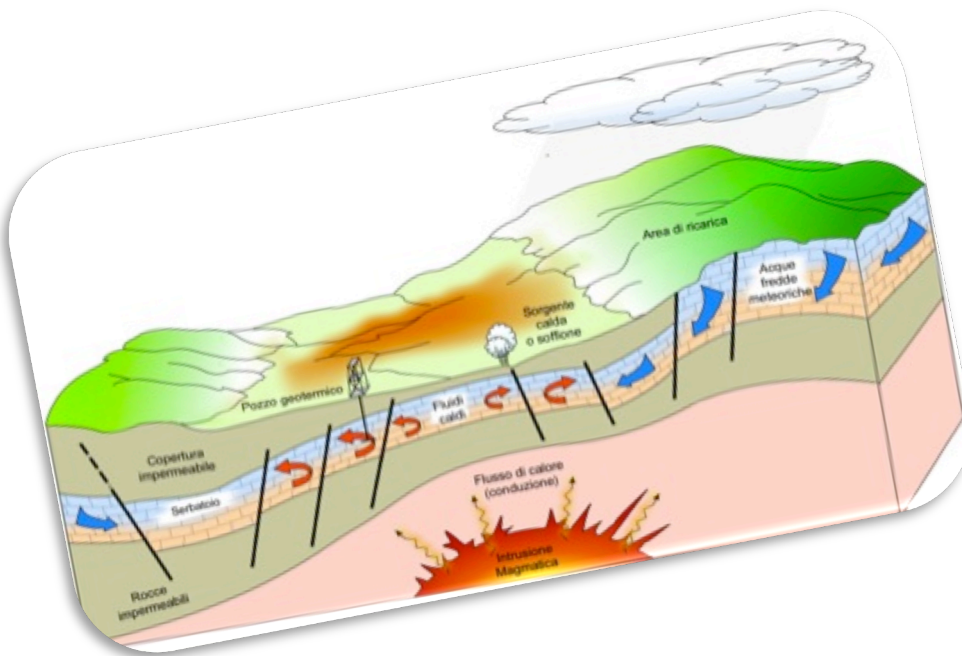




Consiglio Nazionale delle Ricerche  
Dipartimento Scienze del Sistema Terra  
e Tecnologie per l'Ambiente



## VIGOR-Valutazione del potenziale geotermico nelle Regioni della Convergenza



Rapporto Tecnico 4 (Annuale)  
Novembre 2011 - Novembre 2012

# Indice

<b>Executive Summary .....</b>	<b>1</b>
<b>Premessa e coordinamento del Progetto .....</b>	<b>3</b>
1.1 <i>Attività di coordinamento.....</i>	4
<b>WP1: Raccolta e organizzazione dei dati.....</b>	<b>5</b>
<b>WP2 e WP3: Valutazione delle risorse superficiali e profonde .....</b>	<b>5</b>
<b>WP4: studi di fattibilità per valutazioni geotermiche .....</b>	<b>7</b>
1.2 <i>Area campione di Rende .....</i>	7
1.3 <i>Area campione di Mondragone.....</i>	8
1.4 <i>Area campione di Termini Imerese.....</i>	9
1.5 <i>Area campione di Santa Cesarea.....</i>	9
1.6 <i>Area campione di Guardia Lombardi.....</i>	10
1.7 <i>Area campione di Mazara del Vallo.....</i>	11
1.8 <i>Area campione di Terme Caronte.....</i>	12
<b>WP5: Valutazione del potenziale geotermico.....</b>	<b>13</b>
1.9 <i>Valutazione del potenziale superficiale .....</i>	13
1.10 <i>Valutazione del potenziale geotermico profondo.....</i>	14
1.11 <i>Analisi energetica.....</i>	15
1.12 <i>Proposte impiantistiche.....</i>	16
<b>WP6: Disseminazione .....</b>	<b>22</b>
1.13 <i>Organizzazione e Partecipazione a Convegni, Seminari e Workshop.....</i>	22
1.14 <i>Produzione di materiali divulgativi e antenne di comunicazione .....</i>	22
<b>Conclusioni preliminari e criticità .....</b>	<b>24</b>
1.15 <i>Principali conclusioni .....</i>	24
1.16 <i>Criticità.....</i>	24
<b>Lista Allegati Tecnici .....</b>	<b>26</b>



## Executive Summary

Questa Relazione Annuale illustra le attività e i risultati conseguiti nel secondo anno di attività (da novembre 2011 a novembre 2012) del progetto VIGOR (Valutazione del potenziale Geotermico delle Regioni Convergenza), che ha lo scopo di fornire ai potenziali utilizzatori informazioni atte ad avviare attività di prospezione e di utilizzo dell'energia da fonte geotermica, attraverso la realizzazione di una puntuale attività di ricognizione, analisi e studio finalizzata a sistematizzare ed ampliare le conoscenze del potenziale naturale e delle possibilità di valorizzazione della risorsa geotermica sul territorio delle Regioni Campania, Calabria, Puglia e Sicilia.

Il secondo anno di attività ha visto il completamento degli studi di dettaglio in quattro delle otto aree pilota, per le quali è stato possibile basare le valutazioni anche su dati di pozzo. In tre di queste (Bari in Puglia, Mazara del Vallo in Sicilia e Guardia Lombardi in Campania) i pozzi erano già presenti al momento dello studio; a Rende, in Calabria, è stato eseguito un sondaggio esplorativo e un test di risposta termica. L'analisi approfondita dei dati disponibili, inclusi quelli in profondità, ha permesso di ricostruire il modello di circolazione dei fluidi geotermici o lo stato termico del sottosuolo, portando alla individuazione delle aree nelle quali eseguire eventuali nuovi sondaggi per il prelievo e reimmissione di acqua dal sottosuolo o per lo scambio termico. Queste informazioni sono andate a corredo delle proposte impiantistiche sviluppate in contemporanea alla valutazione geologica. I documenti prodotti per ciascuna area hanno evidenziato il procedere delle valutazioni, fornendo esempi concreti di esplorazione geotermica e valutazione impiantistica ed economica: dagli studi di pre-fattibilità ai rapporti di fattibilità tecnica. Nelle aree nelle quali sono previsti i sondaggi (Mondragone in Campania, Santa Cesarea Terme in Puglia, Terme Caronte in Calabria e Termini Imerese in Sicilia) sono stati stilati i rapporti di valutazione della risorsa e le proposte impiantistiche, ma occorre attendere che siano disponibili i dati dei sondaggi per chiudere definitivamente gli studi di fattibilità.

I rapporti di prefattibilità e di fattibilità geologica (valutazione della risorsa nel sottosuolo) e di valutazione impiantistica ed economica sono, al momento della stesura di questo Rapporto, disponibili nell'area *privata* del sito web del Progetto (<http://vigor-geotermia.it>). Si stanno predisponendo i rapporti di fattibilità completa delle quattro aree con disponibilità di pozzi. Tali rapporti sono costruiti sulla base dei rapporti già stilati, in quanto sintetizzano i dati di valutazione del sottosuolo e li corredano con la valutazione impiantistica ed economica, e con la descrizione dei documenti necessari alle richieste autorizzative. I primi quattro rapporti saranno presto resi disponibili nell'area *pubblica* del sito web di Progetto. A corredo dei rapporti tecnici sono state elaborate tavole e cartografie tecniche in due diversi formati. Il formato di stampa è stato organizzato in modo che ciascuna mappa riporti chiaramente l'ambito progettuale al quale si riferisce. Oltre che in formato di stampa, le cartografie sono disponibili anche tramite la piattaforma WebGIS raggiungibile al sito web del Progetto: molti documenti sono in questo momento già disponibili e tutti comunque saranno a disposizione del pubblico entro dicembre 2012.

Nelle valutazioni regionali sono state predisposte mappe preliminari del potenziale geotermico superficiale e profondo per le quattro regioni di riferimento. Il completamento delle mappe è previsto nel corso del terzo anno. Sono comunque già disponibili, tramite WebGIS, diverse mappe regionali di



parametri di riferimento (temperatura media annua dell'aria, flusso di calore e vincoli) e le nuove mappe verranno caricate e rese disponibili man mano che saranno ultimate.

L'attività di disseminazione si è svolta tramite i numerosi eventi organizzati in ambito VIGOR (due convegni nazionali e otto seminari tecnici regionali) e la presentazione degli studi a diverse occasioni tecnico-scientifiche. Si stima che quasi 1000 persone siano state coinvolte negli eventi. Sono stati completati diversi opuscoli informativi che descrivono gli impianti studiati nel corso del progetto. Il primo, riferito a impianti di climatizzazione, è già disponibile nella sua forma editoriale tramite il sito web. Altri due documenti, relativi a impianti per usi diretti del calore e a grandi impianti geotermici per produzione di energia elettrica, teleriscaldamento e cogenerazione, sono in fase di elaborazione: si prevede la loro disponibilità in forma editoriale completa nel giro di pochi mesi.

Con l'occasione dello studio dei documenti necessari alla presentazione delle domande di permesso di ricerca e di concessione per impianti geotermici, è stato stilato un rapporto descrittivo dell'iter autorizzativo e delle normative che regolano tutte le tipologie d'impianto. Il rapporto descrive l'attuale situazione a livello nazionale e regionale nelle quattro regioni di riferimento. Questo documento, il primo di questo genere disponibile in Italia, pur non entrando in una trattazione critica della situazione, offre spunto per considerazioni sullo stato attuativo di normative nazionali e sull'ordinamento degli iter autorizzativi, spesso molto lunghi e complessi nel caso di impianti geotermici.

La tempistica necessaria all'espletamento delle gare per le attività di perforazione dei pozzi esplorativi, secondo quanto previsto dal progetto, alla luce della complessa documentazione necessaria per il rispetto degli adempimenti di trasparenza e pubblicità e dell'esigenza di avviare la gara successivamente al completamento del processo di identificazione delle zone in cui eseguire i sondaggi, ha reso necessaria una richiesta di proroga per il completamento delle attività di Progetto.

