

CUP: E97B15000170005 PIANO DEGLI INTERVENTI
DELL'ACQUEDOTTO PUGLIESE S.p.A.
2016 - 2019

PROGETTO DEFINITIVO
ACQUEDOTTO DEL FORTORE, LOCONO ED OFANTO - OPERE DI
INTERCONNESSIONE - II LOTTO: CONDOTTA DALL'OPERA DI
DISCONNESSIONE DI CANOSA AL SERBATOIO DI FOGGIA

Il Responsabile del Procedimento

ing. Massimo Pellegrini

PROGETTAZIONE

Progettisti

ing. Rosario ESPOSITO (Responsabile del progetto)

ing. Tommaso DI LERNIA

ing. Michelangelo GUASTAMACCHIA

ing. M. Alessandro SALIOLA

geom. Giuseppe VALENTINO

ing. Roberto LAVOPA

ing. Antonio DISCIPLO

Collaborazione alla progettazione

geom. Pietro SIMONE

Il Responsabile Ingegneria di Progettazione

ing. Massimo PELLEGRINI



acquedotto pugliese
l'acqua, bene comune

Direzione Ingegneria

Il Direttore

ing. Andrea VOLPE

Elaborato

D.8.4

**Relazione impianti e
telecontrollo**

Codice Intervento P1292

Codice SAP: 21/16650

Prot. N. 45215

Data 14/07/2020

Scala: -

N. Rev.	Data	Descrizione	Disegnato	Controllato	Approvato
00	OTT. 2020	Emesso per Progetto definitivo	-	-	-

INDICE

1	INTRODUZIONE	2
2	CLORATORE.....	2
3	IMPIANTO PROTEZIONE CATODICA	13
4	TELECONTROLLO NUOVE APPARECCHIATURE DI MISURA E REGOLAZIONE	29

1 INTRODUZIONE

La presente relazione definisce i criteri dimensionali e le scelte progettuali relative alle opere impiantistiche presenti nel progetto.

In particolare nei successivi paragrafi verranno descritti la configurazione impiantistiche legati alle seguenti opere:

- CLORATORE
- IMPIANTO PROTEZIONE CATODICA
- TELECONTROLLO NUOVE APPARECCHIATURE DI MISURA E REGOLAZIONE

2 CLORATORE

La notevole distanza percorsa dall'acqua, la sua qualità di partenza e le temperature elevate che per parecchi mesi all'anno caratterizzano il territorio, richiedono delle soluzioni tecniche che consentano di garantire la corretta disinfezione dell'acqua distribuita e al contempo il mantenimento di un livello di sottoprodotti della disinfezione (DBP) al di sotto dei limiti fissati dalla legge.

In accordo l'Area Controllo Qualità di Acquedotto Pugliese S.p.A. si sono previsti le seguenti misure di prevenzione.

Per quanto riguarda il primo aspetto si è prevista una stazione di disinfezione ad ipoclorito di sodio posizionata in corrispondenza della progr. 33.199,86 m (picchetto 708) orientativamente a metà del tracciato della tubazione di progetto.

Questo consentirà infatti di dosare con maggior accuratezza la quantità necessaria di disinfettante a metà percorso per garantire la sicurezza igienico-sanitaria lungo il tragitto evitando al contempo potenziali sovradosaggi iniziali e aumenti incontrollati dei DBP.

In merito al secondo aspetto, gli interventi necessari verranno inseriti nel piano di rivisitazione generale della strategia di disinfezione del sistema idrico potabile di Acquedotto Pugliese da avviare a seguito della prossima emanazione della nuova Direttiva EU acque potabili che probabilmente introdurrà alcune novità significative sul tema.

L'intera stazione di clorazione verrà installata all'interno di un apposito manufatto in calcestruzzo armato seminterrato tale da alloggiare tutte le apparecchiature funzionali al processo di clorazione. Per il corretto dimensionamento della stazione, si è fatto riferimento allo scenario

“Funzionamento diretto in situazione ordinaria a regime”, ovvero con portata Q pari a 200 l/sec “verso Foggia”.

Al fine di creare ridondanza del sistema, si sono previsti due gruppi di dosaggio che prevedono pompe dosatrice digitali con relative unità di scorta in caso di avarie.

L'intero complesso è definito dai seguenti componenti:

- quadro elettrico di distribuzione BT;
- due quadri di comando elettropompa dosatrice;
- quadro di Telecontrollo;
- due elettropompe dosatrici;
- apparecchio di misura di cloro residuo totale;
- un misuratore di portata elettromagnetico;
- cavidotti in materiale plastico per i vari collegamenti elettrici.
- doccia lava-occhi;
- serbatoio di stoccaggio dell'ipoclorito di sodio (cilindrico orizzontale indeformabile auto portante) della capacità di 2.000 l con misura del livello.
- Illuminazioni e FM

Caratteristiche del quadro elettrico BT:

Quadro elettrico di distribuzione BT, in materiale isolante autoestinguente stagno resistente all'aggressione dell'ipoclorito di tipo modulare componibile da parete IP 65 con portella trasparente, pareti lisce, rispondente alla normativa CEI, avente le dimensioni minime per poter contenere, montate e connesse, le seguenti apparecchiature:

- interruttore generale magnetotermico quadripolare 400 Volt 32 Amp;
- interruttore automatico magnetotermico In 3x16 A, differenziale $I\Delta n$ 0,03 curva C o equivalente per linea prese interbloccate 380 Volt;
- interruttore automatico magneto-termico differenziale In 2x16 A, $I\Delta n$ 0,03 linea prese interbloccate 220 Volt;
- scaricatori combinato di tensione classe I e II secondo norme IEC 61643, tipo Siemens 5SD74123, con contatto di segnalazione disponibile in morsettiera;

- n.1 relé di segnalazione presenza rete, da collegare a monte dell'interruttore generale, con fusibili sezionabili di protezione da 2 A gl e contatto di segnalazione disponibile in morsettiera;
- n. 3 lampada spia per la visualizzazione di presenza rete 380 Vca;
- n.1 interruttore magneto-termico + differenziale In 2x 10 A, tipo Siemens 5SU13544KK10 (o equivalente) 10 KA – 0,03 A – ritardato - classe F (selettivo), per alimentazione del quadro di telecontrollo;
- n.1 interruttore magneto-termico + differenziale In 2x 10 A, tipo Siemens 5SU13544KK10 (o equivalente) 10 KA – 0,03 A – ritardato - classe F (selettivo), per alimentazione del quadro di automazione;
- interruttore magneto-termico differenziale In 2x16 A, I Δ n 0,03 linea impianto di illuminazione;
- interruttore magneto-termico differenziale da 16 A, I Δ n 0,03 per l'impianto di aerazione;
- interruttore magneto-termico differenziale In 2x16 A, I Δ n 0,03 per alimentazione sistema skid By-Pass;
- interruttore magneto-termico differenziale In 2x32 A, I Δ n 0,03 per alimentazione sistema skid Caposele;
- interruttore magneto-termico differenziale da 16 A, I Δ n 0,03 per riserva;
- interruttore magneto-termico differenziale da 20 A, I Δ n 0,03 per riserva;
- interruttore automatico magneto-termico 3P 20 A, differenziale I Δ n 0,03 riserva;
- morsettiera di interfaccia con il campo per attestazione cavi elettrici in arrivo e partenza;

Caratteristiche del quadro elettrico automazione impianti di dosaggio dell'ipoclorito:

Il quadro elettrico di contenimento delle apparecchiature sarà in esecuzione IP 55.9 esente da manutenzione, doppio sportello di cui quello esterno in materiale trasparente, chiusura generale, e l'interna per l'alloggiamento degli interruttori, sezionatori, spie, strumenti di misura.

