

## Allegato A al piano di sviluppo. Piano della resilienza

### *ANALISI DELLE PRINCIPALI CRITICITÀ OCCORSE NEGLI ANNI (ART. 78.3 Lettera A del TIQE)*

La rete elettrica di EDYNA è principalmente costituita da rete rurale in zona di bassa concentrazione di utenza, con territorio prevalentemente montano con una altitudine media di 850 m sul livello del mare. Per tale conformazione orografica la rete di distribuzione di EDYNA è particolarmente affetta dal problema della caduta piante e della formazione di manicotti di neve e ghiaccio che colpiscono le linee aeree ad alta quota. Per questo il piano di resilienza di EDYNA si concentra sui due fattori di rischio “caduta piante” e “manicotti di ghiaccio e neve”

A dimostrazione di questa situazione si elencano alcuni degli eventi significativi occorsi negli ultimi anni:

#### Inizio agosto 2017:

Temporali di forte entità hanno causato numerosi guasti per caduta piante su tutto il territorio della provincia, in particolare nelle vallate orientali. Durenti gli eventi sono stati coinvolti 12000 utenti BT disalimentati per ore.

#### Fine ottobre inizio novembre 2017:

A causa delle forti nevicate si sono verificati numerosi guasti per caduta piante, soprattutto in Val d’Ultimo e Val Pusteria, con picchi di quasi 20000 utenti disalimentati per diverse ore.

#### Fine dicembre 2017:

Forti nevicate hanno coinvolto tutte le valli del territorio della provincia, con molti guasti per manicotti di ghiaccio o caduta piante. Oltre 4000 utenti sono rimasti disalimentati per molte ore.

#### Fine ottobre 2018:

Rispetto alle previsioni contenute nella Sezione Resilienza del Piano di sviluppo delle infrastrutture di Edyna presentato a giugno 2018, nel corso dell’anno 2018 e in particolare nelle giornate del 29 e 30 ottobre 2018 si sono verificati sul territorio servito da EDYNA degli eventi meteorologici senza precedenti, caratterizzati da venti eccezionalmente forti, che in quota hanno raggiunto e in qualche caso superato i 140 km/h e da precipitazioni con valori di diverse centinaia di mm in poche ore. Responsabile di tali eventi meteo è stato un ciclone atlantico che ha creato i cosiddetti “downslopedwinds” e “downburst”, fortissime raffiche di vento discendente, colpendo pesantemente le zone della val d’EGA e della val d’Ultimo, nel caso della val d’EGA è risultata particolarmente colpita è stata l’area del lago di Carezza. La rete elettrica di Edyna è stata pesantemente colpita da tale evento, basti pensare che il 29/10/2018 vi è stato un picco di quasi 24000 utenti disalimentati contemporaneamente.

In tale evento, seppure eccezionale, sono stati registrati, innumerevoli guasti sulla rete MT e BT, con cedimenti strutturali delle reti dovuti al fenomeno della caduta piante. L’esperienza degli eventi di ottobre 2018 insieme agli eventi del fine anno 2017 ha costretto Edyna al ripensamento di alcuni interventi programmati. Per quanto sopra il presente piano è da considerare quale completa riformulazione del precedente.

A titolo esemplificativo siamo a riportare alcune immagine della devastazione provocata dagli ultimi eventi metereologici accaduti sulla rete di media tensione di Edyna

Guasti del 28 ottobre 2018 – tempesta “VAIA”

