

PERMESSO DI RICERCA DI RISORSE GEOTERMICHE FINALIZZATO ALLA SPERIMENTAZIONE DI UN IMPIANTO PILOTA DENOMINATO "LUCIGNANO"

COMUNE DI RADICONDOLI – PROVINCIA DI SIENA

PROPONENTE:

Lucignano Pilot Project S.r.l.



PROGETTO DEFINITIVO

NUMERO ELABORATO:

LCG-RP01-A02-V00

TITOLO:

IMPIANTO GEOTERMEOLETTRICO

DATA:

Luglio 2015

PROGETTISTI:

Exergy S.p.a.

via Santa Rita, 14, 21057 Olgiate Olona (VA), Italy

UFFICI:

Lucignano Pilot Project srl
Via Norvegia n° 68 - 56021 Cascina (PI) - ITALIA
tel. 0039 050 6205317 fax. 0039 050 0987814

REVISIONE

DATA		NOTE
REV.1		
REV.2		
REV.3		



EXERGY

SISTEMA PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA
CON IMPIANTO BINARIO GEOTERMoeLETTRICO
EXERGY GEX

SPECIFICA TECNICA



01TEC.GEX.WFF.710.EU.IT.REV0 PE437



INDICE

INDICE	2
FOREWORD	4
1. OGGETTO DELLA PROPOSTA	5
1.1 DESCRIZIONE DEL SISTEMA	5
1.2 IMPATTO AMBIENTALE E SELEZIONE DEL FLUIDO	7
2. REFERENCE DATA AND INTERFACES	8
2.1 AMBIENT CONDITIONS	8
2.2 CARATTERISTICHE DELLA SORGENTE TERMICA	9
2.3 INTERFACCE FLUIDICHE	10
2.4 INTERFACCE ELETTRICHE	10
2.5 INTERFACCE CIVILI	10
2.6 ULTERIORI CONDIZIONI	11
2.7 STANDARDS	11
3. SCOPO DI FORNITURA	12
3.1 ATTIVITÀ DI INGEGNERIA E SERVIZI	12
3.2 SCOPO DI FORNITURA MECCANICO	13
3.2.1 TURBINA	13
3.2.2 POMPE DI ALIMENTO	14
3.2.3 PRERISCALDATORI	14
3.2.4 EVAPORATORI	15
3.2.5 RECUPERATORE	15
3.2.6 CONDENSATORE AD ARIA (ACC)	16
3.2.7 GENERATORE	17
3.3 QUADRI ELETTRICI E DI CONTROLLO	17
3.4 SISTEMA DI ACQUISIZIONE DATI E VISUALIZZAZIONE	18
3.5 TUBAZIONI, VALVOLE E COMPONENTI VARI	18
3.6 CALENDARIO DI INVIO DEI DISEGNI E DELLE INFORMAZIONI	19



4.	LIMITI DI FORNITURA E RESPONSABILITÀ	20
4.1	MECCANICI.....	20
4.2	ELETTRICO E STRUMENTAZIONE.....	20
4.1	OPERE CIVILI	20
5.	ESCLUSIONI	21

FOREWORD

Questo documento riassume il design, i criteri progettuali e le principali caratteristiche tecniche del ciclo binario proposto per il campo geotermico.

L'impianto sfrutterà una risorsa a medio-alta temperatura ed entalpia situato in Corolla area (Montecatini Val di Cecina), Italia; il sistema è stato progettato per condizioni di green field plant.

La presente specifica tecnica è stata redatta sulla base delle competenze di Exergy nello sviluppo, progettazione e fornitura di impianti basati sul ciclo Rankine a fluido organico.

Durante la fase progettuale, l'obiettivo di Exergy è sempre quello di perseguire la massimizzazione dell'efficienza dell'impianto attraverso l'adozione di soluzioni dal costo competitivo: eventuali cambiamenti nella configurazione impiantistica proposta potranno produrre delle variazioni in termini di layout, prestazioni e prezzo.



