

Criteri di allacciamento di clienti alla rete MT della Distribuzione DK 5600 Ed.IV - Marzo 2004

Enel Distribuzione - UTR PIL

Torino - Cuneo - Genova

Ottobre 2004

Il contesto

La **DK 5600 ed. IV - marzo 2004** è il risultato di una revisione iniziata verso la metà del 2003, quando l'**Autorità per l'energia elettrica e il gas - AEEG** - formulò le prime proposte per l'emissione di una nuova **Delibera** di regolazione della qualità del servizio elettrico, a valere per il periodo **2004-2007**.

Il **testo finale della nuova DK 5600** anticipa quelle che potrebbero essere le conclusioni dell'Autorità in tema di **requisiti tecnici degli impianti dei clienti MT**, sia nuovi che esistenti, finalizzate ad assicurare:

- l'attribuzione della responsabilità dei guasti (distributore o cliente), e di conseguenza:
- la possibilità di prescrivere in futuro ai distributori (tra cui Enel Distribuzione) obblighi di continuità del servizio più stringenti.

Il contesto

Il 30 gennaio 2004 L'Autorità per l'energia elettrica e il gas -AEEG- ha pubblicato la **Delibera n° 4/04**:

Testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas in materia di qualità dei servizi di distribuzione, misura e vendita dell'energia elettrica per il periodo di regolazione 2004-2007

disponibile sul sito www.autorita.energia.it

Il contesto

Il Testo integrato della Delibera prevede (Titolo 5) che la continuità del servizio elettrico, per i

clienti MT di maggiori dimensioni

sia misurata attraverso l'indicatore:

numero di interruzioni senza preavviso lunghe

intese come interruzioni subite nell'anno dal medesimo cliente:

- di durata > 3 minuti,
- originate sulla rete MT del distributore,
- attribuibili a responsabilità del distributore,
- che hanno inizio dopo 60 minuti dalla conclusione di una precedente interruzione lunga.

Il contesto

I **clienti MT di maggiori dimensioni** sono (art. 30.2):

- dal 1/1/2006, i clienti con potenza disponibile **P > 500 kW**,
- dal 1/1/2007, i clienti con potenza disponibile **P > 100 kW**.

Il **numero di interruzioni senza preavviso lunghe** subite da questi clienti non deve superare (art. 32.1):

- **3** nelle aree ad alta concentrazione (comuni oltre 50000 abitanti),
- **4** nelle aree a media concentrazione (comuni fra 5000 e 50000 abitanti),
- **5** nelle aree a bassa concentrazione (comuni con meno di 5000 abitanti).

Il contesto

Per ciascuna delle interruzioni che ciascun cliente subisce in più, oltre i limiti previsti, il distributore è sottoposto ad una **penalità** (art. 32.3).

La penalità è calcolata in base ad una potenza media interrotta convenzionale pari al 70% della potenza disponibile.

Ad **esempio**, per un cliente con una potenza disponibile di 800 kW, risulta:

- potenza media interrotta convenzionale: $800 \times 0,7 = 560 \text{ kW}$
- **penalità:** $500 \times 2,5 + (560 - 500) \times 2 = \mathbf{1370 \text{ Euro}}$

Il contesto

L'Autorità individuerà con **successivo provvedimento** (art. 33.1):

- a) gli **indennizzi automatici** a favore dei clienti di maggiore dimensione peggio serviti;
- b) i **requisiti tecnici dei dispositivi di protezione** degli impianti, necessari affinché tali clienti abbiano **diritto agli indennizzi**;
- c) i **termini** oltre i quali i clienti che non adeguano le protezioni dei propri impianti ai requisiti tecnici stabiliti saranno tenuti al **pagamento di un corrispettivo**;
- d) l'ammontare e la destinazione di tali corrispettivi;
- e) eventuali altre misure finalizzate a promuovere l'eliminazione delle interruzioni non localizzate.

Il contesto

Il punto 2 del Testo della Delibera prevede che:

- a. **entro il 30 aprile 2004** le imprese distributrici, anche in forma associata, presentino all'Autorità una **proposta** avente ad oggetto i **requisiti tecnici per il coordinamento delle protezioni**, atti a selezionare i guasti originati negli impianti di utenza dei clienti di maggiore dimensione e a evitare che tali guasti si propaghino alla rete di distribuzione;
- b. sulla proposta presentata e sugli altri temi oggetto del provvedimento si svolga una specifica consultazione dei soggetti interessati prima dell'adozione del provvedimento definitivo.

Il contesto

Nel suo insieme la Delibera si propone di:

- proteggere i **clienti peggio serviti** (i limiti riportati di 3, 4, 5 interruzioni sono attualmente forniti, su scala nazionale, solo a circa il 90% dei clienti di maggiori dimensioni);
- obbligare i **distributori** a migliorare la qualità di loro responsabilità;
- migliorare ulteriormente la qualità riducendo le **interruzioni non localizzate**, presumibilmente dovute ai cortocircuiti interni agli impianti dei clienti non eliminati per l'inadeguatezza del sistema protettivo;
- ridurre il **contenzioso** distributori-clienti in materia di risarcimento dei danni subiti a seguito di interruzioni, promuovendo un adeguamento tecnico, in qualche modo certificato, degli impianti dei clienti.

L'evoluzione dello stato del neutro MT

La **DK 5600 ed. IV - marzo 2004** sostituisce la precedente **ed. III - febbraio 2003**, che era stata emessa appena un anno prima allo scopo di aggiornare i **criteri di allacciamento**:

- alla **nuova modalità di esercizio della rete MT**, da **neutro isolato** a **neutro a terra tramite impedenza**, che richiede di adeguare le protezioni contro i guasti a terra, sia di Enel che dei clienti;
- a nuovi e **più restrittivi requisiti tecnici dell'impianto cliente**, capaci di assicurare una selezione più efficace dei guasti del cliente, e quindi di contribuire a migliorare la continuità del servizio elettrico fornito da Enel Distribuzione a tutti i clienti (requisiti nel complesso meno severi di quelli contenuti nell'attuale ed. IV).

L'evoluzione dello stato del neutro MT

La decisione di passare la gestione della rete MT da **neutro isolato** a **neutro a terra tramite impedenza** è stata presa da Enel Distribuzione alcuni anni fa, dopo i positivi risultati ottenuti in una prima fase di sperimentazione.

Il motivo di tale scelta è quello di conseguire due **importanti benefici**:

- la **riduzione delle correnti di guasto monofase a terra** che, oggi in continua crescita per effetto dell'uso sempre più spinto di cavi sotterranei e aerei, rendono costosa l'esecuzione di impianti di terra efficienti per le cabine;
- il **miglioramento della qualità del servizio** per quanto riguarda tutti i tipi di interruzione.

Tipo interruzione	Lunga	Breve	Transitoria
Beneficio atteso	- 15 %	- 30 %	- 50 %

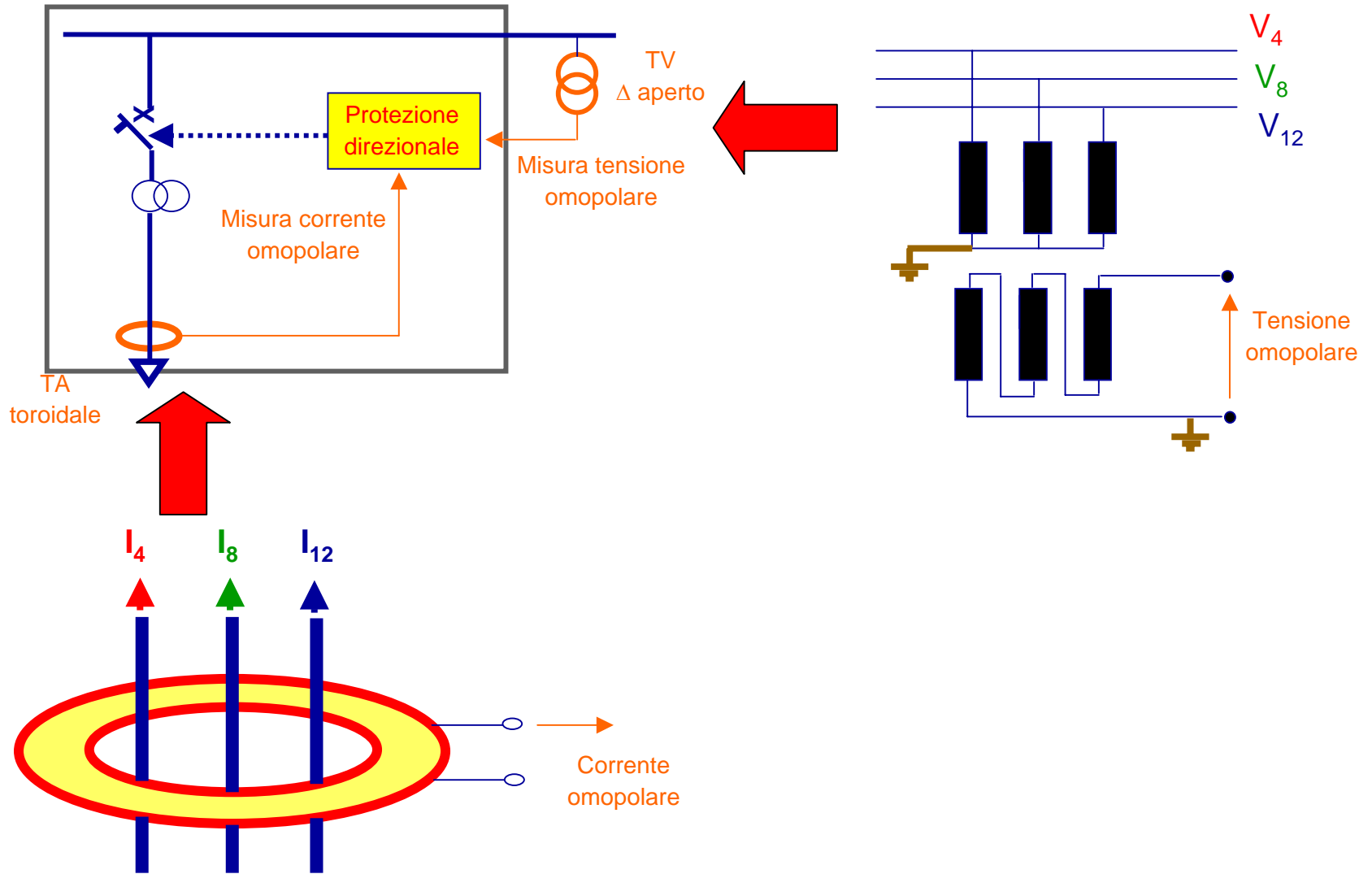
L'evoluzione dello stato del neutro MT

La nuova gestione del neutro della rete MT comporta la necessità di **sostituire le protezioni direzionali** impiegate sulle linee per rilevare il guasto monofase a terra.

La **protezione direzionale di terra** elabora il modulo e la fase delle grandezze che si manifestano durante il guasto:

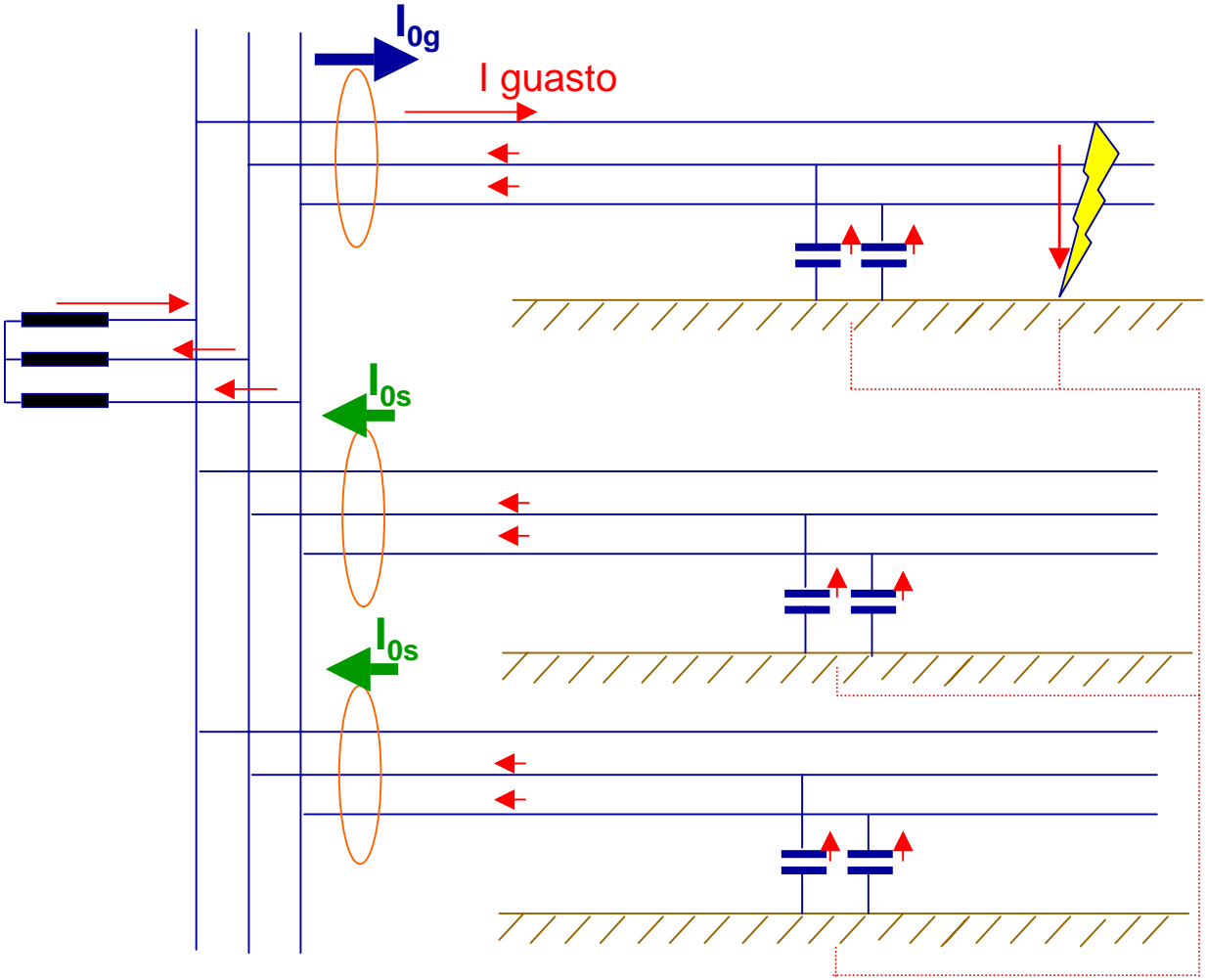
- **tensione omopolare** (tensione del centro stella rispetto a terra), rilevata tramite TV di fase con secondari collegati a triangolo aperto, ai cui capi si misura la somma delle tre tensioni di fase;
- **corrente omopolare** di linea, rilevata tramite un TA toroidale che misura la somma delle tre correnti di fase.

