

**Piano di resilienza del sistema elettrico
A.S.SE.M.
2022-2024**

Sommario

1. Premessa	3
2. Riferimenti	4
3. Consistenza del sistema elettrico A.S.SE.M.	5
4. Metodologia di analisi della resilienza del sistema elettrico.....	10
4.1. Fattore critico formazione di manicotti di ghiaccio e neve	11
4.2. Fattore critico caduta alberi fuori fascia	16
5. Indici di resilienza del sistema elettrico A.S.SE.M.	18
5.1. Fattore critico formazione di manicotti di ghiaccio e neve	18
5.2. Fattore critico caduta alberi fuori fascia	24
5.3. Indici di rischio complessivi	29
6. Azioni intraprese da A.S.SE.M. per incrementare la resilienza del sistema elettrico.....	34
6.1. Azioni di coordinamento con Terna	34
6.2. Interventi di sviluppo e potenziamento per l'incremento della resilienza	35
Allegato A – Elenco delle Cabine Secondarie e relativi indicatori di resilienza	37
Allegato B – Dettaglio delle linee MT	44

1. Premessa

L'art. 77 del TIQE (Allegato A alla Del. 566/2019/R/eel) prevede che le imprese distributrici trasmettano all'Autorità un piano di lavoro finalizzato all'adozione di misure regolatorie volte all'incremento della resilienza del sistema elettrico.

In accordo alle disposizioni dell'Autorità, il Piano deve avere un orizzonte triennale e deve contenere una disamina tecnica dei fattori di rischio che risultano storicamente impattanti sull'esercizio della rete elettrica in esame.

Ai sensi dell'art. 78 comma 1 del TIQE, l'azienda elettrica A.S.S.E.M. è tenuta, a partire dal 2020, in qualità di distributore di riferimento per il comune di San Severino Marche (MC), alla pubblicazione e trasmissione del proprio piano di resilienza all'Autorità entro il 30 giugno di ogni anno.

Nel contesto delineato, il presente lavoro, sviluppato in collaborazione con il Politecnico di Milano – Dip. di Energia, propone una valutazione della resilienza del sistema elettrico nella titolarità del gestore di rete A.S.S.E.M., conforme alle indicazioni dell'Autorità, con riferimento ai fenomeni di formazione di manicotti di ghiaccio o neve (*wet snow*), e di caduta di alberi ad alto fusto fuori la fascia di rispetto sulle linee elettriche aeree. Successivamente, sono delineate le azioni che l'azienda intende intraprendere al fine di far fronte alle criticità individuate.

Ai fini dell'impostazione metodologica dello studio, si sono prese a riferimento le indicazioni fornite dalle linee guida ARERA per la presentazione dei piani di resilienza da parte delle aziende distributrici di energia elettrica (Allegato A alla determinazione DIEU 7 marzo 2017, n. 2/2017) e le indicazioni elaborate all'interno del Tavolo di Lavoro dei distributori sulla resilienza attivato in sede CEI CT8/123.

2. Riferimenti

Ai fini della redazione del presente Piano di Resilienza, si sono presi a riferimento i seguenti documenti.

- Determinazione ARERA 7 marzo 2017 n. 2/2017 e suo Allegato A “Linee guida per la presentazione dei Piani di lavoro per l’incremento della resilienza del sistema elettrico”.
- Deliberazione ARERA 31/2018/R/eel del 25 gennaio 2018 - “Direttive per l’integrazione di sezioni relative alla resilienza del sistema elettrico nei piani di sviluppo delle imprese distributrici”.
- Documento per la Consultazione ARERA 460/2018/R/eel del 20 settembre 2018 “Resilienza delle reti di distribuzione dell’energia elettrica - Incentivazione degli interventi finalizzati all’incremento della tenuta alle sollecitazioni – Orientamenti finali”.
- Deliberazione ARERA 668/2018/R/eel del 18 dicembre 2018 “Incentivazione economica degli interventi di incremento della resilienza delle reti di distribuzione dell’energia elettrica” e relativo Allegato A.
- Allegato A alla Deliberazione ARERA 566/2019/R/eel (TIQE 2020-2023) del 23 dicembre 2019 “Testo integrato della regolazione output-based dei servizi di distribuzione e misura dell’energia elettrica - periodo di regolazione 2016-2023, in particolare il suo Titolo 10 “Resilienza del sistema elettrico”.
- Documenti prodotti dal GdL “Resilienza” costituito nell’ambito del CEI CT 8/123 “Aspetti di sistema per la fornitura di energia elettrica e la gestione delle infrastrutture” finalizzati alla definizione delle metodologie di valutazione della resilienza del sistema elettrico.
- CEI EN 50341-2-13 “Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 2-13: Aspetti Normativi Nazionali (NNA) per l'Italia (basati sulla EN 50341-1:2012)”, settembre 2017.
- CEI EN 50341-1 “Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata. Parte 1: Prescrizioni generali - Specifiche comuni”, ottobre 2013
- Norme tecniche per le costruzioni, 17 gennaio 2018.

3. Consistenza del sistema elettrico A.S.SE.M.

L'azienda elettrica A.S.SE.M. SpA distribuisce l'energia elettrica sul comune di San Severino Marche (MC).

La rete di distribuzione A.S.SE.M., acquisita da ENEL nel 2002, attualmente eroga il servizio a circa 7.800 utenti dislocati su una superficie di 193,77 kmq (Figura 1).

La rete, esercita a una tensione nominale di 20 kV, è connessa alla RTN attraverso il nodo di San Severino, esercito ad una tensione nominale di 132 kV (tensione di esercizio 120 kV), con uno schema di inserimento in antenna realizzato sulla Linea Belforte – San Severino.

La rete di distribuzione in media tensione si diparte dalla Cabina Primaria Colotto, equipaggiata con due trasformatori AT/MT da 25 MVA ciascuno.

La sezione in media tensione (20 kV) della Cabina Primaria è suddivisa su due semisbarre (semisbarra Rossa e Verde). Dalla semisbarra Rossa si dipartono i feeder L1R, L2R, L3R, L4R e L5R e un montante predisposto per riserva; a quella Verde sono invece connessi i feeder L1V, L2V, L3V, L4V, L5V.

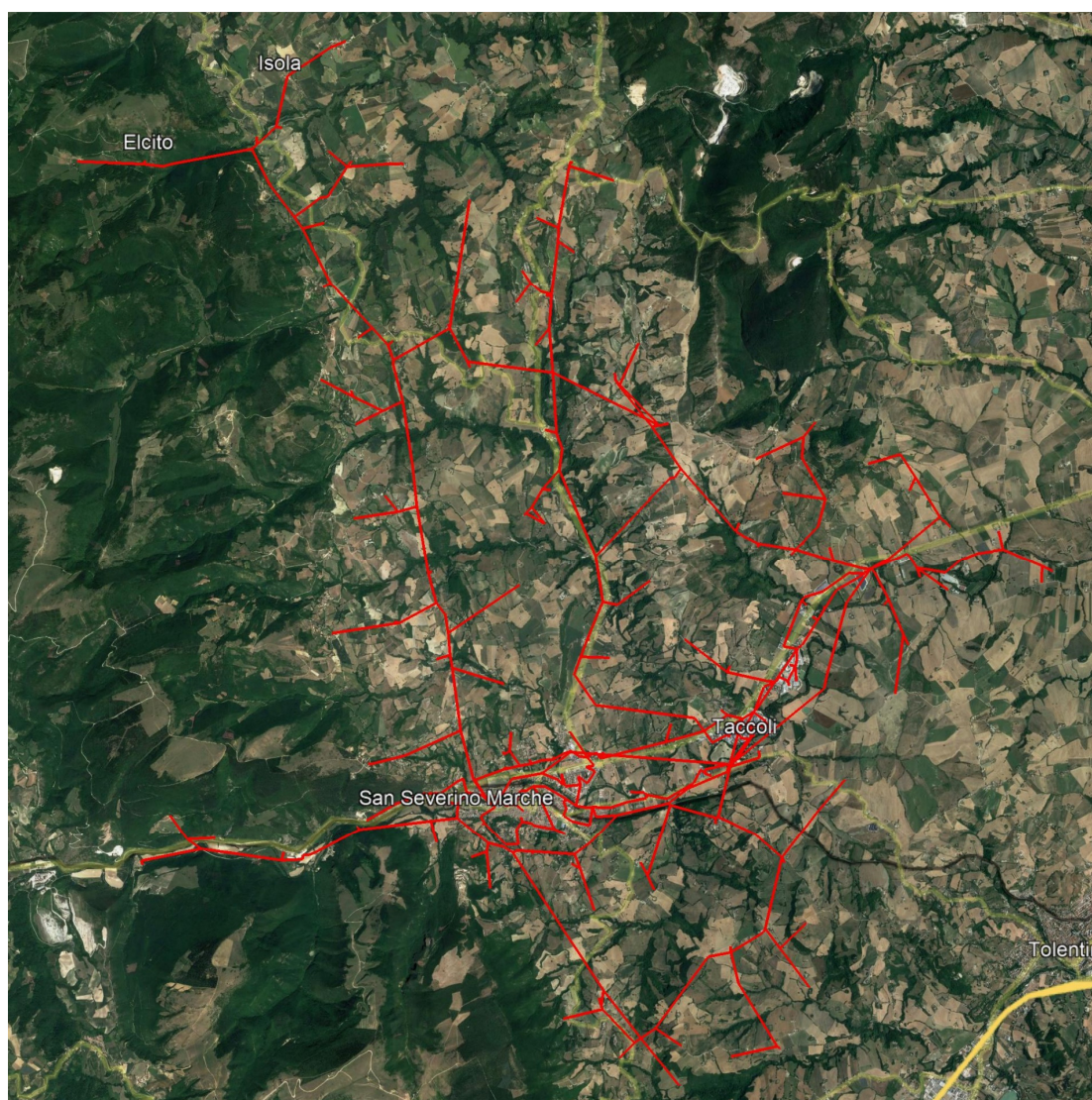


Figura 1. Rappresentazione cartografica della rete MT A.S.SE.M.

Le analisi sviluppate e presentate nel seguito hanno per oggetto la valutazione della resilienza del complessivo sistema elettrico MT di cui sopra e, in particolare, mirano a quantificare il rischio di disalimentazione di ciascuna cabina secondaria della rete dovuto alla formazione di manicotti di neve e ghiaccio, piuttosto che alla caduta di alberi fuori fascia, sulle linee elettriche aeree. L'obiettivo delle valutazioni effettuate è anche e soprattutto quello di indirizzare opportunamente gli investimenti sulla rete elettrica.

Con riferimento a tali analisi, le probabilità di disalimentazione per guasti sulla rete Terna sono assunte trascurabili allo scopo di evidenziare le sole problematiche che emergono, e come tali possono trovare soluzione, all'interno unicamente della rete di distribuzione. A riguardo, si rammenta che la rete di alta tensione è oggetto, ai sensi dell'art. 37 del TIQ.TRA, di analoghe valutazioni da parte di Terna. Per quanto appena detto, nel prosieguo dello studio, l'affidabilità di esercizio di ciascuna Cabina Secondaria (CS) verrà valutata rispetto ai possibili percorsi di alimentazione verso la CP Colotto (punto di confine con la rete Terna).

Il sistema elettrico in media tensione nella titolarità di A.S.SE.M., aggiornato al 2022, è mostrato, con indicazione delle tipologie di linea elettrica installate (conduttore nudo, cavo aereo o cavo interrato), nella successiva Figura 2. L'impiego di cavo è limitato essenzialmente nel centro urbano di San Severino Marche (linee rappresentate in verde nella parte centrale della figura) e nella relativa zona industriale (linee in verde nella parte destra della figura, in prossimità della CP Colotto).

La Figura 2 in basso mostra il profilo altimetrico della rete in oggetto, evidenziando come, a partire dal centro urbano ubicato a una quota di circa 200-250 m s.l.m., vi siano diverse linee che vanno ad alimentare le zone periferiche del comune site sui vicini rilievi collinari. La quota di posa rimane generalmente al di sotto dei 500 m, tranne rari casi. Tra questi, la frazione Elcito, alimentata dalla linea mostrata in basso a destra in Figura 3, rappresenta il punto della rete A.S.SE.M. a quota più elevata (circa 800 m s.l.m.).

La Figura 4 mostra la distribuzione delle Cabine Secondarie (CS) con indicazione su base colorimetrica del rispettivo numero di utenti BT. Nel sistema elettrico A.S.SE.M. sono presenti 191 cabine MT/BT a cui risulta sotteso almeno un utente alimentato in bassa tensione.

La Figura 5 fornisce una indicazione analoga alla precedente, ma isolando il 20% delle CS (38 cabine MT/BT) con il maggior numero di utenti alimentati. Queste ultime si trovano nel centro storico del comune, ovvero l'area maggiormente urbanizzata. Come già introdotto, in questo caso l'alimentazione è realizzata soprattutto attraverso linee in cavo; lo stesso accade per la zona industriale di San Severino Marche. Tale fatto, come si vedrà nel seguito, ha un impatto positivo sugli indicatori di resilienza, in quanto le cabine che coprono le zone più densamente popolate sono anche quelle più resilienti rispetto ai fattori critici in esame.

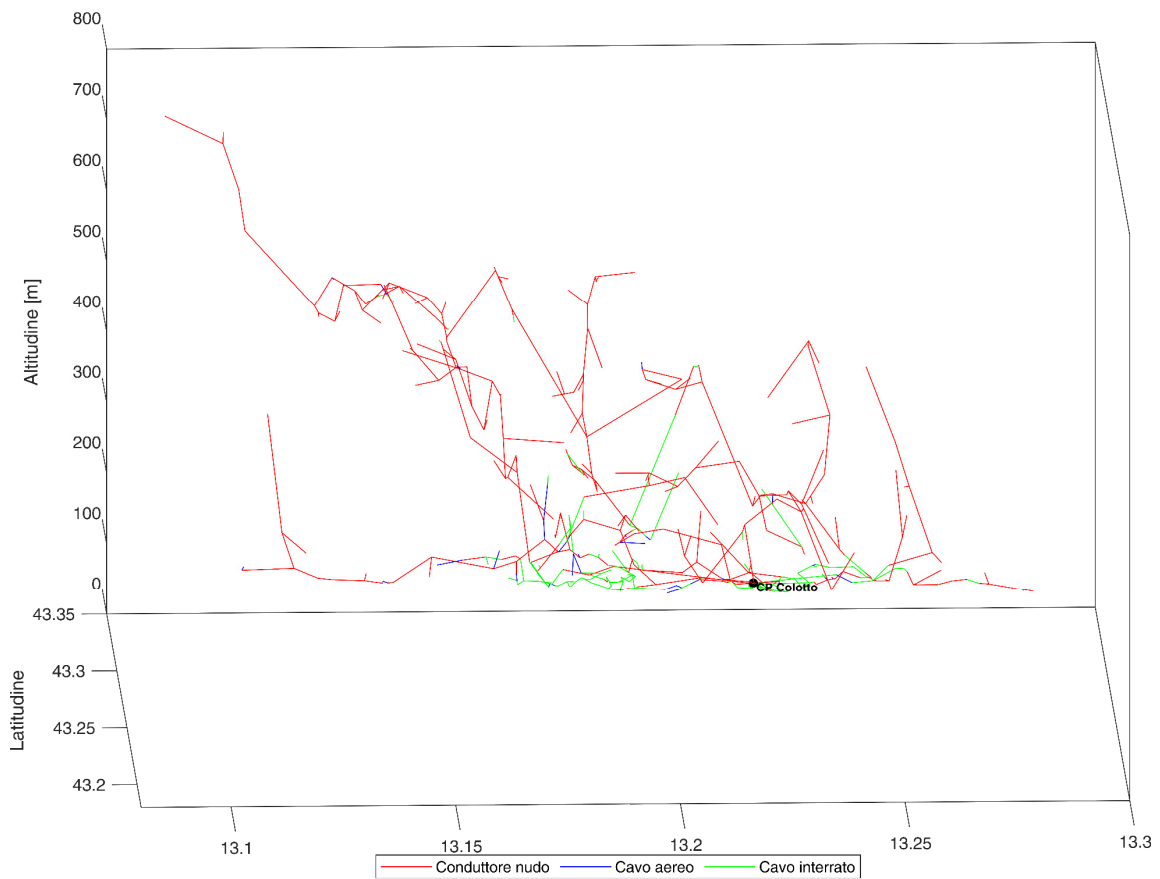
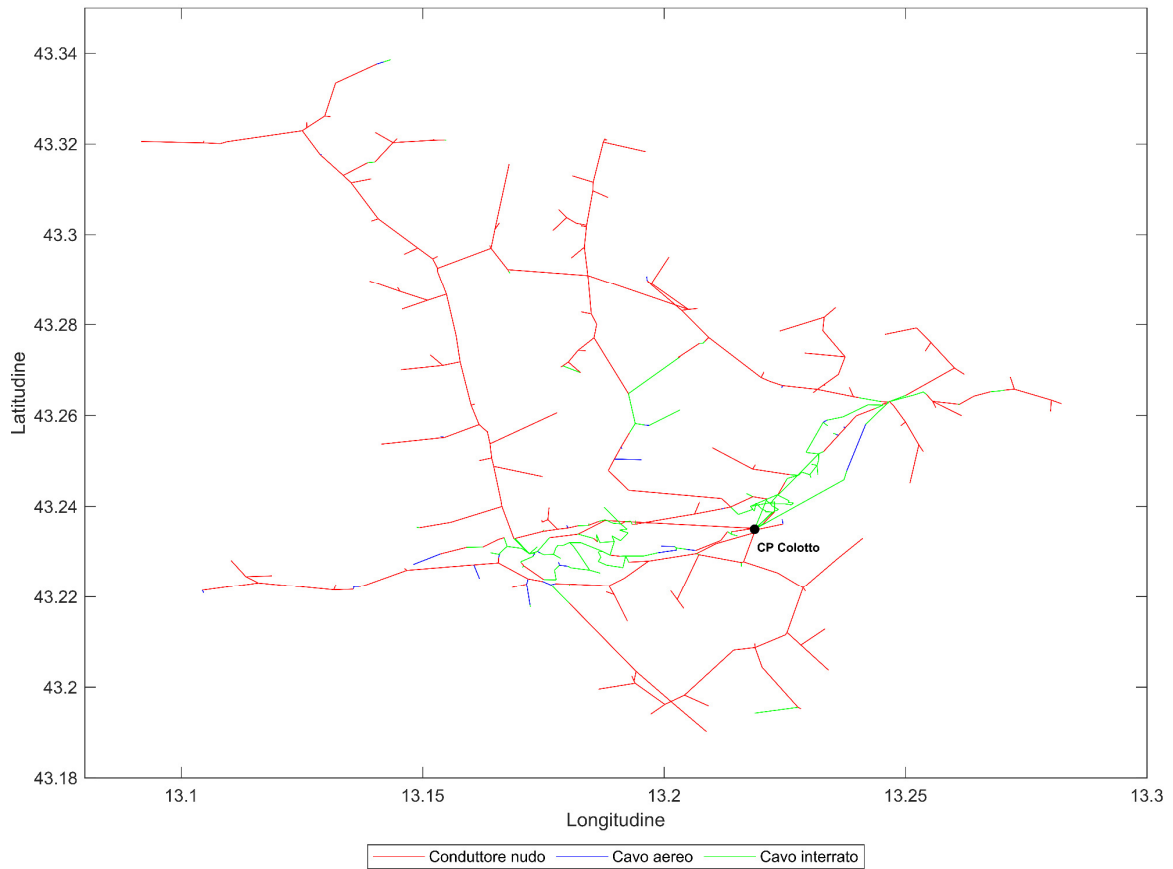


Figura 2. Tipologia di conduttori del sistema di distribuzione.

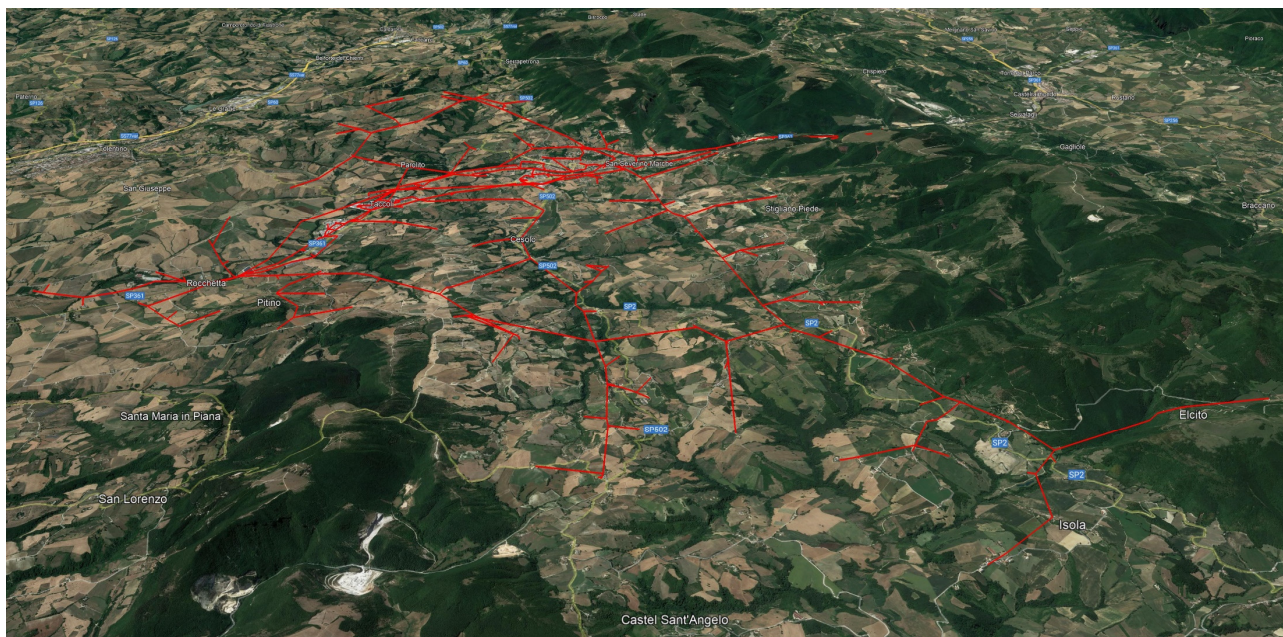


Figura 3. Vista cartografica in rilievo della rete A.S.SE.M.

