

LOGO:



TITOLO PROGETTO:

SISTEMA IDRICO DEL MENTA

DESCRIZIONE PROGETTO:

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLO SCHEMA IDRICO SULLA DIGA DEL TORRENTE MENTA: OPERE DI BY-PASS DEL TRATTO TERMINALE DELLA CONDOTTA FORZATA PER L'AVVIO DELL'ADDUZIONE IDROPOTABILE

EMISSIONE	-	GEOM. R. ROTUNDO	ING. D. COSTANTINO	ING. D. COSTANTINO	0	16/02/2017
MOTIVO	FASE P.D.P.	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO	REV.	DATA

FASE:

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

APPROVAZIONI:

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Domenico COSTANTINO

SIA - Studio Ingegneri Associati:

Dott. Ing. Luigi DE BONI

Dott. Ing. Giancarlo MADONI

Dott. Ing. Poul Erik NIELSEN

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Giuseppe SORRENTINO

RESPONSABILE SERVIZI INGEGNERIA:

Dott. Ing. Antonio VOCI

UNITA' DI PROGETTAZIONE SORICAL:

Dott. Ing. Luca VITALE

Dott. Ing. Giuseppe VIGGLIANI

IMPRESA:

CONSORZIO CONPAT S.C.A.R.L.



L'IMPRESA DESIGNATA



TIPO DOCUMENTO:

RELAZIONE TECNICA

ELEMENTO/ITEM:

TELECONTROLLO E IMPIANTO FOTOVOLTAICO

SCALA	LINGUA	FORMATO	TAVOLA	P.D.P.		
-	IT	A4	-			
PROGETTO/COMMESSA		ORIGINE/UNUTA'	SISTEMA	PROGRESSIVO		
A.02.4.C		SOP	REL	A06	-	00

FONTI CARTOGRAFICHE:

REGIONE CALABRIA - CENTRO CARTOGRAFICO / I.G.M. - ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE

IL PRESENTE DISEGNO E' DI PROPRIETA' DI SO.RI.CAL. S.P.A. - A TERMINE DI LEGGE OGNI DIRITTO E' RISERVATO

RELAZIONE TECNICA TELECONTROLLO
SISTEMA DI SORVEGLIANZA ANTI-INTRUSIONE
PANNELLI FOTOVOLTAICI ED IMPIANTO ELETTRICO

Relazione Tecnica Telecontrollo – Sistema di sorveglianza anti-intrusione

Pannelli fotovoltaici – Impianto elettrico alle vasche di disconnessione

- Premessa

Le proposte migliorative offerte in sede di gara relative al Telecontrollo, Sistema di sorveglianza anti-intrusione e Pannelli fotovoltaici, nel garantire l'adduzione idropotabile della portata prevista di 500 l/s, permettono la corretta regolazione dell'acquedotto anche per portate inferiori e forniscono anche un deterrente non indifferente a possibili furti, considerando che le vasche di disconnessione 1 e 2 sono situate in aree isolate un po' "fuori mano". Forniscono infatti un sistema idraulico e di misurazione in grado di agevolare le manovre idrauliche (limitando la possibilità di un errato assetto con danneggiamenti delle condotte o degli organi idraulici) e di limitare gli effetti di eventuali rotture delle condotte (allagamenti, erosione), utilizzando apparecchiature idrauliche ed elettroniche prodotte da aziende leader dei rispettivi settori.

1 - Sistema di regolazione e controllo della condotta

L'adduzione complessiva dall'invaso alla vasca terminale di partenza per il potabilizzatore, è previsto sia governata infatti da un sistema di organi idraulici e apparecchiature di telecontrollo e telemisura tale da poter prevedere sia una regolazione interamente manuale che da remoto.

In particolare, il sistema, una volta avviato, viene regolato mediante una sola manovra eseguita su una valvola regolatrice a fuso posta a valle all'interno della camera di manovra n. 3 ubicata nelle immediate vicinanze della centrale idroelettrica di S. Salvatore, e quindi in posizione facilmente accessibile ed eventualmente comandabile anche da remoto.

