

I rischi e le opportunità legati al cambiamento climatico

3-3 | 201-2 | TCFD: Strategy and Risk Management

Il processo di definizione delle strategie del Gruppo viene accompagnato da un'accurata analisi dei rischi e delle opportunità a esse connessi, includendo anche gli aspetti legati al cambiamento climatico. Annualmente, prima dell'esame del Piano Strategico da parte del Consiglio di Amministrazione, viene presentata al Comitato Controllo e Rischi un'analisi quantitativa dei rischi e delle opportunità legate al posizionamento strategico del Gruppo, tra cui si considerano gli elementi legati al clima, come, per esempio, i fattori regolatori e i fenomeni meteo-climatici.

Allo scopo di facilitare la corretta identificazione e gestione di rischi e opportunità legati al cambiamento climatico, nel 2021 è stata pubblicata una **policy di Gruppo** che descrive le linee guida comuni per la valutazione dei rischi e delle opportunità legati al cambiamento climatico. La policy "Climate change risks and opportunities" definisce un approccio condiviso per l'integrazione dei temi relativi al cambiamento climatico e alla transizione energetica nei processi e nelle attività del Gruppo, informando così le scelte industriali e strategiche per migliorare la resilienza del business e la creazione di valore sostenibile sul lungo termine, in coerenza con la strategia di adattamento e mitigazione. I passi principali considerati nella policy sono i seguenti:

- **priorizzazione dei fenomeni e analisi degli scenari.** Queste attività includono l'identificazione dei fenomeni fisici e di transizione rilevanti per il Gruppo e la conseguente elaborazione degli scenari da considerare, elaborati tramite analisi e lavorazione di dati da fonti interne ed esterne. Per i fenomeni identificati, si possono sviluppare le funzioni che collegano gli scenari (per esempio, dati sulla variazione delle risorse rinnovabili) all'operatività del business (per esempio, variazione di produttività attesa);
- **valutazione degli impatti.** Comprende tutte le analisi e le attività necessarie a quantificare gli effetti a livello operativo, economico e finanziario, in funzione dei processi nei quali queste si integrano (per esempio, design di nuove costruzioni, o valutazione delle performance operative ecc.);
- **azioni operative e strategiche.** Le informazioni ricavate dalle attività precedenti sono integrate nei processi, informando le decisioni del Gruppo e le attività di business. Alcuni esempi di attività e processi che ne beneficiano sono l'allocazione del capitale, per esempio, per la valutazione degli investimenti sugli asset esistenti o sui nuovi progetti, la definizione di piani di resilienza, le attività di gestione e di finanziamento del rischio, le attività di ingegneria e business development.

Per identificare in maniera strutturata e coerente con le raccomandazioni della TCFD le principali tipologie di rischio e di opportunità e gli impatti sul business a esse associati, è stato adottato un **framework** che rappresenta in maniera esplicita le

principali relazioni tra variabili di scenario e tipologie di rischio e opportunità, indicando le modalità di gestione strategiche e operative che considerano anche misure di mitigazione e adattamento. Si identificano due principali macro-categorie di rischi/opportunità:

- quelle derivanti dall'evoluzione delle variabili fisiche;
- quelle derivanti dall'evoluzione degli scenari di transizione.

I rischi fisici vengono suddivisi a loro volta tra acuti (ovvero eventi estremi) e cronici: i primi sono legati al verificarsi di condizioni meteo-climatiche di estrema intensità, i secondi sono legati a cambiamenti graduali ma strutturali nelle condizioni climatiche.

Gli eventi estremi espongono il Gruppo a: potenziale indisponibilità più o meno prolungata di asset e infrastrutture, costi di ripristino, disagi per i clienti ecc. Il mutamento cronico delle condizioni climatiche espone, invece, il Gruppo ad altri rischi od opportunità: per esempio, variazioni strutturali di temperatura potrebbero provocare variazioni della domanda elettrica ed effetti sulla produzione, mentre variazioni della piovosità o ventosità potrebbero impattare il business del Gruppo in termini di minore o maggiore produttività. In generale, adattarsi ai cambiamenti probabili che si verificheranno in futuro genera anche attività in ambito di innovazione e di posizionamento strategico: si potrebbero trovare nuovi business e prodotti migliori per vivere in modo sostenibile nel contesto mutato.

In riferimento al processo di transizione energetica, caratterizzato da una progressiva riduzione delle emissioni di CO₂, esistono rischi e opportunità legati al mutamento del contesto regolatorio e normativo, ai trend di sviluppo tecnologico e competitivo, di elettrificazione e di comportamenti, e alle conseguenti dinamiche di mercato.

Coerentemente con quanto evidenziato negli scenari climatici e di transizione utilizzati da Enel per la definizione di rischi e opportunità, emerge come i principali fenomeni legati alla transizione comincino a essere visibili in funzione dell'adozione di comportamenti da parte dei clienti, strategie industriali da parte dei vari settori economici e politiche di regolamentazione, incluse quelle fiscali. Entro il 2030 i trend di transizione saranno visibili in funzione dell'evoluzione del contesto: il Gruppo Enel ha scelto di guidare e rendere possibile la transizione, preparandosi a coglierne tutte le opportunità. Come descritto in precedenza, le scelte strategiche già fortemente orientate alla transizione energetica, con più del 90% degli investimenti dedicati al miglioramento di alcuni degli SDG, consentono di adottare "by design" la mitigazione dei rischi e la massimizzazione delle opportunità attraverso un posizionamento che tiene conto dei fenomeni di medio e lungo periodo individuati. Alle scelte strategiche si affiancano le best practice operative adottate dal Gruppo.

Framework su principali rischi e opportunità

Fenomeni di scenario	Orizzonte temporale	Driver di rischio e opportunità	Descrizione	Modalità di gestione
Fisico acuto	A partire dal breve periodo (1-3 anni)	Eventi estremi	Rischio: eventi meteoroclimatici particolarmente estremi per intensità, che possono causare impatti in termini di danni agli asset e mancata operatività.	Il Gruppo adotta le migliori pratiche per gestire il rientro in operatività nel minor tempo possibile. Inoltre lavora per implementare piani di investimento per la resilienza (per esempio, caso Italia). In relazione alle attività di risk assessment in ambito assicurativo, il Gruppo gestisce un programma di loss prevention per i rischi property, volto anche alla valutazione delle principali esposizioni legate agli eventi naturali, coadiuvato da attività di prevenzione manutentiva e politiche interne di gestione del rischio. In prospettiva futura saranno integrati nelle valutazioni anche i potenziali impatti derivati dai trend delle variabili climatiche più rilevanti che si dovessero manifestare nel lungo periodo.
Fisico cronico	A partire dal lungo periodo (2030-2050)	Mercato	Rischio/opportunità: maggiore o minore domanda elettrica, influenzata dalla temperatura, le cui oscillazioni possono provocare impatti sul business. Maggiore o minore produzione da fonti rinnovabili, che può essere influenzata da cambiamenti strutturali nella disponibilità delle risorse.	La diversificazione geografica e tecnologica del Gruppo fa sì che gli impatti di variazione (positivi e negativi) di una singola variabile siano mitigati a livello globale. Per una gestione sempre informata dei fenomeni meteoroclimatici il Gruppo adotta una serie di pratiche come, per esempio, previsioni meteorologiche, monitoraggio in tempo reale degli impianti e scenari climatici di lungo periodo per valutare eventuali variazioni croniche nella disponibilità delle risorse rinnovabili.
Transizione	A partire dal breve periodo (1-3 anni)	Policy & Regulation	Rischio/opportunità: politiche su prezzo ed emissioni CO ₂ , politiche e strumenti finanziari a supporto della transizione energetica, revisione del disegno di mercato e delle procedure di permitting, regolazione in materia di resilienza.	Il Gruppo minimizza l'esposizione ai rischi attraverso la progressiva decarbonizzazione e la focalizzazione del business su rinnovabili, reti e clienti. Un modello di business volto a massimizzare i benefici della posizione integrata dei Paesi "core" e alla valorizzazione delle attività in Stewardship consente di sfruttare le opportunità relative alla transizione energetica. Il Gruppo, inoltre, fornisce un contributo attivo nella definizione delle politiche pubbliche attraverso attività di advocacy. Tali attività si innestano su piattaforme di dialogo con gli stakeholder mirate a esplorare nei diversi Paesi dove Enel opera scenari di decarbonizzazione nazionali ambiziosi.
Transizione	A partire dal medio periodo (2025-2029)	Mercato	Rischio/opportunità: cambiamenti nei prezzi di commodity, raw material ed energia, evoluzione del mix energetico, cambiamenti nei consumi retail, modifica dell'assetto competitivo.	Il Gruppo massimizza le opportunità grazie a una strategia orientata alla transizione energetica, focalizzata su elettrificazione dei consumi energetici e sviluppo delle rinnovabili, e a un posizionamento geografico nei Paesi con presenza integrata. Considerando scenari di transizione alternativi, il Gruppo valuta gli impatti di differenti trend dei prezzi delle commodity, di variazione del peso delle fonti rinnovabili nel mix di generazione elettrica e dell'elettrificazione dei consumi finali.
Transizione	A partire dal medio periodo (2025-2029)	Product & Services	Opportunità: maggiori margini e maggiore spazio per investimenti come conseguenza della transizione in termini di penetrazione della mobilità elettrica, della generazione distribuita e di nuove tecnologie per l'elettrificazione diretta e indiretta dei consumi finali.	Il Gruppo massimizza le opportunità grazie a un forte posizionamento strategico su nuovi business e servizi "beyond commodity". Inoltre, considerando scenari di transizione alternativi, il Gruppo valuta l'impatto di differenti trend di elettrificazione dei consumi.
	A partire dal medio periodo (2025-2029)	Technology		Il Gruppo massimizza le opportunità grazie a un forte posizionamento strategico su nuovi business e sulle reti a livello globale. A fronte del trend di penetrazione di tecnologie di elettrificazione diretta e indiretta, considerando scenari di transizione alternativi, il Gruppo valuta le potenziali opportunità per scalare i business correnti e potenziali, e per lo sviluppo di nuove soluzioni legate alla digitalizzazione e alla resilienza delle reti elettriche.