Il circuito elettrico dell'impianto sarà provvisto di:

- Sezionatore interruttore generale.
- Segnalazione luminosa di presenza rete.
- Protezioni magnetotermiche.
- Protezioni differenziali 30 mA,
- Pompa dosatrice in esercizio
- Pompa dosatrice in Stand - by
- strumento analisi Cloro libero/totale 220 V con asservimento PID al dosaggio e perturbativa di portata
- segnalatore ottico

- ventilatore per l'estrazione aria
- gestione del chiller per il raffreddamento dell'ipoclorito
- Selettore man-pos "0"-Aut- funzione di prova e/o innesco delle tubazioni dopo ogni sosta o manutenzione con tubi IN-OUT vuoti, relativi contatti di segnalazione da inviare al quadro di telecontrollo.
- Alimentazione 220 V-50 Hz Pompa dosatrice in esercizio
- Alimentazione 220 V-50 Hz Pompa dosatrice in Stand - by
- ventilatore per ricambio aria rimozione gas cloro
- Segnalazione luminosa di marcia-intervento termico.
- Canaline interne per contenimento cavi.
- Morsettiere.
- Barra unificata per l'alloggiamento delle apparecchiature.
- Cablaggio.
- Circuiti ausiliari 24 Volt c.a./c.c.
- Cassetta di plastica per contenimento schemi elettrici.

In più il sistema deve essere corredato di:

- Segnali di marcia per pompe dosatrici e per strumenti analisi, da portare in morsettieria ad uso telecontrollo.
- Avaria generica delle pompe dosatrici.
- Segnale 4...20 mA da pompa dosatrice per la ripetizione del dosaggio orario del NaClO, in gr/h-litri /h oppure ppm.
- Segnale 4...20 mA da strumenti analisi cloro libero oppure totale, per la registrazione di tali valori.
- Comando remoto Start e Stop da telecontrollo per pompe dosatrici dell'ipoclorito di sodio
- Ventilatore estrazione aria alimentazione da quadro 220 Volt, con tre interventi
- Schema elettrico e dichiarazione di conformità saranno consegnati con il quadro elettrico, la dichiarazione di conformità sarà relativa all'impianto elettrico da realizzare.
- Collegamento misura di livello Radar con segnale 4-20 mA
- Collegamento misura di temperatura con segnale di misura 4-20 mA
- Collegamento nr.4 livelli magnetici di sicurezza
- Funzione di calcolo della percentuale di decadimento del titolo dell'ipoclorito di sodio
- Funzione di calcolo della concentrazione nel tempo del Clorato
- Visualizzazione giorni di stazionamento dell'ipoclorito di sodio nello stoccaggio
- Visualizzazione del Trend di consumo dell'ipoclorito di sodio

Caratteristiche del quadro elettrico di Telecontrollo

Con riferimento alla scelta dei dispositivi dei sistemi di controllo e trasmissione dati (Plc, pannelli di interfaccia operatore, componentistica elettrica ed elettronica, ecc.) saranno adottate tecnologie

industriali consolidate, altamente prestazionali e affidabili, con utilizzo di prodotti ad elevata diffusione sul mercato e negli impianti gestiti da AQP.

In particolare nell’elaborato “Schemi elettrici unifilari e Telecontrollo” è riportato un Quadro TLC tipo da utilizzare come prototipo, fermo restando che le caratteristiche dello stesso dovranno essere preventivamente concordate con l’area aziendale competente.

Elettropompe dosatrici:

Le pompe dosatrici a membrana, di tecnologia innovativa, idonee all’ipoclorito di sodio al 15%, avranno le seguenti principali caratteristiche.

- Tensione di alimentazione 100-240 VAC monofase, 50 Hz;
- Capacità di dosaggio non inferiore 15 lt/h;
- Display LCD e tasti per le regolazioni e la configurazione locale;
- capacità di rilevazione di aria nella testata con conseguente intervento automatico;
- capacità di riconoscimento del guasto idraulico e di condotta bloccata,
- comando esterno segnale 4-20 mA per adeguamento dosaggio;
- sfiato automatico;
- Funzione di ripristino dati di programmazione in caso di qualsiasi malfunzionamento. In caso di guasto alla sonda collegata e/o anomalia sul segnale analogico la pompa dovrà automaticamente porsi ad un valore prestabilito. Tale valore potrà programarsi dal menù della pompa stessa. La funzione deve essere inglobata nella pompa e deve farne parte integrante. Diversamente dovrà essere realizzata mediante strumento esterno che si considererà facente parte della pompa stessa;
- Connessione tramite manuale+contatto esterno con Pulse control+analogico 4-20mA+interfaccia Profibus DP M 12 per interfaccia a sistema SCADA esistente in azienda;
- Ingresso digitale libero da tensione per minimo livello lato aspirazione.
- Ingresso digitale libero da tensione per lo start stop remoto della pompa.
- Uscita digitale libera da tensione per la segnalazione di allarme cumulativo.
- Uscita digitale libera da tensione per segnalazione di pompa in servizio.
- Testata in PVDF/PVC
- Connessioni in PVDF/PVC
- Sfere valvole in ceramica
- Diaframma in PTFE

Apparecchio di misura di cloro residuo totale:

Lo strumento analitico per la determinazione del cloro residuo dovrà fare riferimento alle principali normativa per la determinazione del cloro libero e totale.

Lo strumento sarà idoneo per impiego in acque potabili: potabilizzatori, pozzi, serbatoi e postazioni in rete servirà a controllare il dosaggio in automatico della pompa dosatrice della linea By-Pass.

All'atto della fornitura, lo strumento analitico deve essere accompagnato dai seguenti documenti:

- Dichiarazione di conformità CE (redatta da produttore) secondo la direttiva 2004/108/EC e la direttiva 2006/95/EC e le altre eventuali direttive europee applicabili al prodotto;
- Certificazioni di conformità alle disposizioni del Decreto 6 aprile 2004, n. 174, Ministero della Salute, rilasciate da Laboratori terzi accreditati;
- Manuale di istruzioni per la corretta installazione.

Il sistema di misura del cloro libero consisterà in:

- armatura porta elettrodi a deflusso;
- elettrodo combinato con termo compensazione e cavo di collegamento;
- centralina elettronica con indicazione ed eventuale regolazioni e uscita in corrente.

Il sistema dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- Sensore o cella di misura amperometrica e membrana di separazione per misura di bassissime concentrazioni di cloro totale in acqua, insensibile alle variazioni di conducibilità; permeabile al gas, esente da taratura del valore di zero
- Sensore idoneo ad una contropressione di 1 bar
- Tempo di polarizzazione: da 30 a 90 minuti
- Alimentazione: 24 Vdc +/- 25%
- Campo di misura: 0,01...5 mg Cl₂/l
- Errore nominale: +/- 1% del valore misurato
- Risoluzione del valore misurato: 0,001 mg/l
- Ripetibilità: 0,2 % del campo di misura

Segnale in uscita: 4-20 mA SMART con separazione galvanica, con contatti e allarmi configurabili (funzionamento e campo di misura)

- pressione di alimentazione dell'acqua: 4 bar senza sensori - 1 bar con sensori
- Campi di precisione di misura di esercizio: 0...50°C, 4...9pH, redox 0...500 mV/3mV
-
- Limiti di temperatura ambiente: -10°C e +55°C
- Umidità: massima 95%
- Custodia: classe di protezione IP67
- Sistema protetto da sovratensioni con contatto di malfunzionamento
- Montaggio trasmettitore a parete e sensore su condotta a deflusso: comprensivo di ogni componente e accessorio necessario per tale tipo di montaggio attacchi filettato, accessori, staffe per il montaggio a parete, cavo di prolunga e scatola di giunzione, un manuale utente.