L'evoluzione dello stato del neutro MT

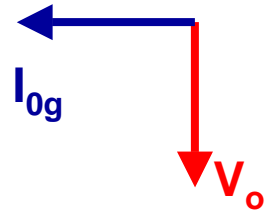


L'evoluzione dello stato del neutro MT

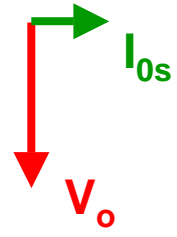
Rete MT a neutro isolato



Linea guasta:
corrente omopolare I_{0g} capacitiva

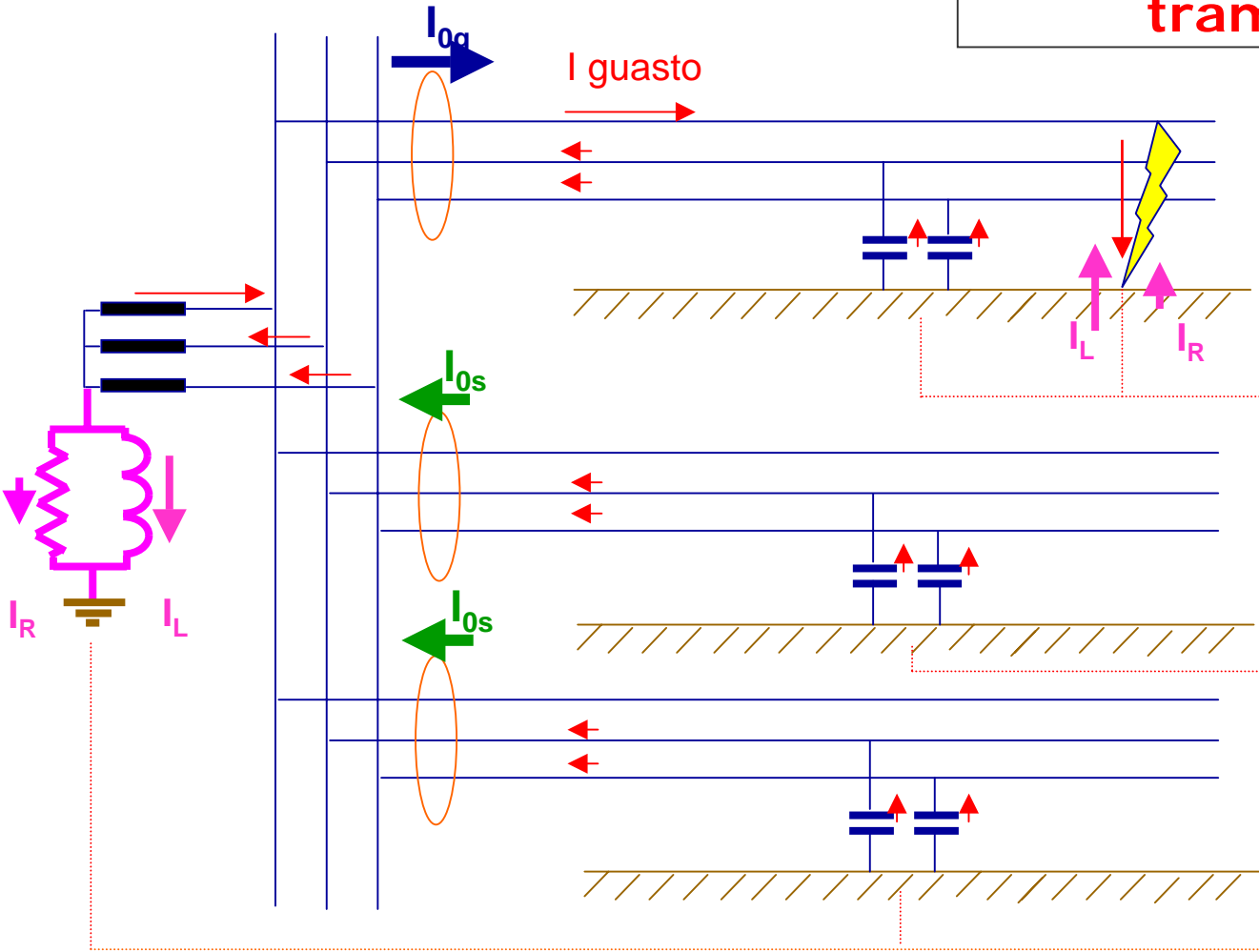


Linee sane:
corrente omopolare I_{0s} capacitiva



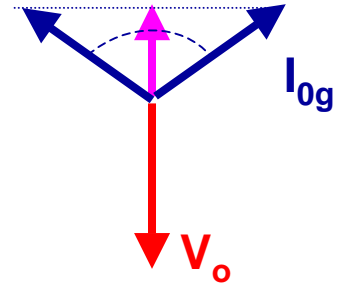
L'evoluzione dello stato del neutro MT

Rete MT con neutro a terra tramite impedenza

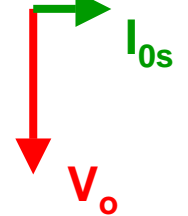


Linea guasta:
 corrente omopolare I_{0g} resistiva e capacitiva (sottocompensazione) o induttiva (sovracompensazione)

Sottocomp. I_R Sovracomp.



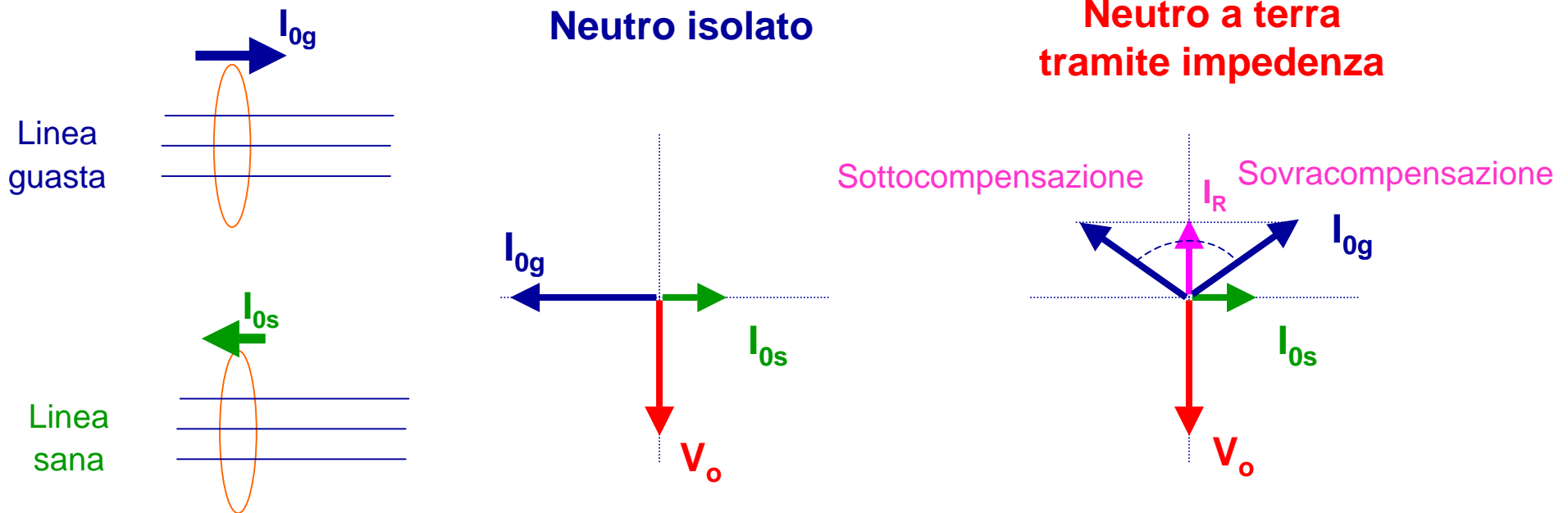
Linee sane:
 corrente omopolare I_{0s} capacitativa



L'evoluzione dello stato del neutro MT

Cambiando lo stato del neutro cambia la fase della corrente omopolare della linea guasta I_{0g} rispetto alla tensione omopolare V_o .

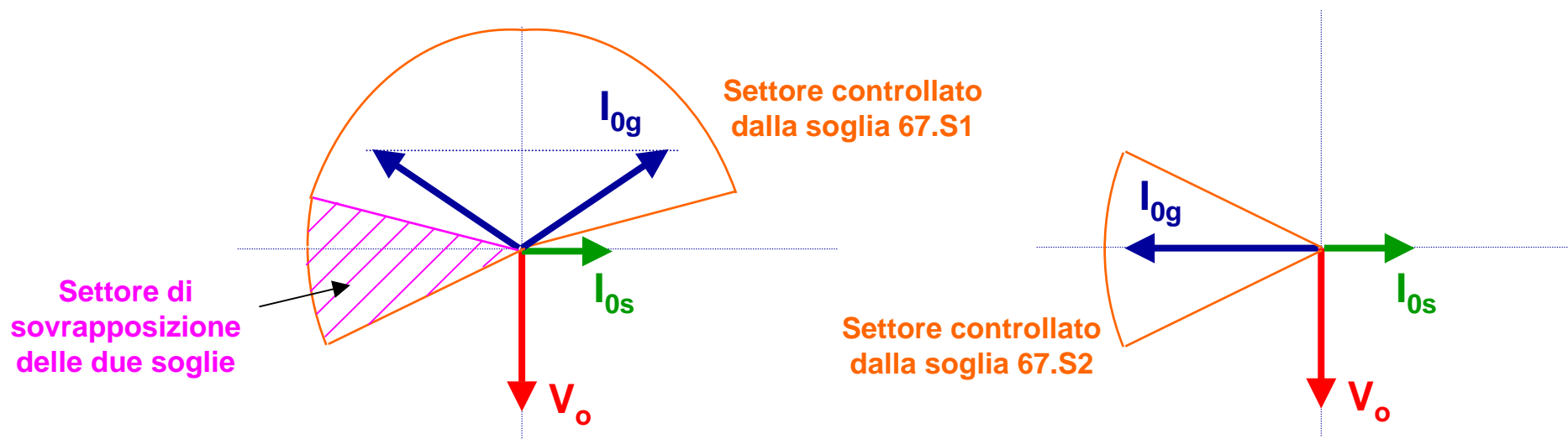
Le **protezioni direzionali esistenti**, impiegate finora sulla rete a neutro isolato, **non funzionano** sulla rete con neutro a terra tramite impedenza.



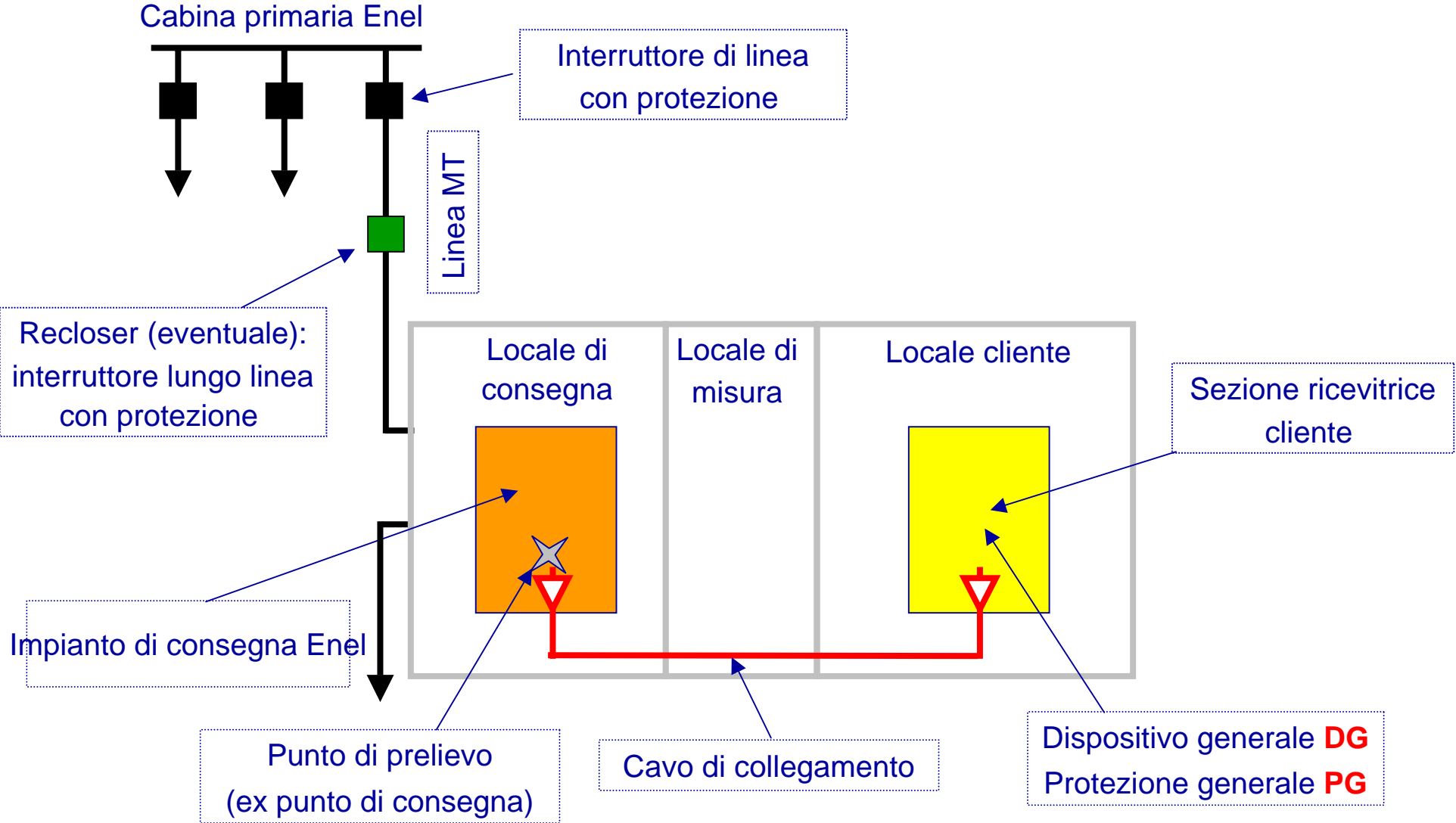
L'evoluzione dello stato del neutro MT

Sulla rete MT con neutro a terra tramite impedenza si devono impiegare **nuove protezioni direzionali** con **due soglie** di taratura distinte:

- la prima (**67.S1**) rileva il guasto quando la rete è gestita con neutro a terra tramite impedenza,
- la seconda (**67.S2**) rileva il guasto quando la rete è gestita a neutro isolato (situazione che si verifica per brevi periodi dell'anno, in occasione di guasti o manutenzioni).



DK 5600: definizioni



DK 5600: campo di applicazione

Le prescrizioni della DK 5600 si applicano:

- **integralmente**, ai **nuovi allacciamenti** ed in occasione del **rifacimento di impianti esistenti**;
- limitatamente al **sistema di protezione**, ai **clienti esistenti** che passano da neutro isolato a neutro a terra tramite impedenza;
- limitatamente al **locale misura**, ai clienti dotati di gruppi di misura elettronici.

Per **sistema di protezione** del cliente si intende l'insieme costituito da:

- dispositivo generale **DG**
- protezione generale **PG**
- riduttori di corrente **TA** e di tensione **TV** che alimentano la protezione PG.

DK 5600: aspetti generali

Il **livello di tensione** per l'allacciamento (MT o BT) viene definito dall'Enel caso per caso in funzione della rete e della potenza richiesta.

Lo **schema d'allacciamento** (derivazione o entra-esce) è definito a discrezione dell'Enel, che può modificarlo in un secondo tempo.

L'**esercizio della rete MT** può essere a neutro isolato oppure a terra tramite impedenza.

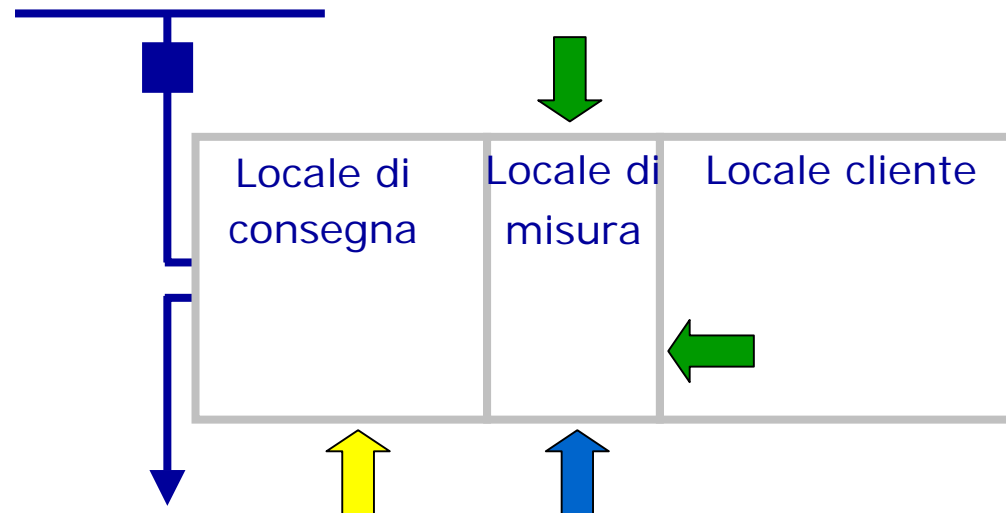
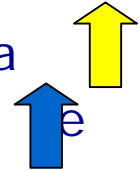
Le **caratteristiche della tensione** MT fornita da Enel sono conformi alla Norma CEI EN 50160.

Le **apparecchiature del cliente** devono essere conformi alle Norme IEC 61000 per la compatibilità elettromagnetica.

DK 5600: prescrizioni per i locali

Il cliente deve realizzare **tre locali separati e adiacenti**:

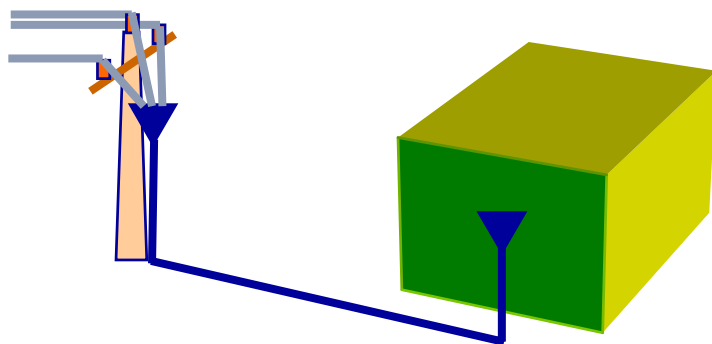
- locale di consegna, con accesso Enel diretto da strada pubblica
- locale di misura, con accesso Enel diretto da strada pubblica
accesso cliente separato (due alternative ←);
- locale cliente.



DK 5600: prescrizioni per i locali

Caratteristiche dei locali di consegna e di misura:

- accesso a livello stradale;
- tipologia adatta per solo allacciamento in cavo sotterraneo:
 - box prefabbricato basso (prescrizioni Enel DG 10061),
 - in edificio civile (prescrizioni Enel DG 2091),(non più previsto il prefabbricato alto - prescrizioni Enel DG 10051);
- misure e dettagli definiti dalla Zona territoriale competente;
- impianto di illuminazione + presa bipolare 16 A interbloccata con interruttore e protetta da fusibili, alimentati dall'impianto cliente;
- locale di consegna: compartimento stagno come previsto da Norma CEI 11-1 ai fini della protezione contro gli incendi.