Il framework sopra illustrato evidenzia anche i rapporti che collegano gli scenari fisici e di transizione con i potenziali effetti sul business del Gruppo. Tali effetti possono essere valutati su tre orizzonti temporali: il breve-medio periodo (1-3 anni), nel quale si possono fare analisi di sensibilità a partire dal Piano Strategico presentato ai mercati nel 2022; il medio periodo (fino al 2029), nel quale è possibile apprezzare gli effetti della transizione energetica; il lungo periodo (2030-2050), nel quale si dovrebbero iniziare a manifestare cambiamenti cronici strutturali a livello climatico.

I fenomeni di transizione: ripercussioni sul business, rischi e opportunità

Per quanto concerne i rischi e le opportunità associati a variabili di transizione, guardando i diversi scenari di riferimento in combinazione con gli elementi che compongono il processo di identificazione del rischio (per esempio, contesto competitivo, visione a lungo termine dell'industria, analisi di materialità, evoluzione tecnologica ecc.), vengono individuati i driver di potenziali rischi e opportunità, con priorità ai fenomeni a maggiore rilevanza. I principali rischi e opportunità individuati sono di seguito descritti.

Politiche e regolamentazione

- **Limiti alle emissioni e carbon pricing:** introduzione di leggi e regolamenti che introducano limiti emissivi più stringenti sia per via amministrativa (non market driven) sia market based.
 - **Opportunità:** strumenti regolatori sia di tipo Command & Control sia meccanismi di mercato che rafforzino i segnali di prezzo della CO₂ favorendo gli investimenti in tecnologie carbon-free.
 - **Rischio:** mancanza di un approccio coordinato dei diversi attori e policy maker e scarsa efficacia degli strumenti di policy posti in essere, con conseguenze sulla velocità dei trend di elettrificazione e decarbonizzazione nei vari settori, rispetto a una strategia di Gruppo orientata in maniera decisa verso la transizione energetica.
- **Politiche e regolazione per accelerare la transizione e la sicurezza energetica:** introduzione di politiche, framework regolatori e revisioni del market design incentivanti la transizione energetica, con conseguente orientamento del sistema energetico verso l'utilizzo di

Di seguito saranno descritte le principali fonti di rischi e opportunità individuate, le best practice operative per la gestione dei fenomeni meteo-climatici e le valutazioni di impatto qualitative e quantitative effettuate a oggi. Tutte le attività sopra menzionate sono svolte nel corso dell'anno grazie a un impegno continuo per analizzare, valutare e gestire le informazioni elaborate. Come dichiara la TCFD, il processo di disclosure dei rischi e delle opportunità legati ai cambiamenti climatici sarà graduale e incrementale di anno in anno.

fonti rinnovabili come mainstream dei mix energetici dei Paesi, maggiore elettrificazione dei consumi, efficienza energetica, flessibilità del sistema elettrico e potenziamento delle infrastrutture.

- **Opportunità:** creazione di un framework più favorevole agli investimenti in energie rinnovabili, anche grazie allo sviluppo di mercati di lungo termine (PPAs, CfDs), in tecnologie elettriche e reti di distribuzione in linea con la strategia del Gruppo.
- **Rischio:** la lentezza nei processi di autorizzazioni amministrative e l'inefficacia del disegno di mercato e dei framework regolatori nei Paesi core possono ridurre la redditività degli asset e limitare le opportunità di crescita.
- **Regolazione in materia di resilienza e adattamento:** miglioramento degli standard o introduzione di meccanismi *ad hoc* per regolare gli investimenti in resilienza, nel contesto dell'evoluzione del cambiamento climatico.
 - **Opportunità:** benefici dalla messa in opera di investimenti che riducano i rischi di qualità e continuità del servizio per le comunità.
 - **Rischio:** in caso di eventi estremi di particolare importanza il cui impatto sia superiore alle attese, si prefigurerebbe il rischio di mancato recovery in tempi adeguati e conseguentemente il rischio reputazionale.
- **Misure finanziarie per la transizione energetica:** sviluppo di policy e strumenti finanziari che incentivano la transizione energetica, in grado di supportare un framework di investimento e un posizionamento dei policy maker di lungo termine, credibile e stabile. Introduzione di regole e/o strumenti finanziari pubblici e privati (per esempio, fondi, meccanismi, tassonomie, benchmark) volti all'integrazione della sostenibilità nei mercati finanziari e negli strumenti di finanza pubblica.

- **Opportunità:** creazione di nuovi mercati e prodotti di finanza sostenibile in coerenza con il framework di investimento, attivando la possibilità di maggiori risorse pubbliche per la decarbonizzazione e l'accesso a risorse finanziarie in linea con gli obiettivi di transizione energetica e relativi impatti sul costo e sugli oneri di finanziamento; introduzione di strumenti di supporto agevolato (fondi e bandi) per la transizione.
- **Rischio:** azioni e strumenti non sufficienti a fornire incentivi coerenti con un posizionamento complessivo in ottica di transizione energetica, incertezza o rallentamento sull'introduzione di nuovi strumenti e regole per effetto del peggioramento delle condizioni di finanza.

Mercato

- **Dinamiche dei prezzi delle commodity:** i cambiamenti delle dinamiche di mercato, come quelle relative alla volatilità dei prezzi delle commodity, possono influenzare i comportamenti degli operatori, dei policy maker e dei clienti.
 - **Opportunità:** accelerazione della clean electrification come soluzione per ridurre i costi energetici e l'esposizione alla volatilità delle commodity. Maggiore propensione dei clienti allo switch da tecnologie convenzionali a combustibile fossile verso tecnologie elettriche efficienti.
 - **Rischio:** transizione energetica "disordinata" per effetto dell'introduzione di misure potenzialmente distorsive.
- **Dinamiche di mercato:** propensione dei clienti finali verso tecnologie più sostenibili, grazie a una maggiore consapevolezza dei rischi del cambiamento climatico e a una maggiore pressione regolatoria.
 - **Opportunità:** effetti positivi derivanti dall'incremento della domanda elettrica, dai maggiori spazi per le rinnovabili, grazie anche a una maggiore domanda di contratti di lungo termine (PPAs).

Tecnologia

- **Penetrazione di tecnologie a supporto della transizione:** progressiva penetrazione di nuove tecnologie come storage, demand response e idrogeno verde; leva digitale per trasformare i modelli operativi e i modelli di business "a piattaforma".
 - **Opportunità:** investimenti nello sviluppo di soluzioni tecnologiche, nonché effetti positivi derivanti dall'in-

cremento della domanda elettrica e dai maggiori spazi per le rinnovabili derivanti dalla produzione di idrogeno verde.