1. OGGETTO DELLA PROPOSTA

1.1 Descrizione del sistema

Oggetto della presente proposta è un impianto binario Exergy GEX per il recupero di calore a medio-alta entalpia, basato su un sistema con ciclo Rankine a fluido organico con la tecnologia della turbina radiale centrifuga brevettata da Exergy e sviluppato per la produzione di elettricità.

I componenti principali dei sistemi ORC sono: pompa, scambiatori di calore primari (preriscaldatori ed evaporatori), recuperatore, turbina e condensatore. Applicando questa macchina in un campo geotermico, l'energia geotermica primaria è trasferita ad un fluido organico bassobollente il quale, espandendo in turbina, permette la produzione di elettricità.

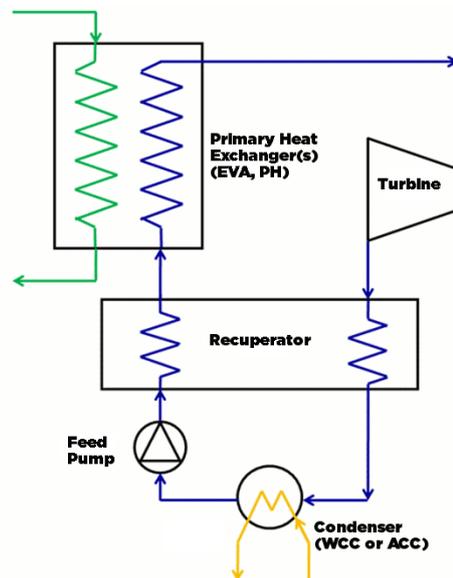


Figura 1 - Tipico diagramma di flusso per ORC

La caratteristica chiave dei cicli Rankine a fluido organico è la flessibilità derivante dalla possibilità di scegliere da un ricco paniere di fluidi organici il fluido di lavoro

che meglio si abbina alle caratteristiche della risorsa, al fine di massimizzare l'efficienza di recupero termico e quindi dell'intero sistema.

La progettazione e produzione dell'impianto ORC si basano sulle caratteristiche del fluido geotermico (portata, temperatura, etc.) fornite dal Cliente e sul regime di tariffazione locale.

Alla luce di ciò, il nostro sistema è stato progettato allo scopo di massimizzare l'energia recuperata e l'efficienza d'impianto, ad un costo ragionevole.

La configurazione proposta si basa su un ciclo termodinamico con singolo livello di pressione e sulla nostra turbina radiale centrifuga. Tale combinazione è la miglior soluzione al fine di massimizzare la produzione elettrica a partire dalla risorsa a media temperatura fornita.

Inoltre, l'innovativa turbina radiale centrifuga di Exergy, grazie alla sua configurazione a singolo-disco/multistadio e senza riduttore di giri, garantisce una elevata disponibilità e livello di affidabilità e consente di massimizzare la produzione elettrica grazie alla sua elevata efficienza isoentropica.

Il ciclo proposto, dotato di turbina radiale centrifuga Exergy, definisce una soluzione particolarmente efficiente a costi competitivi.

1.2 Impatto ambientale e selezione del fluido

Il fluido di lavoro è stato selezionato per dare la migliore combinazione di performance, sicurezza ed affidabilità all'impianto ORC.

In particolare il fluido di lavoro presenta le seguenti caratteristiche:

- Portata volumetrica ottimizzata per la progettazione della turbina
- Alto peso molecolare
- Ottima stabilità termica
- Basso valore GWP e ODP nullo
- Disponibilità sul mercato

La composizione e le proprietà del fluido di lavoro saranno allegate al contratto di fornitura.



2. REFERENCE DATA AND INTERFACES

2.1 Ambient conditions

Luogo di installazione	Lucignano, Italy
Altitudine	400 m s.l.m.
Temperatura ambiente di riferimento	18 °C
Temperatura ambiente minima	-15 °C
Temperatura ambiente massima	+35 °C
Umidità relativa nominale	60 %
Umidità relativa minima	5 %
Umidità relativa massima	95 %
Grado di sismicità	In accordo alle normative vigenti
Velocità del vento	In accordo alle normative vigenti
Aree limitrofe	Da definire
Installazione	Esterna

2.2 Caratteristiche della sorgente termica

Per il calcolo delle prestazioni, il fluido geotermico è stato assimilato ad acqua pura, quindi senza salinità, secondo il modello di simulazione NIST Refprop 9,0.

