO DI FATTIBILITÀ:** si richiede una vera e propria analisi dal punto di vista organizzativo, temporale, giuridico, economico e tecnico. In particolare, è importante elaborare tutti gli scenari possibili, al fine di preventivare delle alternative (ad esempio, come agire se, a seguito di uno scavo, non si ottengono i risultati sperati). Inoltre, è importante riuscire a confermare i prerequisiti all'autorizzazioni degli scavi. A sostegno di questo passaggio, Géothermie Suisse invita a seguire le linee guida dei passaggi successivi.
3. **MAPPATURA DEL TERRENO:** si effettua una vera e propria radiografia del terreno (che può essere in 2D o in 3D) al fine di conoscere il sottosuolo e valutare la fattibilità degli scavi.

¹⁰⁰ GÉOTHERMIE SUISSE, "Guide pour faciliter les projets de géothermie", Newcom Partners SA, s.l., maggio 2023, p.p. 6-7.

CAPITOLO 4: ANALISI DEL MODELLO DI SVILUPPO SVIZZERO PER L'IMPLEMENTAZIONE DI CIRCUITI GEOTERMICI A BASSA ENTALPIA

4. *SCAVI DI ESPLORAZIONE*: una volta analizzata una mappa preliminare del sottosuolo, si procede con una serie di scavi del terreno che permettono, in modo definitivo, di conoscerne le caratteristiche e, di conseguenza, l'effettiva fattibilità del progetto.

Géothermie Suisse, riconosciuta la complessità dei passaggi 3 e 4, ha deciso di elencare meticolosamente le procedure, in modo da rendere più celere il percorso agli attori stessi.

È per tale ragione che il paragrafo successivo sarà dedicato all'analisi della guida "*Aide à la mise en oeuvre des campagnes de prospection géophysique*" (aprile 2023).

4.2.1. DALLA MAPPATURA DEL TERRENO AGLI SCAVI DI ESPLORAZIONE: I CONSIGLI DI GÉOTHERMIE SUISSE¹⁰¹

Durante la campagna di esplorazione geofisica della città di Ginevra del 2021, il comitato geotermico svizzero ha evidenziato una carenza di riscontri precedenti sulla quale poter prendere spunto. È per tale motivazione che si è dunque deciso di elencare i passaggi al fine di agevolarne la messa in opera per il futuro.

In generale, lo studio si articola in una fase preliminare in cui si studia il terreno, al fine di conoscerne le caratteristiche geofisiche. Poi, in un secondo momento, è possibile procedere con gli scavi al fine di avere una sicurezza effettiva della composizione del sottosuolo e, di conseguenza, predeterminare i costi.



Figura 4.28: tappe consigliate da Géothermie Suisse per procedere agli scavi di esplorazione

Come anticipato, ci troviamo nelle fasi 3 e 4 delle macro-linee guida. Procedendo con un ulteriore approfondimento di queste ultime, è possibile suddividere i passaggi in 10 sub-azioni, tenendo

¹⁰¹ GÉOTHERMIE SUISSE, "*Aide à la mise en oeuvre des campagnes de prospection géophysique*", Z+Z Graphic design, s.l., aprile 2023,

CAPITOLO 4: ANALISI DEL MODELLO DI SVILUPPO SVIZZERO PER L'IMPLEMENTAZIONE DI CIRCUITI GEOTERMICI A BASSA ENTALPIA

presente che dal punto 1 al punto 6, ci troviamo all'interno della fase 3 "Mappatura del terreno" e, dal punto 7 al 10, siamo all'interno della fase 4 "scavi di esplorazione" (figura 4.3).

1. *DEFINIZIONE DELLE NECESSITÀ.* Il capo progettista deve definire la tipologia di progetto di esplorazione geofisica più adatto alle proprie esigenze. Egli è tenuto a domandarsi quale sia il tipo di circuito geotermico che bisogna installare e, di conseguenza, a che profondità intende scavare. Questo studio preliminare permette di decidere se si intende usare il metodo in 2D o in 3D. La differenza tra i due consiste nel fatto che il primo è meno costoso, ma il secondo è più affidabile e, di conseguenza, nella successiva fase i costi possono essere stimati con maggiore precisione. Le tempistiche medie di questa fase si aggirano tra i 4 ed i 6 mesi.
2. *STUDIO DI FATTIBILITÀ.* In questa fase si chiede una collaborazione stretta tra il capo progettista e l'autorità pubblica. In particolare, si richiede di verificare la liceità del progetto e di analizzare le eventuali sovvenzioni che si potrebbero richiedere allo Stato. Inoltre, si invita a creare una vera e propria campagna di comunicazione ai cittadini. Soprattutto per gli scavi a media entalpia (e dunque l'eventuale creazione di circuiti termici in tutta la città) è normale che si produca parecchio rumore e che si avvertano delle vibrazioni del sottosuolo. Per tale motivazione, si propone di avvisare la popolazione rendendo noti i motivi per cui si inizia la campagna, esponendo i metodi di lavoro e, infine, chiarendo i risultati che si intendono ottenere, con conseguente messa in evidenza dei benefici per la collettività.
3. *GARA D'APPALTO.* Una volta stabiliti i metodi da adottare ed avvisata la popolazione, si procede con il bando per trovare un'azienda specifica che dia inizio alle trivellazioni. La fase precedente è di ausilio per definire gli aspetti importanti da inserire nel bando stesso tra cui: una mappa con la zona specifica oggetto di analisi, le caratteristiche del terreno (topografia) ed una griglia di misura. Nello specifico, le prestazioni dovranno essere realizzate nella tutela di alcuni aspetti ambientali fondamentali quali la protezione dell'aria, il rispetto di un tetto massimo di decibel per il rumore e di vibrazioni e l'impossibilità di eccedere il perimetro circoscritto.
4. *SVILUPPO DEL PROGETTO TECNICO.* In questa fase, l'azienda vincitrice del bando e il promotore del progetto devono procedere con la stesura della domanda di autorizzazione. Si richiede di inserire un piano di riparto in cui si imputano le responsabilità, la creazione di una lista delle priorità e, soprattutto, la verifica della proprietà terreni su cui si lavorerà per preventivare un eventuale indennizzo da esborsare. Infine, ci si impegna a preparare la documentazione necessaria per procedere con l'autorizzazione vera e propria.
5. *PROCEDURA DI AUTORIZZAZIONE.* Il capo progettista dispone il dossier da presentare all'amministrazione cantonale. La procedura esatta è differente a seconda del cantone ma,

CAPITOLO 4: ANALISI DEL MODELLO DI SVILUPPO SVIZZERO PER L'IMPLEMENTAZIONE DI CIRCUITI GEOTERMICI A BASSA ENTALPIA

Géothermie Suisse, consiglia di elencare in maniera esaustiva le procedure di scavi e di come gli stessi siano a norma di legge ed in linea con i principi di rispetto del sottosuolo. In generale, in questa fase viene richiesto di elencare le procedure con contestuale giustificazione della legalità degli stessi.

6. *APPROVAZIONE*. Una volta ricevuta l'approvazione da parte dell'amministrazione cantoniera, il progettista deve organizzare le operazioni del terreno dal punto di vista legale, logistico e tecnico. L'elemento centrale di questo passaggio è la capacità di trovare un accordo con i proprietari delle terre. L'associazione consiglia di coinvolgere una società specializzata in questioni legali sui permessi, al fine di evitare possibili disguidi successivi che potrebbero comportare la cessazione dei lavori.
7. *SCAVI*. Questa è la fase in cui si svolgono gli scavi per effettuare le ricerche necessarie. È molto importante implementare un monitoraggio continuo delle vibrazioni emesse al fine di prevenire danni al suolo che comporterebbero un danneggiamento delle prove di perforazione, nonché per contenere i rischi sismici.
8. *POST ACQUISIZIONE*. A questo punto gli scavi sono terminati e si ricorda alla società progettista la necessità di ripristinare i luoghi di scavo. I lavori preliminari permettono anche di prevedere al meglio quali possibili problematiche possano riscontrarsi durante i lavori, al fine di evitarle nel caso in cui si prosegua con l'installazione dei circuiti.
9. *ELABORAZIONE DEI DATI*. Tre attori che elaborano i dati in tre maniere differenti: una prima bozza (con dati grezzi) viene creata dall'operatore che ha effettuato l'acquisizione dei dati: in seguito, un geologo assunto dalla società che sviluppa l'impianto crea un elaborato con i dati che, successivamente, verranno mandati ad una ditta specializzata nell'installazione di circuiti geotermici, la quale utilizzerà i dati stessi per darne la giusta interpretazione. Si evidenzia che, alcuni Cantoni, richiedono specificamente di inoltrare i loro dati acquisiti, soprattutto se il progetto è soggetto ad una serie di sovvenzioni statali.
10. *CREAZIONE DELLE CARTOGRAFIE*. Si giunge infine alla creazione del modello 2D o 3D a seconda della scelta compiuta. Questi dati, oltre essere necessari per preventivare i costi finali da sostenere per una eventuale realizzazione dei progetti, sono utili per implementare una seconda campagna di comunicazione nella quale è possibile formare la popolazione sul potenziale termico del sottosuolo.

4.2.2. LA STIMA DEI COSTI PER L'INSTALLAZIONE DI CICUITI GEOTERMICI A MEDIA ENTALPIA

Una volta creati i progetti definitivi ed acquisiti permessi di costruire, si potrà proseguire con il cantiere di installazione dei circuiti. Prima di tutto, però, è necessario effettuare un'analisi sul costo totale dei passaggi e procedure analizzate finora. Géothermie Suisse stima una spesa che varia tra i 10 ed i 25 milioni di franchi svizzeri. Nello specifico, la cifra varia a seconda dell'estensione territoriale, della tipologia di studio scelta (2D o 3D), del numero e la profondità delle perforazioni. In Svizzera viene offerto un sostegno finanziario che può raggiungere il 60% dei costi da sostenere per le misurazioni geofisiche e per la realizzazione degli impianti sotterranei. L'associazione rimarca che, sebbene la geotermia presenta dei costi di investimento elevati, nel lungo termine questi possono essere tranquillamente ammortizzati grazie ai costi energetici stabili. Infatti, la geotermia, integrata ad una grande rete di teleriscaldamento, può caratterizzarsi per costi che variano tra i 5 ed i 10 centesimi al kW/h, rendendola una forma di energia più competitiva del legno e del biogas¹⁰².

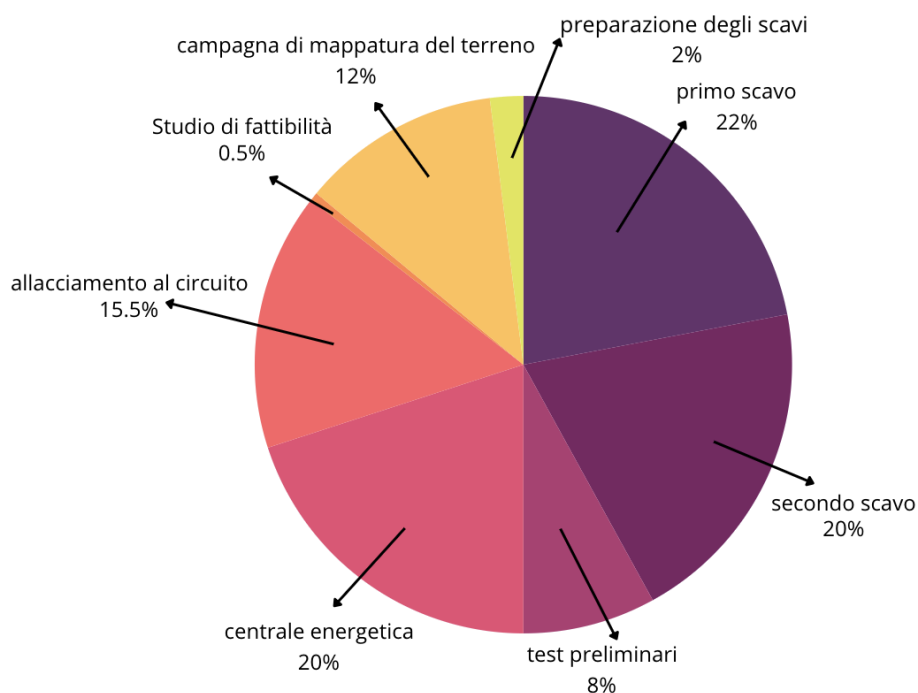


Figura 4.29: Grafico a torta raffigurante la fetta di spesa suddivisa per ogni tappa necessaria all'implementazione del progetto

Le fasi nello sviluppo di un impianto geotermico che richiedono una percentuale di investimento maggiore riguardano il primo ed il secondo scavo che, in totale, coprono circa il 42% dell'investimento oltre all'installazione della centrale energetica che permette di far funzionare la

¹⁰² GÉOTHERMIE SUISSE, "Guide pour faciliter les projets de géothermie", Newcom Partners SA, s.l., maggio 2023, p. 9

CAPITOLO 4: ANALISI DEL MODELLO DI SVILUPPO SVIZZERO PER L'IMPLEMENTAZIONE DI CIRCUITI GEOTERMICI A BASSA ENTALPIA

pompa di calore, per la quale è previsto un investimento pari al 20% del totale. Seguono i costi di allacciamento al circuito (15%), per la campagna di mappatura del terreno (12%) e costi per i test preliminari (8%). Con un peso di minore rilevanza, troviamo la spesa per la preparazione degli scavi (2%) ed i costi per lo studio di fattibilità (0,5-1%).

4.3. ESEMPI DI UTILIZZO DELL'ENERGIA GEOTERMICA A BASSA ENTALPIA IN ALCUNE CITTÀ SVIZZERE

Ogni anno, al fine di poter comprendere a che punto ci si trova nel raggiungimento degli obiettivi al 2050, Géothermie Suisse pubblica un rapporto dove illustra le statistiche sull'anno precedente. Il 7 maggio 2024 è stato pubblicato il “*Rapport Annuel 2023*”¹⁰³, nel quale si pubblicano i dati riferiti all'anno 2022¹⁰⁴.

4.3.1. I CIRCUITI GEOTERMICI CHIUSI

L'associazione afferma che, insieme alle pompe di calore, le sonde geotermiche a circuito chiuso rappresentano il miglior sistema di riscaldamento e raffreddamento a disposizione del mercato, in particolare nell'ottica della decarbonizzazione ed efficienza energetica.

Nel 2022, data la fase di difficoltà determinata dalla crisi energetica in Europa, le richieste di installazione di sonde geotermiche sono aumentate di una quota significativa, soprattutto nei contesti di grandi edifici e di complessi residenziali (figura 4.5).

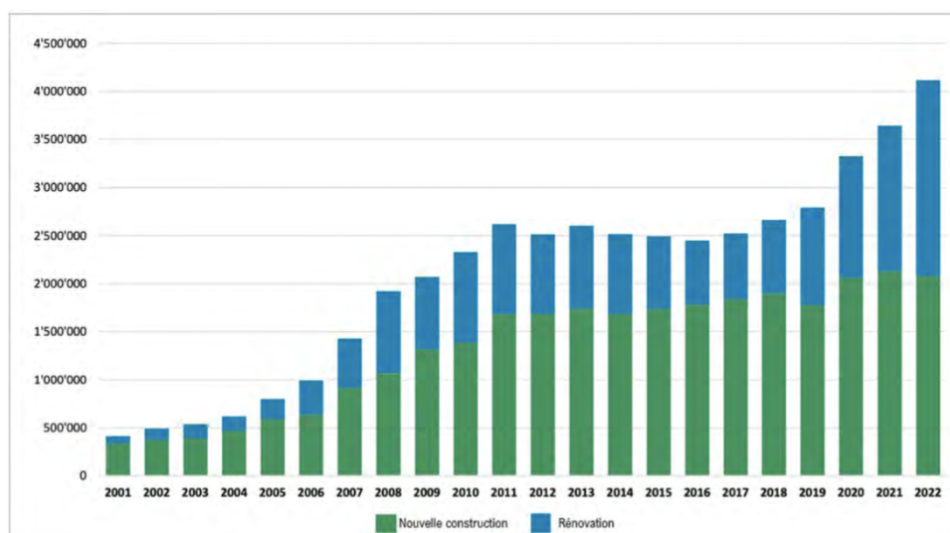


Figura 4.30: installazioni di sonde geotermiche a circuito chiuso suddivise per anno

¹⁰³ GÉOTHERMIE SUISSE, “*Rapport annuel 2023*”, s.l., 7 maggio 2024, p. 6.

¹⁰⁴ Ogni anno si pubblicano i dati a due anni precedenti. Quindi, in questo caso, abbiamo i dati elaborati nell'arco del 2023 e, dunque, riferiti al 2022. I dati del 2023 saranno processati durante l'anno in corso e pubblicati nel rapporto 2024 che verrà diffuso nel 2025.