- **Rischio:** rallentamenti e interruzione alla supply chain dei raw materials, compresi i metalli per le batterie (quali litio, nickel e cobalto) e i semiconduttori, potrebbero comportare ritardi negli approvvigionamenti e/o incremento di costi, tali da rallentare la penetrazione delle rinnovabili, storage e veicoli elettrici.

Prodotti e servizi

- **Elettificazione dei consumi residenziali e dei processi industriali:** con la progressiva elettrificazione degli usi finali, cresce la penetrazione di prodotti in grado di garantire minori costi e un minore impatto in termini di emissioni locali nel settore residenziale (per esempio, diffusione di pompe di calore).
 - **Opportunità:** aumento dei consumi elettrici nel contesto di una riduzione dei consumi energetici, grazie alla maggiore efficienza del vettore elettrico. Maggiore opportunità di fornitura di servizi beyond commodity e l'opportunità di ridurre la spesa energetica e la carbon footprint dei clienti. Maggiori investimenti nelle reti per supportare l'elettificazione dei consumi.
 - **Rischio:** aumento della competizione in questo segmento di mercato. Dipendenza del fenomeno da un adeguato sviluppo delle reti elettriche, indispensabili per garantire livelli crescenti di carico e la continuità del servizio.
- **Mobilità elettrica:** utilizzo di modalità di trasporto più efficienti ed efficaci dal punto di vista del cambiamento climatico, con particolare riferimento allo sviluppo della mobilità elettrica e delle infrastrutture di ricarica; elettrificazione dei consumi industriali.
 - **Opportunità:** effetti positivi derivanti dall'incremento della domanda elettrica e dai maggiori margini collegati alla penetrazione del trasporto elettrico e ai relativi servizi beyond commodity.
 - **Rischio:** aumento della competizione in questo segmento di mercato.

Il Gruppo ha già messo in campo azioni strategiche volte a mitigare i potenziali rischi e sfruttare le opportunità relative alle variabili di transizione. Grazie a una strategia industriale e finanziaria che incorpora i fattori ESG, con un approccio integrato in ottica di sostenibilità e innovazione, è possibile creare valore condiviso nel lungo termine. La strategia orientata alla completa decarbonizzazione

e alla transizione energetica rende il Gruppo resiliente ai rischi derivanti dall'introduzione di policy più ambiziose in termini di riduzione delle emissioni, e massimizza le opportunità per lo sviluppo di generazione rinnovabile, infrastrutture e tecnologie abilitanti, anche grazie al posizionamento geografico nei Paesi con presenza integrata e alla valorizzazione delle attività in stewardship.

Per quantificare i rischi e le opportunità derivanti dalla transizione energetica nel lungo periodo, sono stati presi in considerazione gli scenari di transizione descritti nel paragrafo "Gli scenari di transizione energetica". Sono stati quindi identificati gli effetti degli scenari Slower Transition e Accelerated Transition sulle variabili che maggiormente possono avere un impatto sul business, in particolare la domanda elettrica, influenzata dalle dinamiche di elettrificazione dei consumi, e quindi di penetrazione delle tecnologie elettriche, e il mix di generazione elettrica. Tali considerazioni offrono spunti per determinare quale potrà essere il posizionamento strategico del Gruppo in ottica di allocazione delle risorse.

Lo scenario di riferimento Enel – scenario Paris – prevede una crescente ambizione in termini di decarbonizzazione ed efficienza energetica, sostenuta da una maggiore elettrificazione dei consumi finali di energia e dallo sviluppo di capacità rinnovabile. Le dinamiche relative alla transizione energetica potranno portare crescenti opportunità per il Gruppo. In particolare, sul mercato elettrico retail, la progressiva elettrificazione dei consumi finali – soprattutto quella dei trasporti e del settore residenziale – condurrà a un sensibile aumento dei consumi elettrici, a discapito dei consumi di vettori energetici diversi e più emissivi. Parimenti, il progressivo aumento della quota rinnovabile nel mix energetico dovrebbe comportare nel medio-lungo periodo una riduzione del prezzo dell'elettricità all'ingrosso; tale impatto risulta comunque contenuto, considerando invariato nel medio termine il market design basato sul system marginal price. Eventuali strutture di mercato alternative potrebbero indurre effetti differenti.

In riferimento agli impatti economici che potrebbero determinarsi al variare degli scenari di transizione, il Gruppo ha effettuato analisi relative agli impatti in termini di EBITDA

che gli scenari Slower Transition e Accelerated Transition apporterebbero ai risultati del 2030 rispetto allo scenario Paris di riferimento.

In riferimento all'elettrificazione dei consumi, lo scenario Slower Transition prevede tassi di penetrazione minori delle più efficienti tecnologie elettriche, in particolare auto elettriche e pompe di calore, causando un decremento di domanda elettrica rispetto allo scenario Paris, che si stima possa determinare impatti contenuti sul business Retail commodity & beyond. Allo stesso tempo, la minore domanda elettrica determina un minore spazio di sviluppo per la capacità rinnovabile, con impatti sul business della generazione.

In riferimento allo scenario Accelerated si assume una più rapida riduzione dei costi delle tecnologie di produzione dell'idrogeno verde. Questo si traduce in una maggiore penetrazione di questo vettore energetico, a discapito dell'idrogeno blu e grigio, con un conseguente effetto additivo sulla domanda elettrica nazionale e sulle installazioni di capacità rinnovabile rispetto allo scenario Paris.

Tutti gli scenari, ma in misura maggiore gli scenari Paris e Accelerated, comporteranno sulle diverse geografie un considerevole incremento delle complessità che dovranno essere gestite dalle reti. Si prevede, infatti, un significativo incremento di generazione distribuita e di altre risorse, quali, per esempio, i sistemi di accumulo, una maggior penetrazione di mobilità elettrica con le relative infrastrutture di ricarica, nonché il crescente tasso di elettrificazione dei consumi e la comparsa di nuovi attori con nuove modalità di consumo. Questo contesto comporterà una decentralizzazione dei punti di prelievo/immissione, un aumento della domanda elettrica e della potenza media richiesta, una forte variabilità dei flussi di energia, richiedendo una gestione dinamica e flessibile della rete. Il Gruppo, pertanto, prevede che in questo scenario occorrano investimenti incrementali necessari a garantire le connessioni e adeguati livelli di qualità e resilienza, favorendo l'adozione di modelli operativi innovativi. Tali investimenti dovranno essere accompagnati da coerenti scenari di policy e regolazione per garantire adeguati ritorni economici sul perimetro della Linea di Business di Enel Grids.

Orizzonte temporale

 Breve (2022-2024)
 Medio (fino al 2030)
 Lungo (2030-2050)

 Upside

 Downside

Categoria	Orizzonte temporale	Driver principali	Scenario	Quantificazione - range			Mitigation Actions
				< 100 €mln	100-300 €mln	> 300 €mln	
Mercato	Medio	Trend elettrificazione e consumo unitario	Accelerated: aumento consumo medio unitario per effetto di maggiore elettrificazione. Include già gli effetti legati a una maggiore efficienza. Impatto positivo derivante da maggiori ricavi, in parte compensati da aumento dei costi di sourcing				
			Slower: riduzione consumo medio unitario per effetto di minore elettrificazione. Impatto negativo dovuto ai minori ricavi, compensati in parte da riduzione dei costi di sourcing				Adozione di misure volte a incrementare la CB, al fine di compensare i margini negativi
Prodotti e Servizi	Medio	Scenari di sviluppo idrogeno verde	Accelerated: impatti relativi a maggiori volumi legati a incremento penetrazione di elettrificazione indiretta tramite idrogeno verde (con potenziale aumento capacità di sviluppo)				
			Slower: impatti relativi a minori volumi legati a minore penetrazione di elettrificazione indiretta tramite idrogeno verde				
Prodotti e Servizi	Medio	Sviluppo mobilità elettrica/PV	Accelerated: variazione dei margini in funzione di un maggiore livello di penetrazione di EV e di generazione distribuita				
			Slower: variazione dei margini in funzione di un minore livello di penetrazione di EV e di generazione distribuita				Mitigazione sulla strategia di offerta del "pacchetto" servizi

Nota: Le stime degli impatti di transizione tengono conto degli attuali livelli di copertura.

