

# REGIONE CAMPANIA

Acqua Campania S.p.A.

PIANO DI INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DEL SISTEMA IDRICO REGIONALE

RISTRUTTURAZIONE DELLE OPERE PIU' VETUSTE DELL'ACQUEDOTTO CAMPANO

RISTRUTTURAZIONE STATICA DEL SERBATOIO  
S. ROCCO E ADEGUAMENTO DELL'ADDUZIONE ALLA  
CENTRALE DI MUGNANO

## PROGETTO ESECUTIVO

Il Progettista

Il Concessionario

	Luglio 2016	Aggiornamento per attività di cui all'art.26 del D.Lgs.18/04/16 n.50			
	Luglio 2014	EMISSIONE PER APPROVAZIONE			
Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
TITOLO :  RELAZIONE TECNICA - IMPIANTO ELETTRICO			Progettazione:		
Allegato	<b>RE.05</b>		Revisione:		Scala:

## **INDICE**

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. NUOVO IMPIANTO ELETTRICO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 INTERVENTI PREVISTI.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA.....</b>	<b>5</b>
2.2.1 Alimentazione .....	5
2.2.2 Livelli di tensione e condizione del neutro.....	6
2.2.3 Potenza assorbita e dimensionamento apparecchiature .....	6
2.2.4 Cabina di Trasformazione MT/BT .....	8
2.2.5 Linee di alimentazione M.T.....	10
2.2.6 Impianto di distribuzione energia B.T.....	11
2.2.7 Impianti di illuminazione .....	15
2.2.7.1 Calcolo illuminotecnico metodo CIE.....	17
2.2.8 Impianto di messa a terra.....	21
2.2.8.1 Dimensionamento sezione conduttore di terra.....	24
2.2.9 Riferimenti Normativi.....	28
<b>3. IMPIANTO DI ESTRAZIONE ARIA.....</b>	<b>30</b>

## **1. PREMESSA**

Il serbatoio acquedottistico regionale di S. Rocco è alimentato dalla condotta DN 1060 derivazione dall'adduttore DN 1350 con origine al nodo di San Clemente; detto serbatoio fu realizzato dalla ex Cassa per il Mezzogiorno nei primi anni '60 per alimentazione idrica a gravità dei Comuni dell'area Flegreo-Domitiana.

La crescita demografica delle aree servite, l'aumento della dotazione idrica pro-capite unitamente con i limiti tecnici del sistema idrico in parola evidenziati nella relazione idraulica allegata alla presente progettazione ha determinato la necessità di progettare una sostanziale modifica dello schema idraulico attuale.

In particolare, in considerazione del considerevole volume di accumulo del Serbatoio di San Rocco ( $V = 80.000$  mc) e della capacità di trasporto della condotta di collegamento tra detto serbatoio ed il nodo acquedottistico di Mugnano, si è deciso di realizzare, in seno al serbatoio, una centrale di sollevamento con capacità massima pari a 1.000 l/s con prevalenza pari a circa 50 m.

## **2. NUOVO IMPIANTO ELETTRICO**

Come accennato nel paragrafo che precede, tra gli interventi di progetto è prevista la realizzazione di una centrale di pompaggio per il rilancio della risorsa stoccata nel serbatoio di San Rocco verso l'utenza rappresentata dalla vasta area Flegreo Domitiana, dismettendo, almeno in alcuni periodi dell'anno, l'esistente sollevamento sito nel nodo acquedottistico di Mugnano.

Per l'alimentazione elettrica della nuova centrale di sollevamento occorre provvedere alla realizzazione di un impianto elettrico ex-novo in quanto l'attuale impianto è in grado di soddisfare solo le esigenze di illuminazione dei locali e quelle delle piccole utenze attualmente esistenti.

In considerazione delle portate massime da pompare, pari a 1.000 l/s e della prevalenza necessaria al trasporto della risorsa, pari a 50 m, si è valutata una potenza necessaria pari a circa 700 kW.

Alla luce degli incontri con il fornitore di energia elettrica e dei sopralluoghi effettuati, è stata già formulata la richiesta per una alimentazione in M.T. per la potenza necessaria alle esigenze del sollevamento.

## **2.1 INTERVENTI PREVISTI**

Il presente progetto, relativo al nuovo impianto elettrico a servizio della realizzanda centrale di sollevamento di San Rocco, prevede la realizzazione delle opere di seguito descritte.

- Cabina di consegna energia in M.T. rispondente alla normativa CEI 0-16 (ex DK 5600)

La cabina in parola sarà ubicata nell'area di proprietà regionale a margine della strada denominata "via dell'Acquedotto" in corrispondenza con l'incrocio con la strada comunale "Via Marfella". Il manufatto, del tipo prefabbricato, garantirà l'accesso diretto da parte del personale ENEL.

- realizzazione di un cavidotto per il trasporto dell'energia dal punto di consegna ENEL all'area di ubicazione della cabina di trasformazione

l'energia elettrica verrà consegnata dall'ENEL in corrispondenza della cabina di consegna di cui sopra, in M.T.

Dalla cabina ha origine un cavidotto per il trasporto della energia dal punto di consegna alla cabina di trasformazione ubicata in corrispondenza del piazzale antistante l'ingresso al serbatoio.

Il cavidotto in parola, interessante il margine della "via dell'Acquedotto", interamente in proprietà regionale, sarà costituito da n.4 conduit DN90 e n.2 conduit DN 63 all'interno dei quali saranno alloggiati i cavi di media tensione per l'alimentazione delle pompe ed i cavi in bassa tensione per l'energizzazione della cabina di consegna ENEL; al lato dei conduit, posati alla profondità media di 80 cm dal piano viario, sarà posata una corda di rame da 50 mm. Lo sviluppo complessivo del cavidotto in parola risulta pari a circa 600 ml.

- realizzazione di una cabina di trasformazione costituita da:

- 1 Quadro M.T.-20 KV costituito da:
  - \*1 scomparto arrivo linea MT
  - \*1 scomparto misure
  - \*2 scomparti con interruttori di protezione dei trasformatori
- 1 Quadro trasformatori con due scomparti contenente:
  - \* 2 trasformatore da 1000 KVA
  - Realizzazione dei collegamenti elettrici di potenza e ausiliari
  - Realizzazione di tutti gli impianti ausiliari sia interni che esterni
  - Realizzazione dell'impianto di terra
  - implementazione del sistema di automazione e telecontrollo dell'impianto.

## **2.2 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA**

### **2.2.1 Alimentazione**

L'energia sarà fornita dall'ENEL ed ha i seguenti parametri (\*):

Vn: tensione nominale = 20.000V

Ic.c. : corrente di corto circuito = 16 KA

Ig : corrente di guasto a terra = 50 A

Ti: tempo di intervento delle protezioni = < 1 sec.

