



**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TRIESTE**



Dipartimento di  
**Ingegneria  
e Architettura**

# **Impianti Elettrici (parte 2)**

**Elettrotecnica**

**A.A. 2025 - 2026**

**Prof. Nicola Blasuttigh – [nicola.blasuttigh@units.it](mailto:nicola.blasuttigh@units.it)**

# LEGISLAZIONE E NORMATIVA

- Progettazione, installazione, verifica, manutenzione e conduzione di un impianto elettrico sono oggetto di leggi, decreti, norme, regolamenti, ecc.
- Tali disposizioni hanno lo scopo di garantire il corretto funzionamento (delle apparecchiature e dell'impianto), la compatibilità ambientale e la **sicurezza delle persone**

# LEGISLAZIONE E NORMATIVA

- Legge 1 marzo 1968, n. 186 «disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici». Gli impianti elettrici devono essere realizzati a regola d'arte
- Gli impianti realizzati secondo quanto prescritto nelle norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (Norme CEI) sono considerati realizzati a regola d'arte

# LEGISLAZIONE E NORMATIVA

- DM 23 luglio 1979 «Designazione degli organismi incaricati di rilasciare certificati e marchi ...» Marchio

IMQ



- DLgs 25 novembre 1996, n. 626 «Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE ...» Marchio CE

CE

# LEGISLAZIONE E NORMATIVA

- **DM 22 gennaio 2008, n.37** «Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della Legge n. 248 del 2 dicembre 2005 recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici»

**DICHIARAZIONE DI CONFORMITA'!**

# LEGISLAZIONE E NORMATIVA

- Settori elettrotecnico, elettronico e delle telecomunicazioni
- Requisiti fondamentali dei materiali, macchine, apparecchiature, installazioni e impianti per rispondere alla regola della buona tecnica
- Il CEI fa parte dell'International Electrotechnical Commission (IEC)

# LEGISLAZIONE E NORMATIVA

- **CEI 0-2** «Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici»
- **CEI 64-8** «Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua»

# LEGISLAZIONE E NORMATIVA

- CEI 64-17 «Guida all'esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri»
- CEI 64-14 «Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori»
- CEI 64-12 «Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario»

# LEGISLAZIONE E NORMATIVA

- CEI 64-54 V1 «Edilizia ad uso residenziale e terziario ... locali di pubblico spettacolo»
- CEI 64-51 V1 «Edilizia ad uso residenziale e terziario ... centri commerciali»
- CEI 64-19 «Guida agli impianti di illuminazione esterna»

# LEGISLAZIONE E NORMATIVA

- CEI 0-21 «Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti di bassa tensione delle imprese distributrici di energia elettrica»
- ...

# LIVELLI DI PROGETTAZIONE

- Progetto preliminare caratteristiche qualitative e funzionali
- Progetto definitivo autorizzazioni e approvazioni
- Progetto esecutivo lavori di dettaglio
- As built

# DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

- Relazioni: illustrativa, tecnica, generale, specialistica
- Elaborati grafici: planimetrie, schemi elettrici
- Computo metrico e quadro economico
- Cronoprogramma
- Piano sicurezza e coordinamento
- Piano di manutenzione
- Capitolato speciale di appalto e schema di contratto

# FABBISOGNO ELETTRICO

- Diagramma di carico: potenza e tempo
- $P_{\max}$  è la potenza massima nel periodo T
- Fattore di utilizzazione del carico massimo  $f_u$
- Durata di utilizzazione del carico massimo  $d_u$

$$f_u = \frac{\frac{1}{T} \int_0^T P(t) dt}{P_{\max}} \quad d_u = \frac{\int_0^T P(t) dt}{P_{\max}}$$





# FABBISOGNO ELETTRICO

- Fattore di utilizzazione  $K_U$
- Fattore di contemporaneità  $f_c$

$$K_U = \frac{P_m}{P_n} \quad f_c = \frac{P_{c,max}}{\sum_{k=1}^n P_{k,max}}$$











# TIPOLOGIE DI CARICHI

- Carichi ordinari: servizi generali e lavorazioni non essenziali – alimentazione da rete di distribuzione pubblica e/o impianti di generazione propri
- Carichi preferenziali: servizi e lavorazioni per i quali sono tollerate brevi interruzioni
- Carichi privilegiati: servizi essenziali
- Per i carichi preferenziali e privilegiati vanno previste delle alimentazioni dei servizi di sicurezza e di riserva