Misuratore di portata:

Il misuratore di portata è del tipo elettromagnetico. Il misuratore di portata sarà installato sulla tubazione principale di adduzione e comunicherà con la pompa dosatrice a microprocessore con regolazione della portata.

Esso deve avere i seguenti requisiti:

- Convertitore di segnale a microprocessore in versione per montaggio a bordo sensore o in versione separata con kit di montaggio a parete. Grado di protezione IP67;
- Alimentazione 24 VDC. Immunità EMC (standard CEI EN 61000-6-2:2000-02);
- Menù di programmazione strutturato per una semplice ed immediata consultazione in italiano ed inglese;
- Display LCD a 3 righe con possibilità di visualizzare contemporaneamente la portata istantanea effettiva ed il flusso totale (diretto, inverso o netto);
 - Visualizzazione delle condizioni di guasto/errore, con diagnostica integrata;
 - Visualizzazione automatica di tutti i dati costruttivi del convertitore e del sensore;
- Misura bidirezionale del flusso con rilevazione/allarme di tubo vuoto;
- N° 1 uscita analogica 0/4 – 20 mA corrispondenti al campo 0 – Qmax, in misura mono o bidirezionale; protocollo di comunicazione Hart;
- N° 2 uscite digitali/impulsivi configurabili:
 - in impulsi attivi o passivi;
 - in frequenza;
 - in allarme;
- Cut-off impostabile tra 0 e 9,9 % del fondo scala;
- Errore migliore del +/- 0,4 % +/- 2 mm/s sul valore letto;
- Precisione del +/- 0,4 % sul valore letto, ad una velocità in condotta non inferiore a 0,3 mt/sec. Ove necessario, in funzione dell'importanza della postazione di misura, la precisione può essere richiesta del +/- 0,2%;
- Memoria permanente di tipo EEPROM sulla quale vengono salvati tutti i dati costruttivi, di configurazione, di diagnostica e i dati di calibrazione, grazie ai quali è possibile effettuare successivamente e sull'impianto una verifica completa del misuratore. A fronte della verifica eseguita viene rilasciato un certificato attestante la precisione dello strumento;
- Sensore flangiato con flange DIN 2501 secondo EN1092-1 in acciaio al carbonio St. 37.2 resistente alla corrosione, rivestito con verniciatura in polvere di poliestere;
- Diametri da DN50 a DN1200 (A richiesta con DN maggiori);
- PN 10-40 bar in base all'applicazione (A richiesta con PN maggiori);
- Temperatura del fluido 0°C / +60°C;
- Temperatura ambiente con installazione remota -20°C / +70°C, con configurazione compatta del convertitore -20°C / +60°C;
- Rivestimento interno in EPDM con certificazioni per acqua potabile (WRAS, ACS, DVGW, Belgaqua, MCERTS), oppure in NBR;
- Elettrodi di misura ed elettrodi di terra in Hastelloy C276 o Acciaio AISI 316 L;

- Corpo sensore in acciaio al carbonio;
- Approvato PED ove applicabile;
- Grado di protezione IP67 o IP68 (opzionale). Il sensore con grado di protezione IP67 deve poter essere reso IP68 successivamente e in loco tramite colatura entro la scatola di connessione di apposito gel bi-componente;
- Certificato di Taratura sempre compreso;
- Certificazione MID MI-001 per misure su acqua fredda e con convertitore fiscale non manomettabile.

Doccia lava occhi:

Doccia di emergenza conforme alle normative vigenti con bacinella lava occhi, comprensiva di alimentazione acqua e di scarico e tutto quanto necessita per un perfetto funzionamento del sistema.

Serbatoio:

Serbatoio, per interno, di stoccaggio dell'ipoclorito di sodio (15%), refrigerato, con capacità volumetrica nominale di circa 2.000 litri, secondo la normativa dei biocidi per limitare la retrogradazione a clorato con scambiatore modulare all'interno del serbatoio, per la refrigerazione dell'ipoclorito di sodio ivi stoccato e relativo sistema chiller di raffreddamento;

Esso è del tipo cilindrico indeformabile auto portante, idoneo per l'industria chimica e per lo stoccaggio dell'ipoclorito di sodio al 15%.

Il serbatoio, idoneo all'installazione interna, progettato e costruito secondo le norme EN 12576 tempo di vita 25 anni, sarà installato, all'interno della camera di clorazione esistente. Caratteristiche del fluido di riempimento:

- Ipoclorito di sodio al 15% NaOCl 150 g di cloro attivo/l
- Densità 1,23 kg/dm³;
- Volume minimo 2 mc circa;
- Diametro idoneo all'installazione nel vano clorazione.

Il serbatoio dovrà riportare in lettere la scritta "IPOCLORITO DI SODIO" e la formula chimica "NaClO" su più lati. Nel vano e all'ingresso, a carico dell'appaltatore, dovranno essere affissi i cartelli monitori di pericolo e comportamentali previsti per tali luoghi dalla vigente normativa e quelli concordati con la DEC.

Il serbatoio deve essere equipaggiato di:

- a) Linea di carico diametro DN 50 con doppia valvola a sfera PVC/EPDM una all'esterno del vano clorazione ed una all'interno. Questa condotta, in PVC DN 50, opportunamente realizzata e installata, dovrà permettere il rifornimento del disinfettante direttamente dall'esterno. All'uopo dovrà essere realizzata una nicchia, con sportellino dotato di serratura a chiave, in cui alloggiare un attacco del tipo rapido, onde permettere lo scarico dell'autocisterna. La linea di carico sarà dotata di valvola in PVC/EPDM antiacida di intercettazione, vasca raccogli gocce e connessione per autobotte con copertura in PVC;
- b) Linea di prelievo di diametro adeguato con valvole di intercettazione in PVC/EPDM. Questa condotta, realizzata in PVC di adeguato spessore, opportunamente realizzata e installata, dovrà rifornire di ipoclorito l'aspirazione delle pompe dosatrici.
- c) Linea di scarico diametro DN 50 con valvola antiacido PVC/EPDM lucchettata. Permetterà il convogliamento delle acque di lavaggio del serbatoio nel pozzetto di aggotamento.
- d) Esecuzione dei collegamenti idraulici con tubazione in PVC – PN10 completi di flange, raccordi vari da incollaggio e guarnizioni antiacide in Viton;
- e) collegamento delle valvole di carico del serbatoio con il punto di attacco manichetta autocisterna con tubazione in PVC – PN 10 da Ø 50 sino all'esterno;
- f) collegamento della valvola di scarico del serbatoio con il pozzetto di scarico per il lavaggio dei serbatoi con tubazione in PVC – PN10 da Ø 50;
- g) passo d'uomo da Ø 500;
- h) misura di temperatura del prodotto stoccato per controllo della durata del titolo di cloro attivo in funzione del tempo e della temperatura di stoccaggio;
- i) indicatore di livello meccanico esterno con almeno 3 contatti elettrici magnetici di indicazione e sorveglianza livelli: massimo, minimo e extra minimo;
- j) misura di livello con radar e segnale in uscita 4-20 mA per telecontrollo e gestione dosaggio;
- k) attacchi in PVC in ingresso ed uscita per acqua di raffreddamento;
- l) deareatore di adeguate dimensioni;
- m) targa identificativa in italiano del serbatoio del prodotto contenuto;
- n) collegamento delle valvole di prelievo dei serbatoi con i gruppi di dosaggio, comprendente: valvola di intercettazione in PVC/EPDM, filtro trasparente a rete a maglia stretta in PVC, buretta graduata in c.c. di liquido da dosare, in PVC trasparente non superiore a Ø 32.

SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO a scambiatore di calore modulare, con pannello in polietilene, ad immersione verticale, sarà installato all'interno del serbatoio sopra descritto. All'interno dello scambiatore circolerà l'acqua raffreddata dal chiller che garantirà all'ipoclorito una temperatura di stoccaggio di circa 10°C. Il sistema di refrigerazione garantirà stabilità al prodotto disinfettante evitando la sua decomposizione. L'apparecchio richiesto deve avere le seguenti caratteristiche tecniche:

STRUTTURA

- Struttura a sviluppo verticale
- Base pallettizzabile con kit ruote

- Predisposizione per sollevamento con carrello elevatore

Circuito Idraulico

- Allestimento con vasca e pompa
- Fluido: acqua e additivi antigelo
- Circuito non ferroso
- Pompa centrifuga
- By-pass fisso con manometro
- Indicatore di livello.

Impianto Elettrico

- Quadro elettrico impiego per esterno
- Pannello comandi con interruttore generale e diagnostica allarmi
- Termostato elettronico con precisione temperatura +/-2K
- Alimentazione e segnali in morsettiera
- Segnali standard: allarme generale, comando on-off remoto
- Segnali di livello elettrico, flussostato, dispositivo antigelo
- Potenza massima assorbita KW 2,5 +/- 5%
- Alimentazione 230/1/50
- Potenza frigorifera kW 4,7 – Kcal/h 8000 +/- 5%

TEMPERATURE OPERATIVE

Temperatura fluido: 8°C / +25°C (min/max)

Temperatura ambiente: +10°C / +40°C (min/max)

L'unità sarà dimensionata per il volume pari a 8 m³ di ipoclorito di sodio 14% di cloro attivo, raffreddato mediante il refrigeratore da +25°C a +8°C in circa 12 h +/- 5%.

Per poter garantire la temperatura di +8°C all'ipoclorito di sodio, contenuto all'interno del serbatoio, il refrigeratore dovrà necessariamente operare con una temperatura inferiore pari a +5°C ottenendo così un corretto scambio tra i due fluidi i dati enunciati potranno avere una variazione del +/- 5%.

La soluzione di acqua e glicole 30% e l'ipoclorito di sodio non saranno a contatto l'una con l'altro, ma separati mediante un apposito scambiatore (camicia all'interno della quale circolerà l'acqua refrigerata); in tal modo si creeranno due circuiti separati.

Considerando il volume di 8 m³ x DT 17°C (25-8°C) x Cs (calore specifico ipoclorito di sodio pari a ±1, simile all'acqua) x 1000 / 860, risulta una potenza frigorifera totale pari a 158 kW da smaltire in 12 h, pertanto ± 13,2 kW.

Il chiller sarà posizionato all'interno del locale clorazione, dove saranno create apposite canalizzazioni per la corretta espulsione dell'aria di condensazione all'esterno del locale tecnico.

I ventilatori installati forniranno una pressione statica utile a bocca libera pari a ± 265 Pa Il fluido di raffreddamento della macchina dovrà contenere una % di glicole etilenico adeguata per evitare qualsivoglia fenomeno di ghiacciamento nei periodi invernali o di fermo unità.

Il serbatoio sarà equipaggiato di misuratore di livello ad impulsi radar per il monitoraggio in continuo del livello di ipoclorito di sodio. Si richiede modello flangiato, con antenna incapsulata, angolo del fascio radar inferiore a 10° e rivestimento in PTFE per ambienti corrosivi e aggressivi. Lo strumento dovrà essere dotato di display e comunicazione. Si richiede un modello con programmazione sia attraverso telecomando, sia pc e relativo software; inoltre dovrà prevedere una funzione di autodiagnostica, con elaborazione del segnale per una migliore affidabilità di misura e soppressione di falso eco. Il telecomando di programmazione dovrà essere fornito alla stazione appaltante. L'apparecchio dovrà, in seguito, interfacciarsi con il sistema di telecontrollo in uso ad Acquedotto Pugliese segnalando almeno il minimo livello ed il minimo livello assoluto della sostanza disinfettante presente nel serbatoio.

Illuminazioni e FM

Impianto di alimentazione elettrica forza motrice costituito dalle seguenti apparecchiature:

- a) n. 2 plafoniere stagne LED , IP65 –idonee ed efficaci ad illuminare il vano clorazione;
- b) n.1 lampada di emergenza a parete del tipo stagno, automatica 36 W ricaricabile, ermetica con autonomia 2h idonea alla superficie del vano cloratore;
- c) n.1 devio luce doppio per l'accensione delle plafoniere;
- d) n.1 doppia presa CEE interbloccata monofase/trifase;
- e) esecuzione dei collegamenti equipotenziali interni;
- f) cassetta di plastica per contenere gli schemi elettrici.

Ad una distanza superiore a 10 m a monte ed a valle del suddetto manufatto di clorazione verranno realizzati due casotti in calcestruzzo armato, di dimensioni interne 2,00x2,00 m, per consentire ai tecnici dell'Area Controllo Qualità di Acquedotto Pugliese S.p.A. di effettuare il prelievo dell'acqua arrivo e di quella clorata. Ogni vano sarà dotato di plafoniera stagna LED IP65.

3 IMPIANTO PROTEZIONE CATODICA

Generalità

La corrosione dei metalli è un fenomeno fisico-chimico che avviene con degradazione di uno o più metalli in contatto con un certo ambiente e che comporta la presenza simultanea di due reazioni, una anodica di ossidazione e una catodica di riduzione. Quando un metallo è a contatto con un elettrolita (acqua, terreno, umidità ecc.) assume un potenziale elettrico, determinato dalle reazioni chimiche citate, il cui valore dipende dal metallo e dall'elettrolita.

Due metalli diversi a contatto elettrico fra loro e immersi in un elettrolita, assumendo due valori diversi di potenziale, provocano il flusso di una corrente elettrica spontanea che tende a condurre i potenziali naturali dei due metalli verso uno stesso valore detto potenziale misto o di corrosione.

La circolazione di corrente nel metallo avviene a livello elettronico, mentre nell'elettrolita avviene mediante migrazione ionica connessa alle reazioni di ossidoriduzione, con disgregazione del metallo con potenziale naturale più anodico. Fornendo dall'esterno alla coppia di metalli una corrente elettrica si provoca forzatamente una variazione del potenziale misto inducendo una sovratensione. Se questa sovratensione è tale da rendere il potenziale di un metallo più elettronegativo di quello che è il suo potenziale di ossidoriduzione, non esiste più la possibilità che il metallo si corroda.

Su questo concetto si basa la protezione catodica che consiste appunto nella realizzazione di un impianto in grado di condurre il potenziale delle strutture a valori di immunità.

Un impianto di protezione catodica è pertanto costituito da una sorgente di corrente continua, che può essere un alimentatore catodico, un anodo galvanico o un drenaggio, collegata alla struttura.

Nel caso di un impianto con alimentatore, sarà necessario installare, a servizio dello stesso, anche un dispersore che andrà immerso nello stesso elettrolita in cui è posata la struttura, per garantire il flusso ionico della corrente di protezione.