La progettazione e la realizzazione dell'impianto ORC è effettuata basandosi sulle caratteristiche del fluido geotermico (fonte di energia primaria), quali portata e temperatura, fornite dal cliente. Anche se il Cliente fornisce ad Exergy una composizione chimica completa del fluido geotermico, ogni assunzione sulla corrosività e possibilità di scaling non è predicibile con certezza assoluta. In ogni caso Exergy effettuerà le migliori assunzioni; i materiali in contatto con il fluido geotermico sono specificati nei relativi paragrafi. La selezione dei materiali per gli scambiatori, le velocità del fluido geotermico all'interno degli stessi ed altri parametri di design sono il risultato delle migliori valutazioni del fornitore, che si basano su anni di esperienza sul campo.

Tuttavia, a causa della natura variabile dei serbatoi geotermici, i cambiamenti attesi nel chimismo ed altri parametri, la presenza di sostanze chimiche che non sono state presentate nella lista data ed in condizioni operative sconosciute, il fornitore non può garantire il funzionamento del sistema in caso di incrostazione, di corrosione ed in assenza di pulizia periodica, da parte del cliente, dei componenti forniti.

La scelta dei materiali è, infine, responsabilità del Cliente, il quale ha le informazioni più accurate ed aggiornate sulla fonte geotermica ed una migliore conoscenza e comprensione del serbatoio geotermico.

I gas incondensabili, se presenti, sono considerati al 100% CO₂.

2.3 Interfacce fluidiche

- Flange di ingresso del fluido geotermico a ciascun scambiatore
- Flange di uscita del fluido geotermico a ciascun scambiatore

2.4 Interfacce elettriche

Potenza:

Quadro di distribuzione del generatore (escluso cavo di potenza)

Alimentazione ausiliari:

E' richiesta l'alimentazione del quadro di distribuzione ausiliari del modulo

Alimentazione preferenziale o UPS:

Saranno alimentati con UPS (fornito dal cliente su specifica Exergy) lo skid dell'olio ed il sistema di supervisione e controllo

Controllo e supervisione:

N.1 collegamento seriale

Connessione ADSL con IP fisso (fornita dal cliente) per telecontrollo

2.5 Interfacce civili

Skid multipli con sistemi di livellamento.



2.6 Ulteriori condizioni

Aria strumentazione (considerata oil-free)

Pressione minima: 4 barg

Pressione massima: 7 barg

Punto di rugiada: - 40 °C

Aria di servizio

Pressione minima: 4 barg

Pressione massima: 7 barg

2.7 Standards

Piping	ANSI/ASME
Valvole	ANSI/UNI
Materiali	ASTM/UNI
Elettrica/Strumentazione	CEI/IEC/EN
Componenti in pressione	97/23/CE

3. SCOPO DI FORNITURA

La quotazione è basata sul seguente scopo di fornitura: la descrizione dei componenti, delle attività di ingegneria e dei servizi inclusi è riportata nel seguito.

3.1 Attività di ingegneria e servizi

- Ottimizzazione e design concettuale del ciclo e definizione del fluido di lavoro
 - Design meccanico e di processo del sistema ORC, inclusa la definizione delle logiche di controllo
 - Un Kick-Off Meeting (KOM), della durata massima di 2 giorni, da tenersi presso la sede del fornitore e con il suo personale entro 10 settimane dalla firma del contratto di fornitura
 - Incontro per la revisione del design, della durata massima di 4 giorni, da tenersi presso la sede del fornitore e con il suo personale entro 10 settimane dalla firma del contratto di fornitura
 - Gestione ed ingegneria del progetto, in accordo allo scopo di fornitura
 - Controllo di qualità ed expediting
 - Relazioni tecniche per lo scopo di fornitura
 - Documentazione tecnica del progetto, in accordo allo scopo di fornitura
 - Disegni di input (geometrie e carichi) per lavori civili inclusi.
-
- Supervisione al montaggio e all'installazione dell'impianto ORC (8 settimane uomo inclusi, ulteriori periodo di supervisione quotato su base mensile)
 - Supervisione a commissioning e messa in servizio e al performance test del modulo ORC (10 settimane uomo)

