

# Piano Resilienza 2024

**ARETI S.p.A.**

**TESTO INTEGRATO DELLA REGOLAZIONE OUTPUT-BASED DEI SERVIZI DI  
DISTRIBUZIONE E MISURA DELL'ENERGIA ELETTRICA**

**Periodo di regolazione 2016-2023**

## EXECUTIVE SUMMARY

Il Piano Resilienza redatto da areti S.p.A., in conformità con quanto previsto dall'articolo 77 del Testo Integrato della Qualità Elettrica (TIQE - Allegato A alla delibera 646/2015/R/eel e successive modifiche/integrazioni), include gli interventi mirati a contenere la probabilità di disalimentazione a fronte dei principali fattori di rischio incidenti sulla propria rete. In esso sono descritti gli elementi di calcolo utilizzati per la valutazione dell'indice di resilienza e i relativi interventi finalizzati ad un suo incremento con riferimento alla rete elettrica di media e bassa tensione della città metropolitana di Roma Capitale, ovvero la rete a servizio del comune di Roma e Formello di competenza di areti S.p.A.

I principali fattori critici di rischio esaminati nel Piano riguardano:

- allagamenti dovuti a piogge particolarmente intense o frane e alluvioni provocate da dissesto idrogeologico (di seguito allagamenti);
- ondate di calore legate e prolungati periodi di siccità (di seguito ondate di calore).

La metodologia per la valutazione della resilienza relativamente ai potenziali allagamenti è stata sviluppata da areti S.p.a. sulla base delle analisi relative alle precipitazioni verificatesi nel periodo di riferimento 2008-2017, e alle interruzioni registrate nel medesimo periodo (Allegato 2 come già presentato nel Piano Resilienza 2019 - 2021).

Riguardo al fenomeno "ondate di calore", è stata elaborata una metodologia che in base all'analisi delle temperature massime giornaliere registrate nel periodo 2012-2018, dei livelli di potenza richiesta dalla rete e delle interruzioni registrate nel medesimo periodo di osservazione, permette di determinare le soglie di sollecitazione (livello della temperatura ambientale e potenza richiesta dalla rete) oltre le quali si riscontrano un numero molto elevato di interruzioni per guasto sulla rete MT.

Individuata la presenza delle ondate di calore areti S.p.A. ha avviato una collaborazione con il Politecnico di Milano per definire la metodologia di classificazione ed identificazione delle porzioni di rete critiche relativamente al fattore di rischio identificato. Si è optato per un approccio che prevede l'applicazione di un modello termico che alimenta un modello d'invecchiamento che a sua volta alimenta un modello affidabilistico (Allegato 1 come già presentato nel Piano Resilienza 2019 - 2021).

Per l'individuazione ottimale degli interventi in collaborazione con il Politecnico di Milano è stata sviluppata una procedura di "what-if analysis". Tale approccio ottimizza la scelta degli interventi da eseguire sulla rete tra i diversi e molteplici scenari individuando quelli con i maggiori benefici per il sistema. In particolare per ogni festone critico si analizzano gli interventi da adottare con riferimento alle soluzioni tecniche tipologiche identificate, prendendole singolarmente o in combinazione tra loro (Allegato 4 come già presentato nel Piano Resilienza 2020 - 2022).

Gli interventi individuati per incrementare la resilienza della rete rispetto ai fattori di rischio identificati sono di tipo puntuale in cabina secondaria per quanto riguarda gli allagamenti e di tipo esteso su tratti di dorsale MT per quanto riguarda le ondate di calore, nello specifico i seguenti:

- Allagamenti
  - delocalizzazione delle cabine secondarie interrate;
  - ricostruzione delle cabine secondarie con specifici nuovi criteri progettuali per il contrasto del fenomeno.
- Ondate di calore
  - Incremento della magliatura di rete;
  - sostituzione rami critici con minimizzazione del numero di giunti (Posa Plus);
  - progetti complessi di riconfigurazione dello schema di rete;
  - raddoppio delle prime tratte di linea in uscita dalla cabina primaria.

I citati interventi elementari individuati nell'ambito dell'ondata di calore possono essere realizzati singolarmente o combinandoli nell'ambito del medesimo fattore critico.

La valutazione del beneficio atteso successivamente alla realizzazione degli interventi di mitigazione del rischio è ottenuta dalla differenza tra le condizioni di rischio ante e post-intervento. Con riferimento alle categorie di benefici indicati nella scheda 7 riportata nell'articolo 78 dell'allegato A della Delibera areti S.p.A. ha elaborato i benefici B1 e B2 per il fattore allagamenti e il beneficio B1 per il fattore ondate di calore.

## TABELLA DI SINTESI

Di seguito si riporta la tabella di sintesi degli investimenti individuati per il periodo 2019-2024 per entrambi i fattori critici di rischio per la rete di areti S.p.A.

FATTORE CRITICO	TIPOLOGIA INTERVENTO	2019 [€]	2020 [€]	2021 [€]	2022 [€]	2023 [€]	2024 [€]	Totale Interventi [€]
Allagamenti	Delocalizzazione Cabina Secondaria	76.392	44.078	227.509	0	0	63.264	411.243
	Adeguamento apparecchiature MTBT e locale cabina	1.329.475	2.009.793	3.271.927	1.056.334	951.675	285.556	9.221.203
	<b>Totale Allagamenti</b>	<b>1.405.867</b>	<b>2.053.871</b>	<b>3.499.436</b>	<b>1.056.334</b>	<b>951.675</b>	<b>348.820</b>	<b>9.632.446</b>
Ondate di Calore	Incremento magliatura della rete MT	4.109.275	17.393.673	24.042.730	14.398.826	8.128.392	14.737.206	73.575.798
	Sostituzione rami							
	Sostituzione rami e riconfigurazione schema di rete MT	13.683.342	9.976.132	6.050.685	69.421	0	0	29.779.580
	Raddoppio primi rami	0	0	3.084.659	1.914.588	1.135.631	2.222.798	8.215.683
	<b>Totale Ondate di Calore</b>	<b>17.792.617</b>	<b>27.369.805</b>	<b>33.178.074</b>	<b>16.382.835</b>	<b>9.264.023</b>	<b>16.960.004</b>	<b>111.571.061</b>
<b>TOTALE GENERALE</b>		<b>19.198.484</b>	<b>29.423.676</b>	<b>36.677.510</b>	<b>17.439.169</b>	<b>17.875.467</b>	<b>10.215.699</b>	<b>17.308.824</b>