Locale di
consegna

Locale di
misura

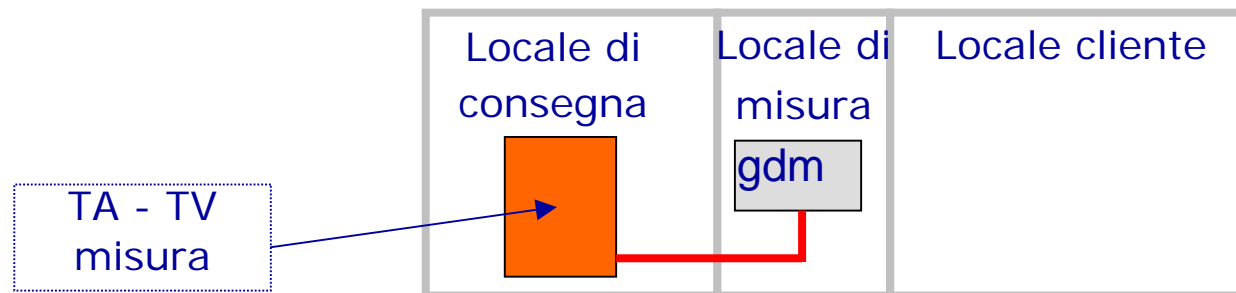
Locale cliente

DK 5600: misura dell'energia

La misura è eseguita in MT con TA e TV installati nel locale di consegna.

La **cavetteria di misura** deve essere protetta, dal locale di consegna fino al gruppo di misura, con tubo flessibile d'acciaio predisposto dal cliente:

- rivestito internamente con guaina in PVC,
- dotato alle estremità di dispositivi antisfilamento,
- fissato a vista sulle pareti nel locale di misura, (dettagli definiti dalla Zona territoriale competente).



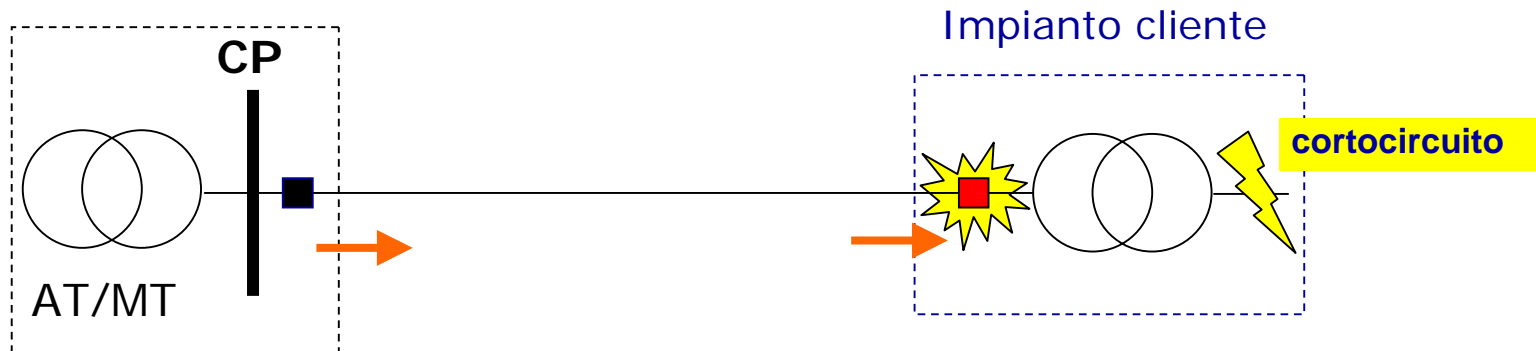
DK 5600: potenza installabile

E' stabilito un limite per la **taglia del singolo trasformatore**, in modo da garantire la selettività fra le protezioni di massima corrente della linea Enel e del cliente per cortocircuito sulle sbarre BT.

Tensione kV	15	20
Potenza* kVA	1600	2000

Se linea e protezioni lo consentono, l'Enel può accettare taglie fino a:

Tensione kV	15	20
Potenza* kVA	2000	2500

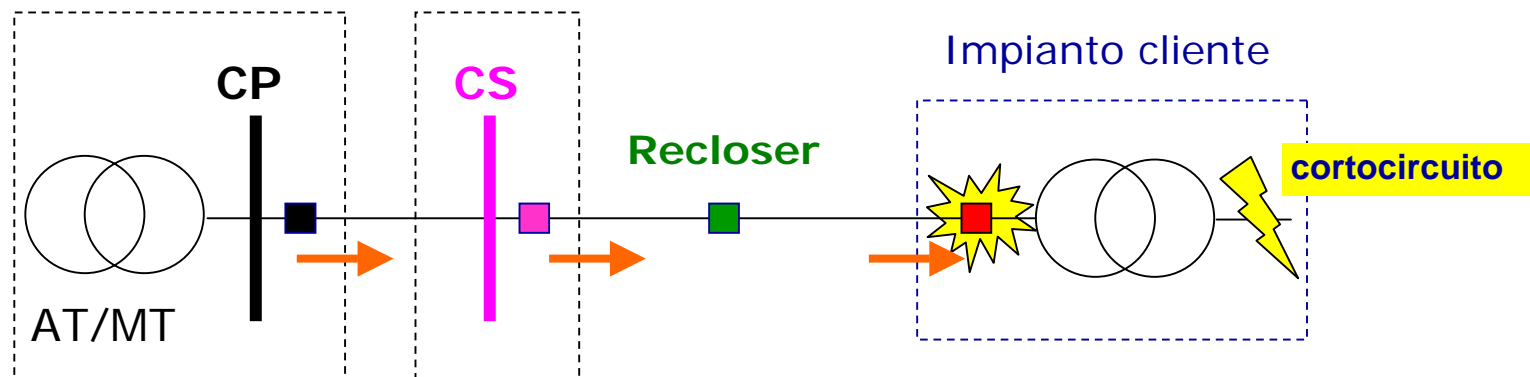


* Trasformatori con $V_{cc} = 6\%$ (valore preferenziale indicato dalle Norme CEI 14-12 e 13).

DK 5600: potenza installabile

Se il cliente è allacciato su **linea MT uscente da un centro satellite** in un punto che si trova **a valle di un recloser**, il limite di taglia accettato da Enel è inferiore, e dipende dalla potenza del trasformatore AT/MT presente in cabina primaria.

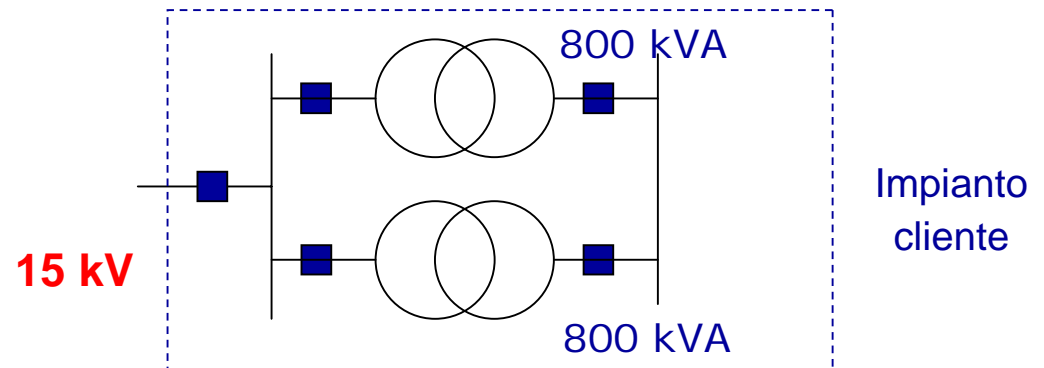
	Tensione kV	15	20
TR AT/MT fino a 25 MVA	Potenza* kVA	1000	1250
TR AT/MT oltre 25 MVA	Potenza* kVA	1250	1600



* Trasformatori con $V_{cc} = 6\%$ (valore preferenziale indicato dalle Norme CEI 14-12 e 13).

DK 5600: potenza installabile

Il limite di taglia si applica all'insieme di **trasformatori in parallelo**.
Ad esempio, a 15 kV, la taglia di due trasformatori uguali in parallelo non può superare $1600 / 2 = 800$ kVA.



Se il cliente impiega **trasformatori con $V_{cc} > 6\%$** la taglia limite può aumentare.

Ad esempio a 15 kV, la taglia passa da 1600 kVA con $V_{cc} = 6\%$ a:

- 2000 kVA, se $V_{cc} = 8\%$
- 3200 kVA, se $V_{cc} = 10\%$.

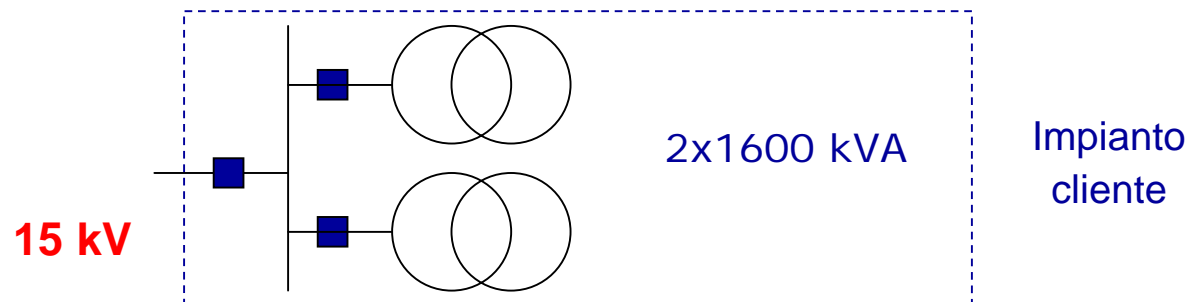
DK 5600: potenza installabile

La **potenza di trasformazione massima installabile** dal cliente (potenza contemporaneamente in servizio) è limitata a **2 x limite di taglia singolo trasformatore.**

Quindi:

- 2x 1600 kVA a 15 kV,
- 2x 2000 kVA a 20 kV.

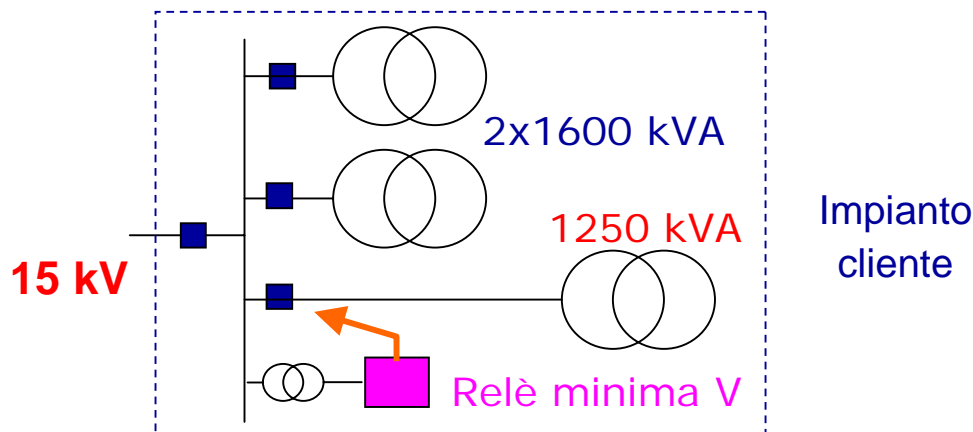
La limitazione tende ad evitare lo scatto dell'interruttore Enel di linea al momento di una chiusura in assenza di guasto (chiusura intenzionale o richiusura automatica), dovuto ad eccessiva corrente d'inserzione dei trasformatori (Enel + clienti MT) collegati alla linea.



DK 5600: potenza installabile

Il cliente che necessita di trasformatori con **potenza complessiva > limite installabile** è autorizzato, previo accordo con Enel, solo se impiega un dispositivo che eviti la contemporanea energizzazione dei trasformatori che superano il limite di potenza installabile .

Ad esempio, il cliente può installare un **relé di minima tensione** che apra entro 0,25 s i trasformatori eccedenti il limite, e li richiuda al ritorno della tensione dopo non meno di 5 s *.

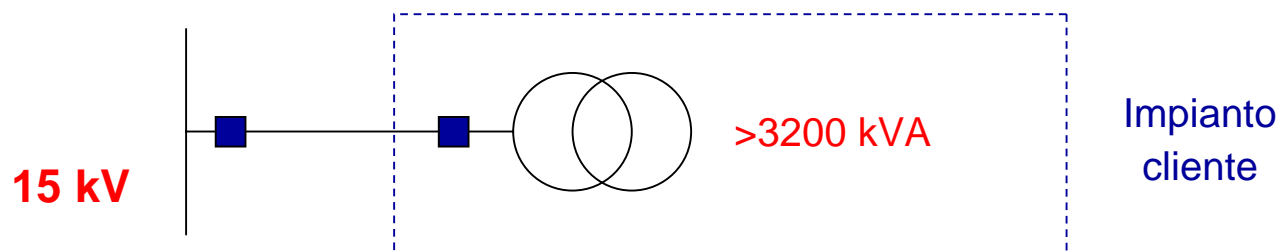


E' opportuno derivare il relé da un TV di sbarra. L'alimentazione da un trasformatore MT/BT potrebbe causare aperture intempestive dei trasformatori controllati causate da guasti o manovre errate.

DK 5600: potenza installabile

Il cliente che necessita di un singolo trasformatore (o più di uno in parallelo) di **taglia > limite installabile** è autorizzato, previo accordo con Enel, solo se:

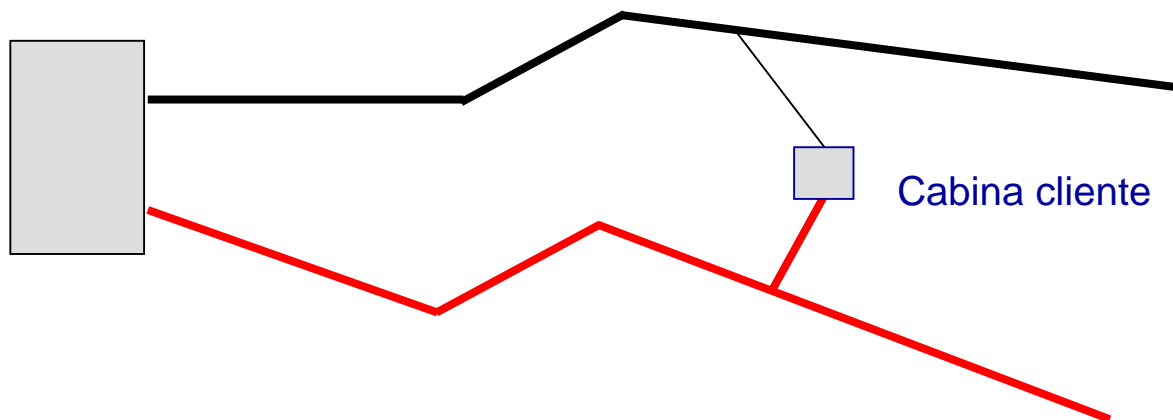
- la Vcc è adeguata,
- dimostra che, per mezzo di dispositivi d'inserzione e/o con documentazione di macchina, che la corrente d'inserzione (picco max a 0,01 s e residuo a 0,25 s) è pari a quella di due trasformatori di taglia limite (es. 2x1600 kVA a 15 kV).



DK 5600: alimentazione di emergenza

Un cliente può chiedere e ottenere da Enel una seconda alimentazione da un'altra linea MT, da utilizzare in **emergenza** tramite commutazione.

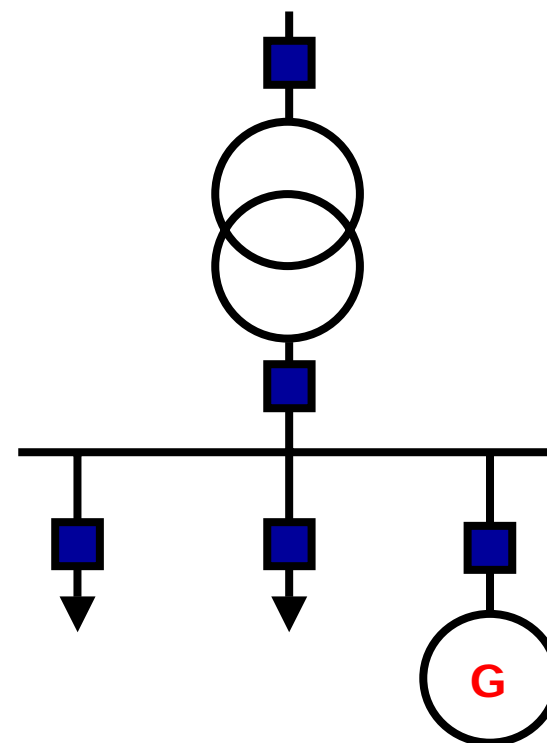
Questa seconda alimentazione costituisce un ulteriore allacciamento per il quale vengono concordate opportune modalità di esercizio al fine di **evitare paralleli fra la due reti**.