La proroga, già accordata dal Ministero, permetterà di completare i quattro rapporti di fattibilità delle aree nelle quali sono previsti i sondaggi (Mondragone in Campania, Santa Cesarea Terme in Puglia, Terme Caronte in Calabria e Termini Imerese in Sicilia) con dati puntuali riferiti alla risorsa intercettata dai sondaggi, e al contempo di ampliare il pubblico raggiunto dai canali di disseminazione, affrontando il problema della scarsa informazione sulle tecnologie geotermiche. Tale mancanza è resa molto evidente dal notevole interesse dimostrato al Progetto nel corso di questi due anni di attività in corso, e dalla scarsa conoscenza di geotermia manifestata.

Una nuova e potenziata strategia di disseminazione e il completamento dei documenti tecnici e informativi porteranno non soltanto un'accresciuta visibilità dei risultati raggiunti con il Progetto, ma anche la consapevolezza che le tecnologie geotermiche possono e devono affrontare con maggiore vigore le sfide energetiche che l'Italia si pone, per uno sviluppo di un'economia legata anche all'ambito energetico nei territori di riferimento, in totale armonia con l'ambiente e con la dovuta cura degli aspetti sociali e civili.

Dott.ssa Adele Manzella  
Coordinatore Scientifico  
Progetto VIGOR



## Premessa e coordinamento del Progetto

Il documento illustra le attività e i risultati conseguiti tra **novembre 2011 e novembre 2012** nell'ambito del Progetto VIGOR (Valutazione del Potenziale Geotermico delle Regioni Convergenza), in accordo alle previsioni di cui all'art. 6 dell'Intesa Operativa tra il Ministero dello Sviluppo Economico-Dipartimento per l'Energia-Direzione Generale per l'Energia Nucleare, le Energie Rinnovabili e l'Efficienza Energetica ("MiSE-DGENRE") e il Consiglio Nazionale delle Ricerche-Dipartimento Terra e Ambiente ("CNR-DTA"), sottoscritta in data 22/10/2010.

Il Progetto risponde all'esigenza di preconstituire condizioni favorevoli alla progettazione e la costruzione di modelli d'intervento integrati in relazione alla produzione di energia da fonti rinnovabili, nonché di supportare il consolidamento, l'accrescimento e la diffusione di informazioni e know-how che possano consentire decisioni consapevoli da parte delle amministrazioni e della popolazione. Il progetto ha lo scopo di fornire ai potenziali utilizzatori informazioni atte ad avviare attività di prospezione e di utilizzo dell'energia da fonte geotermica, attraverso la realizzazione di una puntuale attività di ricognizione, analisi e studio, finalizzata a sistematizzare ed ampliare le conoscenze del potenziale naturale e delle possibilità di valorizzazione della risorsa geotermica sul territorio delle Regioni Campania, Calabria, Puglia e Sicilia. Il Progetto intende produrre inoltre tutti gli elementi di conoscenza necessari (fattibilità tecnica ed economica) ad effettuare progetti esecutivi di utilizzo delle risorse geotermiche nelle Regioni citate, entro una profondità media adeguata (5 km), per produrre energia elettrica, condizionamento climatico di ambienti e per utilizzare il calore geotermico nell'ambito di ulteriori utilizzazioni in campo industriale, agroalimentare e turistico-termale. Viene inoltre curata la promozione della risorsa geotermica e dei suoi utilizzi e la divulgazione, al fine di sviluppare la coscienza della popolazione.

Le attività descritte si riferiscono a quanto effettuato dal Dipartimento Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente (nuovo Dipartimento del CNR che sostituisce il Dipartimento Terra e Ambiente) e dai diversi istituti del CNR che fino ad oggi hanno contribuito al Progetto, ovvero l'Istituto di Geoscienze e Georisorse (IGG) che ha il compito di coordinare le attività scientifiche del Progetto, l'Istituto per l'Ambiente Marino e Costiero (IAMC), l'Istituto per la Ricerca Sulle Acque (IRSA), l'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica (IRPI), l'Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente (IREA), l'Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale (IMAA), l'Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria (IGAG), l'Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali (IDPA), l'Istituto per i Processi Chimico-Fisici (IPCF) e l'Istituto di Tecnologie Avanzate per l'Energia (ITAE).

Il Progetto era previsto terminare nell'Ottobre 2012. A causa di ritardi nell'organizzazione e espletamento delle gare per lo svolgimento dei sondaggi previsti in quattro delle otto aree di studio di dettaglio, congiuntamente alla necessità di procedere con una più capillare azione di disseminazione dei risultati del progetto, è stata richiesta dal CNR una proroga per la consegna di alcuni prodotti previsti.

In questa relazione si descrive l'attività svolta durante il secondo anno di attività, che ha portato alla consegna di gran parte dei prodotti previsti nel programma originale.



## **Attività di coordinamento**

Il coordinamento del Progetto ha visto la partecipazione a diverse riunioni, che a seconda dell'occasione comprendevano i partecipanti alle attività del Progetto (Istituti CNR), rappresentanti del Ministero e delle Regioni, i responsabili della gestione amministrativa del Progetto e i professionisti chiamati a coadiuvare nelle attività. Queste riunioni sono state in numero minore rispetto a quanto fatto nel primo anno, e sono state utilizzate soprattutto per verificare, chiarire e consolidare il lavoro avviato nel primo anno.

Nell'estate del 2012 è stato stilato un rapporto, chiamato VIGORmecum, che raccoglieva le indicazioni e istruzioni per l'elaborazione e la consegna dei prodotti (rapporti tecnici e elaborati cartografici) previsti nel progetto. Il documento, consegnato al Ministero già nello scorso Rapporto 3, è disponibile nel sito web del progetto (<http://vigor-geotermia.it>), nella parte privata (cioè accessibile tramite userid e password. Queste ultime sono state fornite al Ministero e alle Regioni interessate).

Il coordinamento ha visto anche l'organizzazione delle attività dei sondaggi esplorativi, con l'assegnazione dell'incarico di svolgimento e organizzazione delle gare all'Istituto CNR-IRPI. La scelta è stata determinata sia dal riconoscimento delle competenze tecniche e amministrative necessarie, guadagnata da precedenti esperienze analoghe, sia dalla necessità di non gravare su istituti, quali l'IRSA, che aveva avuto già incarichi onerosi nel precedente periodo (si ricorda che CNR-IRSA ha seguito la gara per le attività di geofisica elitrasportata svolte in Sicilia).





## WP1: Raccolta e organizzazione dei dati

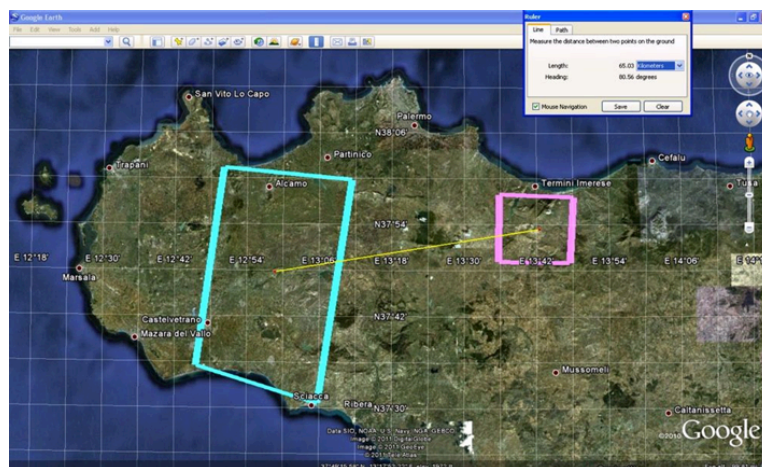
Durante il secondo anno le attività del WP1 si sono riferite principalmente alla definizione dei modelli utili per la produzione dei prodotti cartografici e GIS (Sistemi Informativi Territoriali), e alla produzione e verifica dei prodotti forniti dai diversi gruppi di lavoro. Si è inoltre provveduto all'allestimento e caricamento dei prodotti cartografici disponibili sul sito WebGIS, a cui si accede pubblicamente tramite il sito web del Progetto.

I dati, come già descritto nei rapporti scorsi, vengono condivisi tra i gruppi di lavoro mediante piattaforme appositamente costituite (Geonetwork per la condivisione di dati cartografici, VIGORBib per la condivisione di documenti elettronici). Tutti gli strumenti di condivisione sono stati ampiamente utilizzati nel corso del progetto, dimostrando le grandi capacità (ed i limiti) e soprattutto la loro efficacia in attività quale quella di VIGOR, un Progetto che vede la partecipazione di numerose persone in molti luoghi. La condivisione e la possibilità di utilizzare collegamenti in remoto hanno ridotto moltissimo la necessità di spostamenti e di riunioni.

