



CLIMATE CHANGE RISK ASSESSMENT

VALUTAZIONE DEL RISCHIO DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO

LUGLIO 2026



RenewRome

INDICE

1. PREMESSA	3
2. CLIMATE CHANGE RISK ASSESSMENT	5
2.1. Introduzione ai rischi climatici ed agli scenari	5
2.2. Introduzione ai requisiti di CCRA (Valutazione del Rischio del Cambiamento Climatico)	6
2.3. Metodologia per la valutazione dei rischi climatici	7
2.3.1. Prioritizzazione dei Rischi Climatici Fisici	7
2.3.2. Valutazione dei Rischi Climatici Fisici	8
2.3.3. Scenari di analisi e orizzonti temporali	8
2.3.4. Metodologia applicata	10
3. SINTESI DEI RISULTATI	16
4. CONCLUSIONI	17

I. PREMESSA

La presente valutazione è finalizzata a fornire alla comunità locale, alle Istituzioni e più in generale a tutti gli Stakeholders i risultati della valutazione dei rischi climatici fisici per il termovalorizzatore di Santa Palomba, svolto in allineamento con standard e linee guida internazionali tra cui il framework TCFD (*Nota A*) e secondo lo standard richiesto da EP2 (*Nota B*).

Nel contesto dell'analisi dei rischi climatici, è opportuno evidenziare come l'impianto di Santa Palomba si configuri come un intervento infrastrutturale in grado di contribuire in modo concreto alla mitigazione del cambiamento climatico, non solo per la città di Roma ma per l'intero sistema sub-urbano e regionale. L'impianto nasce in risposta a un contesto di crisi gestionale nella filiera dei rifiuti, con l'obiettivo di superare l'attuale modello ad alta intensità emissiva. Dal punto di vista ambientale, la realizzazione del termovalorizzatore consentirà una riduzione media delle emissioni climalteranti del 57% rispetto allo scenario attuale. Questo dato è stato calcolato attraverso un'analisi LCA (Life Cycle Assessment) comparativa tra lo scenario "as-is" (conferimento in impianti TM/TMB, discarica, e trasporti extra-regionali) e lo scenario "to-be" con trattamento locale e recupero energetico.

A rendere possibile tale riduzione concorrono molteplici fattori. In primo luogo, la centralizzazione del trattamento dei rifiuti sul territorio comunale evita il trasporto su lunghe tratte – oggi spesso superiori a 100 km – e consente un significativo abbattimento delle emissioni associate alla logistica. In secondo luogo, il progetto integra un recupero energetico combinato: da un lato, la produzione di energia elettrica (oltre 541 GWh/anno – in parte utilizzata in autoconsumo per garantire l'autosufficienza del termovalorizzatore) mediante termovalorizzazione e fotovoltaico; dall'altro, la generazione di energia termica per uso domestico tramite teleriscaldamento. Questo mix permette la sostituzione di fonti convenzionali come caldaie a metano e centrali a ciclo combinato, comportando un effetto di "decarbonizzazione indiretta" del sistema energetico locale. Nell'impianto è prevista, inoltre, una sperimentazione di cattura della CO₂ per esplorare possibili riduzioni delle emissioni climalteranti. Il sistema intercetta una quota dei fumi già depurati e separa la CO₂ con un processo dedicato. La CO₂ viene poi liquefatta per il trasporto e destinata a stoccaggio geologico permanente, in coerenza con il quadro normativo europeo applicabile. Infine, nell'ambito della realizzazione dell'opera, è previsto anche un intervento di forestazione urbana con piantumazione di essenze arboree mellifere e ad alta capacità di assorbimento, stimato in 56 tonnellate/anno di CO₂ sequestrate biologicamente. Dal punto di vista socioeconomico, si stima un beneficio monetario di oltre 1 miliardo di euro cumulato in 30 anni (dal 2028 al 2057), considerando la riduzione dei principali agenti inquinanti e i relativi costi sociali evitati.

Complessivamente, l'impianto rappresenta un'infrastruttura ad alta compatibilità ambientale, che integra tecnologie di mitigazione dei gas serra, misure di compensazione e strumenti di governance digitale (come il software PAMELA per il monitoraggio predittivo), contribuendo in modo diretto e sistemico a ridurre le emissioni in atmosfera di gas climalteranti. L'approccio adottato - basato su principi DNSH ("Do No Significant Harm") e allineato ai criteri della tassonomia europea - consente di configurare l'impianto come un asset strategico nella gestione climatica urbana e metropolitana.

Preme infine precisare che la presente valutazione del rischio climatico conferma che l'impianto di Santa Palomba presenta una buona resilienza ai rischi fisici, grazie a soluzioni tecniche, gestionali e contrattuali già

previste nel progetto. L'approccio adottato ha permesso di identificare le aree di vulnerabilità prioritarie e di sviluppare misure adeguate a mitigarle o gestirle. Questo rafforza la solidità ambientale del Progetto e ne assicura la conformità agli standard attesi da Istituzioni Locali e Nazionali, standards internazionali, istituzioni di sviluppo, nonché la piena aderenza ai criteri del framework TCFD e all'*EP Guidance Note on Climate Change Risk Assessment*.

Nota A *Task Force on Climate-Related Financial Disclosures (TCFD)* è un framework globale creato dal Financial Stability Board (FSB) per guidare le aziende nella rendicontazione dei rischi e delle opportunità finanziarie legate al cambiamento climatico. Il suo obiettivo è fornire trasparenza a investitori e stakeholder attraverso quattro pilastri: governance, strategia, gestione del rischio, metriche e target. Il TCFD raccomanda esplicitamente di analizzare più orizzonti temporali es: 2030, 2040, 2050, in accorso agli obiettivi del Green Deal e Accordo di Parigi.

