

Istituto Tecnico Industriale Statale

ANNO SCOLASTICO 2009 - 2010

CLASSE : 3^a , 4^a e 5^a SEZIONE : **Elettronica – Elettrotecnica**

DISPENSA N° 2

SISTEMI ELETTRICI - MISURA DI POTENZA NEI SISTEMI MONOFASI E TRIFASI

Laboratorio di ELETTROTECNICA e MISURE ELETTRICHE

GLOSSARIO = OFFICINA ELETTRICA

CENTRALE = officina elettrica destinata alla produzione dell'energia elettrica;
STAZIONE = officina elettrica connessa a sistemi di cui uno almeno di III^a categoria e destinate ad almeno uno delle seguenti funzioni: trasformazione, conversione, regolazione, smistamento della energia elettrica;
CABINA = officina elettrica connessa a sistemi di I^a e II^a categoria e destinate al almeno una delle seguenti funzioni: trasformazione, conversione, regolazione, smistamento dell'energia elettrica. I posti di trasformazione realizzati con apparecchiature prefabbricate (Norme CEI 17-6 e 17-13), anche se non contenuti in apposito locale od in apposita area recintata, sono considerati cabine.

SISTEMI ELETTRICI di DISTRIBUZIONE : T T T N (TN-C o TN - S o TN-C e TN - S) I T (1^a categoria)

essi differiscono per la messa a terra del neutro (1^a let.) e per il tipo di collegamento a terra delle masse (2^a let.)

1^a lettera

2^a lettera

come si trova il centro stella del TRS della cabina di trasformazione MT/BT rispetto a terra (Distributore)

come si trova il conduttore di protezione (PE) rispetto alle masse (Utente)

1° caso (neutro collegato a terra)

T = neutro collegato direttamente a terra

T = masse collegate direttamente a terra (solitamente interconnesse)

protezioni : sgancio obbligatorio al 1° guasto d'isolamento, eliminato tramite un dispositivo differenziale posto a monte dell'installazione ed eventualmente su ogni partenza per > selettività

considerazioni : soluzione più semplice per l'installazione non necessita di manutenzioni frequenti (è necessario verificare periodicamente il funzionamento del dispositivo differenziale mediante il tasto di **test impiego** : sistema elettrico in cui l'utenza è alimentata direttamente dalla rete pubblica di distribuzione in BT (edifici residenziali e similari)

nota 1 : se le masse **non** sono collegate ad una terra comune, **deve essere utilizzato un dispositivo differenziale su ogni partenza.**

2° caso (masse collegate al neutro)

T = neutro collegato direttamente a terra

N = masse collegate al conduttore di protezione, a sua volta collegato al punto di messa a terra dell'alimentazione. Se conduttore di neutro e con_

conduttore di protezione comuni si racco_
manda di collegare il conduttore di pro_
tezione a terra in più punti!!!
(PEN) : sistema TN - C
(PE + N) : sistema TN - S
conduttore di neutro e conduttore di
protezione separati

protezioni : sgancio obbligatorio al 1° guasto d'isolamento, eliminato tramite i dispositivi di protezione contro le sovracorrenti o tramite dispositivo differenziale.

considerazioni : il sistema TN -C consente risparmio sull'installazione (impiego di interruttori tripolari e soppressione di un conduttore);
aumenta i rischi di incendio in caso di forti correnti di guasto;
la verifica dell'intervento della protezione deve essere effettuata, se possibile, durante lo studio tramite calcoli, e obbligatoriamente al momento della messa in funzione tramite strumenti di misura. Questa verifica è la sola garanzia di funzionamento sia al momento del collaudo, che al momento dell'utilizzazione, che dopo qualsiasi modifica o amplia_
mento sulla rete.

impiego : sistema elettrico con propria cabina di trasformazione (stabilimenti industriali - ns. scuola - ecc.)

nota 1 : nel sistema TN - C il conduttore PEN e nel sistema TN - S il conduttore PE **non devono essere mai interrotti**

nota 2 : nel sistema TN - C le funzioni di protezione e di neutro sono assolute dallo stesso conduttore. In particolare il conduttore PEN deve essere direttamente collegato al morsetto di terra dell'utilizzatore e quindi, tramite un ponte, al morsetto di neutro.

nota 3 : i sistemi TN - C e TN - S possono essere utilizzati in una medesima installazione. Il sistema TN - C deve obbligatoriamente trovarsi a monte del sistema TN - S.

nota 4 : per sezioni di fase $< 10 \text{ mm}^2$ in Cu o $< 16 \text{ mm}^2$ in Al e in presenza di cavi flessibili è sconsigliabile l'utilizzo di un sistema TN - C .

nota 5 : nel sistema TN - C il dispositivo di protezione differenziale **non** può essere utilizzato sulle partenze con neutro distribuito.

nota 6 : in presenza di ambienti a maggior rischio in caso di incendio è vietato l'uso del sistema TN - C.