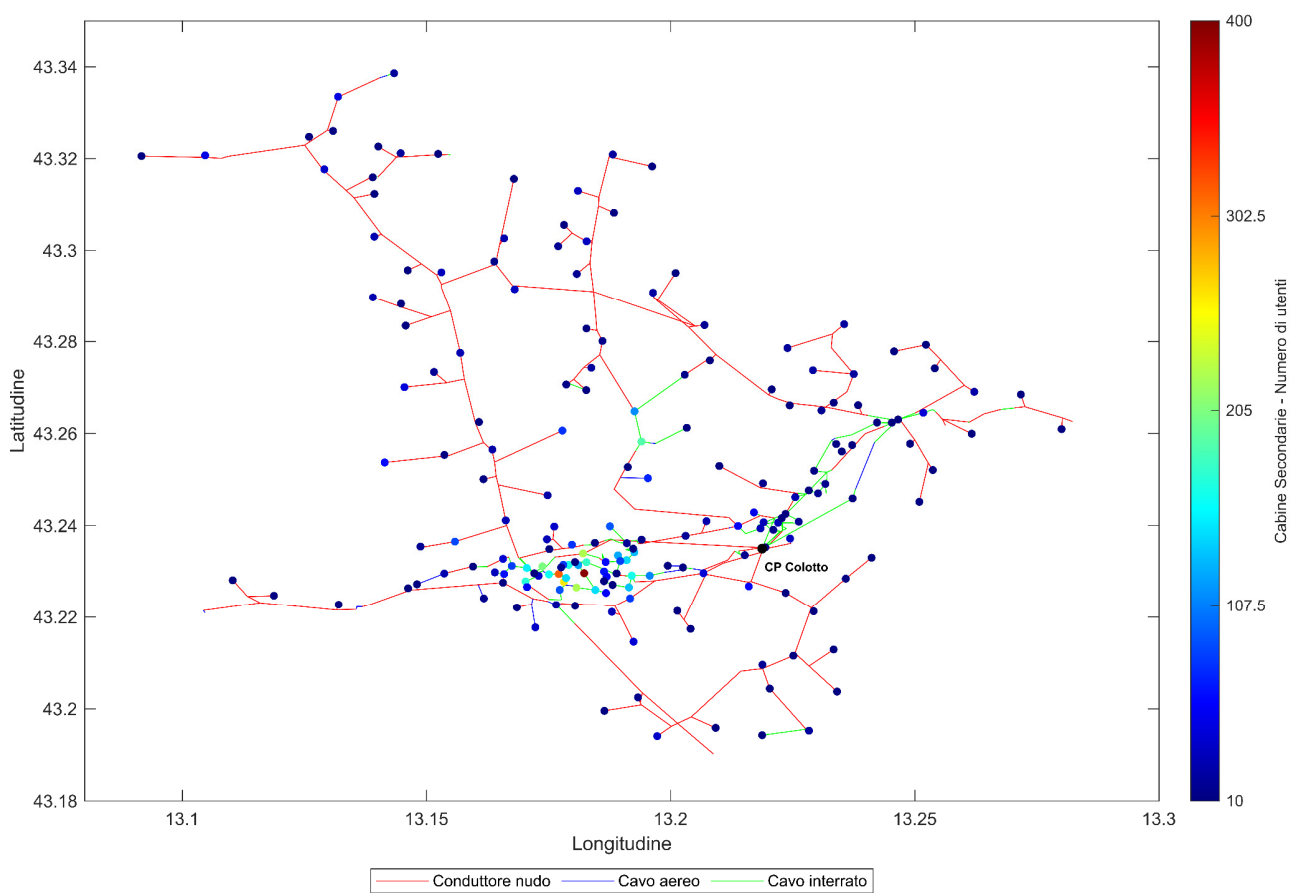


Figura 4. Numero di utenti per cabina secondaria.

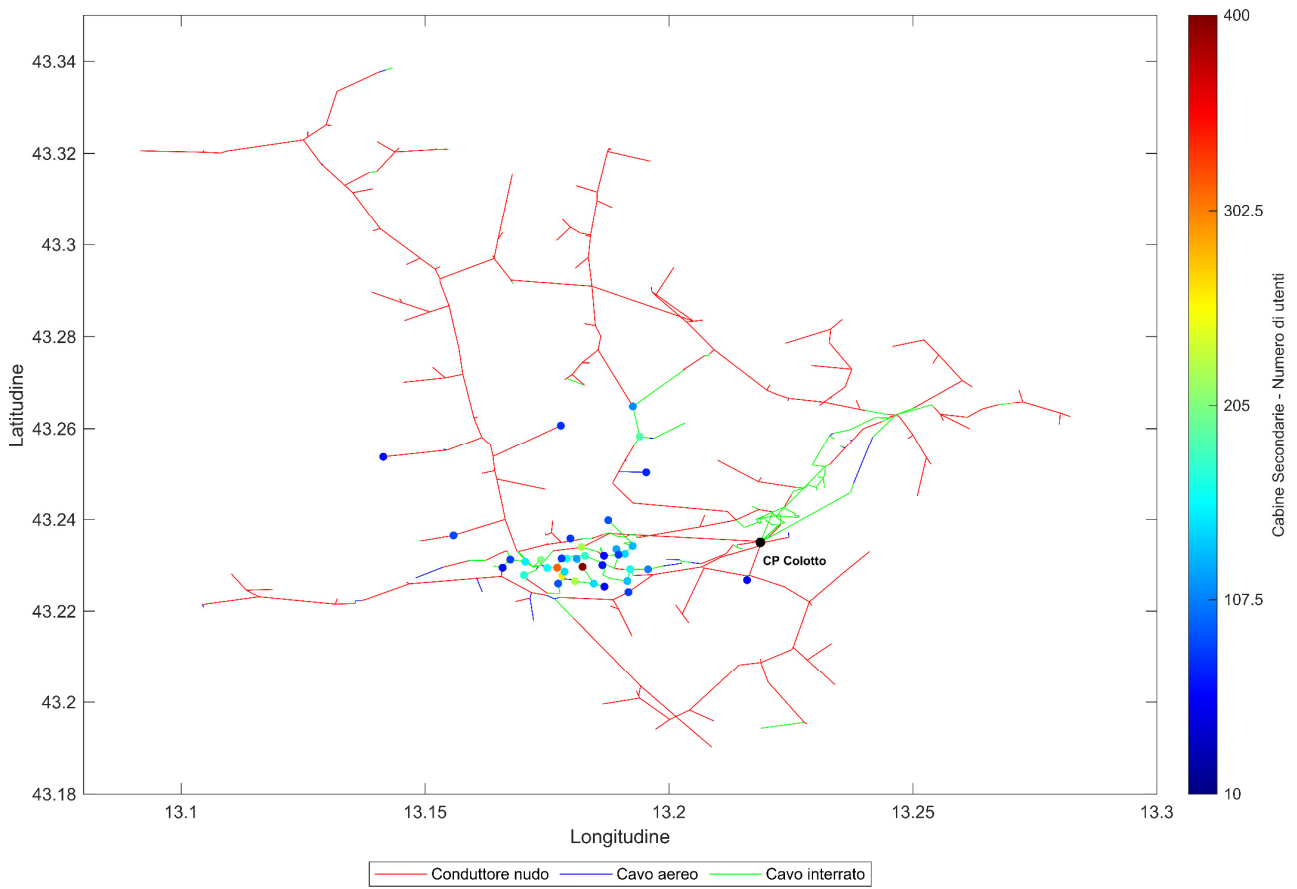


Figura 5. Cabine secondarie con il maggior numero di utenti BT (20% del totale).

4. Metodologia di analisi della resilienza del sistema elettrico

In accordo agli eventi di guasto registrati negli ultimi anni sul sistema elettrico A.S.SE.M., si sono selezionati quali fattori critici da esaminare la formazione di manicotti di ghiaccio e neve, e la caduta di alberi fuori la fascia di rispetto sulle linee elettriche aeree.

Entrambe le metodologie adottate sono state sviluppate in conformità alle Linee Guida di cui alla Det. DIEU n. 2/2017, che definiscono i principali elementi metodologici per l'individuazione e la valutazione di interventi per l'incremento della resilienza. Le prescrizioni fornite sono state integrate, ove necessario, con indicazioni condivise nei Tavoli di Lavoro attivati da ARERA e in sede CEI sul tema e/o sulla base delle evidenze di esercizio della rete reale.

Nel dettaglio, le metodologie proposte mirano ad individuare, per ogni Cabina Secondaria (CS) del sistema di distribuzione, un indice di rischio di disalimentazione degli utenti sottesi per ciascuna causa (indice IR_{CS}), definito come:

$$IR_{CS} = \frac{N_{UD}}{T_{RCS}}$$

Dove:

- T_{RCS} è il tempo di ritorno dell'evento considerato;
- N_{UD} è l'entità del danno, individuata come numero di utenti in bassa tensione disalimentati.

Tale valutazione è sviluppata per ciascuna Cabina Secondaria e per ogni fattore critico in esame (manicotti di ghiaccio/neve e caduta alberi). Gli indicatori così ottenuti per singolo fenomeno sono poi combinati, sempre a livello di CS, in indici di resilienza complessivi.

In particolare, il tempo di ritorno della Cabina Secondaria (T_{RCS}) è calcolato come combinazione dei tempi di ritorno dei singoli fattori di rischio (reciproco della somma dei tassi di interruzione) secondo l'equazione:

$$T_{RCS} = \frac{1}{\frac{1}{T_{RCS\ manicotti}} + \frac{1}{T_{RCS\ piante}}}$$

In caso di tempo di ritorno totale inferiore all'unità, il suo valore è posto pari a 1.

L'Indice di Rischio della Cabina Secondaria (IR_{CS}) è calcolato invece come somma degli indici di rischio per manicotti e caduta alberi fuori fascia:

$$IR_{CS} = \frac{N_{UD}}{T_{RCS\ manicotti}} + \frac{N_{UD}}{T_{RCS\ piante}}$$

Gli indici così ottenuti, eventualmente aggregati per linea MT e semisbarra di Cabina Primaria, consentono di individuare la presenza di problematiche di resilienza sul sistema elettrico ($T_R < 50$ anni) e conseguentemente permettono di prioritizzare gli interventi correttivi da introdurre in rete.

4.1. Fattore critico formazione di manicotti di ghiaccio e neve

La metodologia impiegata per la valutazione degli indici di resilienza rispetto al fenomeno di formazione dei manicotti di ghiaccio e neve è stata sviluppata seguendo le indicazioni all'Appendice 2 della Det. DIEU n. 2/2017 e delle indicazioni emerse dal GdL con i distributori attivato all'interno del CT 8-123 CEI.

Nel dettaglio, conformemente alle indicazioni delle Linee Guida, per il calcolo degli indici di rischio si è applicato il procedimento seguente.

- A. Ad ogni tratta di linea aerea in conduttore nudo del sistema elettrico, sulla base della tipologia del conduttore e della quota di installazione, è attribuito un valore atteso a 50 anni del carico risultante dall'accrescimento del manicotto di ghiaccio e neve con spinta del vento sul conduttore.
- B. Per ognuna delle suddette tratte, in accordo all'equazione del cambiamento di stato della catenaria, è ricavato il carico di neve/ghiaccio e vento critico, tale da causare la rottura del conduttore.
- C. Il carico corrispondente all'evento di formazione del manicotto di ghiaccio e neve con tempo di ritorno 50 anni e quello critico sono impiegati, secondo le indicazioni della norma CEI EN 50341-1, per determinare il tempo di ritorno dell'evento di rottura.
- D. Per ogni Cabina Secondaria, sono individuati tutti i possibili percorsi di alimentazione verso un qualsiasi punto di alimentazione AT, assumendo i punti di sezionamento chiusi.
- E. Per ogni percorso di alimentazione è individuata la relativa tratta critica, ovvero la tratta con tempo di ritorno dell'evento di rottura minore.
- F. Tra tutti i percorsi di alimentazione è considerato quello avente il tempo di ritorno superiore, assumendo che, in tutti gli eventi metereologici meno gravi di quelli che causano l'interruzione di tale percorso, almeno la direttrice di alimentazione in oggetto verso la CS sia sempre attiva. Il valore così ottenuto è il tempo di ritorno della Cabina Secondaria (parametro TR-cs di cui all'Appendice 2 della Det. DIEU n. 2/2017).
- G. L'indice di rischio di disalimentazione della Cabina Secondaria è calcolato come numero di utenti BT sottesi alla cabina diviso il tempo di ritorno (parametro IR_{CS}).

Sulla base della sequenza di operazioni di cui sopra, la prima fase della procedura di valutazione della resilienza (**punto A**) ha mirato a valutare il valore atteso a 50 anni del carico risultante del manicotto di ghiaccio e neve con spinta del vento sul conduttore (espresso in kg/m) per le linee aeree. Nel dettaglio, il carico risultante è stato ottenuto applicando la procedura descritta nella norma CEI 50341-2-13 e nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC, ed. 2018), come combinazione di due fattori: il peso del manicotto di ghiaccio e neve, e la forza agente sul conduttore per l'effetto del vento.

Lo spessore del manicotto di ghiaccio e neve con tempo di ritorno 50 anni è calcolato secondo le seguenti espressioni (par. IT.2 EN 50341-2-13), dove con a_s è intesa la quota s.l.m. Per altitudini superiori a 1500 m, a_s è posta pari a 1500 m.

Per il manicotto di neve:

$$\text{Snow density } \rho_i = 500 \text{ kg/m}^3$$

$$S_k = 24 \text{ mm} \quad \text{for } a_s \leq 600 \text{ m}$$

$$S_k = 24 + 20 (a_s - 600)/1000 \text{ mm for } a_s > 600 \text{ m.}$$

Nelle Marche, la norma esclude la formazione del manicotto di ghiaccio.

Noto lo spessore di accrescimento del manicotto di neve, e il relativo peso specifico (dato dalla norma), è quindi possibile calcolare la forza peso agente su un tratto unitario di conduttore con tempo di ritorno 50 anni.

Si procede quindi a valutare l'effetto della velocità del vento sulle linee sempre seguendo la procedura prevista dalle norme, dove la pressione del vento Q_w è data dall'espressione (par. IT.7 norma EN 50341-2-13):

$$Q_w = q_b \cdot C_e \cdot G_c \cdot C_x \cdot A$$

Dove:

- q_b è la pressione cinetica di riferimento;
- C_e il coefficiente di esposizione;
- G_c è il fattore strutturale, definito al par. 4.4.1.2 della norma EN 50341-1 (vedi Tabella 2);
- C_x è coefficiente di resistenza aerodinamica, dipendente dalla forma dell'elemento considerato (pari a 1 per conduttori aerei, secondo quanto indicato nella EN 50341-2-13);
- A è l'area dell'elemento (conduttore e relativo manicotto di ghiaccio/neve) proiettato su un piano perpendicolare alla direzione del vento.

Nell'equazione precedente, la pressione cinetica di riferimento q_b (in N/m^2) è data dall'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

Dove:

- v_b è la velocità di riferimento del vento (in m/s);
- ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a $1,25 \text{ kg/m}^3$.

La velocità di riferimento v_b , ovvero il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II (vedi Tab. 3.3.II), mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni è determinata come:

$$V_b = V_{b,0} \cdot C_a$$

Dove:

- $V_{b,0}$ è la velocità base di riferimento al livello del mare, assegnata nella Tabella 1 (Tab. 3.3.I NTC) in funzione della zona in cui sorge la linea;
- C_a è il coefficiente di altitudine fornito dalla relazione:

$$c_a = 1 \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$c_a = 1 + k_s \left(\frac{a_s}{a_0} - 1 \right) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

I parametri utili al calcolo del coefficiente di altitudine si ricavano dalla seguente Tabella 1 (Tab. 3.3.I. delle NTC).

Tab. 3.3.I -Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_s

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Tabella 1. Valore dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_s
(Fonte: Tab. 3.3.I. Norme Tecniche per le Costruzioni ed. 2018)

Il coefficiente di esposizione C_e nell'espressione della pressione del vento Q_w dipende dall'altezza z sul suolo della linea, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito. In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, le NTC prevedono che esso possa essere definito attraverso le formule:

$$\begin{aligned}
 c_e(z) &= k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] && \text{per } z \geq z_{\min} \\
 c_e(z) &= c_e(z_{\min}) && \text{per } z < z_{\min}
 \end{aligned}$$

Dove:

- k_r , z_0 , z_{\min} sono assegnati in accordo alla Tabella 2 (costruita a partire dalla Tab. 3.3.II delle NTC e dalle indicazioni al par. 4.4.1.2 della norma EN 50341-1) in funzione della categoria di esposizione del sito;
- c_t è il coefficiente di topografia (preso di valore unitario, come da indicazioni delle NTC).

Ai fini delle equazioni precedente, nello studio si è assunta un'altezza media delle linee dal suolo di 10 m.

Assumendo una classe di rugosità del terreno pari a "C" (terreno con presenza di ostacoli diffusi), si applicano le categorie di esposizione III per quote inferiori ai 500 m e IV per quote superiori (Figura 6), i cui parametri sono riportati alla Tabella 2.

Categoria di esposizione del sito	k_r	z_0 [m]	z_{\min} [m]	G_c
III	0.20	0.10	5	0.55
IV	0.22	0.30	8	0.47

Tabella 2. Parametri per la definizione dei coefficienti di esposizione e resistenza aerodinamica.

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa	mare	500m	750m		
	2 km	10 km	30 km			
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

Figura 6. Definizione delle categorie di esposizione
 (Fig. 3.3.2 - Norme Tecniche per le Costruzioni ed. 2018)

Noto il carico dovuto al peso del manicotto di ghiaccio e neve (perpendicolare al terreno), e l'azione del vento sul conduttore (trasversale), le due forze sono combinate a dare il carico risultante su una tratta unitaria di conduttore. Come da indicazioni della norma, si è assunto un coefficiente di contemporaneità tra il carico critico del manicotto di ghiaccio/neve e l'azione del vento pari a 0,6. Per tener conto della maggior criticità di eventi recenti non considerati dalla norma, il carico del manicotto di neve è stato maggiorato del 10%.

Il carico di neve, ghiaccio e vento critico tale da causare la rottura del conduttore (**punto B** della procedura) è quindi stato ricavato attraverso l'equazione del cambiamento di stato della catenaria (dove l'incognita è rappresentata dal parametro p'):

$$\frac{1}{24} \left[\left(\frac{p'a}{T_M'} \right)^2 - \left(\frac{pa}{T_M} \right)^2 \right] - \frac{1}{ES} (T_M' - T_M) - \alpha(\theta' - \theta) = 0$$

nella quale:

T_M' = tiro medio incognito nella condizione finale o derivata (kg)

T_M = tiro medio noto nella condizione iniziale o base (kg)

P' = carico risultante per unità di lunghezza nella condizione finale (kg/m)

P = carico risultante per unità di lunghezza nella condizione iniziale (kg/m)

E = modulo di elasticità (kg/mm²)

S = sezione del conduttore (mm²)

a = lunghezza della campata (m)

α = coefficiente di dilatazione termica lineare (1/°C)

θ' = temperatura nella condizione finale (°C)

θ = temperatura nella condizione iniziale (°C)

Per i parametri costruttivi e di posa delle linee richiesti dall'equazione si sono adottati i valori ottenuti mediante datasheet e dati di letteratura riportati alla Tabella 3 successiva. Per le caratteristiche di posa dei conduttori si sono applicate le prescrizioni della Zona A prevista dalla Legge 28 giugno 1986, n. 339. In particolare, la temperatura di posa è stata assunta pari a 20°C, mentre la temperatura finale in presenza di manicotto è presa pari a -2°C.