L'impianto di protezione catodica andrà completato con un sistema di monitoraggio per il controllo del livello di protezione.

2. Descrizione dell’impianto da proteggere

L’impianto da proteggere coinvolge il territorio compreso tra i comuni di Canosa di Puglia (BAT) e Foggia.

Tale impianto è costituito da un’unica condotta

Diametro nominale	Spessore [mm]	Lunghezza [m]	Superficie [m]
DN 900 mm	10	49.200	139.039,20
DN 900 mm	14,2	12.000	33.912,00
TOTALI		61.200	172.951,20

3. Impianto di protezione catodica esistente

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un nuovo impianto di protezione

Qui di seguito vengono illustrati i criteri di dimensionamento dell’impianto proposto ed I calcoli di dimensionamento degli elementi principali.

4. Metodo di calcolo di un impianto di protezione catodica

Il dimensionamento di un impianto di protezione catodica consiste nel determinare il valore che devono assumere le seguenti grandezze:

- il numero e l’ubicazione dei punti di alimentazione;
- la corrente necessaria per la protezione in ogni punto;
- il peso e il numero degli elementi dispersori;
- la potenza elettrica da installare.

Per fare ciò è necessario determinare i valori caratteristici dell’impianto che sono:

- le resistenze elettriche longitudinali delle strutture;
- la resistenza elettrica del rivestimento passivo;
- le costanti di attenuazione;
- la durata prevista per il dispersore;

- la resistività del terreno nei punti di posa dei dispersori;
- la resistenza verso terra dei dispersori.

Una volta noti i valori sopra riportati è possibile dimensionare l'impianto utilizzando il metodo dell'attenuazione, che consiste nel determinare la corrente che si devono avere nei punti di alimentazione per ottenere i valori richiesti alle estremità e nei punti più sfavoriti dal punto di vista della protezione.

Questo metodo utilizza le formule di attenuazione di Pritula, ovvero:

$$I_X = \psi_L / R_K (\sinh \alpha * L)$$

Dove:

I_X = corrente teorica di protezione catodica al punto di alimentazione;

ψ_L = differenza tra il potenziale di corrosione libera e il potenziale limite;

R_K = resistenza caratteristica;

α = coefficiente di attenuazione;

L = lunghezza delle tubazioni;

5. Misure preliminari necessarie per il dimensionamento dell'impianto di protezione catodica.

Allo scopo di studiare il campo elettrico in cui si trova ad operare la struttura da proteggere e per determinare i parametri elettrici caratteristici, nonché quelli necessari per il dimensionamento dell'impianto, bisogna preliminarmente eseguire le seguenti misure:

- misure del potenziale della struttura sia in condizioni naturali che durante le prove di alimentazione;
- misura della resistenza di isolamento;
- misura o valutazione della resistenza longitudinale;
- misura della resistività dei terreni.

5.1 Misure di potenziale

Le misure del potenziale della struttura vengono eseguite facendo riferimento ad un elettrodo impolarizzabile, la cui polarizzazione rispetto all'elettrodo standard di idrogeno (zero assoluto) non

risente in modo sensibile delle condizioni di posa e dell'elettrolito in cui si trova. Nel riferire le misure ad un determinato elettrodo di riferimento, si assume che il potenziale di questo sia zero. La misura viene eseguita utilizzando un voltmetro ad elevata resistenza interna (maggiore di 100 Mohm/V ed in ogni caso almeno 100 volte maggiore della resistenza del circuito esterno).

A - Misura del potenziale naturale

Il potenziale naturale è il potenziale che assume la struttura in assenza di correnti di protezione catodica e, in assenza di campi elettrici esterni, coincide con il potenziale di corrosione mista.

La conoscenza di questo valore misurato in più punti della struttura è indispensabile per la determinazione dello stato elettrico della stessa.

B - Misura del potenziale ON-OFF.

Si tratta di una misura da eseguire nel caso delle prove di alimentazione della intera struttura o di parti di essa. È una misura fondamentale per la determinazione dei parametri di calcolo e per la valutazione di errori di misura ed in particolare della caduta ohmica di tensione nel terreno.

Il valore di potenziale misurato in un punto della struttura ad alimentatori inseriti (posizione ON) è essenzialmente la somma di tre contributi:

$$V_a = V_n + V_p + V_r$$

Dove:

V_n = potenziale naturale precedentemente descritto;

V_p = contributo che dà la polarizzazione catodica della struttura, in dipendenza dell'applicazione della corrente di protezione;

V_r = contributo della caduta ohmica, cioè della caduta di tensione che si ha nel terreno fra l'elettrodo e la struttura.

Questo termine (V_r) inquina la misura e va eliminato nella valutazione del vero valore del potenziale di protezione raggiunta.

Se si interrompe il flusso di corrente di protezione, il valore di V_r si annulla praticamente all'istante, mentre il contributo di polarizzazione si annulla in un tempo relativamente più lungo.

Interrompendo ciclicamente la corrente di protezione e rilevando con un voltmetro registratore i

valori dei potenziali, è possibile misurare il valore del potenziale reale che assume la struttura polarizzata catodicamente (posizione OFF), depurato del valore spurio della caduta ohmica.

Indicando con V_s il reale valore di potenziale che la struttura assume quando è alimentata con corrente di protezione, abbiamo:

$$V_a = V_n + V_p + V_r$$

$$V_s = V_n \times V_p$$

5.2 Misura della resistenza di isolamento

Una struttura dotata di rivestimento passivo esterno scambia corrente con l'ambiente circostante nei punti in cui la superficie è nuda e cioè nei punti in cui il rivestimento presenta difetti o falle.

L'intensità di corrente di protezione, necessaria per raggiungere il grado di polarizzazione voluto, dipende perciò dalla integrità del rivestimento isolante. Un valido parametro per valutare la bontà o meno di un rivestimento è costituito dalla resistenza di isolamento della struttura, ovvero dal valore che assume il prodotto fra la resistenza verso terra della struttura e l'area della sua superficie esterna.

La misura di questo parametro comprende il rilievo eseguito in più punti dei valori dei potenziali riscontrati durante una prova di alimentazione sia ad alimentatore inserito che ad alimentatore disinserito.

La media aritmetica delle differenze fra questi valori, divisa per il valore della corrente fornita durante la prova, rappresenta la resistenza verso terra della struttura. Il prodotto fra questa e l'area della superficie esterna della struttura interessata fornisce il valore della resistenza di isolamento della stessa.

5.3 Misura della resistenza longitudinale

Trattandosi di una misura difficilmente eseguibile in modo soddisfacente su una struttura con le caratteristiche di quella in esame, i valori della resistenza longitudinale sono stati valutati sulla base della composizione chimica dell'acciaio (rif. bibliografici).

La resistenza longitudinale risulta:

$$r = \rho_{MET} / [\pi s(\Phi-s)]$$

dove:

r = resistenza longitudinale;

ρ_{MET} = resistività del metallo;

Φ = diametro delle tubazioni;

s = spessore delle tubazioni.

I valori della resistenze longitudinali ricavate per entrambi gli spessori sono di circa:

Diametro nominale	Resistenza longitudinale
DN 900 mm	0,000006 ohm

5.4 Misura della resistività dei terreni

Questa misura è fondamentale sia per determinare il grado di aggressività dei terreni di posa, sia per dimensionare e ubicare correttamente il dispersore, che per stimare in fase preliminare l'errore nella misura del potenziale per caduta ohmica.