I fenomeni fisici: identificazione, valutazione e gestione dei rischi e delle opportunità

Rischi fisici cronici

Dagli scenari climatici sviluppati insieme all'International Centre for Theoretical Physics di Trieste, non emergono certezze di variazioni strutturali prima del 2030, mentre si potrebbero iniziare ad apprezzare variazioni strutturali tra il 2030 e il 2050. In pratica, mentre si registrano variazioni meteorologiche anche consistenti, risulta comunque complesso stabilire sul breve termine se alcuni fenomeni stiano cambiando strutturalmente, ovvero se si stiano già modificando i valori medi di riferimento. Lo si stabilisce, invece, sull'orizzonte temporale più lungo con intervalli di probabilità.

I principali impatti dei cambiamenti fisici cronici possono produrre effetti sulle seguenti variabili:

- **domanda elettrica:** variazione del livello medio delle temperature con effetto su potenziale incremento e/o riduzione del fabbisogno di energia elettrica;
- **produzione termoelettrica:** variazione del livello e delle temperature medie dei mari e dei fiumi con effetti sulla produzione termoelettrica;
- **produzione idroelettrica:** variazione del livello medio di

precipitazioni piovose e nevose e delle temperature con potenziale incremento e/o riduzione della produzione idroelettrica;

- **produzione solare:** variazione del livello medio di irraggiamento solare, temperatura e pioggia con potenziale incremento e/o riduzione della produzione solare;
- **produzione eolica:** variazione del livello medio di ventosità con potenziale incremento e/o riduzione della produzione eolica.

In merito agli effetti dei cambiamenti fisici cronici, il Gruppo lavora per stimare al meglio le relazioni tra i cambiamenti delle variabili fisiche e la variazione della producibilità relativa ai singoli impianti per le diverse tecnologie.

Nell'ambito della valutazione degli effetti dei cambiamenti climatici di lungo periodo si è proceduto con l'individuazione degli eventi cronici rilevanti per ciascuna tecnologia e con l'avvio delle analisi dei relativi impatti in termini di producibilità.

Evento	Rilevanza					
	Pioggia/neve	Vento	Irraggiamento	Livello dei mari	Temperatura dell'aria	Temperatura fiumi/mari
Termoelettrica	●	●	●	●	●	●
Solare	●	●	●	●	●	●
Eolica	●	●	●	●	●	●
Idroelettrica	●	●	●	●	●	●
Storage	●	●	●	●	●	●
Geotermica	●	●	●	●	●	●
Enel Grids	●	●	●	●	●	●
Enel X Global Retail	●	●	●	●	●	●

Le prime evidenze di scenario mostrano che cambiamenti cronici strutturali nei trend recenti delle variabili fisiche si manifesteranno in maniera sensibile a partire dal 2030.

Tuttavia, al fine di avere una stima indicativa dei potenziali impatti, e includere l'eventuale possibilità di anticipo di effetti cronici, è possibile effettuare uno stress test del Piano Industriale sui fattori potenzialmente influenzati dallo scenario fisico, pur prescindendo da una relazione diretta con le variabili climatiche. Si è costruito l'attuale Piano Industriale utilizzando le informazioni contenute negli scenari mediani relativi ai fenomeni cronici, in modo da considerare anche gli effetti eventuali dei trend delle variabili climatiche.

Analisi sull'impatto dei cambiamenti climatici cronici sulla generazione rinnovabile

Per calcolare l'impatto degli effetti cronici del cambiamento climatico sulla produzione dei nostri asset, è stata costruita una serie di funzioni *ad hoc* per ogni tecnologia rinnovabile (eolica, solare e idroelettrica) e impianto, che associano, a ogni variazione delle variabili climatiche (per esempio, temperatura, irraggiamento, velocità del vento, precipitazioni), probabili cambiamenti in termini di producibilità elettrica degli impianti del nostro portafoglio.

Per calibrare tali funzioni "link", si è partiti dai dati storici delle variabili meteo-climatiche e dai riferimenti interni dell'energia producibile osservata del nostro parco impianti. In tal modo, si sono ottenute funzioni "link" che rispondono alle specifiche caratteristiche di ogni impianto e tecnologia rinnovabile.

Si sono potuti, quindi, studiare gli impatti climatici cronici per le possibili proiezioni future delle variabili climatiche (scenari RCP 2.6, 4.5 e 8.5).

Assieme ai fenomeni cronici, che comportano cambiamenti medi strutturali, è necessario studiare la volatilità tipica del meteo e quindi più di breve periodo. Si sono prese come input per la pianificazione strategica sia le informazioni derivate dai range di variazione dei trend cronici proiettate dagli scenari climatici, sia le volatilità storiche dei dati meteorologici, tramite analisi delle variazioni della produzione elettrica (TWh) degli ultimi dieci anni.

Tutte le oscillazioni, sia meteo sia climatiche, possono portare ad aggiustamenti, dal momento che la produzione del parco impianti alimenta il sourcing per la vendita di energia

ai clienti. In sostanza, riduzioni in termini di energia per la produzione rinnovabile possono provocare sbilanciamenti lato sourcing che possono portare all'acquisto a mercato dei volumi mancanti per alimentare la strategia commerciale. Viceversa, maggiore produzione rinnovabile porta a una possibile riduzione di acquisto di volumi a mercato (o a maggiori vendite, eventualmente).

Dalle analisi effettuate a livello di singolo impianto e poi aggregate, si è calcolato che in media la produzione idroelettrica potrebbe flettere leggermente in futuro (con differenze consistenti tra siti) riportando variazioni medie nel periodo 2030-2050 nello scenario RCP 2.6 rispetto ai valori storici a livello Paese comprese in un range tra -1% e -5%. I cambiamenti medi della producibilità eolica dipenderanno molto dalla localizzazione degli asset, con variazioni di lieve entità sia positive sia negative. Infine, gli effetti per la tecnologia solare saranno generalmente positivi con aumenti medi a livello Paese fino al 3% nel periodo 2030-2050 nello scenario RCP 2.6. Tali effetti, aggregati a livello di portafoglio, evidenziano il contributo della diversificazione geografica e tecnologica che bilancia le diverse variazioni.

Rischi fisici acuti

Per quanto riguarda i fenomeni fisici acuti (eventi estremi), la loro intensità e la loro frequenza possono arrecare danni fisici rilevanti e inaspettati sugli asset ed esternalità negative legate all'interruzione del servizio.

Nell'ambito degli scenari relativi al cambiamento climatico, la componente fisica acuta riveste un ruolo di primo piano nella definizione dei rischi cui è esposto il Gruppo, sia per l'ampia diversificazione geografica del proprio portafoglio di asset sia per l'importanza primaria delle risorse naturali rinnovabili nella produzione di energia elettrica.

I fenomeni fisici acuti, nelle diverse casistiche quali tempeste di vento, inondazioni, ondate di calore, ondate di gelo ecc., si caratterizzano per una notevole intensità e una frequenza di accadimento non alta nel breve periodo, ma che, considerando gli scenari climatici futuri di medio e lungo periodo, vede un netto trend di crescita.

Quindi il Gruppo, per i motivi sopra descritti, già attualmente si trova a dover gestire il rischio derivante da eventi estremi nel breve periodo. Contemporaneamente, si sta estendendo la metodologia anche a orizzonti temporali più ampi (al 2050) secondo gli scenari di cambiamento climatico individuati (RCP 8.5, 4.5 e 2.6).

Metodologia di valutazione del rischio da eventi acuti

Al fine di quantificare il rischio derivante da eventi acuti, il Gruppo fa riferimento a una consolidata metodologia di analisi del rischio catastrofico, utilizzata nel settore assicurativo e anche nei report dell'IPCC⁽¹¹⁾. Attraverso le proprie unità di business di assicurazione e la società captive di assicurazione Enel Insurance NV, il Gruppo gestisce le diverse fasi legate ai rischi derivanti da catastrofi naturali: dalla valutazione e quantificazione alle corrispondenti coperture per ridurre al minimo gli impatti. La metodologia è applicabile all'insieme degli eventi estremi che possono essere oggetto di analisi, quali le tempeste di vento, le ondate di calore, i cicloni tropicali, le inondazioni ecc. In tutte le suddette tipologie di catastrofi naturali, comunque, si individuano tre fattori indipendenti che, sinteticamente, sono di seguito descritti.