# EDIFICI CIVILI

- DM 37/08 e CEI 64-8 – GUIDA BLU N. 1
- Impianti non soggetti a progettazione da parte di un professionista iscritto all'Albo
- Progetto del responsabile tecnico dell'Impresa installatrice allegato alla Dichiarazione di Conformità
- Tensione 230 V (fase-neutro) e 400 V (fase-fase),  
frequenza 50 Hz

# FORNITURA DI ENERGIA

Contatori (potenza attiva e reattiva, potenza massima ogni 15 minuti)

| Potenza impegnata [kW] | Potenza disponibile [kW] | Corrente di impiego [A] |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1,5                    | 1,7                      | 8                       |
| 3,0                    | 3,3                      | 16                      |
| 4,5                    | 5,0                      | 25                      |
| 6,0                    | 6,6                      | 32                      |
| 10,0                   | 11,0                     | 50                      |

# PRESTAZIONI DEGLI IMPIANTI

- Livello 1: livello minimo, potenza impegnata da 3 kW per superfici fino a 75 m<sup>2</sup> e da 6 kW oltre, montante da 6 mm<sup>2</sup>, conduttori sfilabili, due differenziali in parallelo, ecc.
- Livello 2: livello intermedio (relè di massima corrente)
- Livello 3: domotica

# IMPIANTO di LIVELLO 1

| Utilizzatori      | [W]  |
|-------------------|------|
| illuminazione     | 750  |
| asciugabiancheria | 1000 |
| lavatrice         | 2200 |
| lavastoviglie     | 2500 |
| frigorifero       | 170  |
| TV                | 100  |

6720

63kW

asciugatrice  
for. m. elettrico  
caldaie  
microonde

Completare  
Attivazione  
idraulica  
b.p. n. l. l.

$S \approx 50 m^2$   
LIVELLO 2  $S \approx 100 m^2$   
LIVELLO 3  $S = 150 m^2$

|       |      |       |
|-------|------|-------|
| 2000  | 2000 |       |
| 2200  | 2200 |       |
| 2500  | 2500 |       |
| 200   | 200  |       |
| 150   | 300  |       |
| 2200  | 2200 |       |
| 1500  | 2500 |       |
| 200   |      |       |
| 2600  | 2600 |       |
| 13550 | 300  |       |
| 6200  | 2400 |       |
|       | 400  |       |
|       | 2100 | 20500 |

6kW

# MATERIALI

- Interruttori automatici: corrente di cortocircuito 6 kA (monofase) e 10 kA (trifase fino a 33 kW) - caratteristica di intervento di tipo C - se onnipolari garantiscono anche il sezionamento
- Interruttori differenziali:  $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ , anche per più circuiti -  $I_{\Delta n} = 10 \text{ mA}$  per la singola presa o circuito - tasto di prova