Nota B *Gli Equator Principles (EP)* sono linee guida internazionali per le istituzioni finanziarie, finalizzate a gestire i rischi ambientali e sociali nei progetti industriali di ampio respiro. Principio 2: *Environmental and Social Assessment* richiede un Climate Change Risk Assessment (CCRA)

2. CLIMATE CHANGE RISK ASSESSMENT

In questo capitolo, si descrive la metodologia utilizzata per determinare e valutare i rischi climatici fisici per il termovalorizzatore di Santa Palomba e i risultati per diversi orizzonti temporali e scenari climatici.

2.1. Introduzione ai rischi climatici ed agli scenari

Una valutazione efficace del rischio climatico si basa su una chiara comprensione di due elementi fondamentali: la definizione dei rischi climatici e la funzione degli scenari climatici. Questi concetti influenzano la struttura dell'analisi, quali input vengono prioritizzati e come i risultati vengono interpretati e applicati nei processi decisionali.

Il primo elemento consiste nello stabilire cosa si intende per rischi climatici. Nella pratica, l'*EP Guidance Note on Climate Change Risk Assessment* sottolinea che "la definizione di rischi climatici [...] è stata pubblicata dalla TCFD il 15 giugno 2017".

I rischi climatici fisici riguardano gli impatti diretti del cambiamento climatico - come eventi meteorologici estremi, variazioni croniche di temperatura e innalzamento del livello del mare - che possono influire su beni e operazioni.

Categoria di rischio	Tipologia di rischio	Descrizione	Impatti	
			Drivers	Finanziari
 Rischio climatico fisico	Acuto	Eventi meteorologici estremi (cicloni, uragani, inondazioni, siccità, incendi boschivi, gelo...)	• Impianti (e.g., danni a centri di produzione) • Forza lavoro (e.g. riduzione della produttività, assenteismo) • Approvvigionamento di materie prime (e.g. distruzione di habitat naturali / aree da cui vengono estratte materie prime fondamentali) • Catena di fornitura (e.g. danni alle infrastrutture di trasporto)	I rischi sia fisici che di transizione hanno un impatto su: • Fatturato • Capex • Opex
	Cronico	Cambiamenti climatici di lungo periodo (ad esempio aumento delle temperature, innalzamento del livello del mare, scarsità d'acqua...)		

È altrettanto importante comprendere cosa si intende per scenario climatico. Gli scenari climatici forniscono una visione strutturata e orientata al futuro di come il mondo potrebbe evolvere secondo diverse traiettorie. Queste narrazioni - supportate da modelli quantitativi - si basano su ipotesi variabili riguardanti lo sviluppo socioeconomico, l'adozione di nuove tecnologie e interventi normativi. Diversi fornitori di scenari pongono l'accento su variabili e modelli differenti, come eventi atmosferici o impatto macroeconomico.

Secondo l'*EP Guidance Note on Climate Change Risk*, "la CCRA deve essere basata su analisi robuste di dati climatici e traiettorie emissive, [...] e la TCFD raccomanda di selezionare una gamma di scenari (non solo uno) che copra una ragionevole varietà di possibili esiti futuri, sia favorevoli sia sfavorevoli". Per questo motivo, gli scenari comunemente adottati sono generalmente organizzati in quattro gruppi, ciascuno definito in base all'aumento previsto della temperatura media globale entro il 2100:

- **Net Zero 2050 (1,5°C):** Un percorso ottimistico e altamente ambizioso, allineato agli obiettivi più stringenti dell'Accordo di Parigi. Presuppone un'azione globale precoce e coordinata per raggiungere emissioni nette pari a zero entro metà secolo;
- **Net Zero 2070 (<2°C):** Uno scenario comunque ambizioso che consente un'azione ritardata e una transizione più graduale verso un'economia a basse emissioni di carbonio;
- **Tendenza attuale (<3°C):** Una proiezione basata sulle politiche dichiarate e sugli impegni nazionali attuali, senza ipotizzare ambizioni o meccanismi di applicazione aggiuntivi;
- **Nessuna azione (oltre 3°C):** Uno scenario ad alto rischio che assume l'assenza di cambiamenti significativi nelle politiche o nei comportamenti, con conseguente crescita continua delle emissioni.

Questi scenari sono costruiti utilizzando modelli integrati di valutazione (IAM - Integrated Assessment Models), che simulano l'interazione di oltre 100 variabili interdipendenti - incluse tendenze macroeconomiche, sviluppo tecnologico, crescita demografica, decisioni politiche e trasformazioni nei sistemi energetici.

A differenza degli approcci statici, questi modelli si adattano dinamicamente, il che significa che sia gli input sia gli output evolvono in funzione delle ipotesi applicate in ciascuno scenario.

Le differenze tra gli scenari derivano principalmente dalle ipotesi su:

- Il ritmo e la scala di implementazione delle politiche climatiche;
- La diffusione di tecnologie a basse emissioni di carbonio (es. energie rinnovabili, rimozione della CO₂);
- I percorsi di sviluppo socioeconomico (es. crescita della domanda energetica).

Ad esempio, gli scenari più ottimistici ipotizzano una rapida decarbonizzazione, un forte aumento degli investimenti nelle tecnologie a basse emissioni di carbonio e limitazioni alle infrastrutture fossili. Al contrario, gli scenari più conservativi riflettono progressi di mitigazione più lenti e una sostenuta dipendenza dalle fonti energetiche tradizionali.