28 ottobre – val d’EGA



*Figura: 1 28 ottobre – val d’EGA*

28 ottobre – Linea Pampeago



*Figura 2: 28 ottobre – Linea Pampeago*



*Figura 3: 28 ottobre – Linea Pampeago*

28 ottobre – Val d’Ultimo linea Pracomune



*Figura 4: 28 ottobre – Val d’Ultimo linea Pracomune*



*Figura 5: 28 ottobre – Val d’Ultimo linea Pracomune*

28 ottobre – Linea Val d’EGA

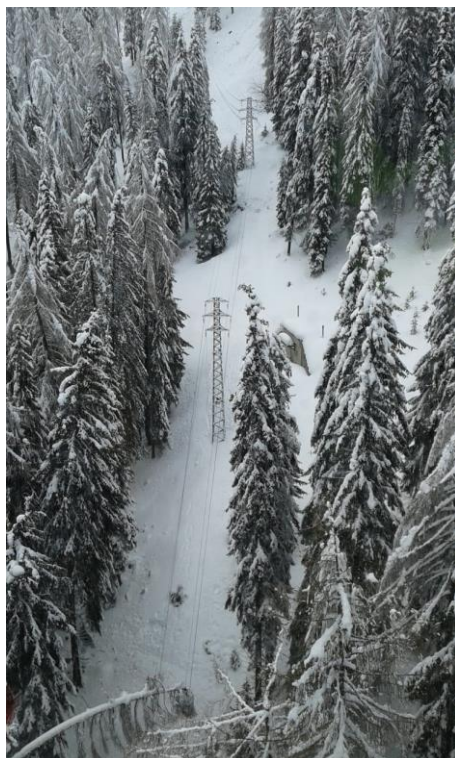


*Figura 6:28 ottobre – Linea Val d’EGA*

Inoltre, nei mesi precedenti si sono verificati casi di periodi di condizioni perturbate dovute a manicotti di ghiaccio e contemporanea caduta di piante. Di seguito riportiamo alcune immagini delle zone colpite.



*Figura 7: nevicata intensa*



*Figura 8: nevicata intense*



*Figura 9: nevicata intense*

## **DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA ADOTTATA PER LA VALUTAZIONE DELL'INDICE DI RESILIENZA – (ART. 78.3 lettera B del TIQE)**

Per il calcolo degli Indici di Resilienza (IRE) sulla propria rete di media tensione EDYNA si è avvalsa della collaborazione del Politecnico di Milano (POLIMI), sia per il fattore di rischio “manicotti di ghiaccio” che per la “caduta piante”.

Per tale fine Il POLIMI ha sviluppato uno strumento di calcolo probabilistico per la valutazione dell'indice di rischio (IRI) di disalimentazione degli utenti correlato al fenomeno di formazione dei manicotti di ghiaccio/neve e caduta piante sulle linee MT.

Ai sensi della scheda 8 allegata al TIQE (del. ARERA 668/2018/R/eel) si hanno le seguenti definizioni:

IRI =  $NUD/TR$  (NUD = numero utenti bt disalimentati; TR = tempo di ritorno dell'evento).

IRE =  $1/IRI$ .

Il tempo di ritorno è valutato considerando chiusi gli interruttori e gli organi di manovra di tutte le vie di possibile controalimentazione e assumendo la piena disponibilità delle CP.

Per l'applicazione della metodologia di calcolo sono previsti i seguenti passaggi:

1. Costruzione del modello topologico (Matlab) della rete MT.
2. Caratterizzazione affidabilistica delle linee.
3. Individuazione dei percorsi di alimentazione delle CS.
4. Valutazione del tempo di ritorno dell'evento interruttivo della singola CS.
5. Calcolo degli indicatori di resilienza per singola CS e per intervento (linea MT).

I punti dal 2 al 4 sono step di calcolo iterati per i fattori critici manicotto di ghiaccio/neve e caduta piante.

Come input per il modello sono stati forniti i seguenti dati:

- Dati per singola tratta di linea MT
  - nodo di partenza
  - nodo di arrivo
  - lunghezza
  - tipologia e modalità di posa (conduttore nudo, cavo interrato/aereo)
  - sezione e materiale conduttore
  - estensione tratta in area boschiva
- Dati per singolo nodo MT
  - identificativo univoco
  - numero utenti MT/BT sottesi
  - potenza complessiva utenti
  - coordinate geografiche
  - altitudine
- Schede tecniche conduttori
  - carico di rottura
  - modulo di elasticità
  - peso unitario
  - coefficiente di dilatazione
  - tiro nella condizione di posa iniziale
- Localizzazione cabine AT/MT
  - identificativo univoco sbarre MT
  - coordinate geografiche