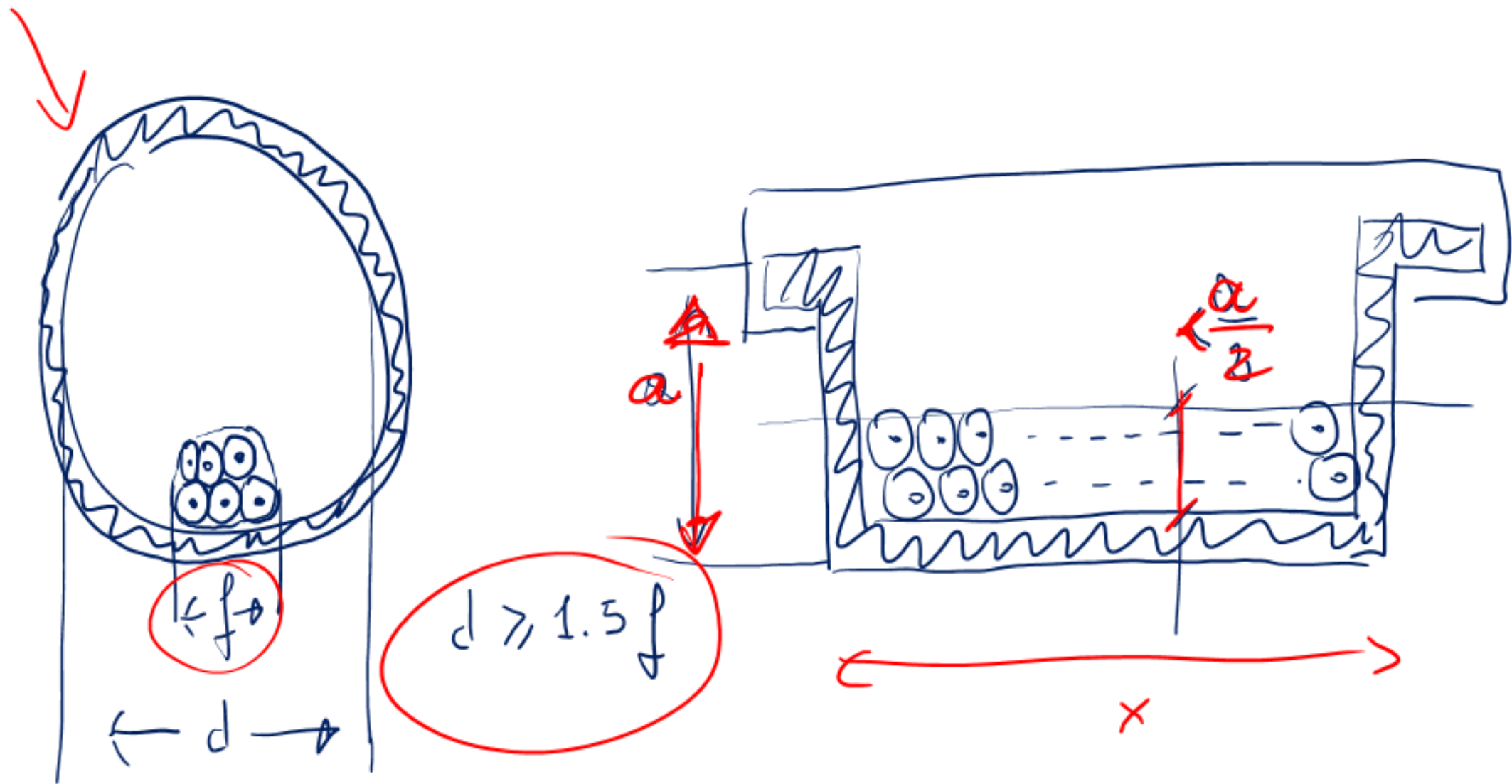


# MATERIALI

- Cavi per energia all'interno dell'edificio: cavi in rame come ad esempio FS17 450/750 V che è un cavo unipolare senza guaina isolato in pvc (classe di reazione al fuoco E<sub>ca</sub>)
- Cavi per energia all'esterno dell'edificio: cavi in rame come ad esempio FG7R 0,6/1 kV che è un cavo unipolare o multipolare isolato in gomma e con guaina in pvc (non propagante l'incendio)

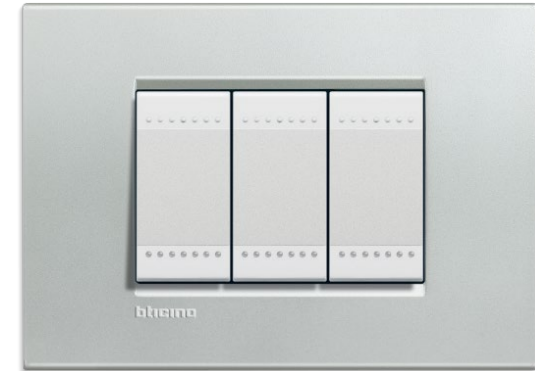
# MATERIALI

- Conduttori di protezione GIALLO-VERDE
- Conduttori di neutro BLU
- Conduttori di fase nessun colore particolare
- Tubi pieghevoli e rigidi  $d \geq 1,5f$
- Canali  $S_{cavi} < 0.5 * S$
- Cassette (di derivazione) spazio libero 20%



# MATERIALI

- Interruttori di comando anche unipolari ma sul conduttore di fase, per i punti luce 10 A
- Prese a spina: di vario tipo preferibili le P17/11 2P+T 10/16A e le P40 2P+T 10/16A





# POSA DELLE CONDUTTURE

- Impianto di energia separato dagli impianti di segnale (telefonia, dati, TV, ecc.)
- Pareti: percorsi orizzontali, verticali o paralleli allo spigolo della parete
- Pavimento: percorso qualsiasi

# SOVRATENSIONI

- Analisi del rischio: edifici autoprotetti, non autoprotetti con SPD, edifici per cui non risulta garantita la protezione completa in relazione alla perdita di vite umane
- Danno economico
- Gli SPD vanno inseriti tra conduttori di fase, di neutro e terra

