

# Disattivazione di linee aeree a 380-220-150-132-70-60-50 kV in occasione di incendi boschivi o di situazioni di pericolo in vicinanza

Incontro con i Vigili del Fuoco Volontari della Provincia Autonoma di Trento

Adriano Fedrizzi – Terna SpA  
Luciano Minto – Terna SpA

Borgo Valsugana (TN), 20 Ottobre 2017



## Agenda

**TERNA: presentazione e organizzazione territoriale**

**Gli impianti elettrici in Alta Tensione nel Trentino Alto Adige**

**Il rischio elettrico in prossimità di impianti in alta tensione**

**Cosa fare in caso di ...**

**Scenari critici**



# TERNA: presentazione e organizzazione territoriale

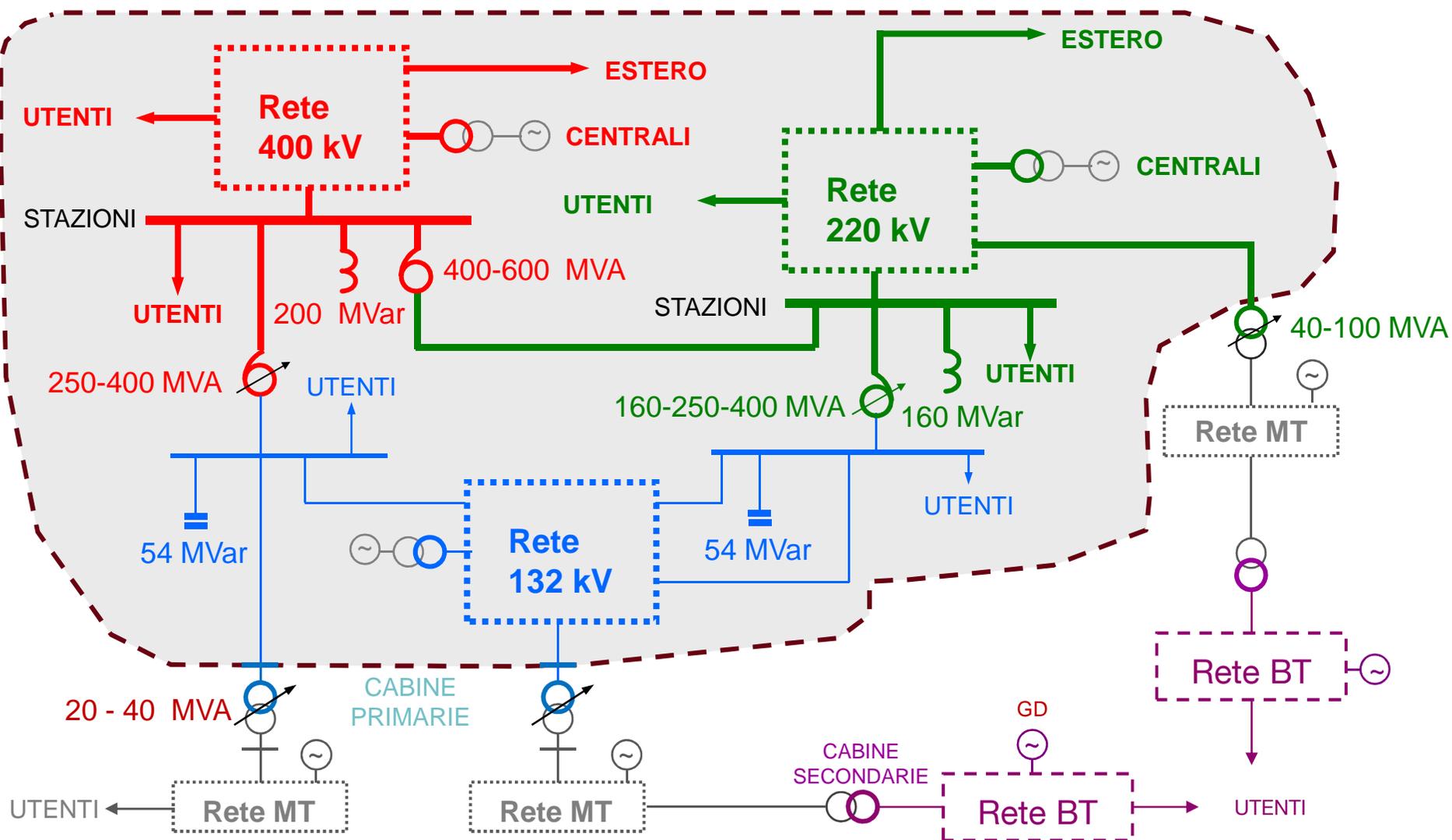


## TERNA: chi siamo

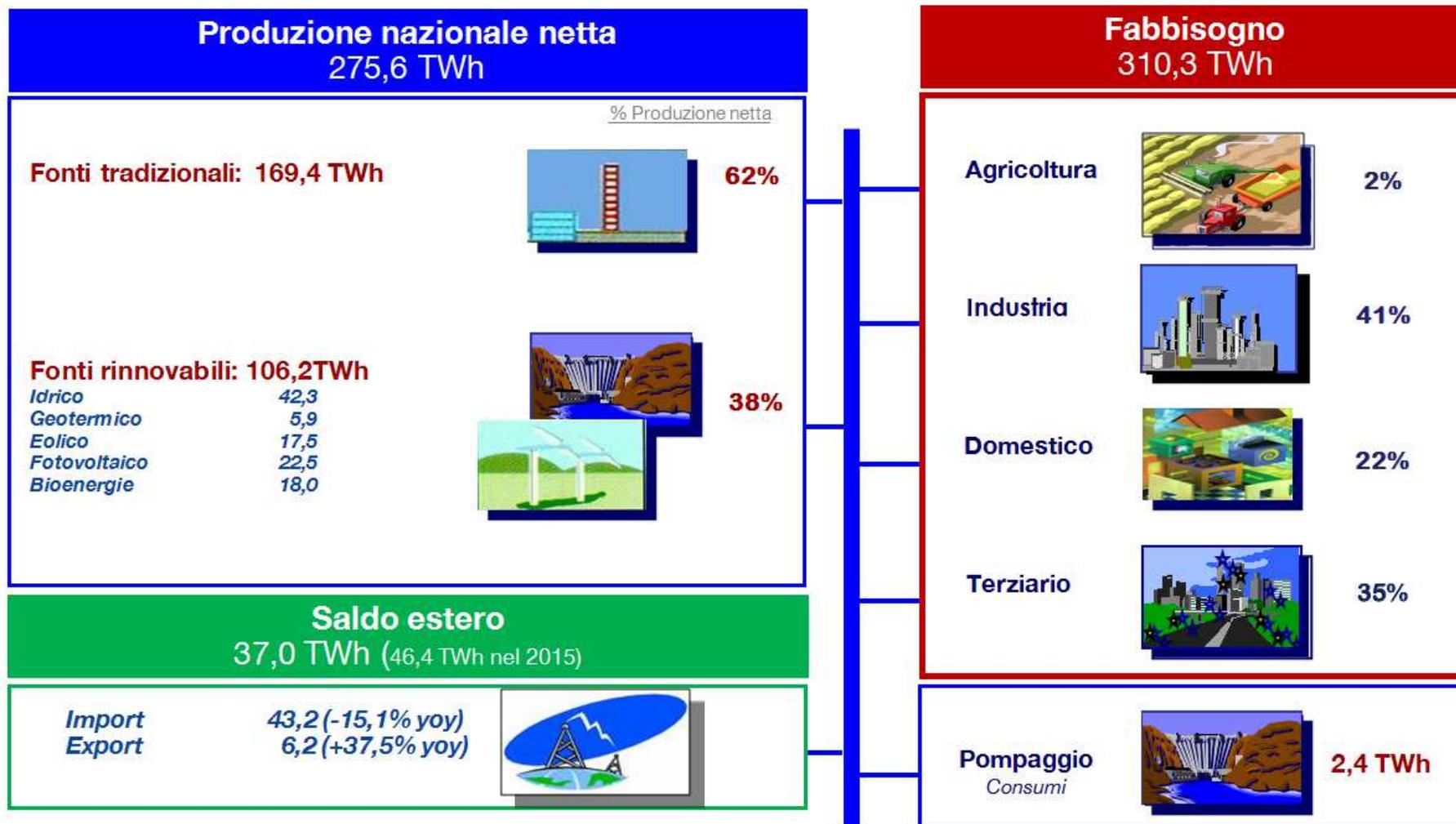
- **Terna** è oggi il **Gestore Unico e proprietario della Rete di Trasmissione Nazionale in Alta Tensione (RTN) italiana**.
- È titolare di una concessione governativa in regime di monopolio regolato.
- **Primo Gestore di Rete indipendente in Europa** con **72.800** km di linee gestite.
- Gestisce la **trasmissione** dell'energia elettrica sul territorio italiano e **i flussi elettrici** 365 giorni l'anno, 24 ore su 24.



# La struttura della Rete di Trasmissione Nazionale RTN



# TERNA: gestore unico e proprietario della RTN e gestore del sistema elettrico nazionale





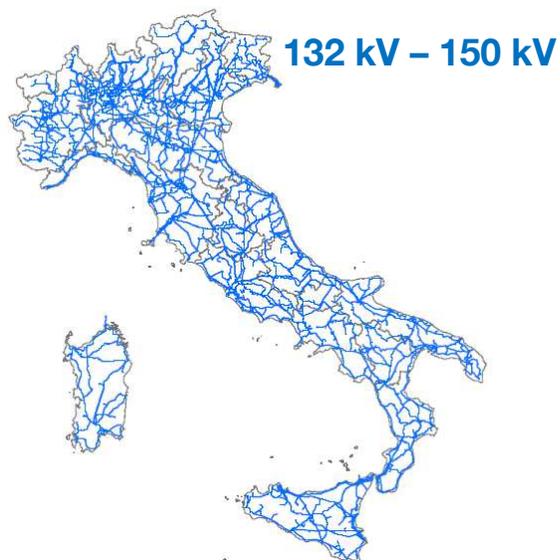


## TERNA: cosa facciamo

### Gestione e sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale

- Nel rispetto del territorio e delle comunità, Terna **sviluppa e potenzia la RTN** adeguandola costantemente ai più avanzati standard tecnologici.
- Istante per istante, 24 ore al giorno, 365 giorni l'anno, Terna assicura **l'equilibrio dei flussi elettrici** all'interno della RTN.
- Terna garantisce la **sicurezza della RTN** attraverso standard operativi d'eccellenza e modelli innovativi nella gestione integrata dei rischi.
- A ulteriore protezione della Rete, Terna ha stipulato **protocolli istituzionali** con Ministero dell'Interno (sicurezza fisica e informatica), Guardia di Finanza (trasparenza nella gestione degli appalti) e Vigili del fuoco (pronto intervento in casi di criticità).
- Il business è gestito con un **approccio sostenibile** che riguarda tutte le attività aziendali. Lo sviluppo della rete comporta, in particolare, un'intensa attività di **concertazione** con gli Enti locali per individuare soluzioni che riducano gli impatti visivi e ambientali di linee e stazioni.

# TERNA: i nostri asset



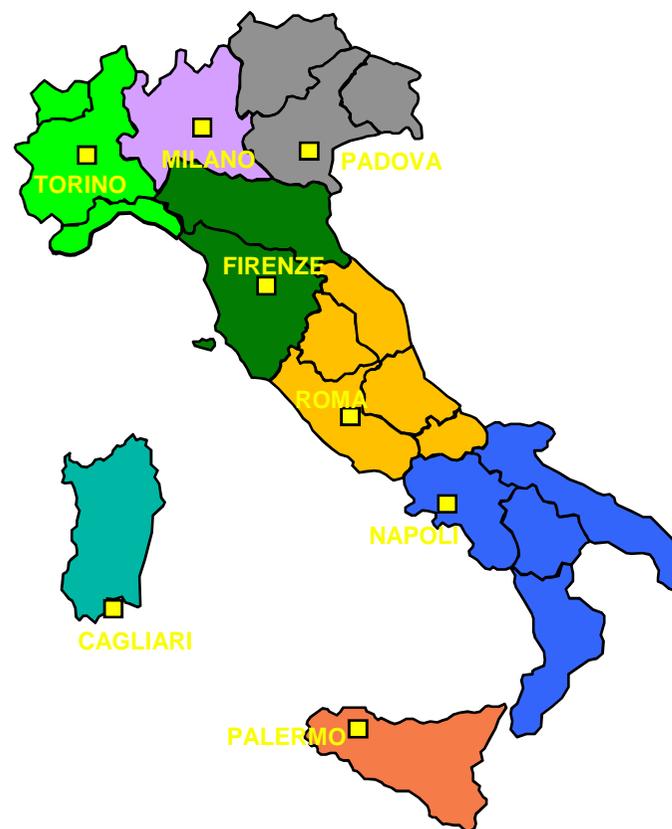
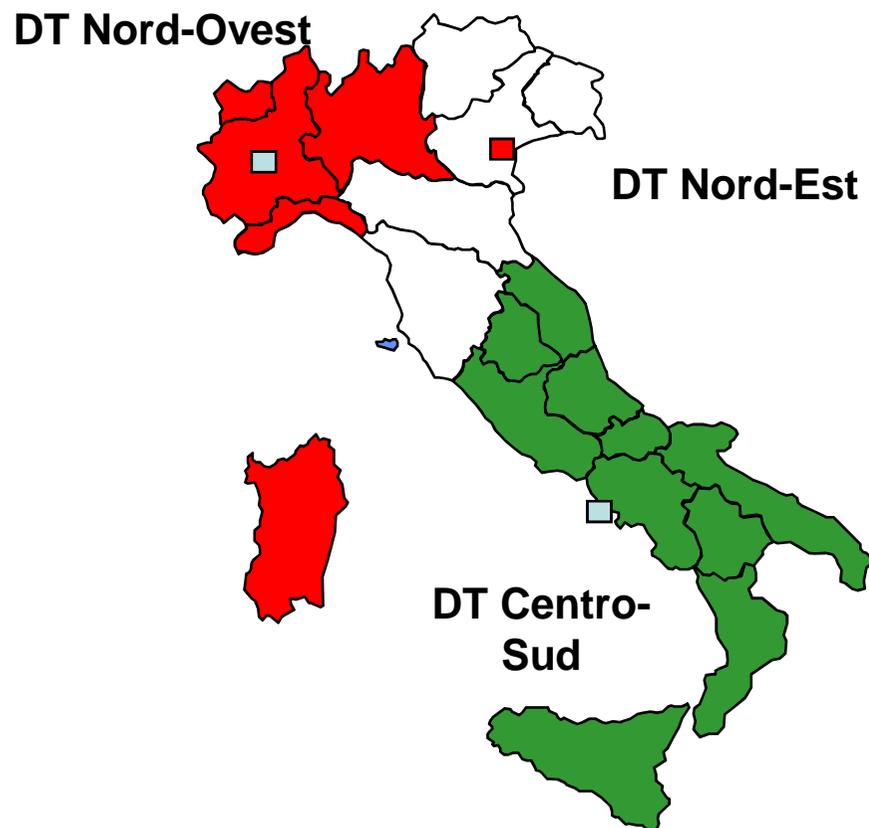
- **72.800 km di linee elettriche** in Alta e Altissima Tensione (123/150 kV, 220 kV, 380 kV)
- **855 stazioni** di trasformazione e smistamento
- **708 trasformatori**
- **25 linee di interconnessione** con l'estero
- **1 Centro Nazionale di Controllo, 3 Centri di Controllo e Teleconduzione Territoriali**



# Organizzazione Territoriale di Terna

3 Direzioni di Trasmissione territoriali  
3 Aree di Dispacciamento territoriale  
3 Centri di Controllo e Conduzione

8 Aree Operative Trasmissione





# Gli impianti elettrici in Alta Tensione nel Trentino Alto Adige



---

## Le società che gestiscono la rete di Alta Tensione in TAA



**Terna**



**Terna  
Rete Italia**  
T E R N A G R O U P

Concessionaria: titolarità rete AAT-AT e  
dispacciamento

**DSC/GSE/CNC** Controlla i flussi di potenza nella rete  
primaria (380 kV e Interconnessione)

**CCT** Controlla i flussi di potenza nella rete secondaria  
esegue le manovre di configurazione della rete AAT e  
AT (in seguito CR e CTI accordi precedenti 01/07/2016)

**AOT/UI** esegue l'esercizio e la manutenzione e pronto  
Intervento della rete AT di sua proprietà



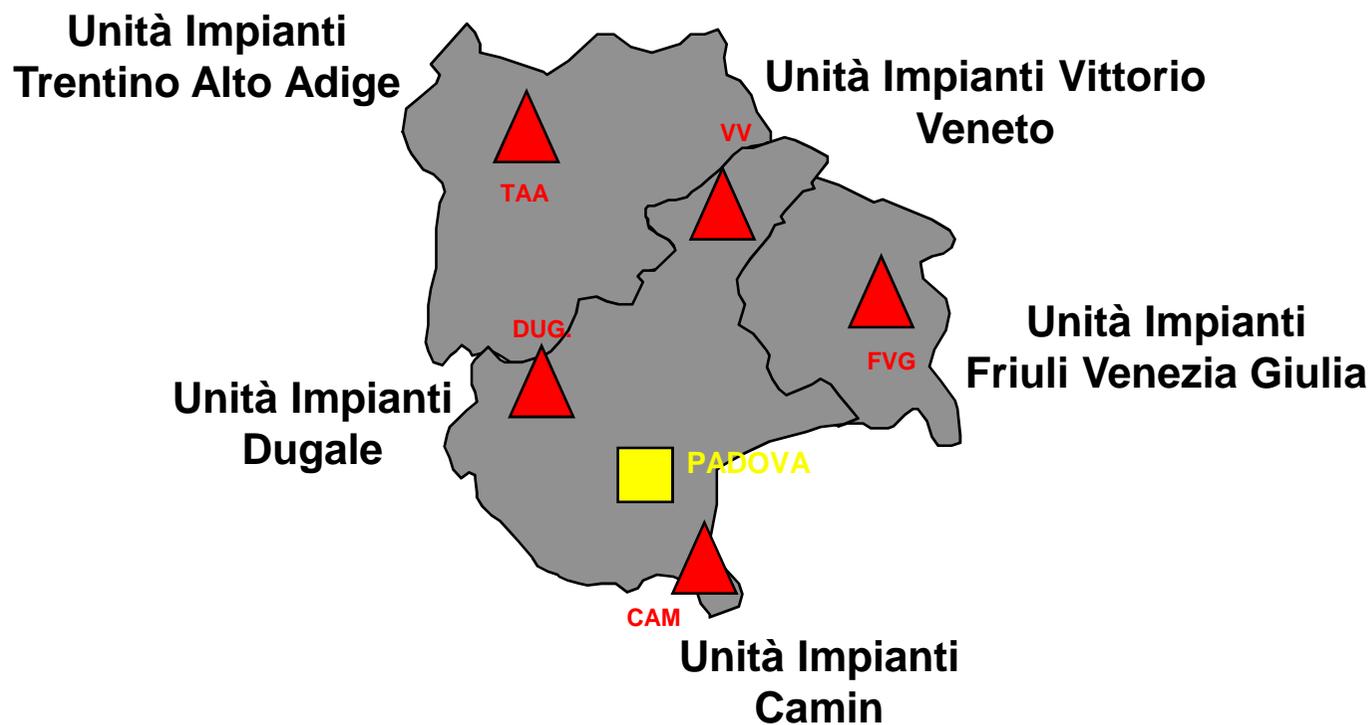
**RFI**  
RETE FERROVIARIA ITALIANA  
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