- Supervisione di specialisti (per pompe, generatore elettrico e quadri elettrici) a commissioning e messa in servizio e al performance test del modulo ORC (4 settimane uomo, ulteriore periodo di supervisione quotato su base settimanale)
- Formazione del personale tecnico del cliente, durante lo start-up e l'avviamento (1 settimana lavorativa)
- Manuali di O&M
- Protocolli e documentazione per test, da fornire 60 giorni prima dei test

3.2 Scopo di fornitura meccanico

Di seguito è riportata una breve descrizione dello scopo di fornitura meccanico d'impianto. Il design del sistema sarà ottimizzato in fase di definizione finale del progetto; potrebbe esserci perciò una variazione nella configurazione e numero dei componenti (ad esempio, il numero e la tipologia degli scambiatori per ciascuna sezione di scambio).

3.2.1 Turbina

La turbina espande il vapore di fluido organico, proveniente dagli scambiatori di calore primari, attraverso schiere statoriche e rotoriche che si succedono radialmente su un unico disco. Essendo accoppiata direttamente al generatore, la turbina non richiede un riduttore di giri.

Inoltre la turbina viene fornita con tutto il materiale necessario per le operazioni in parallelo alla rete elettrica e pronta per l'installazione ed il funzionamento.

Caratteristiche:

Tipo	Radiale Centrifuga Multistadio
Velocità di rotazione	1500 giri al min (accoppiamento diretto col generatore)



Fluido di lavoro	Exergy WF H
Tenuta	Meccanica

3.2.2 Pompe di alimento

La pompe di alimento sono pompe centrifughe multistadio, alimentate tramite motore elettrico, in grado di portare il fluido dalla sua pressione minima, in uscita dal condensatore, alla massima del ciclo, ovvero quella di evaporazione. Al fine di consentire una maggiore flessibilità e di ottimizzare i consumi elettrici in ogni condizione di funzionamento, le pompe sono sotto inverter.

Caratteristiche:

Tipologia	Orizzontale Centrifuga Multistadio
Fluido di lavoro	Exergy WF H
Tenuta	Meccanica doppia
Numero di unità	2 x 50%

3.2.3 Preriscaldatori

Il sistema di preriscaldamento della macchina ORC è basato su scambiatori di calore di tipo a fascio tubiero e mantello (shell & tube). Nei preriscaldatori il fluido geotermico proveniente dagli evaporatori aumenta la temperatura del fluido di lavoro proveniente dal recuperatore, il quale viene successivamente inviato agli evaporatori. Il fluido geotermico scorre attraverso tubi dritti facilmente accessibili per rendere più agevole la pulizia del preriscaldatore stesso.

Caratteristiche:

Numero di unità	3
Tipologia	Shell & Tube
Fluido lato mantello	WF H



Fluido lato tubi	Brine, Steam+NCG
Classificazione TEMA	NEN, NFN or equivalent
Materiale del mantello	Acciaio al carbonio
Materiale dei tubi	Acciaio al carbonio

3.2.4 Evaporatori

Il sistema di evaporazione della macchina ORC è basato su scambiatori di calore di tipo a fascio tubiero e mantello (shell & tube). Il fluido di lavoro viene qui vaporizzato, raffreddando il flusso di fluido geotermico, che scorre attraverso tubi dritti facilmente accessibili per rendere più agevole la pulizia dell'evaporatore stesso.

Per evitare che nell'espansore entri liquido organico, anche durante gli avviamenti o i transitori, un demister sarà previsto a valle dell'evaporatore.

Caratteristiche

Numero di unità	1
Tipologia	Shell & Tube
Fluido lato mantello	WF H
Fluido lato tubo	Steam+NCG
Classificazione TEMA	NKN or equivalent
Materiale mantello	Acciaio al carbonio
Materiale tubi	Acciaio Duplex

3.2.5 Recuperatore

Il recuperatore è uno scambiatore fluido organico – fluido organico in cui il fluido di lavoro stesso in uscita dalla turbina in fase vapore cede calore a parte del fluido liquido proveniente dalla mandata della pompa. Questo è componente è molto

importante in un ciclo ORC in quanto il salto entalpico in turbina è piuttosto limitato, e di conseguenza gran parte del calore è ancora disponibile nel fluido allo scarico della turbina stessa.