- altitudine

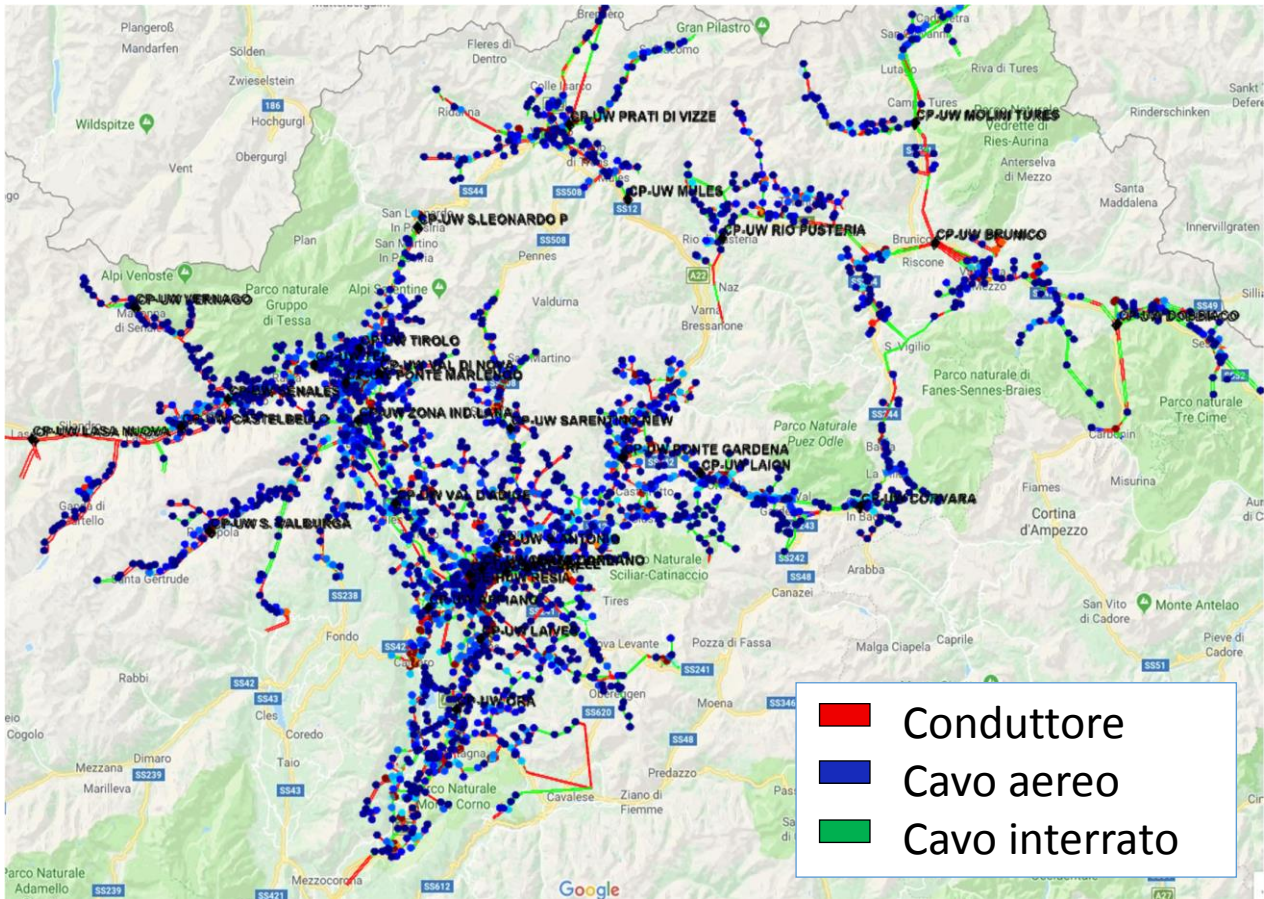


Figura 10: Esempio di costruzione del modello per il calcolo dell'IRI

Per stimare l'incidenza dei fattori di rischio (manicotto di ghiaccio & caduta piante) il modello richiede l'altitudine s.l.m. di ogni nodo/linea MT.

**Caratterizzazione delle linee per fattore di rischio manicotto di ghiaccio/neve**

L'incidenza del fenomeno su una data linea è definita secondo la metodologia (convenzionale) della norma EN 50341-2-13.

→ Spessore di accrescimento del manicotto di ghiaccio/neve «critico» ( $S_k$ ) con  $T_R = 50$  anni

Per il Nord Italia la norma definisce i seguenti parametri:

Ice density $\rho_i = 900 \text{ kg/m}^3$	Snow density $\rho_s = 500 \text{ kg/m}^3$
$S_k = 0 \text{ mm}$ for $a_s \leq 600 \text{ m}$	$S_k = 24 \text{ mm}$ for $a_s \leq 600 \text{ m}$
$S_k = 18 + 16 (a_s - 600)/1000 \text{ mm}$ for $a_s > 600 \text{ m}$	$S_k = 24 + 20 (a_s - 600)/1000 \text{ mm}$ for $a_s > 600 \text{ m}$ .