3° caso (neutro isolato)

I = neutro isolato da terra o collegato a terra attraverso una impedenza (Z) di valore sufficientemente elevato

T = masse collegate a terra individualmente, per gruppi o (qualche centinaio di ohm) collettivamente (si raccomanda la messa a terra collettiva)

protezioni : segnalazione obbligatoria al 1° guasto d'isolamento tramite un controllore permanente d'isolamento (CPI) installato tra neutro e terra sgancio **non** obbligatorio al 1° guasto d'isolamento; ricerca ed eliminazione del 1° guasto d'isolamento **sgancio obbligatorio al 2° guasto d'isolamento tramite i dispositivi di protezione contro le sovracorrenti.**

considerazioni : necessità di personale qualificato per la manutenzione; soluzione che assicura una migliore continuità di servizio;
richiede un buon livello d'isolamento della rete (implica la frammentazione della rete se questa è molto estesa, e l'alimentazione degli apparecchi utilizzatori con dispersioni importanti tramite trasformatori di separazione).
La verifica dello sgancio al 2° guasto deve essere effettuata durante lo studio tramite

calcoli ed obbligatoriamente alla messa in funzione tramite strumenti di misura.

impiego : sistema elettrico con propria cabina di trasformazione (con necessità prioritaria di continuità di servizio).

nota 1 : se il dispersore delle masse della sottostazione è separato dalle masse, occorre installare un dispositivo differenziale a corrente residua a monte dell'installazione.

nota 2 : con le masse collegate a terra per gruppi o individualmente, verificare l'intervento dei dispositivi automatici secondo la condizione richiesta per i sistemi TT (praticamente è sempre necessaria l'installazione di un dispositivo differenziale)

nota 3 : con le masse collegate a terra collettivamente, verificare l'intervento del dispositivo automatici secondo una condizione analoga a quella richiesta per i sistemi TN.

nota 4 : la norma raccomanda vivamente di non distribuire il neutro nei sistemi IT

SISTEMI A BASSISSIMA TENSIONE

La norma CEI 64-8 individua due sistemi di distribuzione e le rispettive prescrizioni costruttive per garantire la protezione contro i contatti diretti e indiretti.

I due sistemi sono denominati (ex BTS - bassissima tensione di sicurezza o BTF - bassissima tensione funzionale):

- a bassissima tensione di sicurezza (SELV - safety electric low voltage)
- a bassissima tensione di protezione (PELV - protection electric low voltage)

Inoltre se per ragione funzionali si utilizzano bassissime tensioni, la norma prevede un sistema denominato a bassissima tensione funzionale (FELV - function electric low voltage).

I circuiti SELV e PELV **devono** essere alimentati :

- con tensioni non superiori a 50 V ca e 120 V cc non ondulata. In alcuni ambienti di maggior rischio la tensione di alimentazione deve essere ridotta a 25 V ca e 60 V cc (esempio cantieri edili);
- da una delle seguenti sorgenti:
 - a) trasformatore di sicurezza (CEI 14-6);
 - b) da sorgente con grado di sicurezza equivalente;
 - c) da sorgenti elettrochimiche (batterie di accumulatori),
 - d) da dispositivi elettronici (gruppi statici).

Inoltre le parti attive devono essere protette contro i contatti diretti mediante involucro con grado di protezione non inferiore a IP XX B o grado di isolamento non inferiore a 500 V ca (1500 V ca per i circuiti FELV) per eventuali deroghe consultare la norma.

SISTEMA SELV

Il sistema SELV garantisce un elevato livello di sicurezza verso il pericolo di contatti diretti e indiretti e per questo motivo viene impiegato in ambiente a maggior rischio come luoghi conduttori ristretti, luoghi con pareti conduttrici e luoghi con alto livello di umidità.