Tipologia di conduttore	Sezione [mm ²]	Carico di rottura [kg]	Modulo di elasticità [kg/mm ²]	Peso [kg/m]	Coefficiente di dilatazione [1/°C]	Tiro [kg]	Lunghezza campata [m]
Rame	16	610	13000	0,1414	16,8·10 ⁶	80,0	95
	20	796	11667	0,1800	16,9·10 ⁶	100,6	99
	25	1028	10000	0,2283	17·10 ⁶	126,4	105
	35	1426	10000	0,3166	17·10 ⁶	192,5	115
	50	1786	10000	0,4496	17·10 ⁶	284,0	115
	63	2355	10000	0,5649	17·10 ⁶	363,4	120
	70	2734	10000	0,6258	17·10 ⁶	410,1	120
Alluminio-Acciaio	28	894	7700	0,0964	18,9·10 ⁶	110,8	105
	50	1596	7700	0,1757	18,9·10 ⁶	197,9	115
	104	3351	7700	0,3690	18,9·10 ⁶	411,6	135

Tabella 3. Parametri tecnici e di posa delle tipologie di conduttori considerati.

Il tempo di ritorno dell'evento di rottura sulla singola tratta di conduttore aereo (**punto C**) è poi calcolato applicando la metodologia di cui all'Allegato B e all'Allegato D della norma CEI EN 50341-1, e condivisa nel GdL CEI sulla resilienza assumendo i seguenti parametri: $v_i=0,7$, $C_1=0,9496$, $C_2=0,4952$.

Successivamente, il sistema di distribuzione è stato oggetto di una analisi topologica (**punto D**), atta ad individuare per ogni Cabina Secondaria ogni possibile percorso di alimentazione verso una qualsiasi interfaccia AT. Per tale finalità, si sono assunti tutti i punti di sezionamento sulla rete MT chiusi, ovvero la rete è stata modellizzata all'interno del software di calcolo come un sistema magliato.

In via cautelativa, non si sono considerati i punti interconnessione con aziende di distribuzione confinanti, ciò in ragione della non perfetta conoscenza di tali infrastrutture di rete (es. tempi di ritorno in caso di eventi meteorologici estremi) e delle relative pratiche di esercizio in essere.

Per ogni percorso di alimentazione individuato dall'algoritmo, si è quindi selezionata la tratta critica (**punto E**), ovvero la tratta avente maggiore probabilità di rottura del conduttore: il tempo di ritorno di tale tratta è assunto quale tempo di ritorno della tratta complessiva (ovvero, in caso di evento meteorologico rilevante, si presuppone che la tratta critica sia l'elemento che pregiudichi per primo il funzionamento dell'intero percorso di alimentazione della CS).

Tra tutti i percorsi disponibili per alimentare una data CS è preso infine quello con tempo di ritorno superiore (**punto F**). Tale percorso, avendo la maggiore resilienza rispetto ai fenomeni meteorologici considerati, è infatti quello che più di ogni altro assicura la continuità del servizio degli utenti BT sottesi alla CS. Il tempo di ritorno di tale percorso è il tempo di ritorno caratteristico della Cabina Secondaria in analisi (parametro T_{RCS}): tramite di esso è calcolato (**punto G**) l'indice di rischio di disalimentazione della Cabina Secondaria (IR_{CS}).

4.2. Fattore critico caduta alberi fuori fascia

L'approccio all'analisi del fattore critico "caduta alberi fuori fascia" sulle linee elettriche è stata sviluppata coerentemente alle indicazioni fornite nella Det. DIEU n. 2/2017 e nel GdL tra i distributori attivato in sede CEI.

In analogia a quanto effettuato per i manicotti di ghiaccio e neve, anche per la caduta alberi fuori fascia la procedura mira a calcolare degli indici di rischio per la singola Cabina Secondaria, dapprima valutando il rischio di guasto sulla singola tratta di linea, e successivamente componendo i tassi di guasto a livello di percorso di alimentazione verso le Cabine Primarie tramite un'analisi topologica. In particolare:

- A. In funzione delle condizioni di posa (lunghezza, quota, posa in area boschiva), ad ogni tratta di linea aerea in conduttore nudo del sistema elettrico è attribuito un tempo di ritorno dell'evento di rottura, definito sulla base di analisi storiche degli eventi di guasto che hanno interessato la rete rispetto al fenomeno in esame.
- B. Per ogni Cabina Secondaria, sono individuati tutti i possibili percorsi di alimentazione verso un qualsiasi punto di alimentazione AT, assumendo i punti di sezionamento chiusi.
- C. Per ogni percorso di alimentazione è individuato il tempo di ritorno totale dell'evento di guasto, ottenuto come composizione dei tempi di ritorno delle singole tratte.
- D. Tra tutti i percorsi di alimentazione possibili di una CS è considerato quello avente il tempo di ritorno superiore (migliore affidabilità).
- E. L'indice di rischio di disalimentazione della Cabina Secondaria è calcolato come numero di utenti BT sottesi alla cabina diviso il tempo di ritorno (parametro IR_{CS}).

Per il sistema elettrico A.S.SE.M., il rischio di guasto per caduta alberi fuori fascia è stato definito (**punto A**) assumendo cautelativamente 1 guasto/anno dovuto al fenomeno in oggetto a livello di complessiva rete MT. Per le linee in cavo aereo e per le linee aeree in conduttore nudo non in aree boschive, si è assunto un tempo di ritorno chilometrico convenzionale pari a 500 (secondo la metodologia condivisa nel GdL con i distributori sulla resilienza). Nota la complessiva percorrenza di linee aeree in conduttore nudo in aree boschive (11,73 km), è stato quindi ricavato il tempo di ritorno chilometrico (T_{R_km}) per queste ultime, pari a 15,24 anni.

Noto il parametro T_{R_km} e la percorrenza all'interno di aree boschive (L_{ab}), ad ogni linea aerea MT in conduttori nudi è stato quindi attribuito un tempo di ritorno T_R definito come:

$$T_R = \frac{T_{R_km}}{L_{ab}}$$

In seguito (**punto B**), si è svolta una analisi della rete MT, del tutto analoga per ipotesi e modalità di svolgimento a quanto effettuato al punto D dello studio dei manicotti di ghiaccio e neve. Anche in questo caso lo studio ha mirato ad individuare, a partire da ciascuna Cabina Secondaria, ogni possibile percorso di alimentazione verso l'interfaccia AT in assetto di rete magliata.

Per ciascun percorso di alimentazione individuato si è quindi proceduto (**punto C**) a calcolarne il tempo di ritorno complessivo:

$$T_{R\text{ percorso}} = \frac{1}{\sum_i \frac{1}{T_{R,i}}}$$

Dove $T_{R,i}$ è il tempo di ritorno della i-esima tratta in serie lungo il percorso.

Tra tutti i percorsi disponibili per alimentare una data CS è preso quello con tempo di ritorno superiore (**punto D**), assumendo che, essendo questo il percorso con affidabilità maggiore, durante un evento meteorologico estremo l'alimentazione della Cabina Secondaria sia garantita fintanto che il percorso in esame risulta operativo. Analogamente a quanto impostato per i manicotti di ghiaccio e neve, anche in questo caso il tempo di ritorno così ottenuto è il tempo di ritorno della CS.

5. Indici di resilienza del sistema elettrico A.S.SE.M.

Nel presente capitolo si riportano gli esiti delle valutazioni effettuate sugli indici di resilienza (tempi di ritorno e indici di rischio) della rete di distribuzione MT A.S.SE.M.. Dapprima sono presentati i risultati per singolo fattore critico, successivamente, gli stessi sono combinati a dare degli indici di rischio di resilienza globali della rete elettrica.

5.1. Fattore critico formazione di manicotti di ghiaccio e neve

Nella Figura 7 è riportata la distribuzione delle tratte di linea in conduttore nudo del sistema A.S.SE.M. in funzione del relativo tempo di ritorno per il fattore critico formazione di manicotti di ghiaccio e neve (in realtà, per quanto detto nella sezione 3, nella rete A.S.SE.M. l'accrescimento del manicotto di ghiaccio è da ritenersi trascurabile; nella valutazione del carico agente sulle linee è stato quindi considerato il solo effetto della neve). Ai tempi di ritorno inferiori corrisponde la peggiore affidabilità. L'analisi è stata impostata secondo quanto riportato alla precedente sezione 4.1 del documento. L'andamento a gradini della distribuzione è dovuto alle diverse sezioni di conduttore impiegate sulla rete, infatti al ridursi della sezione si ha un tiro critico pure inferiore, e di conseguenza il tempo di ritorno dell'evento di rottura diminuisce. Il carico agente sulla catenaria dipende anche, in accordo alla metodologia presentata alla sezione 3, dalla quota di posa della linea elettrica. Tuttavia, data l'orografia di San Severino Marche, che presenta sì rilievi collinari, ma di altitudine piuttosto modesta, l'altimetria influenza scarsamente il fenomeno. Nella rete A.S.SE.M. circa il 30% delle linee elettriche aeree in conduttore nudo presenta tempi di ritorno (TR) inferiori ai 50 anni. Le linee caratterizzate da maggiore probabilità di rottura ($TR < 10$ anni) sono quelle realizzate con conduttori di sezione più limitata, ovvero 16 e 20 mmq.

La Figura 8 mostra i tempi di ritorno e la distribuzione delle linee elettriche sul territorio mediante scala colorimetrica, evidenziando come ad essere maggiormente impattate siano le zone periferiche della rete e in special modo le derivazioni aeree che si dipartono dalle dorsali principali delle linee MT.

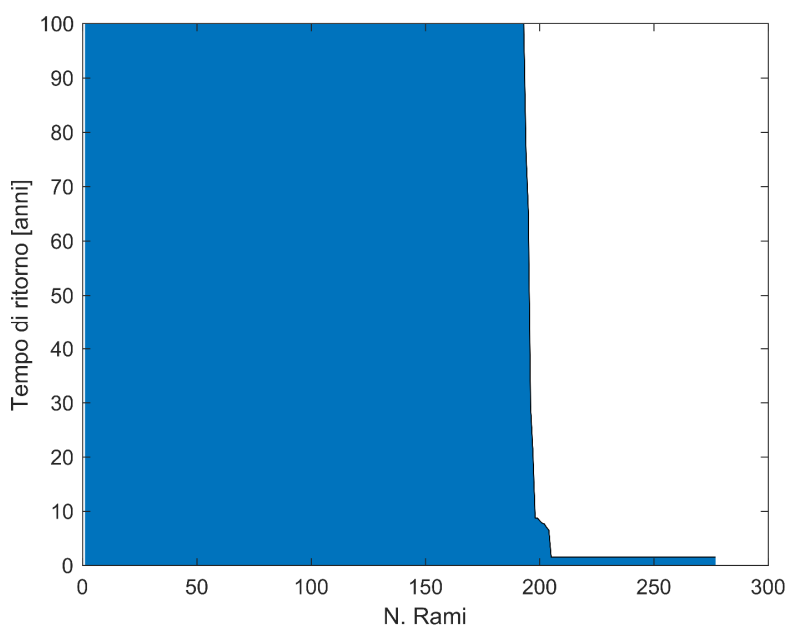


Figura 7. Distribuzione dei tempi di ritorno delle tratte di linea in conduttore nudo per i manicotti di ghiaccio e neve.

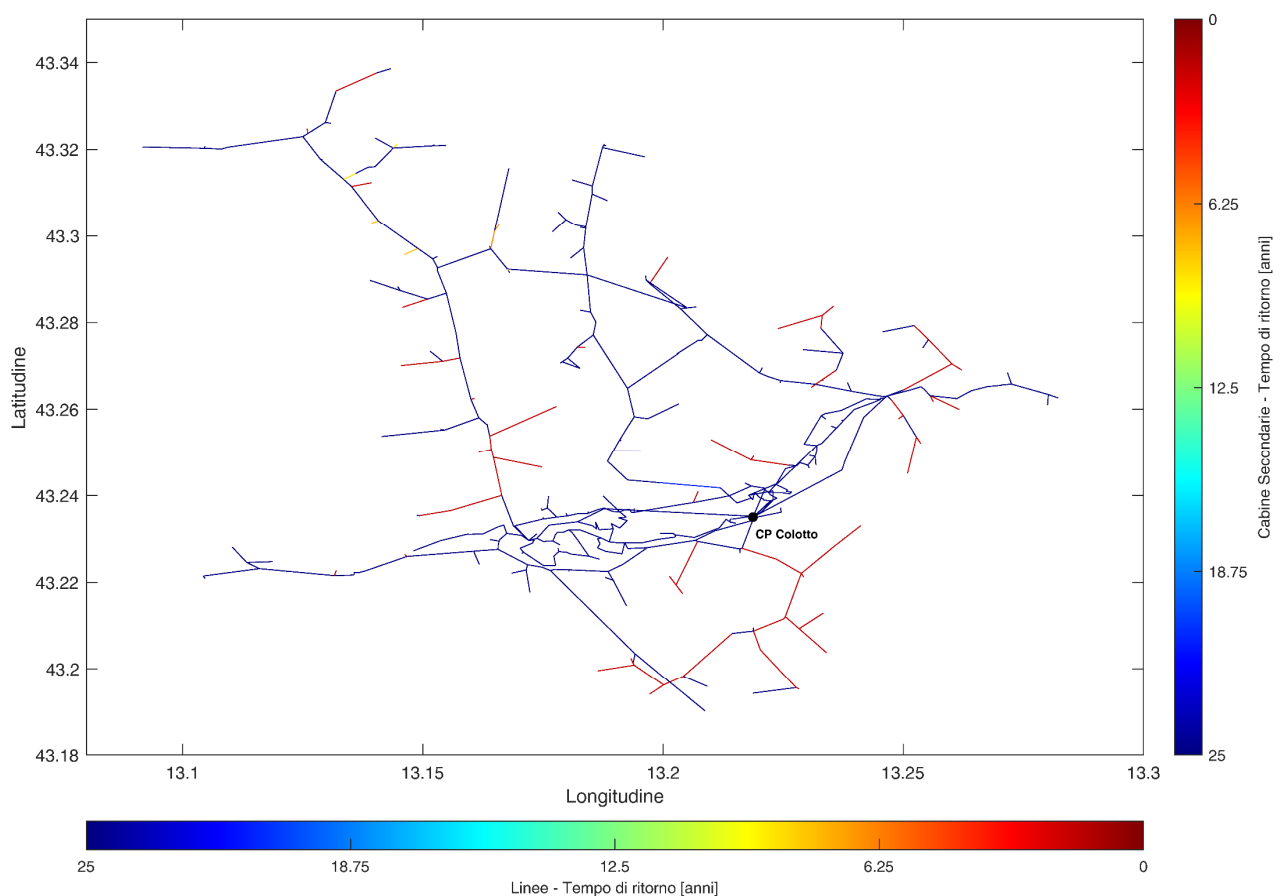


Figura 8. Tempi di ritorno delle linee elettriche per i manicotti di ghiaccio e neve.

La Figura 9 riporta la distribuzione dei tempi di ritorno delle Cabine Secondarie, saturando per leggibilità i tempi di ritorno più elevati a 100 anni. Circa il 64% delle CS presentano TR superiori a 50 anni: talvolta si tratta di cabine alimentate esclusivamente da linee in cavo, più spesso sono CS sottese a linee aeree di sezione elevata. Come per le tratte di linea MT, spesso i tempi di ritorno risultano inferiori ai 10 anni, evidenziando significative criticità in relazione alla formazione dei manicotti di neve. Tali casi sono comunque spesso relativi alle zone più periferiche del comune di San Severino Marche, dove la densità di carico è minore e quindi è basso anche il numero di utenti alimentati per singola CS.

La Figura 10 e la Figura 11 mostrano le CS A.S.SE.M. distribuite sul territorio colorate in funzione dei tempi di ritorno. I risultati ottenuti mostrano come le zone maggiormente critiche siano, a sud, la zona alimentata dal feeder L3R Parolito-Cusiano, a est le cabine secondarie più estreme in località Cannucciaro/Caruccio, e a nord, in località Serripola, Castel San Pietro e Isola.

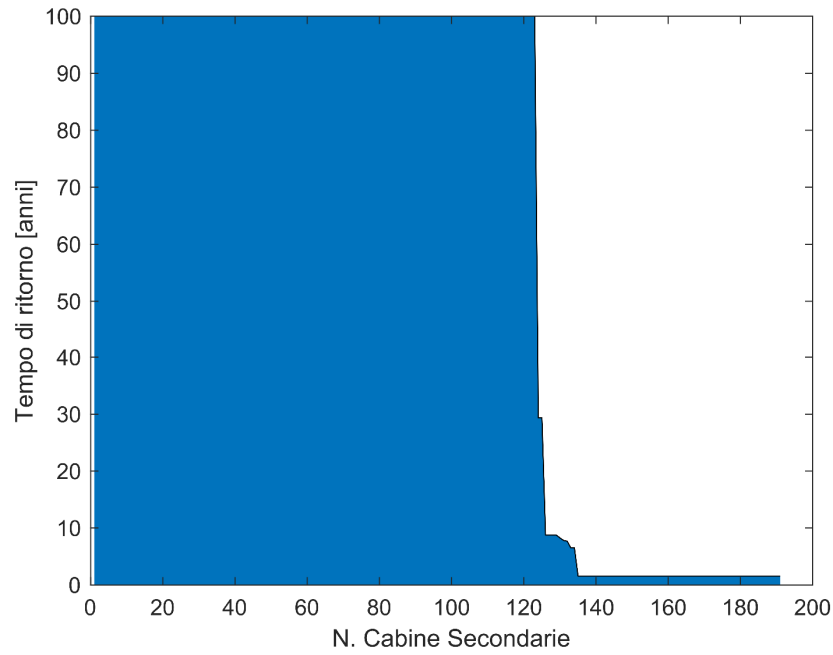


Figura 9. Distribuzione dei tempi di ritorno delle Cabine Secondarie per i manicotti di ghiaccio e neve.

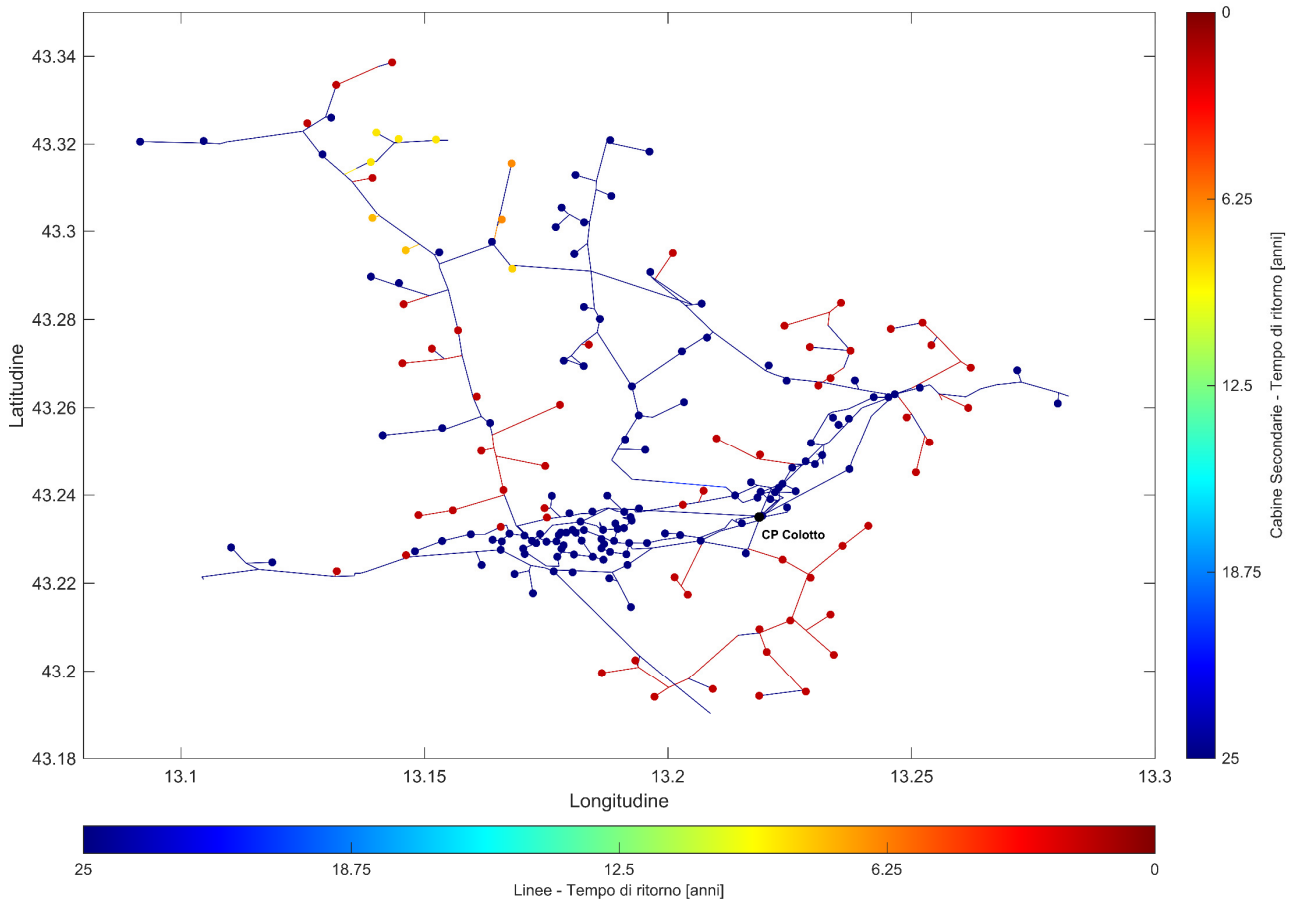


Figura 10. Tempi di ritorno delle Cabine Secondarie per i manicotti di ghiaccio e neve.