(\*) Le caratteristiche della rete di alimentazione ed il valore della Ig dovrà essere confermato dall'Ente erogatore al momento della realizzazione dell'impianto in quanto suscettibile di variazioni, per il continuo evolversi nel tempo delle reti di distribuzione.

### **2.2.2 Livelli di tensione e condizione del neutro**

I livelli di tensione che saranno adottati saranno i seguenti:

- 20.000 V 3 fasi - 50 Hz
- 400 V 3 fasi+neutro - 50 Hz
- 230 V fase±neutro - 50 Hz
- 110 V c.a.
- 48 V c.c.

In funzione di tali livelli di tensione l'impianto è classificato di II categoria.

In funzione del modo di collegamento a terra del sistema e delle masse, l'impianto è classificato TN-S in quanto un punto dell'impianto è collegato direttamente a terra (neutro) e le masse dell'impianto sono collegate a quel punto tramite il conduttore di protezione.

Il conduttore neutro e quello di protezione sono separati.

### **2.2.3 Potenza assorbita e dimensionamento apparecchiature**

Per il calcolo della potenza assorbita dall'impianto è stata considerata il funzionamento contemporaneo di tutte e tre le macchine **tali da garantire il sollevamento della portata massima richiesta alle utenze di 1000 lt/sec** più i servizi ausiliari necessari alla alimentazione delle utenze accessorie comprese quelle preesistenti del serbatoio.

Pertanto la potenza assorbita ai morsetti di consegna dalla linea ENEL è data da:

$$H_p \text{ tot} = \frac{Q \times h}{102 \times \eta_p \times \eta_m \times \eta_t \times \eta_e} + \text{PSA}$$

dove:

- Q = portata complessiva  
h = prevalenza manometrica totale  
 $\eta_p$  = rendimento pompa  
 $\eta_m$  = rendimento motore  
 $\eta_t$  = rendimento trasformatore  
 $\eta_e$  = apparecchiature elettriche  
PSA = potenza servizi ausiliari

La potenza complessiva necessaria per l'alimentazione dello impianto sarà pari a

$$HP_{tot} = \frac{1000 \times 50}{102 \times 0,85 \times 0,95 \times 0,98 \times 0,99} = + 15 = 640 \text{ KW}$$

I trasformatori sono stati dimensionati in base alla potenza assorbita dall'impianto in condizioni di regime più gravoso, cioè con 3 elettropompe in servizio più i servizi ausiliari come sopra detto.

Pertanto, la potenza assorbita ai morsetti dei trasformatori è data da:

$$HP_{tot.} = \frac{Q \times h}{102 \times \eta_p \times \eta_m \times \eta_e} + PSA =$$

$$\frac{1000 \times 50}{102 \times 0,85 \times 0,95 \times 0,99} + 15 = 628 \text{ KW}$$

considerando un fattore di potenza medio pari a 0,85 in assenza di rifasamento, si ha:

$$\frac{628}{0,85} = 739 \text{ KVA}$$

considerando un margine di potenza pari al 25%; il punto di migliore rendimento dei trasformatori è all'incirca sui  $\frac{3}{4}$  della potenza nominale, si ha:

$$739 \times 1,25 = 924 \text{ KVA}$$



considerando le taglie commerciali esistenti sono stati selezionati trasformatori da 1000 KVA, impiegando un trasformatore in funzionamento più uno di pari potenza di riserva.

#### **2.2.4 Cabina di Trasformazione MT/BT**

La consegna dell'energia elettrica da parte dell'ENEL avverrà in appositi locali dedicati da realizzarsi in struttura prefabbricata rispondente alle prescrizioni impartite dallo stesso Ente da ubicare in adiacenza alla strada di accesso al serbatoio di S.Rocco.

Il locale utente sarà allestito con un quadro elettrico di MT di consegna energia con dispositivo di Protezione Generale in conformità alla vigente normativa CEI 0-16 **ed 2014-09 e.s.m.i**

Dal manufatto succitato si è previsto, mediante apposito cavidotto, il trasporto dell'energia in media tensione dal punto di consegna alla cabina di trasformazione in ubicata nell'area adiacente il piazzale di ingresso al serbatoio

Anche la realizzazione della Cabina Elettrica di trasformazione si prevede in locali dedicati di tipo prefabbricato; il posizionamento e le dimensioni dei locali sono riportati negli elaborati grafici .

La cabina di trasformazione, come dettagliato nel disciplinare tecnico apparecchiature elettromeccaniche , sarà costituita essenzialmente da:

- n° 1 quadro elettrico di media tensione di arrivo linea , misure e protezione trasformatori in esecuzione protetta a tenuta d'arco interno sui quattro lati con apparecchiature isolate in SF 6 dimensionato per una corrente di corto circuito di 16 KA
- n° 2 trasformatori elettrici trifase (n° 1 in servizio + n° 1 di riserva) con avvolgimenti inglobati/impregnati in resina da 1000KVA dotati di sistema di

ventilazione forzata che garantisce un sensibile aumento della potenza nominale di ciascuna unità.

I trasformatori elettrici dovranno soddisfare obbligatoriamente i requisiti previsti dal regolamento attuativo 548/2014 del 21/5/14 della Commissione recante le modalità di applicazione della Direttiva sulla progettazione ecocompatibile 2009/125/CE;

Il nuovo regolamento, entrato in vigore dal 1° luglio 2015, si applica ai trasformatori di distribuzione e potenza immessi sul mercato europeo;

- n° 1 quadro elettrico di bassa tensione 400 V di arrivo linea dai trasformatori, sistema di barre di parallelo per la distribuzione generale, la protezione e comando delle elettropompe e alimentazione delle utenze ausiliarie dell'impianto

La cabina elettrica sarà dotata dei seguenti impianti ed accessori:

- impianto di illuminazione di EMERGENZA e SICUREZZA, realizzato con lampade dotate di gruppi di batterie in grado di garantire il funzionamento delle lampade stesse almeno per il periodo di due ore in caso di black-out.
- mezzi di estinzione incendi costituiti da estintori da 5 Kg. in CO<sub>2</sub>.
- schemi elettrici unifilari generali dell'impianto e funzionali dei quadri
- cartelli e targhe antinfortunistiche e con le istruzioni di primo soccorso
- targhe indicanti la sequenza delle manovre da eseguire e le precauzioni da prendere
- tappeti isolanti 20 KV
- gruppo di prese CEE munite di fusibili di protezione e di interruttore di blocco A.
- lampada di emergenza ricaricabile
- bandella e/o corda di rame di terra fissata perimetralmente alla struttura realizzata

### **2.2.5 Linee di alimentazione M.T.**

Il collegamento tra il punto di consegna ENEL in apposito locale ed il quadro MT di protezione generale CEI 0-16 sarà realizzato con cavi unipolari per Media tensione aventi grado di isolamento 32 kV , sezione di 95 mmq, di tipo RG7HIR-12/20 kV

Il collegamento tra il quadro di consegna energia nel locale utente ed il quadro MT posto nella cabina elettrica di trasformazione nel piazzale sarà realizzato con cavi di tipo RG7HIR-12/20 kV sezione di 95 mmq posato in apposito cavidotto interrato realizzato mediante tubi corrugati intervallati da pozzetti di ispezione e smistamento ogni 30 mt circa come riportato sugli elaborati grafici.