RFI ha ceduto a Terna la rete 132 kV di cui era proprietaria;  
ne mantiene transitoriamente la conduzione per conto  
Terna attraverso i propri centri DOTE



## Organizzazione territoriale di TERNA in Trentino Alto Adige

### Area Operativa Trasmissione di Padova e sue Unità Impianti



# Terna Rete Italia - DTNE - AOT PD- UI TAA Trento (TN)

Attività - Impianti





## Tensioni di esercizio di un impianto di Alta Tensione (AT)

La rete di alta ed altissima tensione è costituita da impianti eserciti alle tensioni di :

**380.000 volt = 380 kV (non presenti in TAA)**

**220.000 volt = 220 kV**

**132.000 volt = 132 kV**

**60.000 volt = 60 kV**



## Consistenza della Rete AT Trentino Alto Adige

### Elettrodotti

380 kV	0 km	
220 kV	1080 km	
132 kV	1243 km	
60 kV		172 km

### Stazioni di trasformazione

380 kV	0
220 kV	18
132 kV	21

\*FONTE: CONSISTENZA IMPIANTI TERNA + TERNA RETE ITALIA +TERNA PLUS + RETE al 31-12-2016



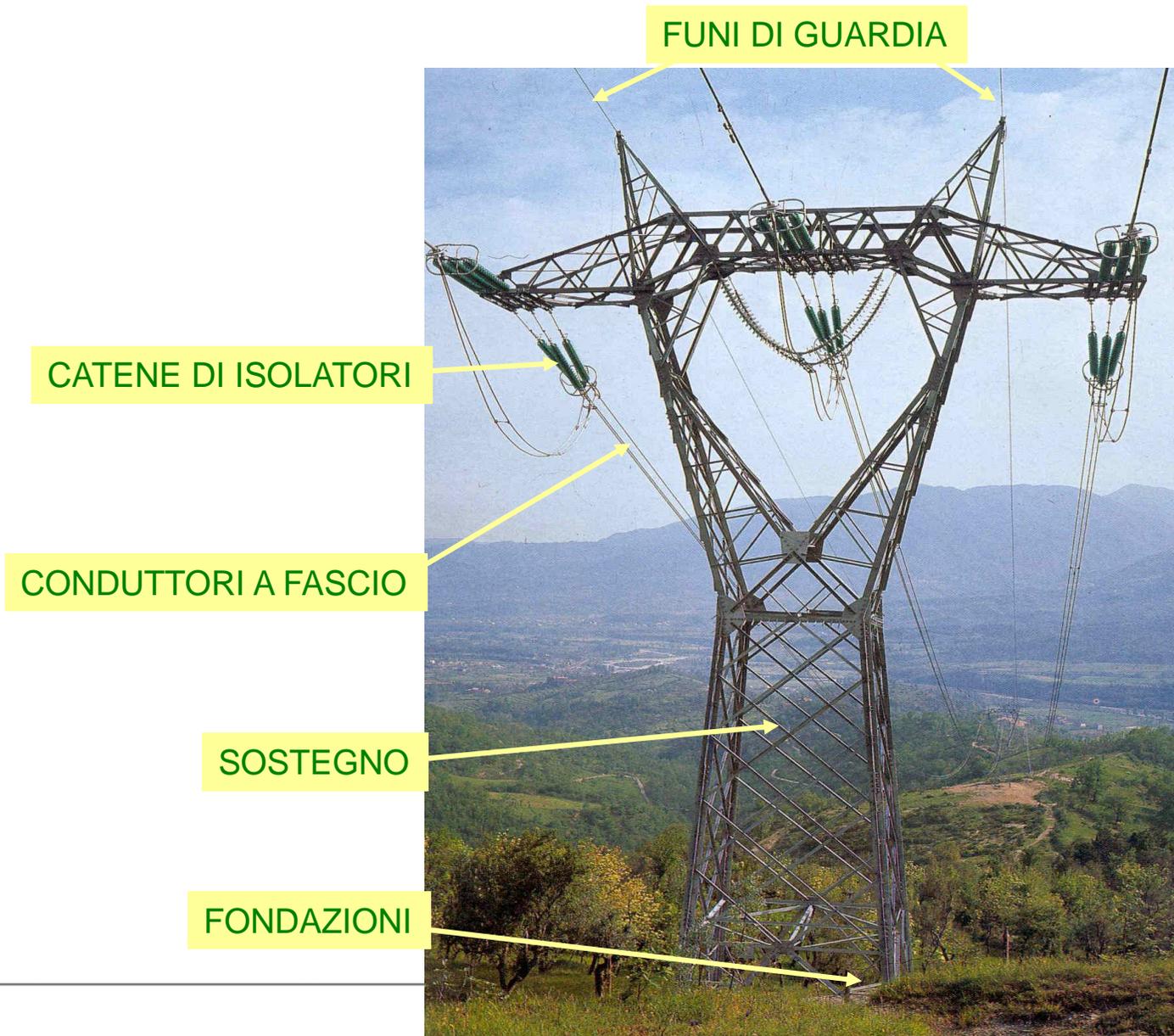
## In sintesi

- ✓ La rete di alta tensione presente in Trentino Alto Adige è costituita da impianti 220, 132 e 60 kV
- ✓ E' possibile identificare il livello di tensione contando il numero di isolatori di una catena (di seguito alcuni esempi)
- ✓ **Per identificare un elettrodotto è necessario rilevare:**
  - **il numero di codice elettrodotto**
  - **il numero di sostegno**

Queste informazioni sono riportate sui sostegni

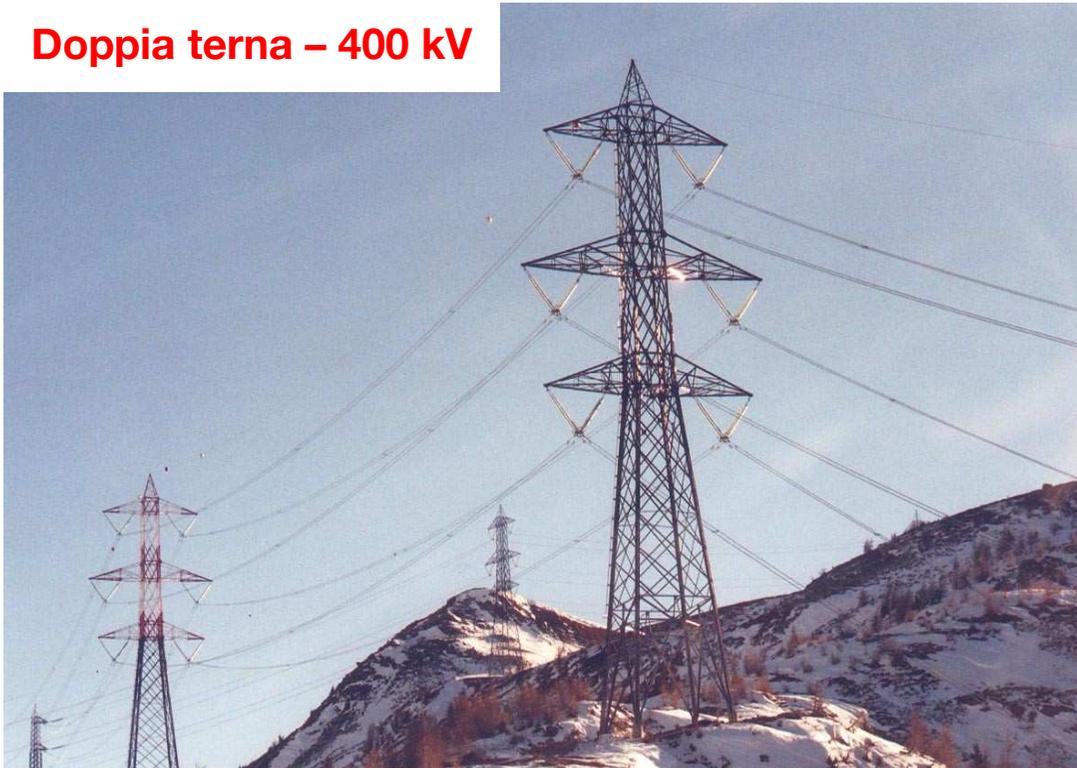
- ✓ Particolare è il caso delle linee ex-RFI, oggi in carico a TERNA - Rete s.r.l.
- ✓ I tralicci hanno tipicamente una forma particolare secondo il livello di tensione della linea e la società che li ha costruiti

# Identificazione del livello di tensione

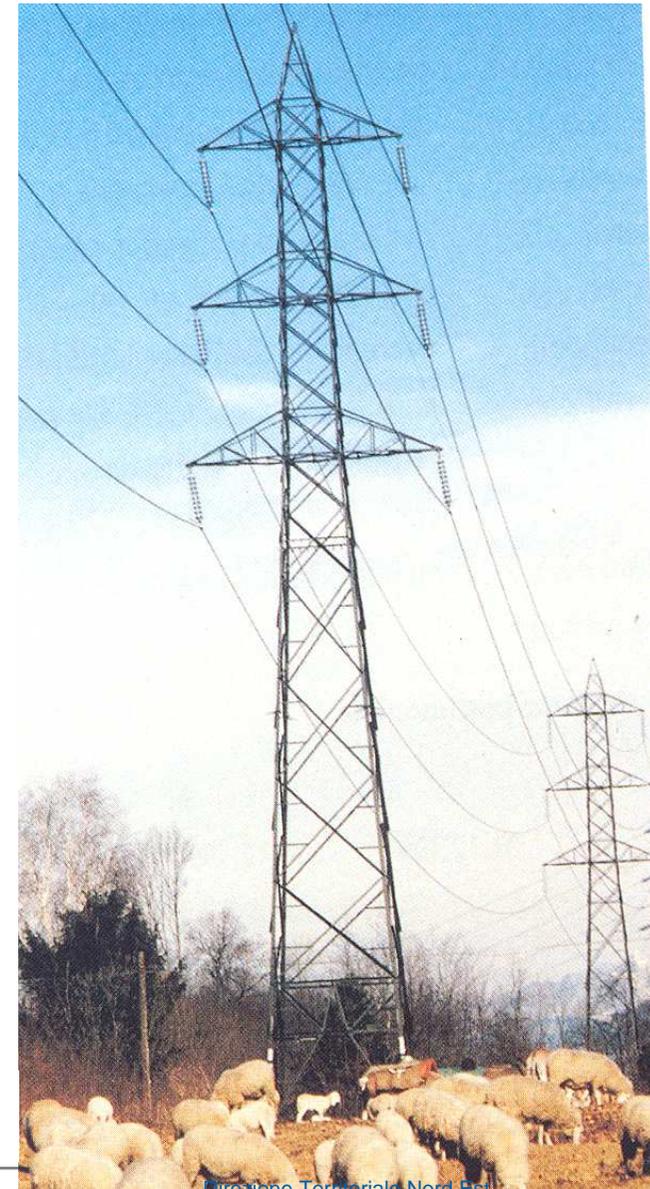


# Identificazione del livello di tensione

**Doppia terna – 400 kV**



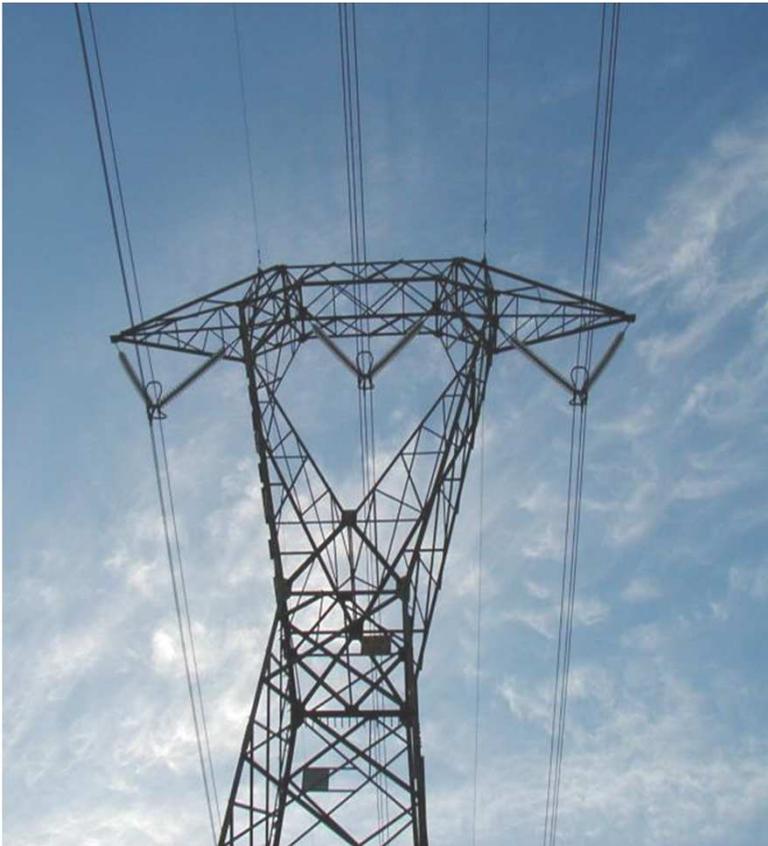
**Doppia terna – 132 kV**



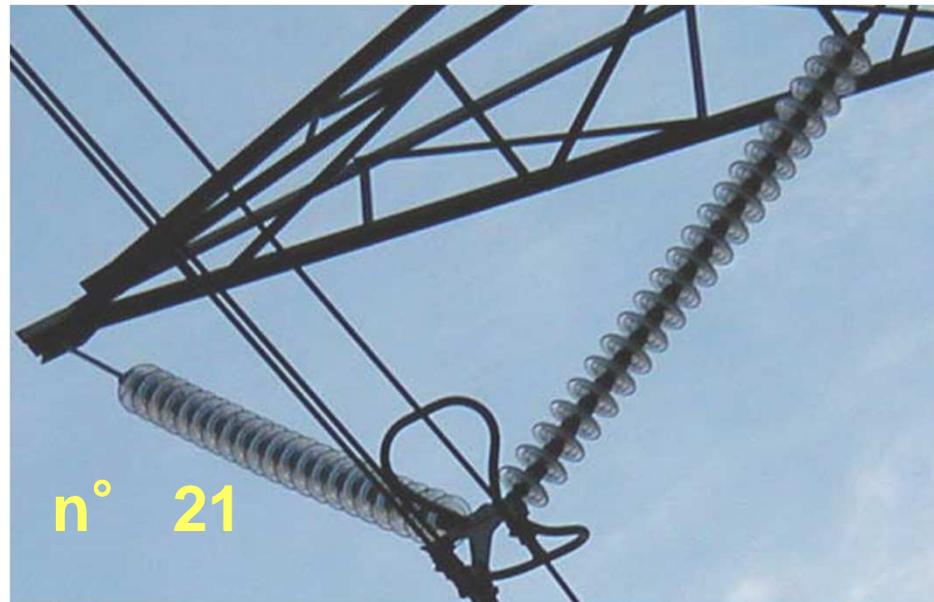


## Identificazione del livello di tensione

Il livello di tensione di una linea è identificabile dal numero di isolatori dell'armamento -> Linee 380 kV



Se gli isolatori sono 21 disposti a V o L siamo in presenza di una linea a 380 kV



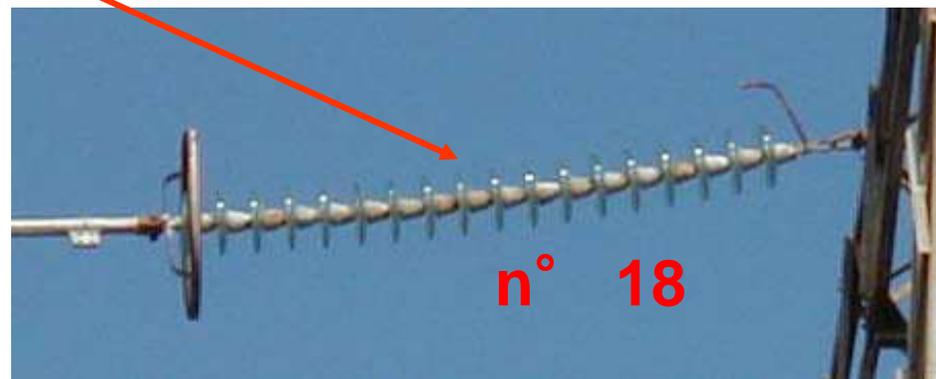


## Identificazione del livello di tensione

Il livello di tensione di una linea è identificabile dal numero di isolatori dell'armamento -> Linee 220 kV



Se il numero di isolatori è compreso tra 14 e 18 siamo in presenza di una linea a 220 kV





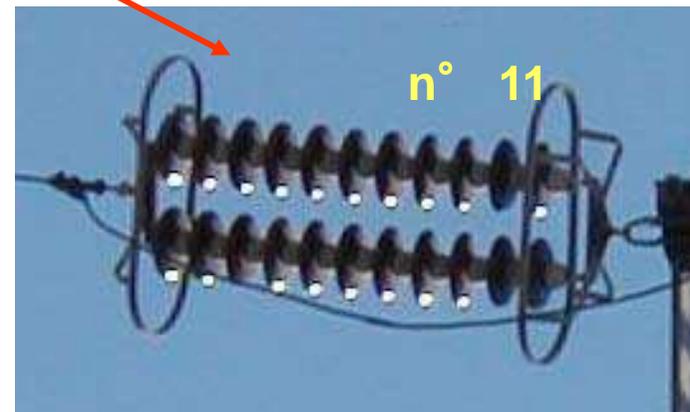
## Identificazione del livello di tensione

Il livello di tensione di una linea è identificabile dal numero di isolatori dell'armamento -> linee 132 kV e 60 kV



Linea 132 kV tra 9 e 11 isolatori

Linea 60 kV tra 5 e 6 isolatori





---

## Identificazione univoca della linea



In tutti i sostegni sono normalmente riportate le seguenti informazioni:

- **codice della linea;**
- **numero del sostegno**

Le linee di alta tensione sono riconosciute in maniera univoca attraverso il **codice della linea**.

Una ulteriore informazione che permette di identificare l'elemento è **numero del sostegno**. Che identifica in modo univoco il sostegno.

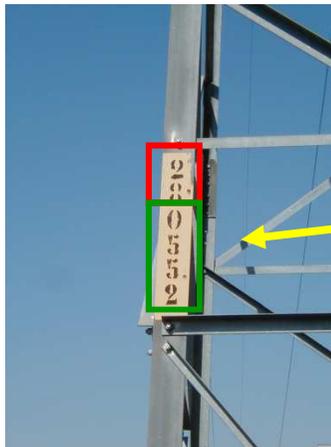
Seguono alcuni esempi che chiariscono questi concetti



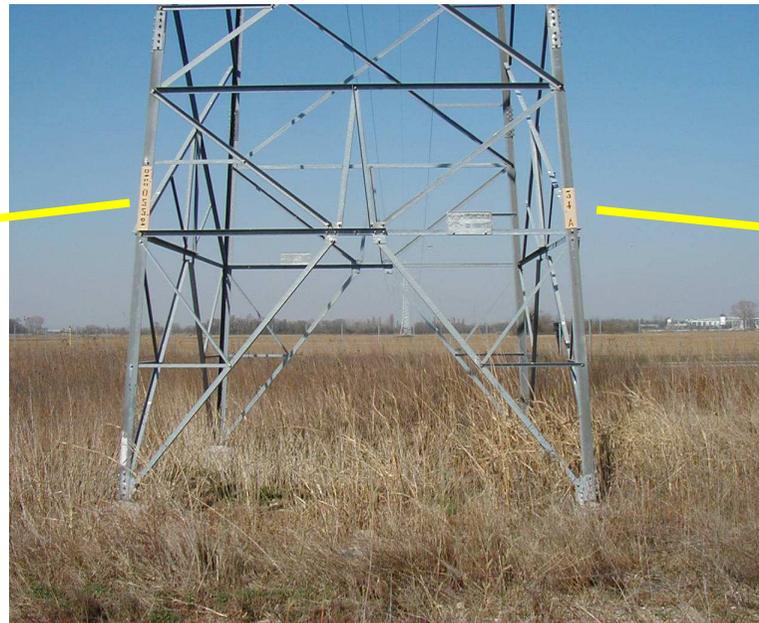
## Identificazione della linea

Il codice dell'elettrodotto ed il numero del sostegno sono riportati su targhe installate sui sostegni oppure direttamente sui montanti.