- La **probabilità dell'evento (c.d. "hazard")**, cioè la sua frequenza teorica su uno specifico arco temporale: il "tempo di ritorno". In altre parole, un evento catastrofico che abbia, per esempio, un tempo di ritorno di 250 anni implica che a esso sia associabile una probabilità dello 0,4% che possa accadere in un anno. Tale informazione, necessaria alla valutazione del livello di frequenza dell'evento, è poi associata alla sua distribuzione geografica rispetto ai diversi luoghi dove sono presenti gli asset del portafoglio.

Quindi il Gruppo adotta, a tal fine, lo strumento delle mappe di hazard, che associano, per le diverse tipologie di catastrofi naturali, a ogni punto geografico della mappa globale la corrispondente stima della frequenza associata all'evento estremo. Queste informazioni, organizzate in database geo-referenziati, vengono fornite da società globali di ri-assicurazione, società di consulenza meteorologica o istituzioni accademiche.

- La **vulnerabilità**, che, in termini percentuali, indica quanto valore viene perso e/o danneggiato al verificarsi dell'evento catastrofico. In termini più specifici, quindi, si può far riferimento al danneggiamento di asset materiali, all'impatto sulla continuità della produzione e/o distribuzione di energia elettrica, o anche all'erogazione dei servizi elettrici offerti al cliente finale.

Il Gruppo, soprattutto nel caso di danni ai propri asset, realizza e promuove specifiche analisi di vulnerabilità relative a ogni tecnologia presente nel proprio portafoglio: impianti di produzione solari, eolici, idroelettrici, reti di trasmissione e distribuzione, cabine primarie e secondarie ecc. Tali analisi, naturalmente, sono poi focalizzate sugli eventi estremi che impattano maggiormente le diverse tipologie di tecnologie; dunque, in questo modo, si viene a definire una sorta di matrice che associa ai singoli eventi catastrofici naturali la corrispondente tipologia di asset impattata in modo rilevante.

- L'**esposizione**, cioè l'insieme dei valori economici, presenti nel portafoglio del Gruppo, che possono avere impatti non trascurabili in presenza di eventi naturali catastrofici. Anche in questo caso, le dimensioni delle analisi sono specifiche per le diverse tecnologie di produzione, per gli asset della distribuzione e per i servizi al cliente finale.

L'insieme dei tre fattori sopra descritti (**hazard, vulnerabilità ed esposizione**) costituisce l'elemento fondamentale per la valutazione del rischio derivante da eventi estremi. In tal senso il Gruppo, rispetto agli scenari di cambiamento climatico, differenzia le analisi di rischio a seconda delle specificità dei diversi orizzonti temporali associati. Nella seguente tabella è, quindi, riportato sinteticamente lo schema adottato per la valutazione degli impatti derivanti da fenomeni fisici acuti.

Orizzonte temporale	Hazard	Vulnerabilità	Esposizione
Breve termine (1-3 anni)	Mappe di hazard basate su dati storici e modelli meteorologici	La vulnerabilità, essendo legata al tipo di evento estremo, alle specifiche della tipologia di danno e ai requisiti tecnici della tecnologia in esame, è essenzialmente indipendente dagli orizzonti temporali	Valori del Gruppo nel breve termine
Lungo termine (al 2050 e/o 2100)	Mappe di hazard e studi specifici per i diversi scenari climatici RCP dell'IPCC	La vulnerabilità, essendo legata al tipo di evento estremo, alle specifiche della tipologia di danno e ai requisiti tecnici della tecnologia in esame, è essenzialmente indipendente dagli orizzonti temporali	Valori del Gruppo nella loro evoluzione di lungo termine

(11) L. Wilson, "Industrial Safety and Risk Management". University of Alberta Press. T. Bernold. "Industrial Risk Management". Elsevier Science Ltd.

Kumamoto, H. and Henley, E. J., 1996, Probabilistic Risk Assessment And Management For Engineers And Scientists, IEEE Press, ISBN 0-7803100-47.

Nasim Uddin, Alfredo H.S. Ang. (eds.), 2012, Quantitative risk assessment (QRA) for natural hazards, American Society of Civil Engineers CDRM Monograph no. 5 UNISDR, 2011. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Revealing Risk, Redefining Development. United Nations International Strategy for Disaster Reduction. Geneva, Switzerland.

Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation - A Special Report of Working Groups I-II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA.

Nel caso della vulnerabilità di asset all'interno del portafoglio, quindi, si è definita, in collaborazione con le relative Linee di

Business Global di Gruppo, una tabella di priorità di impatti dei principali eventi estremi sulle diverse tecnologie:

Evento	Rilevanza							
	● Priorità alta	● Priorità bassa	● Non rilevante	● Priorità alta	● Priorità bassa	● Non rilevante	● Priorità alta	
	🔥 Ondate di calore	🌊 Alluvioni/prec. intense	❄️ Neve intensa/ghiaccio	⚡ Grandine	🌀 Tempeste di vento e cicloni	🔥 Incendi	⚡ Fulminazioni	
🏠 Termoelettrica	●	●	●	●	●	●	●	In corso di valutazione
☀️ Solare	●	●	●	●	●	●	●	In corso di valutazione
🌀 Eolica	●	●	●	●	●	●	●	In corso di valutazione
💧 Idroelettrica	●	●	●	●	●	●	●	In corso di valutazione
🔋 Storage	●	●	●	●	●	●	●	In corso di valutazione
🌋 Geotermica	●	●	●	●	●	●	●	In corso di valutazione
👤 Enel Grids	●	●	●	●	●	●	●	In corso di valutazione
✂️ Enel X Global Retail	●	●	●	●	●	●	●	In corso di valutazione

Gestione del rischio da eventi estremi nel breve termine

Nell'orizzonte di breve termine (1-3 anni) il Gruppo, oltre a quanto illustrato precedentemente in termini di valutazione e quantificazione del rischio, mette in atto azioni volte alla riduzione degli impatti che il business può subire in seguito a eventi estremi di tipo catastrofe. In tal senso si possono distinguere due principali tipologie di azioni: la definizione di un'efficace copertura assicurativa e le diverse attività di adattamento al cambiamento climatico, legate alla prevenzione dei danni che potrebbero derivare da eventi estremi.

Di seguito si illustrano le caratteristiche generali di tali azioni e, nel caso delle attività di prevenzione e mitigazione dei danni, si fa riferimento specifico alle Global Business Line di Generazione e di Infrastrutture & Reti del Gruppo.

Impatti degli eventi fisici acuti sul Gruppo

Il Gruppo Enel possiede un portafoglio ben diversificato in termini di tecnologie, distribuzione geografica e dimensione degli asset e, di conseguenza, anche l'esposizione del portafoglio ai rischi naturali è diversificata. Il Gruppo

mette in atto varie misure di mitigazione del rischio che, come verrà descritto di seguito, includono sia le coperture assicurative sia altre azioni manageriali e operative atte a ridurre ulteriormente il profilo di rischio dell'Azienda. Infatti, le evidenze empiriche riportano ripercussioni trascurabili di tali rischi, come dimostrano i dati relativi agli ultimi 5 anni. Considerando gli eventi più rilevanti, definiti come gli accadimenti con impatto lordo > 10 milioni di euro, il valore cumulato dell'impatto lordo ammonta a ~130 milioni di euro, che rappresenta meno dello 0,06% dei valori assicurati del Gruppo al 2022, pari a ~224 miliardi di euro, la maggior parte dei quali recuperati tramite rimborsi assicurativi.

Le assicurazioni nel Gruppo Enel

Il Gruppo, annualmente, definisce programmi globali di assicurazione per i propri business, presenti nei diversi Paesi in cui opera. I due programmi principali, in termini di ampiezza di copertura e di volumi, sono i seguenti:

- il **Programma Property** ("Property Damage and Business Interruption Insurance Program") per ciò che concerne i danni materiali che possono subire gli asset e l'interruzione del business che ne deriva. Quindi, oltre al costo per la ricostruzione a nuovo dell'asset (o di sue parti), si remunerano, entro i limiti e le condizioni definite nelle polizze, an-

che le perdite economiche dovute ai loro fermi in termini di produzione e/o di distribuzione dell'energia elettrica;

- il **Programma Liability** ("General & Environmental Liability Insurance Program") che copre i danni a terze parti, conseguenti anche agli impatti che possono avere eventi estremi sugli asset e sul business del Gruppo.