## Indice

<b>1. Quadro normativo e regolatorio</b> .....	1
<b>2. I fattori di rischio individuati</b> .....	1
2.1 Fattore critico allagamenti: identificazione della soglia di sollecitazione .....	1
2.2 Fattore critico ondate di calore: identificazione della soglia di sollecitazione .....	3
<b>3. Metodologie per l'individuazione dei rischi e dei benefici</b> .....	5
<b>4. Interventi per incrementare la resilienza e relativi Costi e Benefici</b> .....	6
4.1. Tipologia di interventi previsti per incrementare la resilienza al fattore di rischio “allagamenti” .....	7
4.1.1. Delocalizzazione delle cabine secondarie interrate .....	7
4.1.2. Ricostruzione delle cabine secondarie con specifici nuovi criteri progettuali.	8
4.1.3. Altri possibili interventi .....	9
4.2. Tipologia di interventi previsti per far fronte alle ondate di calore e prolungati periodi di siccità.....	10
4.2.1. Incremento della magliatura della rete MT .....	10
4.2.2. Sostituzione rami critici con minimizzazione del numero di giunti .....	11
4.2.3. Progetti complessi di riconfigurazione dello schema di rete .....	12
4.2.4. Raddoppio dei primi rami di linea in uscita dalla cabina primaria.....	13

## ***ALLEGATI***

- ALLEGATO 1**    **Modello di calcolo per la valutazione della resilienza delle reti durante le ondate di calore**
- ALLEGATO 2**    **Modello di calcolo per la valutazione della resilienza delle reti per gli allagamenti dovuti a piogge particolarmente intense**
- ALLEGATO 3**    **DataBase resilienza 78.6a TIQE**
- ALLEGATO 4**    **Approfondimento in materia di valutazione dei benefici e selezione ottima degli interventi mediante what-if analysis**

## **1. Quadro normativo e regolatorio**

Il cambiamento climatico che ha interessato gli ultimi decenni ha incrementato la frequenza e l'intensità dei fenomeni meteorologici estremi come piogge, alluvioni e ondate di calore. Questi eventi impattano direttamente la rete elettrica ed è pertanto necessario, per rendere il sistema più affidabile, adeguare la rete a questi fattori di rischio. Si è pertanto focalizzata l'attenzione sia da parte del Legislatore, sia dell'Autorità di Regolazione, sia dell'opinione pubblica portando, quindi, all'introduzione di prescrizioni normative e regolatorie.

In questa ottica, i criteri tradizionalmente adottati per la progettazione e gestione delle reti elettriche devono essere revisionati e integrati.

A livello europeo, la Direttiva "Clean Energy Package" propone una gestione delle reti di distribuzione che sia in armonia anche con gli obiettivi di sostenibilità del "Pacchetto 20-20-20" prevedendo uno sviluppo delle reti elettriche basato sulla presentazione di piani condivisi con gli organismi di regolazione nazionali, ed elaborati dagli operatori, che siano rivolti ad aumentare la sicurezza del sistema elettrico. In linea con tale direttiva, è stato incluso l'incremento della resilienza della rete elettrica tra le disposizioni generali per la sicurezza del sistema energetico della Strategia Energetica Nazionale del 2017.

Il presente documento descrive dunque le analisi condotte da areti S.p.A. (nel seguito anche: areti o la società) per l'individuazione del Piano di Interventi finalizzati all'incremento della resilienza della rete elettrica di media tensione, in conformità con quanto previsto dall'articolo 77 del Testo Integrato della Qualità Elettrica (TIQE - Allegato A alla deliberazione 646/2015/R/eel e successive modifiche/integrazioni), con il quale ARERA ha introdotto l'obbligo per le imprese di distribuzione di predisporre e trasmettere all'Autorità all'interno dei propri Piani di Sviluppo della rete di distribuzione un Piano Resilienza con orizzonte almeno triennale nel quale viene rappresentato il dettaglio dei singoli interventi identificati corredati dalle informazioni inerenti le informazioni su costi, tempi di realizzazione e benefici.

## **2. I fattori di rischio individuati**

L'articolo 77.3 del TIQE evidenzia alcuni esempi di fattori critici di rischio che possono essere esaminati nei Piani di Resilienza. Nel presente documento sono individuati gli interventi mirati a contenere i rischi di disalimentazione a fronte dei fattori critici di rischio che hanno interessato in modo particolare la rete di distribuzione elettrica sul territorio di Roma riconducibili principalmente a:

- allagamenti dovuti a piogge particolarmente intense o frane e alluvioni provocate da dissesto idrogeologico;
- ondate di calore e prolungati periodi di siccità.

### **2.1 Fattore critico allagamenti: identificazione della soglia di sollecitazione**

In base all'analisi dei dati relativi alle precipitazioni verificatesi nel periodo 2008-2017, nonché alle interruzioni registrate nei medesimi dieci anni di osservazione, si determina la soglia della

sollecitazione oltre la quale si riscontra una significativa correlazione tra intensità della pioggia e le interruzioni MT.

In particolare, si considera come valore di sollecitazione il valore medio giornaliero di precipitazione (mm di pioggia) nel quale si riscontra un numero medio di interruzioni giornaliere pari al doppio del numero medio di interruzioni giornaliere registrato nei giorni senza pioggia o con precipitazione media  $\leq 3$  mm.

La soglia di sollecitazione individuata nel caso di areti, in esito all'analisi dei dati storici relativi al periodo 2008 – 2017, risulta pari a 20 mm medi/giorno di precipitazione sull'intero territorio di Roma.

In figura n.1 è indicata la correlazione piovosità/interruzioni riscontrata per 4 classi di aggregazione di precipitazione. Si nota che per valori di precipitazione  $\geq 20$  mm la correlazione è prossima allo 0,7 che rappresenta un elevato indice di correlazione tra i due fenomeni.