A regolazione eseguita, il complesso degli organi utilizzati garantisce l'adduzione della portata desiderata, entro i limiti del normale esercizio, indipendentemente dal livello nell'invaso e con moto interamente in pressione (escludendo moto cosiddetto a canaletta, dannoso per le condotte).

L'assetto idraulico viene monitorato direttamente dal sistema di telecontrollo, teleallarme e telemisura, eventualmente integrato con lo SCADA Sorical, gestibile anche da smartphone.

Viene previsto infatti un sistema di telecontrollo/teleallarme/telemisura dell'assetto idraulico dell'adduzione fra la camera valvola dell'opera di presa dall'invaso e la vasca terminale (terza vasca di disconnessione) e più precisamente:

- un **Centro operativo** situato presso uffici Sorical per la gestione completa del sistema;
- **camera valvole dell'opera di presa della Diga del Menta:** stazione periferica per il telecontrollo della saracinesca motorizzata DN 500 prevista all'inizio del by-pass, della valvola di sicurezza a sgancio automatico con contrappeso DN 500 e del misuratore di velocità e portata in

condotta ad ultrasuoni. La RTU installata legge la portata in transito e la velocità in condotta dal misuratore ad ultrasuoni e la comunica al centro operativo ad intervalli regolari, così come comunica l'apertura normale della valvola di sicurezza a sgancio automatico e della saracinesca motorizzata di by-pass. In caso di anomalie, essendo la saracinesca motorizzata munita di solenoide bistabile, dal centro operativo Sorical, con un semplice impulso si può quindi comandare la chiusura della saracinesca motorizzata stessa.

- **vasca di disconnessione 1:** stazione periferica per il telecontrollo della saracinesca DN 400 motorizzata (arrivo in vasca), del misuratore di livello alla vasca di carico (vasca di partenza della adduzione), del misuratore di velocità e portata in condotta ad ultrasuoni, della strumentazione relativa alla video sorveglianza ed alla produzione di energia elettrica dai pannelli fotovoltaici installati e dalle Web-cam previste sia alla vasca di disconnessione che alla camera di manovra; Anche qui la RTU installata legge la portata in transito e la velocità in condotta dal misuratore ad ultrasuoni e la comunica al centro operativo ad intervalli regolari, così come comunica l'apertura normale della saracinesca motorizzata Dn 400 di by-pass e soprattutto il livello idrico della vasca di partenza, che per come riportato nella relazione tecnica idraulica, per garantire la condotta tutta in pressione deve essere sempre piena. In caso di anomalie, essendo, anche qui, la saracinesca motorizzata munita di solenoide bistabile, dal centro operativo Sorical, con un semplice impulso si può quindi comandare la chiusura della saracinesca motorizzata stessa. Inoltre, essendo la camera di manovra e la vasca di disconnessione munite di Web-cam, dal centro operativo risulta possibile monitorare anche visivamente le anomalie segnalate dalla strumentazione installata.

- **vasca di disconnessione 2:** Stazione periferica per il telecontrollo della saracinesca DN 400 motorizzata (arrivo in vasca), del misuratore di livello alla vasca di carico (vasca di partenza della adduzione), del misuratore di velocità e portata in condotta ad ultrasuoni, della strumentazione relativa alla video sorveglianza ed alla produzione di energia elettrica dai pannelli fotovoltaici installati e dalle Web-cam previste sia alla vasca di disconnessione che alla camera di manovra; Anche qui, come per la vasca di disconnessione n. 1, la RTU installata legge la portata in transito e la velocità in condotta dal misuratore ad ultrasuoni e la comunica al centro operativo ad intervalli regolari, così come comunica l'apertura normale della saracinesca motorizzata Dn 400 di by-pass e soprattutto il livello idrico della vasca di partenza, che per come sopra riportato, per garantire la condotta tutta in pressione deve essere sempre piena. In caso di anomalie, anche qui, dal centro operativo Sorical, con un semplice impulso si può comandare la chiusura della saracinesca motorizzata stessa e monitorare anche visivamente le anomalie segnalate dalla strumentazione installata.