La velocità del vento è pure calcolata secondo la metodologia indicata dalla norma EN 50341-2-13:



$$v_b = v_{b,0} \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

Dove  $v_b$  è il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su terreno di cat. di esposizione II, mediata su 10 min e  $T_R = 50$  anni.

Il valore assunto dagli altri parametri è riassunto nelle tabelle seguenti:

Tabella 3.3.1 - Valori dei parametri  $v_{b,0}$ ,  $a_0$ ,  $k_a$

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_a$ [1/s]
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,010
2	Emilia Romagna	25	750	0,015
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,020
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,020
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,015
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,020
7	Liguria	28	1000	0,015
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,010
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,020

ZONE 1,2,3,4,5					
A	--	IV	IV	V	V
B	--	III	III	IV	IV
C	--	*	III	III	IV
D	I	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					

Tabella 1: Valori dei parametri per il calcolo della velocità del vento

Attraverso questi calcoli è quindi stata ricavata la pressione del vento sul conduttore, in funzione dell'esposizione della linea.

Per ciascuna tratta, in accordo all'equazione del cambiamento di stato della catenaria e alle caratteristiche meccaniche del conduttore, è ricavato il tiro corrispondente all'evento «critico» ( $T_R = 50$  anni).

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

$T_m'$  = 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/mm<sup>2</sup>)  
 $S$  = sezione del conduttore (mm<sup>2</sup>)  
 $a$  = lunghezza della campata (m)  
 $\alpha$  = coefficiente di dilatazione termica lineare (1/°C)  
 $\theta'$  = temperatura nella condizione finale (°C)  
 $\theta$  = temperatura nella condizione iniziale (°C)

Sulla base del tiro «critico» e del carico di rottura del conduttore (distribuzione di Gumbel) è infine determinato il tempo di ritorno dell'evento di rottura.

Una volta stabilita la teoria alla base dei calcoli, questa è stata applicata alla rete elettrica di EDYNA. Per questa analisi topologica siamo partiti dall'ipotesi che il fenomeno meteorologico (nevicata/gelicidio) interessa l'intero sistema elettrico MT in analisi. Quindi tutte le tratte di linea con carico di rottura inferiore al carico «critico» sono assunte ugualmente soggette al fenomeno.

- A. Per ogni percorso di alimentazione da una Cabina Primaria (o punto di alimentazione da un DSO adiacente), la tratta critica è quella con  $T_R$  dell'evento di rottura minore.
- B. L'alimentazione della Cabina Secondaria dipende dall'affidabilità del percorso con  $T_R$  superiore.

Il tempo di ritorno di questo percorso è il  $T_R$  della Cabina Secondaria ( $T_{RCS \text{ manicotti}}$ ).



**Caratterizzazione delle linee per fattore di rischio caduta piante**

Il rischio di guasto per caduta piante sulle linee elettriche aeree è definito in accordo ai dati storici raccolti da SET Distribuzione (ritenuti rappresentativi anche per il territorio di Bolzano).

Ciascuna linea aerea MT è caratterizzata da un tempo di ritorno  $T_R$  che è funzione di:

- la fascia altimetrica di posa ( $T_R$  chilometrico:  $T_{R,km}$ );
- la percorrenza della tratta in area boschiva ( $L_{ab}$ ).  $T_R = T_{R,km} / L_{ab}$

Fascia altimetrica	Tempo di ritorno chilometrico [anni]	
	Condizioni di emergenza	Condizioni ordinarie
Fascia F1 h < 350 m	91,43	38,55
Fascia F2 350 ≤ h < 650 m	91,43	26,75
Fascia F3 650 ≤ h < 1300 m	12,03	15,49
Fascia F4 h ≥ 1300 m	44,80	6,79

Tabella 2: dati raccolti da SET per il rischio caduta piante

Questa teoria è stata applicata alla topologia della rete elettrica di EDYNA con le seguenti modalità:

- A. Per ogni percorso di alimentazione verso una Cabina Primaria (o punto di alimentazione da un DSO adiacente), il tempo di ritorno del percorso  $T_{R\text{percorso CS}}$  è calcolato come:

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

- B. Si assume che l'alimentazione della Cabina Secondaria è dipendente dall'affidabilità del percorso con  $T_{R\text{percorso CS}}$  superiore.