A partire da un'efficace valutazione del rischio, si possono dunque definire adeguati limiti e condizioni assicurative all'interno delle polizze di copertura, e questo vale anche nel caso di eventi estremi naturali, legati al cambiamento climatico. Infatti, in quest'ultimo caso gli impatti sul business possono essere notevoli ma, come si è verificato nei casi accaduti in passato e in diverse località del mondo, il Gruppo ha mostrato un'assoluta resilienza, grazie agli ampi limiti di copertura assicurativa che sono anche conseguenza di una solida struttura di ri-assicurazione, rispetto alla società captive del Gruppo, Enel Insurance NV.

In un tale contesto di efficace copertura assicurativa, non sono comunque meno rilevanti le azioni che il Gruppo pone in essere nell'ambito della prevenzione manutentiva degli asset di produzione e distribuzione dell'energia elettrica. Infatti, se da un lato gli effetti di tali attività hanno immediato riscontro nella mitigazione degli impatti dovuti agli eventi estremi, dall'altro sono un presupposto necessario per ottimizzare il risk financing e minimizzare, rispetto al mercato assicurativo, i costi dei propri programmi globali di copertura, tra cui anche il rischio legato agli eventi catastrofali naturali. Tale strategia adattiva si sostanzia in strategie e azioni manageriali, non solo assicurative, che si modificano con le condizioni al contorno; per esempio, il Gruppo è riuscito a sterilizzare gran parte del trend in forte rialzo dei premi sui mercati assicurativi tramite modifiche

alle politiche di retention del rischio sugli asset, nonché tramite politiche di trasferimento interno del rischio che premiano le Linee di Business più virtuose dal punto di vista della risk mitigation. In quest'ottica, assumono un ruolo cruciale il metodo e le informazioni estratte dalle analisi degli eventi *ex post* che permettono di definire processi e pratiche per la mitigazione di eventi simili in futuro.

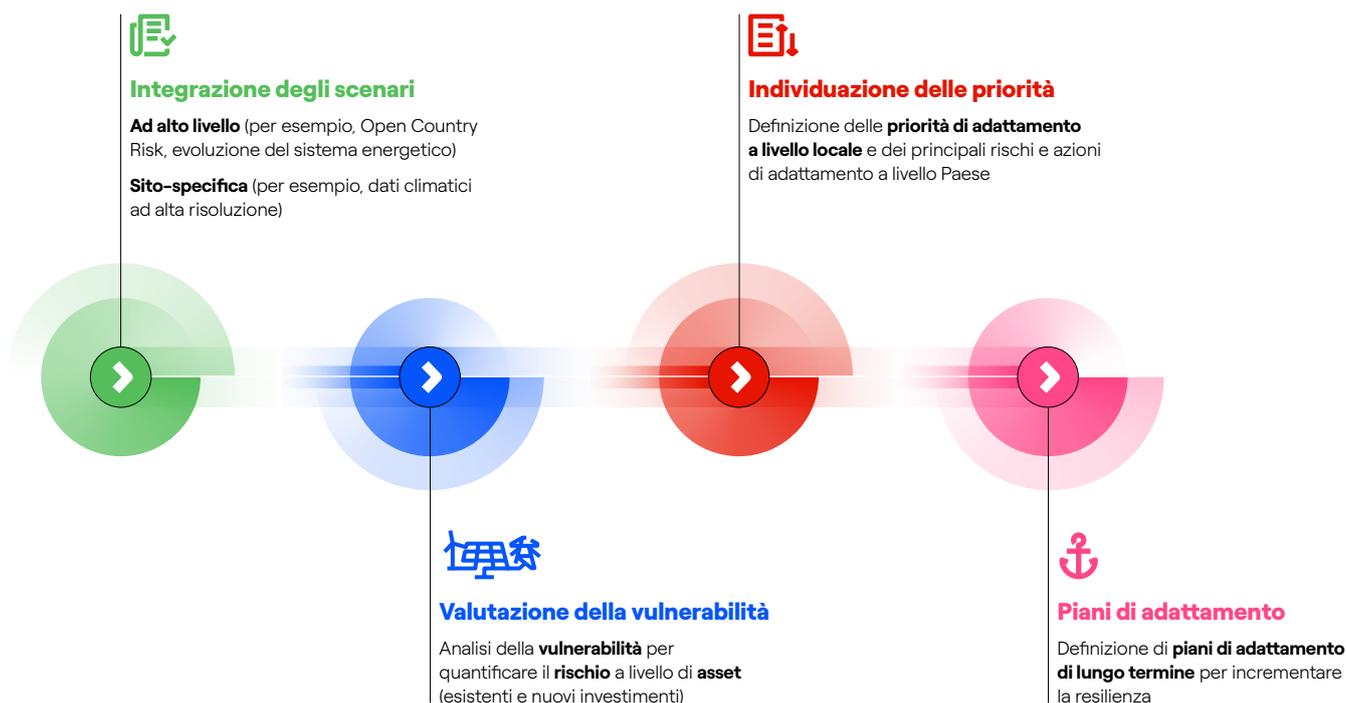
Enel Insurance NV prevede, all'interno del Programma Property, un meccanismo di Premium Refund a favore delle Business Line vincolato alla sinistralità e al raggiungimento degli obiettivi SDG del Gruppo, contribuendo al circolo virtuoso legato all'adaptation del Gruppo alle sfide del climate change.

Per maggiori informazioni si rimanda alla Relazione Finanziaria Annuale Consolidata 2022.

La resilienza di Enel e l'adattamento ai cambiamenti climatici

L'applicazione degli scenari climatici di lungo termine consente di costruire piani di adattamento per il portafoglio di asset e attività del Gruppo. Gli scenari climatici vengono sviluppati a partire dall'identificazione dei fenomeni fisici più rilevanti per ogni business (come ondate di calore, piogge estreme, rischio incendio ecc.), per produrre analisi che forniscono sia indicazioni ad alto livello (come indici di country risk tra loro comparabili) sia dati ad alta risoluzione, che consentono di studiare gli impatti fisici a livello di singolo sito. L'approccio vale sia per il portafoglio esistente sia per i nuovi investimenti.

La valutazione della vulnerabilità degli asset consente di individuare le azioni prioritarie per incrementare la resilienza.



ADATTAMENTO: futuro a prova di cambiamento climatico

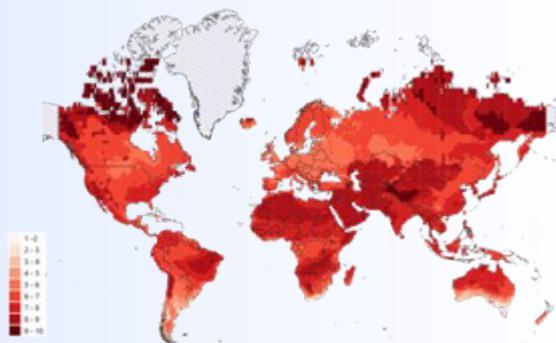
Mario Ciancarini

Group Climate Scenarios, Climate Change Adaptation Strategy – AFC Group Strategy



Costruiamo un'azienda a prova di cambiamento climatico, per unire agli sforzi per la mitigazione, la capacità di comprendere i cambiamenti e sviluppare soluzioni per preservare la redditività e promuovere modelli di crescita resilienti a favore di tutti gli stakeholder.

Climate Risk Index



“L'adattamento al cambiamento climatico si realizza solo attraverso un approccio multidisciplinare. In Group Strategy collaboriamo e ci confrontiamo con esperti in materia di cambiamento climatico per tradurre le più recenti conoscenze in informazioni al servizio del Gruppo. Insieme a tutte le business line applichiamo strumenti e competenze per sviluppare soluzioni che aumentino la nostra resilienza, la capacità di rispondere a eventi avversi e di ideare prodotti e servizi per facilitare l'adattamento di tutti gli stakeholder.”