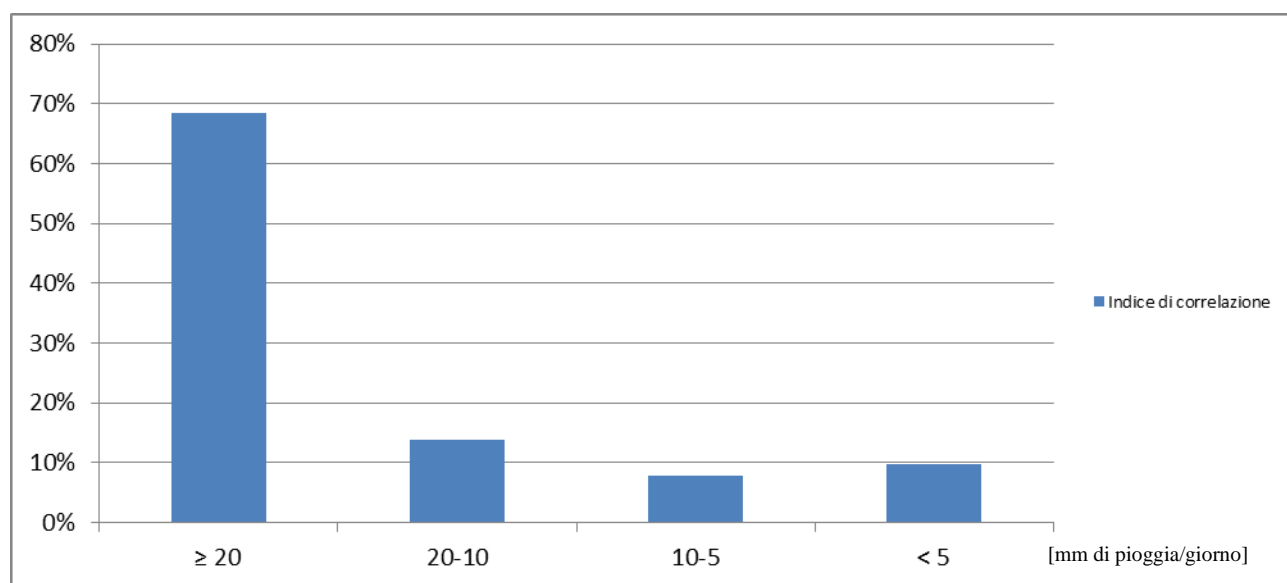


figura 1 - Correlazione tra piovosità e numero di interruzioni

Definita dunque la soglia  $S = 20$  mm di precipitazione media giornaliera, si calcola la probabilità di occorrenza del fenomeno su base storica PS nel periodo di 10 anni 2008-2017:

$$PS = \frac{N_{gp}}{NA}$$

Dove,  $N_{gp}$  sono i giorni di pioggia con precipitazione oltre soglia S riscontrati nel periodo di osservazione e  $NA$  sono gli anni totali del periodo di osservazione.

Con riferimento al territorio servito da areti, sono stati riscontrati, nell'arco di 10 anni, **87 giorni** con precipitazione media giornaliera oltre la soglia S; il valore di PS nel periodo di osservazione descritto è pari a **8,7 gg/anno**

## **2.2 Fattore critico ondate di calore: identificazione della soglia di sollecitazione**

Durante i mesi estivi, invece, diventano sempre più frequenti e intensi i fenomeni di ondate di calore, caratterizzate dal protrarsi di giornate con temperature massime elevate, precedute da periodi di siccità. Tali particolari condizioni di umidità e temperatura ostacolano la dissipazione del calore dei cavi interrati. Inoltre, sempre nei mesi estivi, si registrano elevate richieste di carico sulla rete che unitamente al fenomeno ambientale suddetto determinano un incremento delle temperature (hot-spot) dei cavi e relativi accessori con precoce invecchiamento dell'isolamento e aumento della probabilità di cedimento dello stesso.

Dall'analisi delle temperature medie registrate nel 2012-2022, dei livelli di potenza richiesta dalla rete e delle interruzioni, sono state determinate le soglie della sollecitazione oltre le quali si riscontra una significativa correlazione tra livello della temperatura ambientale/potenza richiesta e le interruzioni per guasto sulla rete MT/BT.

Il periodo di analisi considerato per la valutazione del fenomeno dell'ondata di calore è settimanale e non giornaliero come descritto per il fenomeno allagamenti.

Di seguito sono rappresentati:

- L'andamento del valor medio settimanale delle temperature massime giornaliere
- L'andamento del valor medio settimanale della potenza di picco giornaliera
- Il numero di guasti settimanali occorsi sulla rete MT