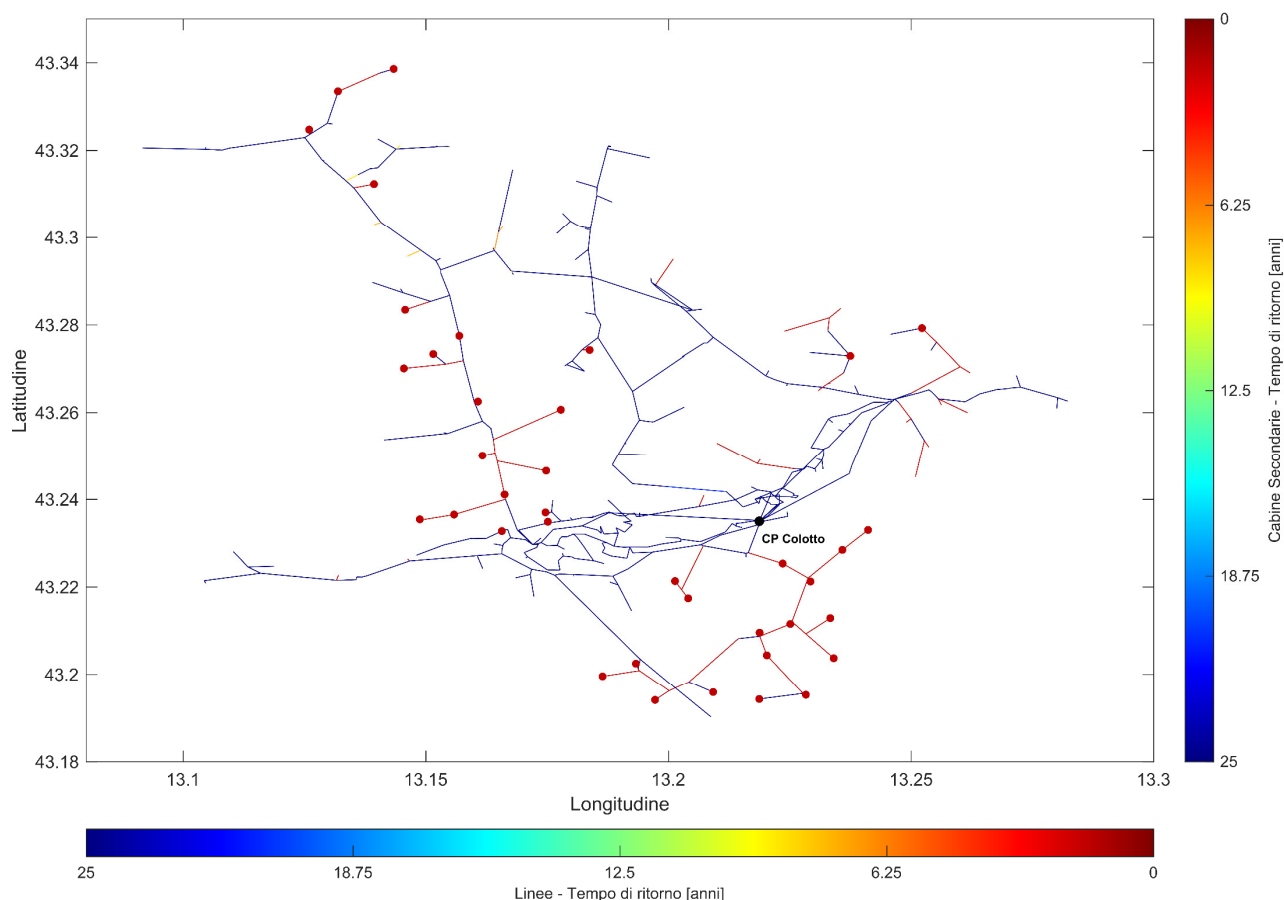


Figura 11. Cabine Secondarie con i tempi di ritorno per i manicotti di ghiaccio e neve inferiori (20% del totale).

In Figura 12 si riporta infine la distribuzione degli indici di rischio per ciascuna Cabina Secondaria (IR_{CS}) per i manicotti di ghiaccio e neve (Cabine Secondarie ordinate dall'indice di rischio più alto, a sinistra, a quello più basso, a destra), mentre la Figura 13 e Figura 14 mostrano, con scala colorimetrica, gli indici di rischio sul territorio settempedano. Dato che il parametro IR_{CS} è calcolato come rapporto tra il numero di utenti e i tempi di ritorno precedentemente individuati, le aree maggiormente critiche sono quelle densamente popolate, ma raggiunte da linee elettriche con affidabilità relativamente modesta. In generale, quindi, aree apparentemente critiche in relazione ai tempi di ritorno delle CS, ma con scarso numero di utenti, non ricadono tra le aree di intervento prioritarie; viceversa, aree apparentemente meglio servite potrebbero manifestare indici di priorità di intervento elevati in ragione del numero consistente di utenti BT sottesi.

Dalla Figura 12 si trae come il rischio di disalimentazione per il fenomeno in esame incida marcatamente su un numero ridotto di Cabine Secondarie: le 18 CS più critiche (10% del totale), rappresentate a sinistra in figura, coprono da sole circa il 41% del totale indice di rischio della rete.

Le rappresentazioni planimetriche di Figura 13 e Figura 14 evidenziano come la rete A.S.SE.M. non presenti aree o feeder MT marcatamente problematici; i punti di debolezza rispetto al fenomeno in esame sono piuttosto i tratti terminali delle linee, che spesso alimentano un carico modesto e quindi sono realizzati tramite conduttori nudi di sezione limitata.

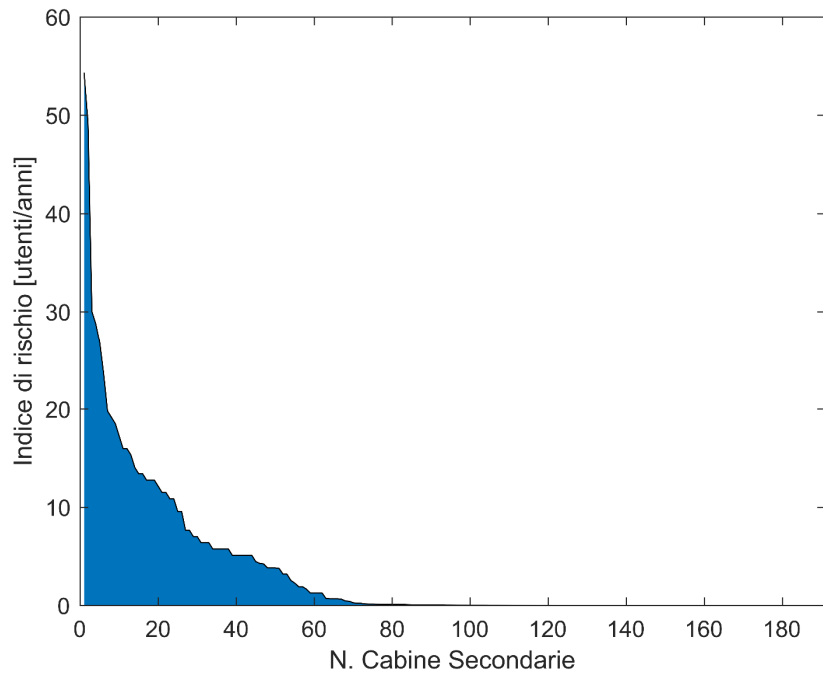


Figura 12. Distribuzione degli indici di rischio delle Cabine Secondarie per i manicotti di ghiaccio e neve.

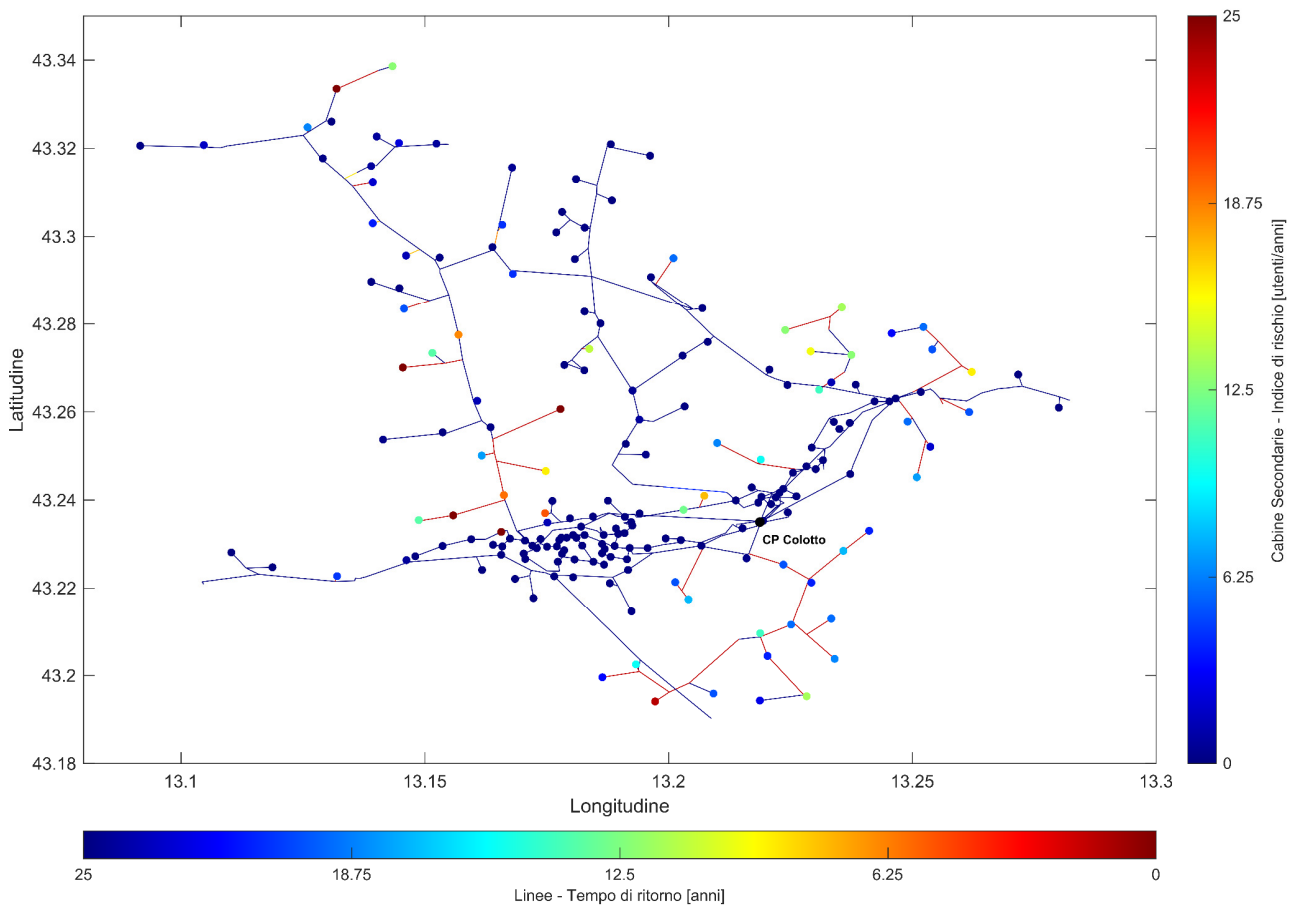


Figura 13. Indici di rischio delle Cabine Secondarie per i manicotti di ghiaccio e neve.

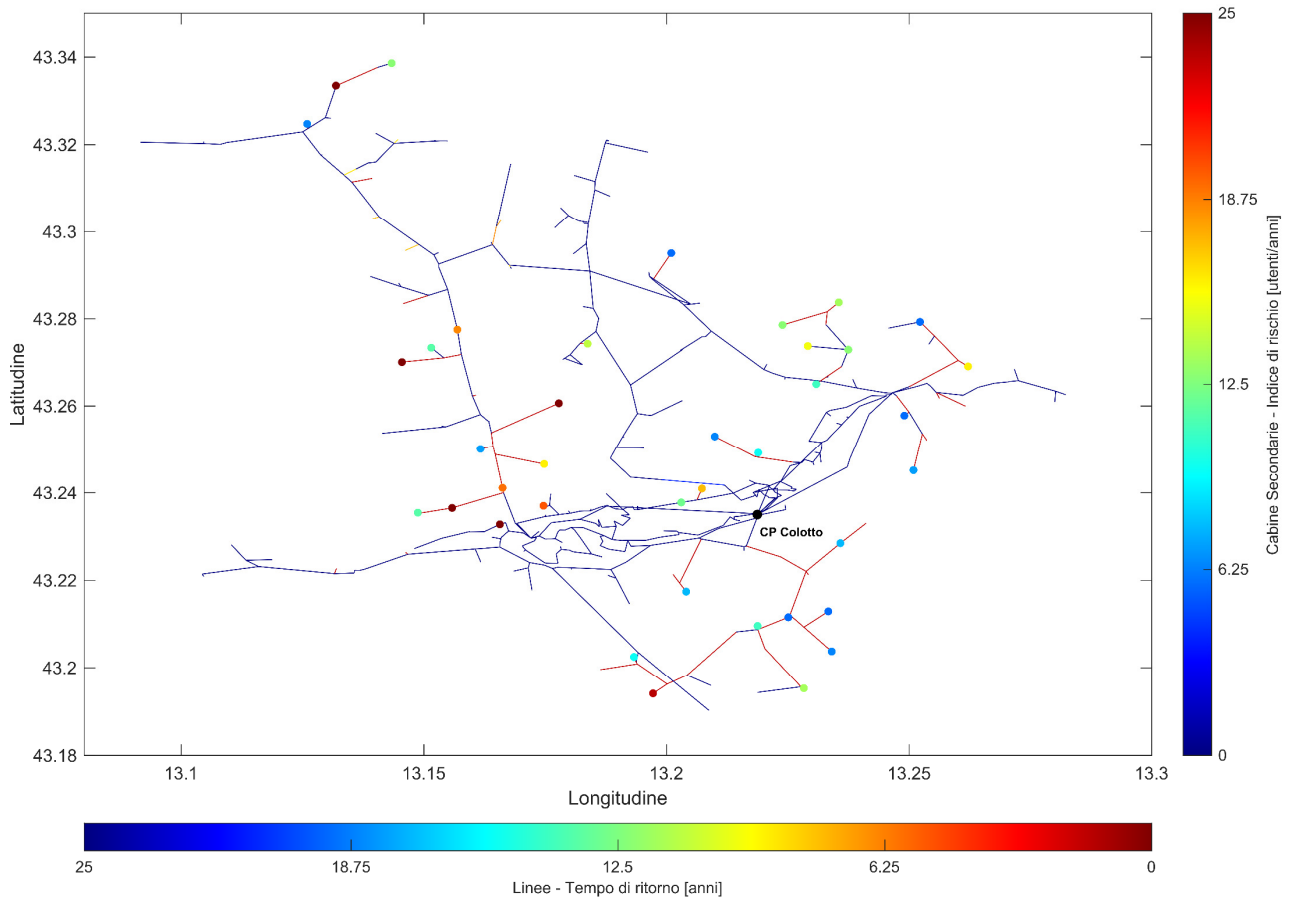












Figura 14. Cabine Secondarie con gli indici di rischio per i manicotti di ghiaccio e neve maggiori (20% del totale).

5.2. Fattore critico caduta alberi fuori fascia

La valutazione del rischio associato alla caduta alberi fuori fascia sulle linee elettriche ha richiesto in prima battuta di individuare le linee elettriche aeree del sistema elettrico A.S.SE.M. che si sviluppano all'interno di aree boschive. A tale scopo, sono stati reperiti i dati di forestazione del territorio di San Severino Marche elaborati dal servizio cartografico della Regione Marche, accessibili al link (<https://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Agricoltura-Sviluppo-Rurale-e-Pesca/Foreste#Cartografia>).

All'interno del portale, i dati di forestazione disponibili sono suddivisi in base alle diverse specie forestali presenti sul territorio. Si è quindi proceduto a filtrare i dati, includendo le sole specie aventi incidenza sui guasti delle linee elettriche. In particolare, ai fini delle analisi in oggetto, sono stati considerati i seguenti tipi forestali, la cui distribuzione geografica è rappresentata nella successiva Figura 15:

	Boschi di latifoglie varie, pure o miste	Boschi di latifoglie varie, pure o miste
	Castagneti	Castagneti
	Cerrete	Cerrete
	Faggete	Faggete
	Formazioni riparie	Formazioni riparie
	Leccete	Leccete
	Orno-ostrieti	Orno-ostrieti
	Querceti di roverella e di rovere	Querceti di roverella e di rovere
	Rimboschimenti a prevalenza di conifere	Rimboschimenti a prevalenza di conifere
	Robinieti-ailanteti	Robinieti-ailanteti

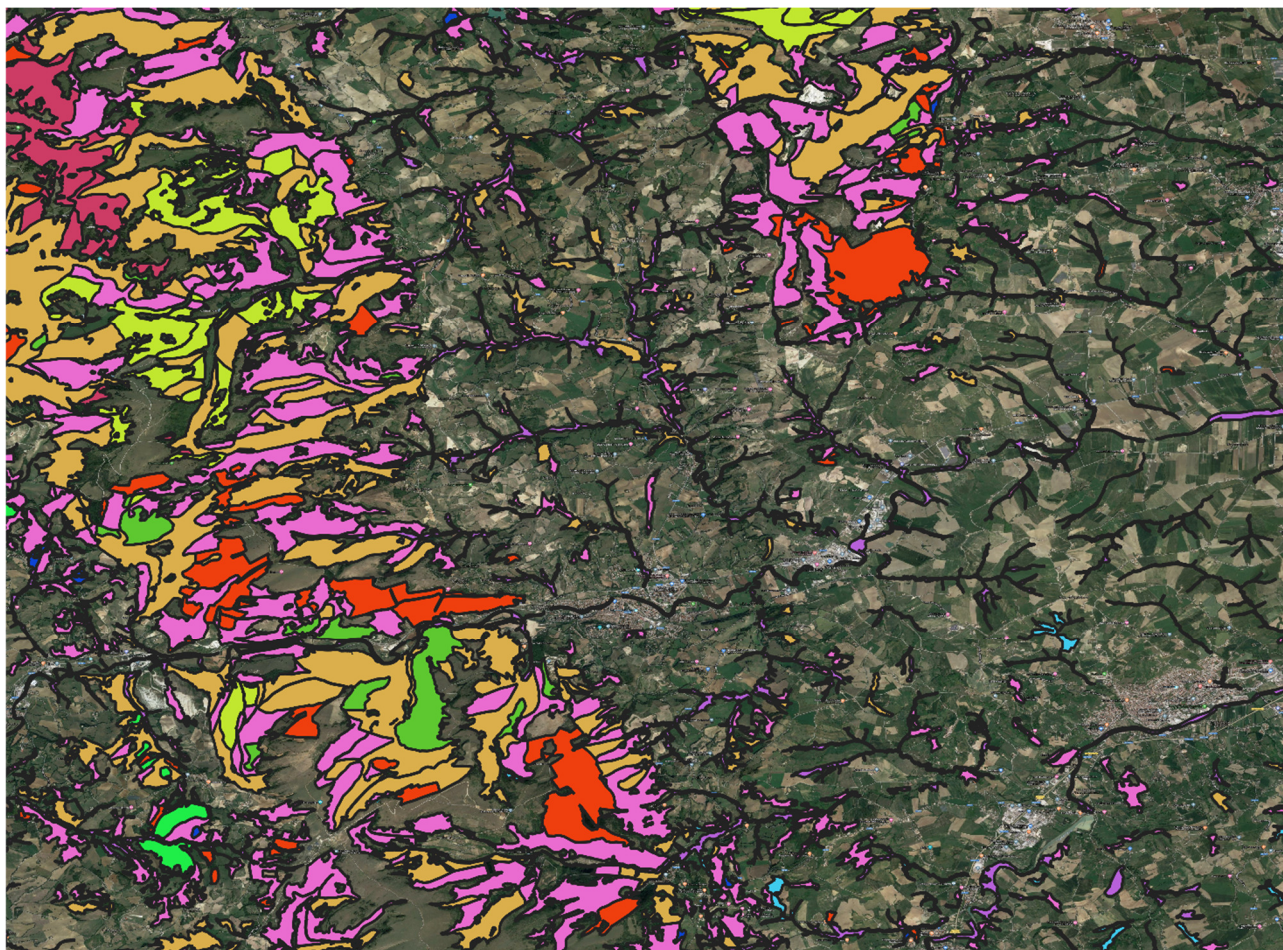


Figura 15. Distribuzione dei tipi forestali considerati ai fini della valutazione del rischio associato alla caduta alberi fuori fascia.