CAPITOLO 4: ANALISI DEL MODELLO DI SVILUPPO SVIZZERO PER L'IMPLEMENTAZIONE DI CIRCUITI GEOTERMICI A BASSA ENTALPIA

L'elemento cardine di questo tipo di installazioni è la peculiarità di poter invertire la pompa di calore rinfrescando gli ambienti anche nel periodo estivo. A tal proposito, Géothermie Suisse elenca una serie di esempi di installazione di sonde geotermiche. Riportiamo ed approfondiamo quindi due esempi importanti, realizzati nelle città di Cham e Lugano.



Figura 4.31: Dati, in sintesi, dell'esempio del Immobile Commerciale Helix a Cham¹⁰⁵

L'edificio commerciale "Helix" ubicato a Cham, nel Canton Zugo, è un complesso di quattro edifici finalizzati alla instaurazione di uffici amministrativi o negozi per creare dei centri commerciali.

Tutti gli edifici si sviluppano in cinque piani, con un totale di 23.000 m². La principale innovazione di queste strutture consiste nel fatto che, in fase di costruzione, è stata utilizzata una tecnologia specifica per stabilizzare il terreno con dei pali di fondazione. In sostanza, sono state scavate le fondamenta di circa 26 metri e, all'interno delle stesse, sono state inserite le sonde per lo scambio di temperatura. Grazie all'impiego di 343 pali con quasi 9 Km di sonde è stato possibile realizzare la climatizzazione degli edifici senza ulteriori scavi nel terreno. In questo modo, d'inverno si può raggiungere una capacità di riscaldamento di 320 kW e, invertendo la pompa di calore, è possibile rinfrescare gli ambienti d'estate.

Suddetto lavoro ha richiesto una serie di costi aggiuntivi, infatti, il totale lordo per gli scavi e le varie installazioni si aggira intorno al 110 milioni di franchi. Nonostante la grande spesa economica, si evidenzia un risparmio notevole dal punto di vista ambientale: questi immobili permettono di risparmiare 430.000 litri di gasolio e 1.300 tonnellate di emissioni di CO₂ ogni anno.

Per avere un'idea delle tempistiche, il deposito della domanda di permesso di costruire è stata effettuata nell'estate del 2016 e approvata nell'autunno dello stesso anno. I cantieri sono iniziati nel mese di aprile 2017 e, i primi due edifici sono stati messi in funzione nell'autunno del 2019.

¹⁰⁵ GÉOTHERMIE SUISSE, "Immeuble commercial helix à Cham", n.d, s.l., p.p. 1-2.

CAPITOLO 4: ANALISI DEL MODELLO DI SVILUPPO SVIZZERO PER L'IMPLEMENTAZIONE DI CIRCUITI GEOTERMICI A BASSA ENTALPIA



Figura 4.32: Dati, in sintesi, del sistema di riscaldamento residenziale a Lugano¹⁰⁶

A Lugano, Canton Ticino, è possibile analizzare l'esempio di un immobile residenziale di 46 appartamenti che è stato dotato del sistema di riscaldamento e rinfrescamento geotermico. Per permetterne l'installazione, sono state utilizzate 13 sonde geotermiche da 200 metri ciascuna che, con l'aggiunta di una pompa di calore situata nel sottosuolo, producono anche l'acqua sanitaria.

In questo caso è molto importante elencare il principio di "stoccaggio di calore": infatti, il sistema, permette di estrarre il calore d'inverno e, con l'accumulo di calore che si produce d'estate, è possibile rinnettarlo nel terreno per un futuro utilizzo nell'inverno successivo. Grazie a questa tecnologia, è possibile rigenerare il 24% dell'energia estratta dal terreno con una temperatura massima di 15 °C. Sarà poi la pompa di calore (con i metodi elencati al paragrafo 1.5.3) a riscaldare gli ambienti alla temperatura richiesta. Nel totale, la capacità di riscaldamento è di 130 kW, con una produzione annua di calore di 190 MWh.

Grazie a questo esempio, Géothermie Suisse ha potuto produrre una stima dei costi di installazione di un circuito geotermico per un condominio costituito da 46 abitazioni: prevedendo l'installazione di un circuito finalizzato al solo riscaldamento, si contano di spendere 508.000 franchi svizzeri (CHF), di cui 250.000 CHF per il materiale e 258.000 CHF per la creazione di 14 scavi di 200 metri. Per l'aggiunta del sistema di rinfrescamento, si possono spendere 690.000 CHF (250.000 per il materiale, 20.000 per il supplemento di rinfrescamento e 240.000 per la creazione di 13 scavi di 200 metri).

Dal punto di vista ambientale è possibile risparmiare 19.000 litri di gasolio e 57 tonnellate di CO₂ all'anno.

Infine, guardando alle tempistiche attorno per la costruzione dell'edificio di Lugano, esso è stato progettato nel 2012 e, la fine dei lavori con il solo impianto di riscaldamento è avvenuta nel 2014. Successivamente, tra i 2016 ed il 2019, sono state effettuate le ricerche e i progetti per l'aggiunta del circuito di raffrescamento, i cui lavori sono stati conclusi nel 2020.

¹⁰⁶ GÉOTHERMIE SUISSE, "Une température agréable tout au long de l'année grâce au géocooling", n.d, s.l., p.p. 1-2.

4.3.2. CIRCUITI GEOTERMICI APERTI

Analizzando invece lo sfruttamento dell'energia geotermica idrotermale (con circuiti definiti “open loop”), vediamo che essa costituisce la seconda fonte geotermica più importante della Svizzera (segue, appunto, la tipologia al primo posto elencata al paragrafo 4.3.1). Nonostante l'impossibilità di rinfrescare gli edifici, essa è particolarmente utile per implementare dei progetti di produzione di calore in interi quartieri. Per rendere ancora più efficiente questi tipi di progetti, Géothermie Suisse sta svolgendo una serie di studi per comprendere la fattibilità degli stoccaggi del calore nel periodo estivo, per poi riutilizzarlo nel periodo invernale.

Anche in questo caso vengono riportati diversi esempi. Tra i principali troviamo le casistiche delle città di Bulle, Riehen e Seon.

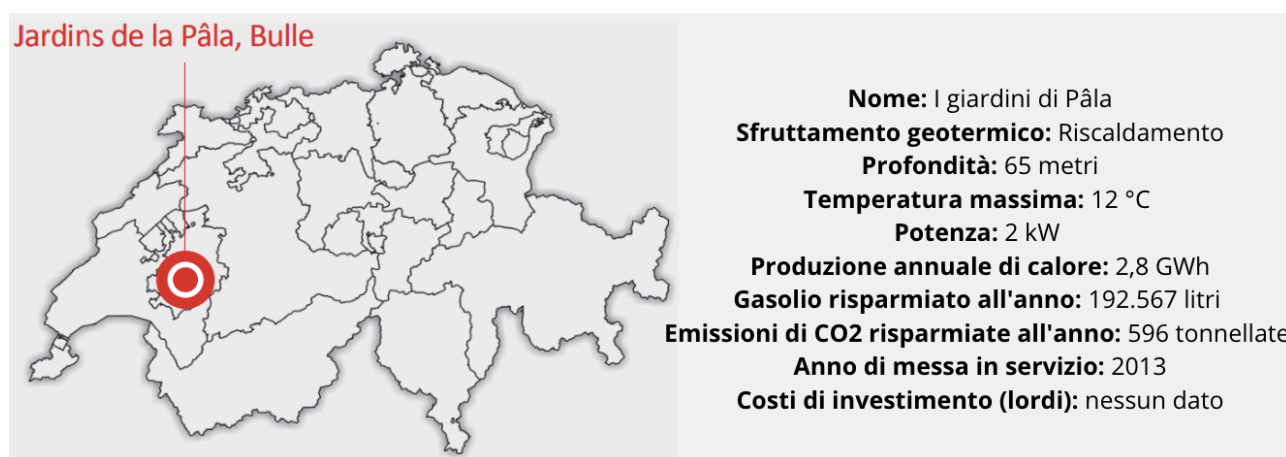


Figura 4.33: Dati, in sintesi, del sistema di riscaldamento a Bulle¹⁰⁷

Nella città di Bulle, nel Canton Friburgo, è stata utilizzata la grande falda acquifera presente nel sottosuolo per riscaldare 16 edifici nel quartiere di Jardins. In pratica, sono stati installati una serie di circuiti aperti che, oltre a prelevare l'acqua dalla falda nel sottosuolo per riscaldare gli edifici, la si estraggono per poter produrre l'acqua sanitaria. In totale, il circuito serve 400 appartamenti privati, un albergo, dei negozi commerciali e degli uffici. Per farlo, preleva l'acqua a 65 metri dal sottosuolo a una temperatura di tra i 10 ed i 12 °C e, una volta spinta all'interno della pompa di calore, la riscalda a 35/40 °C. Grazie a questo sistema nel 2020 è stato possibile produrre un totale di 2,8 GWh ad una potenza di 2 MW. Il circuito sotterraneo è stato il primo ad essere creato, nel 2013. I cantieri per la costruzione dei vari edifici sono iniziati nel 2017 e si sono conclusi nel 2020 (con il contestuale allacciamento del circuito agli edifici). Questo sistema permette di risparmiare l'emissione di 596 tonnellate di CO₂ e 192.567 litri di gasolio all'anno.

¹⁰⁷ GÉOTHERMIE SUISSE, “Nappe phréatique unique source de chaleur renouvelable”, n.d, s.l., p.p. 1-2.

CAPITOLO 4: ANALISI DEL MODELLO DI SVILUPPO SVIZZERO PER L'IMPLEMENTAZIONE DI CIRCUITI GEOTERMICI A BASSA ENTALPIA

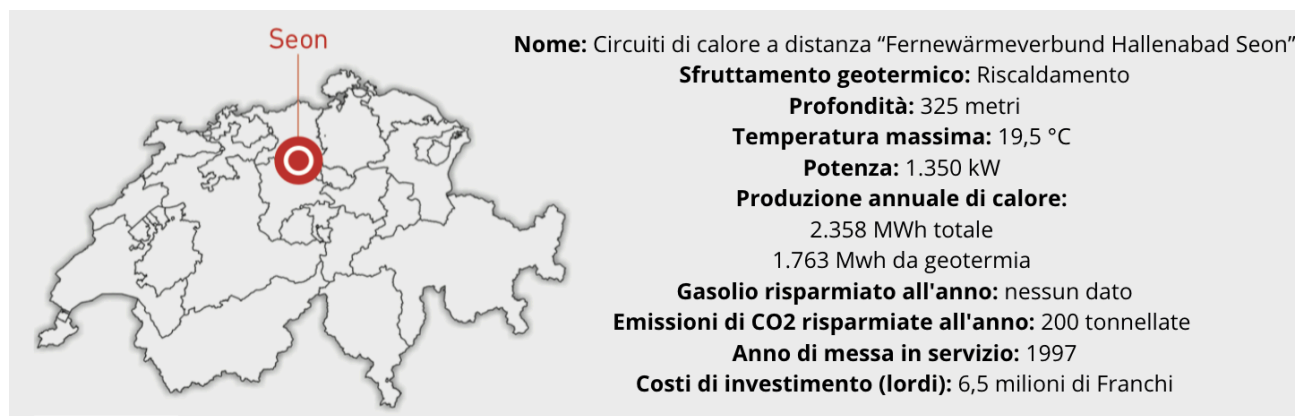


Figura 4.34: Dati, in sintesi, del sistema di riscaldamento a Seon¹⁰⁸

Al fine di comprendere al meglio il funzionamento dei circuiti geotermici nella città di Seon, nel Canton Argovia, è utile ripercorrere gli avvenimenti principali del loro sviluppo.

Il primo scavo è stato effettuato nel 1988, anno in cui il comune di Seon, alla ricerca di acqua potabile, ha effettuato una ricerca esplorativa a 300 metri di profondità, trovando dell'acqua a 19 °C. Vista la temperatura troppo alta per poter immettere l'acqua nel sistema idrico, si è deciso di creare un sistema di teleriscaldamento che facesse passare l'acqua calda tra gli edifici, al fine di scaldarle e, una volta che aveva perso il calore, (raggiungendo i 10 °C) la si immetteva nel sistema idrico.

Nel 1993, a seguito del progetto di costruzione di un immobile commerciale nelle vicinanze del paese, si è deciso di creare un impianto geotermico con sistema idrotermale che prese il nome di "Fernwärmeverbund Hallenband" ed entrò in funzione nel 1997.

Il circuito è stato scavato a una profondità di 325 metri e le condotte di alimentazione sono lunghe 1.725 metri. Il progetto, attualmente, serve: la piscina comunale, il campo sportivo, 30 case unifamiliari e 6 condomini con un totale di 61 appartamenti. Nel 2020, il circuito ha prodotto un totale di 2.358 MWh di calore nel paese, di cui il 75% (circa 1.763 MWh) provenienti da energia geotermica. Si stima che il circuito, costato circa 6,5 milioni CHF, permetta di risparmiare 200 tonnellate di CO₂ all'anno.

¹⁰⁸ GÉOTHERMIE SUISSE, "En même temps de l'énergie géothermique et de l'eau potable", n.d, s.l., p.p. 1-2.

CAPITOLO 4: ANALISI DEL MODELLO DI SVILUPPO SVIZZERO PER L'IMPLEMENTAZIONE DI CIRCUITI GEOTERMICI A BASSA ENTALPIA

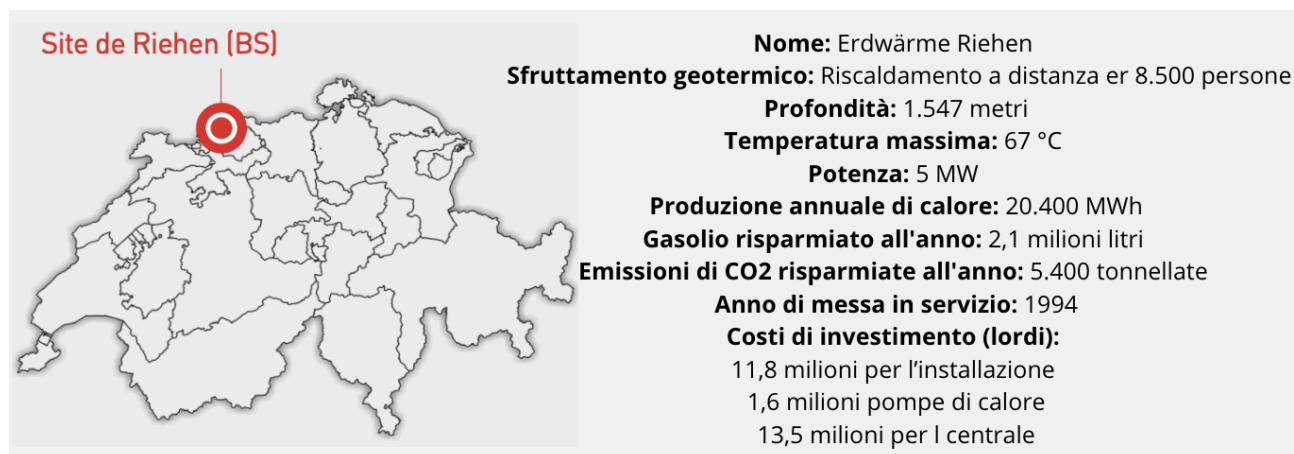


Figura 4.35: Dati, in sintesi, del sistema di riscaldamento a Riehen¹⁰⁹

Per volgere alla conclusione dei nostri esempi, è opportuno citare la casistica della città di Riehen, nel Canton di Basilea. Si tratta dell'istallazione geotermica più grande e antica di tutta la Svizzera. La sua storia inizia nel 1979, anno in cui si decide di progettare gli scavi di esplorazione che inizieranno nel 1988 per poi concludersi nel 1994.