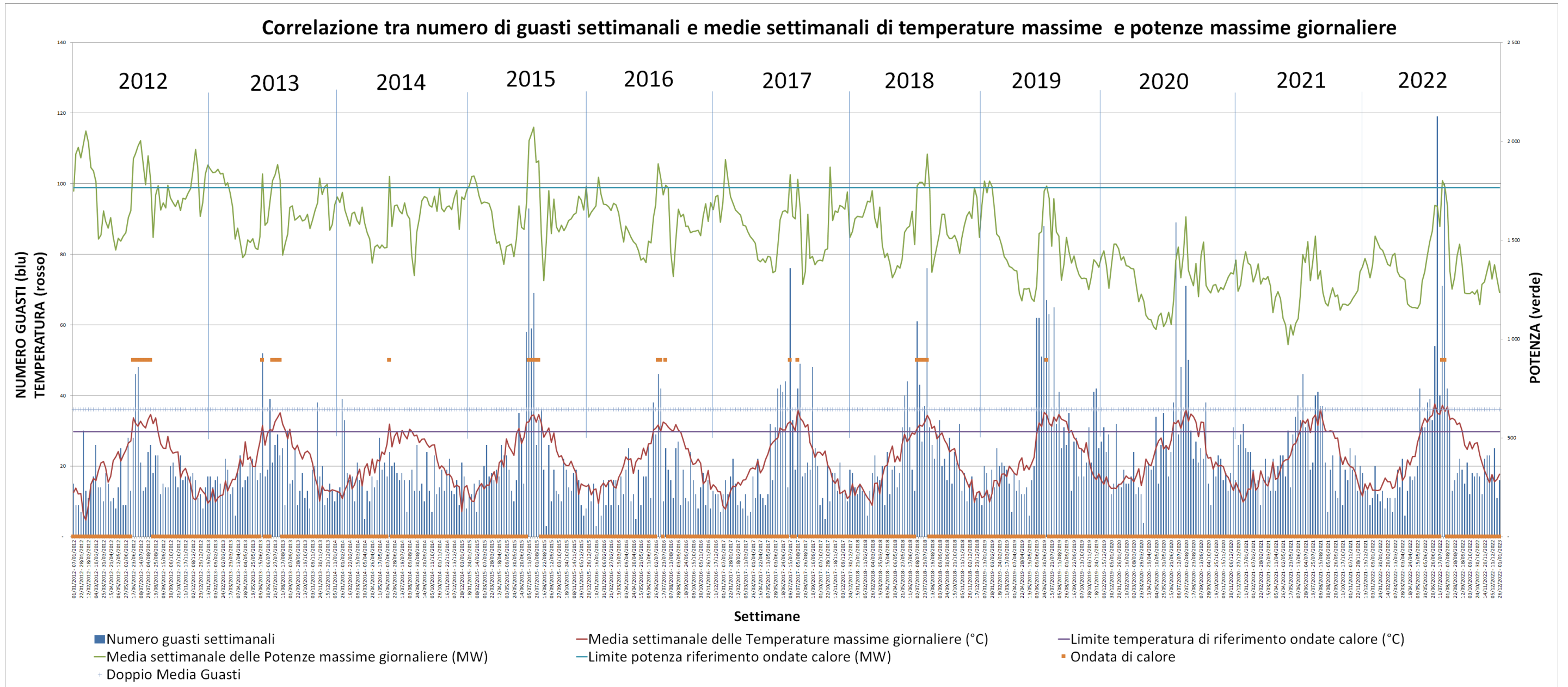
In particolare, si considerano come valori di sollecitazione i valori medi settimanali della potenza di picco giornaliera e della temperatura massima giornaliera oltre i quali si riscontra un numero totale di guasti settimanale almeno doppio dei guasti registrati mediamente nel periodo di osservazione.

Per la rete di distribuzione di areti SpA i valori di soglia sono:

- **temperatura 29,7°C**
- **potenza massima 1.621 MW**



figura 2 - correlazione tra guasti, temperature e potenze



### 3. Metodologie per l'individuazione dei rischi e dei benefici

L'analisi della resilienza è basata su un indice di rischio di disalimentazione degli utenti di una rete elettrica per ciascuno dei fattori di rischio che impattano la rete. In accordo con le linee guida riportate nella Scheda n. 8 dell'allegato A della Delibera 646/2015/R/eel (ss.mm.ii) areti ha definito tale parametro per ciascuno dei fattori di rischio che impattano la rete. Tale indice di rischio (**IRI**) è il prodotto della probabilità che l'evento produca un disservizio per l'entità del danno (disalimentazione delle utenze) prodotto dal disservizio.

La probabilità di disservizio per uno specifico fattore critico di rischio ( $P_{ev}$ ) è individuata come l'inverso del tempo di ritorno dell'evento ( $TR$ ):

$$P_{ev} = \frac{1}{TR}$$

L'entità del danno è definita come il numero di utenti in bassa tensione disalimentati ( $NUD$ ).

L'indice di rischio risulta quindi:

$$IRI = \frac{NUD}{TR} = P_{ev} * NUD$$

L'indice di resilienza (**IRE**) è l'inverso dell'indice di rischio ed è quindi pari al tempo di ritorno dell'evento diviso il numero di utenti in bassa tensione disalimentati:

$$IRE = \frac{TR}{NUD} = \frac{1}{P_{ev} * NUD}$$

Per il fenomeno degli allagamenti, l'identificazione dell'indice di rischio è stata eseguita considerando:

- i clienti sottesi alle cabine secondarie appartenenti al tratto di linea compreso fra le due cabine secondarie telecontrollate più prossime in cui insiste la cabina soggetta ad allagamento;
- la probabilità di accadimento del fenomeno e quindi il tempo di ritorno dell'evento di guasto per la specifica cabina in relazione al registro delle interruzioni relativo alle 87 giornate identificate con le condizioni di sollecitazione sopra soglia, e quindi sulla base degli eventi di guasto verificatisi nelle cabine secondarie in quelle giornate.

In accordo a quanto definito all'articolo 79bis.3 dell'allegato A della Delibera 646/2015/R/eel (ss.mm.ii) "*Ogni intervento deve riferirsi ad una porzione di rete di distribuzione circoscrivibile ad una linea di distribuzione ed eventualmente alla sua controalimentante o alle sue controalimentanti*", nei casi in cui più cabine oggetto di intervento ricadono sulla medesima dorsale i dati elaborati per singola cabina sono stati aggregati con riferimento alla linea alimentante.

Per i dettagli si rimanda all'Allegato 2 – "Modello di calcolo per la valutazione della resilienza delle reti per gli allagamenti dovuti a piogge particolarmente intense" nel quale si descrive il

modello utilizzato per la valutazione dei benefici e la descrizione degli interventi mirati a contenere i rischi di disalimentazione a fronte degli allagamenti.

Per le ondate di calore il modello sviluppato in collaborazione con il Politecnico di Milano ha calcolato attraverso un modello termico, d'invecchiamento e affidabilistico il tasso di doppio guasto, e quindi il tempo di ritorno, su ciascun festone della rete (tratto di dorsale MT compreso fra due cabine secondarie a tre vie), andando poi a considerare gli utenti impattati dall'evento di doppio guasto per ciascun festone. Il calcolo è stato applicato puntualmente a tutta la rete MT utilizzando delle procedure iterative implementate su DigSilent. Il modello sviluppato ha quindi utilizzato dati puntuali della rete esportati da GIS su DigSilent quali:

- numero e tipologia di utenti BT e MT;
- ambiti di concentrazione;
- dati di consistenza della rete;
- configurazione di esercizio della rete.