- **vasca di arrivo:** Stazione periferica per il telecontrollo della saracinesca motorizzata DN 400 (arrivo in camera di manovra), della valvola di regolazione a fuso motorizzata, del misuratore di velocità e portata in condotta ad ultrasuoni e della strumentazione relativa alla video sorveglianza con Web cam della camera di manovra.

1.1 - Alcune applicazioni del sistema

- Regolazione da remoto della valvola a fuso nella camera di manovra n. 3 ubicata nei pressi della centrale idroelettrica e della vasca di partenza per il potabilizzatore, che, grazie alle valvole a galleggiante ubicate nelle vasche 1 e 2, consente di definire e/o rimodulare la portata dell'acquedotto senza ulteriori manovre.
- Chiusura da remoto delle valvole di sezionamento in arrivo alle vasche in caso di interruzione dell'adduzione per manutenzione o rottura (evita lo svuotamento delle condotte e limita l'allagamento delle aree in prossimità della rottura).
- Allarme in caso di svuotamento delle vasche di partenza (per errata manovra a valle o rottura) o per pressione insufficiente a monte delle valvole dissipatrici (inizio moto a canaletta).

1.2 - Tecnologie utilizzate

E' previsto l'utilizzo della tecnologia di Virtual Computing che permette di ottimizzare l'impegno delle risorse hardware con un conseguente abbassamento complessivo dei consumi, e quindi della resa termica delle macchine (minore riscaldamento).

L'ambiente Virtual Computing permette di disporre di un numero elevato di macchine virtualizzate gestendo le ridondanze e i recuperi nel caso di temporanea indisponibilità dell'hardware installato. La struttura hardware minima di questo sistema è costituita da un server, da un'array SAN (Storage Area Network) e da uno switch ad altissima velocità.

L'array SAN mette a disposizione un'area condivisa e raggiungibile fisicamente dal server, permettendo funzioni di recovery. Tutti i dispositivi forniti saranno dotati di tecniche di ridondanza come: alimentatore, scheda di rete, hard disk in configurazione RAID 1, o superiore, e nel caso del SAN di doppio controller.

Il sistema software sarà costituito da un ambiente di virtualizzazione (es. VMware) che permette le seguenti funzionalità:

- Salvaguardia degli ambienti di produzione senza reinstallazione in caso di aggiornamenti hardware;
- facile recovery degli ambienti per un rapido ripristino in caso di failure hardware;
- affidabilità intrinseca nei sistemi (in caso di failure di un nodo fisico è possibile riaccendere immediatamente il server in un altro nodo qualsiasi dell'infrastruttura);
- risparmio di tempo e risorse nella generazione di nuovi ambienti (copia di un file master in pochi secondi per avere disponibile un nuovo server);
- facilità nella realizzazione di ambienti di test (copia fisica del server di produzione);
- Compressione dei tempi di gestione degli upgrade a livello di sistema in modo sicuro.

Saranno installati sia il sistema operativo (es. Windows, Linux, ecc.) che i programmi di servizio (es. SQL Server, Oracle, ecc.), fornendo altresì le licenze di tutti i software installati.

Il Software proposto per il Centro di Controllo sarà una applicazione nativa SCADA con le seguenti caratteristiche:

- grafica vettoriale, accesso ai database basato su ODBC, tecnologia Web Client si basa su Applet (Java e APP iOS e Android);
- piattaforma software, da Windows™ 8 (Win32/64) a Windows™ CE;
- basato su XML, ODBC, OPC, VBA, Web Service ed SQL integrate nella piattaforma per garantire facilità di accesso e trasparenza dei dati;

L'interfaccia HMI sarà personalizzata sulle esigenze di Sorical permettendo la visualizzazione del sistema in modalità pagina di impianto che consenta visualizzazioni di dettaglio delle informazioni dei singoli nodi di sistema.