# IMPIANTO DI TERRA

- **Sistemi TT**, impianto unico e con resistenza di terra tale che  $R_{tu}I_d \leq 50$
- **Dispersore di fatto**: ferri delle fondazioni collegati tramite una corda nuda di rame – **terra di fondazione**
- **Dispersore intenzionale**: 3 o 4 picchetti da 1,5 m



# IMPIANTO DI TERRA

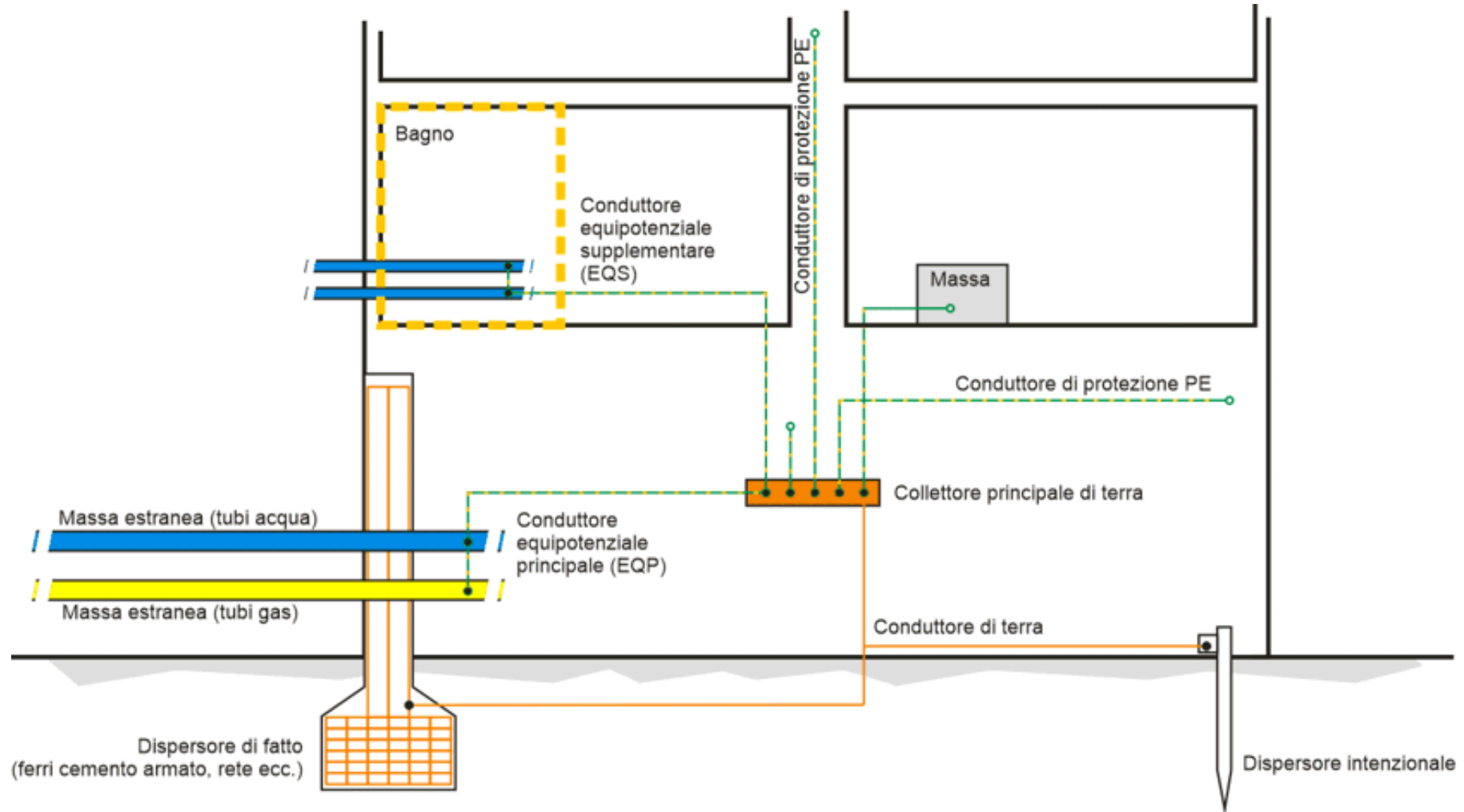
- Resistenze di terra da qualche centinaio di Ohm (da misurare)
- Conduttore di terra: collega il dispersore al collettore (o nodo) di terra - sezione minima uguale a quella del conduttore di fase con un minimo di  $16 \text{ mm}^2$  se non protetto