I fornitori di scenari selezionati per questo CCRA è l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) che fornisce le basi scientifiche per l'analisi degli scenari climatici attraverso i suoi Percorsi Socioeconomici Condivisi (SSP – Shared Socioeconomic Pathways). Questi scenari sono sviluppati grazie al contributo di 31 modelli integrati di valutazione (IAM) e sono stati aggiornati più recentemente nel Sesto Rapporto di Valutazione (AR6). Gli scenari coprono orizzonti temporali di lungo periodo, dal 1850 al 2100, risultando particolarmente utili per comprendere le tendenze climatiche graduali e per supportare stress test in orizzonti di investimento estesi.

2.2. Introduzione ai requisiti di CCRA (Valutazione del Rischio del Cambiamento Climatico)

Una Valutazione del Rischio del Cambiamento Climatico efficace richiede anche una chiara comprensione dei requisiti di implementazione previsti da EP2 ed esplicitati nell'*EP Guidance Note on Climate Change Risk*

Assessment. In particolare, la valutazione dei rischi climatici fisici è sempre richiesta nell'ambito del CCRA, indipendentemente dalle specifiche caratteristiche progettuali. Diversamente, la necessità di includere una valutazione dei rischi climatici di transizione e una analisi delle alternative tecnologiche è subordinata alla soglia emissiva del progetto. Nello specifico, tali requisiti aggiuntivi si applicano ai progetti che superano la soglia di 100 kton CO₂eq/anno considerando le emissioni combinate Scope 1 e Scope 2 (*Nota C*). Il calcolo delle emissioni deve essere effettuato in conformità al GHG Protocol, al fine di garantire coerenza metodologica e comparabilità tra progetti e giurisdizioni.

Nel caso dell'impianto di Santa Palomba, le emissioni Scope 1 e Scope 2 sono state determinate a partire dai risultati del Life Cycle Assessment, e il superamento della soglia di 100 kton CO₂eq/anno comporta l'applicazione la valutazione dei rischi climatici.

2.3. Metodologia per la valutazione dei rischi climatici

2.3.1. Prioritizzazione dei Rischi Climatici Fisici

In coerenza con quanto previsto dall'*EP Guidance Note on Climate Change Risk Assessment*, che richiede l'adozione di un processo di Valutazione del Rischio del Cambiamento Climatico (CCRA) articolato in fasi progressive (screening/scoping, risk assessment e risk management), la metodologia utilizzata per la CCRA fisica dell'impianto di Santa Palomba è stata strutturata secondo un approccio sequenziale e sistematico. Un elemento centrale di tale impostazione è la selezione e prioritizzazione dei rischi climatici fisici, sviluppata al fine di garantire rilevanza, coerenza e disponibilità dei dati in funzione delle caratteristiche specifiche del sito e dell'asset impiantistico. Al fine di assicurare un'analisi mirata e concretamente utilizzabile a scopi decisionali, quattro principi chiave sono stati adottati per la selezione dei rischi climatici materiali.

1. Allineamento alle caratteristiche del sito e dell'impianto

La rilevanza di ciascun rischio è stata valutata rispetto alla configurazione tecnica del termovalorizzatore di Santa Palomba, alla sua localizzazione geografica e ai processi industriali previsti. Sono stati esclusi rischi non pertinenti al contesto territoriale o al profilo impiantistico.

2. Aggregazione di rischi con meccanismi analoghi

Rischi con effetti fisici o meccanismi di rischio analoghi sono stati aggregati in categorie unificate (es. cicloni e tornado ricondotti ai rischi da vento estremo), al fine di garantire coerenza analitica. L'analisi si è concentrata sui rischi primari, ritenuti più materialmente rilevanti, mentre quelli secondari sono considerati indirettamente attraverso i principali.

3. Coerenza con la disponibilità dei dati

La selezione dei rischi è stata effettuata in coerenza con i dataset e le capacità di modellazione disponibili, al fine di assicurare robustezza metodologica ed evitare lacune informative. Sono stati quindi inclusi esclusivamente i rischi per i quali risultano disponibili metriche quantitative affidabili.

Nota C Le emissioni Scope 1 e 2 rappresentano la carbon footprint diretta e indiretta energetica di un'azienda secondo il GHG Protocol. Lo Scope 1 include le emissioni dirette da fonti possedute o controllate dal sito industriale (es. combustione in loco, flotte aziendali). Lo Scope 2 copre le emissioni indirette generate dalla produzione di energia acquistata (elettricità, calore, vapore).

4. Prioritizzazione in funzione dell'impatto operativo

In presenza di varianti acute e croniche della medesima tipologia di rischio, è stata privilegiata quella con maggiore impatto potenziale sulla sicurezza, sugli asset critici e sulla continuità del servizio pubblico. Ad esempio, eventi acuti quali incendi o alluvioni sono stati considerati prioritari rispetto a tendenze climatiche gradualmente (es. smottamenti), in quanto potenzialmente in grado di generare interruzioni operative significative.

Attraverso l'applicazione di questi quattro principi, è stato garantito che il processo di selezione dei rischi climatici fisici per l'impianto di Santa Palomba rimanesse basato su evidenze oggettive, coerente con le caratteristiche territoriali del sito e tecnicamente implementabile nel contesto progettuale.