Il software implementerà tutte le sicurezze necessarie alla gestione dell' impianto sia attraverso le letture degli stati sia attraverso funzioni di elaborazione sui dati storici (bilanci idrici, report mensili di produzione, malfunzionamenti ecc.).

Il sistema potrà interagire con eventuale altro sistema SCADA Sorical ed il vettore di comunicazione previsto è quello telefonico satellitare.

1.3 - Precisazioni sul sistema di controllo dell'adduzione

Si precisa che il sistema di controllo può essere gestito con diversi livelli di automatizzazione:

	Manovra automatica di organi idraulici	Manovra manuale da remoto di organi idraulici	Teleallarme	Telemisura
Livello 1	X	-	X	X
Livello 2	-	X	X	X
Livello 3	-	-	X	X

In qualsiasi momento, quindi, è possibile disattivare gli automatismi e ripristinare una gestione manuale in sito o da remoto.

In sintesi, il telecontrollo di che trattasi sarà composto da:

- Un centro operativo situato presso Potabilizzatore o presso gli Uffici Sorica di Reggio Calabria, per la gestione, completo del sistema costituito da stazione di ricezione e da un computer;
- Una stazione periferica alla Camera valvole dell'opera di presa della Diga del Menta;
- Una stazione periferica alla Vasca di disconnessione n.1;
- Una stazione periferica alla Vasca di disconnessione n.2;
- Una stazione periferica alla Camera di manovra di arrivo (n.3):

e le operazioni da effettuare in queste stazioni riguardano il cablaggio e l' installazione delle seguenti apparecchiature da campo:

- Remote Terminal Unit (RTU) Sofrel S S530 in ogni camera di manovra (n. 1, 2, e 3);
- Protezioni elettriche dedicate all'interno di contenitore;
- Interfacciamento con sensori di livello.
- Parametrizzazione e test apparecchiature da campo attraverso l'utilizzo di software adeguati, necessari alla configurazione ed alla esecuzione delle parametrizzazioni, consultazioni e test funzionali delle stazioni di telecontrollo remoto.

Programmazione e test centro di controllo:

- utilizzo di software adeguati necessari alla configurazione ed alla esecuzione delle parametrizzazioni, consultazioni e test funzionali del front-end di comunicazione CS100.
- utilizzo del software Sofrel PC_WIN necessario alla supervisione ed alla gestione dei centri di raccolta dati (Centri di Controllo).
- utilizzo del software Sofrel PC_WIN per la configurazione del server di accesso remoto PC_WEB necessario.

2 - Sistema di videosorveglianza e anti-intrusione

2.1 - Sistema di videosorveglianza

Nel presente progetto, per come riportato in premessa è prevista la realizzazione di un sistema di sicurezza mediante videosorveglianza e sistemi anti-intrusione, che comprende anche il controllo della partenza delle condotte dalle vasche di carico.

L' impianto di videosorveglianza è composto da n.6 telecamere e da un apparecchio registratore ad otto canali (DVR 8CH), alloggiato all'interno di apposito quadro.

Le sei unità di video sorveglianza previste sono formate ognuna da una Telecamera IP a colori del tipo Day & Night con ottica fissa da 3.6 mm e risoluzione in HD (720p) 30 ips sistemata in un contenitore waterproof con protezione IP66 e per il loro funzionamento sono previsti, per ogni camera di manovra, anche 30 illuminatori ad infrarosso con portata di 30 metri. Il videoregistratore previsto è del tipo digitale AHD stand-alone con 4 ingressi in HD (720p) e/o TVI e/o analogici 960H e/o IP completo di collegamento ad internet per la visualizzazione delle riprese dal centro operativo Sorical.