E' stata prevista inoltre la posa in opera in apposito tubo corrugato di un cavo unipolare di scorta sempre di sezione da 95 mmq

Il collegamento fra il quadro di M.T ed i trasformatori sarà realizzato anch'esso con cavi unipolari per MT tipo RG7H 1R 12/20KV;

I cavi elettrici a servizio della cabina di trasformazione saranno posati nei cunicoli predisposti all'interno del basamento di appoggio dei manufatti prefabbricati sotto il pavimento degli stessi

Il pavimento dei manufatti sarà opportunamente forato nei punti necessari per consentire il passaggio dei cavi per la connessione alle apparecchiature

Eventuali cunicoli ,o parte di essi, a vista saranno poi chiusi da coperchi in lamiera striata opportunamente collegati all'impianto di terra.

Parallelamente ai cavi di M.T. ,ove tecnicamente necessario e richiesto dalle prescrizioni e normative applicabili necessiti ,sarà posata una corda di rame di sezione adeguata, per realizzare l'interconnessione ,l'unicità e l'equipotenzialità degli impianti di terra.

### **2.2.6 Impianto di distribuzione energia B.T.**

La presente sezione di impianto è inerente a tutti gli impianti elettrici posti immediatamente a valle dei morsetti di uscita degli interruttori di partenza che sono montati sul Quadro di Bassa Tensione di distribuzione generale .

Il quadro di B.T. sarà corredato di tutte le strumentazioni ed apparecchiature tipiche per il controllo e la protezione dei circuiti in partenza: multimetri digitali per misure elettriche , interruttori con relè elettronici per garantire una sufficiente selettività delle protezioni.

La selettività di intervento delle protezioni, poste a protezione dei circuiti derivati dal Quadro Generale di B.T. nei livelli superiori della distribuzione, è attuata con relè di massima corrente a tempo inverso, con dispositivi elettronici in grado di consentire la selettività di intervento necessaria ad evitare intempestivi fuori servizio.

Al riguardo della protezione da sovraccarichi, gli interruttori sono stati scelti in base alle loro caratteristiche di funzionamento per soddisfare quanto previsto dalla norma C.E.I. 64.8 art. 433.2 e cioè:

$$I_b < I_n < I_z$$

$$I_f < 1.45 I_z$$

dove:

- $I_b$  = corrente che fluisce nel circuito in condizioni ordinarie
- $I_n$  = corrente nominale dell'interruttore
- $I_z$  = portata del conduttore a valle dell'interruttore
- $I_f$  = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

Per la protezione contro il corto circuito gli interruttori sono stati scelti con potere di interruzione non inferiore al valore calcolato della corrente di corto circuito nel punto di installazione, e con tempo di intervento non superiore a quello che porterebbe in caso di installazione, e con tempo di intervento non superiore a quello che

porterebbe in caso di corto circuito, i conduttori della temperatura massima ammissibile in servizio ordinario, alla temperatura limite ammissibile, in modo da soddisfare la formula:

$$I^2 t < K^2 S^2$$

prevista dalla norma C.E.1 64.8 art. 434. 2 dove:

- I = valore efficace della effettiva corrente di corto circuito, espressa in Ampere
- t = durata in secondi
- S = sezione del cavo in mmq
- K = coefficiente variabile in funzione del tipo di conduttore e del tipo di isolamento

La protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata soddisfacendo alla Formula :

$$Z_s \times I_a < U_o$$

di cui alla norma CEI 64.8 art. 413.1.3.3 dove:

- $Z_s$  è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione fra il punto di guasto e la sorgente, in Ohm
- $I_a$  è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione, in Ampere, entro il tempo di 0,2 sec. per  $U_o=400V$  ed entro il tempo di 0,4 sec. per  $U_o=230 V$ , nel caso di interruttori differenziali,  $I_a$  è la corrente nominale differenziale  $I_{dn}$

In pratica per soddisfare quanto sopra elencato, sul quadro elettrico in oggetto si è operato nel modo seguente:

- interruttori generali di macchina utilizzo di interruttori magnetotermici, le cui caratteristiche di intervento (effettuati i debiti calcoli in proposito tenendo conto delle lunghezze e sezioni delle linee e delle relative resistenze) permettono di risolvere un guasto fra conduttore di fase e conduttore di protezione entro 0,2 secondi (la norma ne prevede 5 sec. max)

- interruttore automatico-magnetotermico-differenziale, se richiesto, ad alta sensibilità con intervento istantaneo a protezione di altri circuiti in partenza dal quadro elettrico.

Da notare che le suddette assunzioni, consentono di ottenere oltre che un'ottima protezione dai contatti indiretti, anche un'ottima selettività d'intervento che esclude quasi totalmente la messa fuori servizio di grosse parti dell'impianto elettrico a causa di guasti franchi fase-protezione

In base alle utenze previste ed ai calcoli effettuati , **che vengono esplicitati e dettagliati negli elaborati allegati e/o schema unifilare di riferimento**, il quadro elettrico di bassa tensione sarà dotato di tutte le apparecchiature necessarie e all'alimentazione delle utenze sottese.

I quadri saranno collegati ai trasformatori a mezzo di cavi FG7R, posati in cunicolo a pavimento di sezioni adatte e comunque tali da contenere la caduta di tensione entro i limiti previsti dalle norme CEI 64-8 art. 525

Le linee elettriche di alimentazione delle elettropompe, come tutte le altre utenze elettriche, hanno origine a valle dei morsetti di uscita dei dispositivi di avviamento e dagli interruttori posizionati sul quadro di bassa tensione (Q.B.T) come dettagliatamente descritto nel "Disciplinare Tecnico Apparecchiature Elettromeccaniche" **e/o negli schema unifilare di riferimento.**

I collegamenti fra i trasformatori ed il quadro BT e da questo alle varie utenze costituenti nel complesso l'impianto di sollevamento saranno realizzati con cavi di B.T., la cui la sezione e tipologia è riportata nel disciplinare tecnico I cavi avranno le seguenti caratteristiche:

- non propagazione della fiamma (norma CEI 20-35)
- non propagazione dell'incendio (norma CEI 20-22 II)
- ridotta emissione di gas corrosivi (norma CEI 20-37 I)

- marchio I.M.Q.