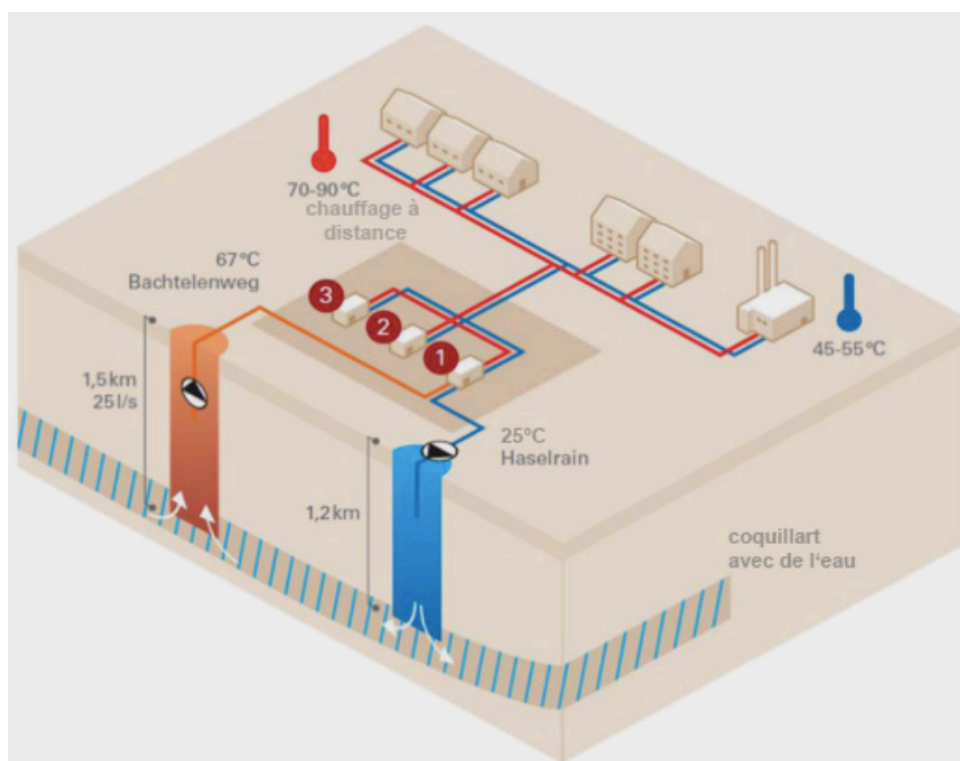


Figura 4.36: rappresentazione del sistema di estrazione, riscaldamento degli edifici e reintroduzione nel sottosuolo della città di Riehen

Il circuito sfrutta la propria falda termale che è situata a circa un chilometro e mezzo: la pompa di estrazione del calore è profonda 1.500 metri e preleva acqua ad una temperatura di 67°C. Dopodiché, il fluido passa tra tre pompe di calore che lo scaldano fino a 90°C e permettono di defluire il calore stesso tra i circuiti delle case. Svolta la sua funzione, l'acqua a 55 °C viene fatta passare nuovamente

¹⁰⁹ GÉOTHERMIE SUISSE, “De la chaleur faible depuis 25 ans”, n.d, s.l., p.p. 1-2.

CAPITOLO 4: ANALISI DEL MODELLO DI SVILUPPO SVIZZERO PER L'IMPLEMENTAZIONE DI CIRCUITI GEOTERMICI A BASSA ENTALPIA

tra le pompe e nuovamente iniettata nel sottosuolo a 1.2000 metri a una temperatura di 25°C (figura 4.11).

Ad oggi, la geotermia riesce a produrre il 50% del fabbisogno di riscaldamento totale della città. Per questo motivo è stata progettata una seconda installazione, denominata “Geo2riehen”, con l’obiettivo di incrementare l’approvvigionamento di calore geotermico e aumentare la copertura da 8.500 abitanti a 12.000 abitanti.

Il costo totale dell’installazione dell’impianto originale nella città di Riehen si aggira intorno ai 26,9 milioni CHF, di cui 11,8 milioni per l’installazione geotermica, 1,6 milioni per le pompe di calore e 13,5 milioni per la centrale di base. Grazie alla produzione di circa 20.400 MWh all’anno questo progetto innovativo ha permesso di risparmiare, nel 2018, 2,1 milioni di litri di gasolio e 5.400 tonnellate di CO₂.

CAPITOLO 5

LA GEOTERMIA COME MEZZO PER LO SVILUPPO LOCALE: PROPOSTE PER UNA CAMPAGNA DI PROSPEZIONE GEOFISICA NEL TERRITORIO VALDOSTANO

Visti gli importanti risultati che la Svizzera è riuscita a conseguire negli ultimi anni grazie alla geotermia, può essere utile ragionare su come replicare alcune modalità di sviluppo e decisioni assunte nel contesto valdostano.

Soprattutto nel periodo attuale, nel quale diversi stati a livello globale stanno mettendo in atto politiche di riconversione energetica, è interessante valutare politiche di sviluppo locale finalizzate ad agevolare l'installazione di sistemi geotermici a bassa entalpia, aiutando i cittadini a ridurre i costi del riscaldamento di lungo periodo.

5.1. UNA STIMA PER UN EVENTUALE CONVERSIONE DEL QUARTIERE COGNE DI AOSTA

Al fine di poter effettuare una stima di massima dell'eventuale costo di un'installazione di un circuito geotermico a bassa entalpia nel comune di Aosta, si è deciso di utilizzare i dati del progetto avviato nel 2022 per la riqualificazione del quartiere Cogne. Il progetto, finanziato con 48,1 milioni di euro provenienti da fondi pubblici (Comune di Aosta, PINQUA, bilancio ARER, Regione Valle d'Aosta), ha l'obiettivo di modernizzare un'area residenziale con più di 100 anni di storia prevedendo, entro il 2025, interventi di efficientemente energetico che hanno permesso la riqualificazione di 570 alloggi¹¹⁰. Nel calcolare a quanto potrebbe ammontare la spesa per l'installazione di un circuito geotermico a bassa entalpia per questi alloggi, è possibile assumere come punto di riferimento e confronto un progetto simile realizzato a Lugano tra il 2012 ed il 2014¹¹¹. Il costo di installazione di un circuito geotermico a una profondità di 200 metri per riscaldare 46 alloggi ammonta a circa 498.536,27 € (tenendo conto della conversione in euro e dell'inflazione tra il 2014 e il 2024). Se si aggiunge anche la possibilità di rinfrescare gli alloggi, il costo sale di ulteriori 255.156,37 €, per un totale di 753.692,63 €. Quindi, pensando ad un progetto sia per il riscaldamento che per il raffrescamento di 570 alloggi, il costo totale nel contesto della riqualificazione del quartiere Cogne ammonterebbe a circa 9.340.000 €.

¹¹⁰ “Quartiere Cogne Cambia Per Tutti”, settembre 2024, <https://www.quartierecogne.it/#progetto>

¹¹¹ GÉOTHERMIE SUISSE, “Une température agréable tout au long de l'année grâce au géocooling”, n.d, s.l., p.p. 1-2.

5.1.2. IL PROBLEMA NELLA PREVENTIVAZIONE DEI COSTI

Effettuare una stima di un'eventuale installazione di un circuito geotermico è tuttavia molto complesso. Le variabili legate alla conformazione geofisica del terreno possono far variare notevolmente i costi reali, i quali non possono essere definiti con certezza finché non vengono effettuati degli scavi esplorativi. I risultati ottenuti dagli scavi potrebbero differire dalle aspettative, facendo lievitare di molto i costi.

Per questo motivo, per la regione Valle d'Aosta così come per altri attori pubblici locali, risulta difficile impegnarsi in un investimento significativo legato alla geotermia senza avere maggiori certezze sui costi relativi. Invece di lanciarsi in un programma di sovvenzioni per l'installazione di impianti geotermici, potrebbe quindi essere più prudente avviare una campagna di esplorazione geofisica per analizzare a fondo la situazione geomorfologica della regione. Questo consentirebbe di raccogliere dati affidabili, riducendo i rischi e fornendo una base solida per futuri investimenti.

5.2. IL PROGETTO GRETA

I migliori dati sulla geotermia in Valle d'Aosta sono contenuti nel documento “*Geotermia a bassa entalpia: aspetti ambientali, energetici ed economici*”, pubblicato a settembre 2018 nell'ambito del progetto di ricerca Interreg Alpine Space denominato “Greta – near surface Geothermal Resources in the Territory of the Alpine Space”. Questo progetto è stato condotto durante il periodo di programmazione 2014-2020, con l'obiettivo di analizzare come l'utilizzo dell'energia geotermica a bassa temperatura possa essere un ottimo mezzo per raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO₂ che l'Unione Europea ha richiesto entro il 2020. Nello specifico, l'Unione ha stanziato 2.962.952 € per favorire la cooperazione tra studiosi di sei paesi aderenti all'Alpine Space Programme, tra cui la Svizzera, la Francia, la Slovenia, l'Austria la Germania e l'Italia (figura 5.1). La maggior parte dei casi di studio è stata realizzata in Italia, in regioni come il Trentino-Alto Adige, il Piemonte, la Lombardia e la Valle d'Aosta¹¹².

¹¹² INTERREG ALPINE SPACE, “*Greta, near surface geothermal resources in the territory of the Alpine Space*”, n.d., <https://www.alpine-space.eu/project/greta/>

CAPITOLO 5: LA GEOTERMIA COME MEZZO PER LO SVILUPPO LOCALE: PROPOSTE PER UNA CAMPAGNA DI PROSPEZIONE GEOFISICA NEL TERRITORIO VALDOSTANO

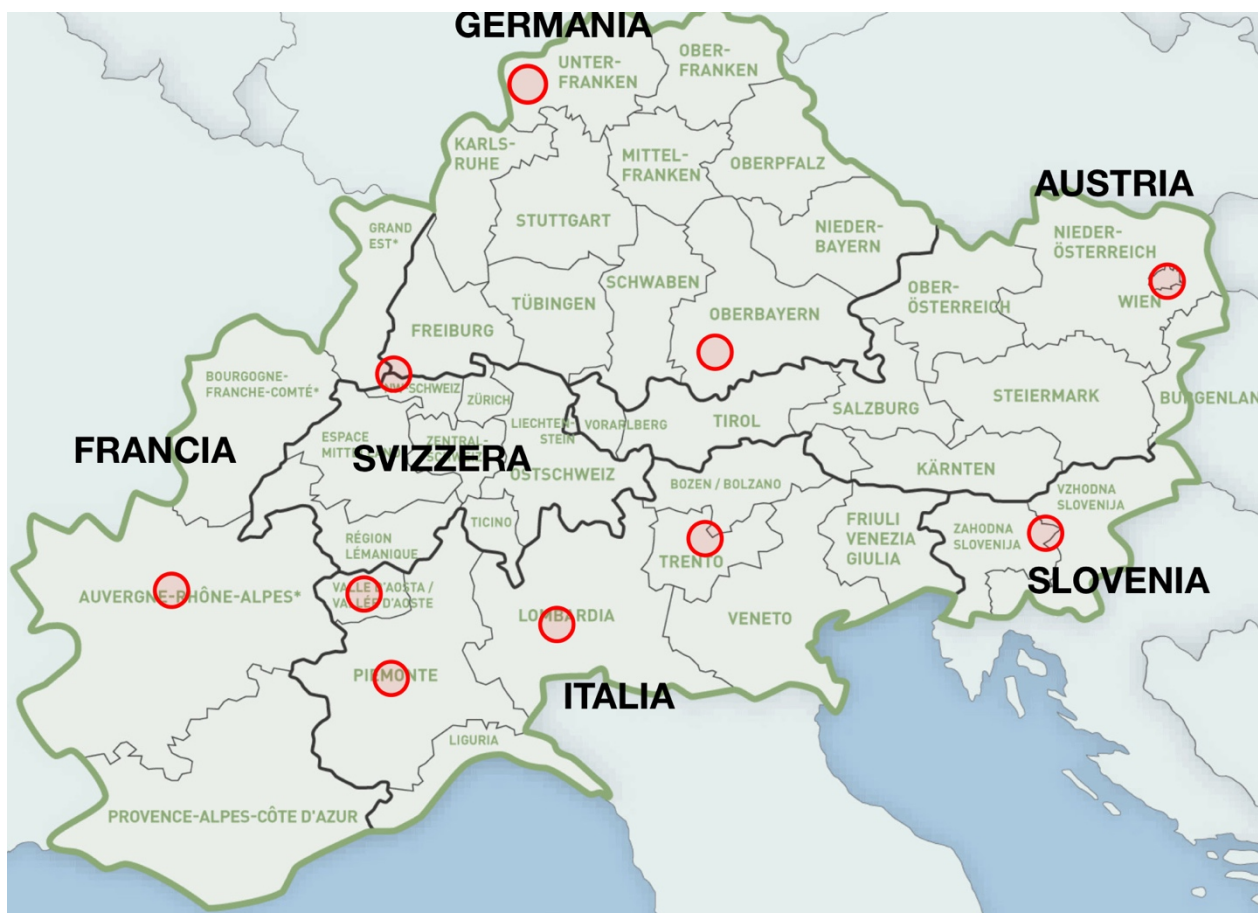


Figura 5.37: Zone Alpine prese in considerazione nel contesto del progetto Interreg Alpine Space "Greta" 2015-2018¹¹³

Grazie a questo progetto è stato possibile ricavare una mappatura generale della situazione geologica della Valle d'Aosta. Sono emerse due principali macrocategorie geomorfologiche: da un lato le zone montuose, dove sono presenti rocce che ospitano acque sotterranee, e dall'altro le aree di fondo valle pianeggianti, caratterizzate da depositi alluvionali che formano i pozzi. Queste caratteristiche sono dovute dalla presenza delle catene montuose più alte di tutta l'Europa, che circondano il territorio valdostano, creando una cornice di montagne (zona gialla, verde, marrone e blu della figura 5.2) e una fascia più pianeggiante al centro ed a sud-est (zona grigia dell'immagine 5.2).

Tenuto conto di tale conformazione, risulta preferibile installare circuiti geotermici chiusi nelle zone montuose (che caratterizzano la maggior parte del territorio poiché l'acqua si trova tra le rocce e non può essere estratta direttamente. Al contrario, i circuiti aperti si adattano maggiormente alle zone più pianeggianti, in quanto è più probabile trovare falde acquifere sotterranee.

¹¹³ INTERREG ALPINE SPACE, "Chi siamo?", settembre 2024, <https://www.alpine-space.eu/national-pages/italy-landingpage/chi-siamo/>

CAPITOLO 5: LA GEOTERMIA COME MEZZO PER LO SVILUPPO LOCALE: PROPOSTE PER UNA CAMPAGNA DI PROSPEZIONE GEOFISICA NEL TERRITORIO VALDOSTANO

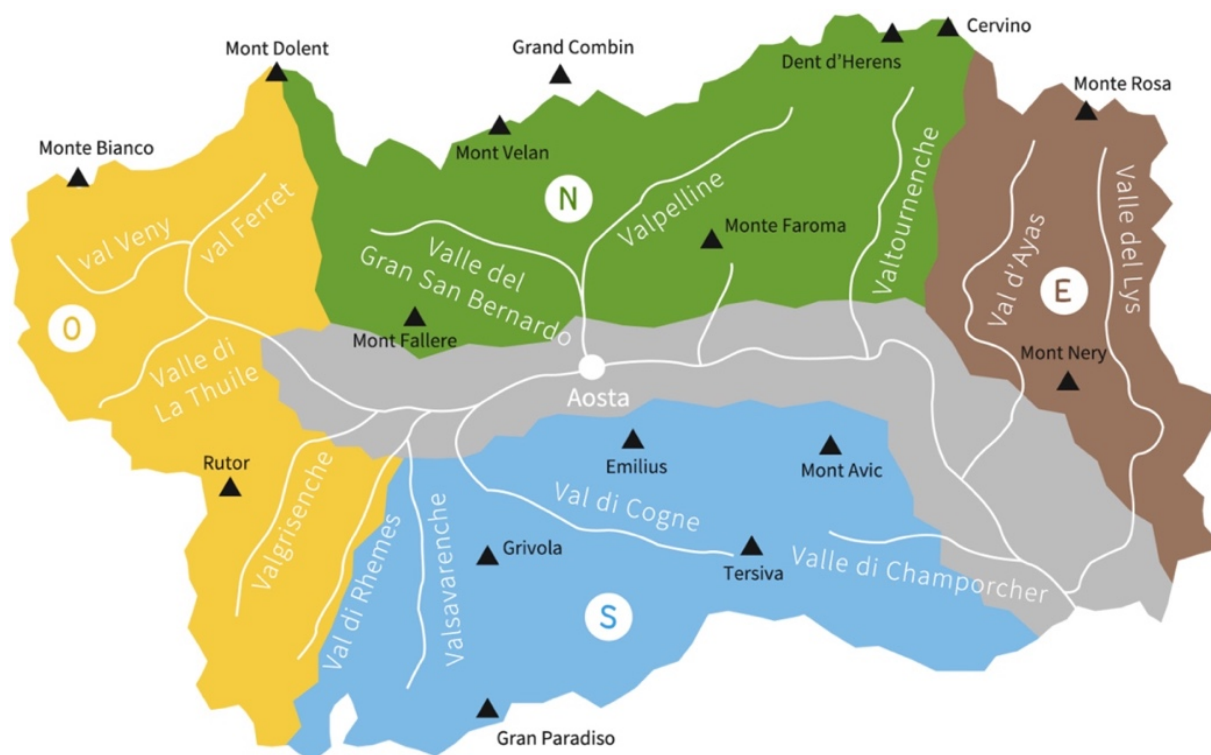


Figura 5.38: Mappa della Valle d'Aosta raffigurante le zone montuose (aree colorate) e la zona di fondo valle (area grigia)¹¹⁴

Un censimento dell'Ingegnere De Feo del 2018 ha rilevato la presenza di 71 installazioni di circuiti geotermici a bassa entalpia tra i quali si può notare che, tra le 27 installazioni della tipologia a circuito aperto (puntini rossi della figura 5.3), 24 sono ubicate nella zona di fondo valle. Le restanti 3 installazioni di circuito aperto si trovano in aree classificate come “alta montagna” nei comuni di Courmayeur e Champoluc, dove il territorio diventa pianeggiante in prossimità delle due catene montuose del Monte Bianco (4.806 m.s.l.m.) e del Monte Rosa (4.634 m.s.l.m.)¹¹⁵. Dato che le sonde scambiano diverse quantità di calore a seconda delle caratteristiche del terreno è importante comprendere nello specifico il potenziale geotermico sia per i circuiti chiusi che aperti. Nel contesto del progetto Greta, è stata effettuata una mappatura del terreno con il Metodo Geothermal POTential “G.POT. Questa metodologia permette ai geologi di stimare il potenziale geotermico del terreno tenendo conto della conducibilità, capacità termica, temperatura e profondità del terreno, nonché di come questi parametri variano in base alle diverse condizioni climatiche.