Le targhe possono avere forma e posizione diversa a seconda del tipo di sostegno, età, proprietà ecc.



**Codice  
della linea**



**Numero del  
sostegno**



## Identificazione della linea

## Codice elettrodotto AT



Proprietario

Numero della linea

21 = Terna 380 kV

22 = Terna 220 kV

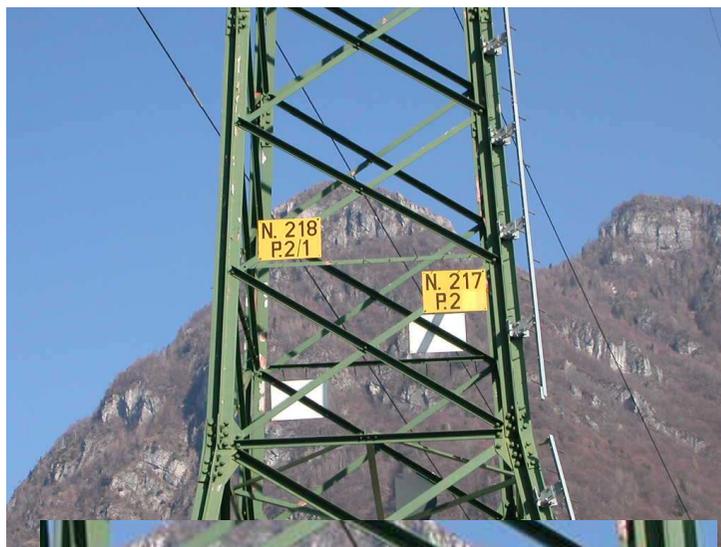
23 = Terna 132 kV

28 = Terna 132 kV



# Identificazione della linea

Altri esempi



numero del  
sostegno

codice della linea



## Identificazione della linea



Le linee AT di Rete (ex RFI) sono riconoscibili perché hanno il terminale del traliccio tronco

La numerazione indica il numero progressivo della linea

**ATTENZIONE** non tutti i tralicci sono dotati di cartello identificatore





## Identificazione della stazione

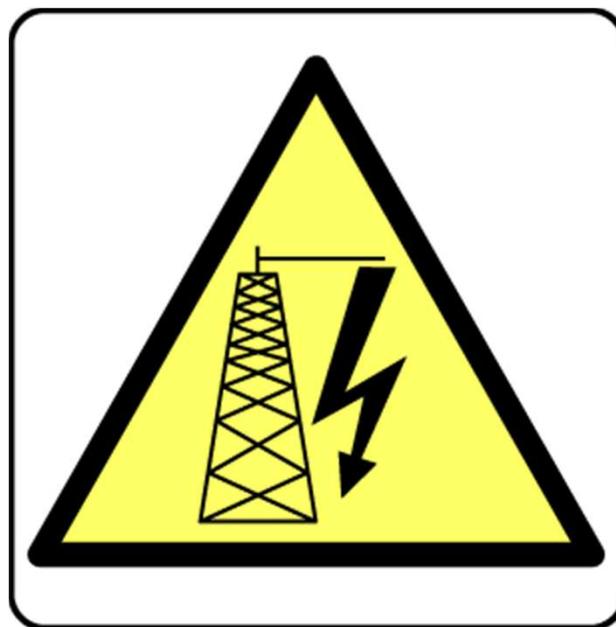
### Stazione Elettrica

Area elettrica chiusa destinata alle funzioni di trasformazione, smistamento o conversione di energia elettrica



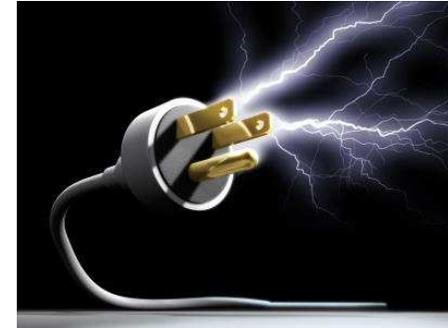


# Il rischio elettrico in prossimità di impianti in alta tensione





## Effetti della corrente sul corpo umano



Sono più di **45.000** gli italiani che ogni anno rimangono vittima di incidenti ed infortuni di natura elettrica, episodi dovuti all'inadeguatezza di impianti elettrici obsoleti e a comportamenti che trascurano le più elementari norme di sicurezza

Tra gli **incidenti di natura elettrica**, il più comune è il **contatto elettrico**: toccando cavi elettrici non adeguatamente protetti o apparecchi dalle componenti usurate, si corre il rischio di ricevere una scarica elettrica, la cui intensità può avere gravi danni sull'organismo

I **sovraccarichi di corrente** possono invece causare il **surriscaldamento** di componenti elettriche e dare luogo ad incendi



# Effetti della corrente sul corpo umano

Nelle **attività** su impianti elettrici i **principali rischi** sono **l'elettrocuzione e le ustioni da arco elettrico**.

## **Elettrocuzione**

Il fenomeno meglio conosciuto come **folgorazione** o "**scossa**" **elettrica**, viene propriamente detto elettrocuzione, cioè la **condizione di contatto tra corpo umano ed elementi in tensione con attraversamento del corpo da parte della corrente elettrica**

## **Ustioni da arco elettrico**

Lesioni provocate dagli effetti distruttivi sulla pelle causati dalle alte temperature che si possono sviluppare negli archi elettrici



# Effetti della corrente sul corpo umano

Influenza dell'intensità della corrente elettrica

**Il corpo umano è un conduttore** che consente il passaggio della corrente offrendo, nel contempo, una certa **resistenza** a tale passaggio

$$i = \frac{V}{R}$$

**A parità di tensione applicata minore è la resistenza, maggiore risulta la quantità di corrente che lo attraversa**

Detta resistenza non è quantificabile in quanto varia da soggetto a soggetto, anche in funzione delle differenti condizioni in cui il medesimo soggetto si può trovare al momento del contatto



## Analogie

Portata = Corrente

Resistenza



Pressione = Tensione



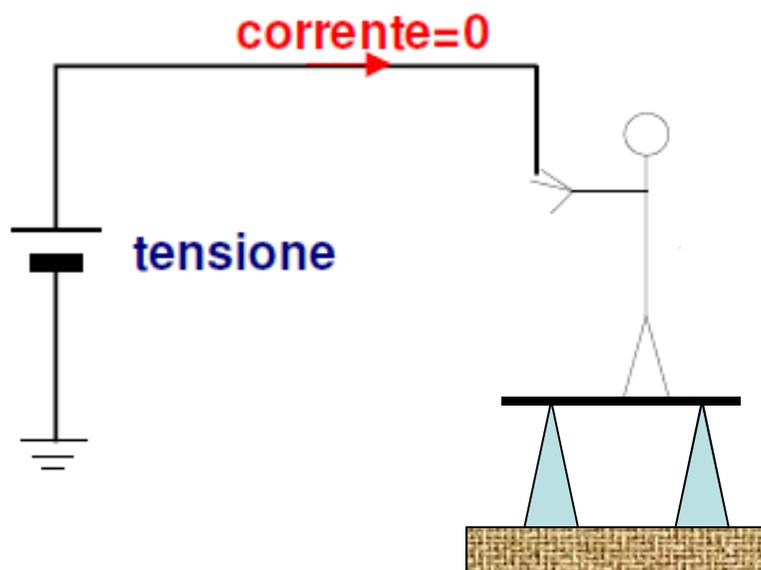
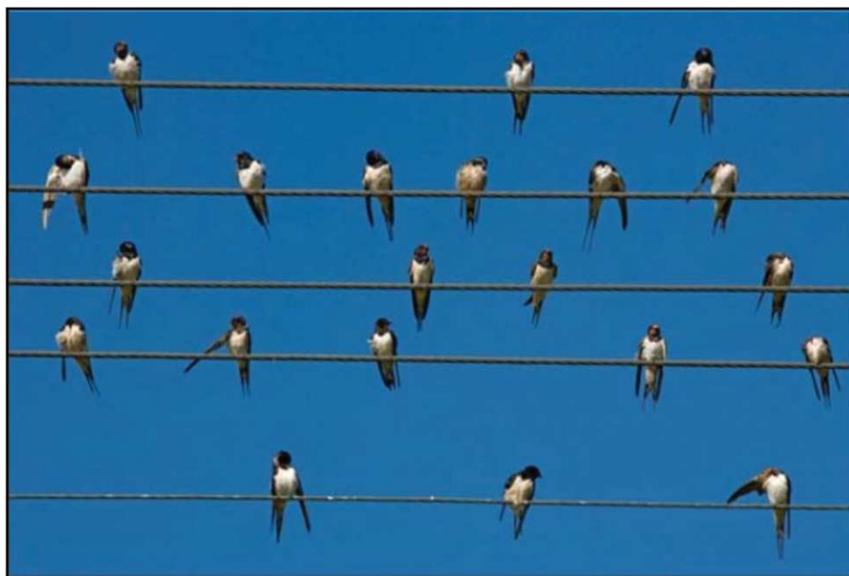


# Effetti della corrente sul corpo umano

## Elettrocuzione

Se una persona entra in contatto con un solo punto di un sistema elettrico, non si stabilisce un passaggio di corrente e quindi la stessa non corre alcun rischio

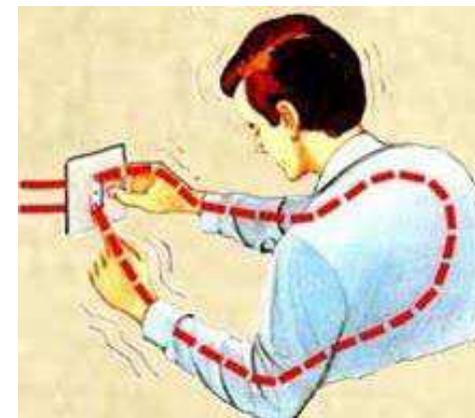
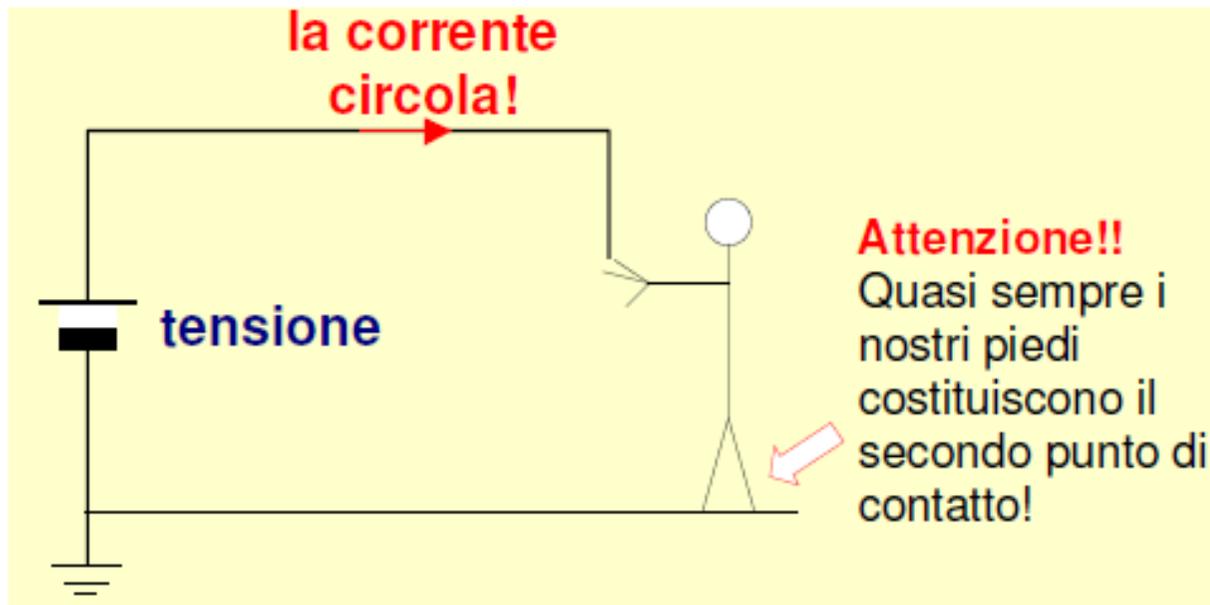
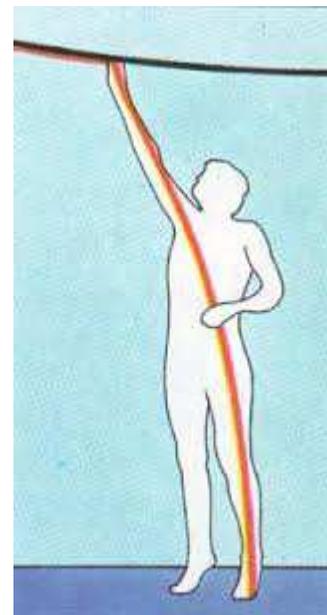
Alcuni esempi .....



# Effetti della corrente sul corpo umano

## Elettrocuzione

Se, invece, la persona entra in contatto con due o più punti di un sistema elettrico posti a potenziale diverso, il suo corpo sarà investito dal passaggio di una corrente elettrica: la persona è sottoposta ad **elettrocuzione**





# Effetti della corrente sul corpo umano

## Elettrocuzione

Il **rischio elettrico** si può manifestare tramite:

- ✓ Tensione di esercizio per **contatto diretto** con parti che, durante l'attività, sono in tensione
- ✓ **Contatto indiretto** con parti accidentalmente in tensione
- ✓ Tensione di esercizio per **mancato sezionamento, errore di manovra, mancata individuazione** anche di un solo punto di alimentazione
- ✓ **Tensione indotta** da scariche atmosferiche
- ✓ **Tensione indotta da parallelismi**
- ✓ **Tensione trasferita** (a seguito di guasto)
- ✓ **Azione indiretta** (ustione) causata da **arco elettrico**, provocato da cortocircuito, ovvero attacco/distacco di carichi elettrici
- ✓ **Contatto accidentale** con parti in tensione di altro impianto elettrico



# Effetti della corrente sul corpo umano

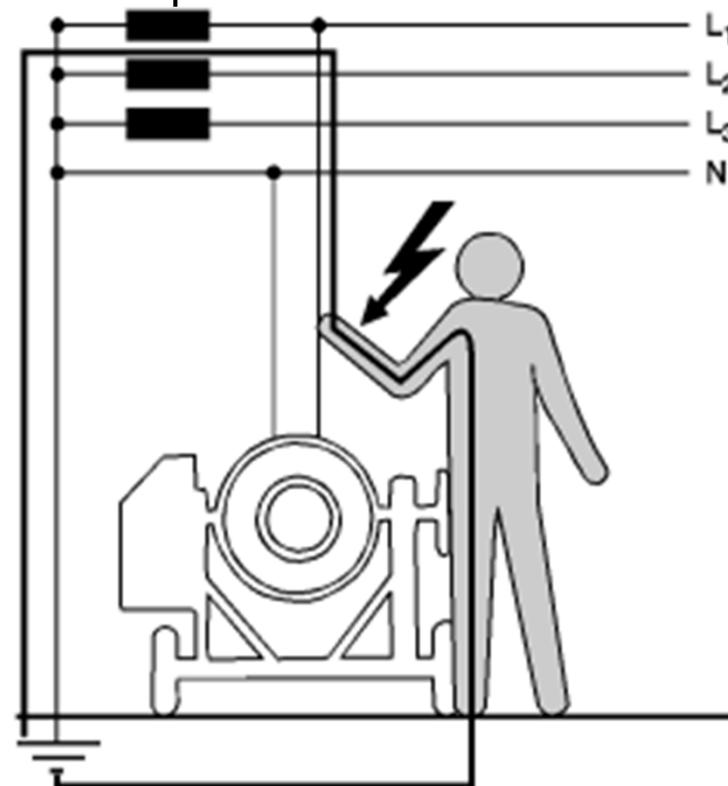
## Elettrocuzione

I contatti che una persona può avere con le parti in tensione sono concettualmente divisi in due categorie:

- **contatti diretti;**
- **contatti indiretti.**

Si ha un **contatto diretto** quando una parte del corpo umano viene a contatto con una parte dell'impianto elettrico normalmente in tensione (conduttori "nudi" o direttamente accessibili, morsetti, ecc.)