Determinando i valori delle correnti transitate su tutti i rami della rete e facendo riferimento per le condizioni di carico all'istante di massimo picco registrato nel 2019. È stata valutata la distribuzione delle correnti sia a schema normale che in contro alimentazione ipotizzando un evento di guasto su ciascun ramo della rete. Come specificato sopra nei casi in cui più elementi di rete (festoni) oggetto di intervento ricadono sulla medesima dorsale i dati elaborati per singolo elemento sono stati aggregati con riferimento alla linea alimentante.

Per i dettagli si rimanda all'allegato 1 - "Modello di calcolo per la valutazione della resilienza delle reti durante le ondate di calore".

Per quanto riguarda il calcolo dei benefici connessi agli interventi areti, in riferimento alle categorie definite alla scheda 7 dell'allegato A della Delibera 646/2015/R/eel (ss.mm.ii), per il fattore critico allagamenti ha calcolato i benefici B1 (minori costi per la riduzione delle interruzioni legate alla scarsa resilienza della rete ottenibile grazie all'intervento allo studio) e B2 (minori costi per gli interventi in emergenza delle imprese distributrici in occasione delle interruzioni legate alla scarsa resilienza della rete) dettagliati all'Allegato 2. Per l'ondata di calore è stato considerato soltanto il beneficio B1.

In particolare, il Beneficio B1, per i fattori critici oggetto del presente piano, è stato calcolato come differenza tra il rischio presente prima dell'intervento e il rischio residuo post-intervento.

Per la valutazione del Beneficio B2, invece, sono stati analizzati i risparmi legati al minor numero di interventi di emergenza realizzati; i parametri presi in riferimento sono stati: costo orario personale, costo gruppo elettrogeno, costi sostituzione apparecchiature.

#### **4. Interventi per incrementare la resilienza e relativi Costi e Benefici**

Nel seguito sono descritti gli interventi per l'incremento della resilienza attuati sugli elementi di rete individuati come critici nonché i relativi costi e benefici.

#### **4.1. Tipologia di interventi previsti per incrementare la resilienza al fattore di rischio “allagamenti”**

Per quanto riguarda gli allagamenti sono state individuate le cabine vulnerabili al fenomeno, per le quali sono state riscontrate più interruzioni negli 87 giorni con precipitazione sopra soglia o quelle ubicate nelle zone con criticità idrogeologica con almeno una interruzione negli 87 giorni di cui sopra. Per tali cabine sono state individuate due tipologie di intervento:

- delocalizzazione delle cabine secondarie interrato;
- ricostruzione delle cabine secondarie con specifici nuovi criteri progettuali per il contrasto del fenomeno.

Le cabine secondarie individuate saranno oggetto di sopralluoghi preventivi al fine di esaminare le caratteristiche del contesto territoriale ed urbano nel quale sono ubicate nonché le caratteristiche degli impianti, per definire la soluzione tecnica ed elaborare il progetto esecutivo, con relativa determinazione puntuale del costo di ciascun intervento.

Nella seguente Tabella 1 si riporta la sintesi degli interventi per il periodo 2019-2024

Fattore critico	Tipologia interventi	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Allagamenti	Delocalizzazione Cabina Secondaria	1	1	3	0	0	1
	Adeguamento apparecchiature MTBT e locale cabina	39	39	32	35	17	19
	<b>Totale Allagamenti</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>17</b>	<b>20</b>

Tabella 1 – Interventi periodo 2019-2024

##### **4.1.1. Delocalizzazione delle cabine secondarie interrato**

Nel caso di manufatti interrati ove possibile l'intervento ipotizzato è la delocalizzazione della cabina secondaria.

Posizionate le cabine MT/BT su base planimetrica, si è esaminato il contesto urbanistico e i vincoli associati in relazione alla possibilità di fruire di aree libere per una eventuale riallocazione delle cabine vulnerabili in locali posti fuori terra.

Tale intervento è subordinato alle tempistiche necessarie per definire una progettazione definitiva del singolo spostamento ed il conseguente iter autorizzativo (previsto ai sensi e per gli effetti della Legge Regionale 10 maggio 1990, n. 42 e del D.P.R. 327/2001). L'Ente competente al rilascio della autorizzazione è la Città metropolitana di Roma Capitale.

Sono state escluse tutte le aree ricadenti nel nucleo della Città Storica, come identificato dal NPRG (Nuovo Piano Regolatore) del Comune di Roma.

Nella figura n.3 si riporta un esempio di delocalizzazione di cabina secondaria.



figura 3 - Esempio delocalizzazione cabina interrata

#### ***4.1.2. Ricostruzione delle cabine secondarie con specifici nuovi criteri progettuali***

La presente tipologia di intervento, alternativa alla delocalizzazione, prevede la sostituzione degli scomparti MT e BT presenti in cabina ed il loro innalzamento rispetto a terra, nonché la realizzazione d'interventi finalizzati all'impermeabilizzazione del locale in cui sono posizionate le apparecchiature.

Dal punto di vista di possibili allagamenti in cabina, il trasformatore è l'elemento di impianto meno critico in quanto è costituito da una cassa metallica ermetica con le parti attive isolate in aria per la connessione dei cavi ad un'altezza di norma superiore al metro. Gli elementi più critici sono, invece, il quadro di bassa tensione ed il quadro di media tensione costituiti da parti attive isolate in aria con i terminali di collegamento dei cavi nella parte inferiore dei quadri stessi.

La sostituzione del quadro di bassa tensione prevede l'utilizzo di un quadro posizionato ad un'altezza di protezione in caso di allagamento.

La sostituzione dei quadri di media tensione prevede l'utilizzo di quadri isolati in SF6, di due tipologie che si differenziano per dimensioni e soluzione costruttiva. La prima tipologia è costituita da un quadro mono blocco isolato in SF6, con configurazione schematica predefinita, estremamente compatto (compatibile con cabine di dimensioni ridotte) la seconda tipologia è costituita da scomparti singoli prefabbricati, isolati in SF6, assemblabili sull'impianto, e per tale motivo risulta estremamente versatile rispetto alla schematica di quadro da realizzare.