I cavi elettrici in uscita dal quadro di BT generale di cabina saranno posti in opera in cavidotti interrati realizzati con tubi corrugati di diametro e numero adeguato intervallati da pozzetti di ispezione e diramazione come riportato sui grafici.

All'interno dei locali tecnologici i cavi saranno posati in canaline e/o passerelle di acciaio zincato a caldo, dotate di traversini destinate all'ammarraggio dei cavi, complete di supporti, staffe, elementi di sospensione e coperchi ove necessario.

La sistemazione dei cavi all'interno delle canaline e/o passerelle sarà tale da consentire, oltre ad una facile individuazione, anche un rapido montaggio e smontaggio in caso di interventi di manutenzione.

La sezione occupata dai cavi di energia non supererà in ogni caso il 70% della sezione della vie cavi.

La sezione dei conduttori è stata scelta tenendo conto delle seguenti premesse:

- La portata nominale dei cavi non supererà 75% della portata limite massimo ammesso dalle tabelle CEI UNEL 3 504-1 del 1997 riferite alle varie condizioni di posa
- la caduta di tensione a pieno carico non supererà al termine della linea il 4 %
- poter trasportare la corrente nominale dell'impianto senza sopraelevazioni di temperatura oltre quella di funzionamento di servizio dalle Norme CEI
- poter sopportare le sollecitazioni elettromeccaniche e termiche che si possono produrre in caso di corto circuito
- assicurare il funzionamento della protezione contro i corti circuiti in funzione del valore massimo dell'impedenza

Al fine poi di evitare addebiti sui consumi di energia, dovuti al basso fattore di potenza saranno installati all'interno dei box trasformatori o nel quadro di Bassa tensione, direttamente derivati dai codoli di arrivo dell' interruttore generale, protetti da appositi interruttori sezionatori delle batterie di condensatori di adeguata capacità rilevabili nel "Disciplinare Tecnico Apparecchiature Elettromeccaniche".

Per il rifasamento a vuoto del trasformatore

Ogni batteria conterrà:

- fusibili
- dispositivo di limitazione della corrente di inserzione
- elementi capacitivi collegati a triangolo
- dispositivo di scarica fisso, 10% di  $U_n$  dopo 20 sec.
- cavi di collegamento antifiamma

### **2.2.7 Impianti di illuminazione**

L'impianto di illuminazione dell'intero complesso è tutto alimentato dalle reti di energia elettrica normale, con integrazione per alcuni corpi illuminanti di alimentazione di sicurezza.

Negli ambienti interni si prevede generalmente l'impiego di corpi illuminanti con lampade fluorescenti; nei locali tecnologici, è previsto l'impiego di corpi illuminanti fluorescenti lineari, nel grado di protezione IP65.

I corpi illuminanti per l'illuminazione di sicurezza sono destinati ad assicurare che i mezzi di evacuazione possano essere sempre identificati efficacemente ed usati con sicurezza. Per tale scopo si sono adottati dei corpi illuminanti dotati di sorgente autonoma di energia, costituita da una batteria di accumulatori avente la capacità sufficiente ad alimentare l'apparecchio per almeno due ore in caso di mancanza di energia, ogni



apparecchio è provvisto di un gruppo di carica automatica capace di consentire la ricarica completa entro 12 ore.

I corpi illuminanti risponderanno alle seguenti caratteristiche:

- Corpo in materiale plastico autoestinguento resistente alla fiamma conforme alla norme CEI , grado di protezione IP 65, adatto per la posa sia a parete che a soffitto
- segnale permanentemente illuminato sia in presenza di rete che in emergenza
- corredato di schermi serigrafati ed incorniciati rispondenti alla normativa CEE
- alimentazione 220 V
- potenza 18 W

All'esterno si prevede un'illuminazione limitatamente all'area del piazzale costituita da armature stradali montate su palo, servite mediante cavidotti interrati.

Le linee saranno comandate da un interruttore crepuscolare con programmazione oraria .

### **2.2.7.1 Calcolo illuminotecnico metodo CIE**

In accordo con le norme UNI EN 12464, che indica i gradi di illuminamento da realizzare per i diversi luoghi di lavoro, si è scelto un illuminamento medio di 200 lux in quanto così prescritto per le cabine elettriche, sale pompe e centri di comando.

I corpi illuminanti scelti sono plafoniere di tipo stagno ciascuna corredata di due lampade da 36 W ; il flusso luminoso di ciascuna lampada è di 3350 lm.

Con il metodo di calcolo CIE si determina in base all'area da illuminare conoscendo il valore di lux da realizzare il numero di corpi luminosi da installare che andremo a calcolare locale per locale.

La prima operazione che è necessaria fare, è il calcolo del coefficiente K del locale di cui a e b sono i lati e h è l'altezza degli apparecchi dal piano utile; le dimensioni dei locali sono rilevabili dai grafici di riferimento.

$$K = \frac{a \times b}{h \times (a+b)}$$

La formula per il calcolo del numero degli apparecchi necessari in un locale è:

$$n.app = \frac{E_m \times (a \times b)}{C_u \times C_m \times \Phi}$$

- $E_m$  è l'illuminamento medio richiesto in lux,
- $C_m$  è il coefficiente di manutenzione (a impianto nuovo =1);
- $\Phi$  è il flusso della lampada in lumen per ogni apparecchio.
- $C_u$  coefficiente di utilizzazione ricavabile direttamente o per interpolazione dalla tabella CIE sottoriportata.

Per assicurare un livello medio di illuminamento tenendo conto della riduzione di flusso luminoso con il passare del tempo si attribuisce

cautelativamente al Cm un valore pari a 0,80

K	8873	7773	7753	7731	5551	5511	3311	0000
0.6	0.45	0.42	0.34	0.28	0.31	0.24	0.23	0.21
0.8	0.53	0.49	0.41	0.34	0.37	0.29	0.28	0.26
1.0	0.59	0.55	0.47	0.40	0.41	0.34	0.33	0.30
1.3	0.65	0.61	0.53	0.45	0.46	0.39	0.38	0.35
1.5	0.69	0.65	0.58	0.49	0.50	0.43	0.41	0.38
2.0	0.76	0.71	0.65	0.55	0.55	0.49	0.47	0.43
2.5	0.80	0.75	0.69	0.59	0.58	0.53	0.51	0.46
3.0	0.83	0.78	0.73	0.62	0.61	0.56	0.53	0.49
4.0	0.85	0.80	0.76	0.65	0.63	0.59	0.55	0.50
5.0	0.88	0.83	0.79	0.67	0.65	0.61	0.58	0.52

tabella CIE (Fig.13-2)

Ai fini della determinazione del Cu si è considerato un coefficiente di riflessione del locale individuato nella colonna 7731 che identifica i seguenti valori :

- Soffitto 0,7
- Cornice 0,7
- Pareti 0,3
- Piano lavoro 0,1

Si riportano di seguito i calcoli per la determinazione del numero dei corpi illuminanti

***locale consegna Enel***

$$\text{Coeff. K} = \frac{3 \times 2,3}{2,5 \times 5,3} = 0,52$$

$$\text{N app} = \frac{200 \times 6,9}{0,25 \times 0,8 \times 3350} = 2,06$$

Si adotterà pertanto un corpo illuminante .