I dati raccolti sono stati incrociati con i dati di consistenza della rete elettrica, individuando, per ciascuna tratta di linea, la percorrenza all'interno di aree boschive (in rosso in Figura 16). Le zone del territorio settempedano coperte più densamente da vegetazione sono i colli dell'Appennino umbro-marchigiano, le cui cime principali nelle immediate vicinanze di San Severino Marche sono il Monte San Vicino a nord-ovest e il Monte Circe a nord-est.

Anche se in generale le aree boschive ricoprono le aree della regione meno densamente popolate, la vegetazione interessa talvolta anche zone in prossimità del centro urbano.

Seguendo la procedura di cui al punto A della sezione 4.2, ad ogni tratta è stato quindi assegnato un tempo di ritorno dell'evento di guasto correlato al fenomeno della caduta alberi.

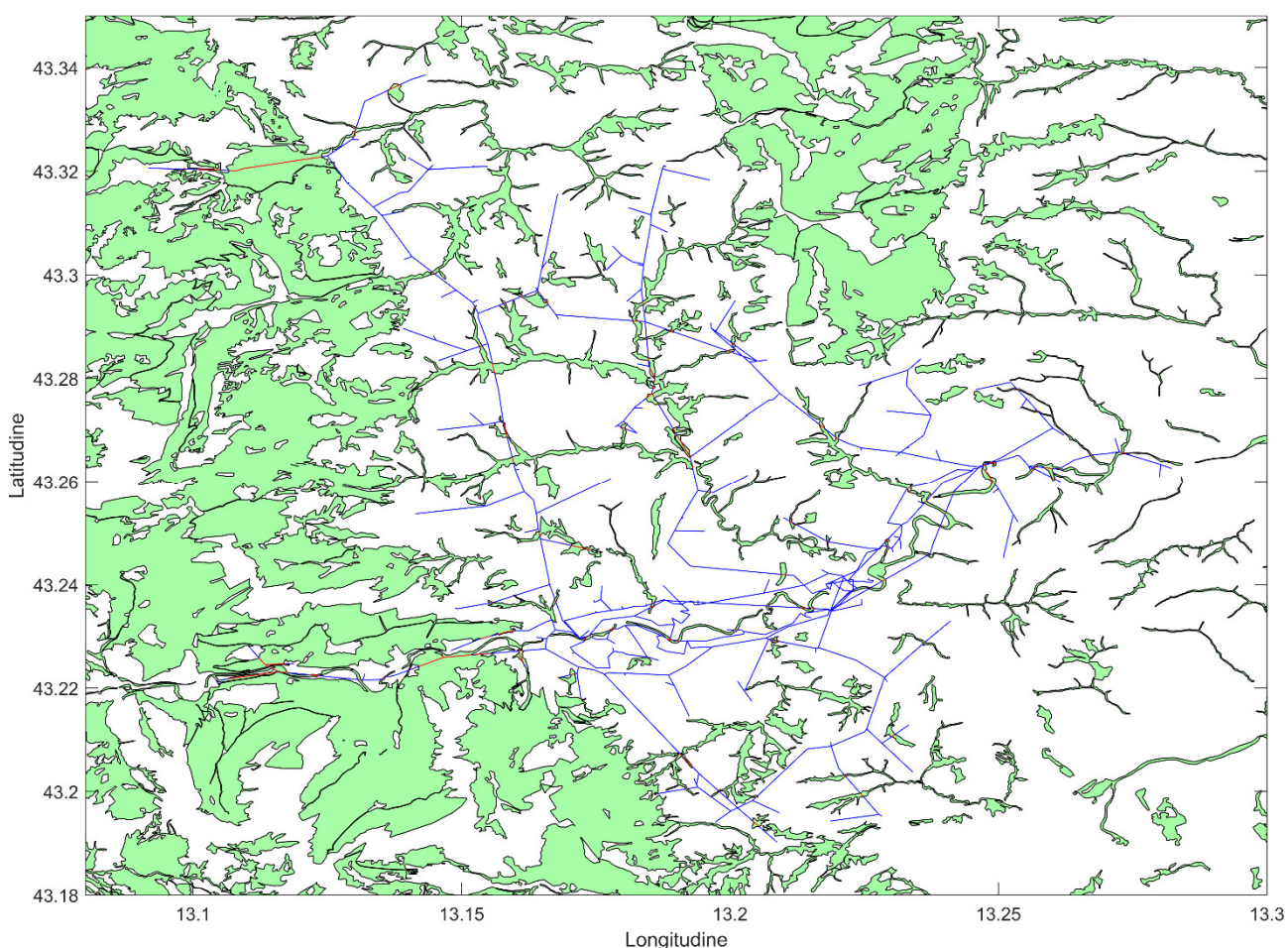


Figura 16. Linee elettriche all'interno (rosso) ed esterno (blu) delle aree boschive.

La Figura 17 mostra la distribuzione dei tempi di ritorno delle Cabine Secondarie. In circa il 29% dei casi, il tempo di ritorno risulta inferiore ai 50 anni, ma solo per 4 CS (circa il 2% del campione) il TR è minore di 10 anni.

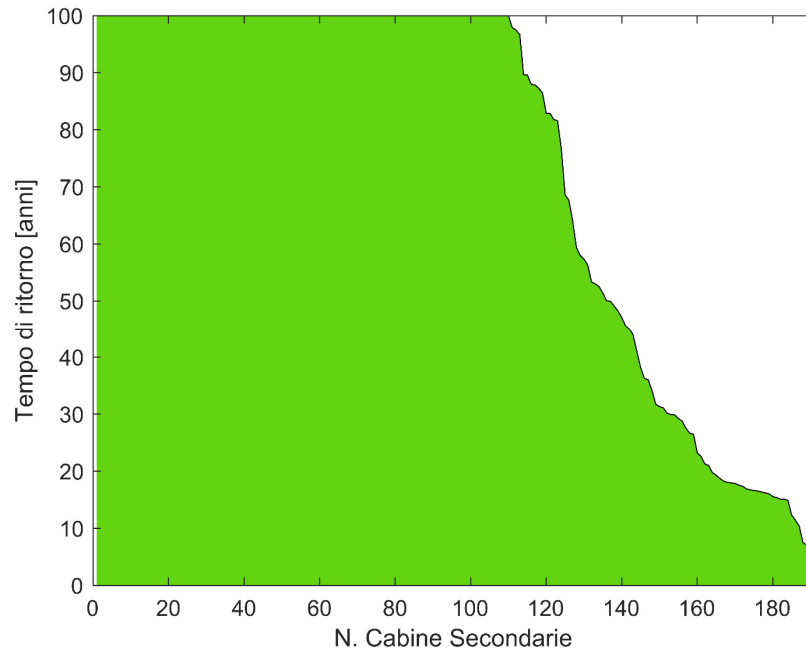


Figura 17. Distribuzione dei tempi di ritorno delle Cabine Secondarie per caduta alberi fuori fascia (per maggiore leggibilità del grafico, i tempi di ritorno sono stati saturati a 100 anni).

Le figure seguenti mostrano la distribuzione dei tempi di ritorno per il rischio di caduta alberi fuori fascia, per tutte le CS della rete (Figura 18) e per il 20% con tempi di ritorno più critici (Figura 19). Le aree più soggette alla problematica sono quelle ubicate a nord-ovest, verso Stigliano ed Elcito, e a ovest, lungo la SP 361.

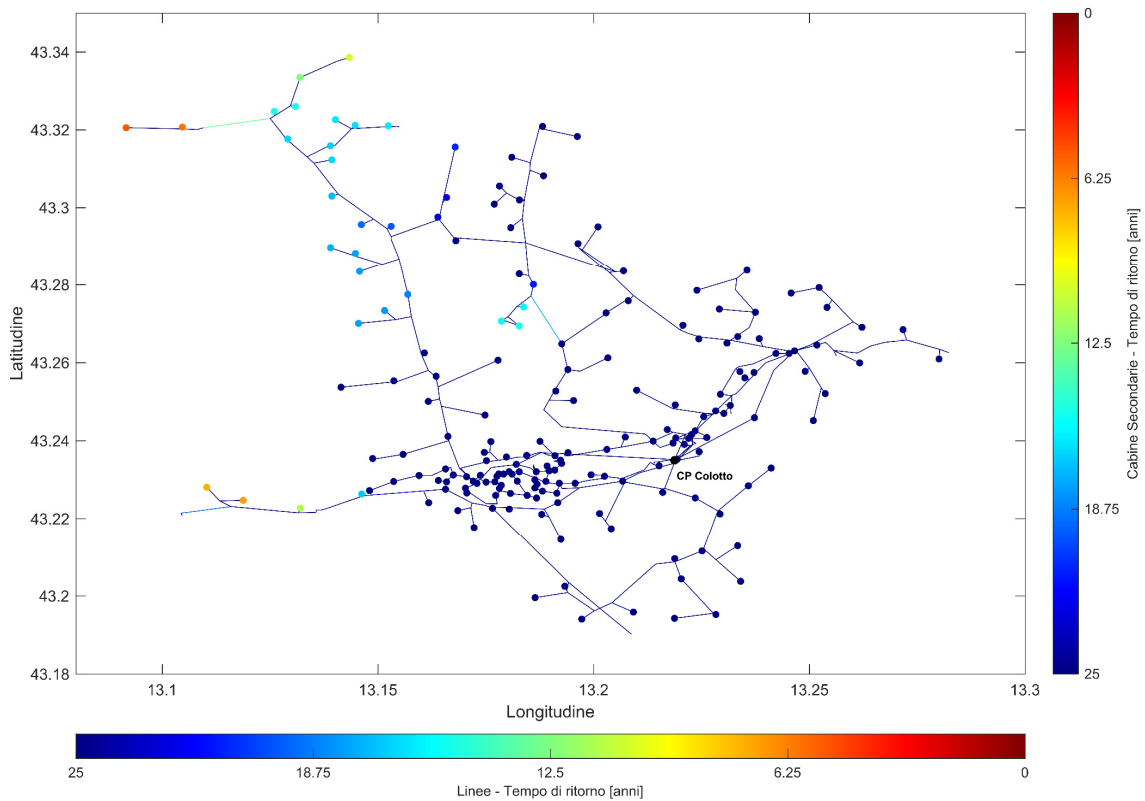


Figura 18. Cabine Secondarie con i tempi di ritorno per caduta alberi fuori fascia inferiori.

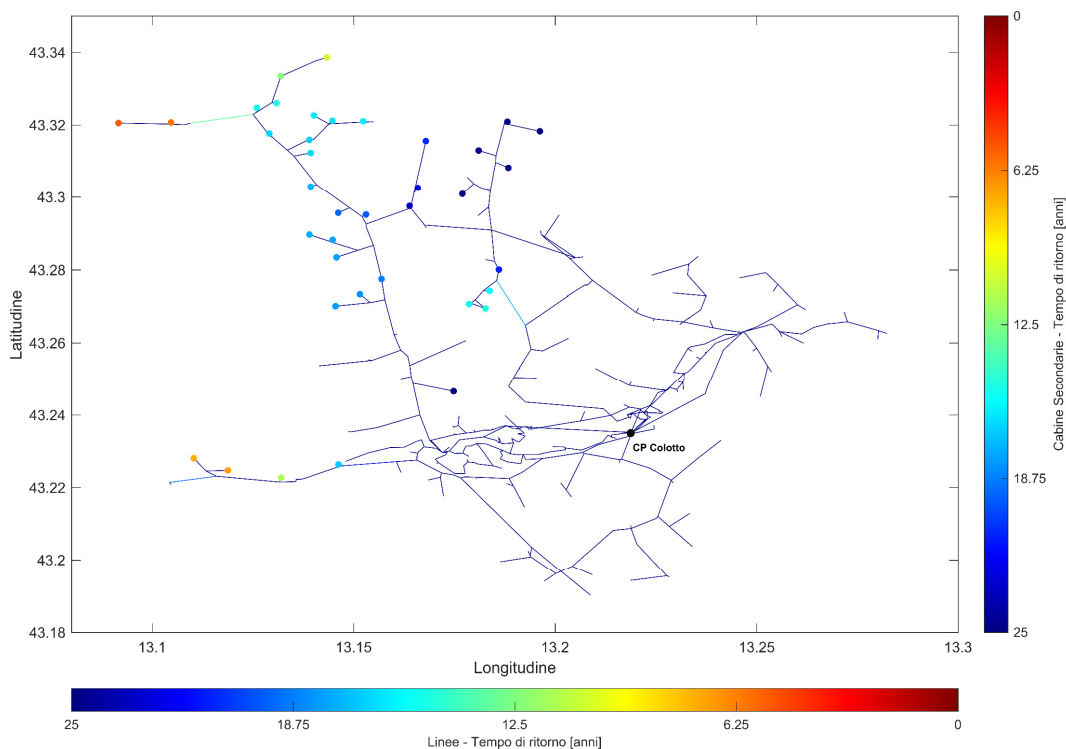


Figura 19. Cabine Secondarie con i tempi di ritorno per caduta alberi fuori fascia inferiori (20% del totale).

Si analizzano infine gli indici di rischio delle Cabine Secondarie per caduta piante fuori fascia, che come già introdotto, sono calcolati come rapporto tra il numero degli utenti BT sottesi e i tempi di ritorno dell'evento interruttivo. In Figura 20 sono rappresentate le CS A.S.SE.M. alle quali è connesso almeno un utente BT, ordinate in funzione del proprio indice di rischio. La Figura 21 raffigura invece il 20% delle CS sul territorio caratterizzate da rischio maggiore (si è cercato di magnificare il fenomeno agendo sulla scala colorimetrica, che presenta ora come valore estremo 12,5 anni⁻¹, contro i 25 anni⁻¹ adottati altrove). Si omette, per brevità, la rappresentazione con tutte le CS di rete. Sebbene vi siano alcuni nodi che presentano indici di rischio non trascurabili, nella pratica l'incidenza del fenomeno, soprattutto se paragonato a quello di formazione dei manicotti di neve, ha un impatto minoritario sugli indicatori di resilienza.

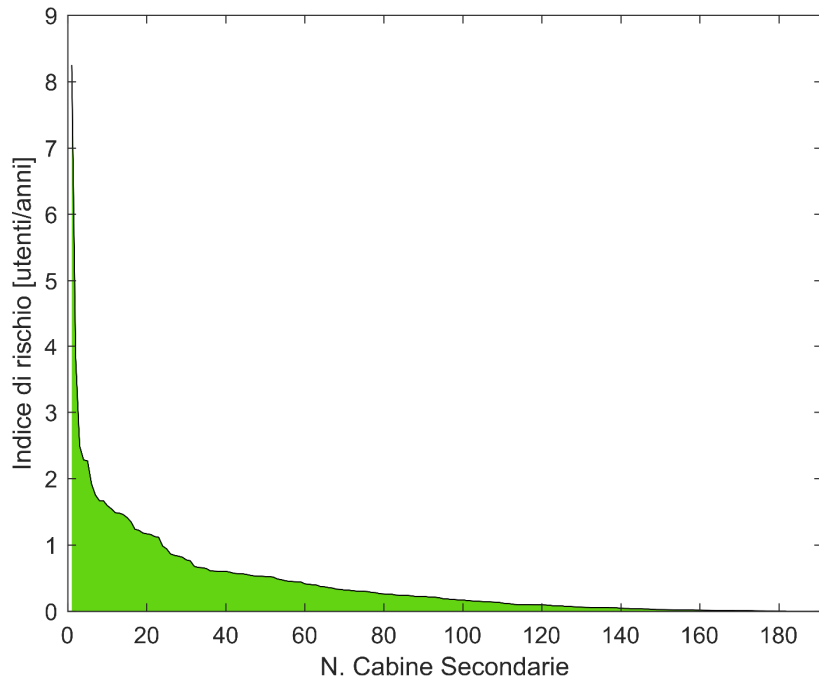


Figura 20. Distribuzione degli indici di rischio per caduta alberi fuori fascia delle Cabine Secondarie.

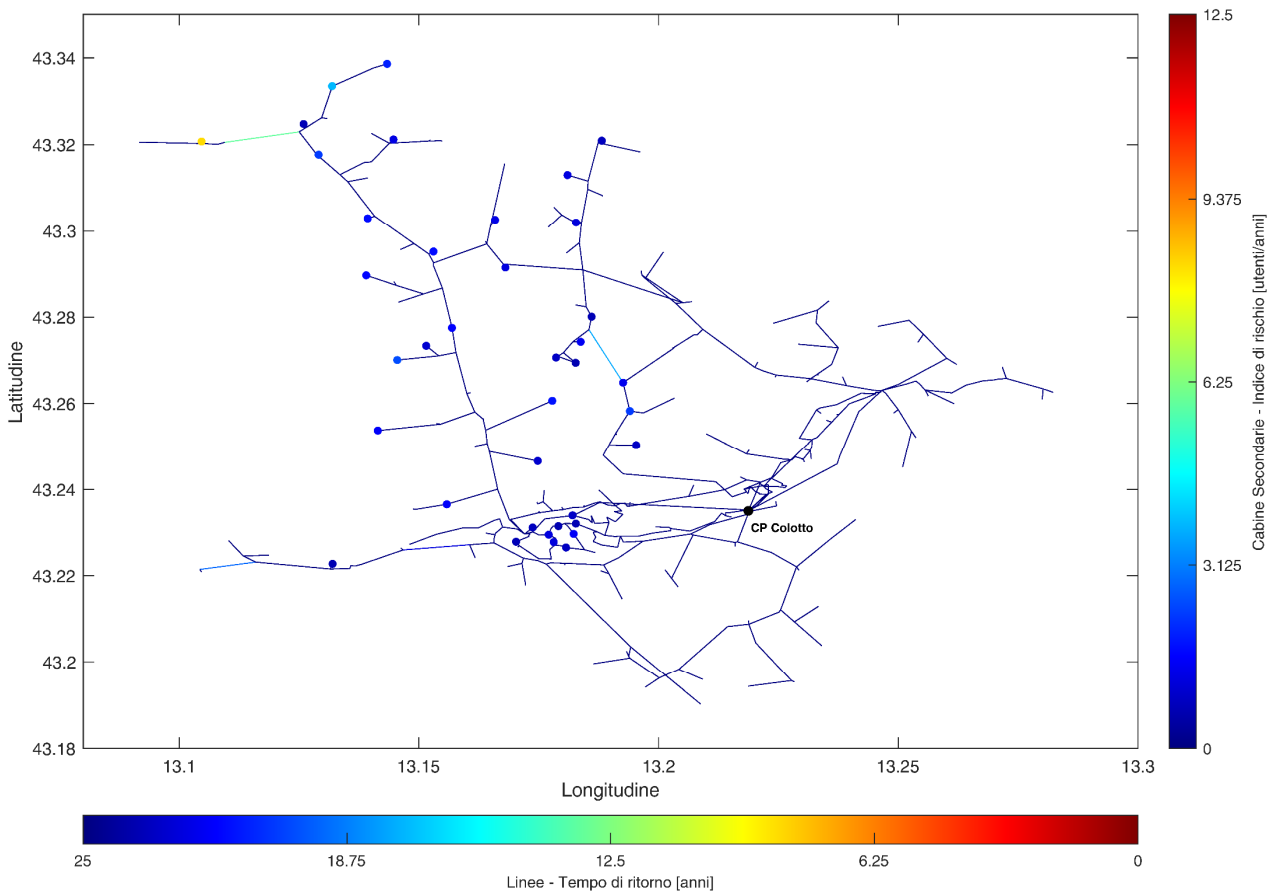


Figura 21. Cabine Secondarie con gli indici di rischio per caduta alberi fuori fascia maggiori (20% del totale).

5.3. Indici di rischio complessivi

Nella presente sezione, a partire dagli indicatori per singolo fattore critico calcolati tramite le formule riportate alla sezione 4, sono infine determinati i tempi di ritorno e gli indici di rischio complessivi (dati dalla combinazione di entrambi i fattori manicotti di neve e caduta alberi) delle Cabine Secondarie.

Il tempo di ritorno combinato risulta, per ovvie ragioni, sempre inferiore al tempo calcolato per il singolo fenomeno. In Figura 22 si ha l'ordinamento delle CS in funzione del tempo di ritorno complessivo, saturando il tempo di ritorno massimo a 100 anni. Come già introdotto, per la rete A.S.SE.M. il fenomeno di formazione dei manicotti di neve risulta, dalle analisi svolte, il fattore critico largamente preponderante in termini di impatto sulla continuità del servizio erogato agli utenti, per cui gli andamenti degli indici di resilienza rispecchiano in larga parte quelli già osservati per il rischio suddetto.

Nel caso in esame, la metà delle cabine presentano tempi di ritorno sopra i 50 anni. Come già introdotto, tali CS sono tipicamente ubicate nel centro urbane di San Severino Marche, dove la rete è realizzata pressoché interamente in cavo, oppure risultano sottese a linee aeree in conduttore nudo di sezione elevata. Viceversa, le CS coi tempi di ritorno più ridotti sono quelle localizzate nelle aree rurali e collinari del comune, dove per esigenze di economicità e per il carico limitato, la rete è realizzata tipicamente in conduttore nudo di sezione limitata (inferiore ai 35 mmq; Figura 23 e Figura 24).