L'installazione dei quadri di media tensione è prevista su appositi telai metallici per incrementare la quota di posa rispetto alla pavimentazione del locale cabina.

Le soluzioni identificate per l'incremento della resilienza al fenomeno dell'allagamento del locale cabina hanno determinato la definizione di un nuovo standard progettuale che contempla

tra i principali provvedimenti: il trattamento delle superfici interne con appositi materiali impermeabili, l'impiego di appositi setti per l'ingresso cavi, l'impiego di sistemi di areazione alternativi a quelli convenzionali (grate di areazione che spesso costituiscono una via d'ingresso dell'acqua) e di specifici provvedimenti atti a limitare l'ingresso di acqua dalle vie di accesso al locale.

#### ***4.1.3. Altri possibili interventi***

In fase di progettazione esecutiva, potranno essere presi in considerazione eventuali ulteriori interventi di mitigazione, come ad esempio interventi di adeguamento rete per la rialimentazione dell'utenza sottesa alle cabine critiche o di mitigazione attraverso la riduzione del numero di clienti disalimentati in caso di fuori servizio.

Si rappresenta inoltre che sono attualmente in corso sperimentazioni per la definizione di sensoristica e sistemi dedicati alla prevenzione ed il contrasto al fenomeno di allagamento in cabina secondaria.

Per il calcolo del beneficio lordo  $B1$  connesso ad un intervento di mitigazione del rischio allagamenti, è necessario determinare sia il rischio presente prima dell'intervento sulla cabina sia il rischio residuo post-intervento:

$$B1_{lordo} = R_{pre} - R_{post}$$

Per il calcolo del beneficio lordo  $B2$  la probabilità di disservizio a seguito dell'intervento si riduce del 50%, coerentemente con la riduzione della vulnerabilità e determinando corrispondentemente costi evitati in termini di riduzione degli interventi in emergenza.

Il beneficio complessivo è dato dalla somma dei benefici sopra descritti

$$B_{lordo} = B1_{lordo} + B2_{lordo}$$

I costi sostenuti ( $C$ ) comprendono il costo di investimento per la realizzazione dell'intervento, delle relative apparecchiature, dei materiali e del personale areti SpA, non comprendono i costi di esercizio e di manutenzione ricorrente essendo gli stessi invariati rispetto alla situazione ante e post-intervento. Inoltre, per l'intervento di delocalizzazione è stato considerato anche un costo medio di riconfigurazione della rete MT e BT.

Gli altri elementi da tenere in considerazione nell'analisi economica sono:

- tasso di sconto reale 4%;
- vita economica 25 anni di esercizio;
- nessun valore residuale.

Il beneficio netto è calcolato mediante la differenza tra il beneficio lordo ed i costi sostenuti.

$$B_{netto} = B_{lordo} - C$$

## ***4.2. Tipologia di interventi previsti per far fronte alle ondate di calore e prolungati periodi di siccità***

areti ha identificato 4 principali tipologie di intervento finalizzate ad incrementare la resilienza delle porzioni di linea MT comprese tra due nodi con almeno tre vie di alimentazione (denominate «festoni») rispetto al doppio guasto MT, come di seguito rappresentati:

1. Incremento della magliatura di rete;
2. Sostituzione rami critici con minimizzazione del numero di giunti;
3. Progetti complessi di riconfigurazione dello schema di rete;
4. Raddoppio dei primi rami di linea in uscita dalla cabina primaria.

Per l'individuazione ottimale degli interventi in collaborazione con il Politecnico di Milano è stata sviluppata una procedura di “what-if analysis”. Tale approccio ottimizza la scelta degli interventi da eseguire in ciascun festone critico, ovvero eleggibile, tra i diversi e molteplici scenari, individuando quelli con i maggiori benefici per il sistema. In particolare per ogni festone critico si analizzano gli interventi da adottare con riferimento alle soluzioni tecniche tipologiche identificate, prendendole singolarmente o in combinazione tra loro. L'argomento è specificatamente trattato nell'Allegato 4 “Approfondimento in materia di valutazione dei benefici e selezione ottima degli interventi mediante what-if analysis”.

Nella seguente Tabella 2 si riporta la sintesi degli interventi per il periodo 2019-2024

<b>Fattore critico</b>	<b>Tipologia interventi</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>
<b>Ondate di Calore</b>	Incremento magliatura della rete MT	24	72	87	34	30	71
	Sostituzione rami						
	Sostituzione rami e riconfigurazione schema di rete MT	12	11	11	2	0	0
	Raddoppio primi rami	-	-	6	4	4	3
	<b>Totale Ondate di Calore</b>	<b>36</b>	<b>83</b>	<b>104</b>	<b>40</b>	<b>34</b>	<b>74</b>

*Tabella 2 – Interventi periodo 2019-2024*

### ***4.2.1. Incremento della magliatura della rete MT***

Uno degli interventi previsti per la riduzione dell'impatto sugli utenti è la creazione di nuovi collegamenti per incrementare la magliatura della rete nei festoni eleggibili, cioè con  $TR \leq 50$  anni (vedi figura n.4). Ciò consente di ridurre l'Indice di Rischio pre-intervento attraverso la mitigazione dell'impatto del disservizio (energia non fornita) sull'utenza.