## WP2 e WP3: Valutazione delle risorse superficiali e profonde

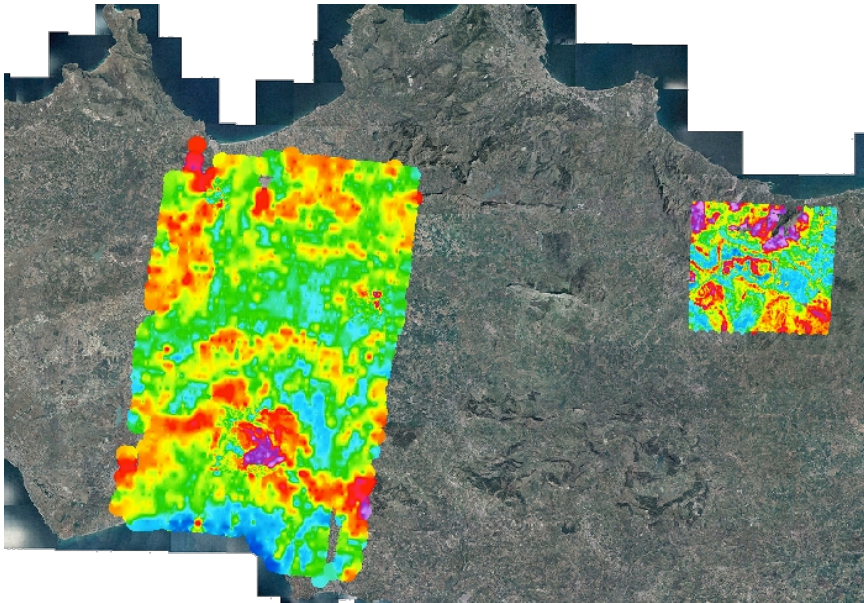
Nell'estate del 2012 sono stati prodotti e consegnati gli studi di pre-fattibilità delle otto aree di dettaglio, già descritti nel Rapporto 3 (semestrale). I rapporti sono disponibili sul sito web del Progetto, nell'area privata. Questi rapporti hanno descritto le valutazioni della risorsa sulla base dei dati disponibili in letteratura, e hanno indicato gli studi di approfondimento che si intendevano perseguire in VIGOR, mediante l'integrazione di dati di varia natura (geologica, geochimica e geofisica) e la modellistica integrata per il completamento degli schemi concettuali di circolazione dei fluidi geotermici. Gli studi sono stati quindi completati nel WP4, con l'elaborazione dei rapporti di fattibilità tecnica 1 (valutazione del sottosuolo) e sono descritti nel capitolo successivo.

L'attività di geofisica elitrasmportata, che si riferisce alla valutazione delle risorse superficiali, è proseguita nell'anno con l'analisi dei dati TDEM da elicottero in due aree della Sicilia (Fig. 1).



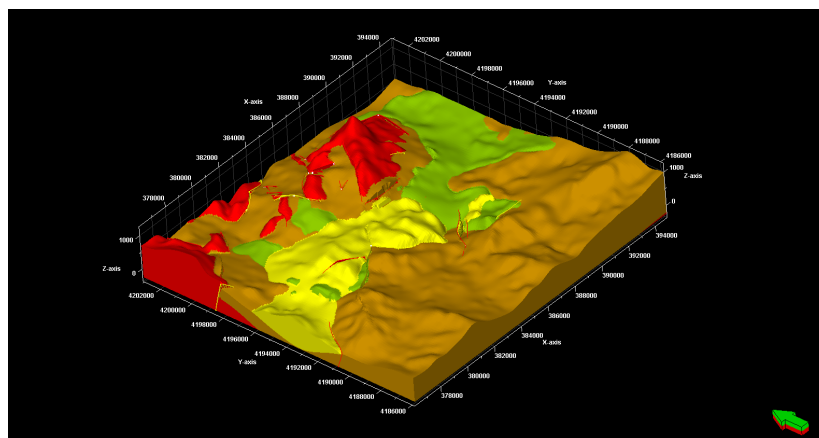
*Fig. 1 – Le due aree investigate con la geofisica elitrasmportata*

I risultati dell'analisi dati è stata descritta nel Rapporto 3, ma si può dire in sintesi che i dati sono stati analizzati nel dettaglio e hanno prodotto modelli tridimensionali di distribuzione dei dati di resistività elettrica, sottostanti le due aree investigate nella Sicilia Occidentale, a raggiungere profondità di 150-200 m. Con i modelli a disposizione è possibile ottenere mappe di distribuzione di resistività lungo piani (come ad es. in Figura 2), e sezioni verticali.



*Fig. 2 – Esempio di distribuzione di resistività a 5 m di profondità dal piano campagna*

Questi dati sono ora in fase di interpretazione, mediante confronto con la geologia di superficie, a determinare la distribuzione in profondità di unità geologiche di riferimento distinguibili con la resistività. Questo sta permettendo la ricostruzione del modello geologico e “lito-elettrico” tridimensionale del sottosuolo (già parzialmente ottenuto nell'area a sud di Termini Imerese. Un esempio in Figura 3).



*Fig. 3 – Modello preliminare di sottosuolo ottenuto nell'area a sud di Termini Imerese*



Una volta definiti i modelli lito-elettrici, le interpretazioni seguiranno due procedure: 1) si cercherà di individuare le caratteristiche in profondità di circuiti idrotermali intercettati (ad esempio quelli che danno luogo alle sorgenti termali presenti nelle aree investigate), 2) si cercherà di definire modelli tridimensionali di distribuzione delle proprietà termiche del sottosuolo, e quindi volumi di geoscambio. L'approccio 1 proseguirà nell'ambito del WP2, mentre l'approccio 2) verrà svolto congiuntamente alle valutazioni regionali di geoscambio del WP5.

Le attività del WP3 sono da considerarsi concluse, mentre quelle del WP2 proseguono con l'interpretazione dei dati geofisici per la valutazione di risorse superficiali.

## **WP4: studi di fattibilità per valutazioni geotermiche**

Allegati a questo Rapporto vengono consegnati tutti gli studi di fattibilità per quanto concerne la valutazione delle risorse nel sottosuolo. Gli studi sono stati identificati con il titolo "Rapporti di Fattibilità Tecnica 1" per evidenziare i vari gradi di approfondimento. Con gli studi di pre-fattibilità sono state descritte le analisi e valutazioni basate su dati pregressi, che si sono concluse con una programmazione di nuove attività di valutazione. Gli studi di Fattibilità Tecnica 1 sono basati sull'analisi dei nuovi dati e sul modello integrato che porta alla definizione del modello di circolazione geotermica sotterranea, e si concludono con la proposta per l'ubicazione dei pozzi per le indagini esplorative profonde (qualora non ce ne siano già presenti) o con le indicazioni derivate dai dati di pozzo presenti. Nelle quattro aree per le quali sono previsti sondaggi esplorativi, i risultati di questi sondaggi vengono descritti nel rapporto di Fattibilità Tecnica 2. Gli studi effettuati e descritti in dettaglio nei Rapporti di Fattibilità Tecnica 1 e 2 verranno quindi sintetizzati e accorpati alle proposte impiantistiche descritte in WP5, a costituire i Rapporti di Fattibilità Completi di parte impiantistica e valutazione economica.

A corredo dei rapporti tecnici sono state elaborate tavole e cartografie tecniche in due diversi formati. Il formato di stampa è stato organizzato in modo che ciascuna mappa riporti chiaramente l'ambito progettuale al quale si riferisce, con un cartiglio che riporta il logo del progetto e degli enti di riferimento, oltre alle informazioni tecniche necessarie. Oltre che in formato di stampa, le cartografie sono disponibili anche tramite la piattaforma WebGIS raggiungibile dal sito web del Progetto: molti documenti sono in questo momento già disponibile e tutti comunque saranno a disposizione del pubblico entro la fine dell'anno 2012.

Si descrivono qui brevemente i principali risultati dei rapporti presentati.

### **Area campione di Rende**

Lo sfruttamento delle risorse geotermiche nell'area di studio di Arcavacata di Rende – comprendente la zona di nuova edificazione nell'ambito del polo universitario Unical – può rivelarsi una prospettiva promettente per la riduzione dei consumi di energia proveniente da fonti non rinnovabili sia degli insediamenti pubblici (es. Università della Calabria e Consiglio Nazionale delle Ricerche) sia privati (es. area industriale). A Rende – e, più in generale, in molte aree vallive dell'Italia meridionale – un'esigenza molto sentita è quella del raffrescamento estivo. I rilievi opportunamente effettuati ed i dati disponibili, relativi a sondaggi e pozzi pre-esistenti (effettuati per altre finalità), indicano la presenza di: una prima falda freatica superficiale e stagionale; una seconda falda a circa 40 m dal piano campagna, con temperature dell'ordine dei 16-17°C; una terza falda in pressione a circa 250 m dal



piano campagna, con temperature di circa 33-36°C. Al fine di verificare più in dettaglio la possibilità di utilizzo della risorsa geotermica e di valutare quantitativamente la sua utilizzabilità per il sito di interesse, è stata effettuata una campagna di tomografia geoelettrica ed i dati sono stati interpretati alla luce di considerazioni geologiche e idrogeologiche. Gli studi hanno confermato l'eterogeneità del sottosuolo e hanno permesso la ricostruzione schematica delle principali caratteristiche idrauliche sottostanti l'area di studio, descritte in dettaglio nell'Allegato **Rapporto di fattibilità tecnica 1 - Area di Rende**. Successivamente è stata effettuata una prova "GRT" con perforazione a distruzione di nucleo, spinta fino a ca. 125 m dal p.c. L'esame del *cutting* durante la perforazione ha consentito di confermare la successione dei litotipi ipotizzati negli schemi preliminari. Le temperature riscontrate nel sottosuolo tra il piano campagna e i 120 m di profondità variano nell'intervallo 16,9-17,5 °C. Nell'Allegato **Rapporto di fattibilità tecnica 2 - Area di Rende**, sono descritti nel dettaglio i risultati ottenuti.