¹¹⁴ CENTRO FUNZIONALE REGIONALE – VALLE D’AOSTA, “Meteo di alta montagna”, n.d, <https://cf.regione.vda.it/it/>

¹¹⁵ A. DI FEO, “Primo censimento degli impianti geotermici a pompa di calore in valle d’aosta”, Politecnico di Torino, 2017.

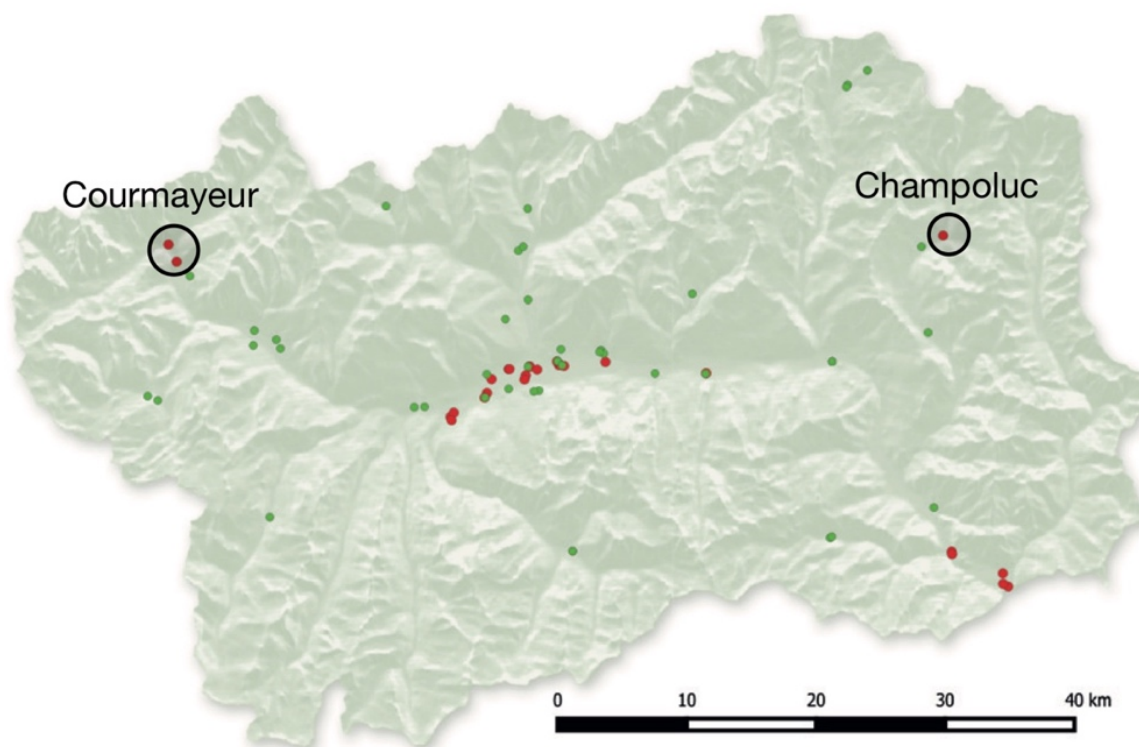


Figura 5.39: Mappa raffigurante le installazioni geotermiche censite nel 2018 (rosso = circuito chiuso, verde = circuito aperto), con particolare attenzione ai circuiti aperti nei comuni Courmayeur e Champoluc¹¹⁶

5.2.1. POTENZIALE GEOTERMICO DEI CIRCUITI CHIUSI

Gli studi condotti fino a un'altitudine massima di 2.000 m.s.l.m. hanno permesso di ricavare una mappa raffigurante il potenziale geotermico in Valle d'Aosta (figura 5.4). I risultati mostrano che, a causa della presenza di promontori più elevati, nelle valli laterali la temperatura del terreno è abbastanza elevata permettendo di raggiungere un potenziale geotermico tra i 12 e 18 MWh all'anno. Al contrario, nelle zone di fondo valle il potenziale massimo raggiunge quasi la metà del valore, con un potenziale tra i 6 ed i 10 MWh all'anno.

Questo fenomeno si presenta perché le rocce metaforiche fungono da conduttore di calore. Pertanto, è consigliabile installare circuiti geotermici chiusi in queste aree, come già menzionato in precedenza¹¹⁷.

¹¹⁶ P. CAPODAGLIO, A. BAIETTO, A. CASSASO & S. DELLA VALENTINA, "Geotermia a bassa entalpia: aspetti ambientali, energetici ed economici. Il Progetto Interreg Alpine Space GRETA in Valle d'Aosta", s.l., settembre 2018, p. 47.

¹¹⁷ A. CASSASO, S. DELLA VALENTINA, A.F. DI FEO, P. CAPODAGLIO, R. CAVORSIN, R. GUGLIELMOTTI, & R. SETHI, "Ground Source Heat Pumps in Aosta Valley (NW Italy): assessment of existing system and planning tools for future installations", Roma, 2018.

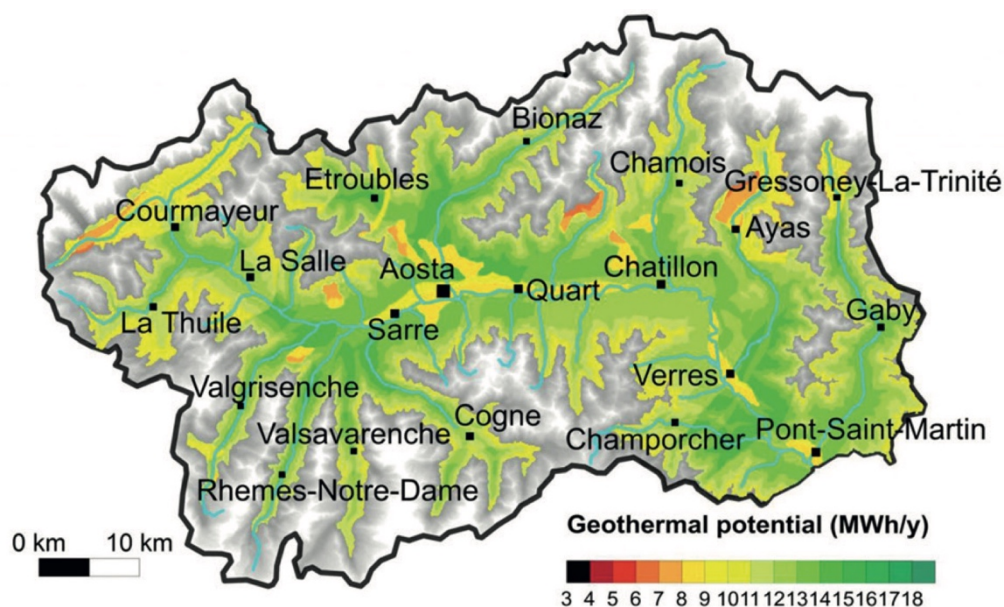


Figura 5.40: Potenziale Geotermico fino ad un massimo di 2.000 m.s.l.m.

5.2.2. POTENZIALE GEOTERMICO DEI CIRCUITI APERTI

Come mostrato nella figura 5.4, nelle zone più pianeggianti di Courmayeur, Aosta, Ayas, Verres e Pont-Saint-Martin la capacità geotermica diminuisce significativamente. Questo non significa però che non sia possibile installare dei circuiti geotermici, poiché in queste aree sono presenti diverse falde acquifere che si prestano all'installazione di circuiti aperti. Per valutare il potenziale geotermico dei circuiti aperti, si analizzano diversi aspetti: la portata massima dell'acqua estraibile dal pozzo, il reintegro e riscaldamento dell'acqua, oltre a tre fattori chiave: l'abbassamento e innalzamento della falda intorno al pozzo di prelievo e reiniezione, e il cortocircuito termico tra il pozzo di iniezione e quello di prelievo.

Uno studio condotto nella zona pianeggiante di Aosta ha dimostrato che, grazie alla presenza di numerose falde acquifere, la zona centrale della città è particolarmente adatta all'installazione di circuiti geotermici aperti che richiedono un grande potenziale (come condomini e immobili commerciali di grandi dimensioni). Questi sistemi possono generare 1.000 MWh all'anno, se si posizionano le sonde di prelievo e scarico a 10 metri di distanza (figura 5.5), e 4.000 MWh all'anno se questa distanza sale a 100 metri¹¹⁸ (figura 5.6).

¹¹⁸ P. CAPODAGLIO, A. BAIETTO, A. CASSASO & S. DELLA VALENTINA, "Geotermia a bassa entalpia: aspetti ambientali, energetici ed economici. Il Progetto Interreg Alpine Space GRETA in Valle d'Aosta", s.l., settembre 2018, p.p. 60-64.

CAPITOLO 5: LA GEOTERMIA COME MEZZO PER LO SVILUPPO LOCALE: PROPOSTE PER UNA CAMPAGNA DI PROSPEZIONE GEOFISICA NEL TERRITORIO VALDOSTANO

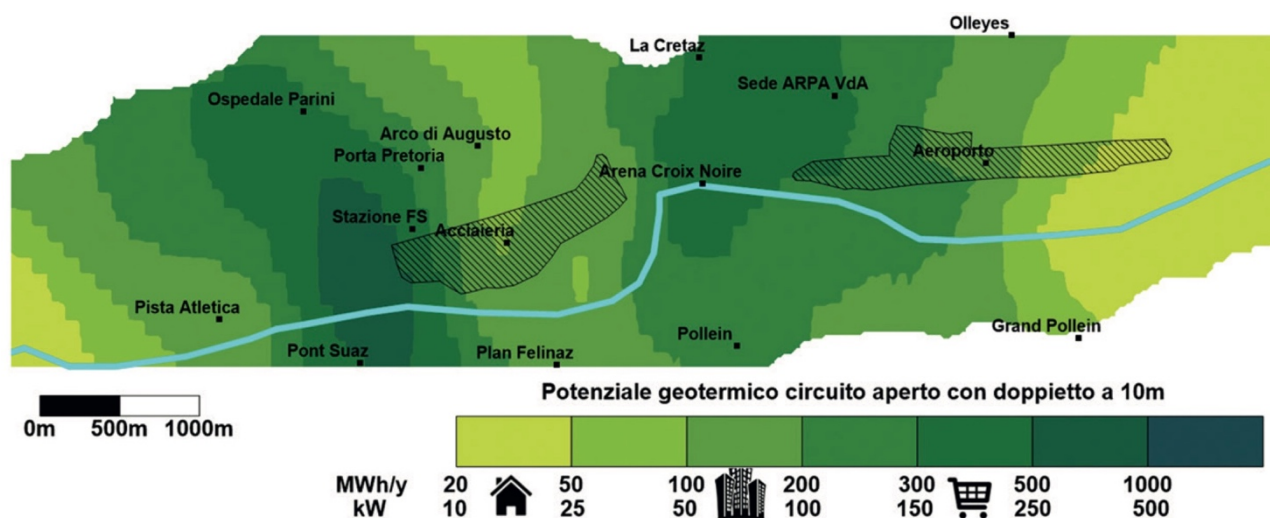


Figura 5.41: Rappresentazione del potenziale geotermico per l'installazione di un circuito aperto con sonde di prelievo e scarico a 10 metri di distanza

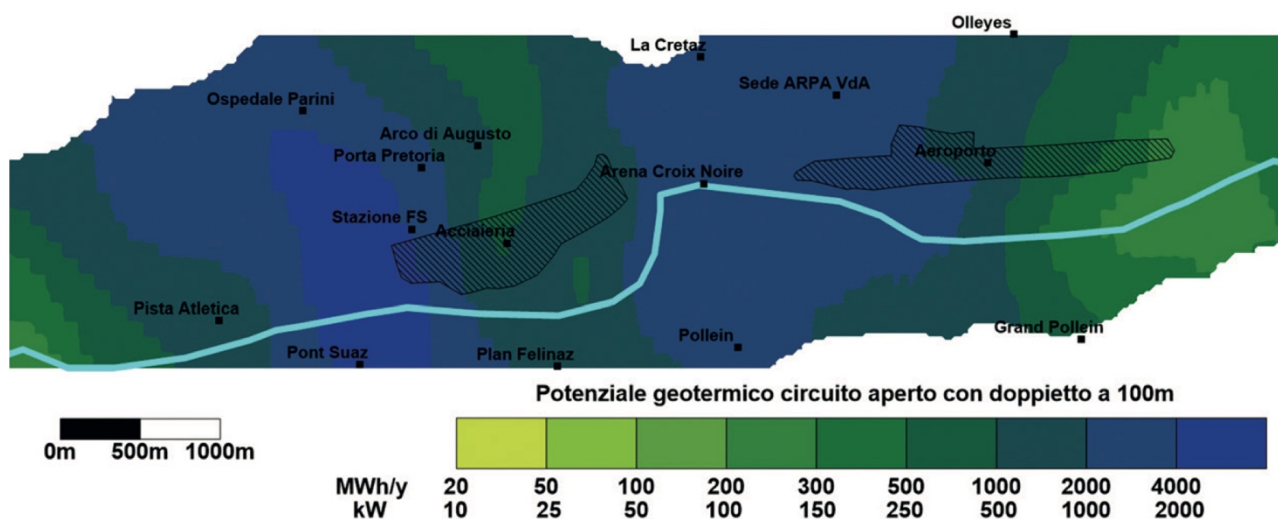


Figura 5.42: Rappresentazione del potenziale geotermico per l'installazione di un circuito aperto con sonde di prelievo e scarico a 100 metri di distanza

5.2.3. LE CONSIDERAZIONI DEL PROGETTO GRETA

I dati del progetto Greta rappresentano una risorsa molto utile per la fase preliminare, in cui si può valutare quale tipologia di circuito geotermico a bassa entalpia installare. Tuttavia, tali dati non sono ancora così dettagliati da poter prevedere, con relativa certezza, eventuali costi relativi all'installazione di impianti geotermici. Oltre alla formulazione di linee guida specifiche che aiutino a pianificare possibili interventi in quest'ambito – che a livello normativo non riguarda soltanto il livello regionale o nazionale ma anche quello europeo (come già analizzato nel paragrafo 3.1.4 del

CAPITOLO 5: LA GEOTERMIA COME MEZZO PER LO SVILUPPO LOCALE: PROPOSTE PER UNA CAMPAGNA DI PROSPEZIONE GEOFISICA NEL TERRITORIO VALDOSTANO

capitolo 3)¹¹⁹ – sarebbe opportuno che la Regione Valle d’Aosta decidesse di finanziare una campagna di prospezione geofisica, ispirandosi a quanto fatto dalla Svizzera. Questo permetterebbe, in primo luogo, di ottenere dati completi e accurati per stimare i costi, e in secondo luogo, di supportare l’elaborazione di una politica energetica mirata alla parziale e progressiva conversione del sistema di riscaldamento valdostano. Rispetto alla formulazione di linee guida, queste potrebbero essere utilizzate anche a livello nazionale o europeo per sviluppare una legislazione che favorisca l’adozione della geotermia in altre realtà locali.

5.3 GLI STEP PRINCIPALI PER LA RIUSCITA DELLA CAMPAGNA DI PROSPEZIONE GEOFISICA



Figura 5.43: I 5 Step per l'implementazione della campagna di prospezione geofisica

I passaggi principali che la Regione dovrebbe seguire per implementare la campagna sono le seguenti:

- **FASE 1:** In questa fase preliminare è importante coinvolgere le aziende locali per confrontare le loro conoscenze specifiche e facilitare il reperimento dei dati necessari alla produzione dello studio di fattibilità.
- **FASE 2:** Successivamente, è necessario individuare un'azienda con i mezzi adeguati a condurre le ricerche e comprendere al meglio la situazione geomorfologica del terreno. Per

¹¹⁹ P. CAPODAGLIO, A. BAIETTO, A. CASSASO & S. DELLA VALENTINA, “Geotermia a bassa entalpia: aspetti ambientali, energetici ed economici. Il Progetto Interreg Alpine Space GRETA in Valle d’Aosta”, s.l., settembre 2018, p.p. 76 e 77.