DK 5600: produttori

Un cliente che è solo o anche **produttore**, cioè dotato di generatori che possono funzionare **in parallelo alla rete MT**, è soggetto, **in aggiunta** alle prescrizioni della **DK 5600**, anche alla **Norma CEI 11-20** ed alle disposizioni integrative della **DK 5740**.

In particolare, deve essere dotato di una ulteriore protezione, chiamata **protezione d'interfaccia**.

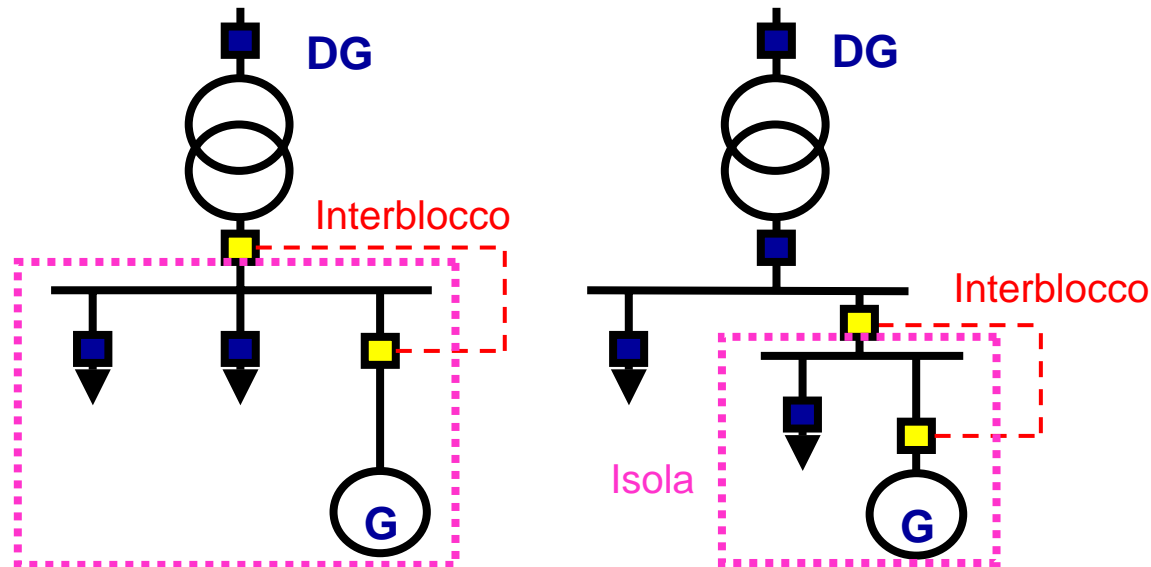


DK 5600: gruppi elettrogeni

Il cliente dotato di **gruppo elettrogeno di riserva** deve prevedere apparecchi di commutazione dotati di **interblocco** conforme alla Norma CEI 11-20, per impedire il parallelo anche accidentale fra il generatore e la rete.

L'**interblocco** può essere:

- di tipo elettrico e meccanico,
- di tipo elettrico ridondante.

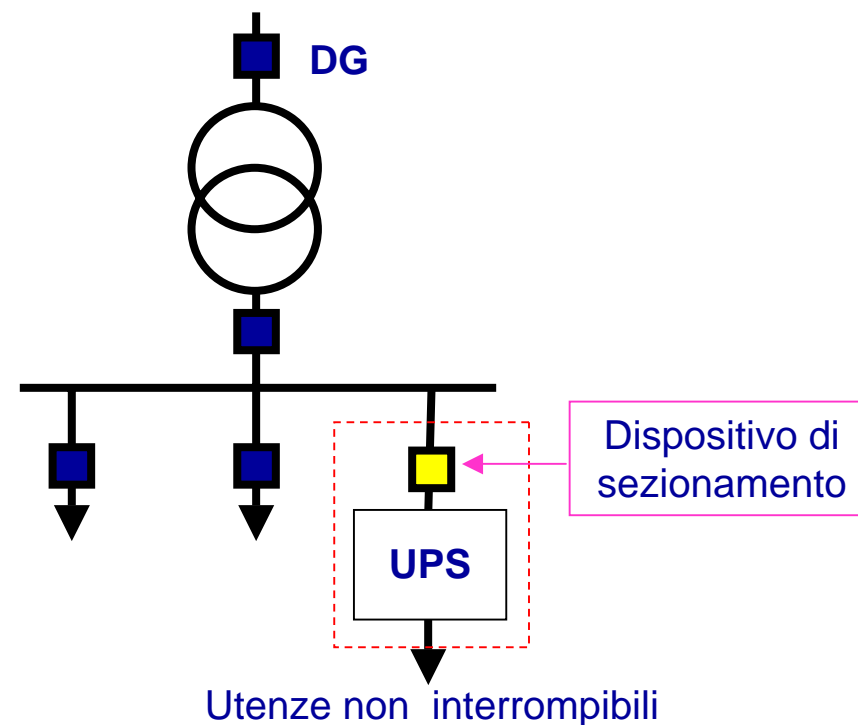


DK 5600: UPS

Il cliente dotato di **gruppi statici di continuità (UPS)** di **tipo non mobile con collegamento mediante spina** deve prevedere, come richiede la Norma CEI 11-20, un **dispositivo di sezionamento**, in aggiunta al dispositivo statico dell'UPS, che garantisca la separazione dalla rete impedendo erogazioni anche transitorie di energia sulla rete.

Il dispositivo deve:

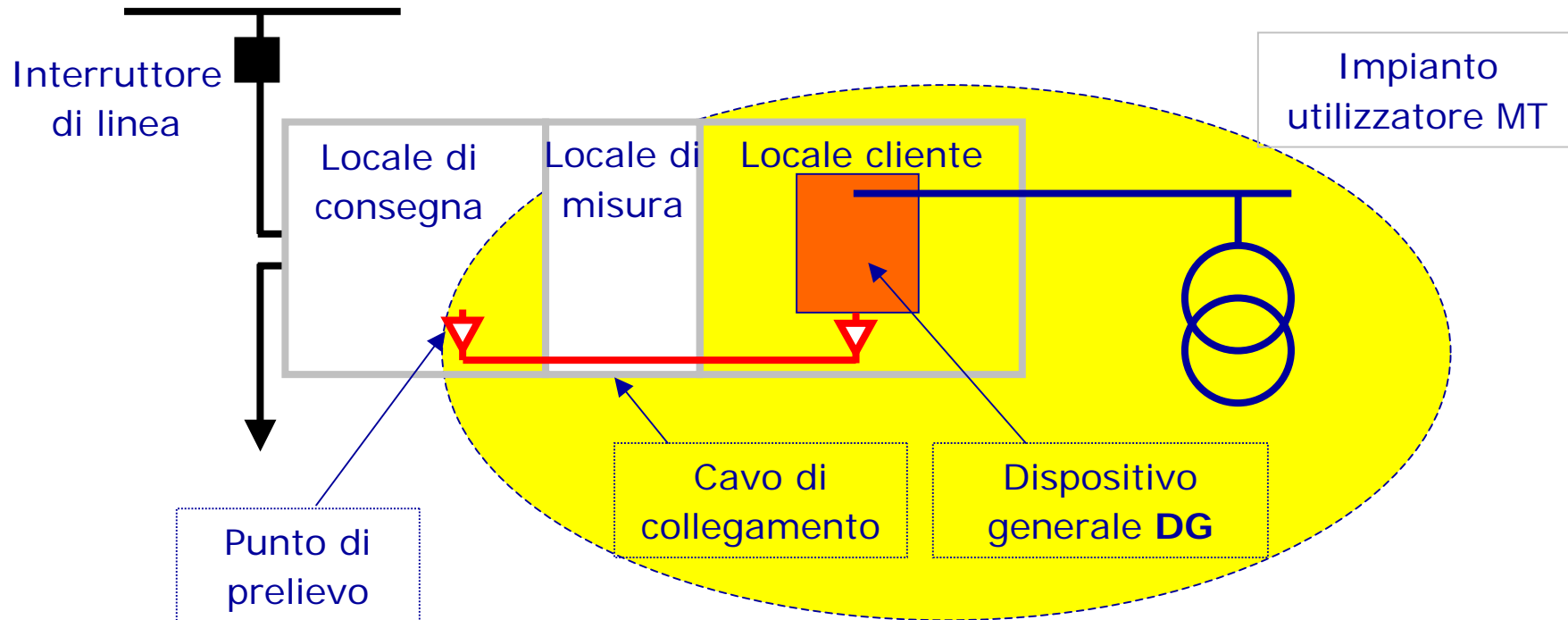
- aprirsi automaticamente all'assenza di tensione sulla rete Enel;
- potersi richiudere automaticamente o manualmente solo dopo la ripresa del servizio sulla rete Enel.



DK 5600: impianto utilizzatore

L'**impianto utilizzatore MT**, che inizia dal punto di prelievo, deve essere dimensionato con i dati di rete forniti da Enel:

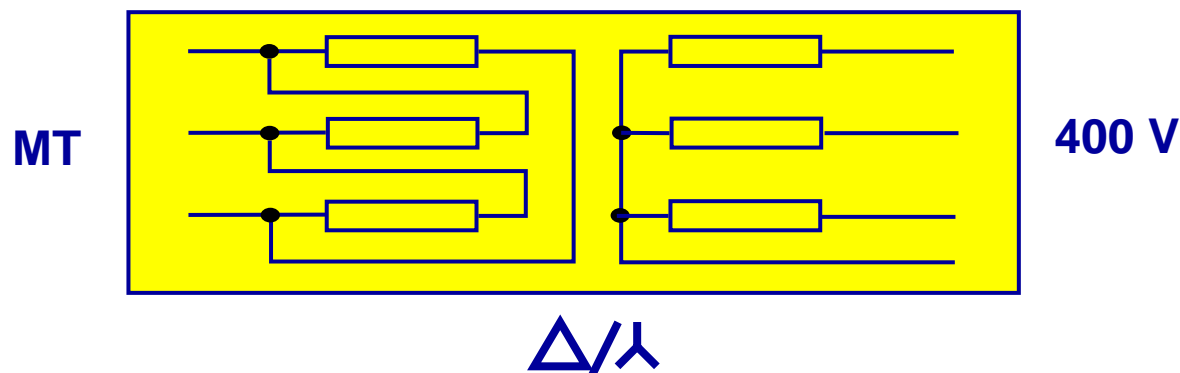
- tensione nominale (ad esempio 15 kV),
- tensione d'isolamento di 24 kV,
- corrente di cortocircuito massima di rete, pari a 12,5 kA.



DK 5600: trasformatori

Il cliente deve utilizzare **trasformatori MT/BT con primario a triangolo**, salvo esigenze particolari (saldatrici, azionamenti, ecc.) e previo accordo con l'Enel.

La prescrizione riguarda le macchine che alimentano le parti BT d'impianto cui sono collegate le utenze generiche che possono essere trifasi ma anche monofasi, ed ha soprattutto lo scopo di evitare che uno squilibrio di carico sulle fasi distorca le tre tensioni di fase BT (le tre concatenate rimangono simmetriche).

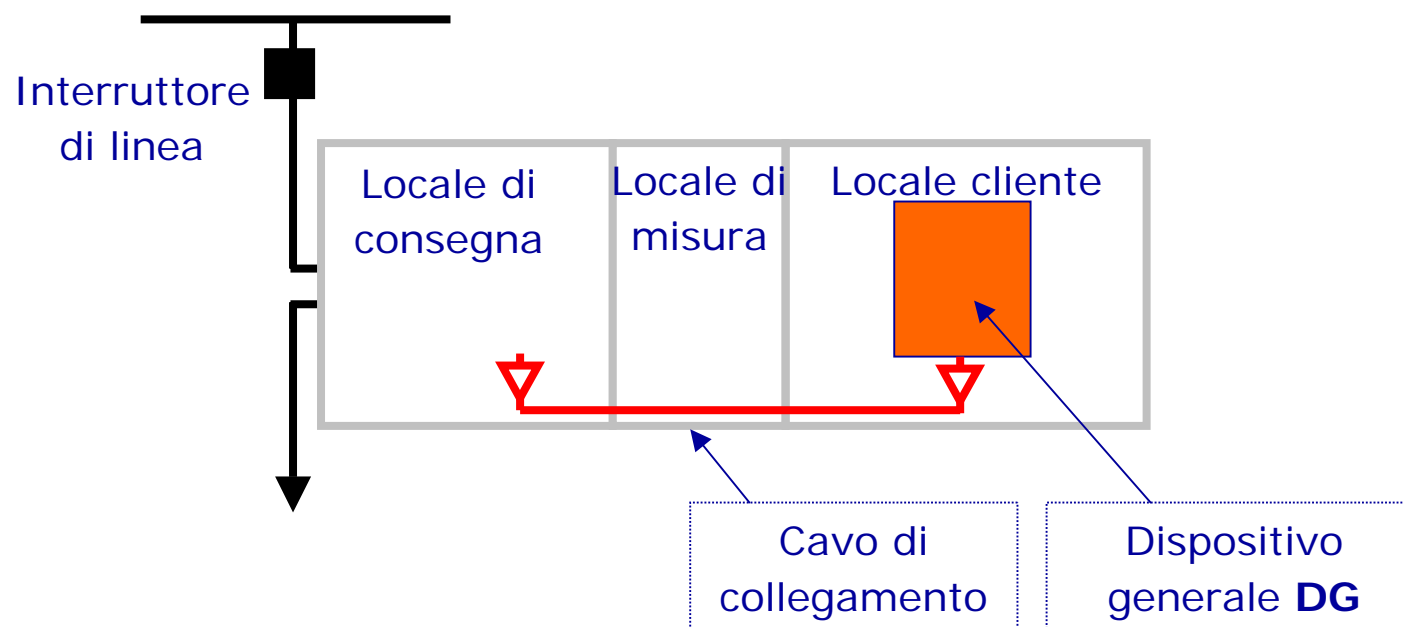


DK 5600: cavo di collegamento

Il **cavo di collegamento**, allestito dal cliente comprese le terminazioni, deve essere:

- **il più corto possibile**, perché protetto dall'interruttore Enel,
- di sezione equivalente a **95 mm² rame**, in modo da sopportare per 0,5 s la massima $I_{cc} = 12,5$ kA.

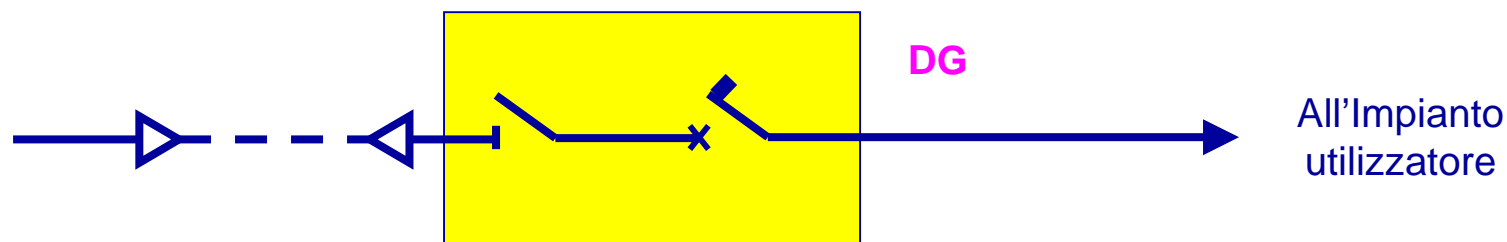
(il cavo RG7H1R 12/20 kV 1x50 mm² sopporta per 0,5 s solo 10,1 kA.)