2.3.2. Valutazione dei Rischi Climatici Fisici

A seguito del processo di selezione e prioritizzazione dei rischi climatici fisici, sono stati individuati sette rischi materiali per il progetto di Santa Palomba, analizzati secondo le seguenti metriche:

- **Incendi:** probabilità (%) di accadimento
- **Siccità:** numero di mesi all'anno con indice SPEI¹ < -2
- **Vento:** velocità massima del vento sostenuto per 1 minuto (evento con periodo di ritorno di 100 anni)
- **Grandine:** giorni all'anno in cui si verifica grandine con diametro >5 cm
- **Ondata di calore:** giorni all'anno con temperatura superiore a 35°C
- **Inondazioni:** percentuale di superficie alluvionata (evento con periodo di ritorno di 100 anni)
- **Precipitazioni:** massima precipitazione giornaliera equivalente in mm d'acqua (evento con periodo di ritorno di 100 anni)

I dati di esposizione di Santa Palomba al rischio climatico fisico per i sette pericoli, gli orizzonti temporali e gli scenari considerati, sono stati forniti da OS Climate - un'iniziativa open source che offre infrastrutture dati e strumenti analitici per valutare ed integrare i rischi climatici nelle decisioni finanziarie su scala globale.

2.3.3. Scenari di analisi e orizzonti temporali

Come indicato dall'*EP Guidance Note on Climate Change Risk Assessment*, "la TCFD raccomanda alle organizzazioni di valutare la propria resilienza considerando diversi scenari legati al clima che coprano una ragionevole varietà di possibili esiti futuri, sia favorevoli sia sfavorevoli, incluso uno scenario a 2° Celsius o inferiore". In questa ottica, l'analisi di rischio climatico fisico è stata svolta selezionando due scenari (SSP1-2.6, SSP5-8.5) e tre orizzonti temporali (2030, 2040 e 2050).

Le traiettorie IPCC selezionate, come richieste da TCFD, coprono un'ampia gamma di possibili esiti in termini di aumento della temperatura, da scenari ottimistici allineati all'obiettivo di 1,5°C (SSP1-2.6) fino a scenari pessimistici ad alte emissioni che superano i 4°C (SSP5-8.5). Questo garantisce un'adeguata copertura della

¹ L'indice SPEI (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index) misura l'intensità e la durata della siccità sulla base del bilancio idrico climatico (precipitazioni meno evapotraspirazione), utilizzando una funzione logistica di probabilità

sensibilità al rischio climatico, mantenendo al contempo l'allineamento con le aspettative normative standard e le pratiche del settore:

- **SSPI-2.6 (Sotto i 2°C) – best-case**

- Uno scenario ottimistico plausibile, con la temperatura che si stabilizza a 1,8°C sopra i livelli preindustriali;
- Riflette una traiettoria di sviluppo sostenibile, seppur con differenze moderate negli sforzi di riduzione delle emissioni;
- Allineato agli obiettivi dell'Accordo di Parigi, in presenza di un forte ma plausibile coordinamento globale

- **SSP5-8.5 (Inazione, oltre +3°C) – worst-case**

- Uno scenario pessimistico ad alto rischio, con temperature che si stabilizzano a 4,4°C
- Basato sull'ipotesi di una crescita economica alimentata dai combustibili fossili e da una regolamentazione climatica limitata
- Caratterizzato da un quasi raddoppio delle emissioni entro il 2050, con elevata intensità e frequenza di eventi climatici estremi

Questi scenari forniscono una base diversificata e scientificamente fondata per valutare il rischio fisico climatico, valutando uno scenario ottimistico ed uno pessimistico, la metodologia offre una gamma strutturata di livelli di confidenza, ancorata agli esiti migliori e peggiori ipotizzabili.

Sebbene gli scenari non rappresentino previsioni probabilistiche del futuro globale, la modellazione dei pericoli all'interno di ciascuno scenario è di tipo probabilistico, e consente, ad esempio, di stimare la probabilità di un'alluvione con periodo di ritorno di 1 su 100 anni in un determinato percorso climatico.

Gli orizzonti temporali sono selezionati per fornire punti temporali futuri sufficientemente lontani da riflettere effetti climatici concreti, ma ancora abbastanza vicini da poter guidare decisioni di investimento e strategie di mitigazione del rischio.

Il TCFD raccomanda esplicitamente di analizzare più orizzonti temporali per una valutazione completa dei rischi legati al cambiamento climatico, distinguendo tra breve, medio e lungo termine. Nel contesto dell'impianto di Santa Palomba, gli orizzonti temporali analizzati sono:

- **2030:** rappresenta l'orizzonte di breve termine. È stato scelto perché immediatamente successivo all'entrata in esercizio dell'impianto. Questo permette di valutare l'esposizione ai rischi climatici in una fase iniziale ma operativa, rilevante per definire assetti gestionali, investimenti e strategie di adattamento.
- **2040:** definito come orizzonte di medio termine, riflette il periodo tipico di ritorno degli investimenti infrastrutturali e di maturità operativa dell'impianto. Consente di cogliere l'evoluzione degli scenari climatici e normativi, nonché di integrare pienamente gli effetti della transizione energetica e delle politiche ambientali in corso.

- **2050:** rappresenta l'orizzonte di lungo termine, in coerenza con gli obiettivi di neutralità climatica dell'Unione Europea e i benchmark regolatori. Riflette le implicazioni sistemiche della transizione verso un'economia net-zero, nonché l'impatto cumulativo dei rischi climatici lungo diverse traiettorie emissive.

2.3.4. Metodologia applicata

La metodologia applicata in questo contesto è allineata alle linee guida TCFD e ai principi guida normativi, tra cui anche la *EP Guidance Note on Climate Change Risk Assessment*. Essa adotta il consolidato approccio Pericolo – Esposizione – Vulnerabilità ampiamente utilizzato nella scienza del clima e nell'analisi del rischio.