Può anche avvenire per contatto tramite interposizione di oggetti metallici



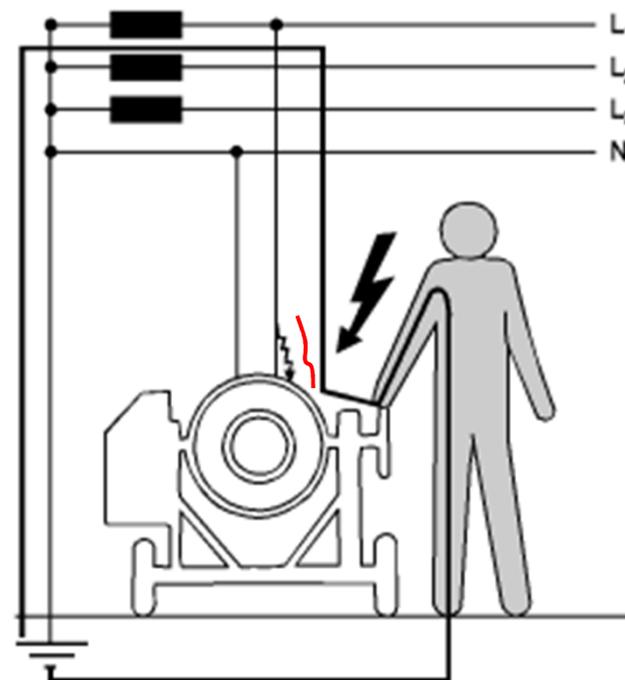


# Effetti della corrente sul corpo umano

## Elettrocuzione

Un contatto si dice invece **indiretto** quando una parte del corpo umano viene a contatto con una parte metallica (massa) o con altra parte conduttrice, normalmente non in tensione, ma che accidentalmente si trova in tensione a seguito di un guasto o all'usura dell'isolamento di alcuni componenti

**Il contatto indiretto è più insidioso del contatto diretto**





# Effetti della corrente sul corpo umano

## Elettrocuzione

Condizione necessaria perchè avvenga l'elettrocuzione è che la corrente abbia rispetto al corpo un **punto di entrata** e un **punto di uscita**

Il **punto di entrata** è di norma la zona di contatto con la parte in tensione

Il **punto di uscita** è la zona del corpo che entra in contatto con altri conduttori o col terreno consentendo la circolazione della corrente all'interno dell'organismo seguendo un dato percorso





## Effetti della corrente sul corpo umano

### Elettrocuzione

La corrente fluisce attraverso il corpo dal punto di entrata fino al punto dove il corpo è vicino al terreno

Ferita nel punto di uscita della corrente

Questo piede ha subito danni interni consistenti (non visibili) tanto da dover essere amputato pochi giorni dopo l'infortunio





# Effetti della corrente sul corpo umano

## Elettrocuzione

Infortunio causato da un apparecchio utilizzato dall'operatore



La stessa mano pochi giorni dopo con evidenti gonfiori causati da danni ai tessuti sottocutanei

Per ridurre la pressione che avrebbe danneggiato nervi e ai vasi sanguigni è stato necessario tagliare la pelle della mano





## Effetti della corrente sul corpo umano

### Elettrocuzione

In altre parole, se accidentalmente le dita della mano toccano una parte in tensione ma **l'organismo è isolato da terra** e non vi è altro contatto con corpi estranei, **non si verifica la condizione di passaggio della corrente** e non si registra alcun infortunio

Se la medesima circostanza si verifica a piedi nudi a contatto col terreno si avrà elettrocuzione con circolazione della corrente nel percorso che va dalla mano verso il piede, in tal caso punto di uscita





# Effetti della corrente sul corpo umano

Elettrocuzione





# Effetti della corrente sul corpo umano

## Cenni di elettrofisiologia

Il **corpo umano** è sede d'una **grande varietà di fenomeni elettrici**, che costituiscono la base del sistema d'informazioni che si propagano in esso

È quindi essenziale, per poter individuare i danni che il passaggio di corrente può produrre, studiare, seppure a grandi linee, il corpo umano da un punto di vista circuitale, prestando particolare attenzione a quelle parti dell'organismo che subiscono gli effetti più dannosi per il passaggio accidentale della corrente

Ogni tessuto animale è sostanzialmente costituito da **cellule** in stretto contatto tra loro e dalla soluzione che le circonda (**liquido interstiziale**)

Il liquido all'interno della cellula (**intracellulare**) ed il liquido interstiziale sono costituiti entrambi, in massima parte, da **acqua** e contengono **ioni** (cariche elettriche positive e negative) all'incirca in ugual concentrazione



# Effetti della corrente sul corpo umano

## Cenni di elettrofisiologia

La presenza ed il movimento di cariche elettriche (o più precisamente di ioni positivi e negativi) hanno un ruolo importante nella trasmissione di quei segnali elettrici dai quali dipende il corretto funzionamento (e quindi la sopravvivenza) degli organismi animali (ed in particolare del corpo umano)

Concentrazioni anomale od improvvise migrazioni di ioni possono sconvolgere a tal punto il **sistema elettrico biologico** (costituito dalla rete di fibre nervose e muscolari) da provocare **effetti patologici letali**, anche quando gli effetti fisici di queste azioni (ad esempio la produzione di calore per effetto Joule) sono trascurabili



# Effetti della corrente sul corpo umano

Le **correnti elettriche**, dalle quali un soggetto può venire accidentalmente investito, sono caratterizzate da diversi parametri dai cui valori dipende il **livello di pericolosità dell'infortunio elettrico** cioè della gravità delle conseguenze dell'elettrocuzione

Intensità e natura della corrente

Frequenza

Percorso

Durata del contatto



# Effetti della corrente sul corpo umano

## Influenza dell'intensità della corrente elettrica

Molteplici sono i **fattori che concorrono a definire la resistenza del corpo umano** e che in sostanza non consentono di creare un parametro di riferimento comune che risulti attendibile

$$i = \frac{V}{R}$$

- Sesso
- Età
- Condizioni in cui si trova la pelle (la resistenza è offerta quasi totalmente da essa)
- Condizioni ambientali
- Indumenti interposti
- Resistenza interna che varia da persona a persona
- Condizioni fisiche del momento
- Tessuto e organi incontrati nel percorso della corrente dal punto di entrata al punto di uscita



# Effetti della corrente sul corpo umano

## Influenza dell'intensità della corrente elettrica

Risulta determinante il valore della cosiddetta **corrente di rilascio**, cioè della **massima corrente che permette, a chi ne è attraversato, d'interrompere autonomamente il contatto con il conduttore sotto tensione**

Correnti di valore anche leggermente superiore a quello della corrente di rilascio possono «congelare» il soggetto al circuito



# Effetti della corrente sul corpo umano

## Influenza dell'intensità della corrente elettrica

E' possibile ricavare che per la **corrente alternata** il **valore medio della corrente di rilascio** (per il 50% delle persone il valore della corrente di rilascio è compreso tra 0 ed il valor medio) risulta pari a

**10 mA** per le donne

**16 mA** per gli uomini

Per la **corrente continua**, a causa della bassa statistica, si è calcolato, estrapolando i dati sperimentali, un valore di

**76 mA** per gli uomini

**51 mA** per le donne



# Effetti della corrente sul corpo umano

## Influenza del percorso della corrente

Il **percorso della corrente attraverso** il corpo varia al variare delle parti che vengono a contatto con il conduttore sotto tensione, seguendo in linea di massima il percorso più breve che unisce i punti tra i quali viene a stabilirsi una differenza di potenziale

**Più pericolosi si rivelano quei percorsi che interessano organi vitali molto sensibili**

Tra questi vanno sicuramente annoverati quelli che hanno come estremi le **due mani** o **una mano ed il piede opposto**, perché interessano la regione cardiaca, o quelli che coinvolgono la **testa**, interessando in tal modo il cervello ed il midollo spinale

Una certa frazione della corrente totale interesserà sempre anche le parti del corpo più lontane dal percorso diretto, tanto che una corrente, di densità ancora sufficientemente elevata da provocare gravi conseguenze, può attraversare ad esempio la regione cardiaca, anche se i contatti sono tali da escluderla dal percorso diretto





# Effetti della corrente sul corpo umano

Influenza della durata del contatto



Anche la **durata del contatto** costituisce un importante fattore che concorre a determinare la gravità di uno shock elettrico

Particolarmente importante è la durata del passaggio della corrente nelle fibre nervose e muscolari

Da questa, infatti, oltre che dall'intensità della corrente, dipende la soglia d'eccitazione delle fibre

# Effetti della corrente sul corpo umano

Effetti fisiopatologici

I **principali effetti fisiopatologici** provocati dall'attraversamento del corpo da parte della corrente sono principalmente due:

1) Disfunzione di organi vitali (cuore, reni, sistema nervoso) dovuti a:

- Tetanizzazione
- Arresto della respirazione
- Fibrillazione ventricolare

2) Alterazione dei tessuti per ustione





# Effetti della corrente sul corpo umano

## Tetanizzazione

È il fenomeno che per eguale effetto, prende il nome da una malattia di natura diversa (tetano)

In **condizioni normali**, la **contrazione muscolare** è regolata da **impulsi elettrici trasmessi, attraverso i nervi**, ad una placca di collegamento tra nervo e muscolo, detta placca neuromuscolare

L'attraversamento del corpo da parte di correnti superiori provoca, a certi livelli di intensità, **fenomeni indesiderati di contrazione incontrollabile** che determinano in modo reversibile l'impossibilità di reagire alla contrazione

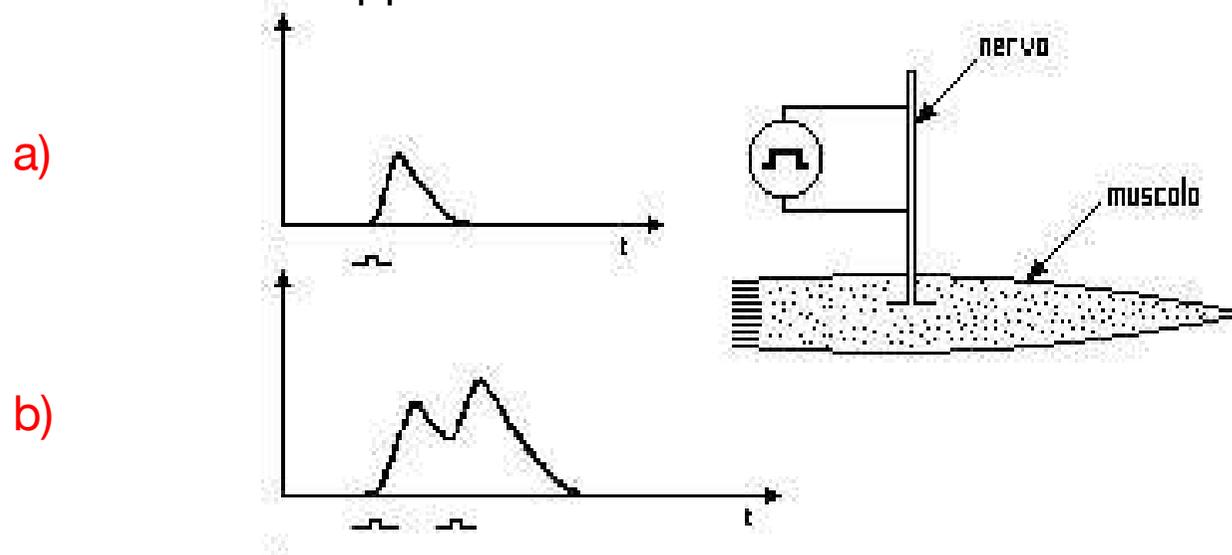
Ad esempio il **contatto tra un conduttore in tensione e il palmo della mano** determina la **chiusura indesiderata e incontrollabile della mano** che rimane per questo attaccata al punto di contatto

Il mancato rilascio consente alla corrente elettrica di continuare ad attraversare il corpo umano potendo quindi provocare altri effetti pericolosi (fibrillazione e arresto della respirazione)

# Effetti della corrente sul corpo umano

## Tetanizzazione

Uno **stimolo elettrico** è applicato ad una fibra nervosa:



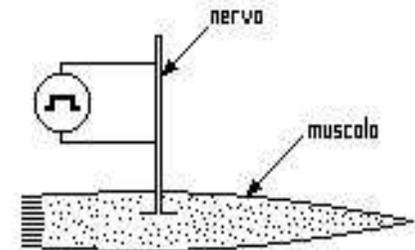
- a) Se lo **stimolo** ha intensità e durata appropriate, produce un potenziale d'azione che si propaga lungo la fibra nervosa fino al muscolo. Sotto l'azione dello stimolo **il muscolo si contrae** per poi ritornare allo stato di riposo
- b) Se al primo stimolo ne segue un secondo prima che il muscolo sia tornato allo stato di riposo, i due effetti possono sommarsi



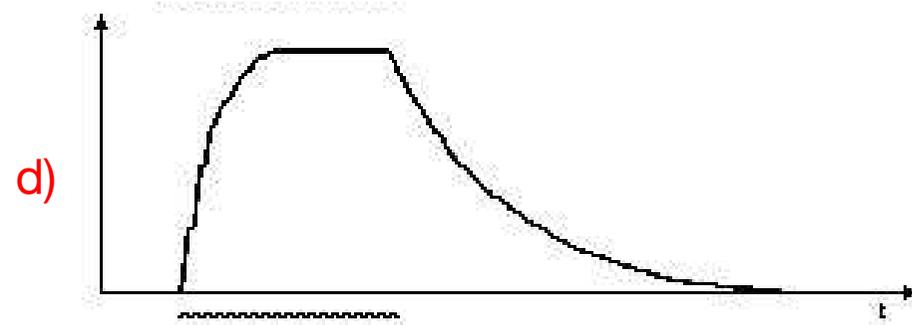
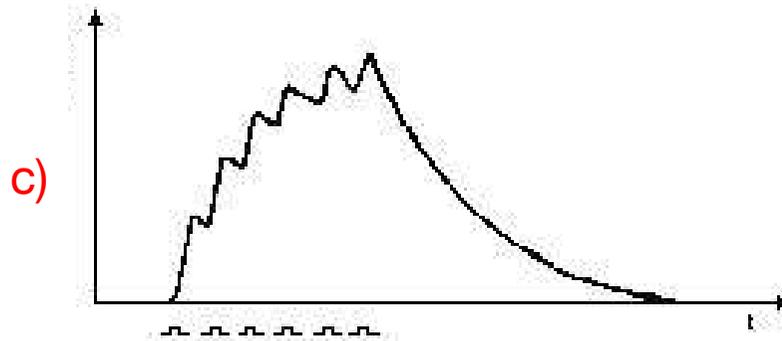
# Effetti della corrente sul corpo umano

## Tetanizzazione

Uno **stimolo elettrico** è applicato ad una fibra nervosa:



- c) Più **stimoli** opportunamente intervallati contraggono ripetutamente il muscolo in modo progressivo (**contrazione tetanica**)

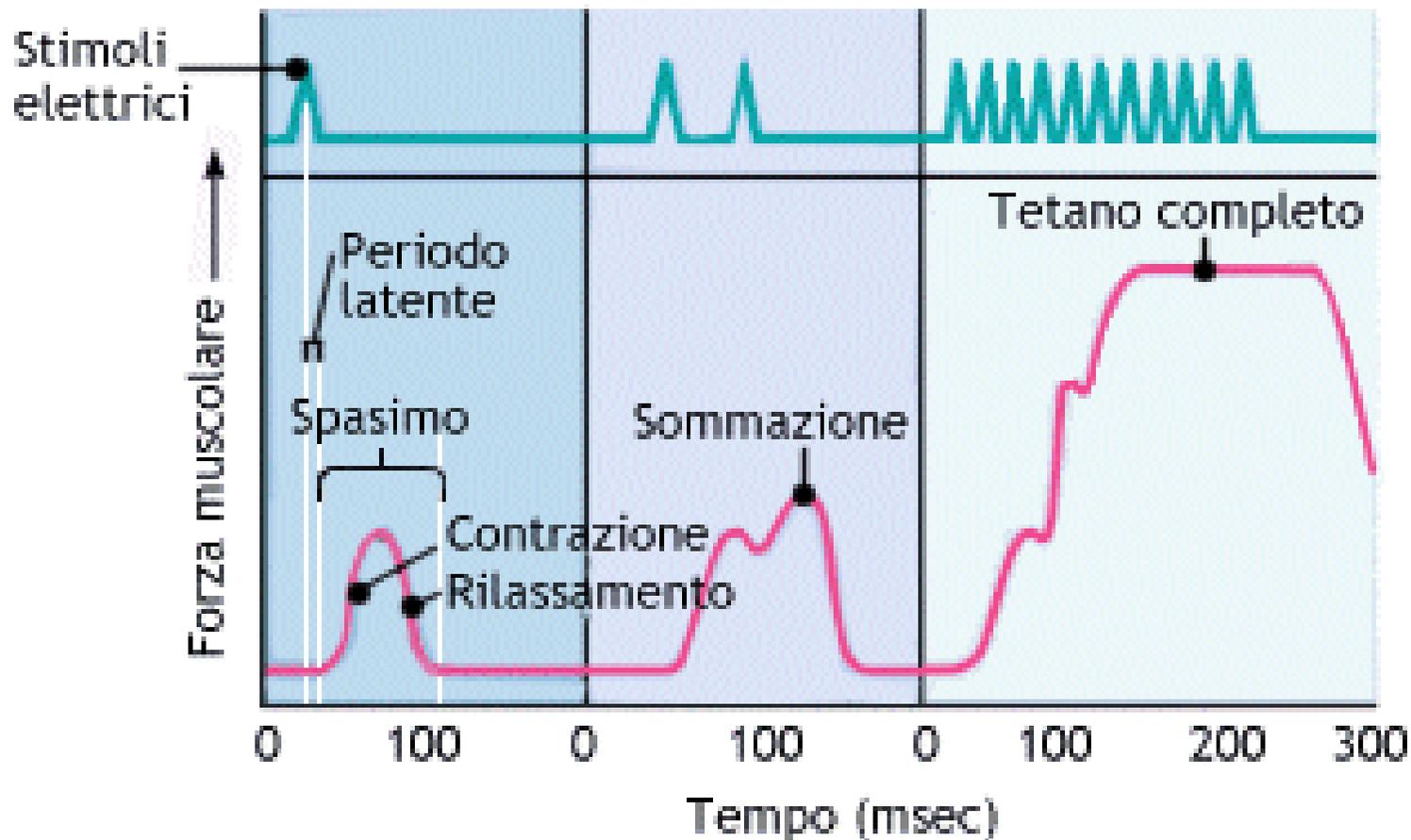


- d) Se **la frequenza degli stimoli supera un certo limite**, gli effetti si fondono (**tetano fuso**), il muscolo è portato alla contrazione completa e in questa posizione permane finché non cessano gli stimoli, dopo di che lentamente ritorna allo stato di riposo

Quanto sopra descritto in modo elementare accade, in forma più complessa, nel corpo umano attraversato da una certa corrente alternata

# Effetti della corrente sul corpo umano

## Tetanizzazione



Effetti sul muscolo di più stimoli elettrici applicati al nervo



# Effetti della corrente sul corpo umano

## Tetanizzazione

**L'infortunato non riesce a rilasciare la parte in tensione!!**

Questo infortunato tentò di aggrapparsi a una linea elettrica per trattenersi dalla caduta

Lo shock elettrico conseguente ha causato la mummificazione delle prime due dita che è stato poi necessario rimuovere

La piegatura del polso è causata dalla contrazione dei tendini





# Effetti della corrente sul corpo umano

## Tetanizzazione

Quando poi gli infortuni sono dovuti ad **alta tensione** l'effetto estremamente violento provocato sulla muscolatura tende quasi sempre a far sì che l'infortunato venga scagliato lontano dall'oggetto sotto tensione

Ciò introduce per la vittima il **pericolo di lesioni per urto**, ma limita notevolmente nel tempo l'azione deleteria della corrente





# Effetti della corrente sul corpo umano

## Tetanizzazione

L'infortunato si era aggrappato a un conduttore



Electrocution caused by grasping high power cable.