Caratteristiche:

Numero di unità	1
Tipologia	Shell & Tube
Fluido lato mantello	WF H – Fase vapore
Fluido lato tubo	WF H – Fase liquida
Classificazione TEMA	BXM o equivalente
Materiale del mantello	Acciaio al carbonio
Materiale dei tubi	Acciaio al carbonio

3.2.6 Condensatore ad aria (ACC)

Il condensatore ad aria (Air Cooled Condenser – ACC) è uno scambiatore di calore in cui l'aria, movimentata dai ventilatori, asporta calore dal fluido organico, portandolo alla condizione di liquido saturo secco, prima di essere pressurizzato dalla pompa di alimento.

Caratteristiche:

Tipologia	Indotto
Fluido lato tubi	WF H
Materiale dei tubi	Acciaio al carbonio
Connessione delle alette	G-FIN
Materiale struttura in acciaio	Acciaio zincato
Temperatura nominale	vedi il doc. 02PER.GEX.WFH allegato



3.2.7 Generatore

Il generatore elettrico converte l'energia meccanica della turbina in energia elettrica. Il generatore sarà direttamente accoppiato al turboespansore. Il generatore dovrà contribuire alla domanda di potenza reattiva e alla tensione di rete in conformità alle normative IEC.

Caratteristiche:

Tipologia	Sincrono
Potenza nominale minima	8.5 MVA
Tensione	11 kV
Velocità di rotazione	1500 rpm
Frequenza	50 Hz
Protezione	IP55
Raffreddamento	Aria
Tipologia cuscinetti	Bronzine
Fattore di potenza	1

3.3 Quadri elettrici e di controllo

I quadri elettrici e di controllo hanno il compito di fornire protezione reciproca alla macchina ed alla rete (interruttore di macchina, protezione di generatore e motori), raccogliere e trasmettere al sistema di comando e controllo (PLC) tutti i segnali provenienti dai misuratori presenti sull'impianto ORC.

Il sistema di controllo PLC (di tipo Siemens S7 400 o equivalente) ha il compito di regolare il funzionamento dell'impianto in modo automatico al variare delle condizioni di input (le valvole a tre vie del circuito olio diatermico, non fornite da Exergy, devono essere infatti controllate da questo sistema) e ambiente, secondo logiche basate sui parametri rilevati dai trasduttori presenti sull'impianto. Di conseguenza, anche eventuali blocchi dell'impianto per cause esterne o interne

saranno automaticamente attuati dal PLC. Esiste poi un sistema di sicurezza “passiva”, indipendente dal PLC, basato su segnali elettromeccanici, che attua la fermata dell’impianto in caso di malfunzionamento del PLC stesso. I quadri saranno forniti sciolti, da installare in una sala di controllo.

3.4 Sistema di acquisizione dati e visualizzazione

Fornito insieme all’impianto e da installare in sala di controllo dell’impianto, il sistema di acquisizione dati SCADA e visualizzazione si compone principalmente di un PC con schermo LCD o LED connesso con il PLC (che resta comunque funzionante indipendentemente dal sistema di visualizzazione) tramite un’interfaccia di tipo Profibus.

Da questa interfaccia sarà possibile effettuare operazioni di visualizzazione di variabili e allarmi dell’impianto nonché registrazione di log di funzionamento dei parametri e degli allarmi dell’impianto stesso.

La sorgente di calore sarà controllata dal PLC.

Sarà inoltre richiesta al cliente una connessione ADSL a IP fisso per il telecontrollo dell’impianto.

Uffici e mobilia per installazione indoor saranno forniti dal cliente.