Esposizione

L'esposizione ai rischi climatici fisici è definita come la presenza di asset ed operazioni in località soggette a pericoli climatici. L'esposizione è intrinsecamente spaziale: riflette se le attività dell'impianto di Santa Palomba si trovano in una regione a rischio e costituisce la base geografica per tradurre le proiezioni di pericolo in rischio per un singolo impianto.

Per valutare il rischio climatico fisico si utilizza una metodologia strutturata per lo scoring dell'esposizione ai pericoli climatici, combinando i passaggi metodologici comunemente accettati nell'analisi del rischio climatico fisico. Questo approccio fa leva sulla variazione relativa dell'esposizione nel tempo, calibrata e discretizzata. Il risultato finale è un punteggio composito di esposizione.

Fase 1: Delta dell'Esposizione al Pericolo

La metodologia si basa sul delta, ovvero il cambiamento dell'esposizione rispetto all'anno base definito - il 2020 - fino all'orizzonte target (es. 2030 o 2050). Questa dimensione riflette l'impatto relativo del cambiamento climatico su una località nel tempo, secondo lo scenario climatico selezionato. La fonte del dato è OS Climate (*Nota D*).

Fase 2: Punteggio Finale di Esposizione al Pericolo Climatico

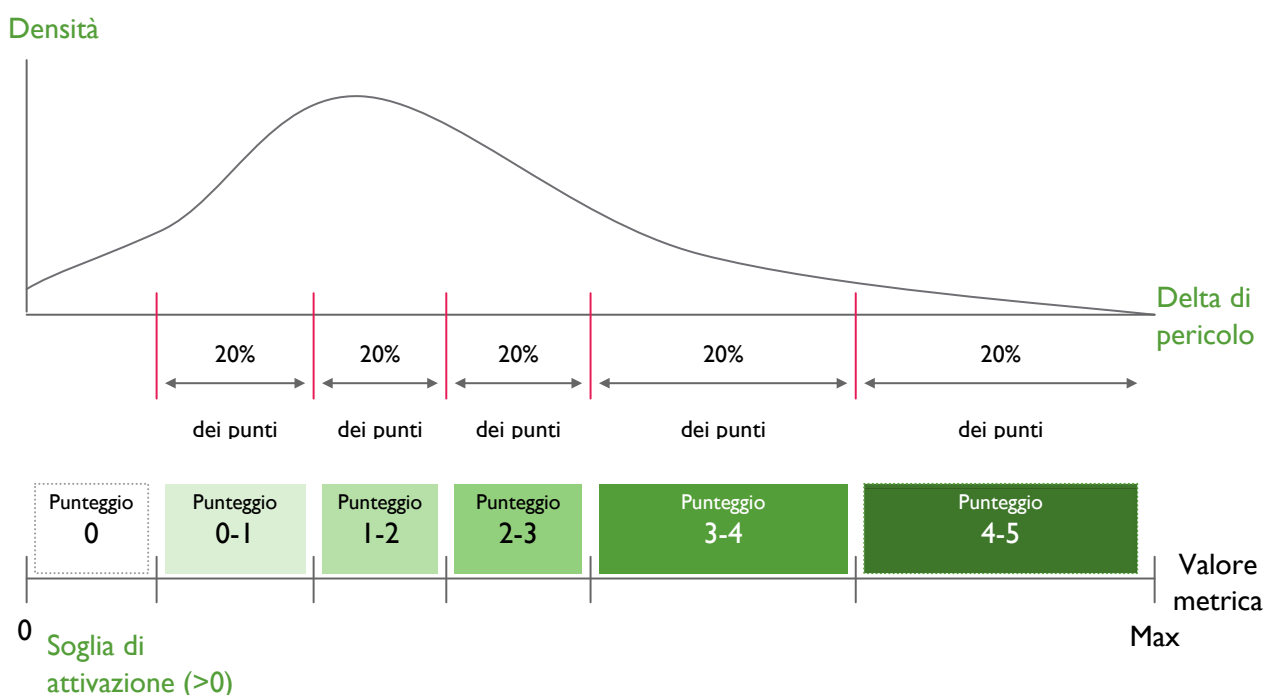
Per garantire la comparabilità, il delta del pericolo viene tradotto su una scala da 0 a 5 utilizzando due passaggi: calibrazione e discretizzazione.

- La calibrazione è stata condotta su un ampio campione globale composto da circa 20.000 località in tutto il mondo. L'uso di un campione ampio e distribuito geograficamente garantisce un'analisi imparziale e rappresentativa, indipendente dalla localizzazione specifica dell'impianto analizzato. Questo processo assicura che la scala di valutazione tenga conto delle caratteristiche climatiche globali e non sia distorta da particolarità locali.

NOTA D OS-Climate (*Open Source Climate*) è un'iniziativa, ospitata dalla Linux Foundation, che mira a creare una piattaforma aperta e collaborativa di dati e analisi per integrare i rischi climatici nelle decisioni finanziarie su larga scala.

- La discretizzazione mira a distribuire i risultati in maniera omogenea e significativa. Viene innanzitutto stabilita una soglia di attivazione, al di sotto della quale il punteggio assegnato è pari a 0. In questo modo si evita di attribuire valori positivi a esposizioni trascurabili, focalizzando l'attenzione solo sui dati rilevanti. Una volta superata la soglia, i punteggi vengono assegnati sulla base di quintili (percentili al 20%), per ottenere un confronto standardizzato tra asset in localizzazioni climaticamente diverse. Il punteggio finale di esposizione al pericolo climatico è determinato dal quintile in cui cade il *delta*.