# Effetti della corrente sul corpo umano

## Arresto della respirazione

La respirazione avviene mediante inspirazione e successiva espirazione di un certo volume di aria che si ripete in condizioni normali circa 12-14 volte al minuto

I singoli atti respiratori avvengono per la contrazione dei muscoli intercostali e del diaframma che con il loro movimento variano il volume della cassa toracica

Correnti d'intensità relativamente elevata superiori ai limiti sopra indicati per la corrente di rilascio possono esercitare

- **contrazione dei muscoli addetti alla respirazione**
- **paralisi dei centri nervosi che sovrintendono alla funzione respiratoria,**

provocando difficoltà di respirazione e segni di asfissia

Se non si elimina velocemente la causa della contrazione e se non si pratica in seguito a evento di notevole intensità la respirazione assistita l'infortunato perde conoscenza e può morire per asfissia



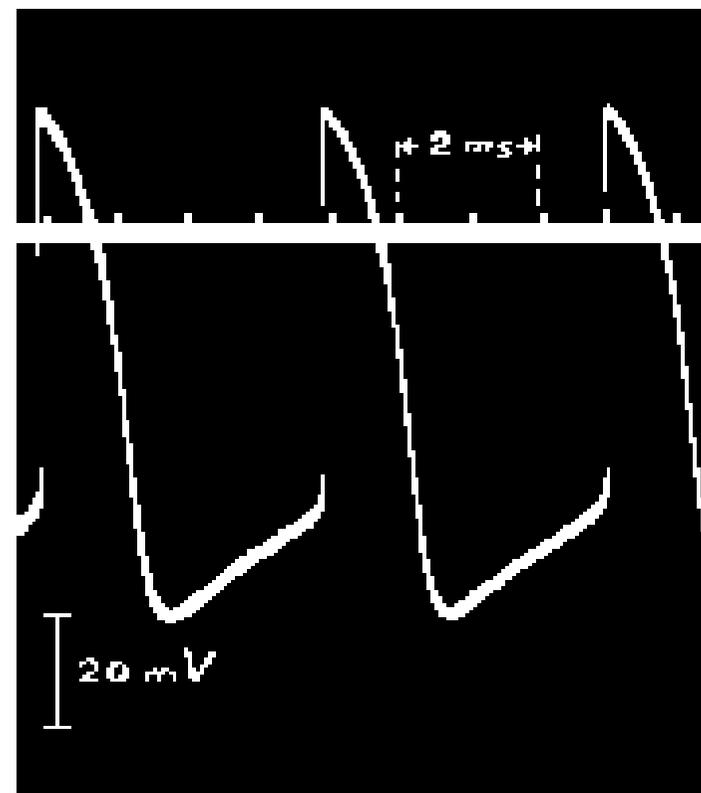
# Effetti della corrente sul corpo umano

## Fibrillazione ventricolare

Il **cuore** (detto anche **miocardio**, ossia muscolo cardiaco) è una “macchina” elettro-idraulica

Al suo interno è presente un **generatore biologico di impulsi elettrici** (il **nodo senoatriale**) il quale, a intervalli di tempo regolari, stimola (e contrae), 60-100 volte al minuto, le fibre muscolari dei ventricoli (fibrille), determinando la sistole ventricolare che “pompa” il sangue nel sistema arterioso

Questo organo basa la propria funzionalità su **ritmi dettati da impulsi elettrici** e quindi ogni interferenza di natura elettrica può provocare scompensi alla normale azione di pompaggio



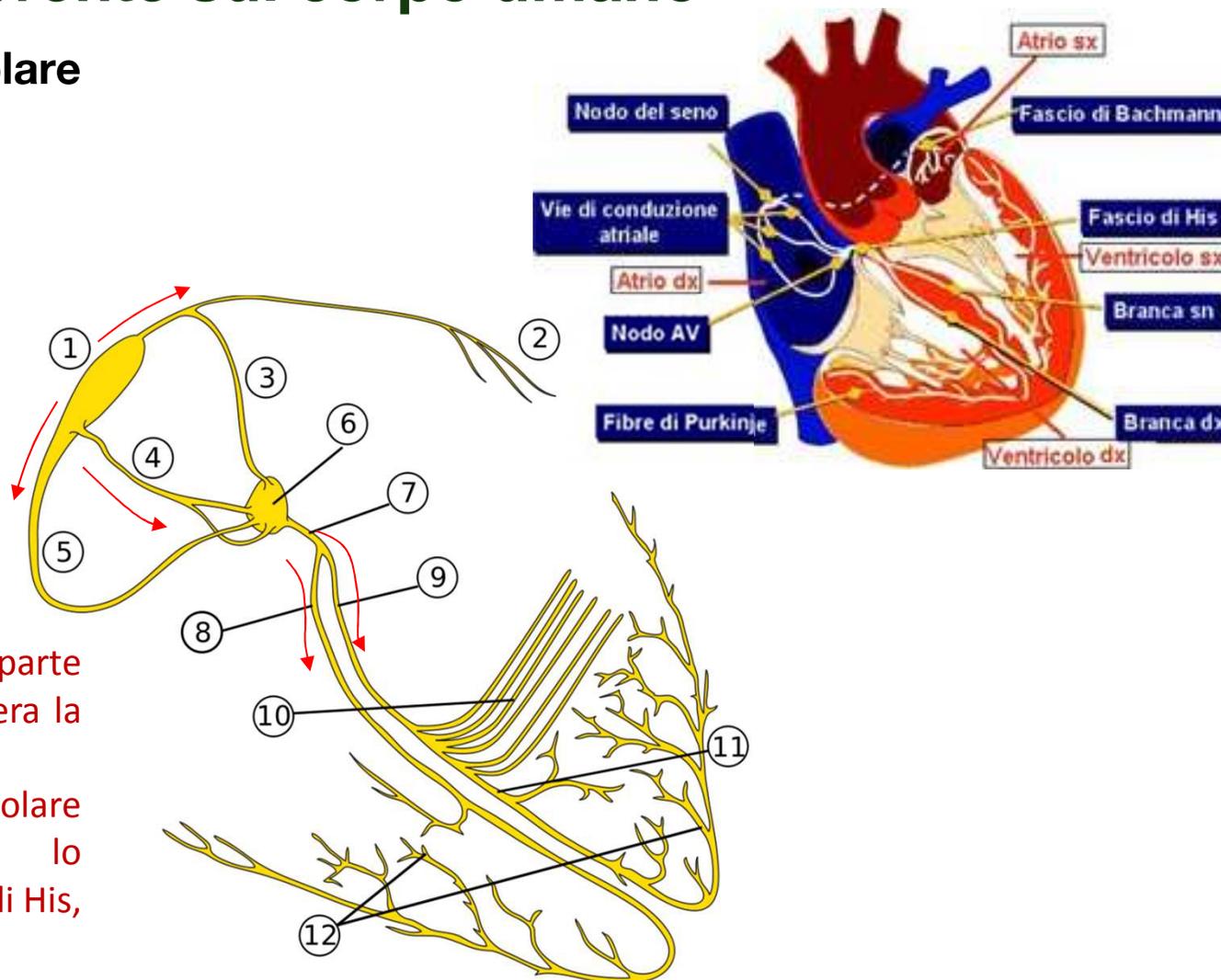
# Effetti della corrente sul corpo umano

## Fibrillazione ventricolare

1. Nodo Senoatriale
2. Fascio di Bachmann
3. Via Internodale Anteriore
4. Via Internodale Intermedia
5. Via Internodale Posteriore
6. Nodo Atrioventricolare
7. Fascio di His
8. Branca destra
9. Branca sinistra
10. Fascio anteriore sinistro
11. Fascio posteriore sinistro
12. Fibre di Purkinje

Dal nodo senoatriale parte l'impulso elettrico che genera la contrazione del cuore

Il nodo atrioventricolare raccoglie l'impulso e lo trasmette, tramite il fascio di His, ai ventricoli





# Effetti della corrente sul corpo umano

## Fibrillazione ventricolare

Le **fibre del muscolo cardiaco** possono risultare sensibili anche al passaggio di correnti relativamente piccole (tanto che alcuni autori hanno fissato come **valore limite non pericoloso 10  $\mu$ A**), purché per tempi sufficientemente lunghi o in periodi particolari, durante i quali il cuore è particolarmente vulnerabile di fronte a stimoli elettrici

Una corrente esterna che attraversa il cuore produce segnali eccessivi ed irregolari: le fibre cardiache vengono sovrastimate in maniera caotica, iniziano a contrarsi in modo disordinato ed indipendentemente l'una dall'altra, con effetti molto gravi che alterano la sincronizzazione e il coordinamento dei movimenti del cuore

Questo regime di funzionamento anomalo, detto «**fibrillazione**» comporta **l'incapacità del cuore di pompare sangue ossigenato lungo le arterie**



# Effetti della corrente sul corpo umano

## Fibrillazione ventricolare

La **pressione arteriosa cade rapidamente** a valori cui corrisponde l'arresto circolatorio e quindi mancata espulsione dal cuore del sangue ossigenato

Ciò determina il **mancato nutrimento** in primo luogo del **cervello** che, a differenza di altri organi, non può resistere per più di **3 - 4 minuti** senza ossigeno senza risultare danneggiato in modo irreversibile con conseguente paralisi delle funzioni cerebrali

Clinicamente si osserva nell'infortunato **perdita di coscienza, pallore estremo, scomparsa del battito** del polso e dei toni cardiaci, **inibizione progressiva del respiro, convulsioni, morte**



---

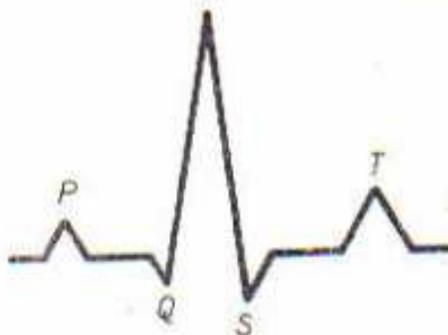
# Effetti della corrente sul corpo umano

## Fibrillazione ventricolare

La **fibrillazione ventricolare** è l'interruzione del meccanismo di «pompaggio», caratterizzata da **contrazione caotica** delle fibrille, ed è sicuramente **l'effetto più grave e temibile** della folgorazione sul cuore

Si innesca preferibilmente durante il breve intervallo in cui i ventricoli si ripolarizzano (onda T)

Infatti questo è il momento in cui il potenziale d'azione delle fibre tende a ritornare allo stato di riposo e le fibre ventricolari, non più pilotate dal nodo SA, sono particolarmente sensibili alle correnti esterne

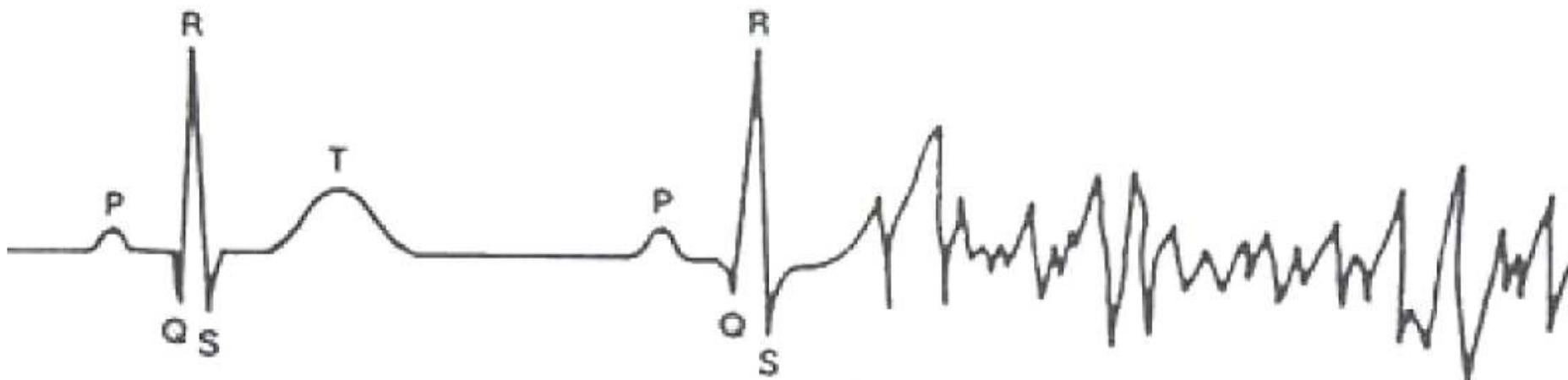




# Effetti della corrente sul corpo umano

## Fibrillazione ventricolare

Il fenomeno **non si estingue** con l'allontanamento dell'infortunato dalle parti in tensione: è **irreversibile**, a meno che non s'intervenga tempestivamente tramite la **rianimazione cardiopolmonare** e la **defibrillazione elettrica** (impulso di corrente di elevata intensità in grado di depolarizzare simultaneamente tutte le cellule cardiache (defibrillatore) per ripristinare il ritmo cardiaco



Elettrocardiogramma prima e dopo l'innescò della fibrillazione ventricolare



# Effetti della corrente sul corpo umano

## Fibrillazione ventricolare



Solo un tempestivo massaggio cardiaco o l'uso del defibrillatore offre qualche possibilità di recuperare l'infortunato, altrimenti destinato a morte sicura

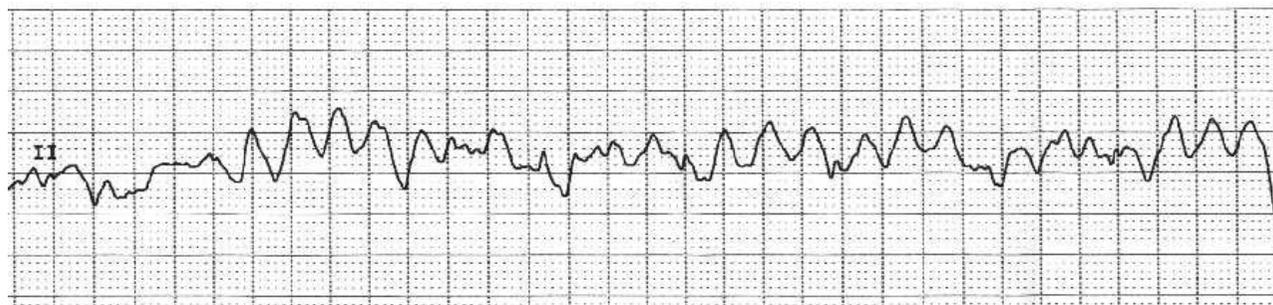


**Defibrillator in use.**



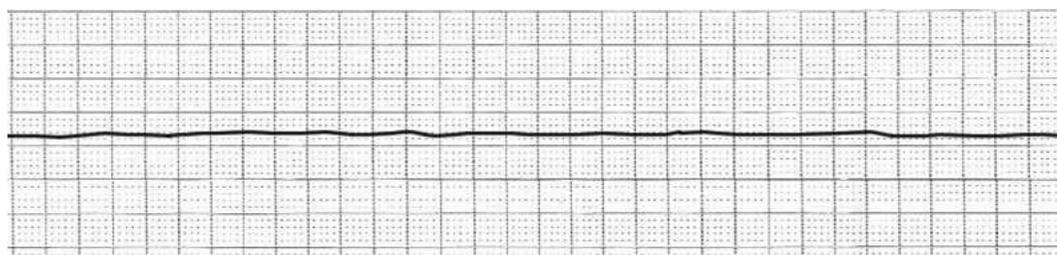
# Effetti della corrente sul corpo umano

## Fibrillazione ventricolare



Tracciato ECG che mostra fibrillazione ventricolare

Se questi metodi non vengono applicati entro pochi minuti dall'insorgere dell'aritmia, la fibrillazione ventricolare si tramuta in asistolia, cioè l'assenza di qualsiasi attività elettrica del cuore



Tracciato ECG che mostra asistolia



# Effetti della corrente sul corpo umano

## Ustioni

Le **ustioni** sono dovute allo **sviluppo di calore per effetto Joule** e quindi all'aumento di temperatura che accompagna il passaggio d'una corrente elettrica  $I$  attraverso il corpo umano dotato di resistenza  $R$

Potenza = Energia/tempo

$$P = \frac{E}{t} = VI = RI^2$$

**Normalmente le ustioni si concentrano nel punto di ingresso ed in quello di uscita della corrente** dal corpo (Marchio Elettrico) in quanto la pelle offre maggiore resistenza rispetto ai tessuti interni

Come per gli altri casi **la gravità delle conseguenze** è funzione dell'intensità di corrente e della durata del fenomeno



## Effetti della corrente sul corpo umano

### Ustioni

Variazione di temperatura

$$dT = \frac{\rho}{C_v} J^2 dt$$

J densità di corrente  
t tempo

$\rho$  resistenza specifica  
 $C_v$  Calore Specifico

La **gravità delle ustioni**, sicuramente legata all'entità dell'aumento di temperatura, è legata alla **densità della corrente** (che di solito è maggiore nei punti di entrata e di uscita) più che **all'intensità della corrente**

Risulta quindi assai **più pericolosa una corrente che entra nel corpo umano attraverso un contatto di piccole dimensioni**, che la stessa corrente che entra attraverso un contatto di grandi dimensioni

Ad esempio la corrente che, fluendo attraverso un'area di contatto di 1 mm<sup>2</sup>, può provocare un aumento di temperatura dell'ordine di 1800 ° C, fluendo attraverso un'area di 10 mm<sup>2</sup>, provoca un aumento della temperatura di circa 18 ° C

La relazione rende conto del fatto che è la parte più superficiale della cute, la quale possiede un'alta resistività ed un basso calore specifico, il tessuto che viene maggiormente danneggiato



# Effetti della corrente sul corpo umano

## Ustioni

Alle **alte tensioni** gli effetti termici della corrente sono predominanti sugli altri effetti

Le ustioni non coinvolgono solo la cute, o più specificatamente l'epidermide, ma anche tessuti degli strati più profondi, fino alla struttura scheletrica

Lo sviluppo di calore provoca:

- estese distruzioni di tessuti superficiali e profondi,
- rottura di arterie con conseguenti emorragie
- distruzione di centri nervosi

Densità di corrente di  $50 \text{ mA/mm}^2$  possono provocare la carbonizzazione della pelle in pochi secondi



# Effetti della corrente sul corpo umano

## Ustioni

Man mano che la potenza assorbita aumenta, si passa da lesioni dovute essenzialmente a **fenomeni d'essiccamento** a lesioni dovute ad **evaporazione**, volatilizzazione (si danno casi in cui i tessuti sono stati riscaldati fino a  $3000^{\circ}\text{C}$ ), **necrotizzazione** e **carbonizzazione**



Electrical worker killed by 3300 volts



# Effetti della corrente sul corpo umano

## Ustioni

Le **ustioni elettriche** sono praticamente **indolori**, a causa della rapida distruzione delle terminazioni sensitive che si trovano nei tessuti colpiti, ed inoltre sono **progressive**, nel senso che attorno alle zone necrotizzate immediatamente e direttamente vi è spesso una regione di tessuti che sono stati profondamente colpiti, ma che muoiono molto più lentamente (addirittura dopo parecchi giorni)

Questo processo lento provoca tra l'altro l'immissione in circolo di **sostanze tossiche**, liberate dai tessuti necrotici, e quindi un'insufficienza renale acuta che può provocare la **morte inattesa del folgorato**, che appariva ormai in via di guarigione

Un'ulteriore autolimitazione del tempo di passaggio delle correnti d'intensità elevata è dovuta al fatto che i fenomeni d'ustione per effetto Joule, che insorgono rapidamente nei tessuti, ne possono aumentare talmente la resistenza da arrivare ad isolare l'infortunato dal conduttore sotto tensione



# Effetti della corrente sul corpo umano

## Ustioni

Ferita nel punto di ingresso della corrente

La resistenza elevata della pelle trasforma l'energia elettrica in calore che produce ustioni attorno al punto di entrata

Questo soggetto è stato fortunato che la corrente per poco ha evitato il midollo spinale





---

# Effetti della corrente sul corpo umano

## Ustioni

### Ustioni da arco elettrico

Questo infortunato era vicino a un quadro elettrico al verificarsi di un'esplosione elettrica

L'infortunato non toccava il quadro; l'arco sviluppatosi in aria attraversò il suo corpo

La corrente è transitata attraverso le ascelle perchè la sudorazione è molto conduttrice

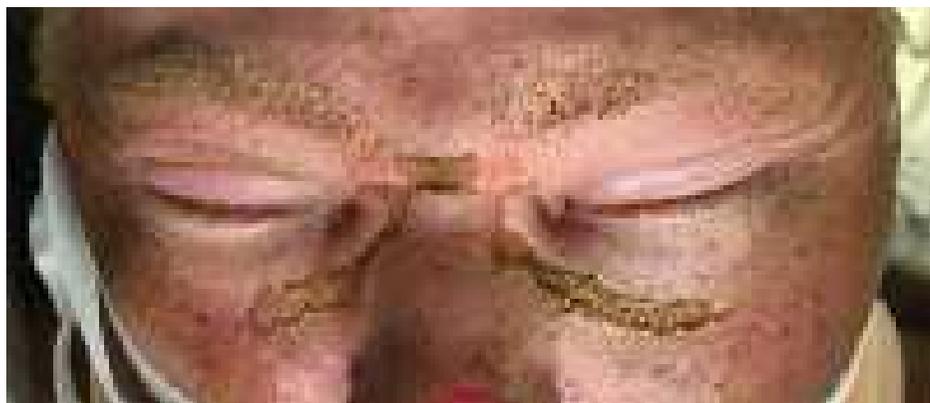




# Effetti della corrente sul corpo umano

## Ustioni

Ustione dovuta a corrente fluente attraverso la montatura degli occhiali





# Effetti della corrente sul corpo umano

## Altri effetti

### Effetti neurologici

L'interessamento della testa può avere conseguenze **sul sistema nervoso** che spaziano da una temporanea perdita di coscienza, **alterazioni più o meno persistenti dell'attività elettrica cerebrale** a danni neurologici permanenti

**Lesioni neurologiche del midollo spinale**, quasi sicuramente riferibili ad azione diretta della corrente, possono portare ad esempio a **paralisi temporanee** degli arti dei folgorati

In essi poi si manifestano **disturbi della sfera psichica** che possono durare da pochi minuti a qualche mese e che vanno dalla perdita di coscienza allo stato confusionale, allo stato d'eccitamento, alla psicosi d'angoscia, allo stato allucinatorio, all'amnesia retrograda, ecc.