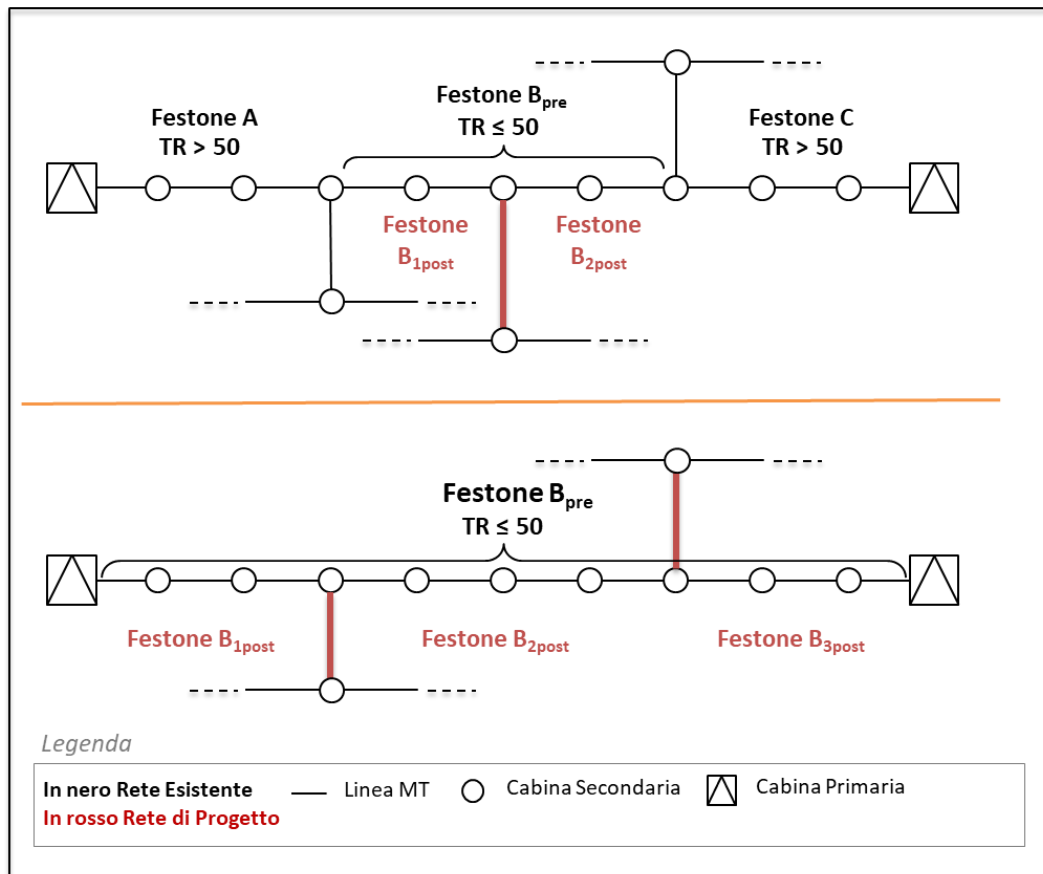


figura 4 – Incremento della magliatura della rete MT

#### Magliatura con CS a 4 vie:

La soluzione prevede l'incremento della magliatura di rete attraverso la realizzazione di collegamenti tra due linee diverse realizzati con il taglio ed il prolungamento di una linea all'interno delle cabine secondarie che ospitano le connessioni. Questa cabina deve essere ricostruita con doppio sistema di sbarre.

#### Magliatura con CS a tre vie:

La soluzione prevede l'incremento della magliatura di rete attraverso la realizzazione di collegamenti diretti tra cabine secondarie di linee diverse. Queste cabine devono essere ricostruite con quadri a 3 vie.

#### 4.2.2. Sostituzione rami critici con minimizzazione del numero di giunti

L'intervento è finalizzato alla riduzione dei tassi di guasto e consiste nel rifacimento dei rami MT, vetusti o con presenza di un elevato numero di giunti (vedi figura n.5), attraverso una modalità di posa delle linee in cavo interrato con uno standard superiore a quello consolidato (a tendere verso l'obiettivo teorico di una rete senza giunti). Tale intervento può essere realizzato congiuntamente ad interventi di incremento della magliatura di rete.



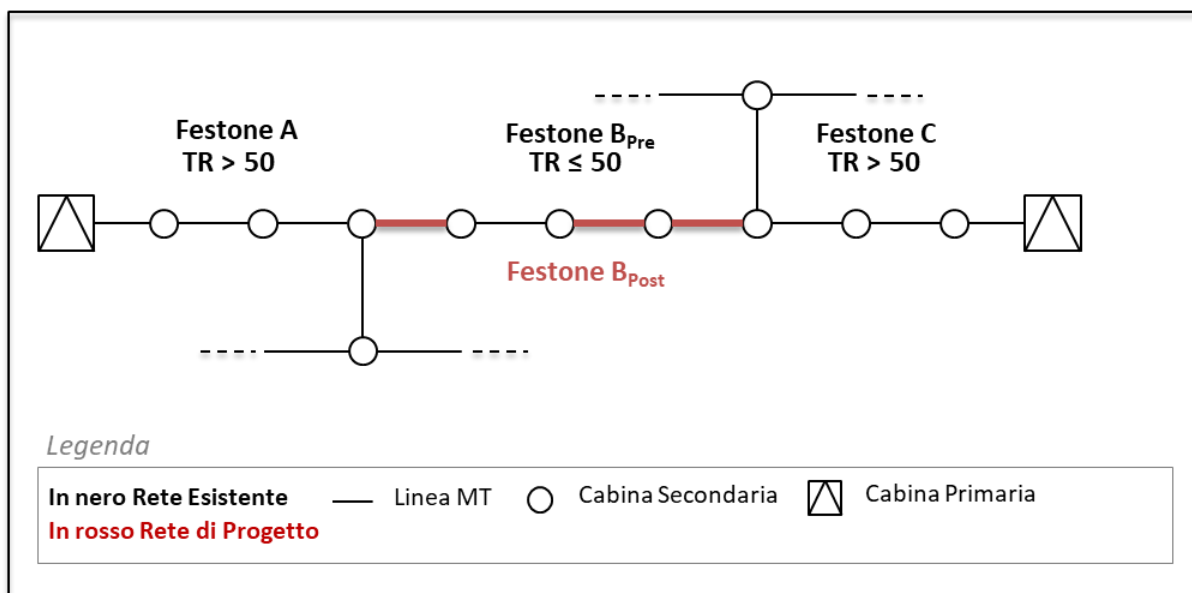


figura 5 - Sostituzione rami critici con posa plus

#### 4.2.3. Progetti complessi di riconfigurazione dello schema di rete

Le tipologie di intervento precedentemente descritte possono essere combinate identificando interventi complessi all'interno di un progetto di resilienza. Essi consistono nella redistribuzione su nuove dorsali delle CS afferenti a festoni eleggibili. Tale tipologia di intervento consente di ridurre l'Indice di Rischio pre-intervento sia attraverso la mitigazione dell'impatto del disservizio (energia non fornita) sull'utenza sia attraverso la riduzione dei tassi di guasto.