Il tempo di ritorno di questo percorso è il  $T_R$  della Cabina Secondaria ( $T_{RCS\text{piante}}$ ).

**Indicatori di resilienza: tempo di ritorno**

Poiché i fattori di rischio “manicotto di ghiaccio/neve” e “caduta piante” vanno a colpire i medesimi impianti, ovvero linee aeree, e gli interventi per l'aumento della resilienza della rete, principalmente interrimento dei tratti di linea maggiormente esposti a questi fenomeni, hanno effetti positivi nei confronti di entrambi i fattori, i  $T_R$  calcolati per i manicotti di ghiaccio e per la caduta piante sono stati combinati insieme con le seguenti modalità:

- Il tempo di ritorno della cabina secondaria è calcolato come combinazione dei  $T_R$  dei singoli fattori di rischio (reciproco della somma dei tassi di interruzione):

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

- Il tempo di ritorno dell'intervento è calcolato come reciproco della sommatoria degli IRI delle cabine secondarie coinvolte moltiplicato per il numero totale di utenti BT ( $N_{UDTOT}$ ):

$$T_R = \frac{N_{UDTOT}}{\sum_{n=1}^N \frac{N_{UDCS,n}}{T_{RCS,n}}}$$

## **DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI SVILUPPO E POTENZIAMENTO DELLA RETE – (ART. 78.3 lettera C del TIQE)**

### **Descrizione interventi**

Gli interventi previsti nel piano della resilienza vanno a sanare le linee maggiormente colpite dagli eventi meteorologici di elevata intensità verificatisi negli ultimi anni, come descritti nel capitolo 1 "ANALISI DELLE PRINCIPALI CRITICITA' OCCORSE NEGLI ANNI", in particolare dalla tempesta Vaia di fine ottobre 2018.

Le zone interessate sono quelle della Val d'Ultimo (linee MT S.Pancrazio e Fontanabianca) e le zone dolomitiche orientali al confine con la provincia di Trento (Linee Pampeago, Val d'Ega, Nova Ponente, Campolongo e S.Lugano).

Gli interventi principali consistono nell'interramento di diverse linee aeree e la costruzione di alcune trasversali per favorire la controalimentazione. Nella ricostruzione della linea Pampeago è previsto il completo interrimento della linea nonostante sia una linea aerea 60kV declassata, in quanto gli ultimi eventi eccezionali tendono a ripresentarsi con una frequenza elevata e la linea anche se più robusta di una normale linea a 20 kV continua a subire danni dalla caduta piante. Questo collegamento è un importante feeder per l'alimentazione delle utenze nelle località di Carezza e Nova Levante.

Alcuni di questi interventi inseriti nel presente piano sono iniziati già nel 2018.

Il dettaglio degli interventi è riportato nell'allegato 1 al termine della presente sezione sulla resilienza

### **Coordinamento con altri distributori**

Per quanto riguarda il coordinamento con gli altri distributori, previsto dal TIQE, si sono alcuni incontri con il distributore SET Distribuzione in merito alla linea MT denominata "Val d'Ega". Per far fronte alla crescente richiesta di potenza da parte degli utenti, Edyna ha richiesto un aumento della potenza disponibile pari a 2 MW nel punto di scambio ubicato sulla linea MT in argomento presso il passo Costalunga.

In ottica resilienza, per il calcolo dei benefici connessi alla ricostruzione della linea MT “Pampeago” – collegamento con la linea Val d’EGA, si è considerato il punto di scambio con il distributore Azienda di Nova Levante come utente MT e, con riferimento ai benefici B1 e B3 per la determinazione dei minori costi per la riduzione delle interruzioni legate alla scarsa resilienza delle linee elettriche, si è utilizzato il valore di 54 €/kWh non fornito.

### ***RISULTATI ATTESTI A SEGUITO DEGLI INTERVENTI PROPOSTI – (ART. 78.3 lettera D del TIQE)***

I benefici attesi sono calcolati secondo le modalità descritte nella scheda n. 7 allegata al TIQE (del. ARERA 31/2018/R/EEL).