CAPITOLO 5: LA GEOTERMIA COME MEZZO PER LO SVILUPPO LOCALE: PROPOSTE PER UNA CAMPAGNA DI PROSPEZIONE GEOFISICA NEL TERRITORIO VALDOSTANO

fare ciò, è necessario indire una gara d'appalto per selezionare la proposta migliore (più vantaggiosa).

- *FASE 3*: Una volta scelto il soggetto responsabile dei lavori di esplorazione, il progetto deve essere presentato all'ufficio VIA, per ottenere il permesso di ricerca delle acque sotterranee.
- *FASE 4*: Prima di avviare la parte operativa, è fondamentale organizzare una campagna di comunicazione rivolta ai cittadini. Questa campagna deve informare la popolazione riguardo alle vibrazioni e ai rumori emessi dai macchinari nelle attività di perforazione, evitando allarmismi, e a sensibilizzare il pubblico sull'energia geotermica a bassa entalpia, rendendo noti i possibili benefici ad essa correlati.
- *FASE 5*: Infine, si procede con la ricerca e, una volta reperiti tutti i dati necessari, si può elaborare un modello utile per stimare correttamente i costi d'installazione.

5.4. FASE 1: I SOGGETTI PROMOTORI DELLA CAMPAGNA E LO STUDIO DI FATTIBILITÀ

Il principale attore promotore della campagna di prospezione geofisica è sicuramente la Regione Valle d'Aosta, poiché è l'ente che, ragionevolmente, dovrà finanziare il progetto. Successivamente, è importante coinvolgere realtà locali con competenze specifiche in materia energetica e ambientale, a partire dalla l'azienda energetica leader del mercato valdostano, C.V.A. S.p.A. Infine, anche ARPA Valle d'Aosta potrebbe essere cruciale in questa fase, data la sua funzione pubblica di prevenzione e tutela in campo ambientale.

5.4.1. IL RUOLO DELLA REGIONE VALLE D'AOSTA

La Regione Valle d'Aosta svolge un ruolo centrale all'interno di questo progetto. Come soggetto interessato alla definizione di un pacchetto di incentivi per cittadini, è anche è anche l'ente responsabile del finanziamento dell'intera campagna. Per quanto riguarda il reperimento dei fondi da investire, si potrebbe considerare il contributo dello Stato italiano e dell'Unione Europea attraverso il FESR (Fondo Europeo di Sviluppo Regionale), uno strumento finanziario che elargisce finanziamenti a degli Stati membri dell'UE. Nel periodo di programmazione 2021/2027 sono stati stanziati 92.489.293 € da investire in obiettivi strategici per un'Europa più competitiva ed intelligente, più resiliente, più verde e a basse emissioni di CO₂, e più sociale. In relazione alla campagna di prospezione geofisica, si potrebbe attingere (ipotizzando anche un futuro rifinanziamento) ai 35.000.000 € che sono stati messi a disposizione per essere investiti in tre sub-obiettivi: promozione dell'efficienza energetica e riduzione le emissioni di gas a effetto serra,

CAPITOLO 5: LA GEOTERMIA COME MEZZO PER LO SVILUPPO LOCALE: PROPOSTE PER UNA CAMPAGNA DI PROSPEZIONE GEOFISICA NEL TERRITORIO VALDOSTANO

sostenere l'uso di energie rinnovabili in conformità della direttiva (UE) 2018/2001 sull'energia da fonti rinnovabili, e, infine, favorire azioni finalizzate all'adattamento ai cambiamenti climatici¹²⁰.

I soggetti della Regione Valle d'Aosta che sono più adatti a partecipare al progetto sono l'assessorato alle attività produttive, energia e politiche del lavoro – in particolare i soggetti incaricati alla gestione del risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili – e l'assessorato alle opere pubbliche, territorio ed ambiente. I primi soggetti possiedono competenze specifiche nel settore energetico, occupandosi dello sviluppo e del finanziamento delle fonti rinnovabili¹²¹, mentre il secondo è composto anche da geologi valdostani che conoscono al meglio il territorio.

5.4.2. IL RUOLO DI C.V.A. SMART ENERGY

Il Gruppo C.V.A. è il principale produttore, venditore e distributore di energia elettrica della Valle d'Aosta. L'azienda è stata fondata nel 2001 a seguito dell'acquisto da parte dell'amministrazione della Regione Valle d'Aosta del 50% delle centrali idroelettriche del territorio, con l'intento di produrre, vendere e distribuire energia pulita ai propri cittadini¹²².

Negli anni l'azienda è cresciuta significativamente e oggi, C.V.A. è un gruppo societario che possiede al 100% cinque rami d'impresa: C.V.A. S.p.A. (che si occupa della produzione sostenibile di energia elettrica), C.V.A. ENERGIE (incaricata alla vendita dell'energia), DEVAL S.P.A. (che ha a carico la distribuzione dell'elettricità) C.V.A. EOS (legata alla differenziazione della produzione mediante fotovoltaico ed eolico) e C.V.A. SMART ENERGIE¹²³.

Quest'ultima è stata fondata nel 2023 e opera come ESCo (Energy Service Company) fornendo servizi tecnici, commerciali e finanziari necessari agli interventi di efficienza energetica¹²⁴. Il ramo C.V.A. SMART ENERGIE è particolarmente rilevante perché permette al gruppo di aprirsi ad un mercato energetico più ampio, non limitandosi all'elettricità. Per questa ragione, una collaborazione con C.V.A. SMART ENERGIE sarebbe strategica per acquisire il know-how necessario al progetto.

¹²⁰ REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA, "DEFR 2024-2026", settembre 2024, <https://www.regione.vda.it/finanze/bilancio/pdf/2023-DEFR-2024-2026.pdf>, p.p. 69-70

¹²¹ REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA, "Assessorato alle attività produttive, energia e politiche del lavoro", settembre 2024, https://www.regione.vda.it/dirigenti/attiprod_i.aspx

¹²² C.V.A. S.P.A., "La nostra storia", settembre 2024, <https://www.cvaspa.it/la-nostra-storia>

¹²³ C.V.A., "Società", settembre 2024, <https://www.cvaspa.it/il-gruppo>

¹²⁴ C.V.A NEWS, "Costituzione della società CVA Smart Energy", 13 febbraio 2023, <https://www.cvaspa.it/news/costituzione-della-societa-cva-smart-energy>

5.4.3. IL RUOLO DI ARPA VALLE D'AOSTA

ARPA Valle d'Aosta è un ente strumentale della Regione Valle d'Aosta, operativo dal 1997. L'agenzia ha competenze specifiche in materia di monitoraggio e controllo di fattori fisici, chimici e biologici presenti nell'aria, nell'acqua o nel suolo. Si occupa inoltre di reperire dati sull'impatto del cambiamento meteo-climatico sul territorio regionale, fornisce supporto tecnico agli enti pubblici valdostani ai fini autorizzativi e di controllo e assicura la diffusione dei dati delle ricerche effettuate¹²⁵. ARPA ha già sviluppato un know-how importante nel tema della geotermia a bassa entalpia, avendo guidato il progetto Greta illustrato al paragrafo 5.2.

5.4.4. LO STUDIO DI FATTIBILITÀ

Sulla base delle considerazioni dei paragrafi 5.2.1. e 5.2.2., è possibile realizzare uno studio di fattibilità del progetto. In primo luogo, è importante concentrarsi sul potenziale termico e sulla tipologia di impianto per la quale si effettueranno le procedure di esplorazione. Come anticipato, nelle zone di montagna è preferibile installare circuiti “closed-loop,” mentre nelle zone di fondo valle, più pianeggianti, vi è una maggiore probabilità di trovare falde acquifere più adatte all'installazione di circuiti “open-loop”. È inoltre importante decidere se sia preferibile, nel passaggio di mappatura del terreno, la creazione di un modello 2D o 3D. Il primo offre un'immagine bidimensionale del sottosuolo, mentre il secondo permette di ottenere una visualizzazione tridimensionale con una risoluzione migliore¹²⁶.

5.5. FASE 2: LA CREAZIONE DEL BANDO E SCELTA DELL'AZIENDA VINCITRICE DELLA GARA DI APPALTO

Per procedere con la gara di appalto finalizzata a selezionare l'azienda più adatta a svolgere gli scavi ai fini della campagna, è ovviamente necessario seguire le normative nazionali e regionali. La normativa di riferimento è la Legge Regionale n. 13 del 19 dicembre 2014, articolo 13. In conformità con il D.Lgs 36/2023 in materia di contratti pubblici, l'affidamento deve essere gestito dalla SUA (Stazione Unica Appaltante), nonché un soggetto regionale, incaricato alla redazione e pubblicazione del bando di gara con contestuale valutazione e scelta del vincitore. Nel caso valdostano, il soggetto a cui si deve fare riferimento è INVA Valle d'Aosta: si tratta di una Società Inhouse della regione che, dal 1988, si occupa di aiutare gli enti valdostani nel settore delle ICT. In

¹²⁵ ARPA VDA, “*Chi siamo?*”, settembre 2024, <https://www.arpa.vda.it/arpa-m/chi-siamo>

¹²⁶ GÉOTHERMIE SUISSE, “*Aide à la mise en oeuvre des campagnes de prospection géophysique*”, Z+Z Graphic design, s.l., aprile 2023, p.p. 4-5.

CAPITOLO 5: LA GEOTERMIA COME MEZZO PER LO SVILUPPO LOCALE: PROPOSTE PER UNA CAMPAGNA DI PROSPEZIONE GEOFISICA NEL TERRITORIO VALDOSTANO

linea con la Legge Regionale numero 8 dell' 8 aprile 2013, la stessa svolge la funzione di Centrale Unica di Committenza Regionale (si può utilizzare l'acronimo CUC), fungendo da soggetto della Regione Valle d'Aosta incaricato a svolgere attività di acquisto dei beni, servizi e lavori per le amministrazioni e gli enti pubblici¹²⁷. Essa svolge le seguenti mansioni¹²⁸:

- a) Collabora con l'ente aderente al fine di individuare le esigenze degli enti interessati;
- b) Concorda la procedura di gara per la scelta del contraente;
- c) Collabora con l'ente per la stesura dei capitolati d'oneri e dei capitolati generali e speciali;
- d) Definisce i criteri di aggiudicazione con l'ente;
- e) Redige il documento del bando di gara;
- f) Cura gli obblighi di pubblicità, comunicazione e verifica del possesso dei requisiti di ordine generale, di capacità economico-finanziaria e tecnico-organizzativi;
- g) Nomina la commissione giudicatrice;
- h) Cura, con l'aiuto dell'Avvocatura regionale, elementi tecnico-giuridici in caso di contenziosi.
- i) Aiuta l'ente aderente ai fini della stipulazione del contratto;
- j) Presta attenzione alla trasparenza, la regolarità e l'economicità della gestione dei contratti pubblici.

È essenziale includere informazioni dettagliate nel bando. Sulla base delle indicazioni di Géothermie Suisse è importante specificare: i perimetri dell'area in cui si effettueranno le analisi (allegando le contestuali mappe), le caratteristiche del terreno (con l'utilizzo dei dati del progetto GRETA), ed una griglia di misura. Inoltre, è necessario includere la documentazione necessaria per la richiesta di valutazione V.I.A., per la quale si rimanda la lettura al paragrafo 5.6.

5.6. FASE 3: RICHIESTA DI VALUTAZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE

In conformità con la legge 22 del 11/02/2010, per qualsiasi installazione che preveda il prelievo da pozzi geotermici per la produzione di energia a bassa entalpia, è necessario presentare un'istanza per l'autorizzazione alla ricerca delle acque sotterranee. Questa istanza viene inoltrata alla Regione e, successivamente, all'Ufficio V.I.A. che effettua le analisi necessarie per concedere l'autorizzazione.

¹²⁷ INVA VALLE D'AOSTA, "Organizzazione", Centrale Unica di Committenza, settembre 2024, <https://cuc.invallee.it/chi-siamo>

¹²⁸ CONSIGLIO REGIONALE DELLA VALLE D'AOSTA, "Legge regionale 19 dicembre 2014, n. 13", articolo 13, 30 dicembre 2014, https://www.consiglio.vda.it/app/leggieregolamenti/dettaglio?tipo=L&numero_legge=13%2F14&versione=V#articolo_13

CAPITOLO 5: LA GEOTERMIA COME MEZZO PER LO SVILUPPO LOCALE: PROPOSTE PER UNA CAMPAGNA DI PROSPEZIONE GEOFISICA NEL TERRITORIO VALDOSTANO

Anche se la richiesta parte dalla Regione, è comunque obbligatorio sottoporre la domanda all'Ufficio V.I.A., ed è quindi importante includere tutti gli elementi richiesti. La Regione Valle d'Aosta ha pubblicato linee guida riguardanti la documentazione necessaria al rilascio del permesso di ricerca.

In una prima parte è necessario riportare i dati generali relativi al progetto, specificando chi sono i soggetti richiedenti (ed esempio nel caso qui proposto Regione Valle d'Aosta, C.V.A. Smart Energie, ARPA VDA e l'azienda vincitrice della gara d'appalto), la definizione dell'area di ricerca (allegando i mappali catastali) e una stima generale della durata dell'attività di ricerca.

Successivamente, vanno inseriti i dati tecnici, come la descrizione dei siti oggetto della ricerca dal punto di vista geologico, con contestuale stato e vulnerabilità all'inquinamento. Di particolare rilevanza in questo passaggio è anche la segnalazione di eventuali circuiti estrattivi nel perimetro di 1 chilometro.

Inoltre, è necessario fornire dettagli sulle peculiarità tecniche dell'intervento, come la descrizione dettagliata delle operazioni di perforazione e, eventuali, conseguenze sull'idrodinamica degli acquiferi.

Infine, occorre allegare gli elaborati progettuali, come il programma dei lavori con dettaglio sulle attività, tipologia di macchinari utilizzati, la gestione dei rifiuti e personale coinvolto. Oltre a cartografie e planimetrie delle aree di ricerca, si richiede di inserire i tempi ed i costi con un cronoprogramma dettagliato e tutta la documentazione amministrativa, come titoli giuridici, ricevute di pagamento e dichiarazioni di conformità¹²⁹.

Questa fase richiede pazienza, poiché, una volta inoltrata la richiesta all'ufficio V.I.A., possono trascorrere diversi mesi prima di ottenere il consenso. La procedura burocratica si articola in quattro fasi¹³⁰:

1. *VERIFICA AMMINISTRATIVA DELLA DOCUMENTAZIONE*: i soggetti incaricati verificano la correttezza di tutta la documentazione, con un massimo di tempo di 15 giorni.
1.2 EVENTUALI RETTIFICHE: nel caso di mancanza o scorrettezza dei documenti necessari, il richiedente ha 30 giorni per aggiustare gli stessi.
2. *CONSULTAZIONE PUBBLICA*: Il progetto viene pubblicato sul sito web V.I.A. e si inoltra la comunicazione ad Enti ed Amministrazioni, che possono essere interessati direttamente dal progetto. Quest'ultimi hanno un massimo di 60 giorni per presentare eventuali contestazioni.

¹²⁹ REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA, "Linee Guida sulla documentazione da presentare per il rilascio del permesso di ricerca mineraria di acque minerali naturali, di sorgenti e termali", s.l., settembre 2024.

¹³⁰ MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA, "Indicazioni operative per la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale", settembre 2024, <https://va.mite.gov.it/it-IT/ps/Comunicazione/IndicazioniOperativeVIA#:~:text=L'espressione%20del%20parere%20e,del%20termine%20delle%20consultazioni%20pubbliche>.

CAPITOLO 5: LA GEOTERMIA COME MEZZO PER LO SVILUPPO LOCALE: PROPOSTE PER UNA CAMPAGNA DI PROSPEZIONE GEOFISICA NEL TERRITORIO VALDOSTANO

- 2.1. *RETTIFICHE IN CASO DI CONTESTAZIONI*: se presenti delle controdeduzioni o una richiesta di integrazione, è necessario rispondere agli stessi in un lasso di 30 giorni, ma il richiedente può comunque richiedere, per massimo una volta, una proroga di 180 giorni con contestuale motivazione.
3. *PARERE VIA*: trascorso il tempo utile alle contestazioni, con eventuale rettifica delle stesse, si può procedere al parere V.I.A., per il quale l'ufficio incaricato ha un tempo massimo di 60 giorni. Anche in questo caso, si lascia la possibilità di aggiungere una proroga in caso di bisogno di effettuare ulteriori accertamenti o indagini di 30 giorni.
4. *REVISIONE E APPROVAZIONE DEL MINISTERO DELLA TRANSAZIONE ECOLOGICA*: a questo punto il documento viene mandato al Ministero della Transazione Ecologica, che effettua l'ultimo controllo del documento prima di rilasciare definitivamente la concessione. Anche loro hanno a disposizione una tempistica massima di 60 giorni.