Discretizzazione del punteggio finale di esposizione



Ogni intervallo corrisponde a una fascia di punteggio:

- Punteggio 0:** Nessuna attivazione del pericolo;
- Punteggio 0-1:** Esposizione bassa (20% inferiore);
- Punteggio 1-2:** Esposizione moderata;
- Punteggio 2-3:** Esposizione elevata;
- Punteggio 3-4:** Esposizione alta;
- Punteggio 4-5:** Esposizione molto alta (20% superiore).

I risultati di punteggio finale per l'esposizione al pericolo climatico sull'impianto di Santa Palomba sono:

- Scenario: SSP1-2.6 (Sotto i 2°C) – best-case**

	Incendi	Siccità	Vento	Grandine	Ondata di calore	Inondazione	Precipitazione
2030	3	2	0	0	1	1	1
2040	3	5	0	0	2	1	1
2050	4	5	0	0	3	2	4

- **Scenario: SSP5-8.5 (Inazione, oltre +3°C) – worst-case**

	Incendi	Siccità	Vento	Grandine	Ondata di calore	Inondazione	Precipitazione
2030	3	2	0	2	1	1	1
2040	4	4	3	4	3	2	3
2050	4	5	4	5	4	2	5

Si può osservare che, in corrispondenza dell'anno 2040, lo scenario SSP5-8.5 presenta un rischio di siccità inferiore rispetto allo scenario SSP1-2.6, espresso in termini di numero di mesi con indice SPEI inferiore a -2. Sebbene ciò possa apparire controintuitivo, si tratta di un risultato compatibile con la natura degli scenari climatici e con la variabilità interna del sistema climatico. In questo orizzonte temporale, infatti, le traiettorie emissive non hanno ancora prodotto una divergenza marcata nei loro effetti sul clima regionale: lo scenario SSP1-2.6, pur essendo caratterizzato da minori emissioni a lungo termine, può riflettere una transizione già in atto verso condizioni climatiche più stabili, ma senza un immediato recupero delle precipitazioni o del bilancio idrico. Al contrario, nello scenario SSP5-8.5, l'accelerazione del riscaldamento globale è più progressiva e potrebbe, in determinati contesti regionali e in specifiche fasi interannuali, coincidere con condizioni momentaneamente più umide. Questo fenomeno è riconducibile alla variabilità naturale del clima, che può determinare effetti locali non lineari o transitori, anche in presenza di tendenze globali ben definite. Di conseguenza, a orizzonti temporali intermedi come il 2040, i pattern di siccità non sempre seguono una progressione monotona in funzione della severità dello scenario emissivo, rendendo necessaria un'interpretazione prudente e contestualizzata dei risultati modellistici.

Vulnerabilità

La valutazione di vulnerabilità analizza la suscettibilità degli impianti ai pericoli climatici fisici, valutando due dimensioni chiave: l'impatto sugli asset fisici (es. edifici, impianti, scorte) e l'impatto sulle operazioni aziendali (es. interruzioni logistiche, indisponibilità delle infrastrutture, perdita di produttività). Questa doppia prospettiva consente di ottenere una visione completa di come i diversi pericoli climatici possano influenzare la capacità di una impresa di operare e generare valore.

Il processo di punteggio (da 0 a 5, allineato con quello dell'esposizione) si basa su una triangolazione di input qualitativi, provenienti da:

- Letteratura scientifica, che fornisce evidenze empiriche sugli impatti dei pericoli climatici su diversi settori e tipologie di asset;
- Ricerche mirate, per ottenere approfondimenti specifici di settore e contesto operativo, valutando anche l'impatto reale di eventi climatici accaduti in passato.

Queste fonti vengono integrate per sviluppare una valutazione qualitativa della vulnerabilità, differenziata per tipologia di pericolo e archetipo di asset.

La logica di valutazione è la seguente: ogni dimensione – asset fisici (CAPEX) e operazioni – viene valutata su una scala da 0 a 5:

- 0 = Nessuna vulnerabilità: Nessun effetto o vulnerabilità al rischio;
- 1 = Trascurabile: Cambiamenti insignificanti, all'interno della normale variabilità degli eventi climatici;
- 2 = Bassa: Effetti limitati, con basse interruzioni operative o danni fisici contenuti;
- 3 = Moderata: Effetti rilevanti, con interruzioni operative o danni fisici tangibili;
- 4 = Elevata: Effetti sostanziali, con interruzioni significative delle operazioni o danni fisici rilevanti;
- 5 = Critica: Effetti molto gravi, con possibili interruzioni prolungate o danni fisici ingenti.

La vulnerabilità complessiva viene calcolata come la media tra il punteggio dell'asset fisico e quello operativo. Nella pratica, queste due dimensioni – danno fisico e interruzione operativa – risultano spesso strettamente interconnesse, poiché gli impatti strutturali tendono a generare effetti a catena sulla continuità operativa. Questa correlazione sottolinea l'importanza di una valutazione media tra le due componenti, secondo un'impostazione comunemente accettata.