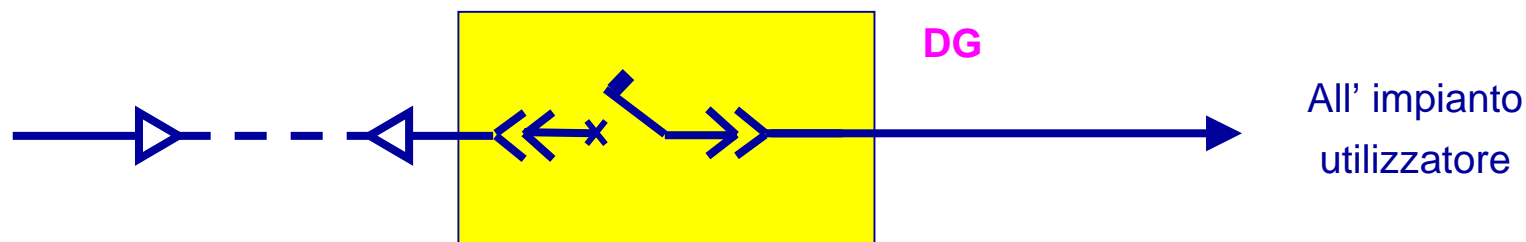
DK 5600: dispositivo generale

Il **dispositivo generale DG** del cliente, che deve assicurare le funzioni di sezionamento, comando e interruzione, può essere costituito, in alternativa, da:

- **sezionatore + interruttore fisso,**

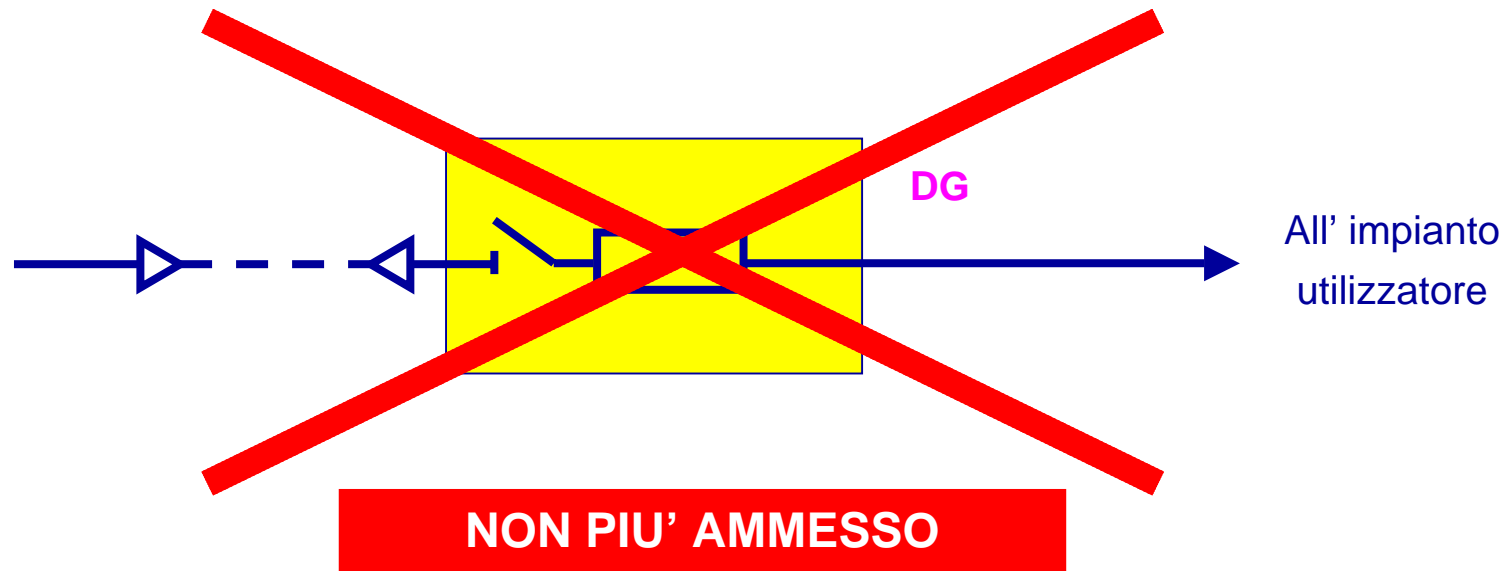


- **interruttore estraibile.**



DK 5600: dispositivo generale

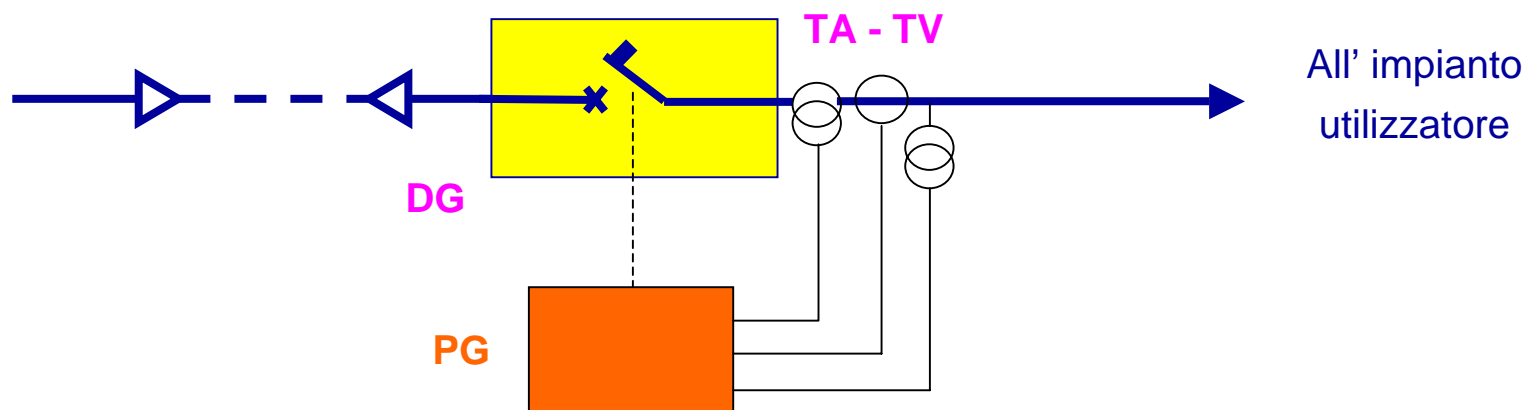
Come dispositivo generale DG **non è più ammesso l'IMS con fusibili**, perché la DK 5600 impone a tutti gli utenti MT la protezione contro i guasti a terra.



DK 5600: protezione generale

Il cliente deve installare una **protezione generale (PG)** che, al verificarsi di un guasto MT a valle del dispositivo DG, comandi l'apertura del DG stesso evitando, o rendendo minime, le ripercussioni del guasto sull'esercizio della rete Enel.

A questo fine è necessario che il **sistema di protezione** costituito dalla protezione PG e dai relativi TA e TV di alimentazione funzioni correttamente in tutto il campo di variabilità delle correnti e delle tensioni che si producono nei guasti che si vuole rilevare (è importante soprattutto il funzionamento alla **massima corrente di guasto**).



DK 5600: protezione generale

La protezione PG è **sempre** costituita da:

- una **protezione di massima corrente**,
- una **protezione contro i guasti a terra**.

La **tipologia delle protezioni** dipende dalle caratteristiche dell'impianto cliente.

Caratteristiche impianto utente			Prescrizioni		
Lunghezza linee MT aeree in conduttori nudi [°] (m)	Lunghezza linee MT in cavo [°] (m)	Trasformatori MT/BT	DG	PG	Massima corrente di guasto (A)
0	≤ 500	≥ 1 in unico locale	Interruttore	51 51N	10000 2000
Qualunque altra situazione			Interruttore	51 67 51N	10000 500 2000

[°] Linee presenti a valle del dispositivo DG

51 Protezione di massima corrente

67 Protezione direzionale di terra

51N Protezione di massima corrente omopolare

DK 5600: protezione generale

Per confronto, le protezioni previste dalla **DK 5600 ed. II -maggio 1994** erano le seguenti.

Caratteristiche impianto utente			Prescrizioni	
Lunghezza linee MT aeree in conduttori nudi (m)	Lunghezza linee MT in cavo [°] (m)	Trasformatori MT/BT	DG	PG
0	≤ 60	1 ≤ 400 kVA	IMS	Fusibili MT
0	≤ 60	qualsiasi	Interruttore	51
0	> 60 - ≤ 1600	qualsiasi	Interruttore	51+ 51N
Qualunque altra situazione			Interruttore	51+ 67

[°] Linee presenti a valle del dispositivo DG

51 Protezione di massima corrente

67 Protezione direzionale di terra

51N Protezione di massima corrente omopolare

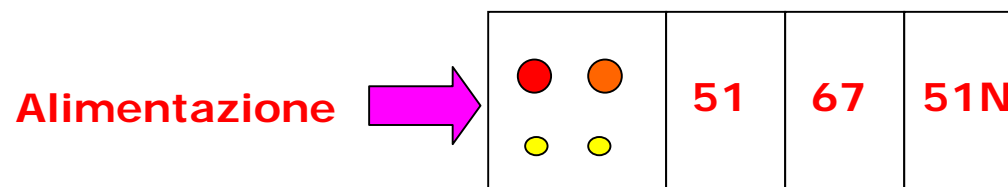
DK 5600: protezione generale

La protezione PG deve avere le caratteristiche riportate nell'**allegato PG della DK 5600**.

La **conformità** a tale documento deve essere attestata da una **documentazione di prova** emessa da un laboratorio accreditato da un ente (in Italia il SINAL) facente capo all'EA europeo.

L'allegato PG prevede un pannello protezioni dotato di:

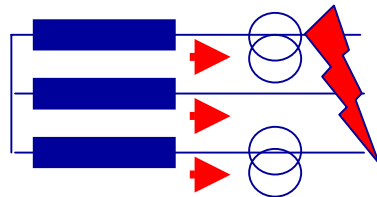
- comandi e segnalazioni locali del dispositivo DG,
- protezioni per le quali sono indicate precisioni e campi di taratura,
- alimentazione ausiliaria in corrente continua, o fornita da UPS che garantisca almeno 2 ore di funzionamento, tale da assicurare l'apertura di DG anche in assenza di tensione BT.



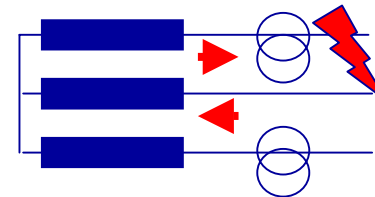
DK 5600: protezione di massima corrente

La **protezione di massima corrente 51** deve essere realizzata mediante **relè unipolari almeno su due fasi**:

- la corrente di **cortocircuito trifase**, uguale sulle 3 fasi, viene rilevata dai relè di entrambe le fasi che ne sono dotate;
- la corrente di **cortocircuito bifase** è rilevata da almeno uno dei relè delle fasi che ne sono dotate.



Cortocircuito
trifase



Cortocircuito
bifase

DK 5600: protezione di massima corrente

La **protezione di massima corrente 51** deve avere **due soglie** d'intervento, 51.S1 e 51.S2.

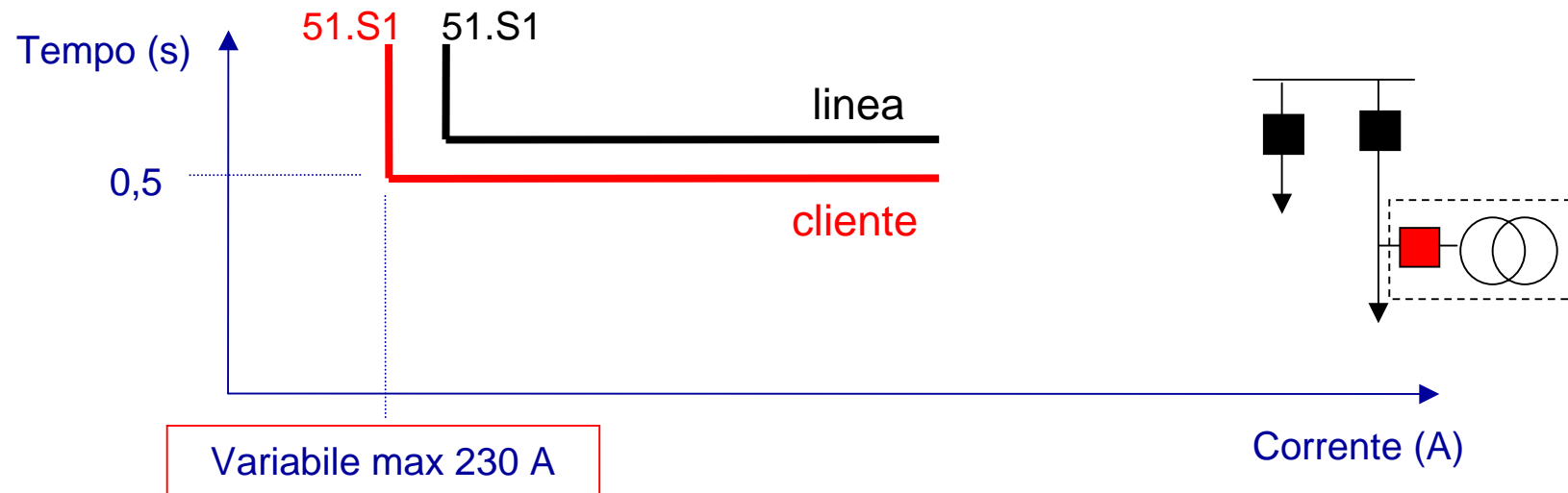
L'Enel comunica i **valori massimi di taratura in corrente ed in tempo** di ciascuna soglia, che possono pertanto essere impostati liberamente dal cliente ad un livello inferiore, ove possibile.

Il tempo comunicato è il **tempo di eliminazione del guasto**, inteso come somma del tempo d'intervento della protezione più il tempo di apertura dell'interruttore.

DK 5600: protezione di massima corrente

La **soglia 51.S1**:

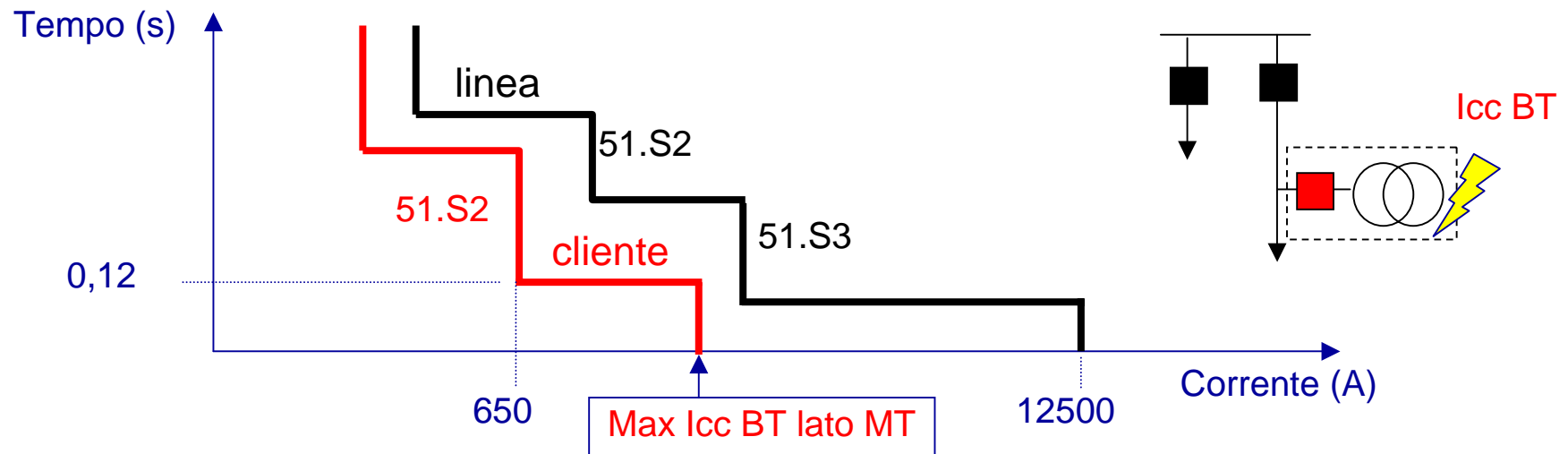
- protegge dal sovraccarico il cavo di collegamento punto di prelievo-DG;
- è sempre **selettiva** con la soglia 51.S1 della linea Enel;
- è utilizzabile dal cliente, se opportunamente tarata e se il campo di taratura lo consente, come protezione di sovraccarico di trasformatore, nel caso di impianto con una sola macchina.



DK 5600: protezione di massima corrente

La **soglia 51.S2**:

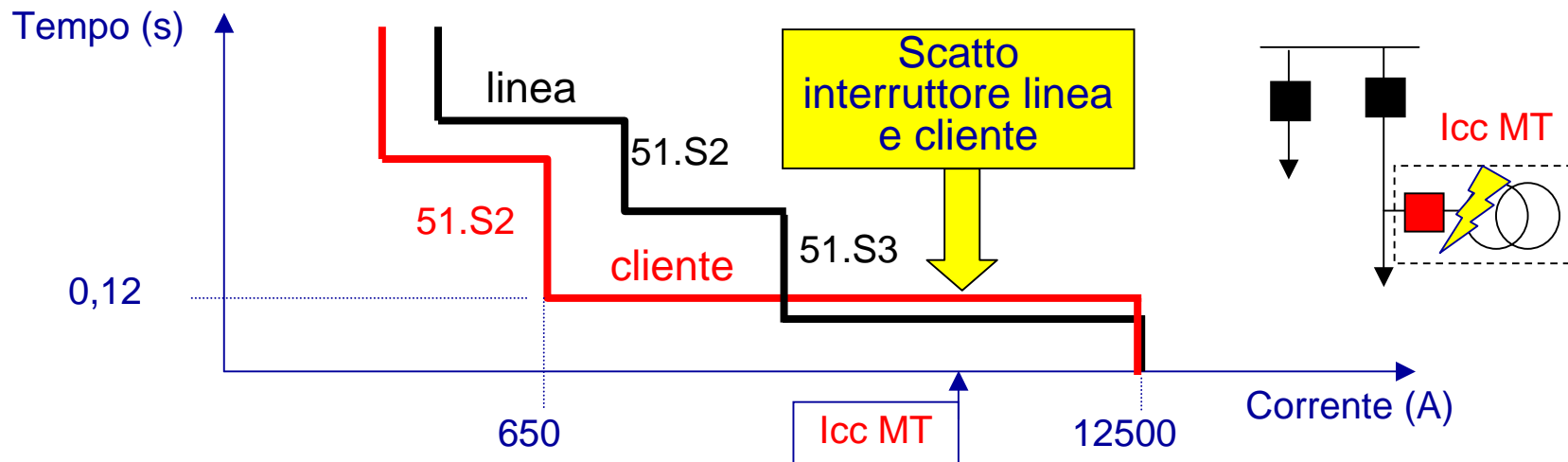
- è sempre **selettiva** con la soglia 51.S2 ritardata della linea Enel;
- per **cortocircuito BT del cliente** è sempre **selettiva** con la soglia 51.S3 istantanea della linea Enel, (selettività garantita dal limite di potenza imposto per il singolo trasformatore del cliente).