Dal 2018 il Gruppo ha avviato una collaborazione con l'International Center for Theoretical Physics di Trieste per la definizione di scenari climatici sui prossimi 30 anni e oltre. Da allora non abbiamo mai smesso di sviluppare strumenti e competenze per gestire, comprendere e applicare una mole enorme di dati. Oggi forniamo per il Gruppo analisi climatiche a livello Globale, basate su dati acquisiti sia autonomamente dalla comunità scientifica, che tramite partnership con istituzioni accademiche, private e challenge di innovation. Le analisi considerano tre diversi scenari climatici che comprendono il range dei futuri possibili. Nel 2022 è stato avviato un progetto per la definizione di un Piano di Adattamento al Cambiamento Climatico, partecipato da funzioni di staff e dalle linee di business, con lo scopo di tradurre lo studio di complessi fenomeni fisici e della vulnerabilità degli asset in azioni concrete. L'obiettivo è aumentare la resilienza del business,

potenziare la capacità di risposta agli eventi avversi e sfruttare opportunità, ideando prodotti e servizi a beneficio dei clienti e di tutti gli stakeholder. Oltre all'utilizzo di dati ad alta risoluzione e alla conduzione di analisi dettagliate sui singoli asset, è stato adottato un approccio che permette di valutare il rischio climatico globale tramite la comparazione dell'evoluzione di alcuni eventi estremi nei vari Paesi.

Tra i diversi risultati raggiunti, per esempio, in collaborazione con EGP, è stata calcolata la variazione di producibile rinnovabile attesa sugli impianti idroelettrici, eolici e solari tra il 2030 e il 2050. Un altro esempio è lo studio, effettuato con Enel Grids, che ha stimato il potenziale incremento dei guasti dovuto all'aumento delle ondate di calore in Italia tra il 2030 e il 2050. Lavori come questi proseguiranno, integrando sempre di più l'Adattamento in tutti i processi del Gruppo per costruire, tutti insieme, un futuro a prova di cambiamento climatico.

Le attività di adattamento

Il Gruppo implementa soluzioni di adattamento al cambiamento climatico secondo un approccio complessivo che agisce valutando i potenziali impatti al fine di calibrare opportunamente le misure necessarie per potenziare la capacità di risposta agli eventi avversi (Response Management), e per aumentare la resilienza del business (Resiliency Measures), riducendo quindi il rischio di futuri impatti negativi di eventi avversi. Inoltre, le competenze e gli strumenti sviluppati per analizzare gli effetti del cambiamento climatico saranno impiegati per creare valore attraverso l'ideazione di nuove opzioni di business, volte a offrire soluzioni per facilitare l'adattamento delle comunità e di tutti gli stakeholder.

Le soluzioni di adattamento possono riguardare sia azioni implementate nel breve periodo sia eventuali decisioni a lungo termine, come la pianificazione di investimenti in

risposta ai fenomeni climatici. Le attività di adattamento comprendono anche le procedure, le policy e le best practice.

Per i nuovi investimenti, si può inoltre agire già nella fase di progettazione e costruzione, per ridurre by design l'impatto dei rischi climatici, per esempio tenendo conto in fase di progettazione degli scenari climatici e delle analisi della vulnerabilità degli asset rispetto a fenomeni specifici per implementare soluzioni resilienti.

Nella tabella seguente è riportata una sintesi di alto livello che vuole rappresentare il tipo di azioni che Enel attua per una corretta gestione degli eventi avversi e per aumentare la resilienza a fronte di fenomeni meteo e della loro evoluzione a causa del cambiamento climatico. Nei paragrafi successivi, alcune attività vengono descritte in maggiore dettaglio.

Linea di Business	A. Resiliency Measures – Potenziamento resilienza degli asset	B. Response Management – Gestione eventi avversi
Enel Green Power and Thermal Generation 	Asset esistenti <ol style="list-style-type: none">Linee guida per risk assessment e design tecnologia idraulicaProcessi di "Lesson learned feedback" da O&M verso E&C e BD Nuove costruzioni <ol style="list-style-type: none">In aggiunta a quanto fatto per gli asset esistenti: Climate Change Risk Assessment (CCRA) inclusi nei documenti di impatto ambientale (pilota)	Asset esistenti <ol style="list-style-type: none">Gestione incidenti ed eventi criticiPiani e procedure di gestione emergenze sito-specificiTool specifici per la previsione di eventi estremi imminenti
Enel Grids 	Asset esistenti e nuove costruzioni <ol style="list-style-type: none">Linee guida per la definizione di piani di incremento della resilienza delle reti (per esempio, "Network Resilience Enhancement Plan" e-distribuzione).	Asset esistenti <ol style="list-style-type: none">Strategie e linee guida su azioni di Risk Prevention, Readiness, Response, Recovery sulla rete di distribuzioneLinee guida globali per la gestione emergenze ed eventi criticiMisure di prevenzione del rischio e di preparazione in caso di incendi su installazioni elettriche (linee, trasformatori ecc.)
Enel X Global Retail 	Asset esistenti <ol style="list-style-type: none">Analisi preliminare degli impatti dei cambiamenti climatici a medio-lungo termine	Asset esistenti <ol style="list-style-type: none">Enel X Critical Event Management

La resilienza della generazione

Per quanto riguarda la generazione, nel tempo il Gruppo ha effettuato sia interventi mirati su siti specifici che instaurato attività e processi di gestione *ad hoc*.

Tra le azioni su siti specifici, negli ultimi anni citiamo per esempio:

- miglioramento dei sistemi di gestione delle acque di raffreddamento di alcuni impianti per compensare fenomeni

derivanti dall'abbassamento dei fiumi, come per esempio il fiume Po in Italia;

- specifici interventi tecnologici ("Fogging systems") per migliorare il flusso dell'aria in ingresso e compensare la riduzione di potenza dovuta all'aumento della temperatura ambiente nei CCGT;
- installazione di pompe di drenaggio, sollevamento del terrapieno, pulizia periodica dei canali, e interventi per raffor-

zare i terreni adiacenti agli impianti rispetto a eventi franosi e per mitigare i rischi di alluvione;

- rivalutazione periodica sito-specifica per gli impianti idroelettrici degli scenari di alluvione attraverso simulazioni numeriche. Gli scenari elaborati sono gestiti con azioni di mitigazione e interventi sulle opere civili, sulle dighe e opere di presa.

Per la corretta gestione dei fenomeni meteo avversi nell'ambito della generazione di energia elettrica, il Gruppo adotta una serie di best practices come:

- **previsioni meteo** per monitorare la disponibilità della risorsa rinnovabile e il verificarsi degli eventi estremi, con sistemi di allerta che garantiscono la protezione di persone e asset;
- **simulazioni idrologiche, rilievi del territorio** (anche con droni), **monitoraggio di eventuali vulnerabilità** attraverso sistemi digitali GIS (Geographic Information System) e misure satellitari;
- **monitoraggio avanzato di oltre 100.000 parametri (con oltre 160Mln di misure storiche) rilevati su dighe e opere civili idroelettriche;**
- **monitoraggio in tempo reale da remoto degli impianti di produzione elettrica;**
- **safe room nelle zone esposte** a tornado e uragani, come per esempio gli impianti eolici in Oklahoma, USA;
- **adozione di linee guida specifiche per l'esecuzione di studi idrologici e idraulici sin dalle prime fasi di sviluppo, volte a valutare i rischi interni** di impianto e **verso le aree esterne** all'impianto, con applicazione in fase di progettazione delle opere di drenaggio e di mitigazione del principio di invarianza idraulica;
- **verifica di potenziali trend climatici per i principali parametri di progetto** al fine di tenerne conto nel dimensionamento dei sistemi per progetti rilevanti (per esempio: valutazioni sulla temperatura della sorgente fredda al fine di garantire maggiore flessibilità nel raffreddamento nei nuovi CCGT) e di opere civili specifiche (per esempio: valutazioni sulla piovosità per il progetto dei sistemi di drenaggio in impianti solari);
- **stima di velocità del vento estreme utilizzando database aggiornati** contenenti i registri e le traiettorie storiche di uragani e tempeste tropicali, con conseguente **selezione della tecnologia delle turbine eoliche più adatta** alle condizioni emerse.

In aggiunta, per reagire prontamente agli eventi avversi, il Gruppo adotta procedure dedicate per la gestione delle emergenze con protocolli di comunicazione in tempo reale, pianificazione e gestione di tutte le attività per il ripristino delle attività operative in breve tempo e check-list standard per la valutazione dei danni e il ritorno in servizio in sicurezza in tutti gli impianti nel tempo più breve possibile. Una soluzione per minimizzare gli impatti dei fenomeni climatici è rappresentata dal processo di Lesson Learned feedback, che viene implementato dalle funzioni tecniche ed è regolato dal modello operativo esistente e influenza i progetti futuri.