# IMPIANTO DI TERRA

- Nodo o collettore di terra: barra di rame o acciaio zincato vicino al quadro contatori
- Collegamento equipotenziale principale: tubazioni metalliche e altre masse estranee entranti nell'edificio
- Conduttore di protezione: collega a terra tutte le masse dell'impianto elettrico (sezione pari a quella dei conduttori di fase fino a  $16 \text{ mm}^2$ )



# IMPIANTO DI TERRA



# CANTIERI EDILI

- Lavori per la costruzione di nuovi edifici o per la trasformazione o demolizione di edifici esistenti
- Lavori di movimentazione terra
- L'impianto elettrico comprende sia parti fisse parte mobili (prese a spina, quadri elettrici e avvolgicavi)


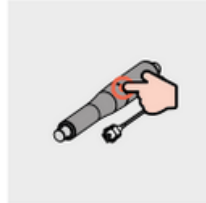
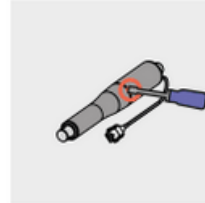

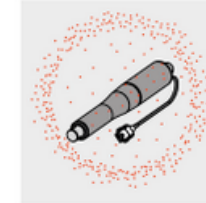



che



# GRADI DI PROTEZIONE

**Solids**



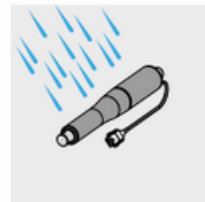



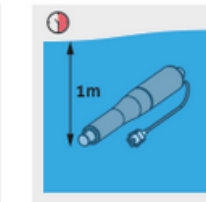
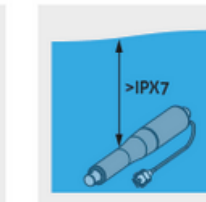
| 1   | 2   | 3  | 4   | 5   | 6   |
|---|---|--|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |
| Solid objects greater than 50 mm, such as the back of a hand.                     | Solid objects greater than 12.5 mm, such as a finger.                             | Solid objects greater than 2.5 mm, such as a screwdriver.                          | Solid objects greater than 1 mm, such as a wire.                                    | Limited ingress of dust. It must not interfere with the actuator operation.         | No ingress of dust.   |

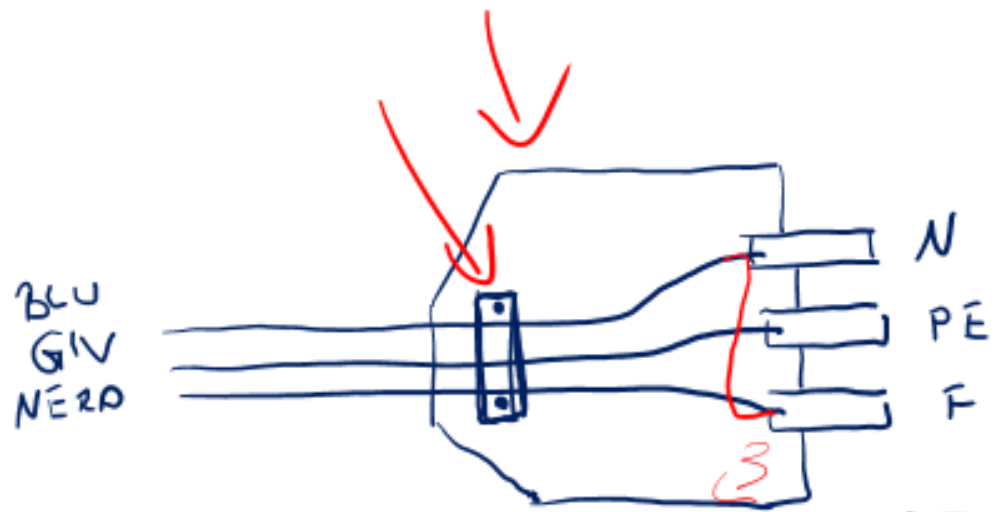
**Codification example**

IP 5 4

- Ingress Protection
- Solids
- Liquids

**Liquids**

| 1  | 2  | 3   | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |
|--|--|---|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Vertically falling drops.  | Vertically falling drops over an actuator tilted 15°.                              | Sprays of water at any angle up to 60° from the vertical.                           | Sprays of water at any angle.  | Water jets.  | Powerful water jets.   | 15cm-100 cm immersion during 30 min.   | Immersion under harder conditions than in IPX7.                                      |