### **Area campione di Bari**

Il sito CNR-IRSA di Bari, distante circa 2 km dalla linea di costa ad un'altitudine di 15 m sul livello del mare, è collocato nell'area industriale di Bari-Modugno che ha un'estensione di circa 16 km<sup>2</sup> (Fig. 1). La risorsa geotermica è qui rappresentata dalla falda idrica circolante, con modesta pressione, nell'acquifero carbonatico carsico alla profondità di circa 12÷13 m da p.c., una quota di poco superiore a 2 m sul livello del mare. Le conoscenze acquisite nell'ambito delle attività del progetto VIGOR hanno confermato il modello concettuale di circolazione dell'area di interesse. Il serbatoio geotermico è qui rappresentato dall'acquifero carbonatico costiero, costituito da calcari mesozoici variamente fratturati, carsificati e dislocati da faglie dirette. Esso ospita una falda che circola localmente in pressione, frazionata su più livelli a causa della presenza di intervalli, di spessore variabile, di roccia compatta e anidra. La falda è ricaricata dall'alto nelle aree più interne e lontane dalla costa anche se la presenza di fossi e lame, laddove privi di coperture alluvionali, costituisce via di infiltrazione preferenziale. La temperatura dell'acqua di falda è, in quest'area, mediamente più alta rispetto alle zone limitrofe e pari a 19-20 °C. La conducibilità elettrica, già mediamente elevata nei primi metri d'acqua (2 mS/cm), aumenta discontinuamente con la profondità, arrivando a toccare valori di oltre 7 mS/cm alla profondità di 38m sotto il livello idrico. Tale andamento è legato al fenomeno dell'intrusione marina, in quanto la falda è sostenuta alla base dalle acque di intrusione marina ed è caratterizzata da una direzione di flusso media SW-NE perpendicolare alla linea di costa. Il suo recapito finale è rappresentato dal mare per mezzo di una serie di scaturigini per lo più di tipo diffuso e quindi di difficile individuazione. Le prove di pompaggio per simulare l'estrazione di acqua di falda necessarie all'impianto a circuito aperto proposto per quest'area sono state accompagnate da un monitoraggio chimico e fisico delle condizioni di sottosuolo. Le prove non evidenziano variazioni chimico-fisiche sostanziali rispetto allo stato naturale. Il rapporto di fattibilità, in Allegato **Rapporto di fattibilità tecnica 1 - Area di Bari**, si conclude con le indicazioni necessarie per l'ubicazione dei pozzi di estrazione e reimmissione.

### **Area campione di Mondragone**

Il sistema geotermico presente nell'area comunale di Mondragone non è mai stato investigato con prospezioni dirette, tuttavia i dati indicano la presenza di una risorsa geotermica tale da sostenere presumibilmente lo sviluppo di progetti dedicati all'utilizzo diretto della risorsa. Nell'area oggetto di



studio è stata individuata una zona, denominata “località Padule”, con una risorsa geotermica superficiale di 30-45°C, che risulta di facile accesso per lo sviluppo di attività ricreative nel Comune di Mondragone. Una risorsa caratterizzata da temperature maggiori ( $T \leq 150^\circ\text{C}$ ) è stata individuata a profondità maggiori, utile per lo sviluppo di un sistema di teleriscaldamento per gli edifici pubblici (scuole) del Comune di Mondragone. Sebbene tale risorsa presenta rischi e costi di realizzazione maggiore rispetto a quella meno calda e meno profonda, è stata comunque investigata per l’elevata potenzialità di risparmio per il Comune di Mondragone. Un pozzo di 400 m è stato raccomandato per una caratterizzazione quantitativa della risorsa geotermica e per la valutazione di un ulteriore potenziale di sviluppo. L’ubicazione del pozzo proposta, e gli studi che hanno portato alla valutazione della risorsa e definizione del modello concettuale, sono descritti nell’Allegato **Rapporto di fattibilità tecnica 1 - Area di Mondragone**.

### **Area campione di Termini Imerese**

Nell’area di Termini Imerese sono presenti delle emergenze termali note sin dall’antichità, tanto da dare origine al nome della cittadina. Le due emergenze ubicate in corrispondenza dei due stabilimenti termali di Termini Imerese hanno attualmente una portata media complessiva di circa 10-15 l/s, che ha subito però nel tempo variazioni riconducibili a eventi sismici. Il rilevamento geologico e geologico-strutturale ha permesso di dettagliare maggiormente la geologia dell’area rispetto alla cartografia edita recentemente alla scala 1:50000 nell’ambito del progetto CARG. Il deflusso idrico sotterraneo investe diverse idrostrutture i cui rapporti geometrici ed idraulici in parte sono stati individuati nelle porzioni affioranti, mentre per le strutture sepolte la loro definizione risulta più problematica. Un accurato rilevamento idrogeologico sul campo ha permesso di individuare e censire i punti d’acqua (sorgenti e pozzi) significativi, soprattutto da un punto di vista geotermico, e di effettuare nuove analisi geochimiche, che hanno comunque confermato i dati preesistenti. Questi dati, ed i dati geofisici di nuova acquisizione (sismici e geoelettrici) hanno permesso di ipotizzare il modello concettuale di circolazione dei fluidi termali, descritto in dettaglio nell’Allegato **Rapporto di fattibilità tecnica 1 - Area di Termini**. L’ubicazione proposta per il sondaggio, teso a investigare le circolazioni di fluidi con temperature di oltre 40°C, è quella che offre prospettive interessanti per la ricerca di acque calde a bassa entalpia e poche difficoltà logistiche.

### **Area campione di Santa Cesarea**

Le sorgenti termali di Santa Cesarea Terme sgorgano in quattro grotte carsico-marine (Fetida, Solfurea, Gattulla e Solfatarà) ubicate alla base di un tratto, lungo circa 500 m, di una falesia del territorio salentino. Le loro acque, caratterizzate da temperature, in superficie, intorno ai 20-30°C sono attualmente utilizzate per la cura di alcune patologie, quali quelle respiratorie e dell’apparato locomotore. Lo studio di fattibilità che ha portato ad una valutazione delle risorse sotterranee è Allegato con il nome di **Rapporto di fattibilità tecnica 1 - Area di Santa Cesarea Terme**.

Alla luce dei risultati conseguiti fino ad oggi, è possibile ipotizzare che le sorgenti termali in esame siano alimentate da circuiti di acque marine che si infiltrano in profondità, oltre 1 km, nel substrato del fondale marino antistante la zona costiera in esame, interessato da numerose strutture tettoniche. Tali acque risalirebbero in terraferma in corrispondenza di un alto strutturale carbonatico, quello di Santa Cesarea-Cerfignano, dislocato da diverse faglie che, con componente trascorrente, hanno, presumibilmente, prodotto condotti strutturali sub-verticali. Tali lineamenti tettonici e le forme



carsiche (ipogee ed epigee) rilevate nell'area, controllate dagli stessi lineamenti, hanno quindi reso l'ammasso carbonatico poroso e permeabile, permettendo una circolazione più rapida favorendone quindi la risalita dei fluidi geotermici nella zona di Santa Cesarea Terme.

Sulla terraferma, la zona dell'anomalia termica è alquanto circoscritta, estesa al massimo 1 km lungo costa e per meno di 2 km nell'entroterra. Essa è parte dell'acquifero costiero salentino, in cui le acque dolci di falda (meno dense) sono sostenute alla base da acque salate di origine marina (più dense), penetrate nell'entroterra. La presenza di questa stratificazione di densità in seno all'alto strutturale, rende difficile l'ipotesi che le acque di pioggia si possano infiltrare a notevoli profondità per potersi "riscaldare" e quindi attraversare le zone con acqua salmastra o salata.

Evidenze di un apporto di acque d'origine profonda sotterranea delle acque termali sono fornite sia dagli isotopi ( $\delta D$ ,  $\delta^{18}O$ , Trizio) sia dagli elementi minori (I, Br, Li, Sr<sup>2+</sup>), nonché dai valori delle quote piezometriche registrate in alcuni pozzi termali, quest'ultime maggiori di quelle tipiche della falda salentina, misurate nelle aree immediatamente circostanti. Inoltre, il lieve arricchimento in  $\delta^{18}O$  rispetto all'acqua di mare, suggerisce che le acque sorgive derivino da acque marine che hanno subito un processo di evaporazione mentre il contenuto in trizio indica un'età delle acque precedente a quella dell'incremento di trizio antropogenico nell'atmosfera.

Al fine di avvalorare l'ipotesi di un'alimentazione da mare delle acque sorgive termali e definire con maggiore accuratezza la risorsa geotermica si prevede di effettuare un sondaggio esplorativo in terraferma, con profondità maggiori dei 400 m dal p.c. tale da raggiungere profondità adeguate con acque termali più calde rispetto a quelle emerse in superficie.

### **Area campione di Guardia Lombardi**

Il sito di Guardia dei Lombardi, ubicato in Campania nella provincia di Avellino, è associato ad una ben nota anomalia termica nel sottosuolo che ne aveva messo in risalto il possibile interesse, già dagli anni '80, quale risorsa geotermica di media entalpia. Nell'Allegato **Rapporto di fattibilità tecnica 1 - Area di Guardia Lombardi** viene descritta l'approfondita valutazione della risorsa geotermica e il vasto e multidisciplinare programma di studi che hanno incluso la geologia, la geofisica, la geochimica e l'idrogeologia. Le attività svolte in questo sito hanno potuto avvantaggiarsi anche della disponibilità di dati acquisiti nei decenni passati, durante diverse campagne di prospezione realizzate nell'area per la ricerca di idrocarburi, che hanno fornito preziose informazioni sull'assetto stratigrafico e strutturale di sottosuolo.

La rielaborazione integrata di tutte le informazioni raccolte ha permesso di definire la presenza di un serbatoio geotermico principale rappresentato da rocce carbonatiche fratturate (intervallo Cretacico-Eocene della piattaforma carbonatica Apula). L'assetto strutturale del serbatoio è caratterizzato da pieghe sepolte generate (principalmente nel corso del Pliocene) dallo sviluppo di sovrascorrimenti, in seguito dislocate da faglie estensionali nel corso del Pleistocene. Le profondità del serbatoio geotermico sono variabili da circa 1125 m al di sotto del piano campagna (circa -250 m al di sotto del livello del mare), in corrispondenza del pozzo *Monte Forcuso 1*, a circa 2315 m al di sotto del piano campagna nel pozzo *Bonito 1 Dir* (circa -1750 m al di sotto del livello del mare).