A lesioni d'organi del senso sono dovuti sintomi quali vertigini (pressoché abituali nei primi giorni dopo l'infortunio), sordità, abbagliamento, indebolimento della vista, ecc.



# Effetti della corrente sul corpo umano

## Altri effetti

### Effetti elettrochimici

L'applicazione di una corrente continua al corpo può determinare un **effetto di elettrolisi nei tessuti**, con scomposizione degli elettroliti, necrosi e possibile formazione di **emboli gassosi**

La corrente alternata non produce effetti elettrolitici apprezzabili a causa della continua inversione della polarità

### Traumi indiretti

La contrazione muscolare involontaria può provocare movimenti bruschi e pericolosi, cadute e altri incidenti



# Effetti della corrente sul corpo umano

## Altri effetti

Altri pericoli connessi alla presenza di energia elettrica sono **l'incendio di origine elettrica**, l'innescò in atmosfera esplosiva e la mancanza di energia elettrica

L'incendio è dovuto ad un'anomalia dell'impianto elettrico, ad un **corto circuito**, ad un arco elettrico o ad un **sovraccarico**, possibili cause dell'innescò della combustione. In alcuni casi l'impianto elettrico funge da vettore di un incendio, in quanto costituito da materiale combustibile (cavi ad isolamento plastico)

L'impianto elettrico può provocare **l'innescò di sostanze esplosive, di atmosfere di gas, di vapori o di polveri**, a causa della formazione dell'arco elettrico (manovre, guasti), di sovraccarichi e di corto circuiti

Indirettamente anche la mancanza di energia elettrica può essere causa di infortuni

Un **Black-out**, può rappresentare durante una lavorazione pericolosa un fattore di notevole rischio

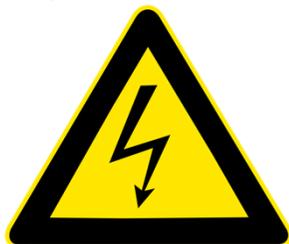


# Effetti della corrente sul corpo umano

## Altri effetti

- Il **sovraccarico** si verifica in circuiti elettricamente sani e può esser causato da un errato dimensionamento del cavo oppure da un funzionamento dell'impianto differente da quello previsto in sede di progetto che determini un maggiore assorbimento di corrente (per il collegamento di utilizzatori con caratteristiche differenti da quelle di progetto, per l'alimentazione di un numero superiore di apparecchi con potenza totale assorbita superiore a quella prevista, ecc.).
- I **corto circuiti** sono dei guasti determinati dal contatto tra due parti del circuito tra cui è presente una tensione. Sono provocati dal cedimento di un isolamento, dall'interposizione di un oggetto conduttore o di un liquido tra parti in tensione, rotture meccaniche, ecc.





Il fumo può contenere sostanze che aumentano la conducibilità:

**RISCHIO DI SCARICA!**





# Effetti della corrente sul corpo umano



## Altri effetti

In generale, gli **archi elettrici** (o **scariche elettriche**) sono manifestazioni visive del passaggio di corrente tra due punti a differente tensione in aria, gas o vapore, attraverso canali di particelle ionizzate per effetti termici, per effetto di radiazioni o per effetto della tensione stessa, con conseguente superamento del valore di rigidità dielettrica dell'isolamento

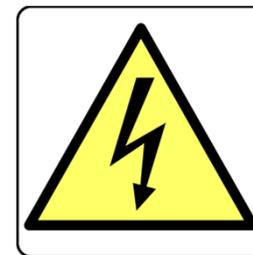
Il pericolo è dato dall'elevato calore generato, dall'esplosione dell'aria rapidamente riscaldata, dalla vaporizzazione di metalli e dall'intensa emissione di raggi ultravioletti

I danni prodotti all'organismo sono di tipo termico (ustioni) e meccanico (fratture, danni agli organi interni)

---



## Piante in prossimità (pericolo di scarica)

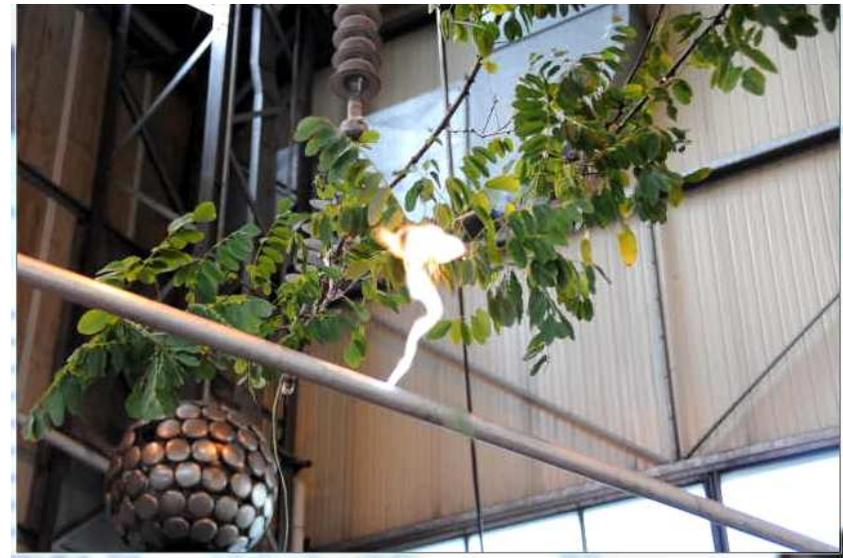




## Piante in prossimità (pericolo di scarica)

Quando un ramo si avvicina ad un conduttore in tensione senza toccarlo (caso particolare di contatto indiretto), la presenza di un mezzo isolante (l'aria) tra il conduttore ed il ramo determina lo sviluppo di un arco elettrico tra questi

Il fenomeno della scarica coincide con la rottura dielettrica del gas



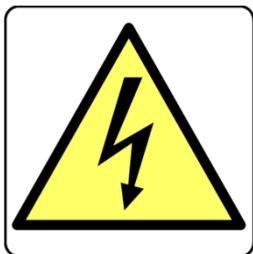
Arco elettrico con tensione 87 kV in un campione di ramo di Robinia – Distanza 15 cm



Arco elettrico con tensione 87 kV in un campione di ramo di Robinia – Distanza 15 cm



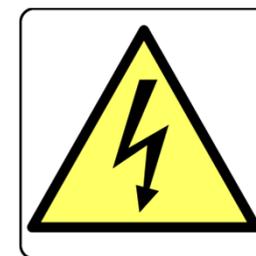
## Piante appoggiate (pericolo di scarica)





---

## Piante appoggiate (pericolo di scarica)



## Piante appoggiate (pericolo di scarica)

Il passaggio della corrente nel ramo comporta la fuoriuscita di fumi e forti “sbuffi” a carattere acquoso per tutta l’estensione del ramo

È stato dimostrato sperimentalmente che l’altezza di questi sbuffi dal ramo è correlata alla tensione applicata al conduttore quindi agli effetti termici dovuti al passaggio di corrente nel ramo



Prova di contatto diretto tra un campione Robinia e il conduttore a tensione di 10 kV



# **Cosa fare in caso di incendi e di situazioni pericolose in vicinanza di linee elettriche ad alta tensione o di stazioni elettriche di proprietà di TERNA**

# Procedure adottate da Terna – Disposizioni per la Prevenzione del Rischio Elettrico - DPRET

Definizioni: zone e distanze (CEI 11-27)

Parte attiva non protetta  
o non sufficientemente protetta

## Zona di lavoro sotto tensione ( $D_L$ )

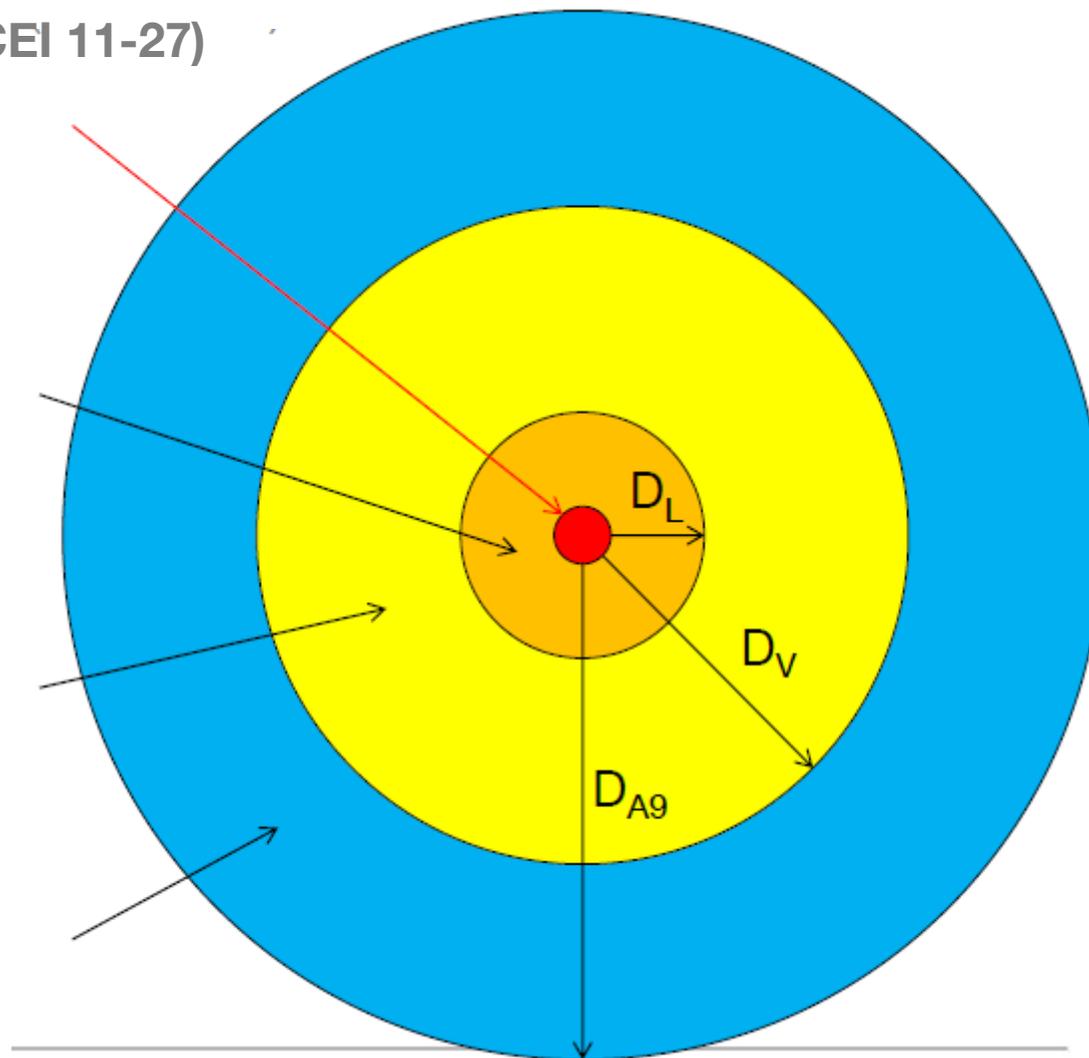
Spazio, delimitato dalla distanza  $D_L$ , intorno alle parti attive nel quale non è assicurato il livello di isolamento atto a prevenire il pericolo elettrico

## Zona di lavoro in prossimità o Zona prossima ( $D_V$ )

Spazio esterno alla zona di lavoro sotto tensione delimitato dalla distanza  $D_V$

## Zona di lavoro non elettrico ( $D_{A9}$ )

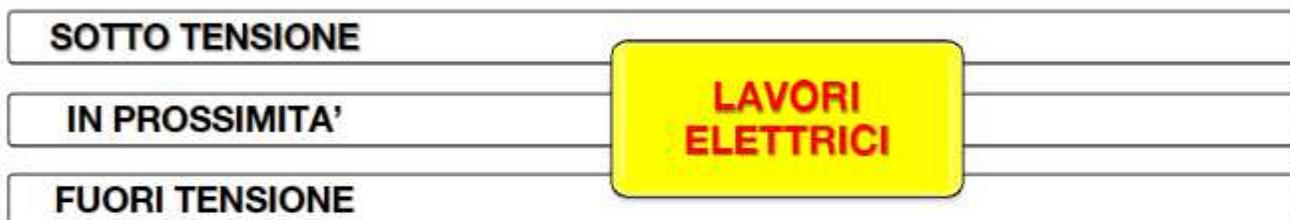
Spazio esterno alla zona prossima delimitato dalla distanza  $D_{A9}$ .



## Procedure adottate da Terna – Disposizioni per la Prevenzione del Rischio Elettrico - DPRET

### Valutazione del rischio elettrico (CEI EN 50110-1 e CEI 11-27)

La valutazione del rischio può seguire criteri diversi e diverse possono essere le conseguenti misure di prevenzione individuate; la Norma CEI EN 50110-1 individua come possibili le seguenti tre situazioni e conseguenti modalità di lavoro:



alle quali si aggiunge, nella realtà italiana (CEI 11-27), il lavoro in vicinanza (lavoro non elettrico) :



## Valutazione e gestione del rischio

DLgs 81/08: Titolo III, Capo III - Impianti e apparecchiature elettriche

### Articolo 83 - Lavori in prossimità di parti attive – Definizioni tratte da DPRET

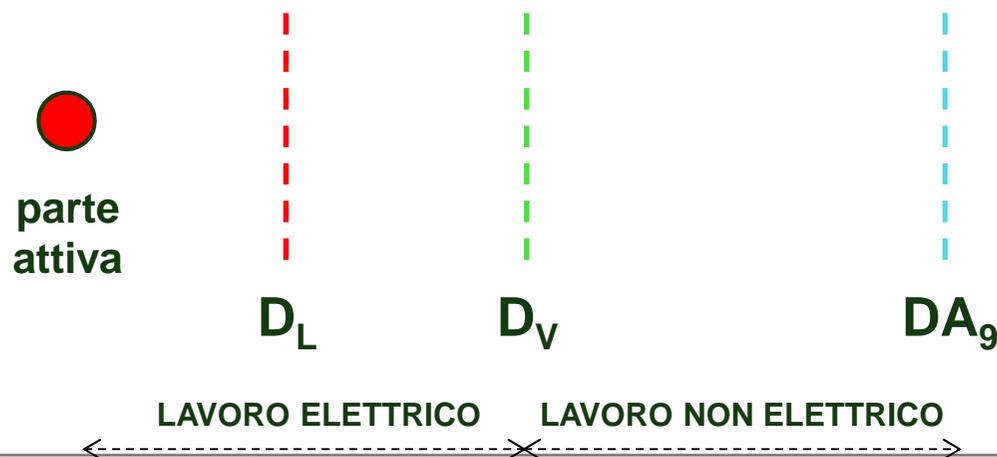
#### 1.4.4 Lavoro elettrico

Attività lavorativa svolta a distanza minore o uguale alla distanza  $D_V$  (distanza di prossimità) da parti attive accessibili di impianti elettrici o lavori fuori tensione sugli stessi.

*Nota: le manovre di apparecchiature elettriche costruite ed installate a regola d'arte non sono considerate lavori elettrici.*

#### 1.4.5 Lavoro non elettrico (lavoro in vicinanza)

Attività lavorativa svolta a distanza da parti attive minore di  $DA_9$  (distanza dei lavori non elettrici) e maggiore di  $D_V$ .





## Valutazione e gestione del rischio

DLgs 81/08: Titolo III, Capo III - Impianti e apparecchiature elettriche

### Articolo 83 - Lavori in prossimità di parti attive

1. Non possono essere eseguiti lavori **non elettrici in vicinanza di linee elettriche** o di impianti elettrici con parti attive non protette, o che per circostanze particolari si debbano ritenere non sufficientemente protette, e comunque a distanze inferiori ai limiti di cui alla tabella 1 dell'Allegato IX, salvo che vengano adottate disposizioni organizzative e procedurali idonee a proteggere i lavoratori dai conseguenti rischi.
2. Si considerano idonee ai fini di cui al comma 1 le disposizioni contenute nelle **pertinenti norme tecniche**.

**Allegato IX** – Distanze di sicurezza da parti attive di linee elettriche e di impianti elettrici non protette o non sufficientemente protette da osservarsi, nell'esecuzione di lavori non elettrici, al netto degli ingombri derivanti dal tipo di lavoro, delle attrezzature utilizzate e dei materiali movimentati, nonché degli sbandamenti laterali dei conduttori dovuti all'azione del vento e degli abbassamenti di quota dovuti alle condizioni termiche.

Un (kV)	D (m)
$\leq 1$	3
$1 < Un \leq 30$	3,5
$30 < Un \leq 132$	5
$> 132$	7



## La consegna in sicurezza degli elettrodotti AT

### Distanza di sicurezza

Distanza ottenuta dalla somma della distanza limite DL (o DV per i lavori in vicinanza) più la maggiorazione ergonomica.

In pratica **mantenere la «Distanza di sicurezza» significa:**

- **mantenersi a distanza di sicurezza (almeno 7 metri) dai conduttori e interdire l'area**
- **non toccare né avvicinarsi ai conduttori o ad oggetti o piante a contatto con i conduttori (il conduttore va considerato in tensione) in quanto pericolo mortale!**
- **non avvicinarsi a conduttori caduti a terra**
- **non avvicinarsi alle funi di guardia cadute a terra**



## La consegna in sicurezza degli elettrodotti AT

Se l'Unità Richiedente (es. VVF) ritiene necessario superare le distanze di sicurezza deve farne richiesta all'Unità Consegnataria TERNA giunta sul luogo

Occorrerà procedere secondo le procedure DPRET

Tali operazioni saranno effettuate solo e solamente dall'Unità Consegnataria

Per poter intervenire in sicurezza in prossimità o su linee elettriche (spostamento di conduttori, taglio conduttori, taglio piante interferenti, abbattimento ecc.) occorre farsi consegnare dal personale TERNA il documento che notifica la “consegna dell'impianto elettrico e la sua messa in sicurezza” (Dichiarazione di essa in sicurezza fuori tensione di linea interferente per attività lavorative di terzi)



**Il superamento delle distanze di sicurezza  
richiede necessariamente**



**la messa a terra dell'elettrodotto  
da parte di Terna**



## La consegna in sicurezza degli elettrodotti AT

Al termine delle attività il medesimo documento dovrà essere riconsegnato al personale Terna che, solo allora, potrà eventualmente rimettere in servizio l'elettrodotto

Contestualmente **alla riconsegna** l'elettrodotto deve essere considerato in TENSIONE.