3.5 Tubazioni, valvole e componenti vari

Tutti i componenti specificati entro i limiti di fornitura sono inclusi, le tubazioni prefabbricate in acciaio al carbonio in contatto con il fluido di lavoro, inclusi i supporti primari, le valvole manuali e automatiche, le valvole di sicurezza e i dischi di rottura, i sistemi ausiliari (skid dell’olio di lubrificazione, sistema di realizzazione del vuoto...) e le linee di sfiato. Il cablaggio elettrico e della strumentazione tra terra e le junction boxes. Il primo riempimento del fluido di lavoro e il commissioning dei pezzi di ricambio sono anch’essi inclusi.



3.6 Calendario di invio dei disegni e delle informazioni

Con le tempistiche indicate a seguito, Exergy fornirà i seguenti disegni ed informazioni al Cliente.

Documentazione	Settimane dall'ordine
Diagrammi dei bilanci di massa e calore	8
Diagrammi strumentali e delle tubazioni (P&ID)	15
Single line diagram (SLD)	15
Specifiche dei componenti principali, inclusi:	15
• Data sheet del generatore	
• Data sheet MCC	
• Data sheet turbina	
• Data sheets degli scambiatori di calore	
• Data sheet della pompa di alimento	
Layout generale	22
Filosofia di controllo ed operazione	22
Lista delle parti di ricambio raccomandate	22
Layout delle fondazioni e dei carichi	22
Schemi di montaggio e specifiche	35
Istruzioni per l'installazione	35
Protocollo di test finale e curve di correzione	12 prima dei test
Manuali O&M GEX (copia digitale)	5 prima dell'accettazione finale
Packing list (3 copie)	Prima della consegna
Fatture (Originale + 2 copie)	Prima della consegna

4. LIMITI DI FORNITURA E RESPONSABILITÀ

4.1 Meccanici

- Flange di ingresso del fluido geotermico a ciascun scambiatore
- Flange di uscita del fluido geotermico da ciascun scambiatore
- Sfiati e dreni
- Valvole di sicurezza
- Collegamenti per la fornitura di aria compressa
- Supporti per livellamento skid (tirafondi e sistemi di livellamento esclusi)

4.2 Elettrico e Strumentazione

- Pannello di controllo dell'ORC
- Quadro di distribuzione del generatore
- Connessioni di trasmissione dati
- Interfaccia dell'impianto ORC con l'UPS (fornito dal Cliente)
- I&C incluso per l'ORC fino alle junction boxes
- Morsetti di alimentazione BT per l'alimentazione degli ausiliari al quadro di distribuzione del modulo
- Quadro di distribuzione di BT (fornito sciolto)
- Connessione ADSL a IP fisso per il telecontrollo dell'impianto fornita dal Cliente

4.1 Operi civili

Disegni di input standard per opere civili inclusi.

5. ESCLUSIONI

Ogni elemento non esplicitamente incluso nella presente descrizione dello scopo di fornitura. Per chiarezza quanto segue è escluso dallo scopo:

- Tutte le attività al di fuori del limite di responsabilità
- Definizione delle caratteristiche della sorgente di calore e suoi limiti di impiego
- Definizione delle condizioni del sito (geologiche, sismiche, ambientali...)
- Design di dettaglio e fornitura del sistema geotermico (wellhead, sistema di prelievo, raccolta e di reiniezione) nonché bilanci dell'impianto
- Fondazioni ed opere civili ed edili, con particolare riferimento al sistema di estrazione e reinserimento del fluido geotermico
- Design concettuale, di dettaglio e coordinamento della connessione alla rete elettrica
- Adattamento del design meccanico, civile ed elettrico di dettaglio per il sito specifico
- Montaggi, preparazione locali, sistemi ausiliari di edificio
- Supporti secondari (travi, supporti strutturali in acciaio che non siano lo skid turbina)
- Sistemi di livellamento
- Tirafondi
- Scale e passerelle
- Funzionamento in isola e "black-start" dell'impianto ORC
- Sistema di stoccaggio del fluido organico e sistema di carico e scarico
- Richiesta di autorizzazione all'uso/importazione del fluido di lavoro da parte delle autorità locali (se necessario)
- Sistema di rilevamento e protezione, videosorveglianza