La matrice della roccia serbatoio ha in generale porosità e permeabilità da basse a trascurabili, mentre negli intervalli più fratturati si registrano valori rilevanti di permeabilità efficaci (dell'ordine dei 100-150 mD).



I fluidi presenti nel serbatoio geotermico sono rappresentati da *gas cap* (cappa di gas) di CO<sub>2</sub> sovrapposto su acqua salmastra nella parte centrale della culminazione e da acqua salina lungo i fianchi dell'anticlinale sepolta e nelle zone circostanti. I dati disponibili evidenziano nel pozzo *Bonito 1 Dir* temperature che raggiungono 125°C a circa -2300 m al di sotto del livello del mare e un regime di pressione sostanzialmente idrostatico; i dati di pressione disponibili negli altri pozzi sono meno indicativi ma sembrano suggerire la sostanziale continuità idraulica del serbatoio geotermico. Sulla base dei dati esistenti, è possibile ipotizzare che le discontinuità strutturali che potrebbero influenzare principalmente la migrazione dei fluidi presenti nel serbatoio geotermico siano associate a direzioni circa NW-SE.

Per poter valutare le possibilità estrattive è stata realizzata un'apposita simulazione numerica del comportamento del serbatoio geotermico nel settore del pozzo *Bonito 1 Dir* che ha messo in evidenza un potenziale di estrazione sostenibile per almeno 20 anni di 13.5 kg/s, nel caso di pozzo singolo, e di circa 20 kg/s, nel caso di estrazione con reiniezione.

Su queste basi sono stati formulati diversi scenari di riferimento per la valutazione delle soluzioni impiantistiche che contemplano lo sfruttamento della risorsa geotermica con e senza reiniezione, preferibilmente nella zona del pozzo *Bonito 1 Dir* o in subordine nel settore del pozzo *Monte Forcuso 1*.

### **Area campione di Mazara del Vallo**

In quest'area i dati disponibili indicano la presenza di una risorsa geotermica di media entalpia, ospitata nei settori di serbatoio carbonatico confinati dal potente spessore di successioni clastico-terrigena ed alimentata essenzialmente dalle parti affioranti degli stessi termini carbonatici, ma anche coperture terrigene, a luoghi, possono essere zone minori di infiltrazione delle acque meteoriche. Incrociando i dati di superficie (carte geologiche disponibili) con quelli del sottosuolo sia diretti (stratigrafie dei pozzi per idrocarburi) che indiretti (sezioni geologiche, interpretazione di gravimetrie e dei numerosi profili sismici) è stato possibile definire in profondità l'andamento del tetto delle unità carbonatiche, sede del serbatoio geotermico. Le acque di ricarica che si infiltrano nel serbatoio tendono a scaldarsi man mano che si approfondiscono (con un gradiente di circa 10° C a km), fino a raggiungere una temperatura di circa 90-100 °C nelle parti sommitali di serbatoio più lontane dalle principali zone di ricarica. Nelle parti sepolte del serbatoio, le acque termali si muovono seguendo moti convettivi, più o meno efficaci in base alle permeabilità, che tendono ad omogeneizzare le temperature all'interno del serbatoio. Nelle zone in cui il tetto delle unità carbonatiche è più superficiale (alto strutturale) come quella raggiunta dal pozzo *Gazzera 1* all'interno dell'area di studio, si ritrovano temperature paragonabili a quelle delle zone più profonde del serbatoio. Per tale motivo si conclude che sarebbe meglio intercettare i fluidi geotermici in zone di alto strutturale, in quanto questi hanno termalità tipiche dei settori più profondi ma richiedono minori profondità di perforazione e quindi con minori costi.

Per poter valutare le possibilità estrattive è stata realizzata un'apposita simulazione numerica del comportamento del serbatoio geotermico nel settore del pozzo *Gazzera 1* che ha messo in evidenza un potenziale di estrazione sostenibile per almeno 20 anni di 12 kg/s, nel caso di pozzo singolo.

I dettagli della valutazione sono descritti nell'Allegato **Rapporto di fattibilità tecnica 1 - Area di Mazara**.





## **Area campione di Terme Caronte**

Quest'area è stata scelta in collaborazione tra il CNR e la regione Calabria in quanto considerata di interesse per l'attuazione del Progetto, sia per la presenza di acque termali (Terme Caronte) mineralizzate e calde con una temperatura all'uscita di circa 39°C e sia per le possibili potenzialità in termini di sfruttamento delle eventuali risorse geotermiche profonde per un uso nei settori produttivi dell'area. I nuovi rilievi geologici (geo-strutturali, geomorfologici, idrogeologici) di superficie, le nuove indagini geochimiche (48 campionamenti), le nuove prospezioni geofisiche (MT, DERT, Sismica, ERT) e le elaborazioni (re-processing) dei dati sismici forniti dall'ENI hanno permesso di definire un modello concettuale della risorsa geotermica presente nell'area di studio, descritto in dettaglio nell'Allegato **Rapporto di fattibilità tecnica 1 - Area di Caronte**. Le sorgenti di Terme Caronte non hanno elevati mescolamenti con quelle superficiali, dimostrando la presenza di una risalita rapida lungo la fascia di interferenza tra due sistemi tettonici. Inoltre, considerando un gradiente termico medio di 30-33°C/km, si può ipotizzare una profondità del circuito compresa tra 2 e 3 km, prendendo in considerazione la temperatura stimata in profondità (55-60°C). Infine, vista la presenza di elementi che descrivono le acque della sorgente Terme Caronte di origine meteorica con scambio acqua-roccia di tipo carbonatico, si ipotizza che il serbatoio geotermico è alimentato dalle acque di pioggia che si infiltrano nel settore meridionale del massiccio della Sila, penetrando nelle unità metamorfiche superficiali mostrando una permeabilità per fatturazione soprattutto lungo le zone caratterizzate da strutture tettoniche molto importanti a carattere regionale. Una volta infiltratesi, le acque si approfondiscono nel serbatoio geotermico presente nel complesso carbonatico sottostante ad una profondità di circa 2-3 km. Sulla base del modello concettuale e utilizzando le informazioni ottenute dalle indagini geofisiche, la scelta dell'ubicazione del sondaggio previsto per l'area potrebbe avere due tipologie di soluzioni. La scelta definitiva potrà essere fatta a conclusione dell'analisi dei dati sismici acquisiti nell'area.



## WP5: Valutazione del potenziale geotermico

Il calcolo del potenziale geotermico è stato valutato con diversi metodi a seconda della scala di riferimento e della profondità.

Negli studi di dettaglio il potenziale è stato stimato in forma qualitativa, mediante la descrizione della risorsa, o semi-quantitativa, utilizzando modelli di simulazione numerica per il calcolo della portata estraibile di fluido e la sua temperatura, garantendo nel contempo la sostenibilità della risorsa, ovvero evitando di raffreddare troppo rapidamente il sottosuolo. Tali calcoli sono descritti negli Studi di Fattibilità 1 già presentati nel capitolo precedente.

Gli studi regionali stanno seguendo due approcci diversi per la valutazione del potenziale: 1) una valutazione di scambio termico superficiale (geoscambio), valida per la caratterizzazione fino a poco più di un centinaio di metri e utile per il dimensionamento di piccoli impianti con pompe di calore (climatizzazione, usi diretti del calore); 2) il calcolo della energia termica presente nel sottosuolo fino a profondità di 5 km (calore in posto) e di quanta parte di questa può essere efficacemente estratta per i nostri usi (Potenziale Tecnico).

### Valutazione del potenziale superficiale

Le mappe dei diversi parametri necessari al calcolo del potenziale superficiale di geoscambio sono già state elaborate e in parte sono già disponibili sulla piattaforma WebGIS attivata per il progetto. La piattaforma è raggiungibile tramite il sito web del Progetto <http://vigor-geotermia.it> alla pagina "Prodotti" (le istruzioni su come accedere sono descritte nella pagina). Il sito verrà aggiornato continuamente, man mano che nuove mappe saranno rese disponibili.

La valutazione dei parametri sensibili (geologici, idrogeologici, termodinamici, climatici e vincolistici) e delle aree a diversa idoneità allo scambio termico sono proseguiti in tutto il corso dell'anno, permettendo la stesura di mappe di temperatura media annua dell'aria, delle zone climatiche, di vincoli (ad esempio idrogeologico), di velocità della falda, di flusso geotermico, di conducibilità termica equivalente litologica. Mediante un algoritmo messo a punto durante gli studi, l'insieme di questi parametri permette il calcolo dei valori di idoneità al geoscambio, anch'essi prodotti poi sotto forma di mappa regionale.

Prima di produrre la mappa completa, si stanno ottimizzando le mappe di conducibilità termica equivalente litologica. Queste sono state ricostruite, infatti, a partire da carte geologiche e da una analisi statistica dei dati litostratigrafici disponibili, attribuendo ai diversi litotipi valori di conducibilità termica equivalente basata su dati di letteratura. Per migliorare il prodotto, durante l'estate 2012 sono stati campionati litotipi di riferimento e si stanno conducendo analisi di conducibilità termica in laboratorio. La conducibilità è misurata sia in condizioni anidre (campione secco) che sature, e viene quindi valutato l'intervallo di variazione. Una volta completate queste analisi, sarà passibile attribuire con maggiore accuratezza il valore di riferimento della conducibilità termica e produrre carte definitive di potenziale di geoscambio.

Questa attività verrà completata nel corso del prossimo anno, e le mappe prodotte saranno continuamente aggiornate e rese disponibili sul sito WegGIS del progetto. Diverse mappe sono già disponibili.