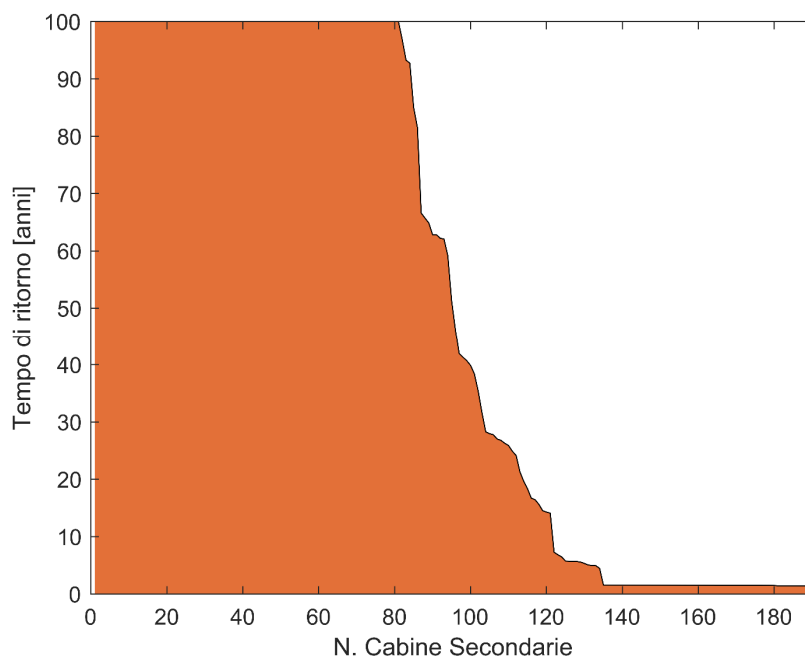


Figura 22. Distribuzione dei tempi di ritorno delle Cabine Secondarie complessivo.

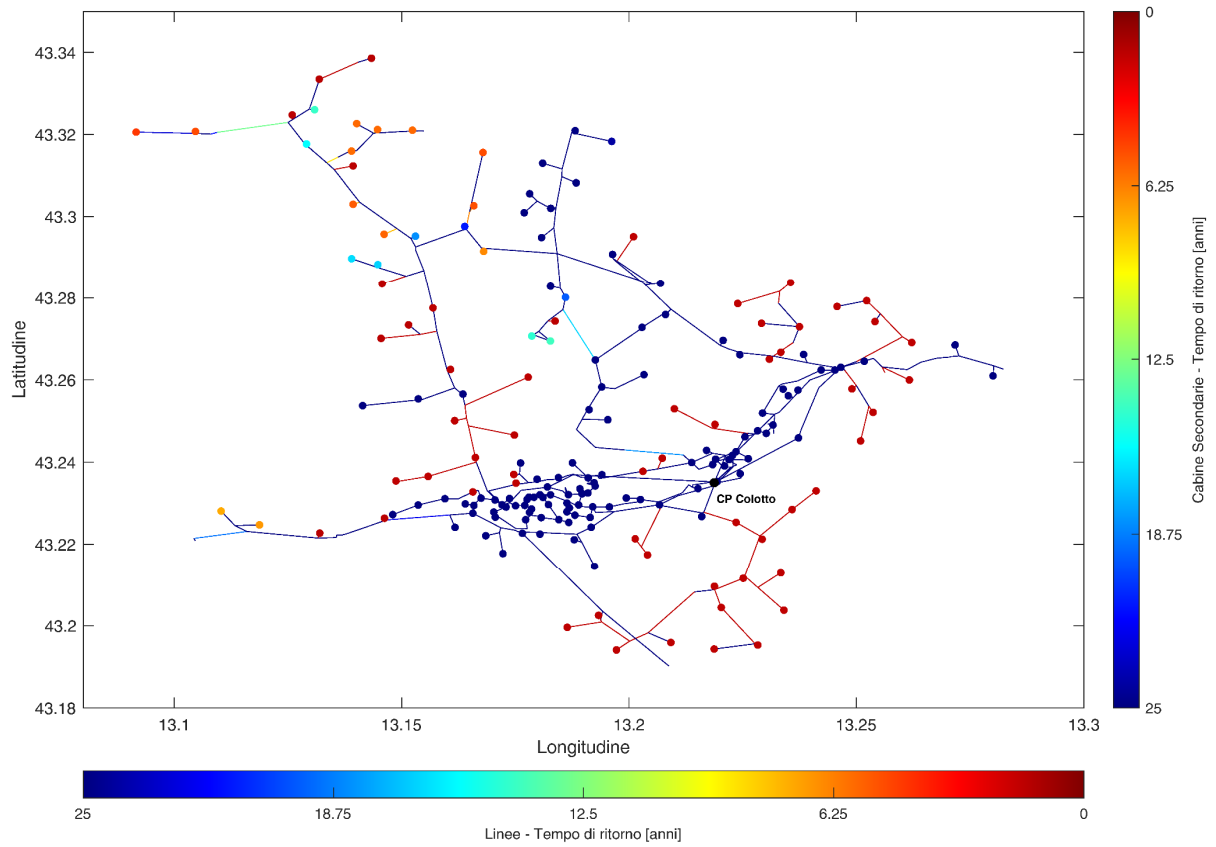


Figura 23. Tempi di ritorno complessivi delle Cabine Secondarie.

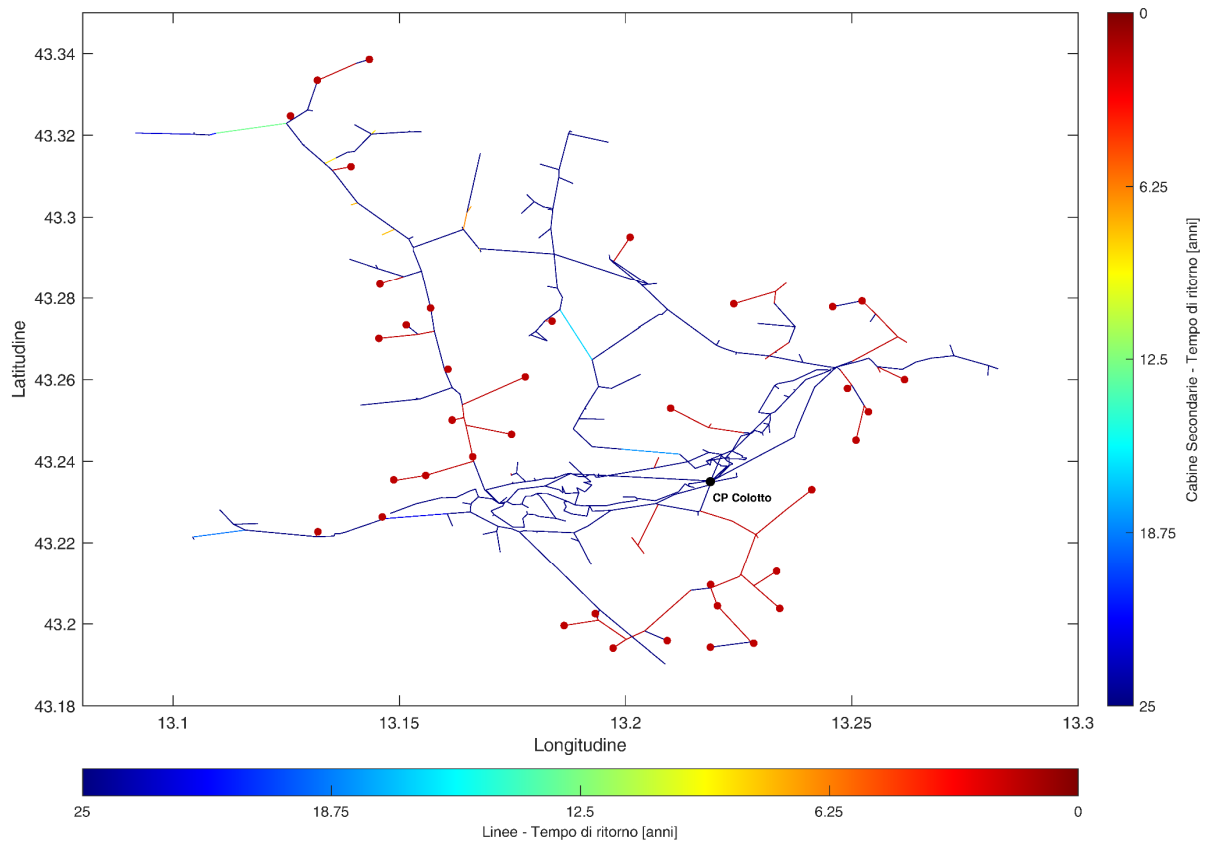


Figura 24. Cabine Secondarie con i tempi di ritorno complessivi inferiori (20% del totale).

Infine, in Figura 25, Figura 26 e Figura 27 sono mostrati gli indici di rischio globali (manicotti + caduta piante) delle Cabine Secondarie. In particolare, la Figura 25 riporta il contributo in evidenza dei singoli fenomeni (manicotti di ghiaccio/neve in blu e caduta alberi in verde) sugli indicatori di resilienza complessivi (ottenuti come somma dei due precedenti).

Dal grafico traspare nuovamente come la formazione dei manicotti di neve abbia un impatto decisamente prevalente rispetto alla caduta di alberi fuori fascia.

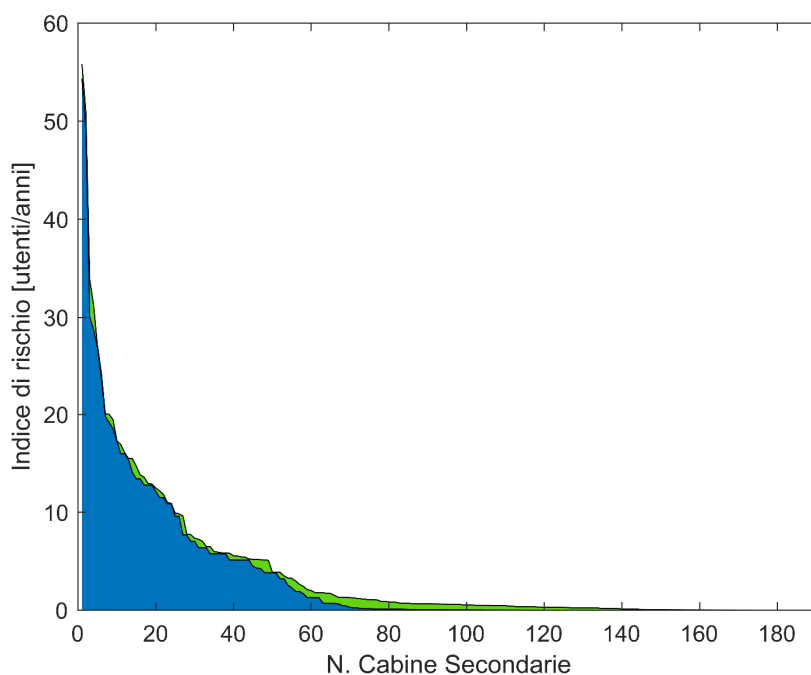


Figura 25. Distribuzione degli indici di rischio complessivi delle Cabine Secondarie (in blu per manicotti di ghiaccio e neve; in verde per caduta alberi fuori fascia).

Per il dettaglio degli indicatori calcolati sulle singole Cabine Secondarie si rimanda all'Allegato A del piano, dove sono riportate tutte le cabine afferenti a nodi della rete in cui è collegato almeno un utente BT.

La Tabella 4 e la Tabella 5 forniscono invece gli indici di rischio aggregati, rispettivamente, a livello di semisbarre e linee MT della CP Colotto. L'aggregazione è stata effettuata, conformemente alle linee guida dell'Autorità, sommando gli IR_{CS} delle cabine presenti nella porzione di rete considerata.

L'Allegato B del documento riporta il dettaglio, per ciascuno dei feeder di Tabella 5, dell'ubicazione delle relative CS e dei rispettivi indici di rischio.

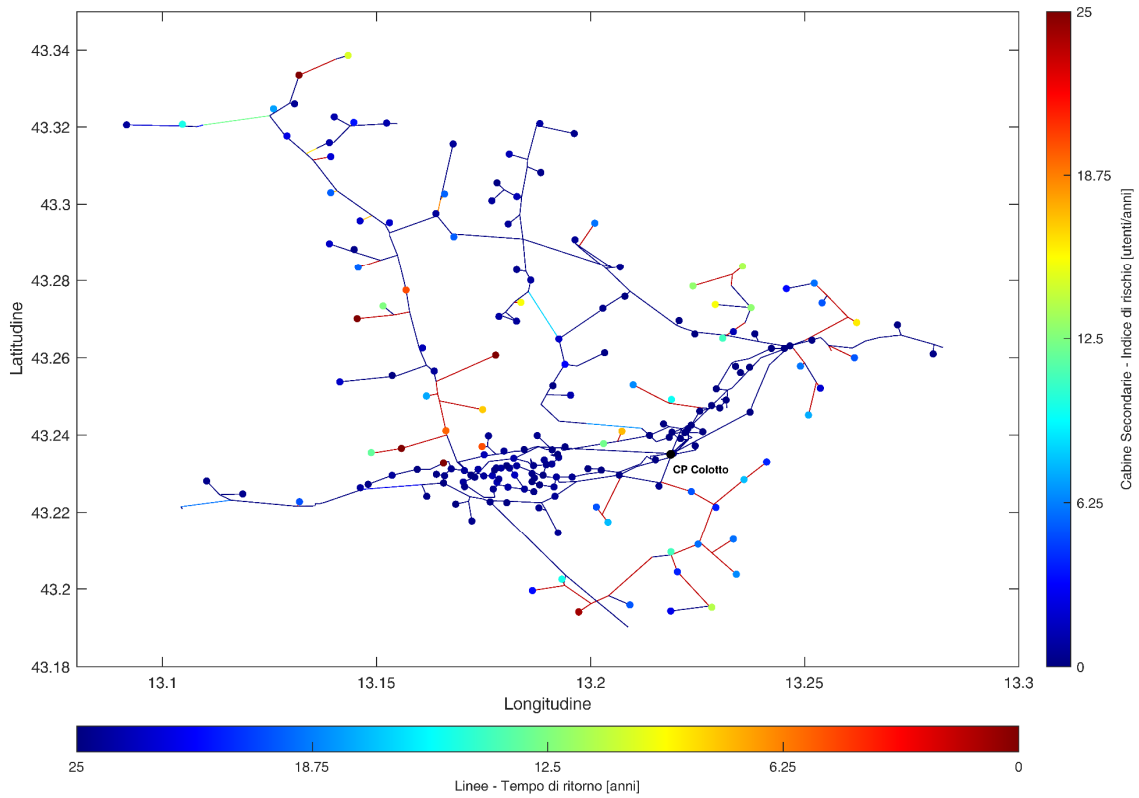


Figura 26. Indici di rischio complessivi delle Cabine Secondarie.

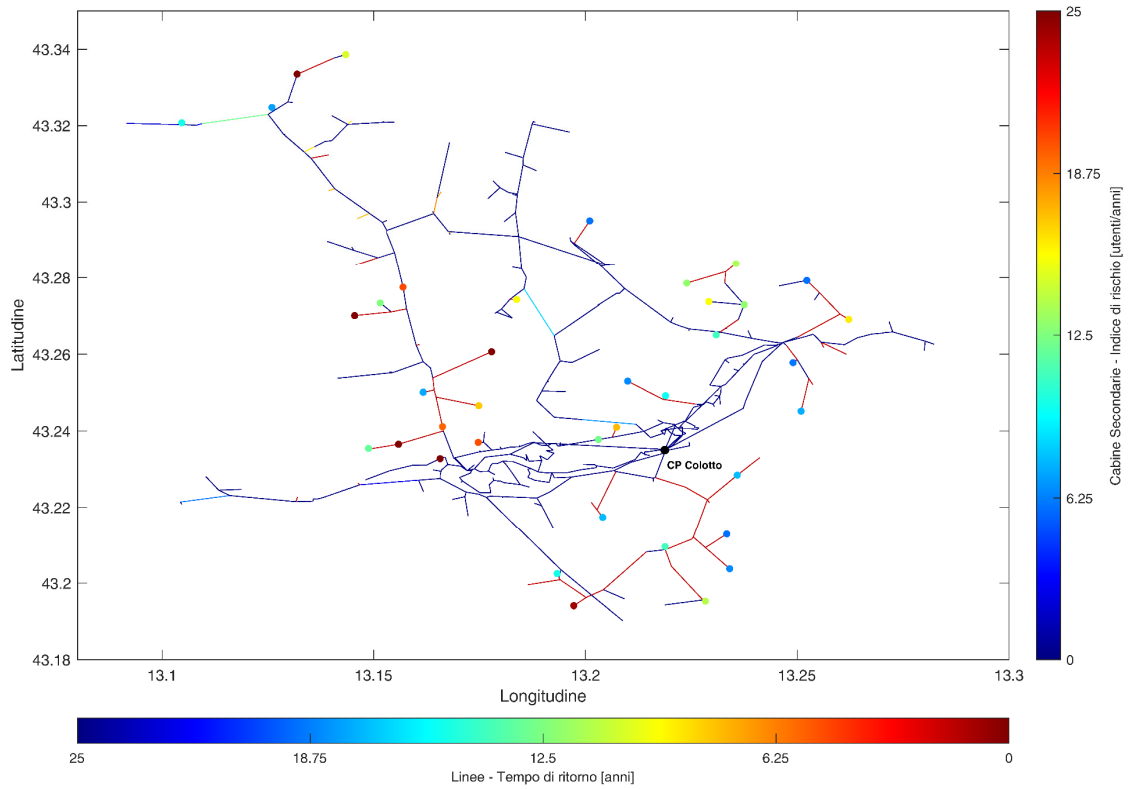


Figura 27. Cabine Secondarie con gli indici di rischio complessivi maggiori (20% del totale).

Cabina Primaria	Semisbarra	Indice di rischio cumulado manicotti [anni ⁻¹]	Indice di rischio cumulado caduta alberi [anni ⁻¹]	Indice di rischio cumulado complessivo [anni ⁻¹]
CP Colotto	SSR	483,02	70,78	553,80
CP Colotto	SSV	173,43	12,20	185,63

Tabella 4. Indici di rischio di disalimentazione delle CS cumulati per semisbarra MT.

Cabina Primaria	Semisbarra	Linea MT	Indice di rischio cumulado manicotti [anni ⁻¹]	Indice di rischio cumulado caduta alberi [anni ⁻¹]	Indice di rischio cumulado complessivo [anni ⁻¹]
CP Colotto	SSR	L4R – Feeder Contro	271,44	27,53	298,97
CP Colotto	SSR	L2R – Taccoli-Cesolo	87,97	40,86	128,83
CP Colotto	SSR	L3R – Parolito-Cusiano	123,58	2,33	125,91
CP Colotto	SSV	L1V – Caruccio	122,32	2,95	125,28
CP Colotto	SSV	L5V – Z.I. 1	29,42	0,54	29,96
CP Colotto	SSV	L4V – Z.I. 2 Palafitte	16,00	0,24	16,25
CP Colotto	SSV	L3V – S. Bartolomeo-Sibillini	5,53	2,91	8,44
CP Colotto	SSV	L2V – Settempeda	0,16	5,56	5,72
CP Colotto	SSR	L5R – Sede ASSEM	0,02	0,04	0,06
CP Colotto	SSR	L1R – Agricola Rocchetta	0,00	0,03	0,03

Tabella 5. Indici di rischio di disalimentazione delle CS cumulati per linea MT (per la distribuzione geografica delle CS si veda l'Allegato B).

6. Azioni intraprese da A.S.SE.M. per incrementare la resilienza del sistema elettrico

Allo scopo di migliorare la resilienza della rete elettrica di San Severino Marche, da diversi anni A.S.SE.M. ha ritenuto opportuno attivarsi su un duplice fronte:

1. il coordinamento con Terna, rimarcando la necessità di introdurre opportuni potenziamenti sulla Rete di Trasmissione Nazionale atti a sanare punti di debolezza strutturali della rete AT, negli ultimi anni tra le principali cause di disservizi estesi sul territorio di San Severino Marche;
2. definire degli interventi di sviluppo e potenziamento della rete elettrica MT per incrementare la tenuta alle sollecitazioni, specie in quei contesti dove le analisi numeriche hanno evidenziato essere presenti le maggiori criticità.

6.1. Azioni di coordinamento con Terna

In merito al primo punto, relativo al coordinamento con Terna, si porta all'attenzione come a seguito degli eventi meteorologici estremi occorsi negli ultimi anni, la rete di distribuzione A.S.SE.M. sia stata sistematicamente oggetto di interruzioni del servizio, dovute a problematiche sulla RTN aventi tipicamente origine sulla Linea Belforte – San Severino, che collega in antenna la CP Colotto alla rete Terna.

Tali blackout si sono susseguiti in occasione dei nubifragi del 2013 e delle grandi nevicate del 2017, 2018 e più recentemente del gennaio 2019. Evidenti a tal proposito sono gli effetti sugli indicatori di continuità del servizio (Figura 28): a fronte di una durata annua delle interruzioni senza preavviso lunghe per gli utenti BT di responsabilità dell'azienda di distribuzione allineata con la media nazionale, la durata complessiva delle interruzioni (comprendente disservizi con origine la rete AT, piuttosto che cause di forza maggiore) risulta pari a diversi multipli della precedente.