Le misure normalmente vengono eseguite con il metodo dei quattro poli. Questo metodo consiste nell'infingere nel terreno, per pochi centimetri, quattro sonde in linea retta e ad una distanza “a” fra loro pari alla profondità a cui si vuole rilevare la resistività.

Fornendo corrente alle due sonde esterne e rilevando la tensione fra le due interne, si valuta un valore di resistenza che, moltiplicato per $2Va$, fornisce il valore della resistività apparente cercato.

Per quanto concerne le misure di resistività a profondità superiori a 40 ml (per dispersori anodici), ci si riferisce alla relazione geologica ed ai parametri in essa contenuti. In particolare, le rilevazioni geo-elettriche sono state eseguite nel comprensorio del comune di Barletta e presso Bitonto. Nella fattispecie, da detta relazione, si evince che gli ambienti di posa con minore resistività sono

concentrate nella zona compresa tra Barletta e Trani. Man mano che ci si avvicina a Modugno, le resistività aumentano notevolmente (vedi successivo par. 6.5)

6. Dimensionamento dell'impianto di protezione catodica

Il dimensionamento dell'impianto di protezione catodica consiste nel determinare, una volta stabiliti i valori minimi di potenziale da garantire nell'impianto, il valore di corrente elettrica necessaria da fornire, l'ubicazione degli impianti singoli di alimentazione, la corrente da erogare con ogni singolo impianto e quindi le caratteristiche costruttive dei singoli alimentatori e dispersori.

6.1 Potenziale di protezione

Il potenziale al di sotto del quale il ferro in genere non si corrode più, è pari a + 0,85 V misurato utilizzando come elettrodo di riferimento l'elettrodo impolarizzabile al solfato di rame. Questo valore limite è valido per strutture interrato in terreni aerobici con temperature inferiori a 40°C.

Per strutture in terreni aerobici con temperature > 40°C, il potenziale di soglia accettato è 0,95V (UNI EN 12954)

Ai fini del calcolo si assume, prudenzialmente, il valore -1V come valore come limite superiore del potenziale delle condotte. Il limite inferiore è stabilito in - 2,00 V, determinato in base al rischio che si corre di deteriorare il rivestimento passivo con sovratensioni eccessive (cathodic disbonding). I valori innanzi riportati sono al netto delle cadute ohmiche.

6.2 Determinazione della corrente di protezione

Per determinare la corrente di protezione da fornire si devono prima determinare i valori della resistenza trasversale R_t di isolamento, pari al rapporto fra la resistenza di isolamento e la superficie unitaria esterna del tubo, e quindi la costante di attenuazione ' α ' è data da:

$$\alpha = \sqrt{(r/R_t)}$$

dove R_t (resistenza trasversale) viene calcolato secondo la seguente formula:

$$R_t = R_o / (\pi \Phi)$$

Una volta nota la costante di attenuazione, è possibile determinare la corrente nel punto di

alimentazione mediante le formule di attenuazione:

$$I_X = \psi_L / R_K (\sinh \alpha * L)$$

Di seguito si possono leggere i calcoli eseguiti per la determinazione della corrente necessaria per la protezione tenendo conto dei parametric e valori teorizzanti nella presente relazione.

Diametr o nominale Φ [mm]	Sovratension e ψ_L [Volt]	Resistenz a caratteristica R_K [Ohm]	Coeff. di attenuazione α	Lunghezz a tubazioni L [ml]	Corrent e di protezione I_X [Amp]
DN 900	-0,950	0,135118	0,000042639 1	61.200	2,7
TOTALI				61.200	20,041

6.3 Numero di punti di alimentazione – sezionamento elettrico.

L'impianto nel suo complesso è stato suddiviso in 6 sistemi, schematizzato come negli elaborati grafici e come qui di seguito riportato (le progressive sono desunte dai profili longitudinali):

SISTEMA 1: dalla vasca di disconnessione di Canosa allo SF 6 progr. 10.147,20 m

SISTEMA 2: dallo SF6 (progr. 10.147,20 m) allo SC16 (progr. 20.551,09 m);

SISTEMA 3: dallo SC16 (progr. 20.551,09 m) allo SC24 (progr. 30.689,81 m).

SISTEMA 4: dallo SC24 (progr. 30.689,81 m) allo SC29 (progr. 40.454,15 m).

SISTEMA 5: dallo SC 29 (progr. 40.454,15 m) allo SC30 (progr. 50.034,70 m).

SISTEMA 6: dallo SC30 (progr. 50.034,70 m) al serbatoio di Foggia (progr. 62.220,10 m)

;

I sistemi sono 6 e sono garantiti dall'installazione di giunti dielettrici che andranno a delimitare le zone di influenza di ogni singolo impianto (7 impianti in tutto).

L'impianto di protezione catodica, così come calcolato, prevede al collaudo, una corrente di

protezione di 20,041 Amp; considerato che nel tempo, la corrente stimata possa aumentare e tenuto conto delle elevate resistività dei terreni di posa dei dispersori anodici nella zona di Modugno-Bitonto, si ipotizza di installare 07 impianti di protezione catodica a corrente impressa con drenaggio forzato su altrettanti dispersori anodici, come riportato nel successive par. 8.

6.3.1 Giunti dielettrici

Gli organi di sezionamento elettrico minimi (giunti dielettrici), dovranno essere installati presso i seguenti siti:

N° 01	Giunto dielettrico DN900mm	Vasca di Canosa
N° 01	Giunto dielettrico DN900mm	in corrispondenza dello SF6
N° 01	Giunto dielettrico DN900mm	in corrispondenza dello SC16
N° 01	Giunto dielettrico DN900mm	in corrispondenza dello SC24
N° 01	Giunto dielettrico DN900mm	in corrispondenza dello SC29
N° 01	Giunto dielettrico DN900mm	in corrispondenza dello SC30
N° 01	Giunto dielettrico DN900mm	in corrispondenza del serbatoio di

Foggia.

Altri giunti dielettrici saranno installati laddove vi sono attraversamenti e/o utilizzi di tubi guaina.

6.4 Alimentatori catodici

Gli alimentatori di protezione catodica sono dispositivi in grado di fornire corrente continua, o unidirezionale ondulata, per la protezione catodica della struttura da proteggere.

L'alimentatore catodico è essenzialmente costituito da un trasformatore, da un circuito di controllo su scheda elettronica e da dispositivi di protezione e di misura.

L'alimentatore sarà alloggiato entro un armadio in vetroresina dotato di feritoie per l'aerazione naturale.

6.5 Dimensionamento e verifica dei dispersori

I dispersori catodici sono costituiti da elementi di materiale conduttore, interrati ed immersi nell'elettrolita e servono a far circolare la fase ionica della corrente di protezione.

I dispersori devono avere basso consumo, buona conducibilità elettrica e buona resistenza meccanica. Inoltre devono essere in grado di sopportare elevate densità di corrente e devono

presentare una minima polarizzazione anodica.

I dispersori possono essere:

- superficiali, se posati ad una profondità di 1-2 m circa;
- profondi se posati verticalmente in pozzi trivellati a profondità variabili da 40 a 100 m circa.

I dispersori possono essere in ferro, ferro-silicio, magnetite, titanio attivato, prodotti polimerici.

La scelta del materiale dipende dal tipo di ambiente in cui il dispersore deve operare e dalle correnti che si devono erogare.

Il dispersore anodico previsto in questa sede è formato da elementi in ferro DN70mm per una lunghezza complessiva di 42 m e peso di circa 1500kg. Detta barra anodica sarà alloggiata entro perforazione in cui, fatte salve alcune necessità non prevedibili in questa sede, sarà circondata da un backfill di carbone coke di petrolio calcinato a bassa resistività.