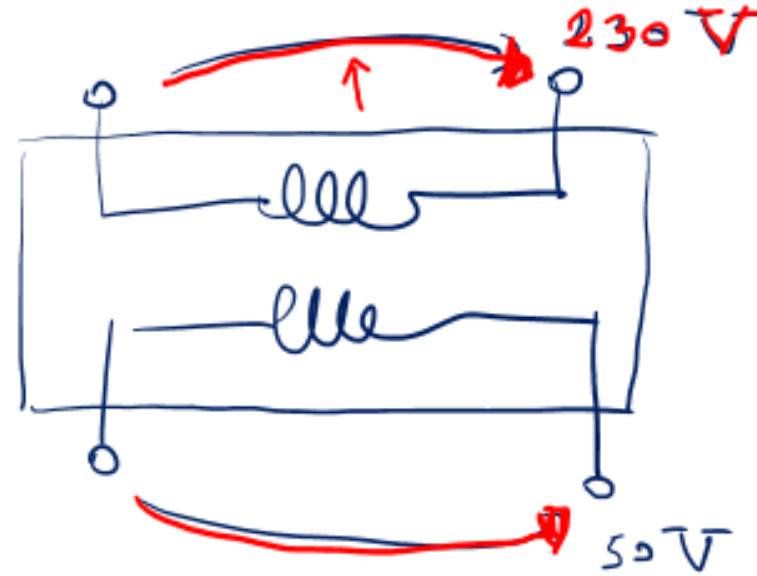
$$I_m \leq 32 A$$

$$I_{\Delta m} \leq 30 mA$$

CIRCUITO di SICUREZZA SELV (utilizzate un TRS di 150VA)



$$\bar{V}_{sec} = 50V$$





# CANTIERI EDILI

- Impianti non soggetti a progettazione, necessaria la Dichiarazione di Conformità
- Forniture monofase (fase-fase o fase-neutro) 230 V o trifase con neutro 230/400 V, frequenza 50 Hz
- Contatore più limitatore di potenza (10%)
- Sistema TT
- Impianto temporaneo

# CANTIERI EDILI



# CANTIERI EDILI

<https://www.industrialdiscount.it/edilizia/gru/>



# PERCORSI DELLE CONDUTTURE

- Attenzione ai percorsi: brevi, sollevati da terra, raggi di curvatura compatibili con i conduttori utilizzati, adeguati alla circolazione (linee interrate o aeree)
- Attenzione alle linee elettriche (interrate o aeree) esistenti prima dell'installazione del cantiere

# IL TERRENO

- Il terreno è un conduttore elettrolitico,

$$\rho = f(T, \text{umidità}, \text{tipo})$$

- La corrente scorre attraverso gli elettrodi (dispersori)

- La resistenza di un elettrodo emisferico vale  $R_E =$

$$\frac{\rho}{2\pi r_0}$$







# IL TERRENO

- Tensione totale di terra: è la tensione che assume la carcassa di un utilizzatore che disperde una corrente di guasto  $I$  e vale  $U_E = R_E \times I$
- Tensione di contatto: è la tensione a cui è soggetto il corpo umano durante un guasto di isolamento -  $U_c \leq U_E$







# IL TERRENO

- Il contatto con una carcassa in tensione di una persona «lontana» (in un punto del terreno a potenziale zero) modifica il potenziale nel terreno
- La situazione più pericolosa si verifica quando la persona tocca contemporaneamente una parte in tensione e una tubazione idrica

# IMPIANTO DI TERRA

- **Dispensore** costituito da **dispersori intenzionali** e **dispersori di fatto**
- **Picchetti**: resistenza di terra pari a  $R/n$
- **Conduttore di terra**: porre particolare attenzione alla protezione meccanica e alla difesa dalla **corrosione** (**morsetti!**)
- **Tensione di contatto**  $U_L$ : 25 V

# IMPIANTO DI TERRA

- **Dispersore** costituito da **dispersori intenzionali** e **dispersori di fatto**
- **Picchetti**: resistenza di terra pari a  $R/n$
- **Conduttore di terra**: porre particolare attenzione alla protezione meccanica e alla difesa dalla **corrosione** (**morsetti!**)
- **Tensione di contatto**  $U_L$ : 25 V



# ALTRE CONSIDERAZIONI

- Apparecchi di classe II soprattutto apparecchi portatili
- Luoghi conduttori ristretti
- Bassissima tensione di sicurezza (SELV)
- Separazione elettrica trasformatore di isolamento o gruppo elettrogeno