La matrice di vulnerabilità sviluppata per l'impianto di Santa Palomba è riportata qui sotto:

- **Incendi:**
 - CAPEX: 4 - Alto rischio di incendio per la vicinanza a rifiuti combustibili; possibili danni strutturali e agli impianti
 - Operations: 4 - Soggetto a fermi e interruzioni significative a causa di danni fisici
 - **Vulnerabilità totale: 4 – Elevata**
- **Siccità:**
 - CAPEX: 2 – In caso di siccità prolungata, potrebbero rendersi necessari degli adeguamenti ai sistemi di raffreddamento
 - Operations: 2 - La scarsità d'acqua (utilizzata per il raffreddamento) potrebbe causare interruzioni operative
 - **Vulnerabilità totale: 2 – Bassa**
- **Vento:**
 - CAPEX: 2 - In presenza di vento estremo, l'infrastruttura o il sistema di raffreddamento possono subire danni

- Operations: 1 - Soggetto a riduzione dell'efficienza a causa di un sistema di raffreddamento compromesso
- **Vulnerabilità totale: 2 – Bassa**
- **Grandine:**
 - CAPEX: 2 - Componenti sensibili (es. sistema di raffreddamento) e tetto soggetti a danni fisici
 - Operations: 1 - Soggetto a riduzione dell'efficienza a causa di un sistema di raffreddamento compromesso
 - **Vulnerabilità totale: 2 – Bassa**
- **Ondata di calore:**
 - CAPEX: 0 – Non impattante
 - Operations: 2 - Lieve riduzione dell'efficienza del raffreddamento o della produzione energetica; generalmente gestibile
 - **Vulnerabilità totale: 1 – Trascurabile**
- **Inondazioni**
 - CAPEX: 3 - Soggetto a danni ai sistemi critici (quadri elettrici, sale controllo, nastri trasportatori)
 - Operations: 3 - Infiltrazioni d'acqua in vasche e aree tecniche possono interrompere le operazioni e richiedere interventi di ripristino
 - **Vulnerabilità totale: 3 – Moderata**
- **Precipitazioni**
 - CAPEX: 1 - Infrastruttura dell'impianto e strade di accesso soggette a impatti dovuti a frane e colate di fango
 - Operations: 1 - Le operazioni possono rallentare a causa di accessi bloccati o problemi di drenaggio nelle vasche dei rifiuti e nelle zone di carico
 - **Vulnerabilità totale: 1 – Trascurabile**

Matrice dei rischi

Quando esposizione ad un pericolo (es. inondazioni) e vulnerabilità dell'impianto vengono combinate attraverso moltiplicazione, ne risulta un punteggio complessivo di rischio climatico fisico per l'impianto, in base alla matrice simmetrica presentata sotto:

Matrice di conversione del rischio climatico

Esposizione all'agente di rischio

Vulnerabilità dell'impianto	Esposizione all'agente di rischio				
	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5
	2	4	6	8	10
	3	6	9	12	15
	4	8	12	16	20
	5	10	15	20	25



Interpretazione del punteggio di rischio:

1	Rischio trascurabile: Il rischio rappresenta una minaccia molto limitata per l'asset, con danni tangibili quasi nulli
5	Rischio basso: Impianto non significativamente a rischio; si prevedono danni molto limitati anche in caso di eventi intensi
10	Rischio moderato: rischio rappresenta una minaccia per l'impianto
15	Rischio alto: Impianto ad alto rischio di subire danni a causa del pericolo; è necessario introdurre azioni di mitigazione.
20	Rischio critico: Asset estremamente esposto e vulnerabile al pericolo specifico; è necessario adottare misure di mitigazione il prima possibile

3. SINTESI DEI RISULTATI

I risultati di punteggio finale il rischio climatico fisico sull'impianto di Santa Palomba sono:

- **Scenario: SSP1-2.6 (Sotto i 2°C) – best-case**

	Incendi	Siccità	Vento	Grandine	Ondata di calore	Inondazione	Precipitazione
2030	12	4	0	0	1	3	1
2040	12	10	0	0	2	3	1
2050	16	10	0	0	3	6	4

- **Scenario: SSP5-8.5 (Inazione, oltre +3°C) – worst-case**

	Incendi	Siccità	Vento	Grandine	Ondata di calore	Inondazione	Precipitazione
2030	12	4	0	4	1	3	1
2040	16	8	6	8	3	6	3
2050	16	10	8	10	4	6	5

In entrambi gli scenari analizzati, il rischio climatico fisico potenzialmente più elevato è quello associato agli incendi. Nello scenario ottimista (SSP1-2.6) il rischio è “moderato” al 2030 e 2040 per poi diventare potenzialmente “alto” nel 2050; nel caso di uno scenario più pessimista (SSP5-8.5), il potenziale rischio è “moderato” solo al 2030 e diventa “alto” dal 2040. Nello scenario ottimista (SSP1-2.6), gli altri due rischi climatici fisici degni di attenzione sono siccità ed inondazione. La siccità dal 2040 ha un rischio classificato come “moderato”, mentre l'inondazione ottiene la stessa classificazione dal 2050. Nel caso di uno scenario pessimista (SSP5-8.5), tutti i pericoli (tranne le ondate di calore) diventano rischi climatici fisici “bassi” o “moderati” al 2050, con un'evoluzione graduale dal 2030. Per concludere, l'impianto di Santa Palomba è potenzialmente esposto ai rischi di incendi e siccità, sia in uno scenario SSP1-2.6 che SSP5-8.5 a partire dal 2030. Da questa analisi risulta necessario introdurre misure di mitigazione in caso di incendi, unico rischio climatico fisico “alto” al 2040 e 2050.

Alla luce della quantificazione di rischio e in coerenza con la metodologia dell'*EP Guidance Note on Climate Change Risk Assessment*, l'analisi viene anche estesa alla valutazione delle potenziali impatti finanziari materiali associati ai due principali rischi fisici identificati. In particolare, il rischio incendi presenta il profilo di maggiore materialità potenziale, in quanto può tradursi in impatti economici rilevanti sia sul lato dei ricavi - attraverso interruzioni operative, riduzione della capacità produttiva e indisponibilità temporanea degli asset - sia sul lato degli investimenti, con possibili incrementi straordinari di Capex legati a interventi di ripristino, sostituzione o rafforzamento delle infrastrutture danneggiate. La siccità, pur configurandosi come rischio di intensità inferiore rispetto agli incendi, può generare pressioni economiche prevalentemente sul lato dei costi operativi, in relazione all'approvvigionamento idrico e alla gestione della continuità di esercizio, con potenziali effetti sulla produttività dell'impianto e sulla marginalità complessiva del progetto di Santa Palomba.