Il dispersore da realizzarsi sarà verticale profondo.

La procedura di calcolo seguita è la seguente:

in base alla corrente da erogare e alla capacità elettrochimica del materiale scelto, si determina il peso complessivo che dovrà avere il dispersore per garantire il corretto funzionamento per il numero di anni richiesto con la formula:

$$P = I \times \text{Anni} \times C / \text{rend}$$

dove:

- P = peso complessivo in Kg;
- I = corrente da erogare in A;
- C = consumo specifico in Kg/Anno;
- rend = coefficiente di rendimento.

Una volta determinato il peso complessivo, si stabilisce il numero di elementi minimo sulla base della massima densità di corrente applicabile e delle caratteristiche fisicogeometriche di ogni elemento.

Il numero minimo di elementi da posare, nonché il sistema di posa, l'utilizzazione o meno di backfill ecc. vengono verificati e stabiliti in base alla resistenza del circuito alimentatore-dispersore-terreno-struttura-terreno-alimentatore.

Nel calcolo della resistenza del circuito bisogna conteggiare la resistenza del dispersore verso terra, la resistenza delle condotte verso terra (resistenza equivalente) e la resistenza dei cavi elettrici di collegamento.

La corrente massima erogabile dal sistema è poi calcolata con la seguente formula:

$$I_{max} = 50 \times 2 / R_c$$

dove:

- 50 V è la tensione massima che per normativa di sicurezza si può avere in uscita dall'alimentatore;
- 2 V è una controtensione dovuta ai potenziali naturali del dispersore e dei tubi;
- R_c , in ohm, è la resistenza totale del circuito.

Se I_{max} è maggiore o uguale al valore di corrente richiesto per la protezione, il calcolo è ultimato, altrimenti bisogna apportare modifiche nella costituzione del dispersore per diminuire il valore di R_c .

Per la determinazione della resistenza del dispersore è stata utilizzata la formula di Dwight:

$$R = \rho / 2\pi * L [I_n(8L/\Phi) - 1]$$

dove

- ρ è la resistività del terreno;
- L è la lunghezza del dispersore;
- Φ è il diametro del dispersore.

Il calcolo della corrente erogabile da ciascun dispersore anodico di cui alla seguente tabella, è stato elaborato considerando un valore medio aritmetico tra le resistività rilevate a -40ml e quelle rilevate a -80ml. La resistività lungo il tracciato è estremamente variabile.

Si consideri in ultimo che, sempre dalla relazione geologica, emerge che ci sono ambienti di posa molto resistivi a maggiori profondità. Il calcolo innanzi esposto è da considerarsi pertanto cautelativo.

Per il dimensionamento teorico inoltre, si sono assunti i seguenti valori:

- Consumo reale della massa anodica = 10 Kg/Amp-anno;
- Coefficiente di rendimento = 80%
- Durata del dispersore anodico prevista = 15 anni ca.

A mezzo calcolo si ottiene pertanto che ogni dispersore anodico sarà composto come dettagliatamente descritto al par. 4.6 del capitolato special d'appalto, ovvero:

- N° 14 barre in ferro tondo DN70mm da 3 ml cad. o n° 7 da 6 ml cad., assiemate mediante manicotti testa/testa in ferro ad alto spessore a saldare;
- q.b. cavo elettrico FG16OR16 sez. minima 1x10 mmq (n. 03 cavi per ogni dispersore anodico, di cui due alle estermità ed uno nella parte centrale). I cavi dovranno raggiungere la morsettiera all'interno dell'armadio senza soluzioni di continuità, salvo casi eccezionali.
- Kg. 600 polverino di carbon coke di petrolio calcinato a bassa resistività e granulometria fine.
- ml. 80 tubo di sfiato in pvc DN 1" forato per la parte attiva del dispersore anodico (42 ml) e cieco per la rimanente parte fino al raggiungimento del boccaporto della perforazione.
- q.b. collari neri 9x350mm, eventuali centratori, pozzetti di chiusura del boccaporto della perforazione, nastri di staffaggio, fune in nylon da 8mm e quant'altro necessario a garantire il perfetto funzionamento del dispersore anodico.

6.6 Ubicazione del dispersore

L'ubicazione corretta del dispersore è essenziale per il corretto funzionamento dell'impianto sia per quel che riguarda la corrispondenza dei calcoli teorici alla realtà, sia per quel che riguarda il rischio di interferenza con altre strutture non collegate all'impianto di protezione catodica.

Nel calcolo teorico si fa sempre riferimento ad un dispersore anodico posato a distanza infinita dalla struttura da proteggere. Il fatto che il dispersore sia in realtà a distanza finita influisce sulla distribuzione della densità di corrente sulla superficie della struttura. Aumentando questa distanza diminuisce questa discordanza, tuttavia esistono limiti tecnici ed economici che impongono di non allontanare troppo il dispersore dalla struttura.

Un valore ottimale della distanza può essere identificato con quello che fa sì che il gradiente elettrico provocato dal dispersore sul terreno al massimo non superi 0,01 Vm⁻¹, valore ritenuto sufficientemente basso da non creare anomalie nella distribuzione della corrente di protezione. Dato che le distanze in gioco sono relativamente grandi, il campo elettrico provocato dal dispersore nel terreno può essere assimilato ad un campo elettrico sferico (o semisferico), per cui avremo:

$$E_{max} = 0,01$$

Di qui si può ricavare la distanza minima a cui deve essere posato il dispersore:

$$d = \sqrt{(I \cdot \rho) / (E_{\max} \cdot 4 \cdot \pi)}$$

dove ‘d’ è la distanza in metri dal dispersore.

Nel calcolo della distanza, si è considerate una resistività media dei terreni attraversati da 0 a -40 ml pari a 20 ohm*m ca. Con tale calcolo si ottiene che l’estermità superior di ogni dispersore anodico dovrà distare dal piano campagna non meno di 38 ml.

Analogamente è possibile determinare la distanza minima che deve avere il dispersore da strutture non collegate all’impianto di protezione.

In questo caso il valore massimo del gradiente da assumere può essere aumentato in modo congruo.

7. Sezionamenti elettrici

Al fine di isolare elettricamente la rete di condotte da ogni altra struttura esterna quali ad esempio I torrini, le vasche, I serbatoi ecc., sulle condotte devono essere installati dei giunti dielettrici. Analoghi giunti dielettrici andranno installati per delimitare le zone di influenza di ogni singolo impianto e per creare sistemi di limitata lunghezza, separabili all’occorrenza dal resto dell’impianto, per eseguire misure di controllo o ricerche di eventuali anomalie.

Il sito di installazione dei giunti dielettrici è riportato nel precedente par. 6.3.1 Giunti dielettrici.

8. Dimensionamento dell’impianto, ubicazione degli organi di protezione catodica

Tutto ciò premesso, l’impianto di protezione catodica definitivo nel suo complesso, sarà costituito da:

N° 06 Impianti di protezione catodica (nel seguito IPC) a corrente impressa con drenaggio forzato su dispersore anodico di profondità con alimentatore da 10 Amp. Gli impianti saranno posizionati sempre in aree di proprietà dell’Ente Appaltante come da seguente elenco, se consentito dai risultati delle indagini geo-elettriche preventive.