## PRONTO INTERVENTO

In occasioni di eventi calamitosi che coinvolgano la Rete di Trasmissione Nazionale o Rete AT con conseguente pericolo per le infrastrutture e/o per l'incolumità di persone o danni a cose, è necessario fare riferimento al documento

**“ Disattivazione di linee aeree a 380-220-150-132-70-60-50 kV in occasione di incendi boschivi o di situazioni di pericolo ”**

adottato da TERNA e PROTEZIONE CIVILE NAZIONALE.

Il documento è pubblico ed è reperibile sul sito web di TERNA all'indirizzo:  
<http://www.terna.it/it-it/sistemaelettrico/codicedirete.aspx>

# In sintesi.....



CCT NE



UI TAA Esegue il Pronto Intervento

Identificazione elettrodotto



CCT

RETE AT



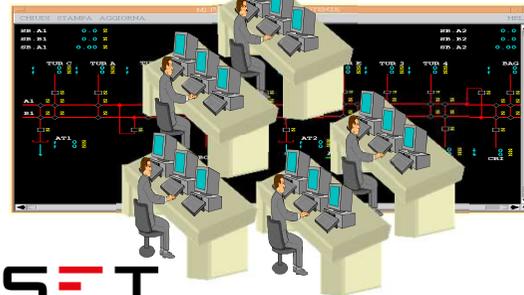
Verifica impatto rete

CNC

CCT

Richiede/realizza assetti di rete

Realizza Assetto rete richiesto da CCT su rete AAT - AT



Operazioni di spegnimento a distanza di sicurezza (senza PLL)





---

## NUMERI TELEFONICI DI EMERGENZA

### **Rete Alta Tensione**



T E R N A G R O U P

**Direzione Territoriale – Nord Est**

**Area Dispacciamento – Nord Est**

**Tel: 041 44 63 59**

**041 584 3501**

**041 44 66 07**

**Fax: 041 584 37 41**

**Email: [caposala-cctne@terna.it](mailto:caposala-cctne@terna.it)**



---

## Sintesi delle operazioni per l'accesso in sicurezza agli impianti elettrici di Terna





---

## Sintesi delle operazioni per l'accesso in sicurezza agli impianti elettrici di Terna

### 2.4 GENERALITA' SUI LAVORI FUORI TENSIONE

Per eseguire un lavoro fuori tensione, **l'identificazione della parte d'impianto oggetto del lavoro** è la **premessa indispensabile** per intraprendere le azioni per conseguire e mantenere le condizioni di sicurezza per l'esecuzione del lavoro.

L'identificazione della parte d'impianto comporta, fra gli altri aspetti, l'individuazione dei punti di sezionamento, di tutte le possibili sorgenti di alimentazione, della presenza nelle vicinanze della zona di lavoro di altri impianti in tensione o meno.



---

## Sintesi delle operazioni per l'accesso in sicurezza agli impianti elettrici di Terna

### 2.4 GENERALITA' SUI LAVORI FUORI TENSIONE

#### 2.4.1 Condizioni di "impianto in sicurezza"

Effettuata l'identificazione della parte d'impianto oggetto del lavoro, **le operazioni fondamentali per assicurare che l'impianto elettrico oggetto del lavoro sia fuori tensione e sicuro** per tutta la durata del lavoro sono di seguito riportate.

---

#### OPERAZIONI FONDAMENTALI DI MESSA IN SICUREZZA FUORI TENSIONE

- a) individuare e delimitare la zona di lavoro;
- b) sezionare completamente la parte d'impianto interessata dal lavoro;
- c) prendere provvedimenti per assicurarsi contro la richiusura dei dispositivi di sezionamento;
- d) verificare che l'impianto sia fuori tensione;
- e) effettuare la messa a terra e in cortocircuito delle parti attive sezionate ed oggetto dei lavori;
- f) realizzare le misure di protezione verso le eventuali altre parti attive adiacenti.

Tali operazioni si devono eseguire nell'ordine specificato

# Sintesi delle operazioni per l'accesso in sicurezza agli impianti elettrici di Terna

## 2.4.1 Condizioni di “impianto in sicurezza”

### b) Sezionare completamente la parte d'impianto interessata dal lavoro

La parte d'impianto interessata dal lavoro deve essere separata da tutte le possibili fonti di alimentazione mediante l'apertura degli apparecchi di sezionamento o la rimozione di parti di circuito.

Il sezionamento deve essere uno spazio in aria o un isolamento reale equivalente che assicuri che il punto di sezionamento non possa cedere elettricamente, considerando anche le sovratensioni possibili.



# Sintesi delle operazioni per l'accesso in sicurezza agli impianti elettrici di Terna

## 2.4.1 Condizioni di “impianto in sicurezza”

### c) Prendere provvedimenti per assicurarsi contro la richiusura dei dispositivi di sezionamento

Consiste nel mettere in atto tramite l'adozione di accorgimenti tecnico-organizzativi tutte le misure necessarie per impedire che sia accidentalmente o indebitamente ripristinato il collegamento nei punti in cui è stato effettuato il sezionamento

Tali misure consistono in una delle seguenti:

- bloccaggio del meccanismo di azionamento;
- azioni inibitrici equivalenti, in grado di garantire la sicurezza contro la richiusura, in assenza di sistemi di bloccaggio meccanici sicuri quali, ad esempio, impedimenti all'accesso a personale non autorizzato alle aree, ai locali o quadri contenenti il sezionamento.



## Sintesi delle operazioni per l'accesso in sicurezza agli impianti elettrici di Terna

### 2.4.1 Condizioni di “impianto in sicurezza”

#### c) Prendere provvedimenti per assicurarsi contro la richiusura dei dispositivi di sezionamento

Tali misure devono essere sempre accompagnate dall'**esposizione di avvisi monitori** riportanti la dicitura “LAVORI IN CORSO – NON EFFETTUARE MANOVRE”, atti ad evitare interventi indebiti.

Se è richiesta una sorgente di energia ausiliaria per l'azionamento degli apparecchi di sezionamento, tale sorgente deve essere disattivata.





---

## Sintesi delle operazioni per l'accesso in sicurezza agli impianti elettrici di Terna

### 2.4.1 Condizioni di “impianto in sicurezza”

#### d) Verificare che l'impianto sia fuori tensione

Occorre accertare, con **rilievo strumentale**, o con metodologie egualmente sicure e affidabili, l'assenza della tensione sulla parte d'impianto interessata dal lavoro.

L'assenza di tensione deve essere verificata su tutte le fasi dell'impianto elettrico, in corrispondenza dei punti di sezionamento.

Gli strumenti di rivelazione devono essere adatti al livello di tensione nominale dell'impianto e rispondere alla normativa in materia.



---

## Sintesi delle operazioni per l'accesso in sicurezza agli impianti elettrici di Terna

### 2.4.1 Condizioni di “impianto in sicurezza”

#### e) Effettuare la messa a terra e in cortocircuito delle parti attive sezionate

**Consiste nell'effettuare il collegamento equipotenziale delle parti attive degli elementi d'impianto oggetto dell'attività lavorativa.**

Tutte le parti attive sulle quali si deve lavorare devono essere messe a terra e in cortocircuito, mediante idonei dispositivi, collegandole tutte allo stesso dispersore di terra in grado di assicurare l'equipotenzialità della zona di lavoro.

Il cortocircuito può essere mediato da strutture metalliche quali, ad esempio, i sostegni di linea e gli impianti di terra di stazione.

## Sintesi delle operazioni per l'accesso in sicurezza agli impianti elettrici di Terna

L'esecuzione della messa a terra e in cortocircuito può essere effettuata con due modalità:

- applicando i **dispositivi mobili**;
- utilizzando, ove esistenti, le **apparecchiature predisposte** per effettuare la messa a terra e in cortocircuito della parte di impianto (**sezionatori di terra azionati dall'operatore**)
  - . con altri dispositivi (per esempio **lance**)



---



## Sintesi delle operazioni per l'accesso in sicurezza agli impianti elettrici di Terna

### 1.5.6.1 Messa a terra di sezionamento

Collegamento a terra ed in cortocircuito **di tutti i conduttori attivi dell'impianto nei punti di possibile alimentazione**, di norma nei pressi dei punti di sezionamento, eseguita azionando le apparecchiature ivi predisposte. In assenza di queste ultime, l'operazione consiste nell'applicazione di dispositivi mobili o analoghi



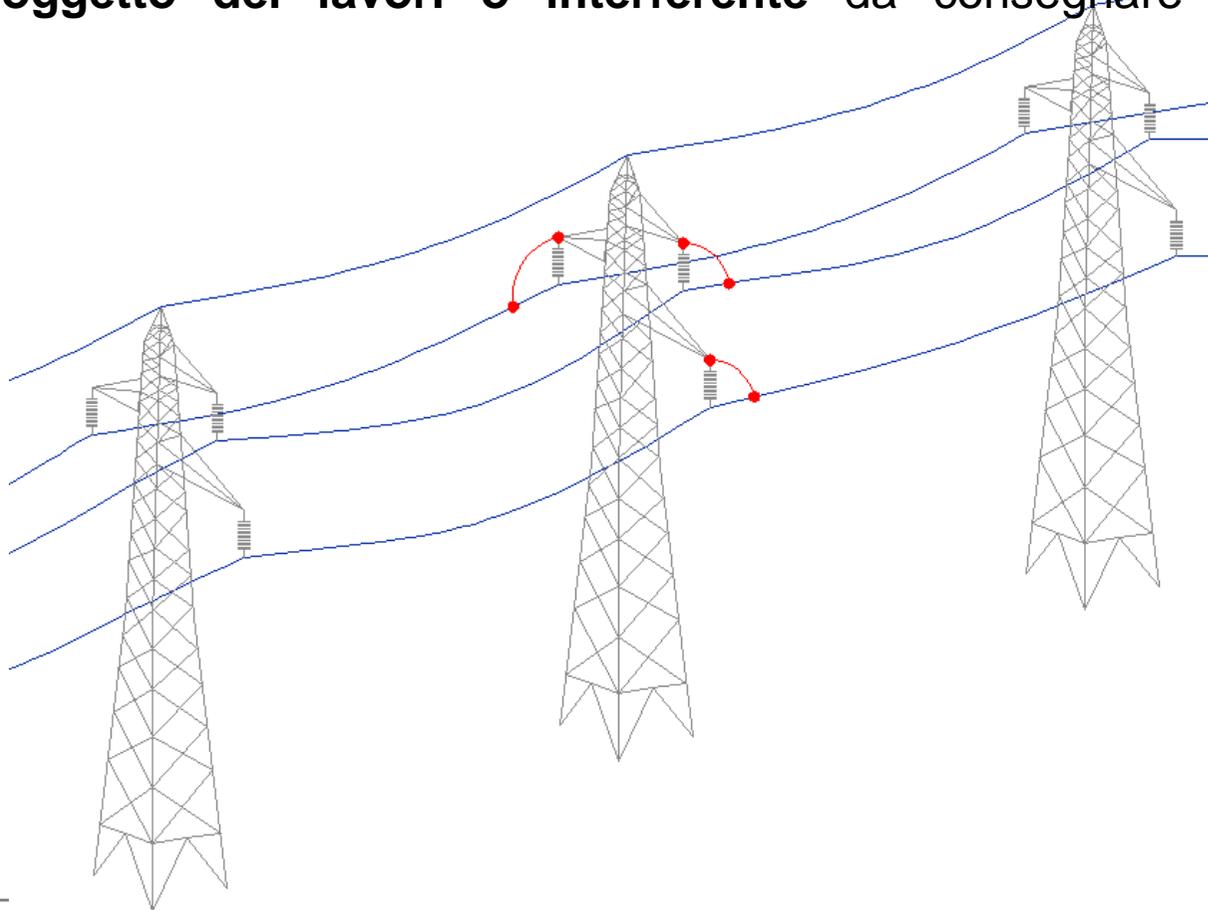
---



## Sintesi delle operazioni per l'accesso in sicurezza agli impianti elettrici di Terna

### 1.5.6.2 Messa a terra di individuazione

Messa a terra eseguita in vicinanza del posto di lavoro, ai fini **dell'individuazione dell'impianto elettrico oggetto dei lavori o interferente** da consegnare all'Impresa o al Terzo

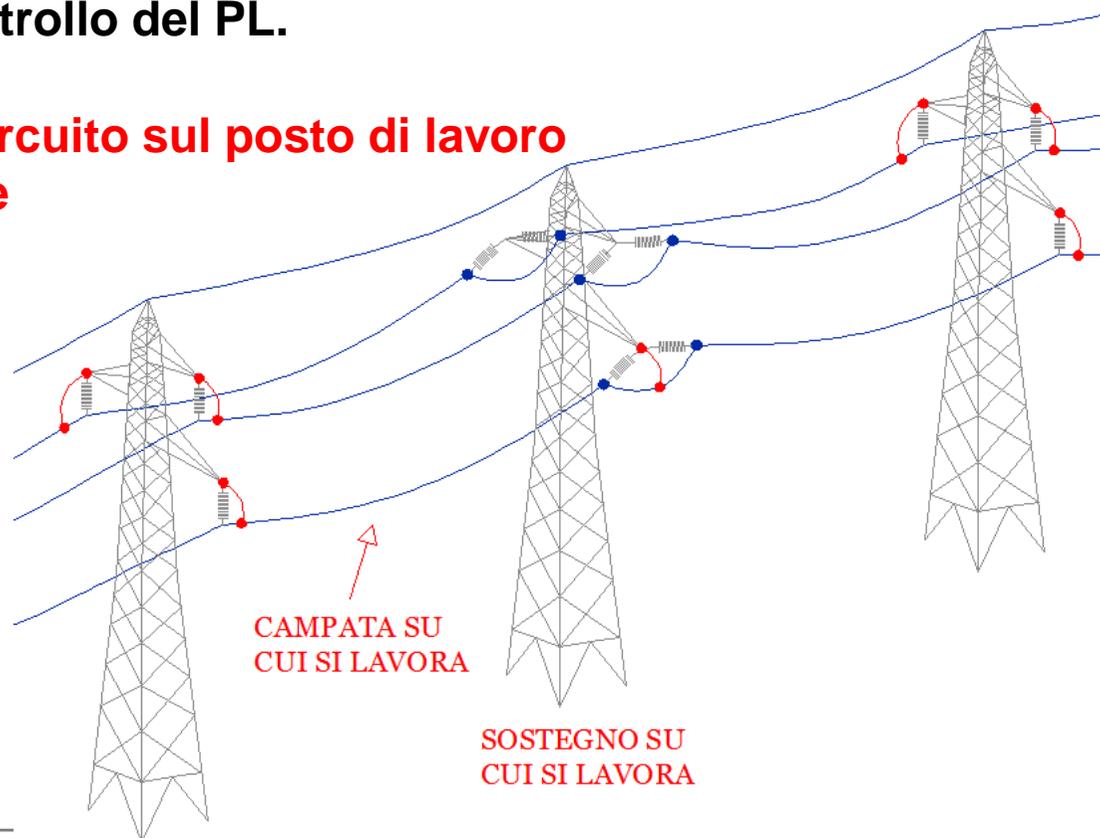


## Sintesi delle operazioni per l'accesso in sicurezza agli impianti elettrici di Terna

### 1.5.6.3 Messa a terra di lavoro

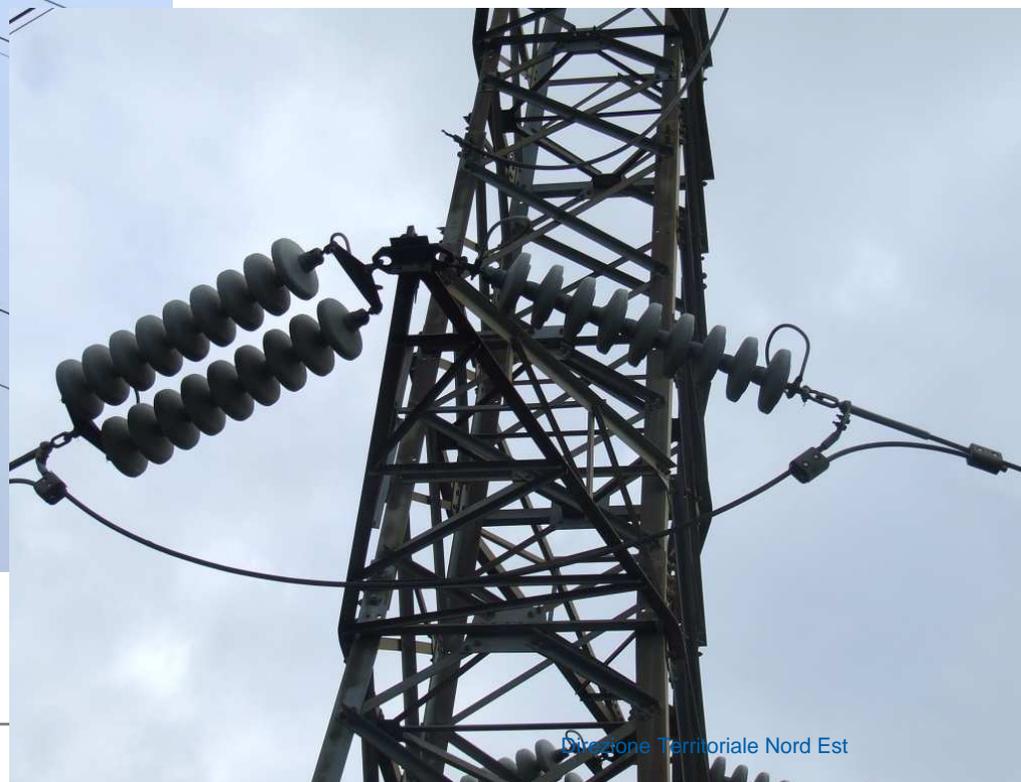
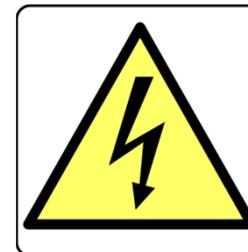
Collegamento di tutti i conduttori attivi dell'impianto a terra ed in cortocircuito nel punto in cui si esegue il lavoro, effettuata a cura del PL. La terra di sezionamento può fungere da terra di lavoro quando è a ridosso del posto di lavoro e rimane sotto il controllo del PL.