I benefici considerati sono suddivisi nelle seguenti categorie:

B1) minori costi per la riduzione dell’energia non fornita associata alla disalimentazione degli utenti durante le emergenze, ottenibili grazie all’intervento proposto. Qui si sono considerati gli effetti sia della caduta piante che dei manicotti di ghiaccio e neve. Per il calcolo di questo beneficio i punti di connessione con gli altri distributori sono stati equiparati ad utenti MT.

B2) riduzione dei costi per riparazione dei guasti in emergenza. Qui si sono considerati i soli costi degli interventi di riparazione delle linee aeree danneggiate;

B3) minori costi per la riduzione dell’energia non fornita associata alla disalimentazione degli utenti in occasione dei guasti ordinari. Poiché il manicotto di ghiaccio è una situazione che si verifica solo in casi di emergenza, per il calcolo di questo beneficio si sono considerati solo gli effetti delle cadute piante in condizioni ordinarie.

B4) riduzione dei costi per la riparazione dei guasti ordinari, ottenibili grazie all’intervento proposto. Come sopra si considerano solo gli effetti per le cadute piante

B5) minori oneri per attività di manutenzione. Si sono considerati solo i minori costi ottenuti per la diminuzione dell’attività di taglio piante

Gli incrementi proposti come attività per la resilienza ammontano ad un investimento totale di 3.787.710 € da cui si attendono dei benefici nell’arco di 25 anni pari a 5.015.677 €



**Allegato 1: tabella riassuntiva degli interventi previsti nel piano di resilienza**

Codice Univoco	Codice linea/e di distribuzione	Principale fattore critico di rischio	Tipologia Intervento prevalente	Km Intervento		N° clienti beneficiari			Indice di Rischio (IRI)		Costi					Semestre previsto inizio	Semestre previsto fine
				MT	BT	BT domestici	BT non domestici	MT	pre intervento	post intervento	Consuntivo 2018 [€]	Previsto 2019 [€]	Previsto 2020 [€]	Previsto 2021 [€]	Totale [€]		
EDYNA_001	LG1047626 S.Pancrazio	Manic. ghiaccio o neve e vento, caduta piante	Sost. cond. nudi con Cavo interrato	17,200	2,350	977	381	7	224,3	184,5	224 710,45	700 000,00	165 000,00	0,00	1 089 710,45	1_2018	2_2020
EDYNA_002	LG1047627 Fontanabianca	Manic. ghiaccio o neve e vento, caduta piante	Trasversale in cavo	5,100	0,000	341	183	7	68,5	66,2	0,00	100 000,00	570 000,00	0,00	670 000,00	1_2019	2_2020
EDYNA_003	LG1001126 Val d'Ega	Manic. ghiaccio o neve e vento, caduta piante	Sost. cond. nudi con Cavo interrato	2,430	0,980	201	111	3	28,2	27,5	0,00	310 000,00	50 000,00	0,00	360 000,00	1_2019	2_2020
EDYNA_004	LG1056625 Pampeago	Manic. ghiaccio o neve e vento, caduta piante	Sost. cond. nudi con Cavo interrato	4,920	0,000	65	22	2	8,11	2,6	86 000,00	20 000,00	205 000,00	550 000,00	861 000,00	2_2018	2_2021
EDYNA_005	LG1012001 Nova Ponente	Manic. ghiaccio o neve e vento, caduta piante	Sost. cond. nudi con Cavo interrato	2,180	0,750	4	3	0	1,70	0,54	30 000,00	45 000,00	75 000,00	0,00	150 000,00	1_2018	2_2020
EDYNA_006	LG1001411 S. Lugano	Manic. ghiaccio o neve e vento, caduta piante	Sost. cond. nudi con Cavo interrato	4,000	1,430	97	42	0	22,1	11,0	0,00	45 000,00	260 000,00	160 000,00	465 000,00	1_2019	2_2021
EDYNA_007	LG1005496 Campolongo	Manic. ghiaccio o neve e vento, caduta piante	Sost. cond. nudi con Cavo interrato	2,060	0,000	2	4	5	0,87	0,58	0,00	42 000,00	150 000,00	0,00	192 000,00	1_2019	2_2020