5.7. FASE 4: LA CAMPAGNA DI COMUNICAZIONE AI CITTADINI

Prima di avviare la fase di prospezione ed elaborazione dei dati, bisogna organizzare una campagna di comunicazione rivolta ai cittadini valdostani. Questa iniziativa è molto importante in quanto i macchinari utilizzati genereranno una serie di vibrazioni e rumori che potrebbero allarmare la popolazione se non debitamente informata. Inoltre, questa fase ha un duplice scopo di promuovere la geotermia a bassa entalpia nel territorio.

I passaggi da seguire sono i seguenti:

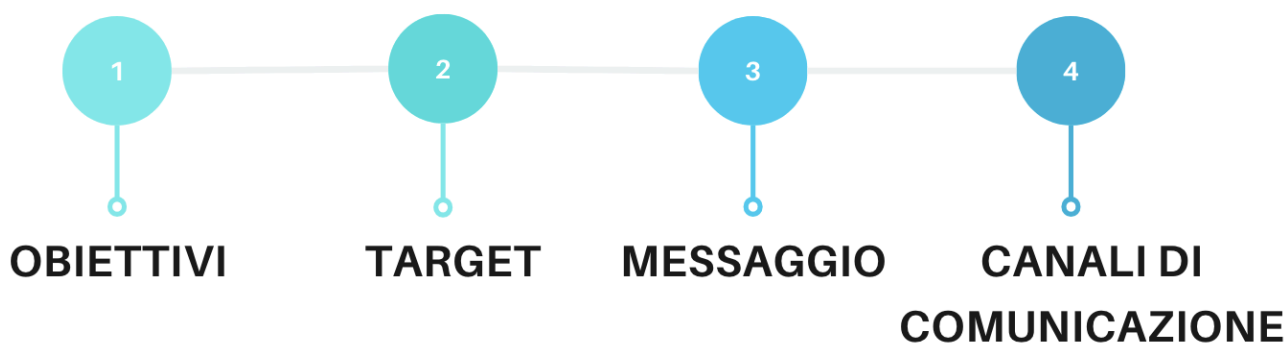


Figura 5.44: i quattro passaggi per la comunicazione ai cittadini

1. **OBIETTIVI**: È molto importante presentare il contesto energetico attuale, spiegando gli obiettivi dell'Unione per la transizione energetica e come la geotermia possa contribuire a raggiungerli. Occorre anche chiarire l'obiettivo finale che la Regione intende perseguire con la campagna di prospezione geofisica, fornendo informazioni sulla geotermia a bassa entalpia e mostrando immagini del prototipo finale.

CAPITOLO 5: LA GEOTERMIA COME MEZZO PER LO SVILUPPO LOCALE: PROPOSTE PER UNA CAMPAGNA DI PROSPEZIONE GEOFISICA NEL TERRITORIO VALDOSTANO

2. **TARGET:** Il target è abbastanza vasto in quanto comprende tutta la popolazione valdostana, con un focus particolare sulle aree in cui le vibrazioni e i rumori saranno più percepibili.
3. **SVILUPPO DEL MESSAGGIO:** È necessario illustrare chiaramente ciò che accadrà, incluse le tempistiche e le metodologie dei lavori.
4. **CANALI DI DISTRIBUZIONE:** Dato il vasto target, è consigliabile affidarsi a più canali di distribuzione possibili. Creare account su Facebook e/o Instagram può essere utile per una comunicazione preventiva e per aggiornamenti dei lavori in tempo reale. Collaborare con testate giornalistiche principali in Valle d'Aosta come "La Gazzetta Matin" (cartacea) e "AostaSera" (online), oltre al TG Regionale, coprirà un pubblico più ampio, compresi gli anziani che non utilizzano i social media. Infine, organizzare incontri in presenza, con il supporto delle amministrazioni comunali, che conoscono al meglio le realtà locali, garantirà una comunicazione efficace.

Oltre alla fase preventiva, è essenziale avvisare i cittadini in tempo reale mediante l'affissione di manifesti vicino alle abitazioni interessate, riportando le date e, se possibile, le fasce orarie in cui si concentreranno le attività di ricerca.

5.8. FASE 5: PROSPEZIONE GEOFISICA ED ELABORAZIONE DEI DATI

Ispirandosi alle linee guida di Géothermie Suisse, questa fase è suddivisa in uno step preliminare (mappatura del terreno) e uno step secondario (scavi ed elaborazione dei dati).

5.8.1. LA MAPPATURA DEL TERRENO

La fase di mappatura del terreno è un passaggio fondamentale, poiché consente di eseguire un'ecografia del sottosuolo per evitare di scavare in aree in cui sono presenti tubature, cavi elettrici o sonde di teleriscaldamento. Inoltre, permette di identificare zone non adatte all'installazione per evitare sprechi di tempo e denaro

La mappatura avviene con il metodo "sismica a riflessione" in cui, grazie a camion che emettono onde acustiche nel sottosuolo ed un geofono che ne analizza il tempo di ritorno (figura 5.9), si riescono a comprendere le geometrie e le strutture del sottosuolo utili ad ipotizzare il potenziale geotermico dell'area interessata.

CAPITOLO 5: LA GEOTERMIA COME MEZZO PER LO SVILUPPO LOCALE: PROPOSTE PER UNA CAMPAGNA DI PROSPEZIONE GEOFISICA NEL TERRITORIO VALDOSTANO

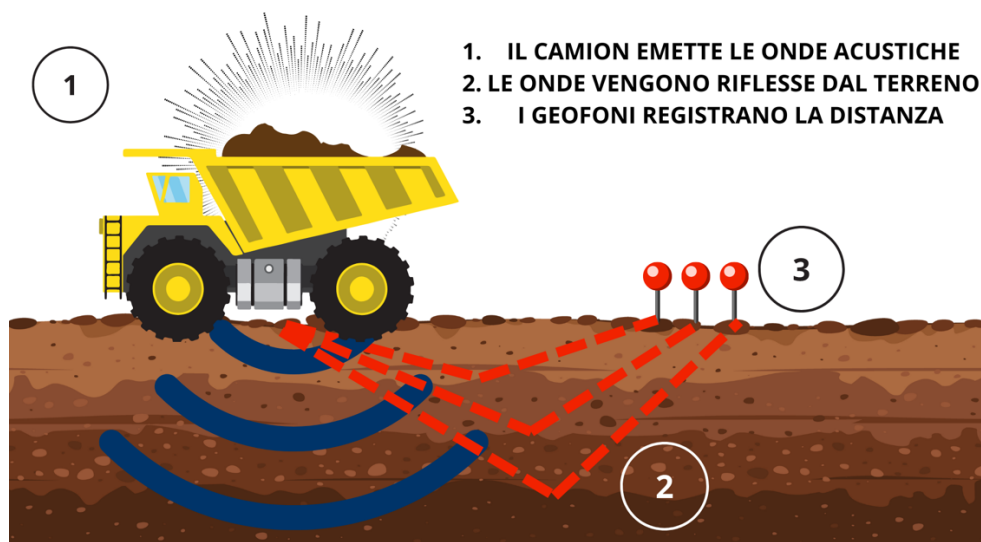


Figura 5.45: Rappresentazione del processo di mappatura del terreno

Anche in questo caso è possibile scegliere tra due tipologie di mappatura: una prima tipologia in 2D (figura 5.10) che permette di visualizzare una fotografia bidimensionale del terreno ed una in 3D (figura 5.11) che ne permette una visualizzazione spaziale anche in verticale. Ovviamente, il secondo caso, seppur con un risultato di maggiore qualità, si rivela essere più dispendioso e costoso in quanto si richiede l'utilizzo di più geofoni che devono essere ripartiti in un'area più ampia¹³¹.

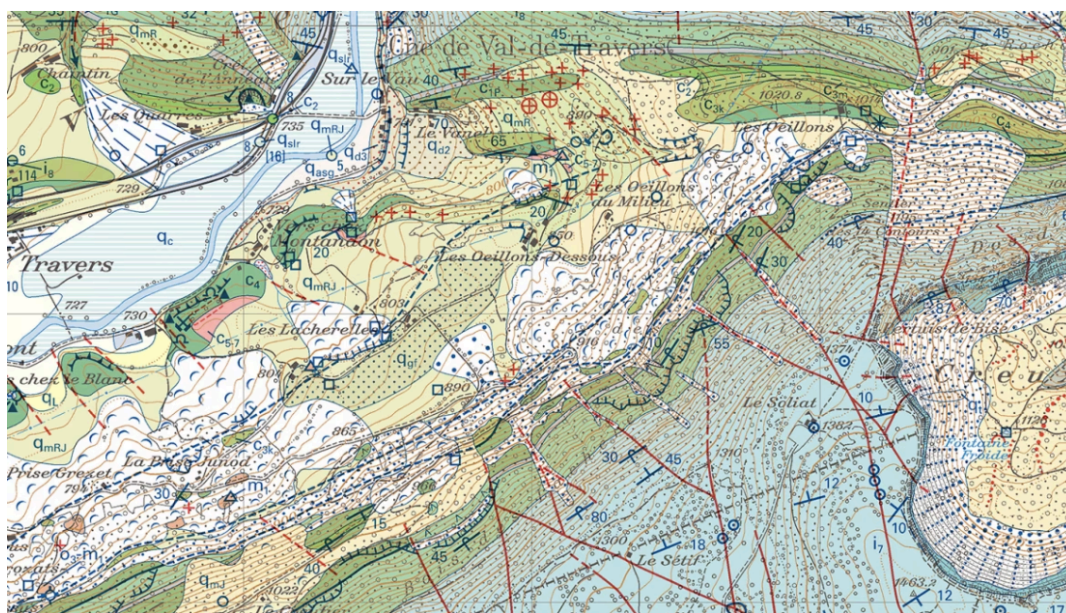


Figura 5.46: Esempio mappa in 2D effettuata nella città di Travers, Svizzera¹³²

¹³¹ GÉOTHERMIE SUISSE, “Aide à la mise en oeuvre des campagnes de prospection géophysique”, Z+Z Graphic design, s.l., aprile 2023, p.p. 4-5.

¹³² UFFICIO FEDERALE DI TOPOGRAFIA SWISSTOPO, “Geologia 2D”, 8 gennaio 2024
<https://www.swisstopo.admin.ch/it/dati-di-base-carte-geologiche>

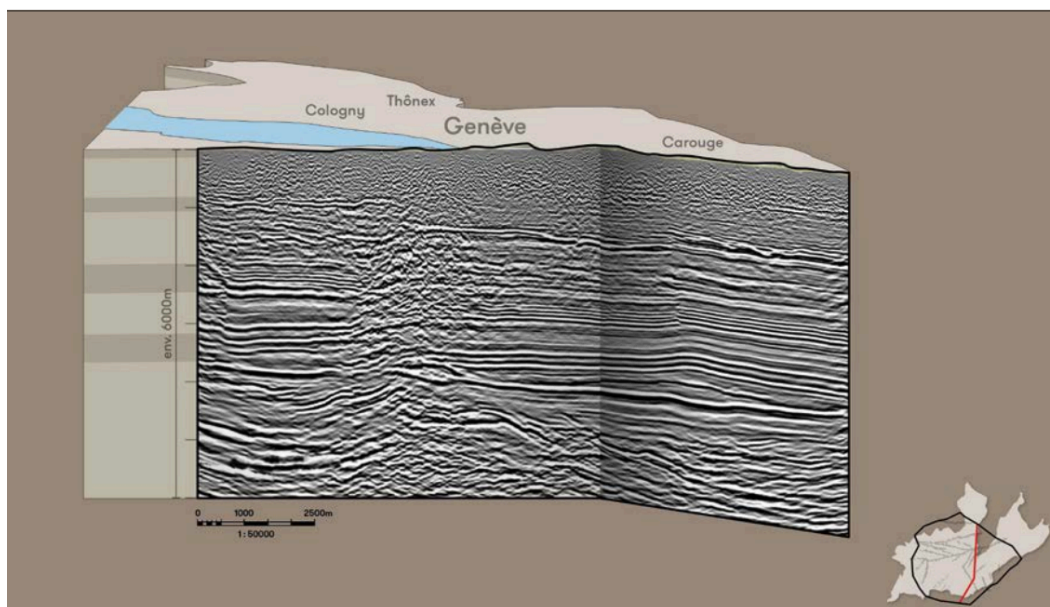


Figura 5.47: Esempio mappa in 3D effettuata nella città di Ginevra, Svizzera¹³³

5.8.2. SCAVI ED ELABORAZIONE DEI DATI

Dopo aver ottenuto l'ecografia del sottosuolo e identificato le aree adatte alle trivellazioni, è possibile dare inizio a questa ultima fase. Si procede quindi con gli scavi utili a valutare le esigenze tecniche per l'installazione dei circuiti geotermici a bassa entalpia, come il potenziale termico, la profondità massima raggiungibile, l'eventuale presenza di pozzi termali con la temperatura massima estraibile.

Una volta ottenuti tutti i dati è necessario elaborarli al fine di creare una vera e propria mappa con tutte le informazioni necessarie. A questo scopo, è richiesto il supporto di ARPA Valle d'Aosta, in collaborazione con i geologi dell'ufficio Geologia dell'Assessorato alle opere pubbliche, territorio ed ambiente, che hanno le competenze necessarie a svolgere questo tipo di lavoro.

Successivamente, si potrà coinvolgere C.V.A. Smart Energie (o un'altra una ESCo), che insieme all'ufficio del risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili dell'assessorato alle attività produttive, energia e politiche del lavoro, potrà valutare la fattibilità economica degli investimenti per promuovere lo sviluppo della geotermia a bassa entalpia in Valle d'Aosta.

¹³³ Gé GÉOTHERMIE SUISSE, "Aide à la mise en oeuvre des campagnes de prospection géophysique", Z+Z Graphic design, s.l., aprile 2023, p. 41

5.9. AMBITO DI APPLICAZIONE: IL PEAR VDA

Un possibile ambito di applicazione per un progetto di prospezione geofisica nella Regione Valle d’Aosta potrebbe essere il PEAR VDA, acronimo di "Piano Energetico Ambientale Regionale". Questo strumento, obbligatorio per ogni regione italiana, definisce i piani energetici basati sullo sviluppo delle energie rinnovabili e la tutela ambientale¹³⁴. I piani “PEAR” attualmente richiesti dall’amministrazione italiana hanno scadenza fissata al 2030. L’ultima versione approvata dal Consiglio Regionale della Valle D’Aosta il 7 marzo 2024, contiene un progetto interessante per lo sviluppo dell’Idrogeno¹³⁵.

Questo progetto rappresenta un esempio rilevante di come si potrebbe promuovere lo sviluppo della geotermia a bassa entalpia. Sarebbe quindi ideale progettare una pubblicazione inserendo, innanzitutto, le questioni delineate nella prima parte di questa tesi, come le modalità di produzione di energia mediante i circuiti chiusi o aperti, i punti a favore e le debolezze della geotermia, e quadro normativo esistente. Sicuramente, è molto importante sottolineare la visibile carenza di regolamenti specifici che definiscano le modalità di installazione di circuiti geotermici a bassa entalpia a tutti i livelli (regionale, nazionale ed europeo). Una “mancanza”, che potrebbe essere utilizzato come punto centrale per l’implementazione della campagna.

La scadenza a lungo termine del PEAR potrebbe offrire un’opportunità per riuscire a stimare i costi di una campagna di prospezione geofisica, coinvolgendo il know-how di geologi, ingegneri ed economisti, specializzati in questo settore.

In questo modo, la Valle d’Aosta potrebbe diventare pioniera nello sviluppo del geotermico a bassa entalpia, giovando di quattro fattori principali: la promozione delle energie rinnovabili, la salvaguardia dell’ambiente, l’aumento dell’occupazione grazie alla richiesta di nuove figure professionali, e il supporto ai cittadini nella riduzione dei costi di riscaldamento e raffrescamento.

¹³⁴ REGIONE AUTONOMA VALLE D’AOSTA, “*Pianificazione Energetica Regionale*”, settembre 2024, https://www.regione.vda.it/energia/pianificazione_energetica_regionale/default_i.aspx

¹³⁵ REGIONE AUTONOMA VALLE D’AOSTA, “*Linee Guida per lo sviluppo dell’idrogeno in Valle d’Aosta*”, Dipartimento Sviluppo economico ed energia, Politecnico di Torino, Energy Center, Finaosta S.p.A., 2023, Aosta.