DK 5600: protezione di massima corrente

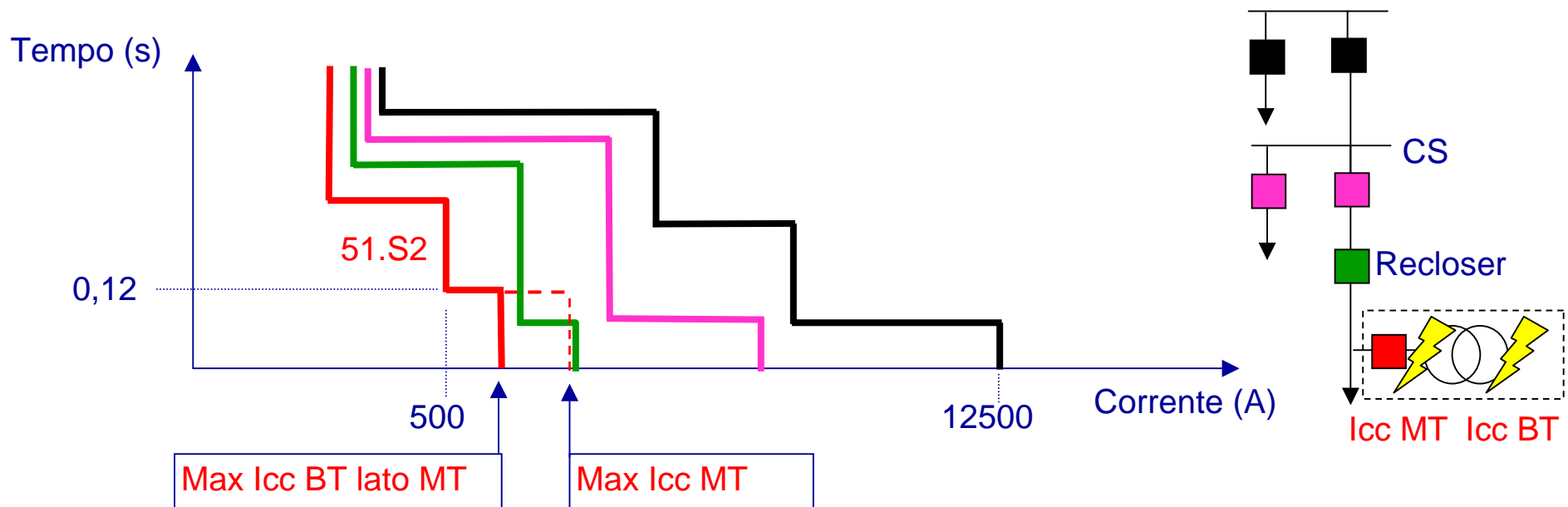
La **soglia 51.S2**:

- per **cortocircuito MT del cliente**, interviene **senza o con intervento contemporaneo della soglia 51.S3 Enel** a seconda che il cliente sia allacciato in un punto dove la corrente di cortocircuito MT è rispettivamente $<$ o $>$ della soglia 51.S3 (in caso di intervento la linea Enel riprende servizio con la richiusura rapida);
- è utilizzabile dal cliente, se opportunamente tarata, come protezione di cortocircuito lato BT di trasformatore, nel caso di impianto con una sola macchina.



DK 5600: protezione di massima corrente

Se il cliente è allacciato su **linea MT uscente da un centro satellite** in un punto che si trova **a valle di un recloser**, il **valore massimo di taratura in corrente** della **soglia 51.S2** comunicato da Enel è inferiore, per rispettare i medesimi principi di protezione e selettività.



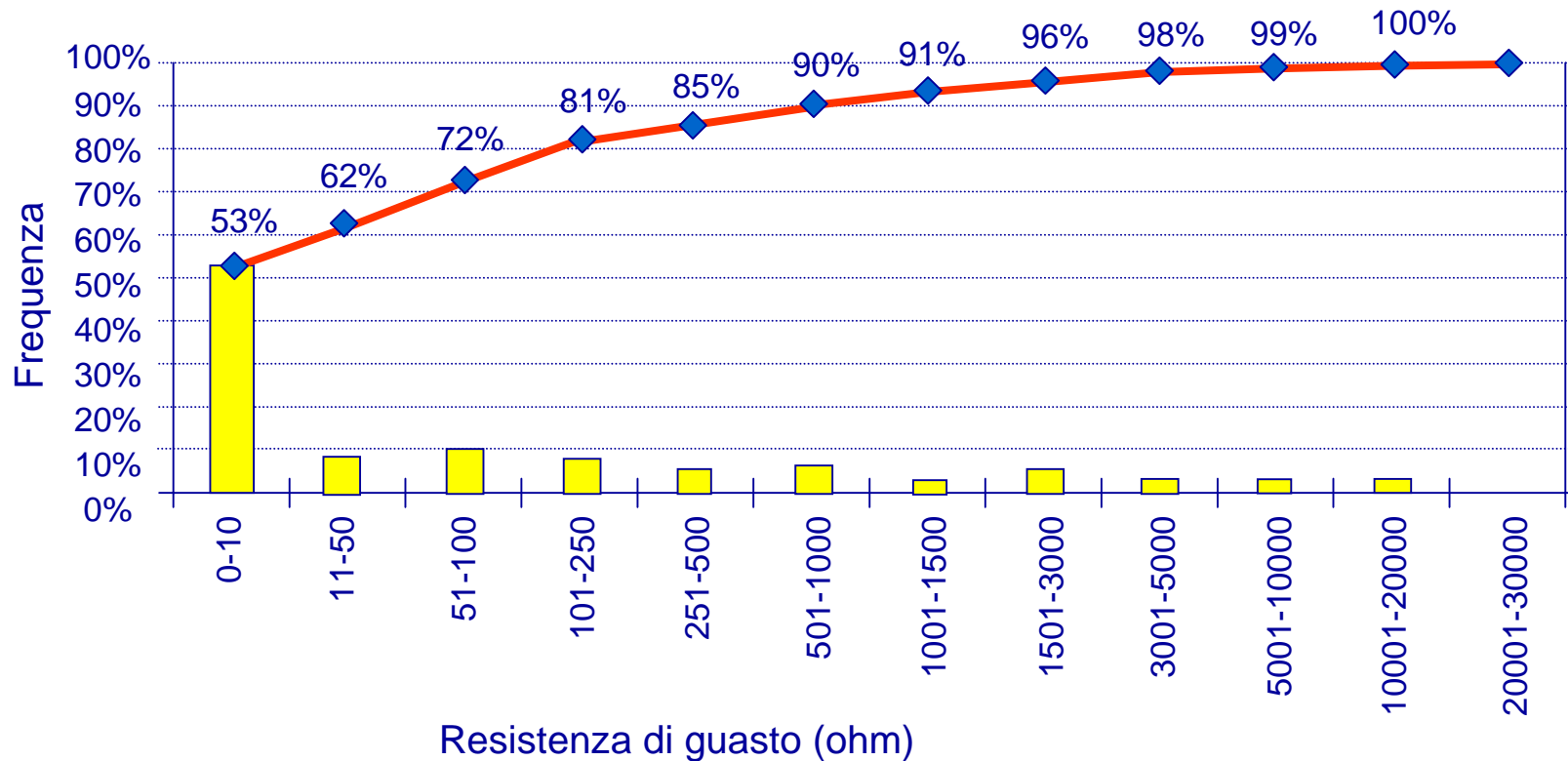
DK 5600: protezione contro i guasti a terra

La **protezione contro i guasti a terra** dei clienti deve:

- intervenire per:
 - **guasto monofase a terra** nell'impianto MT del cliente,
 - **doppio guasto a terra su linee diverse** (è un cortocircuito fra due terre che si manifesta con una certa frequenza), di cui uno nell'impianto MT cliente;
- essere **selettiva** rispetto alla protezione della linea Enel per tutti i guasti a terra, anche di resistenza elevata;
- non intervenire per **guasto monofase a terra sulla rete Enel** (per evitare un disservizio intempestivo al cliente).

DK 5600: protezione contro i guasti a terra

Distribuzione statistica della resistenza dei guasti monofase a terra
(ricavata da 800 rilevazioni statistiche effettuate in 30 cabine primarie)



DK 5600: protezione contro i guasti a terra

Per i clienti che hanno un **impianto MT semplice e/o con ridotto rischio di guasto**, ovvero:

- senza linee MT aeree in conduttori nudi,
- con cavi MT di lunghezza ≤ 500 m,
- con trasformatori in un unico locale,

è ritenuta sufficiente la sola **protezione di massima corrente omopolare 51N** con **una soglia** d'intervento.

L'Enel comunica:

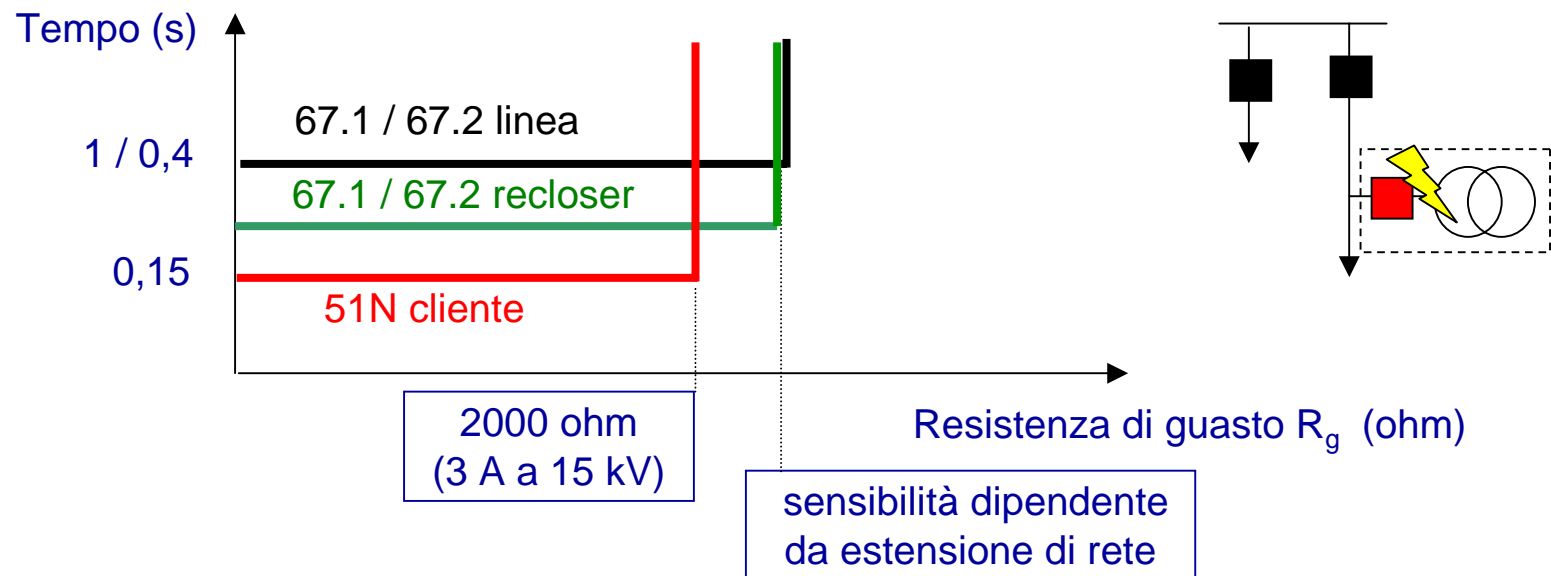
- il **valore di taratura in corrente I_0** , non modificabile dal cliente,
- il **valore massimo di taratura in tempo**, che può pertanto essere impostato liberamente dal cliente a un livello inferiore.

Il tempo comunicato è il **tempo di eliminazione del guasto**, inteso come somma del tempo d'intervento della protezione più il tempo di apertura dell'interruttore.

DK 5600: protezione contro i guasti a terra

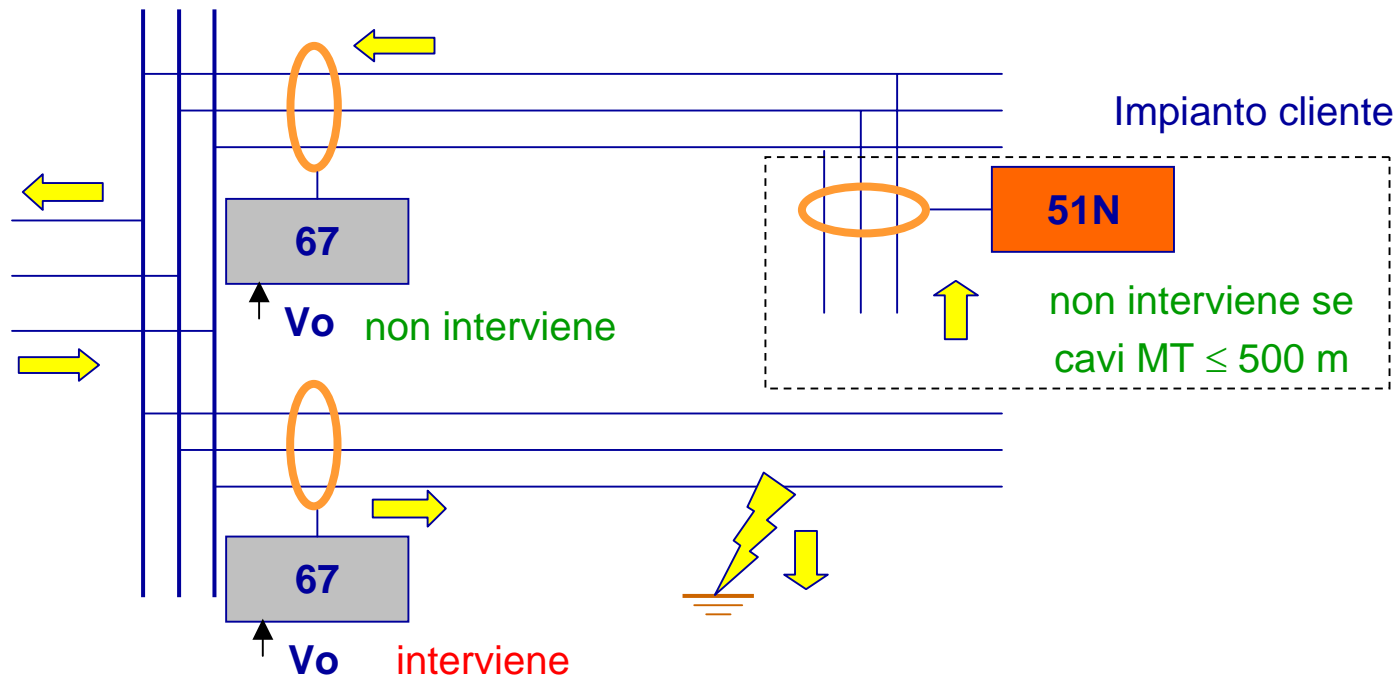
La **soglia 51N** ha la taratura in corrente I_0 che assicura, per **guasto monofase a terra** nell'impianto MT cliente, solo una **sensibilità limitata**; pertanto:

- fino a 2000 ohm è **selettiva in tempo** sia con la soglia 67.S1 (per neutro a terra tramite impedenza) sia con la soglia 67.S2 (per neutro isolato) della protezione direzionale della linea Enel;
- oltre 2000 ohm **non interviene**.