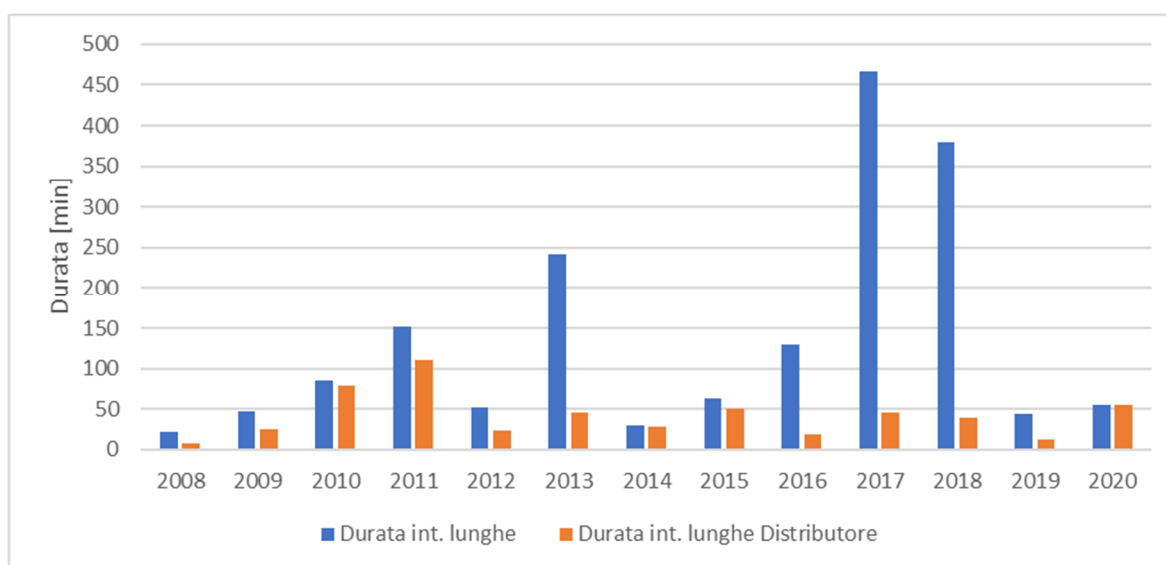


Figura 28. Durata annua delle interruzioni lunghe senza preavviso per utenti BT (totale in blu, e di responsabilità di A.S.SE.M. in arancio).

Tale condizione è andata ad aggravarsi negli anni recenti a causa dello sviluppo sul territorio del carico, e soprattutto della generazione, che ha reso impossibile all'occorrenza di contingenze alimentare la rete A.S.SE.M. facendo ricorso alle reti adiacenti di altri operatori, per mancanza della necessaria capacità di trasporto.

Si precisa che la problematica in oggetto ha impatto sulla continuità di esercizio della rete di distribuzione anche durante il normale esercizio, ad esempio in occasione dell'esecuzione dei necessari interventi di manutenzione programmata sulle dorsali di alimentazione AT della CP Colotto.

A fronte delle suddette criticità, A.S.SE.M. ha più volte rimarcato la necessità di procedere ad un potenziamento dell'infrastruttura di rete AT che collega la CP Colotto alla RTN, prevedendo quantomeno la rimozione del principale collo di bottiglia oggi in essere, rappresentato dall'alimentazione in antenna della stazione elettrica dalla Linea Belforte – San Severino, mediante raddoppio della linea medesima e interconnessione in entra-esce della CP.

A seguito dei confronti avuti in merito alla problematica, è stato avviato da Terna ed è attualmente in corso uno studio di fattibilità per il potenziamento della rete AT mediante la realizzazione di collegamento in cavo interrato 150 kV tra la CP di Treia (esercita da E-Distribuzione) e la CP A.S.SE.M. Colotto, con relativa realizzazione di uno stallo AT presso entrambe le CP in oggetto ed eventuale installazione di un reattore di compensazione. Qualora realizzato, si presume che tale collegamento consentirà di incrementare sostanzialmente la continuità dell'alimentazione della CP Colotto, anche a fronte di eventi meteorologici rilevanti; l'intervento avrà anche il beneficio di ridurre significativamente l'impatto di manutenzioni programmate sulla rete AT.

6.2. Interventi di sviluppo e potenziamento per l'incremento della resilienza

A seguito delle valutazioni effettuate degli indicatori di resilienza, in anni recenti A.S.SE.M. si è mossa per individuare e realizzare sulla propria rete una serie di interventi di sviluppo e potenziamento utili a incrementare la robustezza del sistema alle sollecitazioni esterne. Tali interventi sono consistiti nel rifacimento di linee elettriche nelle zone più affette dalle problematiche riscontrate, come nel caso di tratte demandate all'alimentazione di cabine in derivazione dalla dorsale principale, con sostituzione del conduttore con altro di sezione maggiore, avente caratteristiche adeguate alle sollecitazioni previste. In altre situazioni, si è invece provveduto all'interramento delle linee medesime, così da renderle pienamente resilienti ai fattori di rischio impattanti sul territorio.

Al fine di migliorare la controalimentabilità della rete MT a seguito di guasti sulla stessa, oltre che per meglio gestire contingenze sulla rete 120 kV che alimenta la CP Colotto, A.S.SE.M. si è inoltre attivata, congiuntamente all'azienda titolare della concessione per il servizio di distribuzione elettrica nel comune di Tolentino (ASSM Tolentino), allo scopo di realizzare una nuova connessione fra le rispettive reti MT. L'opera, pianificata da diversi anni, non ha potuto essere realizzata in precedenza a causa dei diversi livelli di tensione delle due reti (20 kV per la rete A.S.SE.M. e 10 kV per ASSM Tolentino); problematica recentemente risolta con il passaggio a 20 kV della rete di Tolentino.

Le motivazioni che supportano l'esigenza di realizzare l'interconnessione in questione sono relative alla possibilità di disporre di una alimentazione di soccorso (in immissione e prelievo) da attivare in caso di guasti o lavori di manutenzione sulla rete di distribuzione, o in mancanza di alimentazione AT sul punto di connessione Terna in CP Colotto, evitando possibili interruzioni dell'alimentazione prolungate per gli utenti. Disponendo dell'interconnessione in oggetto si potrà attivare una alimentazione, passiva e/o attiva, di circa

3,5-4 MW per il soccorso alla rete MT di A.S.SE.M., in aggiunta alle altre 4 controalimentazioni esistenti con la rete di E-distribuzione.

L'opera consta dei seguenti interventi:

- adeguamento di una cabina MT (T1930 Acquedotto di Treia) con ampliamento del quadro MT esistente con un ulteriore scomparto linea motorizzato, attrezzato di sistema di misura bidirezionale del transito d'energia;
- realizzazione di un tratto di linea MT 20 kV di circa 600 m, di cui circa 450 m in cavo aereo Elicord e 160 m in cavo interrato posato in cavidotto;
- modifica con potenziamento di un tratto di linea esistente di circa 150 m della rete ASSM Tolentino, attualmente costituito da conduttori nudi di sezione inadeguata.

Allegato A – Elenco delle Cabine Secondarie e relativi indicatori di resilienza

Nome cabina	Feeder	Latitudine	Longitudine	Quota [m]	Numero utenti			Potenza utenti [kW]			Indice di Rischio [1/anni]			Tempo di ritorno [anni]		
					BT domestici	BT non domestici	MT	BT domestici	BT non domestici	MT	Manicotti	Piante	Totale	Manicotti	Piante	Totale
A970	L4R	43,23654	13,15581	428,7	67	18	0	211,9	84,2	0,0	54,33	1,48	55,81	1,6	57,4	1,5
A1010	L4R	43,26064	13,17781	382,0	61	16	0	197,3	34,5	0,0	49,22	1,75	50,97	1,6	43,9	1,5
A1180	L2R	43,33349	13,13188	492,3	41	6	0	123,5	27,0	0,0	30,04	3,82	33,86	1,6	12,3	1,4
A1050	L4R	43,27007	13,14547	508,1	36	9	0	108,0	25,4	0,0	28,76	2,49	31,26	1,6	18,1	1,4
A910	L4R	43,23278	13,16566	267,2	39	3	0	126,0	5,0	0,0	26,85	0,19	27,04	1,6	220,1	1,6
A890	L3R	43,19408	13,19723	418,8	28	9	0	88,0	21,0	0,0	23,65	0,55	24,20	1,6	67,7	1,5
A1060	L4R	43,27752	13,15689	463,3	23	6	0	70,0	26,1	0,0	18,54	1,55	20,08	1,6	18,7	1,4
A1650	L4R	43,23703	13,17465	289,6	23	8	0	80,5	31,0	0,0	19,81	0,19	20,00	1,6	165,5	1,5
A960	L4R	43,24114	13,16621	396,0	24	6	0	80,0	19,5	0,0	19,18	0,31	19,48	1,6	97,9	1,5
A280	L5V	43,24098	13,20731	315,6	23	4	0	75,0	18,5	0,0	17,26	0,05	17,31	1,6	495,0	1,6
A1000	L4R	43,24659	13,17478	296,6	22	3	0	73,0	43,1	0,0	15,98	0,94	16,92	1,6	26,5	1,5
A560	L1V	43,26907	13,26215	195,5	17	8	0	61,0	62,5	0,0	15,98	0,11	16,08	1,6	237,4	1,6
A1860	L1V	43,27375	13,22912	385,6	18	6	0	60,5	14,4	0,0	15,34	0,15	15,49	1,6	156,3	1,5
A1740	L2R	43,27429	13,18373	309,4	18	4	0	54,0	42,0	0,0	14,06	1,41	15,48	1,6	15,6	1,4
A1190	L2R	43,33861	13,14335	457,2	12	8	0	39,0	57,5	0,0	12,78	1,92	14,71	1,6	10,4	1,4
A880	L3R	43,19526	13,22831	326,8	13	8	0	43,5	34,5	0,0	13,42	0,40	13,82	1,6	53,0	1,5
A1900	L1V	43,28376	13,23551	455,4	16	5	0	50,3	54,5	0,0	13,42	0,16	13,59	1,6	127,5	1,5
A1890	L1V	43,27857	13,22390	415,1	18	2	0	73,0	11,5	0,0	12,78	0,18	12,96	1,6	112,6	1,5
A1850	L1V	43,27292	13,23747	398,9	17	3	0	54,0	26,0	0,0	12,78	0,10	12,88	1,6	206,8	1,6
A4090	L4R	43,27337	13,15152	494,7	10	8	0	32,0	39,8	0,0	11,51	0,99	12,49	1,6	18,3	1,4
A1220	L5V	43,23779	13,20304	233,8	16	3	0	55,5	24,9	0,0	12,14	0,04	12,18	1,6	497,5	1,6
A980	L4R	43,23546	13,14875	568,3	15	3	0	64,5	64,5	0,0	11,51	0,30	11,81	1,6	59,4	1,5
A870	L3R	43,20960	13,21877	387,7	16	1	0	52,5	35,0	0,0	10,87	0,14	11,00	1,6	123,6	1,5
A1840	L1V	43,26502	13,23086	292,5	14	3	0	49,5	23,0	0,0	10,87	0,05	10,92	1,6	314,9	1,6
A1160	L2R	43,32072	13,10466	728,6	40	9	0	115,6	37,1	0,0	1,67	8,25	9,92	29,4	5,9	4,9
A900	L3R	43,20250	13,19329	420,8	10	5	0	31,5	23,5	0,0	9,59	0,26	9,85	1,6	58,0	1,5
A440	L4V	43,24919	13,21889	227,7	12	3	0	40,0	30,0	0,0	9,59	0,04	9,62	1,6	418,4	1,6
A850	L3R	43,22848	13,23584	222,3	11	1	0	41,5	15,0	0,0	7,67	0,07	7,74	1,6	162,1	1,5
A830	L3R	43,21742	13,20405	319,2	6	6	0	82,5	38,6	0,0	7,67	0,06	7,73	1,6	196,7	1,6

A1460	L1V	43,24518	13,25090	364,8	2	9	0	6,0	49,0	0,0	7,03	0,32	7,35	1,6	34,2	1,5
A990	L4R	43,25009	13,16165	374,4	10	1	0	35,0	15,0	0,0	7,03	0,21	7,24	1,6	51,4	1,5
A1170	L2R	43,32476	13,12594	459,4	4	6	0	12,5	36,1	0,0	6,39	0,66	7,05	1,6	15,1	1,4
A450	L4V	43,25295	13,20994	266,7	8	2	0	23,2	4,5	0,0	6,39	0,11	6,51	1,6	87,3	1,5
A871	L3R	43,20376	13,23405	300,0	9	1	0	41,5	1,0	0,0	6,39	0,10	6,49	1,6	101,8	1,5
A1300	L1V	43,25779	13,24900	189,9	8	1	0	27,0	0,2	0,0	5,75	0,24	5,99	1,6	38,2	1,5
A1290	L1V	43,29507	13,20098	408,8	7	2	0	21,3	20,0	0,0	5,75	0,17	5,92	1,6	52,5	1,5
A1270	L3R	43,21292	13,23335	445,8	8	1	0	20,4	24,2	0,0	5,75	0,10	5,85	1,6	89,7	1,5
A570	L1V	43,27928	13,25224	350,9	8	1	0	24,0	3,0	0,0	5,75	0,09	5,84	1,6	97,5	1,5
A1380	L3R	43,21157	13,22511	384,9	5	4	0	15,0	45,5	0,0	5,75	0,06	5,81	1,6	148,9	1,5
A1070	L4R	43,28346	13,14571	428,0	6	2	0	21,0	3,1	0,0	5,11	0,45	5,56	1,6	18,0	1,4
A1080	L2R	43,30264	13,16588	542,5	22	6	0	69,8	39,4	0,0	4,30	1,24	5,54	6,5	22,6	5,1
A1120	L2R	43,30300	13,13931	520,5	21	8	0	61,8	29,6	0,0	3,77	1,67	5,44	7,7	17,4	5,3
A1090	L2R	43,29149	13,16804	504,2	31	4	0	101,0	35,8	0,0	4,24	1,17	5,41	8,3	29,9	6,5
A3000	L3R	43,19589	13,20919	486,7	7	1	0	21,0	1,5	0,0	5,11	0,12	5,23	1,6	68,6	1,5
A550	L1V	43,25996	13,26163	199,1	7	1	0	21,0	6,0	0,0	5,11	0,08	5,20	1,6	96,7	1,5
A4030	L1V	43,27417	13,25406	294,5	6	2	0	18,0	3,0	0,0	5,11	0,06	5,17	1,6	135,6	1,5
A1470	L3R	43,22137	13,20134	321,7	7	1	0	23,0	55,0	0,0	5,11	0,04	5,15	1,6	200,2	1,6
A1390	L3R	43,22536	13,22353	356,8	8	0	0	30,0	0,0	0,0	5,11	0,02	5,14	1,6	321,1	1,6
A1620	L3V	43,22274	13,13199	259,8	5	2	0	15,0	16,0	0,0	4,47	0,61	5,09	1,6	11,4	1,4
A860	L3R	43,23303	13,24112	268,1	3	3	0	9,0	48,0	0,0	3,84	0,06	3,89	1,6	101,4	1,5
A2010	L3R	43,20441	13,22027	346,2	5	1	0	25,0	1,5	0,0	3,84	0,05	3,89	1,6	110,5	1,5
A840	L3R	43,22126	13,22926	349,4	6	0	0	24,0	0,0	0,0	3,84	0,03	3,86	1,6	227,6	1,6
A1140	L2R	43,32119	13,14469	498,7	18	2	0	77,6	17,1	0,0	2,29	1,22	3,51	8,8	16,4	5,7
A1260	L3R	43,19958	13,18641	436,3	4	1	0	10,5	3,0	0,0	3,20	0,10	3,30	1,6	49,9	1,5
A5020	L1V	43,27786	13,24573	459,2	5	0	0	29,0	0,0	0,0	3,20	0,06	3,25	1,6	87,9	1,5
A1710	L2R	43,25826	13,19400	264,2	162	26	0	504,7	183,8	0,0	0,72	2,27	2,99	259,6	82,9	62,8
AT5070	L3R	43,19429	13,21871	421,3	3	1	0	12,0	35,0	0,0	2,56	0,07	2,63	1,6	53,4	1,5
A1150	L2R	43,31768	13,12907	524,7	31	7	0	89,5	15,0	0,0	0,15	2,28	2,43	259,6	16,6	15,6
A1130	L2R	43,31232	13,13931	470,4	1	2	0	3,0	28,0	0,0	1,92	0,18	2,10	1,6	16,5	1,4
A1310	L1V	43,25208	13,25366	290,2	1	2	0	3,0	4,5	0,0	1,92	0,08	2,00	1,6	36,3	1,5
A1100	L2R	43,29521	13,15303	527,0	25	8	0	68,0	26,0	0,0	0,13	1,67	1,80	259,6	19,8	18,4
A1110	L2R	43,29567	13,14614	524,6	7	3	0	28,0	30,1	0,0	1,28	0,52	1,80	7,8	19,3	5,6
A1720	L2R	43,26483	13,19259	257,6	90	22	0	276,0	138,3	0,0	0,43	1,35	1,78	259,6	82,9	62,8
A1030	L4R	43,25372	13,14142	525,1	49	12	0	148,5	63,9	0,0	0,23	1,49	1,72	259,6	41,0	35,4
A1410	L4R	43,28969	13,13900	561,5	20	8	0	75,0	27,7	0,0	0,11	1,59	1,70	259,6	17,6	16,4

A130	L4R	43,22967	13,18227	238,2	247	150	0	763,2	1240,3	0,0	0,04	1,46	1,50	10000,0	271,7	264,6
A1040	L4R	43,26251	13,16073	412,5	2	0	0	13,0	0,0	0,0	1,28	0,04	1,32	1,6	45,7	1,5
A1810	L2R	43,31299	13,18100	515,0	27	7	0	88,0	29,7	0,0	0,13	1,18	1,31	259,6	28,8	25,9
A220	L4R	43,23491	13,17513	272,8	0	2	0	0,0	13,0	0,0	1,28	0,01	1,29	1,6	204,8	1,6
A4060	L1V	43,26670	13,23337	284,3	0	2	0	0,0	6,0	0,0	1,28	0,01	1,28	1,6	304,3	1,6
A1780	L2R	43,30200	13,18277	389,5	29	6	0	96,0	51,5	0,0	0,13	1,12	1,25	259,6	31,3	28,0
A090	L4R	43,22950	13,17707	235,4	185	130	0	589,4	914,1	0,0	0,03	1,16	1,19	10000,0	271,7	264,6
A160	L4R	43,22780	13,17812	247,1	230	32	0	728,6	152,6	0,0	0,03	1,13	1,15	10000,0	232,3	227,1
A1700	L2R	43,25031	13,19532	255,2	64	8	0	209,4	14,2	0,0	0,28	0,83	1,11	259,6	86,5	64,9
A6050	L2R	43,32104	13,15237	461,3	4	2	0	12,0	23,0	0,0	0,69	0,37	1,06	8,8	16,0	5,7
AT6040	L2R	43,32265	13,14012	500,5	3	3	1	9,0	13,1	3,0	0,69	0,37	1,06	8,8	16,2	5,7
A5040	L2R	43,31594	13,13898	505,6	3	3	0	6,5	2,4	0,0	0,69	0,36	1,04	8,8	16,7	5,7
A1750	L2R	43,27065	13,17860	356,7	10	3	0	31,5	38,0	0,0	0,05	0,84	0,89	259,6	15,4	14,5
A760	L2V	43,23398	13,18204	237,8	165	58	0	519,5	443,8	0,0	0,02	0,87	0,89	10000,0	257,5	251,0
A1820	L2R	43,32092	13,18814	520,4	17	4	0	54,5	9,4	0,0	0,08	0,76	0,84	259,6	27,5	24,9
A150	L4R	43,22653	13,18068	252,2	185	37	0	578,1	317,7	0,0	0,02	0,82	0,84	10000,0	271,7	264,6
A020	L4R	43,23116	13,17372	232,1	178	26	0	538,3	63,7	0,0	0,02	0,78	0,80	10000,0	262,9	256,1
A1730	L2R	43,28010	13,18601	281,4	12	2	0	37,5	11,5	0,0	0,05	0,66	0,71	259,6	21,3	19,7
A3020	L3V	43,22638	13,14622	248,3	0	1	0	0,0	6,0	0,0	0,64	0,06	0,70	1,6	16,9	1,4
A190	L4R	43,22786	13,17026	250,6	141	30	0	428,0	134,5	0,0	0,02	0,68	0,70	10000,0	251,6	245,5
A2020	L2R	43,32057	13,09162	752,1	1	2	0	3,0	12,0	0,0	0,10	0,57	0,67	29,4	5,3	4,5
AT930	L4R	43,22958	13,15362	266,6	24	4	1	75,0	8,5	240,0	0,11	0,56	0,67	259,6	50,0	42,0
A740	L2V	43,23207	13,18274	228,7	133	43	0	418,5	230,5	0,0	0,02	0,65	0,67	10000,0	271,7	264,6
A2090	L2R	43,29759	13,16386	573,4	9	5	0	28,5	19,8	0,0	0,05	0,60	0,66	259,6	23,2	21,3
A4020	L2R	43,26943	13,18269	322,4	7	2	0	23,0	3,0	0,0	0,03	0,60	0,64	259,6	14,9	14,1
A5030	L2R	43,30092	13,17694	383,2	15	2	0	52,5	4,5	0,0	0,07	0,57	0,63	259,6	29,9	26,8
A1020	L4R	43,25653	13,16347	457,8	23	3	0	72,3	3,6	0,0	0,10	0,53	0,63	259,6	49,1	41,3
A110	L4R	43,23147	13,17909	232,3	107	58	0	327,8	624,1	0,0	0,02	0,61	0,62	10000,0	271,7	264,6
A650	L2V	43,22914	13,19201	225,4	144	20	0	464,4	104,5	0,0	0,02	0,60	0,62	10000,0	271,7	264,6
A010	L4R	43,22942	13,17504	229,4	120	41	0	369,8	248,1	0,0	0,02	0,59	0,61	10000,0	271,7	264,6
A5050	L2R	43,31560	13,16788	527,1	2	1	0	3,5	1,5	0,0	0,46	0,14	0,60	6,5	21,0	5,0
A1770	L2R	43,29487	13,18076	340,8	14	3	0	47,0	21,0	0,0	0,07	0,54	0,60	259,6	31,7	28,3
A030	L4R	43,23081	13,17052	234,2	125	26	0	386,5	212,0	0,0	0,02	0,57	0,59	10000,0	262,9	256,1
A140	L4R	43,22601	13,18456	252,2	119	25	0	381,0	346,5	0,0	0,01	0,53	0,54	10000,0	271,7	264,6
A100	L4R	43,22862	13,17856	236,3	68	75	0	213,8	594,8	0,0	0,01	0,53	0,54	10000,0	271,7	264,6
A800	L2V	43,23251	13,19096	230,1	122	20	0	384,0	105,1	0,0	0,01	0,52	0,54	10000,0	271,7	264,6