## Valutazione del potenziale geotermico profondo

Durante l'anno sono stati definiti gli algoritmi per il calcolo del calore in posto, ovvero dell'energia termica disponibile in profondità fino a 5 km, e la valutazione di quanta parte di questa è utilizzabile a seconda della tecnologia di sfruttamento, il Potenziale Tecnico. Questo viene calcolato in funzione della tecnologia, simulando le condizioni di estrazione e reimmissione di fluido per produzione di energia elettrica con impianti binari, per teleriscaldamento o per impianti di uso diretto del calore. A seconda della tecnologia, infatti, occorrono diverse soglie di temperatura e diverse portate di estrazione. Viene calcolato, inoltre, il Potenziale Tecnico-Economico, ovvero quella parte del Potenziale Tecnico che risulta avere un costo globale del progetto in tutto il suo ciclo di vita (LCOE, ovvero Levelized Cost of Energy) inferiore ad una soglia, imposta a priori in funzione dell'attuale valore ritenuto economico.

Per il calcolo vengono utilizzati modelli 3D geologici e termodinamici che determinano la distribuzione delle conducibilità termiche, e con metodi probabilistici basati sul Metodo Montecarlo vengono calcolati i parametri idraulici (permeabilità) delle unità geologiche, necessari alla valutazione del potenziale mediante il Metodo del Volume.

Il risultato dei calcoli è il modello 3D di valori di potenziale, calcolato fino a 5 km di profondità. Il modello è una griglia regolare. Le corrispondenti celle sono prismi aventi dimensione di 1 km x 1 km (in orizzontale) e 100 m di profondità. Da questo volume è possibile quindi calcolare distribuzioni orizzontali (mappe) di temperature a diverse profondità, e calcolare i valori di Potenziale Tecnico e Potenziale Tecnico Economico già citati e schematizzati in Figura 4.

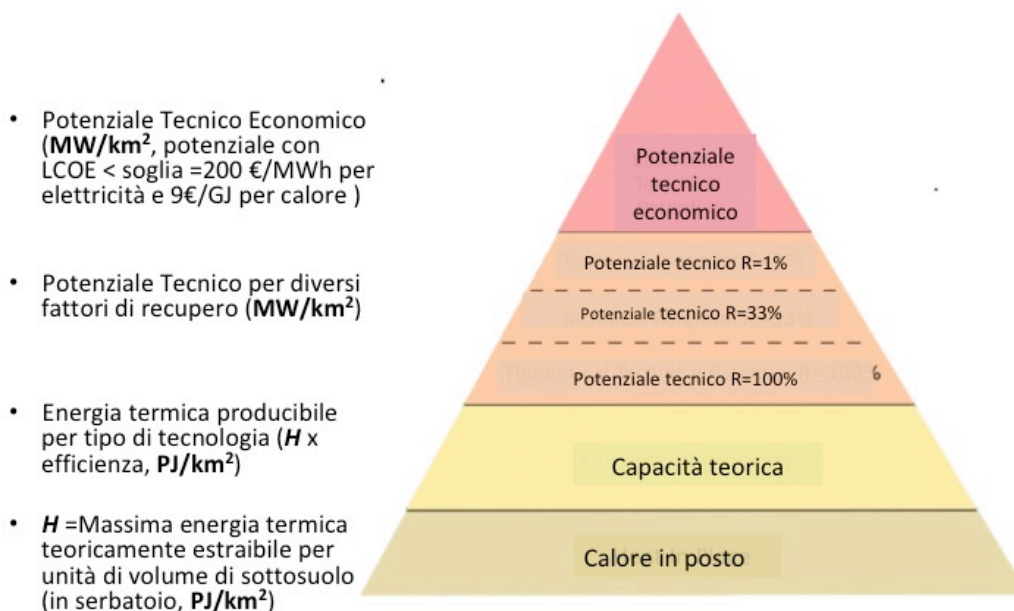


Fig. 4 - Descrizione dei diversi valori di potenziale calcolabili con il metodo utilizzato. La piramide, schematizzata dal triangolo a destra, simboleggia l'utilizzo progressivamente minore del calore originario in funzione dell'efficienza e della capacità di recupero imposto dalla tecnologia utilizzata.

Al momento sono disponibili mappe preliminari relative alla regione Sicilia, per le quali è già stato possibile calcolare il modello geologico di riferimento e la distribuzione delle temperature. Nelle altre regioni sono in corso gli studi per la valutazione dei modelli geologici e dei parametri termici, calcolati a partire dai dati di pozzo disponibili.

Questa attività verrà completata nel corso del prossimo anno, e le mappe prodotte saranno continuamente aggiornate e rese disponibili sul sito WegGIS del progetto.

## **Analisi energetica**

Abbiamo iniziato a verificare in quale modo rendere fruibili le mappe di valutazione geotermica regionale, evidenziando le opportunità offerte dalla geotermia nei territori di riferimento. Lo scopo di questa analisi è incrociare l'offerta energetica della geotermia con la richiesta energetica dei processi produttivi più significativi all'interno delle quattro Regioni della Convergenza. Per questo scopo è stato implementato un innovativo metodo di analisi energetica (Mo.analis.a) che, partendo dalla risorsa geotermica presente nel sottosuolo, consenta di stimare, attraverso mappe tematiche per ogni regione, il fabbisogno termico e la soluzione impiantistica ad uso geotermico quanto più possibile rispondente alla richiesta energetica locale.

Lo studio in corso ha consentito di zonare i diversi territori regionali/provinciali in base ai fabbisogni termici richiesti. Di conseguenza, come elaborato finale, il territorio è stato differenziato in base alla capacità degli impianti geotermici di soddisfare la domanda energetica.

Le carte prodotte non rappresentano, però, ad oggi la reale utilizzabilità della risorsa geotermica, poiché non sono stati ancora integrati né i risultati globali di valutazione del potenziale (le analisi attuali si sono basate sulla temperatura, senza prendere in considerazione il potenziale geotermico effettivo), né i limiti dei vincoli (idrogeologici, paesaggistici, archeologici ecc...).

In tre regioni (Campania, Puglia e Calabria) allo stato attuale sono state considerate solo le capacità di scambio superficiale e quindi la geotermia utilizzabile mediante piccoli impianti con pompe di calore. I casi della Puglia e della Campania rappresentano i due scenari opposti: nel primo caso a fronte di un fabbisogno energetico molto alto (80-120 °C) per tutte le province, la risorsa (in media sui 20°C) rende quasi impossibile il raggiungimento delle temperature richieste con impianti geotermici. Invece, nel caso della Campania, la risorsa superficiale presenta un'eterogeneità tale da raggiungere spesso, anche con semplici scambiatori di calore, la richiesta energetica generalmente bassa delle aziende più diffuse, pari a 0-10° C.

Il caso della Regione Sicilia è stato affrontato diversamente in quanto la valutazione del potenziale profondo era più avanzata, considerando quindi un serbatoio geotermico molto più profondo, ed è stato esaminato uno scenario diverso. L'esempio di questo tipo di esplorazione a profondità maggiori sarà, comunque, adottabile anche nelle altre Regioni (Puglia e parte della Calabria), dove la temperatura della risorsa superficiale non consente di soddisfare i fabbisogni energetici richiesti.

Utilizzando quest'ultimo approccio, è necessario anche uno studio di fattibilità economica, mirato alla valutazione del rapporto costi/benefici dell'impianto geotermico, affinché sia, comunque, garantita una certa sostenibilità economica.

Gli studi in corso sono descritti con dovizia di particolari nell'Allegato [\*Analisi Energetica Preliminare\*](#)



## **Proposte impiantistiche**

In parallelo allo sviluppo degli studi di fattibilità tecnica 1, quella che riguarda la valutazione della risorsa nel sottosuolo descritta nel capitolo precedente e completata nel WP4, sono state stilate tutte le proposte d'impianto delle sette aree di dettaglio. L'ottava, relativa all'area di Rende, era già stata consegnata nel rapporto precedente, e viene qui nuovamente allegata per consentire un quadro d'insieme completo.

Sulla base dei parametri principali della risorsa (temperatura prevista e portata del fluido) forniti dagli otto gruppi di lavoro in fase di valutazione, sono stati redatti i rapporti di Fattibilità Impiantistica allegati a questo Rapporto (*Proposta\_Impianto-Rende*, *Proposta\_Impianto-Bari*, *Proposta\_Impianto-Mondragone*, *Proposta\_Impianto-Termini*, *Proposta\_Impianto-Santa Cesarea*, *Proposta\_Impianto-Guardia Lombardi*, *Proposta\_Impianto-Mazara del Vallo*, *Proposta\_Impianto-Terme Caronte*).

Una sintesi schematica degli impianti progettati e dei risultati ottenuti è data in Tabella alle pagine successive, dove per ciascun impianto progettato viene fornito il costo previsto e i tempi di realizzazione.

Il prossimo passo, che per quattro delle otto aree si pensa di poter completare entro dicembre 2012, sarà quello di produrre gli studi di fattibilità completi, che descrivano brevemente le risorse individuate o stimate, le proposte impiantistiche corrispondenti, le valutazioni economiche e i documenti necessari per ottenere la concessione per la messa in opera del progetto descritto. Le quattro aree dove si stanno organizzando i sondaggi esplorativi (Mondragone, Santa Cesarea, Termini e Terme Caronte) attenderanno i risultati dei sondaggi per il completamento degli studi di fattibilità.

Gli studi di fattibilità saranno disponibili sul sito web del progetto, nella parte pubblica, sotto la voce "Prodotti".