***locale misure***

$$\text{Coeff. K} = \frac{1,2 \times 2,3}{2,5 \times 3,5} = 0,32$$

$$\text{N app} = \frac{200 \times 2,8}{0,20 \times 0,8 \times 3350} = 1,04$$

Si adotterà pertanto un corpo illuminante .

***locale utente***

$$\text{Coeff. K} = \frac{2,1 \times 2,3}{2,5 \times 4,4} = 0,44$$

$$\text{N app} = \frac{200 \times 4,8}{0,25 \times 0,8 \times 3350} = 1,43$$

Si adotterà pertanto un corpo illuminante .

***locale cabina MT***

$$\text{Coeff. K} = \frac{3,9 \times 2,3}{2,5 \times 6,4} = 0,57$$

$$\text{N app} = \frac{200 \times 9,0}{0,28 \times 0,8 \times 3350} = 2,39$$

Si adotteranno pertanto un corpo illuminante

***locali TRM1 e 2***

$$\text{Coeff. K} = \frac{3,4 \times 2,3}{2,5 \times 5,7} = 0,55$$

$$\text{N app} = \frac{200 \times 7,8}{0,28 \times 0,8 \times 3350} = 2,07$$

Si adotterà pertanto un corpo illuminante

***locale bassa tensione***

$$\text{Coeff. K} = \frac{6,4 \times 2,3}{2,5 \times 9,7} = 0,61$$

$$\text{N app} = \frac{200 \times 14,7}{0,28 \times 0,8 \times 3350} = 3,90$$

Si adotteranno pertanto due corpi illuminanti

***locale sala pompe***

$$\text{Coeff. K} = \frac{8,4 \times 5,4}{7 \times 13,8} = 0,46$$

$$\text{N app} = \frac{200 \times 45,36}{0,25 \times 0,8 \times 3350} = 13,50$$

Si adotteranno pertanto sette corpi illuminanti

### **2.2.8 Impianto di messa a terra**

A protezione dell'intero complesso è prevista la realizzazione di un impianto di messa a terra, con dispersore costituito da spandenti a picchetto in acciaio ramato disposti in appositi pozzetti e corda di rame nudo di interconnessione.

Tutto il sistema disperdente fa capo ad un nodo principale di terra disposto nel locale Cabina Elettrica.

Da tale nodo principale di terra si derivano collettori, in corda di rame isolato con percorso di posa parallelo alle dorsali di distribuzione principale elettrica, di collegamento a nodi secondari sia per assicurare la terra di protezione agli utilizzatori elettrici, sia per consentire i collegamenti equipotenziali nelle modalità previste dalla normativa di riferimento (CEI 64-8).

Il dimensionamento dell'impianto sarà eseguito in modo che in caso di guasto del sistema la corrente sia convogliata sicuramente verso terra provocando l'intervento del dispositivo di protezione con l'interruzione della corrente di guasto ed evitando così il permanere di tensioni pericolose sulle masse.

Tale impianto sarà realizzato tenendo conto delle normative vigenti CEI 64-8 99-3 e del T.U. 81/08, difatti in considerazione del valore ipotizzato della corrente di guasto a terra (50 A), e del tempo di eliminazione del guasto stesso a seguito dell'intervento delle protezioni (0,75sec), si rende necessario dimensionare l'impianto di terra soprattutto in funzione dei guasti che si possono verificare sul circuito di alimentazione della media tensione, cercando di contenere il valore della resistenza totale dell'impianto di terra al di sotto dei valori prescritti dalle normative vigenti.

Si precisa che i valori ipotizzati dovranno comunque essere comunicati formalmente dall'ENEL al momento della realizzazione dell'impianto in quanto suscettibili di variazioni per il continuo evolversi nel tempo delle reti di distribuzione.

Prima dell'avviamento dell'impianto così come previsto dalla normativa vigente, sarà effettuata la verifica dell'impianto di terra realizzato e procedere ad una misurazione effettiva del valore della resistenza di terra, effettuata dagli organismi abilitati e certificati per la denuncia dell'impianto di terra agli Enti competenti.( DPR 22/10/2001 N° 462)

Nel caso i valori misurati portassero al risultato per cui  $U_t > 1,2 U_p$ , allora si dovrà procedere alla misurazione delle tensioni di passo e contatto.( $U_t$  è la tensione totale di terra e  $U_p$  è la tensione di passo e contatto).

L'impianto di terra ove tecnicamente necessario e richiesto dalle prescrizioni e normative applicabili (nel caso ad esempio di circuito ad anello o alimentazione di cabine secondarie da cabine di distribuzione principali in media tensione) sarà implementato posando, parallelamente ai cavi di M.T una corda di rame di sezione minima da 50 mmq. interrata ad una profondità di circa 80 cm.;

Tale corda collega fra di loro dei picchetti di acciaio ramato 18 mm. di lunghezza 1.5 m infissi nel terreno all'interno di pozzetti di terra.

Il collettore principale di terra sarà ubicato nella cabina MT/BT; esso è costituito da una bandella di rame da posare perimetralmente alle pareti ed è collegato al dispersore tramite un conduttore di terra costituito da corda di rame da 50 mmq. aventi un percorso indipendente in modo da garantire la continuità elettrica per assicurare così l'efficacia della protezione.

Ai collettori, principale e secondari di terra sono altresì connessi i conduttori di protezione delle singole linee alimentanti i quadri elettrici a B.T., il conduttore neutro dei trasformatori, e tutte le masse e masse estranee presenti.

All'interno del quadro elettrico sarà posizionata una bandella di rame avente funzione di collettore secondario di terra, e sulla quale sono collegati tutti i conduttori di protezione delle singole linee elettriche derivate dai quadri stessi, nonché i conduttori di equipotenzialità principali e supplementari relativi alle masse estranee.