Condizioni di installazione:

- masse non collegate né a terra né al conduttore di protezione o alle masse di altri circuiti elettrici;
- parti attive del circuito di alimentazione principale o di eventuali altri circuiti a bassissima tensione PELV o FELV devono essere separate dal circuito SELV mediante schermo o guaina per garantire un livello di sicurezza non inferiore a quello previsto per la sorgente di alimentazione;
- prese a spina senza contatto per il conduttore di protezione.

SISTEMA PELV

Per soddisfare i criteri di sicurezza e affidabilità dei circuiti di comando o per esigenze funzionali può essere necessario collegare a terra un punto del circuito attivo.

In tal caso viene utilizzato il sistema PELV che garantisce un livello di sicurezza inferiore rispetto al sistema SELV in quanto non risulta completamente isolato dal sistema esterno.

Un guasto verso terra del circuito primario potrebbe introdurre attraverso l'impianto di terra, delle tensioni pericolose sulle masse del sistema PELV, tale rischio è accettabile per la presenza, sul circuito principale, dei dispositivi automatici atti alla protezione contro i contatti indiretti.

Condizioni di installazione :

- . masse collegate a terra (non obbligatorio);
- parti attive del circuito di alimentazione principale separate dal circuito FELV mediante schermo o guaina atti a garantire un livello di sicurezza non inferiore a quello previsto per la sorgente di alimentazione;
- prese a spina con o senza contatti per il conduttore di protezione.

SISTEMA FELV

Il circuito FELV è un circuito alimentato, per ragioni funzionali, con un normale trasformatore con tensione secondaria non superiore a 50 V.

Un guasto di isolamento tra 1° e 2° del trs può introdurre tensioni pericolose per le persone senza che i dispositivi a monte del circuito FELV intervengano.

Il circuito FELV richiede l'utilizzo di dispositivi automatici di interruzione atti a garantire la protezione contro i contatti indiretti.

Condizioni di installazione :

- masse obbligatoriamente collegate a terra;
- grado di isolamento dei componenti pari a quello del circuito 1°;
- prese a spina con contatto per il conduttore di protezione;
- coordinamento del circuito di protezione con il dispositivo automatico di interruzione previsto sul circuito principale per garantire la protezione contro i contatti indiretti.

SISTEMI ELETTRICI divisi per CATEGORIE

- sistemi di categoria O, quelli a tensione nominale minore o uguale a 50 V ca e 120 V se cc (non ondulata);
- sistemi di categoria I, quelli a tensione nominale da oltre i 50 fino a 1000 V compresi se a ca e da oltre 120 V fino a 1500 V se cc;
- sistemi di categoria II, quelli a tensione nominale oltre 1000 V se a ca o oltre 1500 V se cc, fino a 30000 V compreso;
- sistemi di categoria III, quelli a tensione nominale maggiore di 30000 V .

STATO DEL NEUTRO DEI SISTEMI TRIFASI

SISTEMI TRIFASI	STATO DEL NEUTRO	MOTIVAZIONE PRINCIPALE
Categoria 1 ^a (reti in B.T.)	A terra	Sicurezza art. 2.1.07 Norma CEI 11-1
Categoria 2 ^a (reti in M.T.)	Isolato (di norma) oppure attra_ verso R o XI	Limitazione valori Vp e Vc per Ig omopolare
Categoria 3 ^a (reti in A.T. e AA.T.)	A terra	Riduzione livelli di isolamento (e costo) degli elementi di impianto

Officina elettrica : si suddividono in centrali; stazioni (collegate a sistemi di 1^a e 2^a Cat.); cabine (collegate a sistemi di 1^a e 2^a Cat.)

Nota: le installazioni su palo di trasformatori non vanno considerate come officine elettriche, ma come parte delle linee aeree elettriche esterne (CEI 11-1).
Linee di trasmissione e di distribuzione: elementi di connessione tra officine elettriche e tra officine elettriche e impianti utilizzatori.