### Stime di costo di investimento e tempistica per gli studi di fattibilità realizzati in VIGOR

Progetti	Temperatura della sorgente calda ( $T_{geo}$ ) Temperature processo ( $T_{out}$ ), Energia termica ( $E_T$ )/frigorifera ( $E_F$ ) prodotta annualmente	Costo di investimento impianto + progettazione	Costo impianto circuito aperto	Costo impianto circuito chiuso	Totale costo	Tempistiche per la realizzazione (comprende anche iter autorizzativi)
Condizionamento edificio Pubblico ( <b>caso Bari</b> ) tramite pompe di calore ad acqua reversibile a ciclo a compressione (Potenza termica max = 350 KWt e Potenza frigorifera max = 325 KWf).	$T_{geo}= 20^{\circ}\text{C}$ $T_{out-calda}= 60^{\circ}\text{C}$ $T_{out-fredda}=6^{\circ}\text{C}$ $E_T = 314$ MWh/anno $E_F= 245$ MWh/anno	<u>350.000 €</u>	n.2 pozzi (prelievo ed re-iniezione) profondità max 100 m cad.: <u>150.000 €</u>	n. 50 sonde geotermiche: <u>400.000 €</u>	<b>500.000 € —</b> <b>750.000 €</b>	12 — 16 mesi
Condizionamento edificio Pubblico ( <b>caso Rende</b> ) tramite pompe di calore ad acqua reversibile a ciclo a compressione (Potenza termica max = 395 KWt e Potenza frigorifera max = 365 KWf) con n.120 sonde	$T_{geo}$ (sonda geotermica) $T_{out-calda}= 50^{\circ}\text{C}$ $T_{out-fredda}=6^{\circ}\text{C}$ $E_T = 2.200$ MWh/anno $E_F= 1.750$ MWh/anno	<u>750.000€</u>	n.2 pozzi (prelievo ed re-iniezione) profondità max 400 m cad.: <u>300.000 €</u>	n.60 sonde geotermiche: <u>500.000 €</u>	<b>1.050.000 € —</b> <b>1.250.000 €</b>	14 — 18 mesi



geotermiche verticali.						
Sistema di essiccamento fanghi ( <b>caso Lamezia</b> ) di potenza 1200KWt costituito da pompa di calore ad acqua di falda da 628 KWt + sistema di co-generazione energia elettrica e termica con recupero fumi.	$T_{geo} = 17^{\circ}\text{C}$ $T_{out-calda} = 80^{\circ}\text{C}$ $E_T = 9.000$ MWh/anno	2.200.000€	n.2 pozzi (prelievo ed re-iniezione) profondità max 100 m cad.: <u>150.000 €</u>	NO	<b>2.350.000 €</b>	16 — 20 mesi
Sistema di dissalazione MED ( <b>caso Termini</b> ) per produzione di 90m <sup>3</sup> /h di acqua potabile con pompa di calore acqua di falda a ciclo a compressione da 8MWt. I pozzi di prelievo e di re-iniezione non sono inclusi.	$T_{geo} = 35^{\circ}\text{C}$ $T_{out-calda} = 80^{\circ}\text{C}$ $E_T = 70.000$ MWh/anno	14.500.000€	n.2 pozzi (prelievo ed re-iniezione) profondità max 100 m cad.: <u>150.000 €</u>	NO	<b>14.650.000€</b>	16 — 20 mesi
Possibilità di realizzare un sistema di dissalazione da 50 m <sup>3</sup> /h ( <b>caso Termini</b> ). Tale impianto è da progettare ad hoc ed il costo solo del dissalatore si aggira a circa 5.000.000 €. I pozzi di prelievo e di re-iniezione non sono inclusi.	$T_{geo} = 35^{\circ}\text{C}$ $T_{out-calda} = 80^{\circ}\text{C}$ $E_T = 40.000$ MWh/anno	9.000.000€	n.2 pozzi (prelievo ed re-iniezione) profondità max 100 m cad.: <u>150.000 €</u>	NO	<b>9.150.000€</b>	16 — 20 mesi
Riscaldamento Piscina ( <b>caso</b>	$T_{geo} = 33^{\circ}\text{C}$	140.000€	n.2 pozzi	NO	<b>200.000 €</b>	12 — 16



<b>Mondragone</b> ) (25m X 12.5 m e profonda 1.80m) con scambiatore diretto da 240 KWt.	$T_{out-calda} = 27^{\circ}C$ $E_T = 320$ MWh/anno		(prelievo ed re-iniezione) profondità max 100 m cad.: <u>100.000 €</u>			mesi
Sistema di essiccamento pasta per alimenti ( <b>caso Santa Cesarea</b> ): processo artigianale da 1MWt	$T_{geo} = 30^{\circ}C$ $T_{out} = 60^{\circ}C$ $E_T = 8.000$ MWh/anno	790.000€	n.2 pozzi (prelievo ed re-iniezione) profondità max 400 m cad.: <u>300.000 €</u>		<b>1.090.000 €</b>	16 — 20 mesi
Sistema di essiccamento pasta per alimenti ( <b>caso Santa Cesarea</b> ): processo industriale da 3MWt (Caso 1) e 6MWt (Caso 2)	$T_{geo} = 85^{\circ}C$ $T_{out} = 120^{\circ}C$  Caso 1: $E_{T1} = 24.000$ MWh/anno  Caso 2: $E_{T2} = 48.000$ MWh/anno	Caso1: 5.500.000€  Caso2: 7.400.000€	n.2 pozzi (prelievo ed re-iniezione) profondità max 400 m cad.: <u>300.000 €</u>		Caso1: <b>5.800.000€</b>  Caso2: <b>7.700.000€</b>	16 — 20 mesi
Sistema di teleriscaldamento centralizzato e raffreddamento distribuito ( <b>caso Mazara</b> ) per servire	$T_{geo} = 92^{\circ}C$ $T_{out} = 90^{\circ}C$ $E_T = 13.260$ MWh/anno	10.000.000€	n.2 pozzi (prelievo ed re-iniezione) profondità di 2	NO	<b>15.500.000 €</b>	36 – 48 mesi



780.000 m3 con scambiatore diretto e pompa di calore e sistemi di gruppi frigoriferi ad assorbimento. Potenza termica complessiva di 10MW e Potenza frigorifera da 5 MW.	$E_F = 18.340$ MWh/anno		km cad. : <u>5.500.000€</u>			
Impianto di produzione di energia elettrica e termica per teleriscaldamento ( <b>caso Guardia Lombardi</b> ) costituito da impianto solare termodinamico + biomassa + geotermia;	$T_{geo} = 100^{\circ}C$ $T_{out} = 70^{\circ}C$  $P_e = 718$ KWe (impianto elettrico) $E_e = 5$ GWh/anno  $P_t = 820$ KWt (impianto di teleriscaldamento) $E_t = 2$ GWh/anno	12.000.000€	n.2 pozzi (prelievo ed re-iniezione) profondità di 2 km cad. : 5.500.000€	NO	<b>17.500.000 €</b>	48 -60 mesi

**TEMPI STIMATI PER OTTENERE AUTORIZZAZIONE (TRANNE INTERVENTO DI TELERISCALDAMENTO):**

1. Circuito aperto: circa 8 mesi
2. Circuito chiuso: circa 4 mesi



## **Stime di costo di investimento e di produzione per utilizzo del calore geotermico per riscaldamento e/o processi produttivi**

<b>Sistemi</b>	<b>Costo (€/KWt)</b>
Sistema di teleriscaldamento (solo scambiatori di calore)	800€/KWt - 1600€/KWt
Sistema di teleriscaldamento (con pompa di calore))	2.000€/KWt – 4.000€/KWt
Riscaldamento serre (scambiatore di calore)	400€/KWt – 800€/KWt
Riscaldamento piscina (scambiatore di calore)	300€/KWt – 500€/KWt
Processo di essiccamento fanghi/Depurazione Acque (pompa di calore)	2.500€/KWt – 3.000€/KWt
Processo di essiccamento pasta per alimenti (pompa di calore)	1.000€/KWt – 2.000€/KWt
Processo di dissalazione acqua (pompa di calore)	1.000€/KWt – 1.500€/KWt





## WP6: Disseminazione

### Organizzazione e Partecipazione a Convegni, Seminari e Workshop

Questo primo anno di attività ha visto l'organizzazione di tutti gli eventi programmati nell'ambito del Progetto: due convegni nazionali (2 Novembre 2011 e 20 Novembre 2012) presso la sede centrale del CNR; otto seminari (due per ciascuna regione) per divulgare i lavori e i risultati di VIGOR.

Sono state presentate le attività di VIGOR in diversi convegni e Workshop: un workshop tecnico dedicato alle attività di geofisica elitrasportata, che si è tenuto presso l'Università di Palermo il 22 novembre 2011; al convegno GNGTS; presso l'Expo GreenEnergy alla Fiera di Milano

Una lista delle presentazioni e degli abstract di presentazione a congressi e workshop scientifici è offerta in Allegato [Lista\\_prodotti\\_disseminazione](#), che comprende anche i programmi di tutti gli eventi VIGOR.

Gli eventi organizzati per VIGOR sono stati pubblicizzati sul sito web, mediante la mailing list di VIGOR, che si arricchisce continuamente di nuovi contributi, e tramite le Newsletter. In tutte le occasioni si è cercato di coinvolgere gli ordini professionali, in primis dei geologi e degli ingegneri, ma anche architetti e geometri, invitando un rappresentante a parlare e fornendo i crediti.

Il nuovo anno di attività ci darà modo di estendere le attività di divulgazione. Con il progredire dei sondaggi, non appena concluso lo studio di fattibilità completo per ogni regione, verrà organizzato un evento divulgativo regionale (ancora da definire nei dettagli). Si prevede anche di organizzare un convegno finale di VIGOR a Roma, a chiusura di tutte le attività.

Le attività di comunicazione vanno certamente potenziate. Ad ottobre 2012, per aiutarci a capire come organizzare meglio i seminari, è stata svolta una analisi preliminare della partecipazione ai seminari svolti fino a quella data, descritta nell'Allegato [Partecipazione ai seminari VIGOR](#). Questa analisi verrà a breve completata con l'analisi degli ultimi tre seminari e dei due convegni, e i risultati saranno analizzati con attenzione per aiutarci a migliorare le prossime attività di comunicazione e i prossimi eventi.