I collettori equipotenziali secondari sono collegati al collettore principale con conduttori equipotenziali secondari e collegati direttamente al dispersore di terra.

Tutte le apparecchiature elettriche saranno provviste di morsetto per il collegamento a terra delle parti metalliche non attivate; le prese di corrente saranno tutte con polo a terra.

La messa a terra sarà realizzata collegando i morsetti delle apparecchiature ed i poli delle prese con conduttori di protezione. I conduttori di protezione saranno posati insieme ai cavi di potenza e, per i cavi fino a 16 mmq., avranno la stessa sezione del conduttore di fase, mentre per i cavi aventi sezione di fase tra i 16 e 35 mmq. la sezione del conduttore di protezione sarà di 16 mmq., ed infine il conduttore di protezione avrà la sezione metà di quella di fase per cavi di sezione superiore a 35 mmq., o quella risultante dalla verifica dell'energia specifica passante. ( $S > 12 \text{ t/K}$ )



### **2.2.8.1 Dimensionamento sezione conduttore di terra**

In funzione del valore stabilito per la corrente di guasto a terra, si può determinare la sezione minima del conduttore da utilizzare per la costruzione della maglia; detto calcolo viene eseguito tramite l'algoritmo proposto dalla Norma CEI EN 50522 allegato D [D.1]:

$$A = \frac{I}{K} \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}}$$

Nella quale è:

A [mm<sup>2</sup>] : sezione del conduttore  
I [A] : corrente di guasto  
t [s] : tempo di permanenza del guasto;  
K [A mm<sup>-2</sup> s<sup>1/2</sup>] : costante tipica del materiale del conduttore;

β [°C]: :reciproco del coefficiente di temperatura della resistenza β componente percorso dalla corrente a 0°C;

Θ<sub>i</sub> [°C] : temperatura iniziale in gradi Celsius;

Θ<sub>f</sub> [°C] : temperatura finale in gradi Celsius.

Assumendo per la corda di rame i valori (cfr. CEI EN 50522 all. D tab. D.1):

$$K = 226 \text{ A mm}^{-2} \text{ s}^{1/2}$$

$$\beta = 234,5^\circ\text{C}$$

ed ipotizzando per le temperature iniziale e finale i valori suggeriti dalla suddetta norma:

$$\Theta_i = 20^\circ\text{C}$$

$$\Theta_f = 300^\circ\text{C}$$

Si ottiene:

$$A = \frac{50}{226} \sqrt{\frac{0,75}{\ln \frac{300 + 234,5}{20 + 234,5}}}$$

Dato che questo calcolo di sezione si basa sul dimensionamento puramente termico del conduttore, essendo la corrente di guasto modesta la sezione calcolata risulta bassissima.

D'altronde le stesse norme CEI EN 50522 indicano come sezione minime della corda di terra da adottare per realizzare di un impianto il valore di 16 mmq per

ragioni di tenuta meccanica e tenuta alla corrosione.

Per l'impianto in oggetto si è scelto adeguarsi alla norma CEI 64-8, che determina la sezione del conduttore di terra in base alla sezione del conduttore di fase secondo la tabella 54F:

Tab. 54F **Relazione tra le sezioni dei conduttori di terra e dei conduttori di fase**

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto <u>S (mm<sup>2</sup>)</u>	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione <u>S<sub>p</sub> (mm<sup>2</sup>)</u>
S = 16	S <sub>p</sub> = S
16 < S < 35	S <sub>p</sub> = 16
<u>S &gt; 35</u>	<u>S = S/2</u>

Essendo nel nostro caso la sezione del conduttore di fase pari a 95 mmq, la taglia commerciale per i conduttori di rame nudo più vicina alla metà di questo valore è 50mmq.

Quindi con la scelta di adottare un conduttore di terra pari a 50mmq abbiamo soddisfatto tutte le norme, anche più restrittive e questo a tutto vantaggio della sicurezza, che regolano la materia.

#### **2.2.8.2 Dimensionamento sistema di messa a terra**

I parametri significativi al fine del dimensionamento del dispersore di terra sono la corrente di guasto a terra, il tempo d'intervento delle protezioni e la resistenza di terra del dispersore stesso.

$$I_g = 50A; t = 0,75s$$

Per la determinazione della resistenza di terra  $R_t$  del dispersore è essenziale conoscere il valore  $\rho_t$  della resistività del terreno.

Da un indagine geologica si è determinato che il terreno è di natura argillosa ed in accordo a quanto indicato nella tabella J.1 ( Norma CEI EN 50 522 ):

**Tabella J.1 - Resistività del terreno per correnti alternate  
(Gamma dei valori che sono stati misurati frequentemente)**

Tipo di terreno	Resistività del terreno $\rho_E$ $\Omega m$	
Terreno paludoso	da 5	a 40
Terriccio, argilla, humus	da 20	a 200
Sabbia	da 200	a 2 500
Ghiaietto	da 2 000	a 3 000
Pietrisco	Per lo più sotto 1 000	
Arenaria	da 2 000	a 3 000
Granito		fino a 50 000
Morena		fino a 30 000

Si assume, per ragioni cautelative, il valore maggiore per questa tipologia di terreno:  $\rho_t = 200 \Omega m$ .

Per considerare un impianto di messa a terra a norme ed efficiente la tensione di contatto deve essere uguale o superiore alla tensione totale di terra ( $U_E \leq U_{TP}$ );

La tensione di contatto ammessa si ricava dalla seguente tabella:

**Tabella B.3 - Valori calcolati della tensione di contatto  $U_{Tp}$  ammissibile in funzione della durata  $t_f$  del guasto**

<u>Durata guasto <math>t_f</math> (s)</u>	<u>Tensione di contatto ammissibile <math>U_{tp}</math> (V)</u>
0,05	716
0,10	654
0,20	537
0,50	220
1,00	117
2,00	96
5,00	86
10,00	85

Per interpolazione, in base al tempo di apertura della protezione, la tensione massima di contatto ammessa è pari a 166V.

La tensione totale di terra è calcolata con la seguente formula: ( $U_E = R_T \times I_s$ );

L' unica incognita di tale relazione è costituita dalla resistenza totale di terra, determinata dallo sviluppo ed estensione della maglia di terra che andremo a realizzare.

Ogni maglia di terra consta di due componenti: dispersori orizzontali ( corda di rame nudo d'interconnessione tra i pozzetti e con posa interrata ) e dispersori verticali ( spandenti di terra infissi nel terreno ), questi due componenti andranno calcolati separatamente e poi sommati, i primi sono costituita da corda di rame nudo da 50 mmq con sviluppo lineare di 600 mt e i secondi da paletti di acciaio ramato con dimensioni 1500x18 mm.