CLASSIFICAZIONE DEI COMPONENTI ELETTRICI

classe O : componente dotato di isolamento principale	- masse isolate da terra e senza morsetto di messa a terra - protezione contro i guasti di isolamento affidate alle caratteristiche dello ambiente circostante (pedana isolante)
classe I : componente dotato di isolamento principale	- masse collegate a terra e con morsetto di messa a terra - protezione contro i guasti di isolamento affidata ai dispositivi di protezione dei circuiti
classe II : componente dotato di isolamento supplementare	- l'isolamento supplementare può essere un involucro isolante con come un isolamento doppio o rinforzato e senza grado di pro_ tezione almeno IP XXB morsetto di messa a terra
classe III : componente ad isolamento ridotto perchè destinato ad essere alimentato da un sistema a bassissima tensione di sicurezza	- esempio : circuito SELV (V < 50 V ca)

FATTORI DI CONTEMPORANEITA' e UTILIZZAZIONE

Per dimensionare le dorsali principali e la potenza di fornitura (con l'Ente Fornitore) occorre valutare i **coefficienti** di utilizzo e di contemporaneità dei carichi.

Qualora i carichi siano molteplici si può valutare quale frazione di essi viene inserita contemporaneamente e quindi calcolare K_c che è di solito < 1 .

Per esempio per le prese a spina si usa la formula:

$g' = g + (1 - g)/n$ dove $g = 0.25$ per abitazioni e $g = 0.10$ per uffici ovvero $g = \text{coeff. di contemporaneità per un } n^\circ \text{ infinito (grande) di prese}$ $n = \text{il numero effettivo di prese}$.

o anche :

$K_c = P_o \max(t_o) / S_i P_i \max t_i$ (serve per dimensionare l'elemento a monte, cioè a determinare la $P_o \max$, note le $P_i \max$ nei tempi $t_o = t_i$)

Se la potenza della macchina è nota si può valutare l'effettiva potenza assorbita e quindi il valore di K_u che può essere $< o > 1$.

Se la potenza della macchina non è nota ci si deve attenere ai valori nominali delle prese a spina o degli interruttori.

o anche :

$K_u = P_m / P_n$ (dove P_n è la potenza nominale, ovvero la potenza massima in servizio continuativo con tolleranza di sovraccarico e P_m è la potenza media giornaliera, un F_u prossimo all'unità è indice di buona utilizzazione).

Per l'illuminazione K_u è sempre 1.

GRADO DI PROTEZIONE (IP) - CEI 70-1

Il grado di protezione di un involucro è identificato, in sede **IEC** (International Electrotechnical Commission), dalle lettere **IP** (International Protection) seguito da due cifre ed eventualmente da una lettera.

La 1^a cifra indica il grado di protezione contro la penetrazione all'interno dell'involucro di corpi solidi e contro il contatto delle persone con parti interne pericolose.

La 2^a cifra indica il grado di protezione dell'involucro contro l'ingresso dannoso dell'acqua.

La lettera addizionale indica il grado di protezione delle persone contro i contatti diretti con parti in tensione poste all'interno dell'involucro, è da usare quando detta protezione sia superiore a quella indicata dalla 1^a cifra caratteristica.

Struttura del codice **IP**

Lettere caratteristiche -----> IP 2 3 C

Prima cifra caratteristica (da 0 a 6) ad esempio----->

Seconda cifra caratteristica (da 0 a 8) ad esempio----->

Lettera addizionale (eventuale) (lettere A,B,C,D) ad esempio----->

Gorizia lì, 14 settembre 2009

Il Docente
prof. Maurizio VISINTIN

TABELLA 1 – Grado di protezione: significato della prima cifra.