**Le messe a terra ed in cortocircuito sul posto di lavoro costituiscono la fondamentale misura di protezione contro il rischio elettrico nei lavori fuori tensione.**



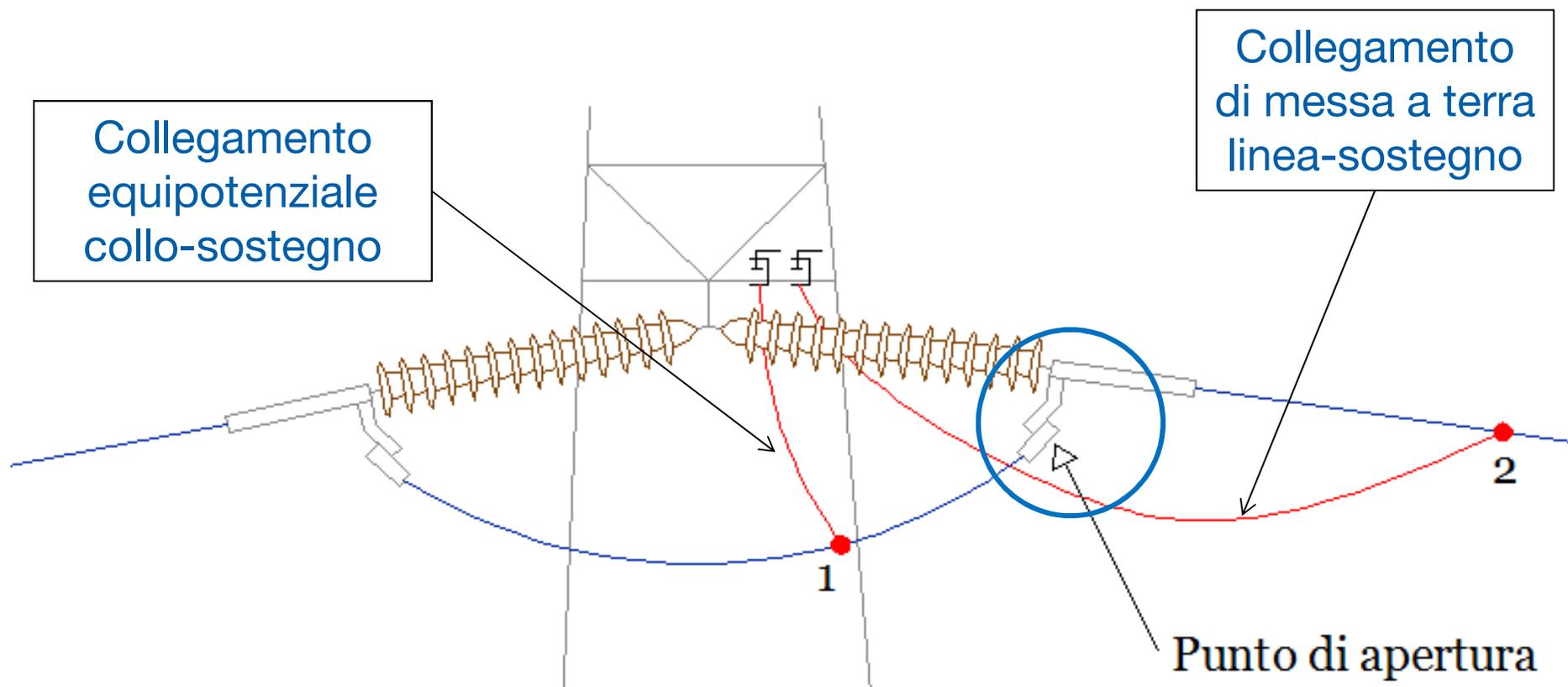


## Esempio: Sconnessione o riparazione di un collo morto su un sostegno in linea con accesso da sostegno



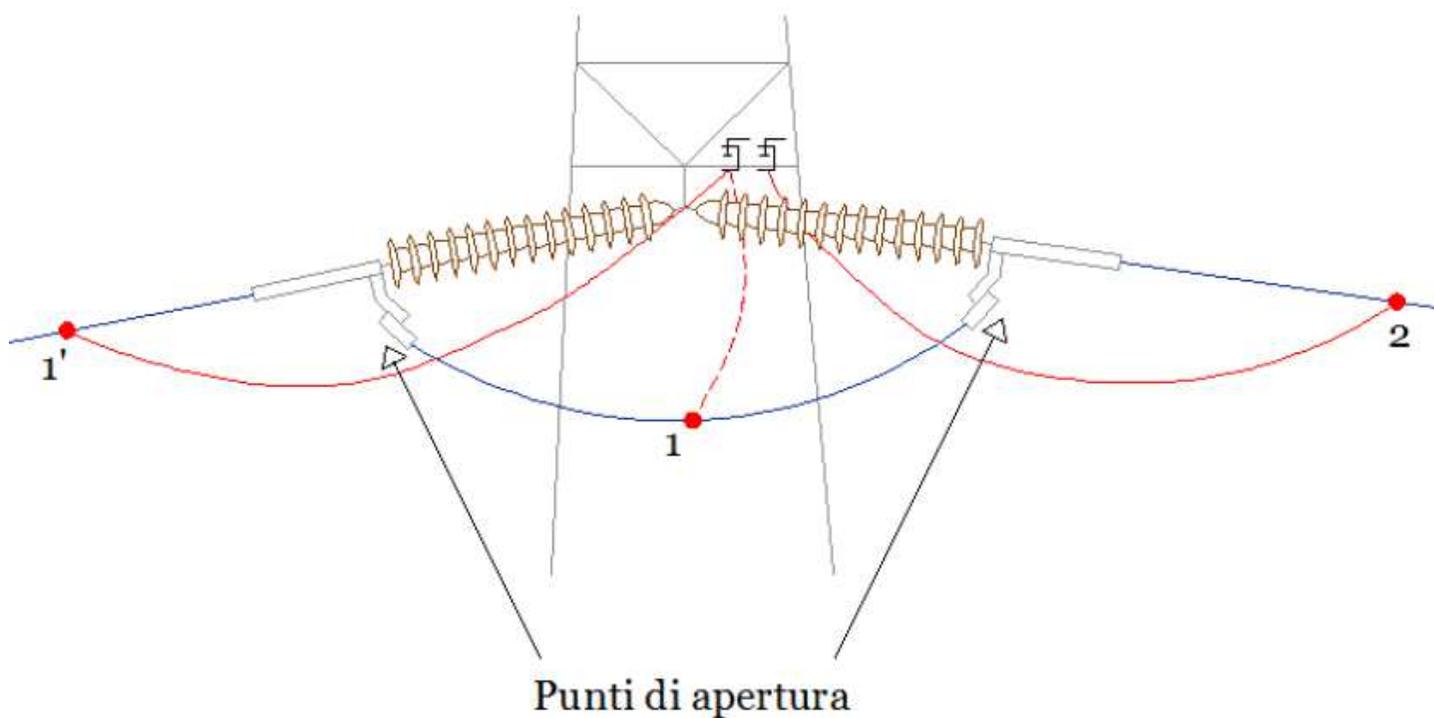


## Esempio: Sconnessione o riparazione di un collo morto su un sostegno in linea con accesso da sostegno





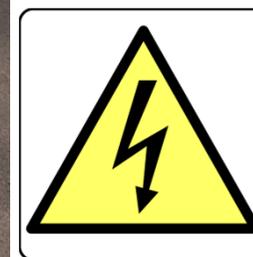
## Esempio: Sconnessione o riparazione di un collo morto su un sostegno in linea con accesso da sostegno



Collegamento terre per rimozione collo morto



## Esempio: Rimessa in sito di un conduttore caduto al suolo





## Esempio: Rimessa in sito di un conduttore caduto al suolo

Nel caso in cui si debba effettuare la rimessa in sito di un conduttore caduto al suolo si deve procedere con questa sequenza:

1. realizzazione delle messe a terra in corrispondenza dei sostegni laterali
2. equipotenzialità con il suolo del conduttore su cui si sta operando. Sino a quando non è stato effettuato questo collegamento, nessuno deve toccare il conduttore
3. realizzazione delle messe a terra in corrispondenza del sostegno dal quale si è staccato il conduttore
4. montaggio delle attrezzature di recupero, già preventivamente rese equipotenziali con il suolo



## Esempio: Rimessa in sito di un conduttore caduto al suolo

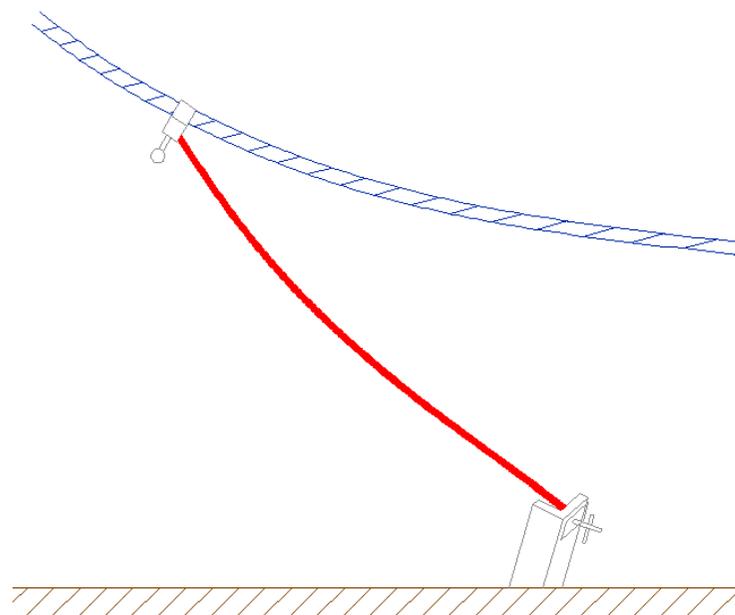
Per realizzare quanto stabilito al punto 2 (equipotenzialità) si deve utilizzare la struttura di un sostegno collegato a terra, o se i lavori interessano parti conduttrici di un cavo o linea aerea in un punto dove non esiste questa possibilità, si deve realizzare una **rete di equipotenzialità locale** provvisoria in grado di assicurare l'equipotenzialità della zona di lavoro



## Esempio: Rimessa in sito di un conduttore caduto al suolo

Per far ciò si devono eseguire le seguenti operazioni:

- 1 - collegare un complesso di equipotenzialità con un picchetto di messa a terra, mediante l'apposito morsetto
- 2 - collegare con il fioretto la pinza del complesso al conduttore, in prossimità del suolo





## Esempio: Rimessa in sito di un conduttore caduto al suolo

Collegamento di equipotenzialità





## ESEMPIO

Recupero aliante caduto sui conduttori

Spegnimento incendio in prossimità

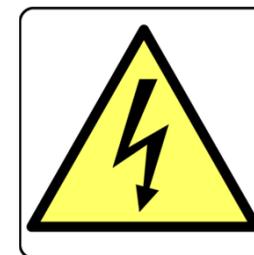


## Recupero aliante caduto sui conduttori





## Spegnimento incendio in prossimità





# La disattivazione degli elettrodotti AT



Disaccoppiamento e Conduzione  
Tempo Reale - Centro Ripartizione di.....

Tempo Reale/CR di .....

Modulo IB1

## MODULO IB1

**DISATTIVAZIONE DI LINEA AEREA A CAUSA DI INCENDIO BOSCHIVO o SITUAZIONE DI PERICOLO**

RICHIESTA N° ..... in data ..... alle ore .....

Il Sig. .... del ..... di .....  
(Prot. Civile, VV.FF., Corpo Forestale, Altri)

reperibile in località ..... Comune di ..... Provincia di .....

presso ..... numero telefonico .....

ha comunicato che in località ..... Comune di .....

Provincia di ..... si è verificato un incendio (o una situazione di pericolo) per cui ha richiesto a questa Sala Controllo la messa **fuori servizio** della linea elettrica contraddistinta da: .....

(Numero di codice, denominazione, numero elementi catena isolatori, vicinanza strade, fiumi, ecc.)

L'incaricato dell'Unità Consegnataria ..... avrà come referente sul posto il  
Sig. ....  
del .....  
(Prot. Civile, VV.FF., Corpo Forestale, Altri)

Firma del Capo Turno .....

---

**ANALISI DELLA RICHIESTA DA PARTE DEL CR**

In base alle informazioni ricevute la linea è ritenuta essere: .....

(Numero di codice e denominazione)

La messa fuori servizio della linea comporta disalimentazioni di utenza o gravi conseguenze per l'esercizio della rete?

SI  NO (Barrare la voce d'interesse)

E' confermata la richiesta di messa fuori servizio da parte del Prefetto o Autorità Pubblica?

SI  NO (Barrare la voce d'interesse)

Firma del Capo Turno .....

(anche eventuali coordinate geografiche del sostegno più vicino (WGS 84))

\* con la ristrutturazione CR e CTI sono stati integrati nel CCT

# La disattivazione degli elettrodotti AT



Dispacciamento e Conduzione  
Tempo Reale - Centro Riparazione di.....

Centro Operativo di .....

## Modulo IB2

### DISATTIVAZIONE DI LINEA AEREA A CAUSA DI INCENDIO BOSCHIVO o SITUAZIONE DI PERICOLO

CONFERMA in data ..... alle ore .....

Il Sig. .... del CO di .....

(Nominativo Capo Turno)

comunica al Sig. .... del .....

(Prot. Civile, VV.FF., Corpo Forestale, Altri)

che alle ore ..... del ..... è stata messa fuori servizio la linea :

(Numero di codice e denominazione)

in base alle informazioni fornite nella richiesta n. .... formulata alle

ore ..... del ..... al CR di .....

Si fa inoltre presente che la linea è stata individuata dal personale dell'Unità Consegnataria intervenuto sul luogo.

Si fa inoltre presente che pur essendo stata esaudita la richiesta citata, la linea interessata dall'incendio (o dalla situazione di pericolo) sarà chiaramente individuata dopo conferma da parte del personale dell'Unità Consegnataria intervenuto sul luogo.

**DURANTE L'INTERVENTO DEVONO ESSERE MANTENUTE LE DISTANZE DI SICUREZZA DALL'ELETTRODOTTO**

**Il superamento delle distanze di sicurezza dall'elettrodotto può avvenire dopo benessere del personale dell'Unità Consegnataria**

Firma del Capo Turno .....

**FINE INTERVENTO** in data ..... alle ore .....

Il Sig. .... del .....

(Prot. Civile, VV.FF., Corpo Forestale, Altri)

di ..... comunica al Sig. ....

del CO di ..... che la linea .....

(Numero di codice e denominazione)

di cui alla richiesta n. .... formulata alle ore ..... al CR

di ..... può essere rimessa in servizio essendo state completate le

operazioni di spegnimento dell'incendio (oppure è stato completato l'intervento tecnico urgente).

Firma del Capo Turno .....

## MODULO IB2

m021O425DC-r00

\* con la ristrutturazione CR e CTI sono stati integrati nel CCT



# La disattivazione degli elettrodotti AT



Dispacciamento e Condizione  
Tempo Reale - Centro Ripartizione di.....

Sede:  
Tel:  
Fax:  
in caso di erronea ricezione del fax chiamare il numero

A:

**OGGETTO:** Disattivazione elettrodotti AT per incendio boschivo (o situazione di pericolo)

Il responsabile del \_\_\_\_\_ di \_\_\_\_\_  
in data \_\_\_\_\_ alle ore \_\_\_\_\_ ha comunicato che è in corso un incendio boschivo (oppure  
una situazione di pericolo) nella località \_\_\_\_\_ comune di \_\_\_\_\_ prov. di  
\_\_\_\_\_, per cui ha richiesto a questa sala controllo, tramite fax n° \_\_\_\_\_, la disattivazione di  
una linea elettrica interessata, che è ritenuta essere, in base alle informazioni ricevute, l'elettrodotto:  
\_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_ kV.

Il personale preposto del \_\_\_\_\_ si sta recando nella località indicata per confermare  
l'individuazione della linea.

Vi informiamo che la disattivazione di questa linea comporta:

la totale disalimentazione (sospensione dell'erogazione dell'energia elettrica)

stato di criticità della rete AT (minore sicurezza dell'alimentazione delle utenze)

nelle seguenti località:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Si richiede, pertanto, con urgenza Vs. conferma stesso mezzo, senza la quale non si procederà alla  
disattivazione del suddetto elettrodotto.

Firma del Capo Turno \_\_\_\_\_

## Richiesta autorizzazione interruzione a Prefetto In caso di gravi disalimentazioni

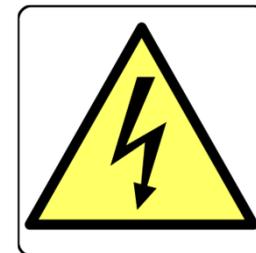
\* con la ristrutturazione CR e CTI sono stati integrati nel CCT





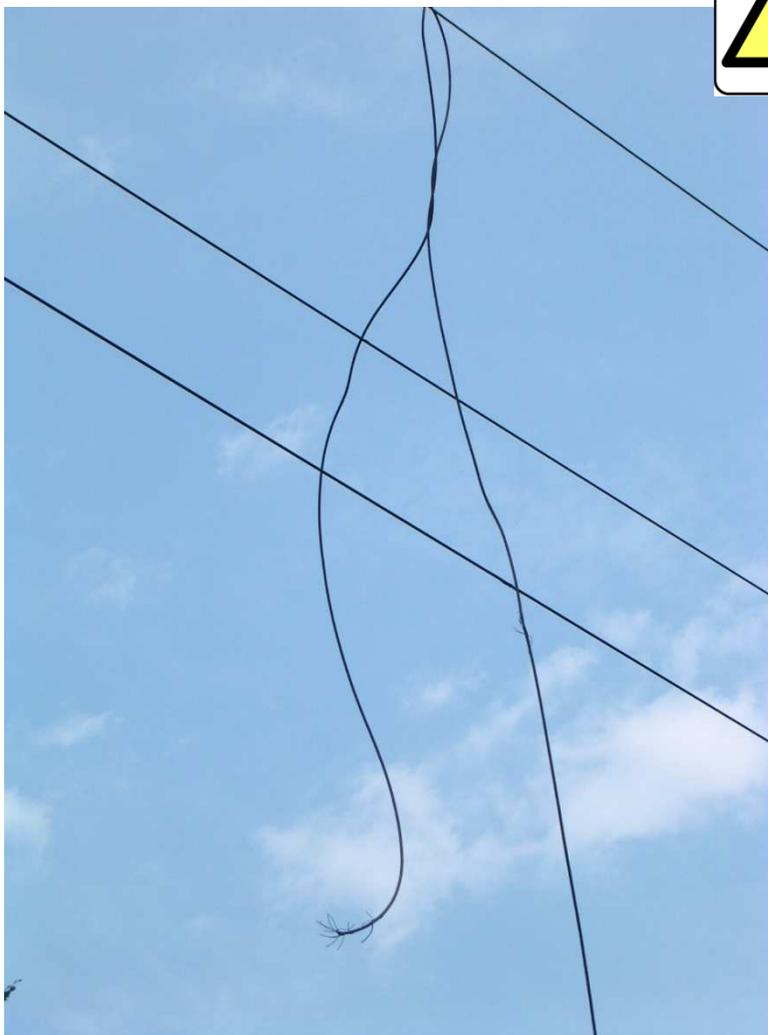
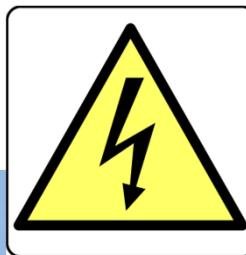
# Scenari critici

# Contatto con mezzi operativi



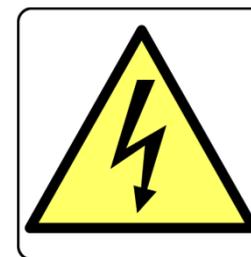


## Conduttori rotti





## Frane e slavine





# Grazie per l'attenzione

[adriano.fedrizzi@terna.it](mailto:adriano.fedrizzi@terna.it)

[luciano.minto@terna.it](mailto:luciano.minto@terna.it)