La resilienza delle reti

Nella Business Line Grids il Gruppo Enel, per far fronte agli eventi climatici estremi, ha adottato **un approccio denominato "4R"** che in un'opportuna Policy (che vuole assicurare una strategia innovativa per la resilienza delle reti di distribuzione) definisce le misure da adottare sia in fase di preparazione di un'emergenza sulla rete, sia per un repentino ripristino del servizio ex post, ovvero una volta che gli eventi climatici hanno causato danni agli asset e/o disallineamenti. La strategia delle 4R si articola in quattro fasi:

- 1. Risk Prevention:** include azioni che consentano di ridurre la probabilità di perdere elementi di rete a causa di un evento e/o a minimizzare i suoi effetti, ovvero sia interventi atti ad aumentare la robustezza dell'infrastruttura sia interventi di manutenzione. La scelta delle soluzioni tecniche per incrementare la resilienza è indirizzata da un catalogo che individua il miglior intervento per evento climatico e geografica;
- 2. Readiness:** comprende tutti gli interventi finalizzati a migliorare la tempestività con cui viene identificato un evento potenzialmente critico, ad assicurare il coordinamento con la Protezione Civile e le istituzioni locali, nonché a predisporre le necessarie risorse una volta che un disservizio si sia verificato sulla rete;
- 3. Response:** rappresenta la fase in cui viene valutata la capacità operativa di far fronte a un'emergenza al verificarsi di un evento estremo, direttamente correlata alla capacità di mobilitare risorse operative sul campo e alla possibilità di effettuare manovre telecomandate di rialimentazione tramite collegamenti resilienti di backup;
- 4. Recovery:** è l'ultima fase, nella quale si ha l'obiettivo di far tornare la rete, quanto prima, in condizioni di funzionamento ordinarie, nei casi in cui l'evento meteo estremo abbia determinato interruzioni del servizio nonostante tutte le misure di incremento della resilienza precedentemente adottate.

La Linea di Business, seguendo tale approccio, ha predisposto diverse Policy **su azioni specifiche** volte a trattare i vari aspetti e i diversi rischi inerenti al Climate Change, in particolare:

- **Politica di preparazione e recupero durante le emergenze:** una policy relativa alle ultime 3 fasi dell'approccio 4R indica le linee guida e le misure volte a migliorare le strategie di preparazione, a mitigare l'impatto delle interruzioni totali e, infine, a ripristinare il servizio al maggior numero possibile di clienti nel più breve tempo possibile.
- **Linee Guida sul Piano Resilienza della rete elettrica:** una policy dedicata si prefigge l'obiettivo di identificare gli eventi climatici straordinari più impattanti sulla rete, di valutare degli specifici KPI della rete AS-IS e il miglioramento degli stessi in base a interventi proposti per poterne, infine, valutare l'ordine di priorità. In tal modo si vanno a selezionare le azioni che, poste in atto, mini-

mizzano l'impatto sulla rete di eventi estremi particolarmente critici in una determinata area/regione. La Policy si colloca, quindi, nelle prime due fasi dell'approccio 4R, suggerendo misure in merito a Risk Prevention e Readiness. In Italia, questa Policy si traduce nel Piano Resilienza che e-distribuzione predispone annualmente dal 2017, che rappresenta un addendum del Piano di Sviluppo nel quale si prevedono investimenti ad-hoc, su un orizzonte di 3 anni, che mirano a ridurre l'impatto di eventi estremi appartenenti a determinati cluster critici: ondate di calore, manicotto di ghiaccio e tempeste di vento (caduta di alberi ad alto fusto). Nel periodo 2017-2021 sono stati già investiti circa 672 mln€ e circa ulteriori 262 mln€ verranno impiegati anche nel triennio successivo, come spiegato nell'addendum al Piano 2022-2024. A fronte di questi rischi sono stati pianificati investimenti come la sostituzione mirata dei conduttori nudi con cavo isolato, in alcuni casi interrimento dei cavi, oppure soluzioni che prevedano vie di rialimentazione non vulnerabili ai fenomeni sopra citati. Così come in Italia, anche negli altri Paesi, sia in Europa che in Sud America, si stanno approfondendo temi analoghi, per poter predisporre un processo di pianificazione investimenti ad-hoc, in grado di incrementare il grado di resilienza delle reti agli eventi estremi, sempre tenendo conto delle diverse peculiarità di ogni realtà territoriale.

- **Politica sulla prevenzione e preparazione di rischio d'incendio sulle installazioni elettriche:** una policy dedicata al rischio incendi definisce un approccio integrato di gestione delle emergenze applicato al fenomeno incendi boschivi, sia nei casi in cui siano originati da fenomeni esterni alle reti e sia nei casi, per quanto rari, in cui siano causati dalle reti stesse e, comunque, in ogni caso siano potenzialmente pericolosi per gli impianti Enel. Il documento fornisce linee guida, da calare nelle diverse realtà di presenza, al fine di individuare aree/impianti a rischio, di definire specifiche misure di prevenzione (es. valutazione di specifici piani manutentivi ed eventuali interventi di rafforzamento) e, nel caso di manifestazione dell'incendio, di gestire in maniera ottimale l'emergenza per limitarne l'impatto e ripristinare quanto prima il servizio.
- **Implementazione di sistemi di previsione meteorologica, di monitoraggio dello stato della rete** e di valutazione dell'impatto dei fenomeni climatici critici sulla rete, la predisposizione di piani operativi e l'organizzazione di apposite esercitazioni. In tal senso, particolare rilevanza è rappresentata da accordi preventivi per la mobilitazione di risorse straordinarie - preventivamente identificate per far fronte all'emergenza - sia interne sia di imprese contrattiste. Per esempio, in Italia, oltre ad aver installato e reso operative tre stazioni sperimentali

con l'obiettivo di osservare e approfondire il fenomeno di formazione del manicotto di ghiaccio sui conduttori MT, sono stati avviati dei trial di sensoristica IoT per il monitoraggio di linee aree localizzate in zone particolarmente esposte ai fenomeni di neve e vento (progetto Newman).

L'inclusione degli effetti del cambiamento climatico nella valutazione di nuovi progetti

Molte attività legate alla valutazione e realizzazione di nuovi progetti possono beneficiare delle analisi climatiche, sia generali sia sito specifiche, che il Gruppo sta iniziando a integrare con quelle già considerate nella valutazione dei nuovi progetti. Per esempio:

- **Studi preliminari:** in questa fase, i dati climatici possono offrire screening preliminari, attraverso l'analisi di specifici fenomeni climatici, come quelli mostrati precedentemente nell'analisi degli scenari fisici, e indicatori sintetici come quello di Climate Risk Index, integrato nell'open Country Risk. Questi dati forniscono una misura preliminare dei fenomeni maggiormente rilevanti nell'area, tra quelli identificati come di interesse per ogni tecnologia.
- **Stima della producibilità attesa:** gli scenari climatici saranno progressivamente integrati per consentire di valutare come il cambiamento climatico modificherà la disponibilità della risorsa rinnovabile sul sito specifico. Nell'approfondimento relativo alle analisi preliminari sull'impatto dei cambiamenti climatici cronici sulla generazione rinnovabile, viene descritto l'approccio applicato per ora su alcuni siti pilota per poi scalarlo sull'intero portafoglio di generazione.
- **Analisi di impatto ambientale:** Il Gruppo ha cominciato a integrare, nel set della documentazione prodotta, il Climate Change Risk Assessment, che contiene una rappresentazione dei principali fenomeni fisici e del loro cambiamento atteso nell'area.
- **Design resiliente:** come descritto, tra le attività di adattamento al cambiamento climatico, assumono grande rilevanza quelle rivolte alla progettazione di asset resilienti by design; il Gruppo sta lavorando per considerare progressivamente le analisi basate sui dati climatici, per esempio l'incremento di frequenza e intensità degli eventi acuti. Queste ultime integreranno le analisi esistenti basate sui dati storici già in uso, al fine di aumentare la resilienza degli asset futuri, comprendendo tutte le azioni di adattamento eventualmente necessarie nel corso della vita utile del progetto.