**Calcolo resistenza dispersori verticali** come descritto nell'allegato J della CEI EN 50522:

$$R'_E = \frac{P_E}{2\pi L} \ln \frac{4L}{d} = \frac{200}{9,42} \ln \frac{6}{0,018} = 123,3 \Omega$$

Nell'impianto in oggetto è stata prevista l'installazione di dieci paletti in parallelo tra loro, pertanto il complesso di questi dispersori verticali aggiuntivi avrà resistenza di terra complessiva pari a:

$$R_E = R'_E / 10 = 12,3 \Omega$$

**Calcolo resistenza dispersori orizzontali** come descritto nell'allegato J della CEI EN 50522:

$$R_{EB} = \frac{P_E}{\pi L} \ln \frac{2L}{d} = \frac{200}{1884} \ln \frac{1200}{0,008} = 1,26 \Omega$$

Pertanto la resistenza teorica complessiva dell'intero dispositivo dispersore, costituito dal parallelo dei due dispositivi parziali (rete e paletti), è pari a:

$$R_{tot} = \frac{R_E \times R_{EB}}{R_E + R_{EB}} = 1,14 \Omega$$

Alla luce di questi risultati la tensione totale di terra sarà:

$$U_E = R_T \times I_S = 1,14 \times 50 = 57 \text{ V}$$

e pertanto, risultando  $U_E < U_{Tp}$  (  $57 < 166$  ) l'impianto può considerarsi ampiamente idoneo

### **2.2.9 Riferimenti Normativi**

Si riportano nel seguito le principali Norme alle quali si è fatto riferimento nella progettazione degli impianti che sono previsti realizzati utilizzando materiali e componenti costruiti secondo le norme tecniche di sicurezza dell'Ente Italiano di Unificazione (UNI) e del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI), nonché nel rispetto di quanto prescritto dalla legislazione tecnica vigente in materia e specificatamente secondo le seguenti normative:

**NORME CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano):**

- 0-16 - 2014-09 :Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle Imprese distributrici di energia ELETTRICA
- 0-2 : guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- 99-2 : impianti elettrici con tensione superiore a 1 KV in corrente alternata
- 99-3 Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 KV in corrente alternata
- 11-17 : impinati di produzione ,trasformazione e distribuzione pubblica di energia  
Linee in cavo;
- 11- 35 Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale
- 14 – 4/8 : trasformatori di potenza
- 17-13 Quadri elettrici, apparecchiature costruite in officina
- 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per Tensioni Nominali da 1 a 30 KV
- 20-14 Cavi con isolamento in Polivinilcloruro per Tensioni Nominali da 1 a 3 KV
- 20-22 e 20-38 Cavi non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumo e gas tossici;
- 64-8 VII ediz.: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a fino a 1000 V in c.a ed a 1500V in c.c.

Tabelle di Unificazione Elettrica UNEL

**Regione Campania – Acqua Campania S.p.A.**  
Piano di interventi per il miglioramento del Sistema Idrico Regionale  
RISTRUTTURAZIONE STATICA DEL SERBATOIO S.ROCCO E ADEGUAMENTO  
DELL'ADDUZIONE ALLA CENTRALE DI MUGNANO  
Relazione impianto elettrico e ventilazione (RE. 05)

---

- UNEL TAB. 35752 Cavi Isolati in Polivinilcloruro
- UNEL TAB. 37118 Tubo in PVC Serie Pesante
- UNEL TAB 37113 Tubi Metallici

Saranno infine rispettate tutte le norme vigenti in relazione agli impianti ed alla specifica destinazione d'uso dei fabbricati quali:

- D.M. n° 37/08
- Legge n° 186 /68
- D. Lgs n° 81/08 e .s.m.e.i.
- DPR n° 462/01

### **3. IMPIANTO DI ESTRAZIONE ARIA**

Al fine di stabilire condizioni ambientali più confortevoli per lo svolgimento delle attività di gestione e manutenzione all'interno del serbatoio e ed evitare l'ammaloramento delle opere civili, si prevede la realizzazione di un sistema di estrazione forzata dell'aria della camera di manovra e dei corridoi di ispezione perimetrale delle vasche.

Lo scopo è quello di assicurare il necessario ricambio d'aria negli ambienti, evitando l'aumento dell'umidità ed il ristagno di vapori di cloro che in essi accumulano.

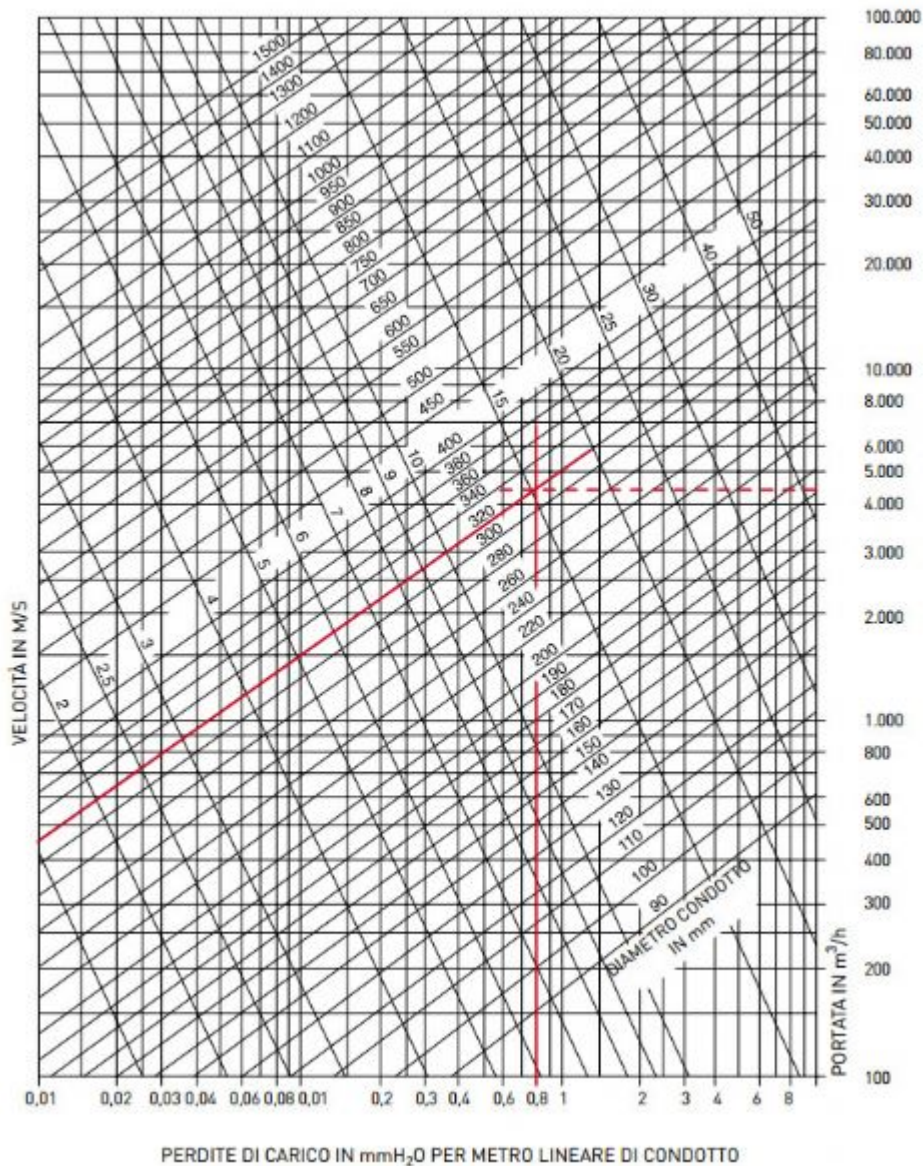
L'estrazione d'aria del serbatoio si realizza mediante estrattori centrifughi da tetto mentre il reintegro della stessa avviene in modo naturale dalle aperture già esistenti .