IPC 01	Vasca di Canosa
IPC 02	in corrispondenza dello SF6
IPC 03	in corrispondenza dello SC16
IPC 04	in corrispondenza dello SC24
IPC 05	in corrispondenza dello SC29
IPC 06	in corrispondenza dello SC30
IPC 07	in corrispondenza del serbatoio di Foggia.

N° 07 Logger a tre canali per la telesorveglianza dei parametri elettrici di funzionamento degli alimentatori catodici;

N° 10 Logger a due canali per la telesorveglianza dei valori di E_{ON} lungo linea o in punti caratteristici del tracciato di posa delle tubazioni. Detti logger si dovranno installare entro le cassette dei posti di misura previsti.

N° 38 Posti di interruzione e misura a colonnina, ubicati presso gli sfiati e scarichi in progetto (alternativamente e mantenendo comunque il principio, per quanto possibile, dell'equidistanza).

In merito agli attraversamenti che prevedono l'utilizzo dei tubi guaina (controtubi) in acciaio, essi saranno protetti con impianti ad anodi sacrificali. La protezione sarà realizzata collegando metallicamente la struttura da proteggere con un metallo meno nobile di quello di cui la struttura stessa è costituita.

Saranno utilizzati quindi anodi al magnesio, posati in un letto anodico costituito da una miscela elettrolitica (backfill) allo scopo di rendere uniforme il loro consumo, diminuire la loro resistenza verso terra (e quindi aumentare la corrente erogata) e favorire l'uniforme distribuzione del campo elettrico.

Per quanto riguarda l'attraversamento ferroviario esso sarà effettuato conformemente al D.M. 04 aprile 2014 (GU n. 97 del 28.04.2014).

La condotta ed il relativo tubo di protezione, in relazione alle caratteristiche dell'elettrodo utilizzato, devono essere mantenuti ad un potenziale tale da garantire una protezione equivalente a

quella garantita da un valore di almeno 0,85 Volt negativi con l'utilizzo di elettrodo Cu-CuSO₄. Il rilievo del potenziale di protezione catodica deve essere effettuato in conformità delle norme vigenti ed in particolare secondo la norma UNI 11094. I valori di potenziale più positivi di quello di riferimento (-0.85V per elettrodo Cu-CuSO₄) devono essere conteggiati nella loro durata determinando il tempo complessivo in cui tali fenomeni si sono manifestati nell'arco delle 24 ore. La misura del potenziale registrata è considerata conforme se nelle 24 ore il tempo totale di permanenza di questi valori è uguale o minore a 3600 secondi purché non continuativi.

9. Sistema di telesorveglianza

Sia gli alimentatori catodici che i posti di misura saranno dotati di sistema di telesorveglianza a mezzo di logger elettronici come da seguenti specifiche.

Strumento per la gestione della protezione catodica, in accordo con quanto definito dalle normative vigenti. Il sistema è strutturato con un software di centro ed una RTU di campo. La quotidiana comunicazione tramite vettore SMS tra RTU e Centro fornirà all'operatore i dati per condurre l'impianto di protezione catodica.

Registratore a 3 canali per il monitoraggio in remoto dei parametri elettrici dell'alimentatore catodico quali:

corrente erogata;

tensione impressa;

valore di potenziale tubo/terra.

Realizzazione con elettronica SMD a basso assorbimento con tecnologia a microprocessore a 16 bit; Alimentazione autonoma con batteria primaria agli ioni di litio che ne garantisce il sostentamento per 2 anni con la configurazione a 3 canali con una trasmissione ogni 24 ore.

Dotazione di diodi per la protezione da scariche esterne e di filtri sui segnali in ingresso per eventuali disturbi derivati dalle frequenze comuni;

Trasmissione mediante modulo GSM/GPRS con protocollo SMS per l'invio standard giornaliero delle medie e tramite connessione diretta per le registrazioni di 24 ore;

Software per la gestione, la programmazione e la consultazione in remoto, l'archiviazione dei dati ottenuti.

Visualizzazione dei parametri nelle seguenti forme:

tabellare (con indicazione di statistiche quali valori min, med, max, scarto quadratico medio, tempo totale fuori soglia, tempo normativo fuori soglia, numeri fuori soglia, allarmi);

grafica con il tracciato dei grafici scaricati;

Gestione dello strumento mediante piattaforma Internet consultabile da qualsiasi postazione connessa alla rete.

10. Posto di interruzione e misura a colonnina

Il posto di interruzione e misura sarà composto da una cassetta in SMC (vetroresina) dalle seguenti caratteristiche:

Realizzazione in SMC (vetroresina), per uso esterno.

Coperchio innestato a coulisse con chiusura mediante vite a brugola in acciaio inox AISI 304.

Esecuzione con imbocco inferiore per montaggio su sostegno tubolare con estremità non filettata.

Morsettiera interna in PVC quattro posizioni.

Grado di protezione IP 44 secondo IEC 529/89 ed IP 449 secondo NF C 20-010 certificato CESI.

Conformità alle norme UNI e CEI per la salvaguardia della sicurezza.

Produzione con certificazione CSQ in conformità alla norma UNI EN ISO 9001.

La cassetta di misura sarà fissata ad un sostegno tubolare in acciaio zincato Ø 1" ½ da 1 ml da ancorare alle pareti del manufatto; ove non esistesse nessun manufatto, il sostegno sarà annegato, nella parte interrata, in un massetto di calcestruzzo di dimensioni adeguate.

I cavi che si utilizzeranno saranno del tipo FG16OR16 0,6/1 kV sez. 1x10 mm² per i posti di misura e di interruzione e misura per GD.

Il collegamento alla condotta sarà realizzato mediante saldatura alluminotermica del cavo su piastrina in acciaio (50 x 30 x 3 mm) e successiva saldatura perimetrale ad arco elettrico della piastrina sulla tubazione, o mediante dado e perno in acciaio inox da 8 mm. Il ripristino delle parti oggetto d'intervento sarà eseguito con materiali aventi potere d'isolamento confrontabile con quello del rivestimento applicato alle tubazioni.

Ogni posto di misura sarà dotato di un elettrodo di riferimento fisso al Cu/CuSO₄, per interrimento diretto, di tipo tradizionale che dovranno essere costituiti da un contenitore poroso, del diametro di 150 mm ed altezza 300 mm, contenente la soluzione di solfato di rame al 99.98% di purezza, nella quale è immersa la spirale in tondo di rame (superficie di contatto di circa 943 cm²). Completano l'elettrodo il tappo in resina epossidica, il cavo elettrico FG16OR16 sez. 1x6 mm² ed il connettore di giunzione spirale-cavo (cfr monografie posti di misura, Allegato 2).

4 TELECONTROLLO NUOVE APPARECCHIATURE DI MISURA E REGOLAZIONE

Vasca Di Canosa

Con riferimento all'alimentazione e al telecontrollo delle nuove apparecchiature idrauliche di intercettazione e di regolazione da installare all'interno dell'opera di disconnessione di Canosa, nonché all'alimentazione del nuovo misuratore di portata presente in un pozzetto limitrofo, tali segnali di misura e regolazione dovranno essere riportati al quadro di telecontrollo esistente presente mediante opportuni cavi schermati adatti a tale scopo.

Nodo Di Foggia

Con riferimento all'alimentazione e al telecontrollo delle nuove apparecchiature idrauliche di intercettazione e di regolazione da installare all'interno dei nuovi manufatti di regolazione presso il nodo idrico di Foggia, nonché all'alimentazione del nuovo misuratore di portata presente in loco, tali segnali di misura e regolazione dovranno essere riportati al quadro di telecontrollo esistente presente mediante opportuni cavi schermati adatti a tale scopo.