4. CONCLUSIONI

Il presente Climate Change Risk Assessment ha valutato in maniera integrata i rischi fisici legati al cambiamento climatico per il progetto del Parco delle Risorse Circolari di Santa Palomba. L'analisi è stata condotta in piena coerenza con il framework della Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD) e soddisfa gli standard richiesti da EP2 e da *EP Guidance Note on Climate Change Risk Assessment*, garantendo così un allineamento completo agli standard ambientali e finanziari internazionali per la gestione dei rischi climatici nei progetti infrastrutturali. L'approccio adottato ha permesso di identificare le aree di vulnerabilità prioritarie e di sviluppare misure adeguate a mitigarle o gestirle. Questo rafforza la solidità ambientale e finanziaria dell'investimento e ne assicura la conformità agli standard attesi da investitori internazionali, banche multilaterali e istituzioni di sviluppo. Per quanto riguarda il rischio fisico, l'assessment ha incluso l'analisi di sette rischi materiali (incendi, siccità, vento, grandine, ondate di calore, inondazioni e precipitazioni estreme), modellati su due scenari IPCC (SSPI-2.6 e SSP5-8.5) e tre orizzonti temporali (2030, 2040, 2050).

Rischio incendio – Misure di mitigazione e adattamento

I risultati indicano che, nello scenario climatico peggiore, l'impianto potrebbe essere esposto a un rischio di incendio a partire dal 2040. In risposta a tale eventualità, sono state individuate misure di adattamento e mitigazione volte a ridurre la vulnerabilità del sito e ad aumentare la capacità di risposta agli eventi.

Sul piano strutturale, le principali azioni includono la realizzazione di fasce tagliafuoco perimetrali tramite gestione controllata della vegetazione, l'impiego di materiali ignifughi per edifici e infrastrutture critiche e la predisposizione di accessi dedicati ai mezzi di emergenza, integrati con punti di approvvigionamento idrico, anche mediante il riutilizzo di acque reflue e meteoriche.

Dal punto di vista tecnologico e impiantistico, è prevista l'installazione di sistemi automatici di rilevamento e soppressione incendi, supportati da sensori termici e dispositivi di allerta precoce, integrati in una rete di monitoraggio continuo. Tali soluzioni consentono l'attivazione tempestiva di contromisure localizzate saranno accompagnate da procedure operative specifiche per la gestione delle emergenze.

Infine, sul piano gestionale e organizzativo, l'efficacia delle misure dipende dall'adozione di strategie di manutenzione predittiva sulle componenti più esposte e dalla definizione di piani di coordinamento con le autorità competenti (vigili del fuoco e protezione civile), al fine di garantire una risposta rapida e integrata. Nel loro complesso, queste azioni contribuiscono ad aumentare la resilienza del sito di Santa Palomba rispetto al rischio incendio in un contesto climatico in evoluzione.

Rischio siccità – Misure di mitigazione e adattamento

Il rischio siccità mostra una tendenza crescente, con punteggi di rischio "moderato" al 2050. In risposta a questo rischio, sono state implementate misure di mitigazione e adattamento che consentono di limitare il rischio siccità. In particolare, la resilienza dell'approvvigionamento idrico è garantita principalmente dall'utilizzo di acque reflue trattate provenienti dall'impianto di depurazione di Santa Maria in Fornarola. La

natura prevalentemente civile del refluo in ingresso, poco sensibile alle variazioni delle precipitazioni, consente una disponibilità stabile anche in condizioni siccitose garantendo al contempo l'equilibrio del bilancio idrologico del corpo idrico.

Dal punto di vista operativo, sono previste misure di adattamento flessibili in caso di condizioni siccitose, tra cui la possibilità di ridurre i consumi interni—soprattutto per l'impianto ancillare di trattamento scorie—e di ricorrere a soluzioni alternative tramite accordi commerciali esterni per la gestione dei flussi idrici. Tali strategie consentono di modulare il fabbisogno idrico complessivo e mitigare gli effetti di eventuali emergenze.

Nel complesso, l'integrazione tra riuso di acque reflue, sostenibilità dei prelievi e misure gestionali adattive consente di garantire la continuità operativa dell'impianto anche in scenari di siccità, assicurando al contempo un impatto contenuto sulla risorsa idrica.

Altri rischi

Gli altri rischi climatici presentano livelli “bassi” o “trascurabili” e sono stati comunque gestiti in fase di progettazione includendo misure di riduzione del rischio quali opere idrauliche contro le alluvioni. Nel dettaglio, è stato condotto uno studio idrologico-idraulico del bacino afferente al “Fosso della Cancelliera”, considerando la sezione di chiusura in corrispondenza dell'area del Parco delle Risorse Circolari. Sulla base degli esiti dello studio, è stata progettata un'opera idraulica consistente nello spostamento dell'infrastruttura esistente e nella realizzazione di un canale chiuso a sezione rettangolare, dimensionato in coerenza con gli scenari di piena analizzati. Le simulazioni idrauliche hanno evidenziato che tale intervento non comporta variazioni del rischio idraulico attuale nell'area di interesse, garantendo quindi condizioni di sicurezza idraulica in linea con lo stato preesistente.

Complessivamente, la presente valutazione del rischio climatico conferma che il progetto presenta una buona resilienza ai rischi fisici grazie a soluzioni tecniche, gestionali e contrattuali già previste nel progetto.