### Produzione di materiali divulgativi e antenne di comunicazione

Sul sito web del progetto (<http://www.vigor-geotermia.it>), sono disponibili tutte le informazioni, le newsletter, gli eventi in preparazione e i link utili. Il sito web è anche il luogo di distribuzione e raccolta del materiale prodotto nell'ambito del Progetto e a disposizione dei partner: presso l'area privata del sito sono, infatti, disponibili i documenti amministrativi del progetto, i modelli Word e PowerPoint per la preparazione del materiale, le presentazioni effettuate nelle varie occasioni, i verbali delle riunioni, le schede delle aree proposte alle Regioni.

Nel secondo anno di attività sono state pubblicate cinque Newsletter, disponibili presso il sito web e distribuito a tutti gli iscritti alla lista dei contatti. I numeri hanno avuto scadenza bimestrale, per quanto non perfettamente periodica.



Sono stati preparati diversi documenti dedicati alla divulgazione degli studi condotti nell'ambito del Progetto, e nuovi sono in preparazione. Essi si aggiungono a quello già completato ("VIGOR: una proposta di sviluppo geotermico locale") e distribuito in tutti gli eventi VIGOR, saranno stampati in occasione del Convegno finale del Progetto e saranno disponibili, in formato pdf, sul sito web del progetto. Tali documenti prendono la forma di Opuscoli per facilitare la consultazione, e sono stati curati nell'aspetto grafico sia per renderne più piacevole la lettura, sia anche per fornire un senso di continuità visiva, fornendo una sorta di Collana di documenti relativi al Progetto.

In particolare, sono stati preparati o sono in corso di preparazione i seguenti opuscoli:

- "Indicazioni tecniche-prescrittive in materia di impianti di climatizzazione geotermica" è stato curato nella parte grafica e completato. Il file pdf è già disponibile tramite sito web sulla pagina "Prodotti", e verrà stampato in occasione del convegno finale.
- "Applicazioni sostenibili dell'energia geotermica. Parte 1: uso diretto del calore" è già in bozza nella nuova versione curata nella parte grafica, e si pensa di poterlo pubblicare su sito web a gennaio del 2013. Rispetto alla versione distribuita lo scorso anno, l'opuscolo contiene i dettagli degli impianti studiati e proposti negli studi di fattibilità impiantistica elaborati in VIGOR, oltre alle schede dei Casi Tipo studiati lo scorso anno.
- "Applicazioni sostenibili dell'energia geotermica. Parte 2: i grandi impianti di produzione di energia elettrica, teleriscaldamento e cogenerazione", in preparazione.
- "Valutazione dell'accettabilità sociale di impianti geotermici". Questo opuscolo si propone di esporre i risultati di uno studio sull'accettabilità sociale delle nuove tecnologie legate alle energie rinnovabili, con particolare riferimento alle tecnologie geotermiche proposte in VIGOR. Dopo avere valutato la possibilità di un'indagine attraverso un sondaggio che coprisse tutte e quattro le regioni comprese in VIGOR, abbiamo ritenuto più opportuno concentrare la ricerca su un caso studio circoscritto all'area di Termini Imerese, sito selezionato per lo sviluppo di progetti impiantistici relativi a risorse geotermiche a bassa-media entalpia. L'area di Termini Imerese risulta oltretutto di particolare interesse da un punto di vista della *public acceptance* per le criticità socioeconomiche che caratterizzano quel territorio. Dal confronto con ricerche portate avanti nel settore della *public acceptance*, si è stabilito poi di integrare la ricerca qualitativa dell'area di Termini Imerese tramite *focus group* con una ricerca quantitativa portata avanti attraverso un sondaggio a un campione di 400 persone nella stessa area. I temi da approfondire sono stati definiti in corso d'opera. I risultati preliminari dello studio sono descritti nell'Allegato **Rapporto\_AcceptabilitàSociale**, e i risultati completi sono previsti entro i prossimi due mesi. Per la successiva disseminazione sotto forma di opuscolo sarà necessario ripensare alla struttura del documento, per inglobarlo e inserirlo nella collana di documenti già organizzata.
- "Quadro normativo e iter autorizzativo per la ricerca e la coltivazione di risorse geotermiche". Questo documento, considerato il suo contenuto informativo, è stato stilato sotto forma di rapporto, che si presta ad una consultazione analitica più che divulgativa. Il documento è già stato distribuito agli enti preposti per la verifica del contenuto di dettaglio, e si prevede la sua distribuzione tramite sito web nel dicembre 2012. Nella sua forma attuale è qui Allegato in **IterVIGOR**.



## Conclusioni preliminari e criticità

### Principali conclusioni

In questo Rapporto abbiamo descritto brevemente i risultati ottenuti, rimandando agli allegati tecnici per gli opportuni approfondimenti. I documenti prodotti si corredano dell'estesa attività di disseminazione tramite i numerosi eventi organizzati in ambito VIGOR (due convegni nazionali e otto seminari tecnici regionali) e la presentazione degli studi a diverse occasioni tecnico-scientifiche. Si stima che quasi 1000 persone siano state coinvolte negli eventi.

Sono stati molti gli aspetti geotermici presi in considerazione con questo Progetto, e i risultati qui esposti ne danno pieno rilievo. Il Progetto VIGOR non si configura solo come studio di valutazione delle risorse del sottosuolo, proseguendo la tradizione già avviata dal CNR di coordinamento delle valutazioni geotermiche a scala nazionale (si veda il ruolo attivo svolto nella stesura dell'Inventario delle Risorse Geotermiche o del Geothermal Atlas europeo). Il Progetto, con i suoi aspetti progettuali, con la disseminazione diffusa, con l'elaborazione di documenti poco comuni, in particolare in lingua italiana, tocca tutti gli aspetti più importanti di questo settore: la valutazione del sottosuolo e la progettazione impiantistica, gli aspetti autorizzativi e normativi, l'informazione che a sua volta si lega all'accettabilità sociale, in un contesto che si inserisce chiaramente a livello internazionale.

Una nuova e potenziata strategia di disseminazione e il completamento dei documenti tecnici e informativi porteranno non soltanto un'accresciuta visibilità dei risultati raggiunti con il Progetto, ma anche la consapevolezza che le tecnologie geotermiche possono e devono affrontare con maggiore vigore le sfide energetiche che l'Italia si pone, per uno sviluppo di un'economia legata anche all'ambito energetico nei territori di riferimento, in totale armonia con l'ambiente e con la dovuta cura degli aspetti sociali e civili.

### Criticità

Le attività del secondo anno di progetto non hanno presentato particolari difficoltà, se non nei tempi di consegna degli elaborati. I ritardi nell'attivazione dei contratti e delle convenzioni con enti di ricerca hanno determinato sin dal principio un ritardo che poi ha avuto effetti a cascata. I gruppi di lavoro sono tutti comunque riusciti a organizzare le valutazioni delle aree di dettaglio, che oramai sono tutte praticamente consegnate (fatto salvo per il capitolo descrittivo dei risultati dei sondaggi esplorativi).

Anche nelle valutazioni regionali si registra un ritardo determinato da diversi fattori. Nel caso delle valutazioni profonde, dai tempi lunghi di elaborazione dei modelli geologici profondi e dei modelli termici, e dalla messa a punto del software di calcolo. Per le valutazioni superficiali le misure di laboratorio e i tempi di campionamento stanno occupando molto tempo. In entrambi i casi, il ritardo di qualche mese andrà tutto a vantaggio della qualità dei prodotti.

Il consolidamento delle spese e l'applicazione di alcune regole del CNR alle voci di spesa hanno reso necessario l'adeguamento di alcune voci di costo, pur senza modificare il totale del finanziamento previsto. A tal riguardo il CNR ha inviato una proposta di variazione che è stata approvata dal Ministero.



La procedura di gara per l'assegnazione d'incarico all'esecuzione dei quattro sondaggi previsti dal Progetto è stata messa a punto. Sono stimati circa 4 mesi dall'avvio della gara per la conclusione dei sondaggi, ma le feste natalizie rallenteranno un po' la procedura, quindi si prevede di poter concludere in primavera e procedere quindi alla stesura definitiva dei rapporti tecnici finali.

Come già accennato, questo ultimo anno di attività, che sarà presumibilmente caratterizzato da ritmi meno frenetici di quelli che hanno contraddistinto i primi due anni, permetterà una modalità di disseminazione e comunicazione ancora più attenta ed estesa di quanto fatto fino ad ora.



## Lista Allegati Tecnici

*Rapporto di fattibilità tecnica 1 - Area di Rende*

*Rapporto di fattibilità tecnica 2 - Area di Rende*

*Rapporto di fattibilità tecnica 1 - Area di Bari*

*Rapporto di fattibilità tecnica 1 - Area di Mondragone*

*Rapporto di fattibilità tecnica 1 - Area di Termini*

*Rapporto di fattibilità tecnica 1 - Area di Santa Cesarea Terme*

*Rapporto di fattibilità tecnica 1 - Area di Guardia Lombardi*

*Rapporto di fattibilità tecnica 1 - Area di Mazara*

*Rapporto di fattibilità tecnica 1 - Area di Caronte*

*Analisi Energetica Preliminare*

*Proposta\_Impianto-Rende*

*Proposta\_Impianto-Bari*

*Proposta\_Impianto-Mondragone*

*Proposta\_Impianto-Termini*

*Proposta\_Impianto-Santa Cesarea,*

*Proposta\_Impianto-Guardia Lombardi*

*Proposta\_Impianto-Mazara del Vallo*

*Proposta\_Impianto-Terme Caronte*

*Lista\_prodotti\_disseminazione*

*Partecipazione ai seminari VIGOR*

*Rapporto\_AccettabilitàSociale*

*IterVIGOR*