CONCLUSIONE

In un contesto in cui le energie rinnovabili sono riconosciute come fondamentali per contrastare la crisi climatica, l'energia geotermica rimane ancora poco conosciuta e sfruttata. Gli elevati costi di installazione contribuiscono alla disincentivazione del suo utilizzo, nonostante sia dimostrato che, nell'ipotesi di una villetta bifamiliare di 150 m², sia possibile ottenere un risparmio dei costi di utilizzo del 50% all'anno rispetto all'utilizzo di un sistema di riscaldamento tradizionale e ad alta emissione di CO₂¹³⁶. L'incentivazione di altre fonti rinnovabili, come l'energia solare, spesso oscura i vantaggi della geotermia a bassa entalpia, che è una fonte locale, continua e versatile.

Da un'approfondita indagine delle politiche energetiche e normative adottate a livello comunitario, nazionale e regionale, è emerso un quadro piuttosto chiaro: l'energia geotermica, ed in particolare il suo sfruttamento a bassa temperatura ai fini del riscaldamento e rinfrescamento delle abitazioni, presenta molte lacune.

A livello italiano, l'unica normativa che disciplina, solo parzialmente, la materia è legge 22 del 11/02/2010. Questa definisce le procedure necessarie per richiedere il permesso di coltivazione dell'energia geotermica facendo riferimento a tre tipologie di sfruttamento: alta e media entalpia per la produzione di elettricità fino a 5 MW; alta e media entalpia con una potenza massima erogabile di 20 MW termici; ed il prelievo da pozzi geotermici a bassa entalpia ad un massimo di 400 metri. Per ognuna di queste tipologie vengono declinate le modalità di richiesta del permesso, tralasciando però la definizione di linee guida standard per effettuare sopralluoghi, determinare i costi e avviare i lavori. Queste mancanze si riflettono anche sul livello normativo regionale. Infatti, l'unica legge della Regionale Valle d'Aosta che disciplina l'installazione di circuiti geotermici è la numero 13 del 2015, limitandosi alla richiesta di SCIA da parte del Comune, con un'integrazione di una perizia geologica solo nei casi di installazioni superiori a 1 MW termico.

La debolezza di queste normative è anche alimentata dall'assenza di indicazioni puntuali prodotte dall'Unione Europea. Nonostante siano stati stabiliti numerosi obiettivi di sostenibilità energetica nel contesto del Next Generation UE, del Green Deal e del Repower UE, a dicembre 2023 il Consiglio Europeo ha riconosciuto la mancanza di una chiara regolamentazione sull'energia geotermica nella "Relazione sull'energia geotermica".

In questo quadro, la possibilità di abbozzare un intervento di incentivazione regionale di questa fonte di energia si è scontrato con l'assenza di linee guida chiare e concrete su cui fare affidamento. Per questo, il lavoro di tesi è maggiormente concentrato, nella parte conclusiva, sulla fase preliminare di

¹³⁶ F.CAVA, "Analisi tecnico economica sui diversi sistemi di captazione geotermica a ciclo chiuso", Politecnico di Torino, dicembre 2018, p.21.

CONCLUSIONE

studio del sottosuolo, cercando di ricostruire i principi generali di cui tenere conto basandosi sulle linee guida di Géothermie Suisse.

Questa associazione svizzera, che si occupa dello sviluppo della geotermia in tutta la nazione, ha fornito raccomandazioni dettagliate per l'implementazione di campagne di prospezione geofisica nel territorio elvetico. Oltre che per chiarezza e precisione dei metodi da usare per effettuare le ricerche in modo corretto, si è deciso di applicare questa impostazione al contesto valdostano, data la somiglianza geografica e geologica con la Svizzera. Inoltre, come riscontrato negli esempi delle città di Bulle e Riehen, esistono già delle installazioni ventennali che dimostrano un'esperienza approfondita nel settore.

A questo punto, i concetti chiave emersi dal lavoro di tesi per predisporre una campagna di prospezione geofisica nel territorio valdostano sono cinque:

1. Coinvolgimento di partner locali che possano mettere in gioco il know-how necessario ad un corretto studio di fattibilità preventivo.
2. Realizzazione di una gara di appalto per individuare un'azienda specializzata nell'effettuare ricerche del sottosuolo.
3. Richiesta del permesso di avvio dei lavori all'Ufficio V.I.A.
4. Predisposizione di una adeguata e capillare campagna di comunicazione ai cittadini sullo svolgimento e importanza dei lavori di prospezione.
5. Esecuzione di pre-analisi utili ad avviare gli scavi necessari al reperimento dei dati

Sarebbe ideale riuscire a includere i seguenti passaggi nel prossimo progetto PEAR VdA. Questo strumento di pianificazione energetica che ogni regione italiana è tenuta a elaborare con scadenze precise, mira a incoraggiare l'implementazione di politiche energetiche in linea con gli obiettivi nazionali ed europei. L'ultimo PEAR deliberato dal Consiglio Regionale della Valle d'Aosta il 7 marzo 2024, ha scadenza nel 2030¹³⁷. In questo piano, è di notevole importanza la proposta di utilizzo dell'Idrogeno nel contesto regionale¹³⁸. Questo esempio rappresenta un modello ideale per invitare l'amministrazione regionale a promuovere un piano simile per l'implementazione della geotermia a bassa entalpia. All'interno del progetto, sarebbe utile delineare le linee guida proposte per promuoverne un utilizzo corretto ed efficace.

Sebbene queste linee guida rappresentino un passo significativo nel colmare le attuali carenze del legislatore in materia, essendo peraltro frutto di una meticolosa elaborazione da parte di esperti nel settore della geotermia, non hanno carattere vincolante. Tuttavia, in attesa di un intervento normativo

¹³⁷ REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA, "Pianificazione Energetica Regionale", settembre 2024, https://www.regione.vda.it/energia/pianificazione_energetica_regionale/default_i.aspx

¹³⁸ REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA, "Linee Guida per lo sviluppo dell'idrogeno in Valle d'Aosta", Dipartimento Sviluppo economico ed energia, Politecnico di Torino, Energy Center, Finaosta S.p.A., 2023, Aosta.

CONCLUSIONE

a livello nazionale ed europeo, possono quantomeno aiutare a delineare un percorso per promuovere un maggior utilizzo dell'energia Geotermica in Valle d'Aosta.

La mancanza di dati e l'incertezza legata alle numerose variabili tecniche da "controllare" hanno reso difficile prospettare una stima dei costi relativi all'avvio di una campagna di prospezione geofisica nel territorio valdostano, o in una parte di esso.

Questo studio si può svolgere con l'aiuto di geologi, ingegneri e altri esperti del settore, che possano facilitare la pianificazione delle attività e l'ottimizzazione delle risorse.

In conclusione, l'adozione in larga scala della geotermia a bassa entalpia ha il potenziale di contribuire al raggiungimento degli obiettivi prefissati dall'Unione Europea al 2030. La sua versatilità, le sue caratteristiche e la sua natura "territoriale" offrono una valida alternativa per potenziare l'indipendenza energetica e prevenire crisi come quella patita dall'Italia e molti paesi europei nel 2022. Per valorizzare pienamente lo sfruttamento dell'energia geotermica, è necessario agire rapidamente per definire un quadro normativo a livello europeo e nazionale che favorisca lo sviluppo di analisi sulla fattibilità economica di interventi sia nazionali che regionali, basandosi su possibili finanziamenti destinati a sostenere politiche di incentivazione capaci di superare ostacoli e resistenze a livello locale. Solo così sarà possibile, per gli Stati e per piccole realtà regionali come la Valle d'Aosta, integrare efficacemente la geotermia nelle proprie politiche energetiche.

BIBLIOGRAFIA

- H. DICKSON & M. FANELLI, “Cos'è l'energia geotermica?”, Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, Pisa, 2004.
- GÉOTHERMIE SUISSE:
 - GÉOTHERMIE-SUISSE, “Guide pour faciliter les projets de géothermie”, Newcom Partners SA, s.l., maggio 2023.
 - GÉOTHERMIE-SUISSE, “La géothermie au service du développement des quartiers”, Z+Z Graphic design, s.l., settembre 2023.
 - GÉOTHERMIE-SUISSE, “Rapport Annuel 2022”, s.l., 2023.
 - GÉOTHERMIE SUISSE, “Rapport annuel 2023”, s.l., 7 maggio 2024.
 - GÉOTHERMIE SUISSE, “La géothermie pour couvrir au moins un quart des besoins en chaleur de la Suisse”, s.l., 2 ottobre 2020.
 - GÉOTHERMIE SUISSE, “Aide à la mise en oeuvre des campagnes de prospection géophysique”, Z+Z Graphic design, s.l., aprile 2023.
 - GÉOTHERMIE SUISSE, “Immeuble commercial helix à Cham”, n.d, s.l.
 - GÉOTHERMIE SUISSE, “Une température agréable tout au long de l'année grâce au géocooling”, n.d, s.l.
 - GÉOTHERMIE SUISSE, “Nappe phréatique unique source de chaleur renouvelable”, n.d, s.l.
 - GÉOTHERMIE SUISSE, “En même temps de l'énergie géothermique et de l'eau potable”, n.d, s.l.
 - GÉOTHERMIE SUISSE, “De la chaleur faible depuis 25 ans”, n.d, s.l.
- M. DAL VERME, D. LIPARI, G. LUCIDO, V. MAIO, V. SURACE & PAOLO LIBERATORE , “Rapporto statistico 2021 energia da fonti rinnovabili in Italia”, GSE, Roma, marzo 2023.
- A. MANZELLA, A. ALLANSDOTTIR & A.PELLIZZONE, “Geothermal Energy and Society”, Springer, Cham, (CH), 2019, p.4.
- P. CAPODAGLIO, A. BAIETTO, A. CASSASO & S. DELLA VALENTINA, “Geotermia a bassa entalpia: aspetti ambientali, energetici ed economici. Il Progetto Interreg Alpine Space GRETA in Valle d'Aosta”, s.l., settembre 2018.
- A. CASSASO & R. SETHU, “Studio e mappatura delle potenzialità della geotermia a bassa entalpia nella Provincia di Cuneo”, Politecnico di Torino, Torino, n.d.
- A.C. VIOLANTE, G. BOCCARDI, L.M. FALCONI, A. LATTANZI, C. MENALE, M. MORLACCA, L. SIMONETTI, M. PROPOSITO & R. TRINCHIERI, “Studio preliminare di applicabilità di sorgente geotermica a bassa entalpia ad un caso studio con pompa di calore”, Report Ricerca di Sistema Elettrico, Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo sostenibile, s.l., dicembre 2019
- MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA, “Piano Nazionale Integrato Per l'energia E il Clima”, s.l., giugno 2023.
- CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE MEZZIOGIORNO, “Rischi ambientali connessi all'utilizzo della risorsa geotermica”, giugno 2016, Pisa.
- ASSOCIAZIONE ITALIANA ENERGIE AGROFORESTALI (AIEL), “Rapporto statistico 2022, il legno nel riscaldamento domestico e commerciale”, 2022, Roma.
- M. BARALIS & M. BARLA, “rOGER: a method for determining the geothermal potential in urban areas”, Science Direct, s.l., settembre 2024.
- V. BARRETTA, “Energia geotermica. In Italia la normativa è ferma al 2010”, Energia Italia, Geotermico, Policy Italia, 30 giugno 2023.

BIBLIOGRAFIA

- CONFEDERAZIONE SVIZZERA, “*Strategia climatica a lungo termine della Svizzera*”, s.l., 21 gennaio 2021.
- A. DI FEO, “*Primo censimento degli impianti geotermici a pompa di calore in valle d’aosta*”, Politecnico di Torino, 2017.
- A. CASSASO, S. DELLA VALENTINA, A.F. DI FEO, P. CAPODAGLIO, R. CAVORSIN, R. GUGLIELMOTTI, & R. SETHI, “*Ground Source Heat Pumps in Aosta Valley (NW Italy): assessment of existing system and planning tools for future installations*”, Roma, 2018.
- REGIONE AUTONOMA VALLE D’AOSTA, “*Linee Guida sulla documentazione da presentare per il rilascio del permesso di ricerca mineraria di acque minerali naturali, di sorgenti e termali*”, s.l., settembre 2024.
- REGIONE AUTONOMA VALLE D’AOSTA, “*Linee Guida per lo sviluppo dell’idrogeno in Valle d’Aosta*”, Dipartimento Sviluppo economico ed energia, Politecnico di Torino, Energy Center, Finaosta S.p.A., 2023, Aosta.
- F.CAVA, “*Analisi tecnico economica sui diversi sistemi di captazione geotermica a ciclo chiuso*”, Politecnico di Torino, dicembre 2018, p.21.

SITOGRAFIA

- OUR WORLD IN DATA:
 - OUR WORLD IN DATA, “Average temperature anomaly, Global”, settembre 2024, <https://ourworldindata.org/grapher/temperature-anomaly>
 - OUR WORLD IN DATA, “Per capita CO2 emissions, 2022”, 20 giugno 2024, <https://ourworldindata.org/grapher/co-emissions-per-capita>
 - OUR WORLD IN DATA, “Global primary energy consumption by source”, 2023, <https://ourworldindata.org/grapher/global-energy-consumption-source>
- EUROSTAT:
 - EUROSTAT, “Electricity price statistics”, aprile 2024, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Electricity_price_statistics
 - EUROSTAT, “Renewable energy statistics”, dicembre 2024, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics
 - EUROSTAT, “Net greenhouse gas emissions”, luglio 2024, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_13_10/default/table?lang=en&category=t_env.t_env_air
- AGENZIA INTERNAZIONALE PER L'ENERGIA, “Renewable energy Progress Tracker”, 4 giugno 2024, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/renewable-energy-progress-tracker>
- ARERA, “Condizioni economiche del servizio di maggior tutela”, aprile 2024, <https://www.arera.it/area-operatori/prezzi-e-tariffe/condizioni-economiche-per-i-clienti-del-mercato-tutelato>
- UNIONE EUROPEA:
 - UNIONE EUROPEA, “Piano per la ripresa dell'Europa”, maggio 2024, <https://www.consilium.europa.eu/it/policies/eu-recovery-plan/>
 - UNIONE EUROPEA, “Più verde”, maggio 2024, https://next-generation-eu.europa.eu/make-it-green_it#main-content
 - UNIONE EUROPEA, “L'energia ed il Green Deal”, maggio 2024, https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-%20%20green-deal_it
 - UNIONE EUROPEA, “REpowerEU: un'occhiata di insieme”, maggio 2024, <https://www.consilium.europa.eu/it/policies/eu-recovery-plan/repowereu/>
 - UNIONE EUROPEA, “Next GenerationEU, un impegno che diventa realtà”, luglio 2024, https://next-generation-eu.europa.eu/index_it
 - UNIONE EUROPEA, “Make it Green”, luglio 2024, https://next-generation-eu.europa.eu/make-it-green_en
 - UNIONE EUROPEA, “Energy and the Green Deal”, luglio 2024, https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/energy-and-green-deal_en
 - UNIONE EUROPEA, “Piani nazionali per l'energia e il clima”, luglio 2024, https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/implementation-eu-countries/energy-and-climate-governance-and-reporting/national-energy-and-climate-plans_en?prefLang=it&etrans=it
 - UNIONE EUROPEA, “Energy Efficiency Directive”, luglio 2024, https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-directive_en?prefLang=it