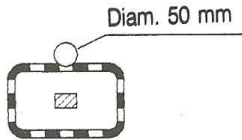
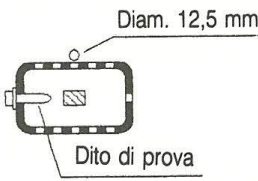
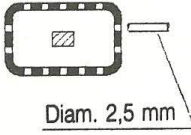
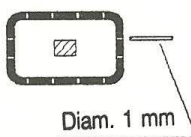
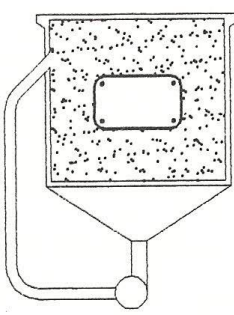
PRIMA CIFRA CARAT.	SEGNO GRAFICO CEE	DESCRIZIONE SINTETICA	PROVA PER LA PROTEZIONE CONTRO		
			L'ACCESSO A PARTI PERICOLOSE	CORPI SOLIDI ESTRANEI	DISEGNO SCHEMATICO
0	—	Non protetto	Nessuna prova	Nessuna prova	—
1	—	Protetto contro l'accesso a parti pericolose con il dorso della mano e contro corpi solidi di diametro > 50 mm	La sfera di diametro > 50 mm non deve penetrare completamente nell'involucro e comunque deve mantenere una adeguata distanza da parti pericolose		
2	—	Protetto contro l'accesso a parti pericolose con il dito di prova e contro corpi solidi di > 12,5 mm diametro	Il dito di prova può penetrare nell'involucro ma deve mantenere una adeguata distanza da parti pericolose	La sfera di diametro > 12,5 mm non deve penetrare completamente nell'involucro	
3	—	Protetto contro l'accesso a parti pericolose con attrezzo (es. cacciavite) e contro corpi solidi di diametro > 2,5 mm	L'asta di prova di diametro 2,5 mm non deve penetrare nell'involucro		
4	—	Protetto contro l'accesso a parti pericolose con un filo e solidi di diametro > 2,5 mm	Il filo di prova di diametro 1 mm non deve penetrare nell'involucro e deve essere mantenuta una adeguata distanza da parti pericolose		
5		Protetto contro l'accesso a parti pericolose con un filo e contro la polvere	Come prova 4	La polvere può penetrare nell'involucro ma non deve superare un quantitativo specifico	
6		Protetto contro l'accesso a parti pericolose con un filo e totalmente contro la polvere	Come prova 4	Non è ammessa la penetrazione di polvere nell'involucro	

TABELLA 2 – Grado di protezione: significato della seconda cifra.

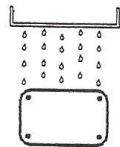
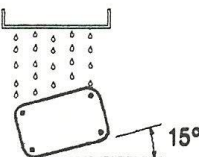
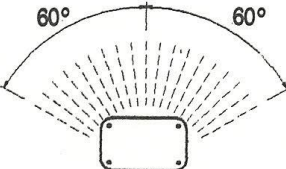
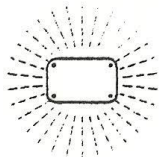
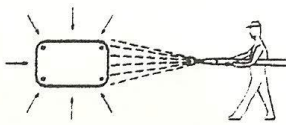
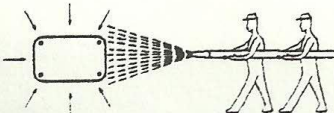
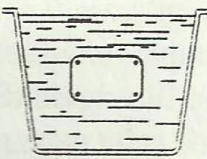
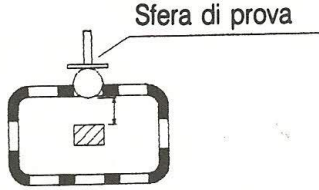
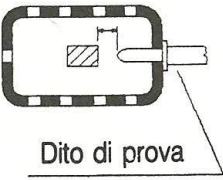
SECONDA CIFRA CARAT.	SEGNO GRAFICO CEE	DESCRIZIONE SINTETICA	PROVA	
			DESCRIZIONE	DISEGNO SCHEMATICO
0	—	Non protetto	—	—
1		Protetto contro la caduta verticale di gocce d'acqua	L'apparecchio in posizione normale è tenuto sotto stillicidio verticale per 10 min.	
2	—	Protetto contro la caduta verticale di gocce d'acqua con inclinazione max di 15°	L'apparecchio, inclinato in ogni senso di 15° rispetto la posizione normale è tenuto per 10 min sotto stillicidio verticale	
3		Protetto contro la pioggia	L'apparecchio in posizione normale è tenuto per 10 min sotto pioggia battente artificiale con angolo fino a 60° rispetto alla verticale	
4		Protetto contro gli spruzzi	Come con la prova 3, ma con pioggia battente con inclinazione qualsiasi e spruzzi dal basso	
5		Protetto contro i getti d'acqua	Un getto d'acqua di caratteristiche specificate investe l'involucro in tutte le direzioni	
6	—	Protetto contro i getti d'acqua potenti	Come con la prova 5, ma con getto d'acqua di portata e pressione maggiori	
7		Protetto contro gli effetti della immersione temporanea	L'apparecchio è tenuto per 30 min sotto un battente d'acqua specificato	
8	 ...m	Protetto contro gli effetti della immersione continua	Vasca per immersione con livello di acqua secondo accordi	

TABELLA 3 – Grado di protezione: significato della lettera aggiuntiva.