- Sistema antincendio
- Fornitura di aria compressa
- Sistema di protezione dai fulmini e messa a terra per i componenti non inclusi nel sistema ORC
- Silenziatori allo scarico della valvole di sicurezza
- Trasformatori non necessari all'alimentazione degli ausiliari nel sistema ORC
- Qualsiasi materiale di isolamento sonoro e termico, preparazione all'isolamento e lavori di isolamento non inclusi nel sistema ORC
- Organizzazione e pagamento di eventuali imposte, dogana, tasse, oneri e contributi nel paese di destinazione
- Cavi di trasmissione potenza
- Interruttore di macchina
- UPS (specifica inclusa)
- Mano d'opera per commissioning e messa in servizio (supervisione inclusa)
- Montaggi meccanici ed elettrostrumentali in campo
- Tutte le attività al di fuori dei limiti di responsabilità
- Quanto non specificato nella presente offerta

GEX 670 – PRESTAZIONI DELLA CONFIGURAZIONE SELEZIONATA

21/07/2015

Il modulo ORC, descritto nella specifica tecnica 01TEC.GEX.WFH.670.EU.IT.REV0 PE438, è stato progettato nelle seguenti condizioni:

Temperatura di riferimento	°C	18
Altezza	m s.l.m.	400
Frequenza	Hz	50
Input to plant data summary ¹		
Pressione di separazione (in ingresso ORC)	bar a	11.40
Temperatura liquido/vapore+NCG (in ingresso ORC)	°C	180.0
Percentuale NCG	% WGT	10.0
Portata totale in ingresso al separatore	t/h	138.6
Portata vapore+NCG ² all'ingresso ORC	t/h	58.46
Portata liquido geotermico in ingresso ORC	t/h	80.14

Le perdite termiche e le perdite di pressione non incluse nei limiti dell'ORC sono state considerate trascurabili al fine di determinare le condizioni di ingresso al modulo ORC.

¹ Ai fini del calcolo delle performance, il fluido geotermico è stato considerato come acqua pura, pertanto senza salinità, in accordo con I modelli di simulazione Aspen Flash e NIST Refprop 9.0.

² Una frazione del contenuto di NCG (0.02 t/h) rimane disciolta nella portata di liquido, in accordo alla simulazione del separatore effettuata con Aspen Plus environment.

Caratteristiche elettriche dell'impianto:

Generatore elettrico:



Tipologia	Sincrono
Tensione	11 kV
Potenza di targa minima	8.5 MVA
Classe di protezione minima	IP54
Fattore di potenza di riferimento	1

Nelle condizioni sopraindicate si riscontrano i seguenti valori prestazionali

		Nominale
Potenza lorda ai terminali del generatore	kWe	6730
Potenza ausiliari ORC	kWe	430
Potenza netta dell'ORC (ACC esclusi)	kWe	6300
Potenza consumata dagli ACC	kWe	300
Potenza netta dell'ORC	kWe	6000
Potenza ausiliari sistema di reiniezione*	kWe	1000
Potenza netta	kWe	5000
Temperatura minima di reiniezione**	°C	80
Potenza termica totale richiesta	kWth	39600
Temperatura di ingresso dell'aria	°C	18.0
Potenza termica da scaricare	kWth	32890
Efficienza lorda	%	16.99%

I valori qui riportati sono preliminari potranno essere rivisti una volta confermati i dati di progetto. La potenza elettrica lorda e i valori di potenza consumata dagli ausiliari, inclusi nei limiti di fornitura, sono da intendersi alle morsettiere dei

motori/generatore. Il fluido organico è considerato privo di NCG. Le proprietà termodinamiche sono calcolate in accordo con i modelli di simulazione Aspen Flash e NIST Refprop 9.0. Le performance sono state valutate in base alle specifiche del performance test (PTS), le quali dovranno essere fornite corredate da curve correttive sulla base del piano di consegna della documentazione.

* Assunzione preliminare, che dovrà essere pertanto validata e confermata dal cliente.

**Nel caso di requisiti stringenti, la regolazione della temperatura di reiniezione del brine dovrà essere definita nella fase di design finale in modo tale da evitare lo scaling.