SITOGRAFIA

- UNIONE EUROPEA, “*REPowerEU: la politica energetica nei piani per la ripresa e la resilienza dei paesi UE*”, luglio 2024, <https://www.consilium.europa.eu/it/policies/eu-recovery-plan/repowerEU/>
- UNIONE EUROPEA, “*Il dispositivo per la ripresa e la resilienza*”, luglio 2024, https://commission.europa.eu/business-economy-euro/economicrecovery/recovery-and-resilience-facility_it
- GESTORE DEI SERVIZI ENERGETICI:
 - GESTORE DEI SERVIZI ENERGETICI, “*Conto Termico*”, maggio 2024, <https://www.gse.it/servizi-per-te/efficienza-energetica/conto-termico>
 - GESTORE DEI SERVIZI ENERGETICI, “*Reddito energetico*”, settembre 2024, <https://www.gse.it/servizi-per-te/fotovoltaico/reddito-energetico/agevolazione>
- CONSIGLIO REGIONALE DELLA VALLE D’AOSTA:
 - CONSIGLIO REGIONALE DELLA VALLE D’AOSTA “*Legge regionale 25 maggio 2015 n.13*”, maggio 2015, art. 25, https://www.consiglio.vda.it/app/leggieregolamenti/dettaglio?tipo=L&numero_legge=13%2F15&versione=V%20
 - CONSIGLIO REGIONALE DELLA VALLE D’AOSTA, “*Attuazione della direttiva 2006/123/CE, l.r. 13/2015*”, 25 maggio 2015, https://www.consiglio.vda.it/app/leggieregolamenti/dettaglio?tipo=L&numero_legge=13%2F15&versione=V%20
 - CONSIGLIO REGIONALE DELLA VALLE D’AOSTA, “*Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della valle d’aosta, l.r. 11/1998*”, 6 aprile 1998, https://www.consiglio.vda.it/app/leggieregolamenti/dettaglio?pk_lr=2467
 - CONSIGLIO REGIONALE DELLA VALLE D’AOSTA, “*Legge regionale 19 dicembre 2014, n. 13, articolo*” 13, 30 dicembre 2014, https://www.consiglio.vda.it/app/leggieregolamenti/dettaglio?tipo=L&numero_legge=13%2F14&versione=V#articolo_13
- PARLAMENTO EUROPEO, “*Relazione sull’energia geotermica*”, 12 dicembre 2023, https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2023-0432_IT.html
- AGENZIA PER LA COESIONE TERRITORIALE, “*Next Generation EU e il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza*”, luglio 2024, https://www.agenziacoesione.gov.it/dossier_tematici/nextgenerationeu-e-pnrr/
- GOVERNO ITALIANO, “*PNRR: rivoluzione verde e transizione ecologica*”, 30 novembre 2021, <https://www.governo.it/it/approfondimento/rivoluzione-verde-e-transizione-ecologica/16703>
- MINISTERO DELL’AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA:
 - MINISTERO DELL’AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA, “*Energia e Clima 2030*”, luglio 2024, <https://www.mase.gov.it/energia/energia-e-clima-2030>
 - MINISTERO DELL’AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA, “*Indicazioni operative per la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale*”, settembre 2024, <https://va.mite.gov.it/it-IT/ps/Comunicazione/IndicazioniOperativeVIA#:~:text=L'espressione%20del%20parere%20e,del%20termine%20delle%20consultazioni%20pubbliche>
- MINISTERO DELLE IMPRESE E DEL MADE IN ITALY:
 - MINISTERO DELLE IMPRESE E DEL MADE IN ITALY, “*REPowerEU e nuove misure PNRR*”, luglio 2024, <https://www.mimit.gov.it/it/pnrr/repowerEU>
 - MINISTERO DELLE IMPRESE E DEL MADE IN ITALY, “*Regio Decreto 29 luglio 1927 n. 1443*”, <https://www.mimit.gov.it/images/stories/energia/1443rd27.pdf>

- MINISTERO DELLE IMPRESE E DEL MADE IN ITALY, “*Regio Decreto 11 dicembre 1933 n. 1775*”,
https://ispettorati.mise.gov.it/images/documenti/REGIO_DECRETO_11_dicembre_1933_1775.pdf
- MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO & CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE, “*Energia dalla Terra*”, luglio 2024, http://www.vigor-geotermia.it/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=53&lang=it&jj=1719391208051#premessas&jj=1721822757626
- GAZZETTA UFFICIALE:
 - GAZZETTA UFFICIALE, “*Norme di polizia delle miniere e delle cave, legge 128/1959, 9 aprile 1959 n. 128*”,
<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1959/04/11/059U0128/sg>
 - GAZZETTA UFFICIALE, “*Norme per agevolare l'acquisizione da parte del servizio geologico della direzione generale delle miniere del ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale, legge 464/1984*”, 4 agosto 1984,
https://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie_generale/caricaDettaglioAtto/originario?atto.dataPubblicazioneGazzetta=1984-08-17&atto.codiceRedazionale=084U0464&elenco30giorni=false
 - GAZZETTA UFFICIALE, “*Disciplina della ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche, legge 896/1986*”, 21 dicembre 1986,
<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/gu/1986/12/24/298/so/120/sg/pdf>
 - GAZZETTA UFFICIALE, “*Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59, d.lgs 112/97*”, 15 marzo 1997,
https://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie_generale/caricaDettaglioAtto/originario?atto.dataPubblicazioneGazzetta=1998-04-21&atto.codiceRedazionale=098G0159
 - GAZZETTA UFFICIALE, “*Norme in materia ambientale, d.lgs 152/2006*”, 3 aprile 2006,
<https://www.gazzettaufficiale.it/dettaglio/codici/materiaAmbientale>
 - GAZZETTA UFFICIALE, “*Riassetto della normativa in materia di ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche, d.lgs 22/10*”, 1° febbraio 2020,
<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2010/02/24/010G0037/sg>
 - GAZZETTA UFFICIALE, “*Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 21 giugno 2013, n. 69, recante disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia, legge 98/13*”, 9 agosto 2013,
<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2013/08/20/13G00140/sg>
 - GAZZETTA UFFICIALE, “*Disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia, d.lgs 69/13*”, 21 giugno 2013,
<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2013/06/21/13G00116/sg>
 - GAZZETTA UFFICIALE, “*Attuazione della direttiva (ue) 2018/2001 del parlamento europeo e del consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, d.lgs 199/21*”, 8 novembre 2021, <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2021/11/30/21G00214/sg>
 - GAZZETTA UFFICIALE, “*Misure urgenti per il contenimento dei costi dell'energia elettrica e del gas naturale, per lo sviluppo delle energie rinnovabili e per il rilancio delle politiche industriali, D.Lgs 17/22*”, 1° marzo 2022,
<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2022/04/28/22A02680/sg>

- GAZZETTA UFFICIALE, “*Prescrizioni per la posa in opera degli impianti di produzione di calore da risorsa geotermica, destinata al riscaldamento e alla climatizzazione di edifici e misure di semplificazione per l'installazione dei predetti impianti*”, 30 settembre 2022, <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2022/10/14/22A05770/sg>
- GAZZETTA UFFICIALE, “*Riassetto della normativa in materia di ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche, D.Lgs 22/10*”, 1° febbraio 2020, <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2010/02/24/010G0037/sg>
- GAZZETTA UFFICIALE, “*Riassetto della normativa in materia di ricerca e coltivazione delle risorse geotermiche, d.lgs 22/10*”, 1° febbraio 2020, <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2010/02/24/010G0037/sg>
- NORMATTIVA:
 - NORMATTIVA, “*Approvazione del regolamento di attuazione della legge 9 dicembre 1986, n. 896, recante disciplina della ricerca e della coltivazione delle risorse geotermiche, d.p.r. 395/91*”, 27 maggio 1991, <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:presidente.repubblica:decreto:1991-12-09:395>
 - NORMATTIVA, “*Regolamento recante la disciplina dei procedimenti di rilascio di permesso di ricerca e concessione di coltivazione delle risorse geotermiche di interesse nazionale, , d.p.r. 485/94*”, 18 aprile 1994, <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:decreto.del.presidente.del.la.repubblica:1994-04-18:485>
 - NORMATTIVA, “*Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 22 giugno 2012, n. 83, recante misure urgenti per la crescita del paese, legge 83/2012*”, 7 agosto 2012, <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:legge:2012-08-07:134>
 - NORMATTIVA, “*Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 22 giugno 2012, n. 83, recante misure urgenti per la crescita del paese*”, Legge 83/2012, 7 agosto 2012, <https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:legge:2012-08-07:134>
- GAZZETTA UFFICIALE DELL'UNIONE EUROPEA:
 - GAZZETTA UFFICIALE DELL'UNIONE EUROPEA, “*promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, direttiva 2009/28/ce*”, 23 aprile 2009, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=IT>
 - GAZZETTA UFFICIALE DELL'UNIONE EUROPEA, “*Direttiva 2009/28/ce del parlamento europeo e del consiglio*”, 23 aprile 2009, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=SK>
- CONSIGLIO NAZIONALE DEI GEOLOGI, GEOTERMIA, “*Geologi: fonte di energia pulita non valorizzata dal PNRR, è tassello fondamentale per la transizione energetica*”, 28 aprile 2021, <https://www.cngeologi.it/2021/04/28/geotermia-geologi-fonte-di-energia-pulita-non-valorizzata-dal-pnrr-e-tassello-fondamentale-per-la-transizione-energetica/>
- SPORTELLO UNICO DEGLI ENTI LOCALI DELLA VALLE D'AOSTA, “*Cos'è la scia?*”, agosto 2024, <https://www.sportellounico.vda.it/attivita/attivita-e-interventi-gestiti-dal-suel/avvio-subingresso-cessazione-modifiche-%20dellattivita/approfondimenti/cose-la-scia/>
- UFFICIO FEDERALE DELL'AMBIENTE (UFAM), “*Strategia climatica a lungo termine 2050*”, 31 marzo 2023, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/clima/info-specialisti/riduzione-emissioni/obiettivi-riduzione/obiettivo-2050/strategia-climatica-2050.html>

SITOGRAFIA

- Quartiere Cogne Cambia Per Tutti”, settembre 2024, <https://www.quartierecogne.it/#progetto>
- INTERREG ALPINE SPACE:
 - INTERREG ALPINE SPACE, “Greta, near surface geothermal resources in the territory of the Alpine Space”, n.d., <https://www.alpine-space.eu/project/greta/>
 - INTERREG ALPINE SPACE, “Chi siamo?”, settembre 2024, <https://www.alpine-space.eu/national-pages/italy-landingpage/chi-siamo/>
- CENTRO FUNZIONALE REGIONALE – VALLE D’AOSTA, “Meteo di alta montagna”, n.d, <https://cf.regione.vda.it/it/>
- REGIONE AUTONOMA VALLE D’AOSTA:
 - REGIONE AUTONOMA VALLE D’AOSTA, “DEFR 2024-2026”, settembre 2024, <https://www.regione.vda.it/finanze/bilancio/pdf/2023-DEFR-2024-2026.pdf>
 - REGIONE AUTONOMA VALLE D’AOSTA, “Assessorato alle attività produttive, energia e politiche del lavoro”, settembre 2024, https://www.regione.vda.it/dirigenti/attiprod_i.aspx
 - REGIONE AUTONOMA VALLE D’AOSTA, “Pianificazione Energetica Regionale”, settembre 2024, https://www.regione.vda.it/energia/pianificazione_energetica_regionale/default_i.aspx
- C.V.A. S.p.A:
 - C.V.A. S.P.A., “La nostra storia”, settembre 2024, <https://www.cvaspa.it/la-nostra-storia>
 - C.V.A., “Società”, settembre 2024, <https://www.cvaspa.it/il-gruppo>
 - C.V.A NEWS, “Costituzione della società CVA Smart Energy”, 13 febbraio 2023, <https://www.cvaspa.it/news/costituzione-della-societa-cva-smart-energy>
- ARPA VDA, “Chi siamo?”, settembre 2024, <https://www.arpa.vda.it/arpa-m/chi-siamo>
- INVA VALLE D’AOSTA, “Organizzazione”, Centrale Unica di Committenza, settembre 2024, <https://cuc.invallee.it/chi-siamo>
- UFFICIO FEDERALE DI TOPOGRAFIA SWISSTOPO, “Geologia 2D”, 8 gennaio 2024 <https://www.swisstopo.admin.ch/it/dati-di-base-carte-geologiche>

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.1: Progetto della cupola in mattoni finalizzata al riscaldamento delle abitazioni _____	6
Figura 1.2: Piero Ginori Conti accende le prime lampadine alimentate ad energia geotermica ____	6
Figura 1.3: Rappresentazione grafica della suddivisione delle tre macro categorie di produzione di energia geotermica _____	7
Figura 1.4: Grafico a torta con percentuale di produzione di energia elettrica mondiale tra il 2016 ed il 2023, suddivisa per tipologia di energia rinnovabile _____	9
Figura 1.5: Grafico a torta con percentuale di produzione di energia elettrica europea tra il 2016 ed il 2023, suddivisa per tipologia di energia rinnovabile _____	10
Figura 1.6: Grafico rappresentante la massa di produzione totale di energia geotermoelettrica in tutto il mondo, con suddivisione della parte prodotta in Europa e la parte prodotta in Italia ⁷ _____	10
Figura 1.7: Grafico a torta con percentuali di produzione di energia elettrica italiana, suddivisa per tipologia di energia rinnovabile _____	11
Figura 1.8: Grafico a torta con percentuale di produzione di calore a livello mondiale, suddivisa per tipologia di energia rinnovabile _____	12
Figura 1.9: Grafico a torta con percentuale di produzione di calore a livello mondiale, suddivisa per tipologia di energia rinnovabile _____	13
Figura 1.10: Distribuzione regionale dei consumi diretti di energia termica da fonte geotermica nel 2021 (%) _____	14
Figura 1.11: Energia dell'ambiente trasferita da pompe di calore per riscaldamento _____	15
Figura 1.12: Consumi diretti di energia geotermica nel 2021 _____	15
Figura 1.13: Sistemi a circuito chiuso: scambiatori orizzontali (A), geostrutture (B) e sonde geotermiche (C) _____	17
Figura 1.14: Sistema geotermico a circuito aperto: pompa di calore, pozzo di presa e pozzo di presa ¹⁹ _____	18
Figura 1.15: Rappresentazione grafica del funzionamento di una pompa di calore _____	19
Figura 1.16: Rappresentazione grafica del funzionamento di una pompa di calore al fine di raffreddare gli ambienti. _____	19
Figura 1.17: installazioni geotermiche censite in Valle d'Aosta _____	20
Figura 1.18: Utilizzo geotermia a bassa entalpia suddiviso per settori, nel territorio valdostano ____	21
Figura 3.1: Riduzione emissioni di gas serra dal 1990 (raffigurante il 100% delle emissioni) al 2022 _____	30
Figura 3.2: Le fasi della storia del quadro normativo italiano _____	36

INDICE DELLE FIGURE

Figura 3.3: Passaggi per il rilascio delle Concessioni per la Coltivazione dell'Energia Geotermica per fluidi ad alta e media entalpia per sperimentazione impianti pilota con potenza elettrica massima di 5 MW	40
Figura 3.4: Passaggi per il rilascio delle Concessioni per la Coltivazione dell'Energia Geotermica per fluidi geotermici, differenziati a seconda che si tratti di alta entalpia (min 20 MW termici) o medio-bassa entalpia (max 20 MW termici)	41
Figura 3.5: Passaggi per il rilascio dell'Autorizzazione per il prelievo di acqua da pozzi geotermici ad una profondità massima di 400 m con produzione ad una potenza termica massima di 2 MW	42
Figura 3.6: Prospetto raffigurante il sistema per il rilascio dei permessi nella Regione Valle d'Aosta, suddivisa per i tre scaglioni di potenza installata	43
Figura 4.1: Grafico a torta raffigurante la quantità di produzione che potrebbe coprire l'energia geotermica al 2050	47
Figura 4.2: Step consigliati da Géothermie Suisse per l'avvio di un progetto geotermico	49
Figura 4.3: tappe consigliate da Géothermie Suisse per procedere agli scavi di esplorazione	50
Figura 4.4: Grafico a torta raffigurante la fetta di spesa suddivisa per ogni tappa necessaria all'implementazione del progetto	53
Figura 4.5: installo di sonde geotermiche a circuito chiuso suddiviso per anni	54
Figura 4.6: Dati, in sintesi, dell'esempio del Immobile Commerciale Helix a Cham	55
Figura 4.7: Dati, in sintesi, del sistema di riscaldamento residenziale a Lugano	56
Figura 4.8: Dati, in sintesi, del sistema di riscaldamento a Bulle	57
Figura 4.9: Dati, in sintesi, del sistema di riscaldamento a Seon	58
Figura 4.10: Dati, in sintesi, del sistema di riscaldamento a Riehen	59
Figura 4.11: rappresentazione del sistema di estrazione, riscaldamento degli edifici e reintroduzione nel sottosuolo della città di Riehen	59
Figura 5.1: Zone Alpine prese in considerazione nel contesto del progetto Interreg Alpine Space "Greta" 2015-2018	63
Figura 5.2: Mappa della Valle d'Aosta raffigurante le zone montuose (aree colorate) e la zona di fondo valle (area grigia)	64
Figura 5.3: Mappa raffigurante le installazioni geotermiche censite nel 2018 (rosso = circuito chiuso, verde = circuito aperto), con particolare attenzione ai circuiti aperti nei comuni Courmayeur e Champoluc	65
Figura 5.4: Potenziale Geotermico fino ad un massimo di 2.000 m.s.l.m.	66
Figura 5.5: Rappresentazione del potenziale geotermico per l'installazione di un circuito aperto con sonde di prelievo e scarico a 10 metri di distanza	67

INDICE DELLE FIGURE

Figura 5.6: Rappresentazione del potenziale geotermico per l'installazione di un circuito aperto con sonde di prelievo e scarico a 100 metri di distanza _____	67
Figura 5.7: I 5 Step per l'implementazione della campagna di prospezione geofisica _____	68
Figura 5.8: i quattro passaggi per la comunicazione ai cittadini _____	74
Figura 5.9: Rappresentazione del processo di mappatura del terreno _____	76
Figura 5.10: Esempio mappa in 2D effettuata nella città di Travers, Svizzera _____	76
Figura 5.11: Esempio mappa in 3D effettuata nella città di Ginevra, Svizzera _____	77