In figura n.6 è rappresentato una ipotesi di applicazione con la realizzazione di nuove dorsali su cui vengono distribuite parte delle cabine secondarie preesistenti determinando la riconfigurazione della rete MT.

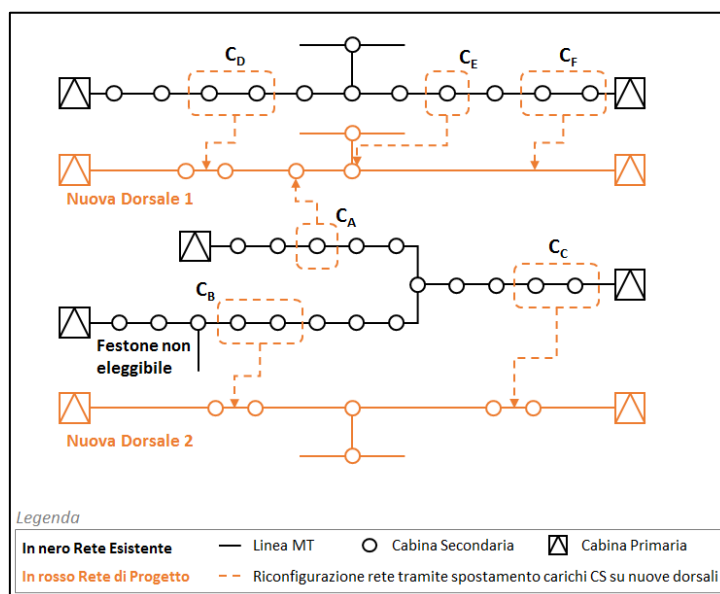


figura 6 - Combinazione degli interventi

#### 4.2.4. Raddoppio dei primi rami di linea in uscita dalla cabina primaria

L'intervento prevede la posa di due cavi in parallelo, attestati su interruttori (Recloser) distinti, per i primi rami della semidorsale in uscita dalla cabina primaria, con contestuale posa di fibra ottica asservita ad automazione con selettività logica (selezione tronco guasto senza disalimentazione dell'utenza) coordinata con protezione in CP. La gestione dei cavi in parallelo si ritiene altamente performante ed efficace per prevenire i doppi guasti. Con tale soluzione si realizza sui tratti critici una riserva N-2 nei periodi di ondate di calore atta a garantire la continuità del servizio nelle situazioni più gravose di controalimentazione. Entrambi i cavi sono dimensionati per il carico massimo e la selezione del guasto può essere eseguita senza interrompere il flusso di potenza. Il tratto soggetto al guasto viene infatti selezionato tramite l'intervento automatizzato degli interruttori posti ai capi dello stesso dotati di protezioni che analizzano il transito di energia in entrambi i sensi.

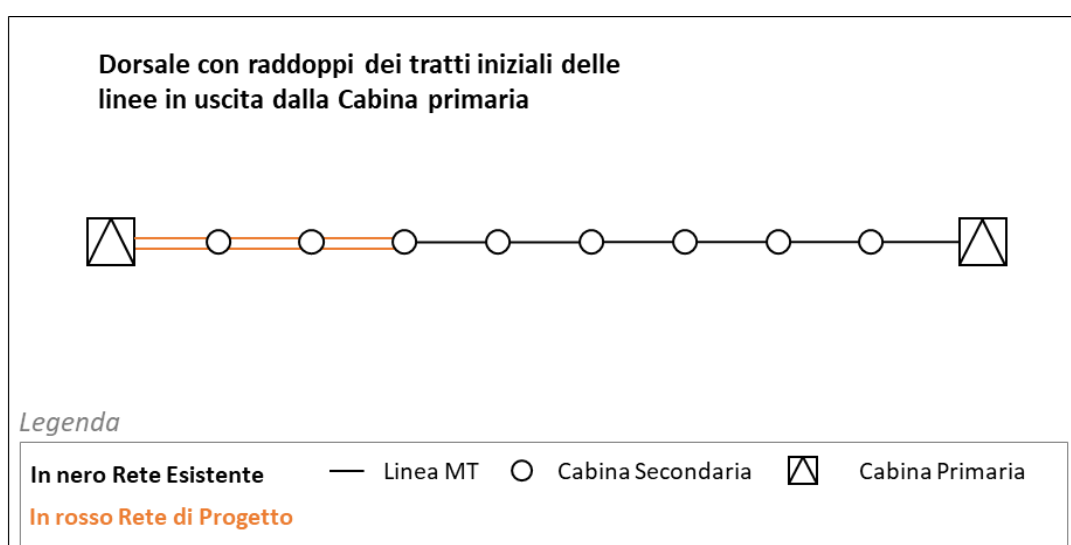


Figura 7- Dorsale con raddoppi tratti iniziali

Il beneficio lordo è dato dalla sommatoria delle differenze del rischio pre e post-intervento relativo a ciascuna cabina (C) interessata dall'intervento e per ciascun festone delle nuove dorsali di progetto.

$$B_{lordo} = R_{pre} - R_{post}$$

I costi sostenuti (C) comprendono il costo di investimento per la realizzazione dell'intervento, delle relative apparecchiature, dei materiali e del personale areti SpA, ma non comprendono i costi di esercizio e di manutenzione ricorrente essendo gli stessi invariati rispetto alla situazione ante e post-intervento.

Gli altri elementi da tenere in considerazione nell'analisi economica sono:

- tasso di sconto reale 4%;
- vita economica 25 anni di esercizio;
- nessun valore residuale.

Il beneficio netto è calcolato mediante la differenza tra il beneficio lordo ed i costi sostenuti.

$$B_{netto} = B_{lordo} - C$$