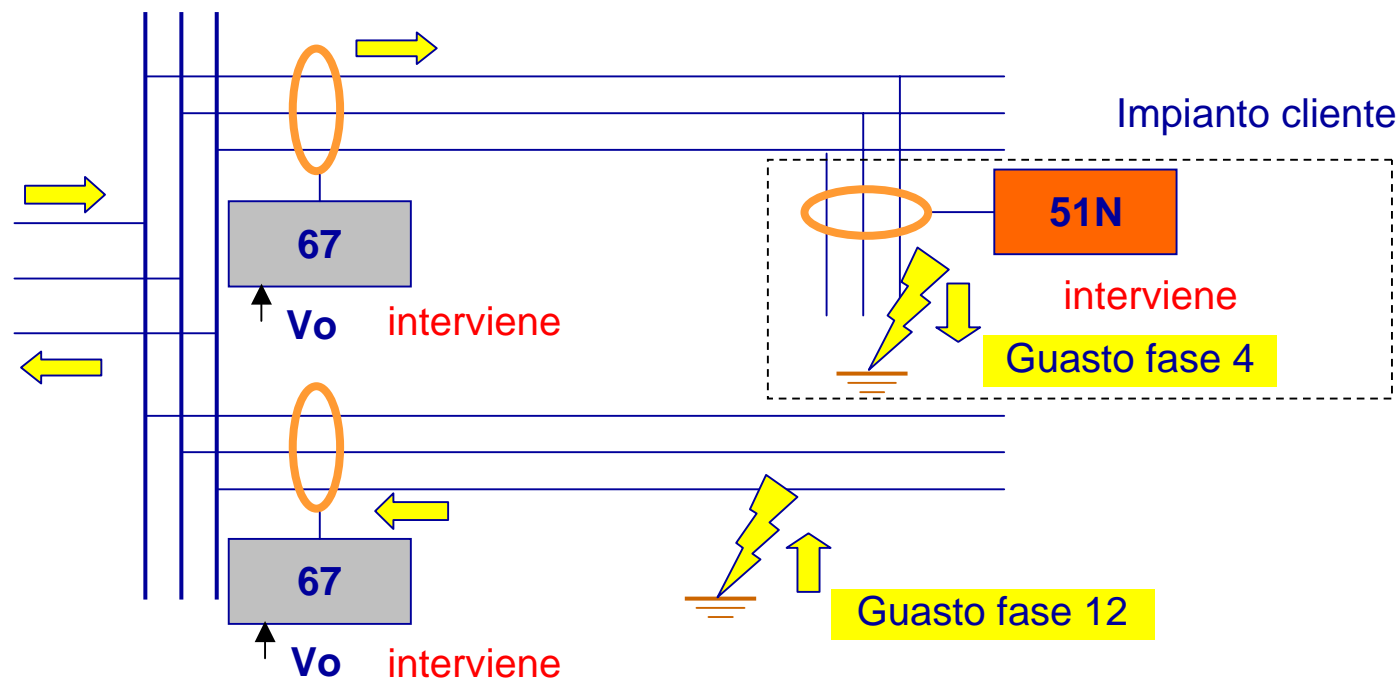
DK 5600: protezione contro i guasti a terra

La **protezione 51N**, che non è direzionale, ha una taratura in corrente lo tale da assicurare il **non intervento**, per **guasto monofase a terra sulla rete Enel**, ai clienti con cavi MT interni di lunghezza \leq **limite imposto di 500 m** (il contributo capacitivo alla corrente di guasto di 500 m di cavo è \ll della soglia 51N).



DK 5600: protezione contro i guasti a terra

La **soglia 51N** ha taratura in corrente I_0 e tempo che assicura, per **doppio guasto a terra su linee diverse** di cui uno nell'impianto MT cliente, l'intervento **contemporaneo con la soglia 67.3 adirezionale della protezione direzionale della linea Enel** (soglia che ha un tempo d'intervento più breve delle soglie 67.S1 e 67.S2), ma con ripresa del servizio della linea con la richiusura rapida.



DK 5600: protezione contro i guasti a terra

Per i clienti che hanno un **impianto MT complesso e/o con rischio di guasto più elevato**, cioè che hanno, in alternativa:

- linee MT aeree in conduttori nudi,
- cavi MT di lunghezza >500 m,
- trasformatori in cabine diverse,

devono installare **due protezioni contro i guasti a terra**:

- una **protezione direzionale di terra 67**, che assicura l'intervento per **guasto monofase a terra** nell'impianto MT cliente,
- una **protezione di massima corrente omopolare 51N** aggiuntiva, che assicura l'intervento per **doppio guasto a terra su linee diverse** di cui uno nell'impianto MT cliente.

DK 5600: protezione contro i guasti a terra

La **protezione direzionale di terra 67** deve avere **due soglie**:

- **soglia 67.S1**, che interviene quando la rete è gestita con **neutro a terra tramite impedenza**,
- **soglia 67.S2**, che interviene quando la rete è gestita a **neutro isolato**.

L'Enel comunica:

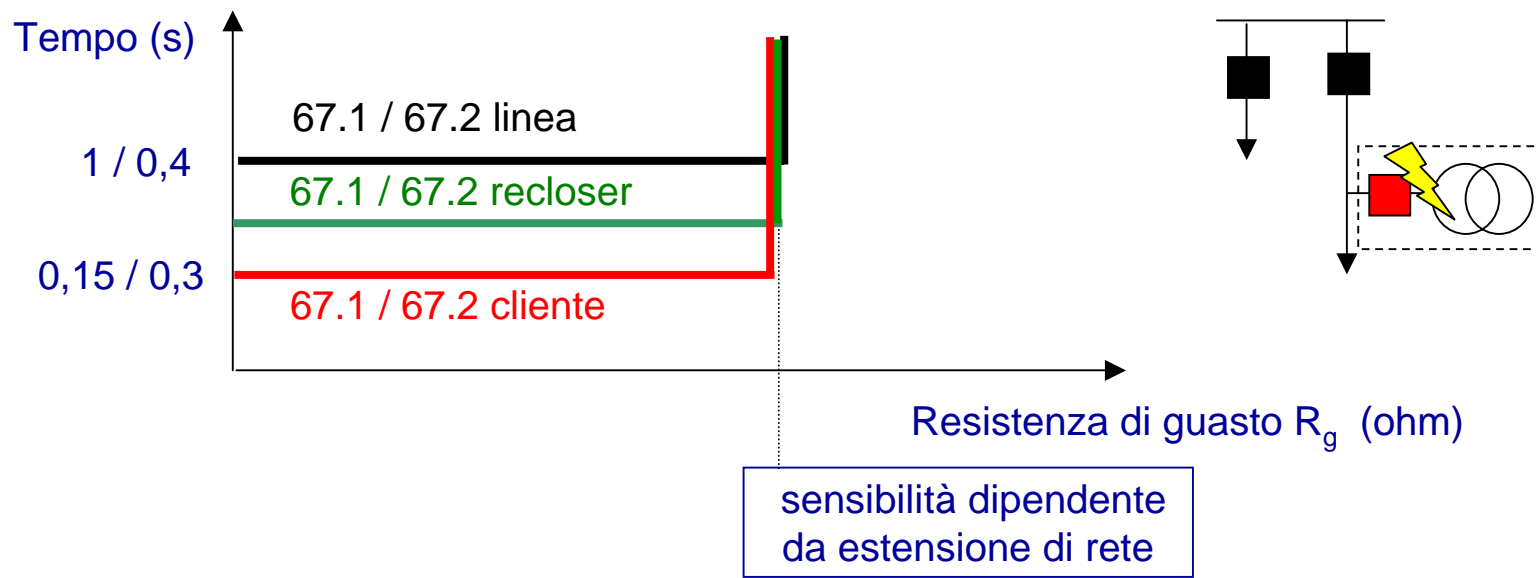
- i **valori di taratura in tensione V_0 , corrente I_0 , settore angolare**, non modificabili dal cliente,
- il **valore massimo di taratura in tempo**, che può pertanto essere impostato liberamente dal cliente a un livello inferiore.

Il tempo comunicato è il **tempo di eliminazione del guasto**, inteso come somma del tempo d'intervento della protezione più il tempo di apertura dell'interruttore.

DK 5600: protezione contro i guasti a terra

Le **soglie 67.S1 e 67.S2** hanno tarature che, per **guasto monofase a terra** nell'impianto MT cliente:

- assicurano una **sensibilità identica** alle corrispondenti soglie 67.S1 e 67.S2 della protezione direzionale della linea Enel;
- sono sempre **selettive in tempo** con tali soglie;
- consentono l'estinzione senza scatto di un guasto transitorio, oppure di attuare una selettività interna con altre protezioni in serie.



DK 5600: protezione contro i guasti a terra

La **protezione di massima corrente omopolare 51N** aggiuntiva deve avere **una soglia** d'intervento.

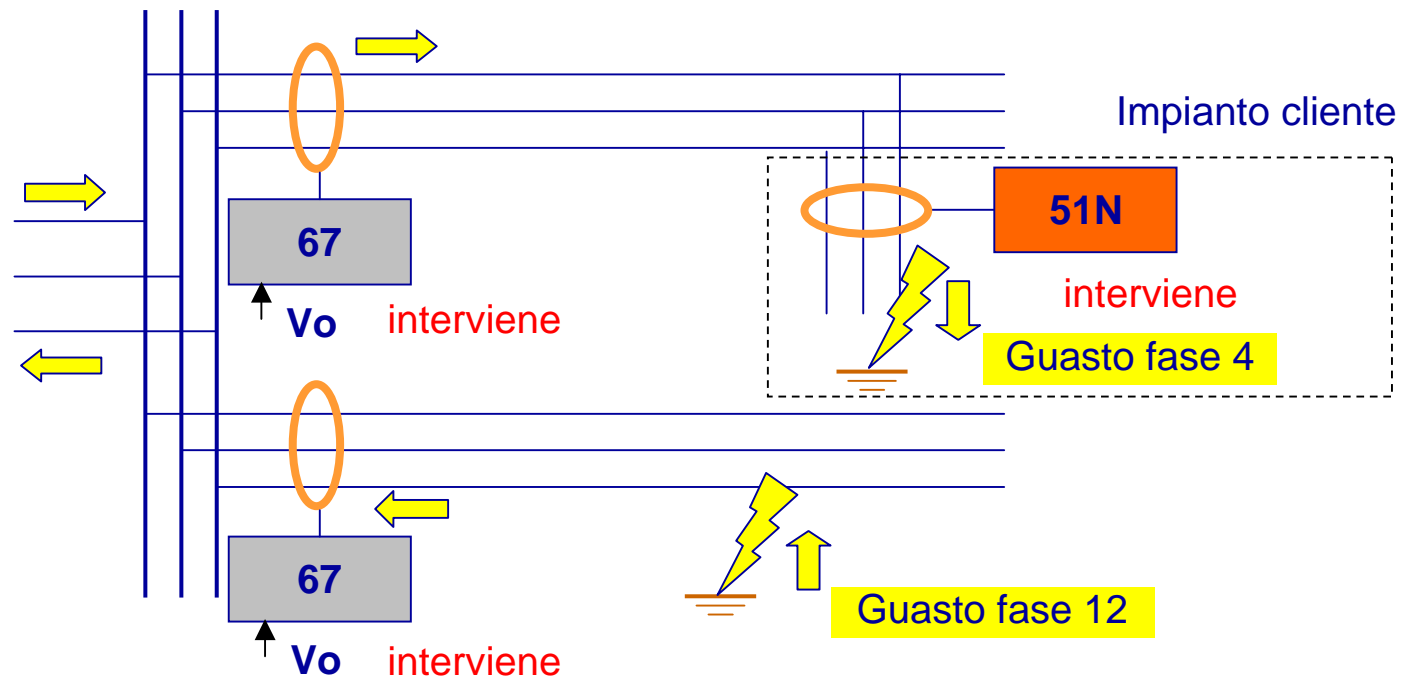
L'Enel comunica:

- il **valore di taratura in corrente I_0** , non modificabile dal cliente (superiore a quella della protezione 51N dei clienti senza protezione 67),
- il **valore massimo di taratura in tempo**, che può pertanto essere impostato liberamente dal cliente a un livello inferiore.

Il tempo comunicato è il **tempo di eliminazione del guasto**, inteso come somma del tempo d'intervento della protezione più il tempo di apertura dell'interruttore.

DK 5600: protezione contro i guasti a terra

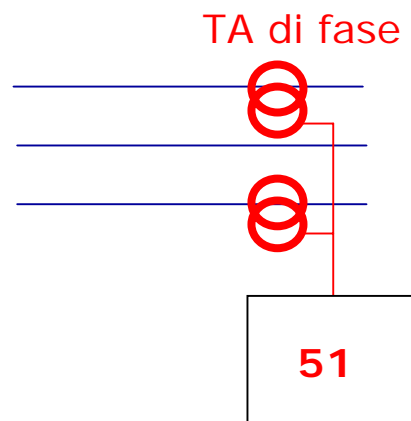
La **soglia 51N** ha taratura in corrente I_0 e tempo che assicura, per **doppio guasto a terra su linee diverse** di cui uno nell'impianto MT cliente, l'intervento **contemporaneo con la soglia 67.3 adirezionale della protezione direzionale della linea Enel** (soglia che ha un tempo d'intervento più breve delle soglie 67.S1 e 67.S2), ma con ripresa del servizio della linea con la richiusura rapida.



DK 5600: riduttori di corrente e di tensione

La **protezione di massima corrente 51** deve essere alimentata tramite **riduttori di corrente (TA)** di fase capaci di riprodurre al secondario, in modo sufficientemente fedele e preciso da garantire il funzionamento della protezione, anche la massima corrente di cortocircuito rilevabile in prossimità di una cabina primaria dotata di trasformatori AT/MT della taglia unificata più grande.

La DK 5600 indica le caratteristiche dei TA ritenuti sicuramente idonei per una corrente di cortocircuito massima pari a **10000 A**.



DK 5600: riduttori di corrente e di tensione

Le **caratteristiche dei TA di fase indicate, a titolo d'esempio, dall'Enel** sono:

- rapporto **300/5** o **300/1**
- classe **10P30**

La corrente nominale primaria **300** A e il fattore limite di precisione **30** assicurano un errore inferiore al 10% (classe di precisione **10P**) per corrente fino a **300** x **30** = 9000 A (di poco inferiore a 10000).

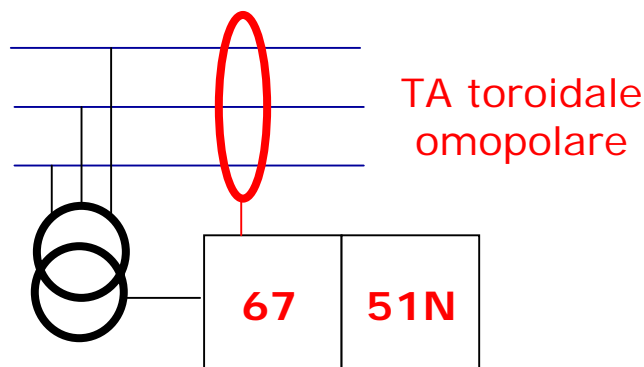
Dove l'Enel prevede, a suo giudizio, che non vi sarà in futuro la necessità di installare trasformatori AT/MT di potenza > 25 MVA, comunica al cliente che può utilizzare TA di classe **10P15**.

Il cliente può installare **TA di fase di caratteristiche diverse**, ma è tenuto a dimostrare che il sistema protettivo così realizzato ha le prestazioni richieste.

DK 5600: riduttori di corrente e di tensione

Le **protezioni di terra 51N** e **67** devono essere alimentate tramite un **riduttore di corrente (TA) toroidale omopolare** capace di riprodurre al secondario, in modo sufficientemente fedele e preciso da garantire il funzionamento della protezione 51N, anche la massima corrente di doppio guasto a terra su linee diverse.

La DK 5600 indica le caratteristiche del TA toroidale ritenuto sicuramente idoneo per una corrente di doppio guasto a terra massima pari a **2000 A**.



DK 5600: riduttori di corrente e di tensione

Le **caratteristiche del TA toroidale omopolare indicate dall'Enel** sono:

- rapporto **100/1**
- classe **5P20**

La corrente nominale primaria **100** A e il fattore limite di precisione **20** assicurano un errore inferiore al 5% (classe di precisione **5P**) per corrente fino a **100** x **20** = 2000 A.

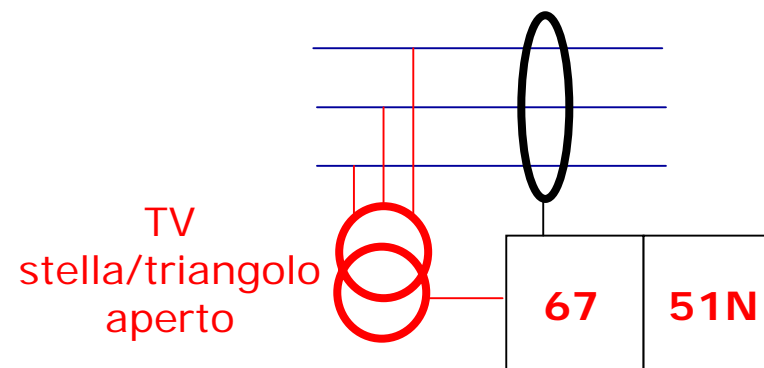
Il cliente può installare un **TA toroidale omopolare di caratteristiche diverse**, ma è tenuto a dimostrare che il sistema protettivo così realizzato ha le prestazioni richieste.

DK 5600: riduttori di corrente e di tensione

La **protezione direzionale 67** deve essere alimentate tramite **riduttori di tensione (TV)** da collegare rigidamente alla sbarra MT. Gli avvolgimenti secondari da collegare a triangolo aperto devono riprodurre, in modo sufficientemente fedele e preciso da garantire il funzionamento della protezione, anche la massima tensione omopolare.

La DK 5600 indica le caratteristiche dei TV ritenuti sicuramente idonei per il tipo di esercizio del neutro:

- rapporto tale da fornire 100 V ai capi del triangolo aperto per guasto monofase a terra franco,
- classe di precisione 6P,
- fattore di tensione 1,9 per 30 s.