La scelta delle apparecchiature è stata effettuata in funzione del volume d'aria oggetto di ricambio e del numero di ricambi giornalieri; sulla scorta dei rilievi effettuati si è determinato il volume d'aria contenuto nel complesso costituito dalla camera di manovra, dal corridoio centrale e dai cunicoli di ispezione perimetrale delle vasche: detto volume è stato stimato pari a

$$\mathbf{V= 20.000\ mc .}$$

Pertanto si prevede l'installazione di n. 10 ventilatori, ubicati in corrispondenza dei lucernari perimetrali del serbatoio, aventi le seguenti caratteristiche:

$$\mathbf{Q=2000\ mc/h; H= 2,5\ mmH_2O}$$



Il sistema di estrazione è, quindi, in grado di effettuare un ricambio completo d'aria in circa 1 ora:

$$T = V / 10 \times Q = 1 \text{ ora}$$

Gli estrattori sono dotati:

- di girante centrifuga a pale rovesce in acciaio zincato protetta con rete di sicurezza, supporto e viteria zincata;
- Motori IP55, classe F, autoventilati, con cuscinetti a sfera lubrificati a vita.

Ad ogni estrattore sarà collegato, in aspirazione, una tubazione DN 400



avente funzione di collettore generale che sarà installata, con asse orizzontale, dal lucernaio verso il centro dei lati corti della vasca limitrofa. La quota di posa sarà tale da non interferire con il transito del personale addetto alla ispezione dei cunicoli.

Dal collettore generale di aspirazione avranno origine n.4 tubazioni verticali DN 200 che consentiranno di aspirare l'aria dal fondo dei cunicoli così da scongiurare il pericolo di "corto circuito" dell'aria con conseguente ristagno nelle zone inferiori del serbatoio.

### Caratteristiche tecniche dell' aspiratore a scarico orizzontale

Modello: 4 Poli monofase;

Velocità (r.p.m): 1350;

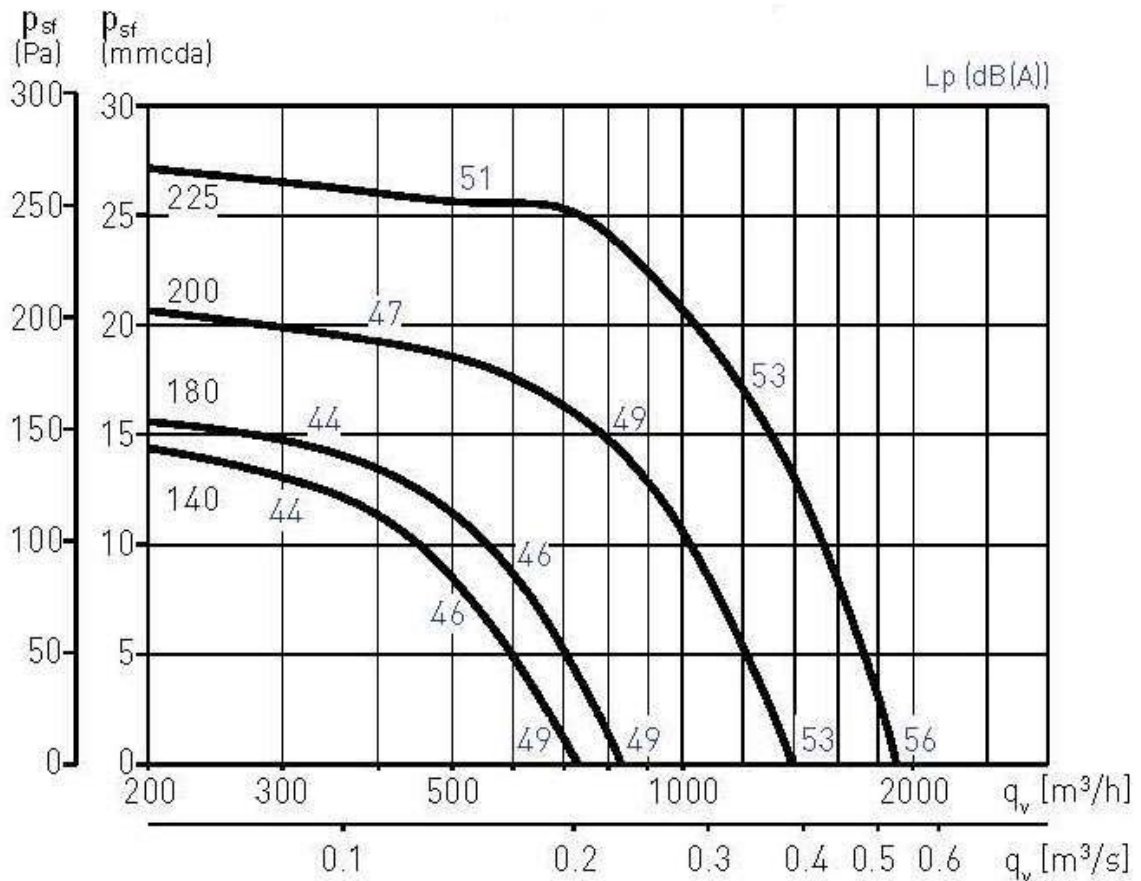
Potenza assorbita (W): 170;

Intensità massima (A): 0.90 a 230 V;

Portata d'aria massima (mc/h): 2100;

Livello di pressione sonora a 2/3 di Qmax (db(A)): Aspirazione 53 –Scarico 59

Peso (Kg): 17



**Curve Caratteristiche – Scarico orizzontale**