LETTERA ADDIZIONALE	DESCRIZIONE SINTETICA	PROVA	
		DESCRIZIONE	DISEGNO SCHEMATICO
A	Protetto contro l'accesso con il dorso della mano	La sfera (*) di prova deve mantenere una adeguata distanza dalle parti pericolose	
B	Protetto contro l'accesso con il dito	Il dito (*) di prova deve mantenere una adeguata distanza dalle parti pericolose	
C	Protetto contro l'accesso con un attrezzo	L'asta (*) di prova deve mantenere una adeguata distanza dalle parti pericolose	
D	Protetto contro l'accesso con un filo	Il filo (*) di prova deve mantenere una adeguata distanza dalle parti pericolose	

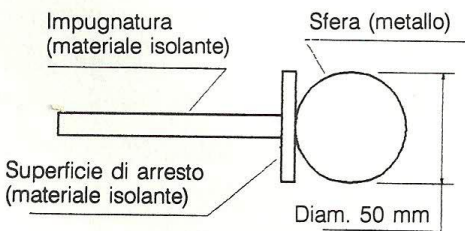
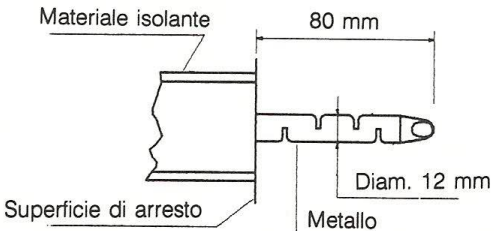
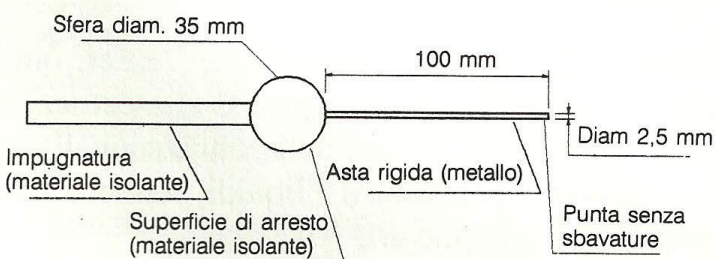
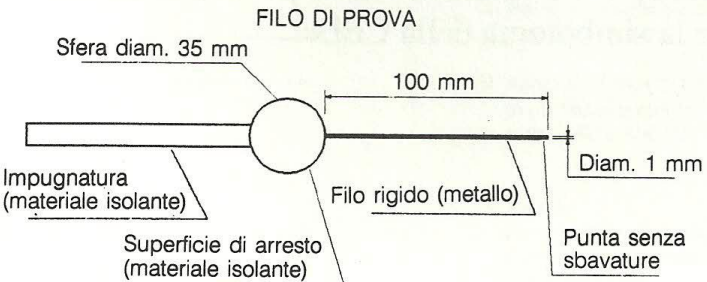
(*) Le dimensioni dei calibri di prova sono indicate nella tabella 4.

Si sostituisce con una “X” una o entrambe le cifre caratteristiche che non interessa indicare.

Ad esempio, un involucro con il simbolo IP4X impedisce l'accesso nell'involucro a un filo rigido di diametro pari a 1 mm. Non viene invece data alcuna prescrizione sulla penetrazione nell'involucro dell'acqua.

Viceversa un involucro con simbolo IP4X protegge le apparecchiature interne all'involucro contro gli effetti dannosi degli spruzzi d'acqua sull'involu-

TABELLA 4 – Dimensioni dei calibri di prova.

PRIMA CIFRA	LETTERA ADDIZIONALE	CALIBRO DI PROVA
1	A	SFERA DI PROVA  Impugnatura (materiale isolante) Sfera (metallo) Superficie di arresto (materiale isolante) Diam. 50 mm
2	B	DITO DI PROVA SNODATO  Materiale isolante 80 mm Superficie di arresto Diam. 12 mm Metallo
3	C	ASTA DI PROVA  Sfera diam. 35 mm 100 mm Impugnatura (materiale isolante) Superficie di arresto (materiale isolante) Asta rigida (metallo) Diam 2,5 mm Punta senza sbavature
4	D	FILO DI PROVA  Sfera diam. 35 mm 100 mm Impugnatura (materiale isolante) Superficie di arresto (materiale isolante) Filo rigido (metallo) Diam. 1 mm Punta senza sbavature