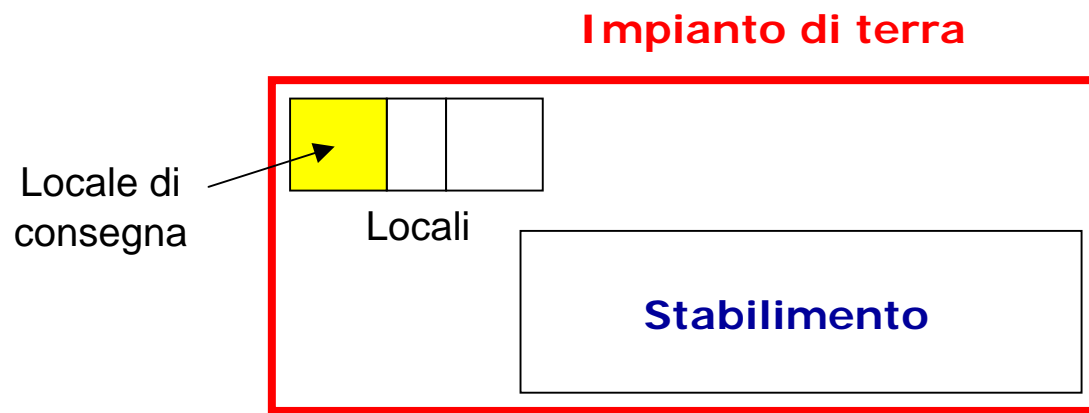


DK 5600: impianto di terra

Il cliente deve realizzare un **impianto di terra** unico per i locali consegna-misura-cliente (che di norma viene collegato all'impianto di terra dello stabilimento), di cui rimane proprietario e responsabile.

Nel locale di consegna deve essere predisposto un bullone a morsetto per il collegamento a terra delle apparecchiature Enel.

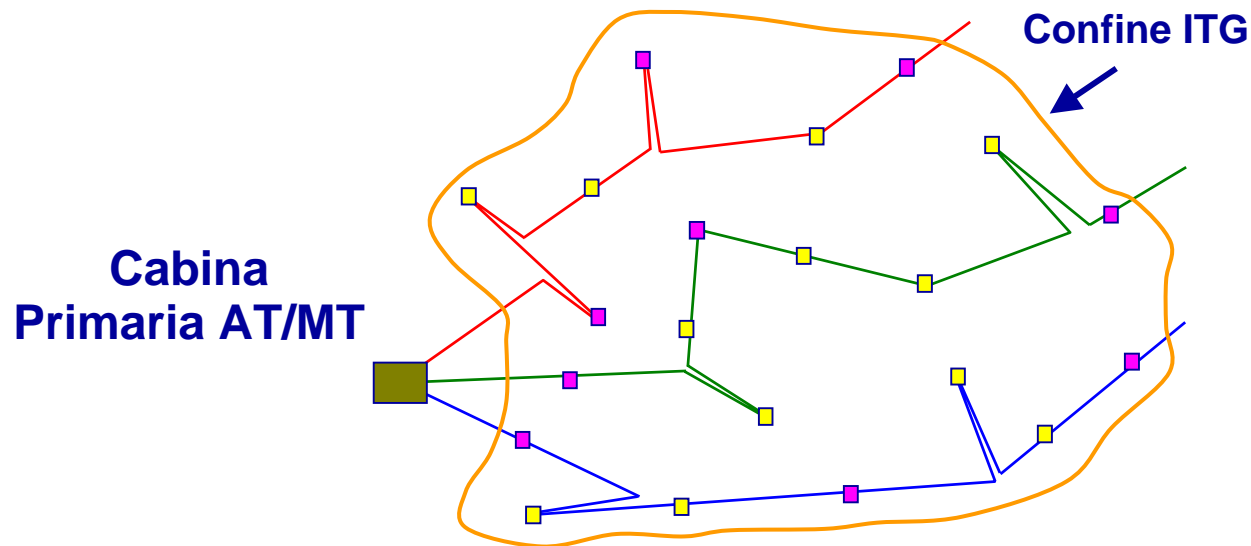
I **valori di corrente e tempo** per il dimensionamento dell'impianto di terra sono forniti dall'Enel.



DK 5600: impianto di terra

Se il cliente rientra nell'ambito di un'area individuata e dichiarata **impianto di terra globale** ad insindacabile giudizio (e responsabilità) di Enel, Enel stesso lo comunica al cliente (senza tuttavia garantirne la sussistenza per il futuro).

L'utente deve comunque realizzare il proprio impianto di terra costituito da almeno un anello con picchetti ai vertici.



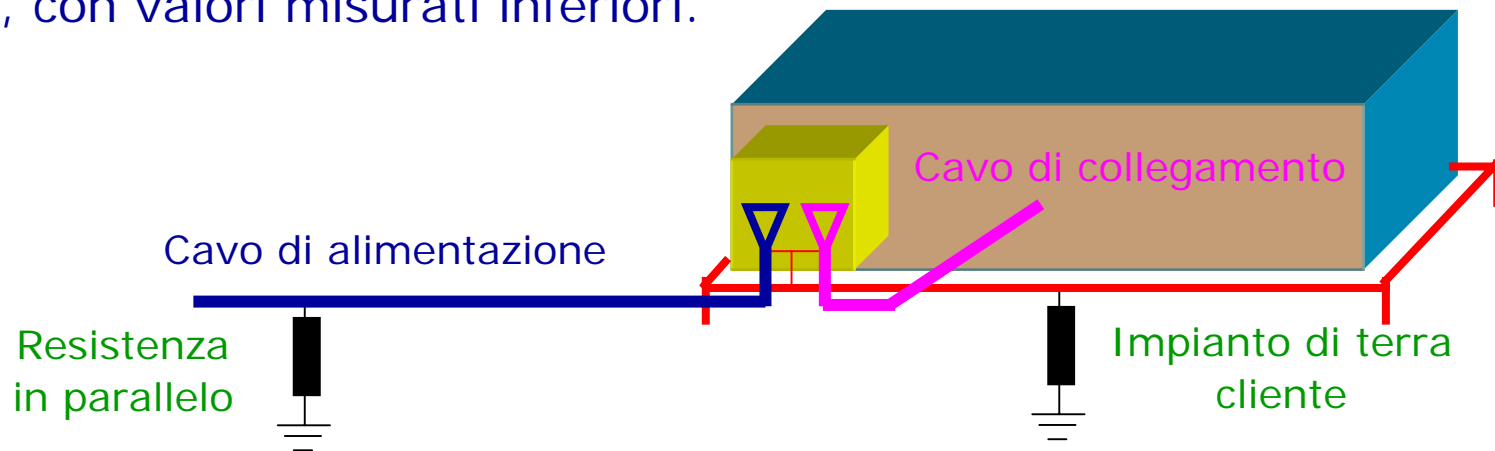
DK 5600: impianto di terra

Gli **schermi del cavo di collegamento** punto di prelievo-DG sono di norma messi a terra nella **cabina di consegna**, insieme agli schermi dei cavi Enel di alimentazione.

Conseguentemente, se la cabina fa parte di una rete cavi, l'impianto di terra del cliente beneficia di una **resistenza in parallelo** costituita dalle terre interconnesse di tutte le cabine collegate tramite gli schermi.

Il valore della resistenza **non viene comunicato** al cliente per obbligarlo a progettare e realizzare un buon impianto di terra autonomo.

Il beneficio si rivela però in fase di verifica, con valori misurati inferiori.



DK 5600: impianto di terra

Ai clienti allacciati alla

rete a neutro isolato

vengono comunicati **parametri di dimensionamento e verifica** variabili in funzione della rete e del sistema di eliminazione del guasto a terra:

- corrente di guasto monofase a terra: **fino a 300 A circa**
- tempo di permanenza del guasto: **0,690 - 0,720 s**
(tensione di contatto ammissibile: **133 - 126 V** rispettivamente).

Il tempo è un po' superiore a quello comunicato fino a qualche anno fa (generalmente **0,6 s**, con tensione di contatto ammissibile **125 V**), perché si è voluto convertire l'aumento dei limiti introdotto nel 2000 dalla nuova Norma CEI 11-1, in un aumento dei tempi di permanenza (allo scopo di favorire l'estinzione naturale dei guasti, e quindi di ridurre il numero di interruzioni transitorie) che lasciasse sostanzialmente immutata la tensione di contatto ammissibile utilizzata.

DK 5600: impianto di terra

Ai clienti allacciati alla

rete con neutro a terra tramite impedenza

vengono comunicati **parametri di dimensionamento e verifica** fissi:

- corrente di guasto monofase a terra: **40 A a 15 kV,**
50 A a 20 kV,
(oppure, in qualche rete, valori un poco più alti)
- tempo di permanenza del guasto: **» 10 s**
(tensione di contatto ammissibile: **75 V**).

Il tempo è elevato perché l'Enel ha intenzione di attivare sulle linee un sistema a selettività cronometrica che permette di evitare l'interruzione all'utenza allacciata a monte di un tronco guasto per terra.



La coppia di parametri corrente-tempo (es. 40 A-» 10 s) è comunque, nella gran parte dei casi, più favorevole di quella usata in passato (es. 100 A-0,6 s) per il dimensionamento e verifica dell'impianto di terra.

DK 5600: impianto di terra

Ai clienti allacciati alla

rete con neutro a terra tramite impedenza

viene anche comunicato il **parametro:**

- tempo di permanenza del doppio guasto a terra **0,2 s**

necessario per dimensionare i **conduttori di terra** con la corrente di doppio guasto a terra, come indicato dalla Tab. 9-1 della Norma CEI 11-1 essendo il tempo di permanenza del guasto monofase > 1 s.

Con il valore massimo della corrente di doppio guasto a terra pari a **$12,5 \cdot 0,85$ kA**, scegliendo:

- temperatura finale di 300° ,
- temperatura iniziale di 20° (ma sostanzialmente anche se 40°),

la formula B-1 della Norma CEI fornisce per conduttori di terra di rame nudo la sezione minima $A = 25$ mm².

DK 5600: impianto di terra

Prima della messa in servizio il cliente deve consegnare all'Enel la certificazione della **verifica dell'impianto di terra** (dichiarazione di conformità ai sensi dell'art. 2 del DPR n. 462 del 22 ottobre 2001 costituita da un attestato dell'installatore ai sensi dalla Legge 46/90) con i rilievi effettuati.

Ad ogni scadenza periodica (ogni 2 anni) il cliente deve chiedere all'Enel l'aggiornamento dei dati per la verifica, ed inviare successivamente la comunicazione di esito positivo con i rilievi effettuati.

La verifica del cliente, se necessario, deve essere estesa anche alla misura delle tensioni di contatto nel locale di consegna, previa richiesta all'Enel allo scopo di concordare l'accesso al locale.

DK 5600: documentazione

A seguito della richiesta d'allacciamento, la **Zona Enel competente** invia al cliente una **prima lettera** che riporta:

- le **principali caratteristiche** di dimensionamento delle apparecchiature e dell'impianto di terra,
- l'invito ad uniformare l'impianto interno ai criteri della **DK5600 allegata** e a **fornire ad Enel la documentazione** elencata al par. 8.

Altra documentazione che la Zona Enel competente ritiene necessaria per il cliente viene trasmessa in allegato o fornita a parte.

DK 5600: documentazione

Il **cliente**, al di là dei rapporti informali tenuti con la Zona Enel competente per il buon fine dell'allacciamento, deve **fornire ad Enel per lettera**, in tempo utile per eventuali **preventive** osservazioni:

- le informazioni sul tipo di utilizzazione e di apparecchiature installate (scheda AC allegata alla DK 5600);
- i disegni e le caratteristiche dei locali (omissibili se già verificati e approvati sul posto da Enel);
- la proposta di schema dell'impianto MT conforme alla DK5600, con le indicazioni e la documentazione relative a:
 - lunghezza del cavo di collegamento,
 - tipo di dispositivo generale DG,
 - numero, potenza, ubicazione dei trasformatori,
 - lunghezza di cavi e linee aeree nude MT collegati a valle di DG,
 - protezione generale PG,
 - caratteristiche dei riduttori di misura (TA e TV),
 - presenza di gruppi elettrogeni di riserva e di UPS fissi.

DK 5600: documentazione

L'Enel verifica, in base alla documentazione ricevuta, la **conformità** dell'impianto alla DK5600 e, se rispondente, invia all'utente una **seconda lettera** comunicando:

- la conformità dell'impianto,
- le **tarature della protezione generale PG**,
- l'invito a trasmettere la dichiarazione attestante l'esecuzione di **tarature conformi** a quelle comunicate.

Dopo la seconda lettera e **prima dell'attivazione dell'allacciamento** il cliente deve consegnare ad Enel:

- copia della certificazione di agibilità dei locali di consegna e misura,
- certificazione della verifica dell'impianto di terra,
- dichiarazione di conformità delle tarature della protezione PG.

Nel caso di necessità particolari, Enel chiederà di stabilire pattuizioni e/o convenzioni tramite atti specifici.

DK 5600: attivazione dell'allacciamento

L'**attivazione dell'allacciamento** viene formalizzata tramite uno **scambio di corrispondenza** fra la Zona Enel competente e il cliente, al fine di sanzionare:

- i reciproci impegni e responsabilità,
- la data e l'ora di messa in servizio.

L'operazione di messa in servizio viene eseguita in presenza, per il cliente, di una **persona esperta** secondo CEI EN 50110.

Gli **impegni** riguardano in particolare le **procedure di sicurezza** che il cliente deve rispettare per eseguire **lavori sulla propria sezione ricevitrice**.

DK 5600: procedure di sicurezza per lavori

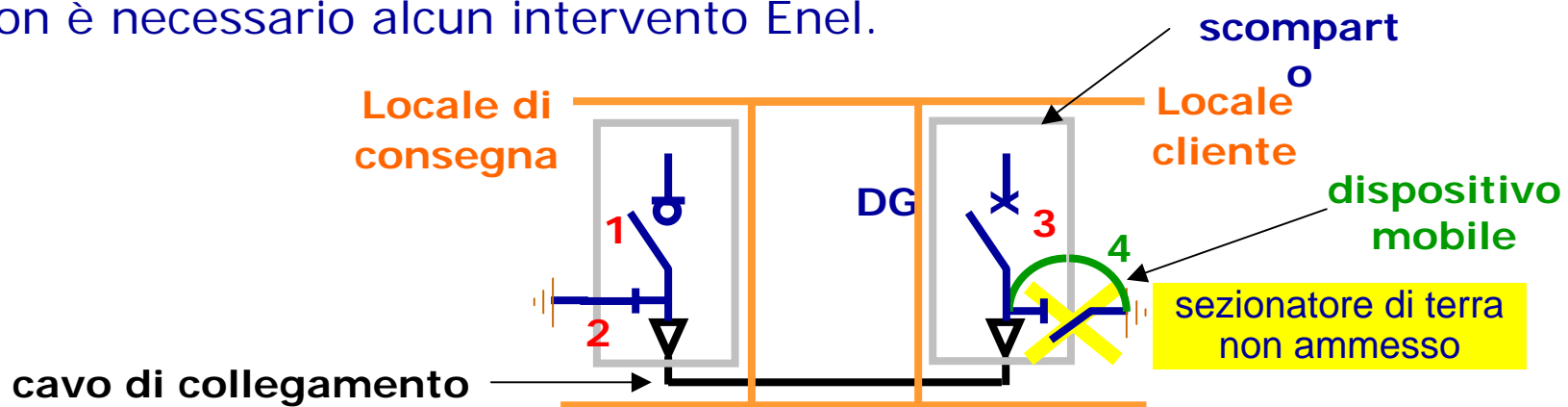
a) Lavori sul cavo di collegamento, sul sezionatore del DG, sullo scomparto del DG

Il cliente deve chiedere l'intervento Enel per sezionare (1) e mettere a terra (2) il cavo a monte del punto di prelievo.

Il cliente deve sezionare (3) e mettere a terra con un **dispositivo mobile** (4) il cavo in corrispondenza del DG.

b) Lavori sull'interruttore del DG

Non è necessario alcun intervento Enel.



Il sezionatore di terra non è ammesso perché si è dimostrato una fonte di errate manovre causate da clienti incauti. Il sistema di interblocco a chiave è ritenuto ingestibile.

DK 5600: clienti esistenti

Ai **clienti esistenti** collegati a reti MT che passano, o sono passate, **da neutro isolato a neutro a terra tramite impedenza**, l'Enel trasmette una lettera che:

- comunica:
 - il nuovo tipo di esercizio;
 - i nuovi dati per la verifica dell'impianto di terra;
- chiede, **solo se il cliente** è dotato di interruttore + protezione, di **adeguare il sistema di protezione** alla nuova DK 5600 (allegata);
- chiede, a **tutti i clienti**, di fornire una **dichiarazione sulle caratteristiche dell'impianto MT**, già adeguato (se occorre) alla DK 5600, relative a:
 - composizione della rete interna MT,
 - trasformatori MT/BT,
 - dispositivo generale DG,
 - protezione generale PG,
 - riduttori di tensione e corrente.



Sistema di protezione

DK 5600: certificazione degli impianti

Tutta la **documentazione trasmessa dal cliente** nuovo o esistente viene conservata da Enel in previsione di quanto verrà stabilito dall'Autorità in merito alla futura regolamentazione della qualità del servizio fornita ai clienti MT, ed alle connesse attribuzioni di responsabilità per le interruzioni generate in rete.