A660	L2V	43,22657	13,19145	248,5	124	9	0	395,0	55,0	0,0	0,01	0,49	0,50	10000,0	271,7	264,6
A1760	L1V	43,29075	13,19636	446,7	20	3	0	56,3	3,1	0,0	0,09	0,41	0,50	259,6	56,3	46,3
A1550	L3V	43,21460	13,19238	329,9	31	11	0	107,6	54,5	0,0	0,16	0,33	0,49	259,6	126,5	85,0
A810	L2V	43,23422	13,19254	234,6	93	37	0	282,3	251,3	0,0	0,01	0,48	0,49	10000,0	271,7	264,6
A4010	L2R	43,32604	13,13085	465,8	3	4	0	14,5	10,5	0,0	0,03	0,46	0,49	259,6	15,1	14,3
A790	L2V	43,23355	13,18919	234,9	96	27	0	306,0	185,5	0,0	0,01	0,45	0,46	10000,0	271,7	264,6
A1540	L3V	43,22415	13,19167	267,2	65	15	0	206,9	136,0	0,0	0,05	0,42	0,46	1669,8	192,8	172,8
A120	L4R	43,23145	13,18107	235,4	68	54	0	208,7	313,6	0,0	0,01	0,45	0,46	10000,0	271,7	264,6
A1480	L4R	43,23586	13,17977	264,3	69	9	0	233,1	52,5	0,0	0,02	0,44	0,46	4496,5	175,9	169,3
A640	L2V	43,22912	13,19569	224,7	105	4	0	317,1	72,5	0,0	0,01	0,40	0,41	10000,0	271,7	264,6
A230	L4R	43,23980	13,17615	307,9	34	4	0	119,9	8,0	0,0	0,15	0,25	0,39	259,6	154,5	96,8
A170	L4R	43,22602	13,17726	335,0	71	19	0	229,5	239,3	0,0	0,01	0,35	0,36	10000,0	256,1	249,8
A6070	L2R	43,28283	13,18273	316,3	6	4	0	18,0	30,5	0,0	0,04	0,32	0,36	259,6	31,1	27,8
A520	L1V	43,28357	13,20690	435,4	16	2	0	45,2	18,0	0,0	0,07	0,28	0,35	259,6	64,0	51,4
A260	L5V	43,23986	13,18754	262,4	79	12	0	265,8	109,0	0,0	0,01	0,33	0,34	10000,0	271,7	264,6
A1560	L3V	43,22113	13,18793	326,8	29	3	0	109,0	12,0	0,0	0,12	0,22	0,34	259,6	145,6	93,3
A820	L3R	43,22679	13,21598	297,3	49	8	0	151,5	55,1	0,0	0,22	0,10	0,32	259,6	557,4	177,1
A040	L4R	43,23125	13,16745	233,9	73	9	0	228,5	38,5	0,0	0,01	0,31	0,32	10000,0	262,9	256,1
A780	L2V	43,23231	13,18965	230,1	69	13	0	219,3	139,0	0,0	0,01	0,30	0,31	10000,0	271,7	264,6
A080	L4R	43,23149	13,17799	225,0	60	21	0	189,1	299,8	0,0	0,01	0,30	0,31	10000,0	271,7	264,6
A1630	L3V	43,22475	13,11875	285,7	2	0	0	9,0	0,0	0,0	0,01	0,28	0,29	259,6	7,0	6,8
A1830	L2R	43,31830	13,19619	531,0	4	3	0	20,4	4,5	0,0	0,03	0,26	0,29	259,6	26,7	24,2
A1570	L3V	43,21773	13,17227	404,7	22	15	0	66,8	76,6	0,0	0,02	0,26	0,28	1669,8	143,1	131,8
A1640	L3V	43,22812	13,11030	477,7	1	1	0	3,0	15,0	0,0	0,01	0,27	0,27	259,6	7,5	7,3
A1800	L2R	43,30821	13,18837	411,3	7	0	0	18,5	0,0	0,0	0,03	0,24	0,27	259,6	29,3	26,3
A1590	L4R	43,22949	13,16588	237,5	53	11	1	162,0	93,0	15,0	0,01	0,24	0,25	10000,0	262,9	256,1
A690	L2V	43,23004	13,18634	223,8	48	18	0	154,5	203,1	0,0	0,01	0,24	0,25	10000,0	271,7	264,6
A6010	L4R	43,28824	13,14477	473,0	0	4	0	0,0	31,5	0,0	0,02	0,22	0,24	259,6	17,9	16,7
A1350	L4R	43,22664	13,17057	263,5	50	4	0	174,0	23,0	0,0	0,01	0,22	0,24	4496,5	240,7	228,5
A770	L2V	43,23210	13,18667	229,5	52	9	0	160,5	60,0	0,0	0,01	0,22	0,23	10000,0	271,7	264,6
A580	L2R	43,27277	13,20286	396,7	10	4	0	48,5	43,0	0,0	0,05	0,17	0,23	259,6	81,6	62,1
A1990	L4R	43,22535	13,18674	258,3	53	5	0	194,0	12,0	0,0	0,01	0,21	0,22	10000,0	271,7	264,6
A700	L2V	43,22890	13,18688	229,4	43	13	0	130,5	186,5	0,0	0,01	0,21	0,21	10000,0	271,7	264,6
A940	L4R	43,22725	13,14803	263,7	5	2	0	15,0	4,5	0,0	0,03	0,15	0,18	259,6	47,1	39,9
A1580	L3V	43,22414	13,16174	288,5	12	4	0	41,5	27,0	0,0	0,01	0,16	0,17	1195,6	100,5	92,7
A180	L3V	43,22270	13,17653	301,9	19	4	0	60,0	21,0	0,0	0,01	0,15	0,16	1669,8	156,7	143,3

A6000	L1V	43,26096	13,28002	166,8	3	2	0	6,6	41,0	0,0	0,02	0,14	0,16	259,6	36,0	31,6
A200	L4R	43,22909	13,17294	228,0	25	13	0	79,5	140,0	0,0	0,00	0,15	0,15	10000,0	251,6	245,5
A050	L4R	43,22985	13,16398	240,6	29	4	0	97,0	39,5	0,0	0,00	0,13	0,13	10000,0	262,9	256,1
A4050	L2R	43,26125	13,20328	337,4	6	2	0	29,7	4,5	0,0	0,03	0,10	0,13	259,6	81,8	62,2
A600	L3V	43,22966	13,20670	239,3	37	6	0	114,0	12,2	0,0	0,01	0,10	0,11	4496,5	437,8	399,0
A530	L1V	43,26452	13,25171	195,0	25	18	0	79,5	111,0	0,0	0,00	0,10	0,10	10000,0	423,0	405,8
A1490	L1V	43,26848	13,27169	181,8	0	4	0	0,0	83,0	0,0	0,02	0,08	0,10	259,6	48,3	40,7
T1790	L2R	43,30556	13,17815	410,9	0	2	1	0,0	60,0	6,0	0,01	0,07	0,07	259,6	30,2	27,0
A270	L5V	43,23619	13,19100	236,9	13	6	0	49,5	34,5	0,0	0,00	0,07	0,07	10000,0	271,7	264,6
A060	L4R	43,23094	13,17756	226,1	8	9	0	24,0	166,5	0,0	0,00	0,06	0,06	10000,0	271,7	264,6
A5090	L2R	43,25273	13,19121	260,8	0	4	0	0,0	19,5	0,0	0,02	0,05	0,06	259,6	88,0	65,7
A1950	L5R	43,23721	13,22443	217,2	28	7	0	92,8	56,5	0,0	0,02	0,04	0,06	1669,8	984,3	619,2
A1870	L1V	43,26617	13,23837	265,3	7	1	0	22,5	35,0	0,0	0,03	0,02	0,05	259,6	460,0	166,0
A1670	L5V	43,23697	13,19403	247,0	13	0	0	41,1	0,0	0,0	0,00	0,04	0,05	4496,5	299,4	280,7
A620	L2V	43,23092	13,20250	222,4	7	5	0	23,0	79,5	0,0	0,00	0,04	0,04	10000,0	319,1	309,2
A1690	L2R	43,24287	13,21704	237,8	49	2	0	158,3	7,0	0,0	0,01	0,02	0,04	4496,5	2083,3	1423,7
AT950	L4V	43,24620	13,22549	213,2	23	6	1	71,5	66,0	45,0	0,01	0,03	0,03	4496,5	1111,1	891,0
AT1420	L4R	43,23209	13,18040	236,6	2	6	0	6,0	69,5	0,0	0,00	0,03	0,03	10000,0	271,7	264,6
A2070BOX1_9	L4R	43,22965	13,17206	234,6	2	5	0	7,5	63,5	0,0	0,00	0,03	0,03	10000,0	262,9	256,1
AT630	L2V	43,23129	13,19938	214,7	4	4	0	12,0	106,0	0,0	0,00	0,03	0,03	10000,0	315,1	305,4
A7070	L4R	43,25537	13,15365	500,7	0	1	0	0,0	35,0	0,0	0,00	0,02	0,03	259,6	45,1	38,4
A510	L1V	43,26959	13,22067	289,9	1	1	0	3,0	10,0	0,0	0,01	0,02	0,02	259,6	118,8	81,5
A1600	L3V	43,22759	13,16565	267,4	2	3	0	6,0	67,5	0,0	0,00	0,02	0,02	1669,8	234,5	205,6
A590	L2V	43,23360	13,21515	228,2	10	6	0	31,5	71,0	0,0	0,01	0,01	0,02	1669,8	1225,5	706,8
A7050	L3V	43,22249	13,18041	346,9	3	0	0	24,0	0,0	0,0	0,00	0,02	0,02	1669,8	150,3	137,9
A500	L1V	43,26305	13,24656	179,7	7	2	1	23,0	18,0	10,0	0,00	0,02	0,02	10000,0	423,0	405,8
A1370	L4R	43,23626	13,18447	263,3	2	1	0	20,0	30,0	0,0	0,00	0,02	0,02	4496,5	161,3	155,8
A2050	L4V	43,24702	13,23016	196,3	0	17	0	0,0	503,0	0,0	0,00	0,02	0,02	4496,5	1111,1	891,0
AT7000	L2V	43,23500	13,19231	234,3	0	5	1	0,0	98,0	150,0	0,00	0,02	0,02	10000,0	271,7	264,6
A3010	L4R	43,23111	13,15951	258,2	0	2	0	0,0	40,0	0,0	0,01	0,01	0,02	259,6	185,4	108,2
A2060	L4V	43,24906	13,23165	194,8	2	14	0	6,0	329,0	0,0	0,00	0,01	0,02	4496,5	1111,1	891,0
T4070	L1V	43,27589	13,20801	463,5	0	1	2	0,0	10,0	6,0	0,00	0,01	0,02	259,6	76,7	59,2
AT1440	L1R	43,25612	13,23501	201,1	4	3	2	13,5	68,0	6,0	0,00	0,01	0,02	4496,5	477,6	431,7
A4040	L1V	43,26611	13,22436	282,8	0	2	0	0,0	6,0	0,0	0,01	0,01	0,02	259,6	253,4	128,2
A720	L2V	43,22711	13,18810	237,4	0	4	0	0,0	64,0	0,0	0,00	0,01	0,02	10000,0	271,7	264,6
A1240	L3V	43,22211	13,16849	385,0	0	1	0	0,0	30,0	0,0	0,00	0,01	0,02	259,6	89,6	66,6

A1430	L4V	43,25773	13,23387	208,6	5	7	0	18,0	183,0	0,0	0,00	0,01	0,01	4496,5	1111,1	891,0
AT470	L4V	43,25191	13,22935	209,3	5	7	1	18,0	140,0	250,0	0,00	0,01	0,01	4496,5	1111,1	891,0
A1880	L4V	43,26239	13,24223	201,0	5	3	0	15,0	15,5	0,0	0,00	0,01	0,01	4496,5	929,4	770,2
A2040	L4V	43,24765	13,22826	209,9	1	7	0	3,0	67,5	0,0	0,00	0,01	0,01	4496,5	1111,1	891,0
A490	L1R	43,25749	13,23715	194,5	1	2	0	3,0	7,5	0,0	0,00	0,01	0,01	4496,5	368,2	340,3
A710	L2V	43,22793	13,18634	236,6	0	2	0	0,0	160,0	0,0	0,00	0,01	0,01	10000,0	271,7	264,6
T670	L2V	43,22961	13,18891	220,0	0	2	0	0,0	51,5	0,0	0,00	0,01	0,01	10000,0	271,7	264,6
AT5000	L1R	43,26237	13,24526	186,0	0	5	2	0,0	88,0	7,5	0,00	0,01	0,01	4496,5	929,4	770,2
A1200	L4V	43,24086	13,22620	200,0	4	13	0	12,0	204,6	0,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
A1320	L5V	43,23940	13,21837	208,1	14	18	0	43,5	409,0	0,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
A1340	L4V	43,24164	13,22272	206,6	0	4	0	0,0	181,0	0,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
A2000	L4V	43,24255	13,22350	208,3	0	5	1	0,0	344,0	3,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
A2080	L5R	43,23528	13,21936	221,3	0	3	0	0,0	54,5	0,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
A300_PRIMO	L2R	43,23992	13,21377	220,1	24	32	0	76,5	398,0	0,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
A380	L5V	43,23910	13,22100	205,5	7	9	0	21,0	231,0	0,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
A390	L4V	43,24064	13,22197	205,5	7	24	0	30,5	357,0	0,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
A480	L1V	43,24591	13,23724	216,1	6	0	0	18,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
AT3080	L5V	43,24074	13,21902	212,6	13	18	3	49,5	321,5	300,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
T1250	L4V	43,24079	13,22675	199,7	0	0	2	0,0	0,0	68,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
T1280	L1V	43,26520	13,25368	193,3	0	0	1	0,0	0,0	300,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	423,0	405,8
T1330	L5V	43,23681	13,19305	248,3	0	0	1	0,0	0,0	120,0	0,00	0,00	0,00	4496,5	284,9	267,9
T1400	L4V	43,24039	13,22637	200,1	0	0	1	0,0	0,0	500,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
T1450	L4V	43,23935	13,22371	202,6	0	0	1	0,0	0,0	80,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
T1520	L1V	43,26242	13,26089	176,1	0	0	1	0,0	0,0	1200,0	0,00	0,00	0,00	259,6	69,5	54,8
T1610	L3V	43,22229	13,13572	249,4	0	0	1	0,0	0,0	230,0	0,00	0,00	0,00	1195,6	11,9	11,7
T1910	L4V	43,25972	13,23705	204,2	0	0	2	0,0	0,0	155,0	0,00	0,00	0,00	4496,5	929,4	770,2
T1930	L1V	43,26262	13,28227	163,7	0	0	1	0,0	0,0	105,0	0,00	0,00	0,00	259,6	36,2	31,8
T1940	L4V	43,24061	13,22492	200,3	0	0	1	0,0	0,0	600,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
T2030	L4V	43,24689	13,22784	209,5	0	0	1	0,0	0,0	250,0	0,00	0,00	0,00	4496,5	1111,1	891,0
T240	L5V	43,23709	13,18778	245,1	0	0	1	0,0	0,0	575,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	271,7	264,6
T250	L5V	43,23633	13,18945	242,9	0	0	1	0,0	0,0	165,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	271,7	264,6
T3030	L5V	43,23889	13,22095	205,4	0	0	2	0,0	0,0	220,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
T3040	L4R	43,22982	13,16597	230,8	0	0	1	0,0	0,0	3,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	262,9	256,1
T3050	L2V	43,23485	13,19070	236,6	0	0	1	0,0	0,0	100,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	271,7	264,6
T3060	L4V	43,25011	13,23196	194,6	0	0	1	0,0	0,0	200,0	0,00	0,00	0,00	4496,5	1111,1	891,0
T3070	L1R	43,25166	13,23206	196,0	0	0	1	0,0	0,0	100,0	0,00	0,00	0,00	4496,5	1111,1	891,0

T3090	L5V	43,23828	13,21535	210,6	0	0	1	0,0	0,0	80,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
T320	L5V	43,24009	13,21780	211,4	0	0	2	0,0	0,0	2387,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
T330	L5V	43,23903	13,21866	207,8	0	0	2	0,0	0,0	203,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
T360	L5V	43,23949	13,22015	206,6	0	0	1	0,0	0,0	325,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
T400	L4V	43,24012	13,22238	203,6	0	0	1	0,0	0,0	3,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
T4000	L2V	43,23387	13,21399	227,9	0	0	1	0,0	0,0	350,0	0,00	0,00	0,00	1669,8	1225,5	706,8
T4080	L1R	43,26230	13,24531	185,8	0	0	2	0,0	0,0	12,0	0,00	0,00	0,00	4496,5	929,4	770,2
T410	L4V	43,23895	13,22273	204,8	0	0	1	0,0	0,0	6,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
T4110	L1V	43,26553	13,27046	170,9	0	0	1	0,0	0,0	30,0	0,00	0,00	0,00	259,6	50,3	42,2
T420	L4V	43,24137	13,22115	210,1	0	0	2	0,0	0,0	20,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
T460	L4V	43,24931	13,23049	200,2	0	0	1	0,0	0,0	180,0	0,00	0,00	0,00	4496,5	1111,1	891,0
T5010	L4V	43,24748	13,22839	208,3	0	0	1	0,0	0,0	700,0	0,00	0,00	0,00	4496,5	1111,1	891,0
T5060	L4V	43,24700	13,22983	197,7	0	0	1	0,0	0,0	3,0	0,00	0,00	0,00	4496,5	1111,1	891,0
T5080	L4V	43,24695	13,23184	195,8	0	0	1	0,0	0,0	200,0	0,00	0,00	0,00	4496,5	1111,1	891,0
T6020	L4V	43,24127	13,22589	200,0	0	0	1	0,0	0,0	400,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
T6030	L5V	43,23881	13,22242	205,6	0	0	1	0,0	0,0	6,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0
T6060	L4V	43,25157	13,23201	195,4	0	0	1	0,0	0,0	3,0	0,00	0,00	0,00	4496,5	1111,1	891,0
T6080	L4V	43,24634	13,23040	196,9	0	0	1	0,0	0,0	3,0	0,00	0,00	0,00	4496,5	1111,1	891,0
T6090	L1R	43,24105	13,22287	204,4	0	0	1	0,0	0,0	6,0	0,00	0,00	0,00	4496,5	1111,1	891,0
T680	L2V	43,23018	13,18716	221,9	0	0	1	0,0	0,0	30,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	271,7	264,6
T7010	L2R	43,32084	13,15487	447,3	0	0	1	0,0	0,0	6,0	0,00	0,00	0,00	8,8	16,0	5,7
T7040	L2R	43,26949	13,18254	321,7	0	0	1	0,0	0,0	34,0	0,00	0,00	0,00	259,6	15,4	14,5
T7060	L1R	43,24004	13,21781	211,3	0	0	1	0,0	0,0	2000,0	0,00	0,00	0,00	4496,5	1111,1	891,0
T7090	L2V	43,23390	13,18595	235,0	0	0	1	0,0	0,0	150,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	271,7	264,6
T750	L4V	43,24096	13,22567	200,1	0	0	1	0,0	0,0	415,0	0,00	0,00	0,00	10000,0	10000,0	5000,0

Allegato B – Dettaglio delle linee MT