2.2 - impianto antiintrusione. L' impianto previsto, per ognuna delle tre camere di manovra in progetto, è composto da una sirena esterna, da una sirena interna, da una tastiera d'inserimento codice alfanumerico per disattivazione od inserimento allarme, da 2 rivelatori d'allarme a doppia tecnologia, da un contatto magnetico alla porta di ingresso della camera di manovra e dalla centralina di allarme, con predisposizione del collegamento ad internet satellitare per il monitoraggio dal Centro operativo Sorical.

3- Impianto fotovoltaico.

Per come si può rilevare dagli allegati grafici relativi alle Vasche di disconnessione, ad ogni camera di manovra, compresa la n. 3 di arrivo, ubicata nei pressi della centrale idroelettrica di San Salvatore e quindi nelle immediate vicinanze di un centro abitato con presenza della rete elettrica nazionale, è previsto un impianto fotovoltaico da 4140 Wp Standalone ubicato sul tetto del torrino di accesso alla camera di manovra stessa. L'impianto previsto è composto da pannelli fotovoltaici in celle monocristallino collegate in serie e con inverter di potenza adeguata. I pannelli fotovoltaici saranno sistemati sul tetto per mezzo di una struttura di sostegno mentre i quadri elettrici saranno ubicati all'interno delle camere di manovra. Per ogni impianto di che trattasi è prevista l'installazione di 12 pannelli fotovoltaici in silicio policristallino di potenza 345Wp cadauno, composti da celle monocristallino collegate in serie e con copertura frontale in vetro temperato ad alta trasmittanza testurizzato da minimo 3 mm di spessore. La copertura posteriore di ogni pannello è prevista in poliestere e la scatola di terminazione con protezione IP 55. Ogni pannello, a bassa manutenzione ed alta efficienza, è munito di una cornice di chiusura stagna in alluminio e la temperatura operativa prevista va da -40 °C a +85 °C. L'impianto, per come sopra riportato sarà posto in opera con i relativi sostegni in acciaio zincato ed collegamenti elettrici avverranno all'interno di apposite tubazioni portacavo. I convertitori di tensione previsti per l'impianto saranno di adeguata dimensione e sarà fornito inoltre un pacco batterie capace di alimentare le varie utenze elettriche durante le ore notturne e di garantire il funzionamento in continuo delle apparecchiature alimentate.

4. Impianto elettrico alle vasche di disconnessione

Gli impianti previsti in progetto, come riportato nell'allegato grafico B16.00, da realizzarsi, all'interno ed all' esterno di ogni vasca di disconnessione sono i seguenti:

- Quadro generale
- Linee principali di distribuzione;
- Impianti di illuminazione normale, di emergenza e di sicurezza;
- Impianti di FM e prese di servizio;
- Allacciamento impianti meccanici;
- Collegamenti equipotenziali;
- Impianto generale di terra;
- Impianto rilevazione incendi;
- Opere murarie annesse agli impianti.

4.1. Riferimenti normativi generali e particolari

Si riportano di seguito le principali norme e leggi di riferimento relativamente agli impianti previsti in progetto:

RIFERIMENTI NORMATIVI GENERALI

DPR 547 27 Aprile 1955	Norme Prevenzione infortuni sul Lavoro
L. 1° Marzo 1968 n. 186	Disposizioni concernenti impianti e componenti elettrici
L. 5 Marzo 1990 n.46	Norme per la sicurezza degli impianti
Norme CEI emanate dai seguenti comitati:	
CT11	Impianti elettrici ad alta tensione e di distribuzione pubblica e BT
CT12	Radiocomunicazioni
CT16	Contrassegni dei terminali e altre identificazioni
CT17	Grosse apparecchiature
CT20	Cavi per energia
CT70	Involucri di protezione
CT103	Reti e apparati per servizi di telecomunicazione
Tabelle CEI-UNEL	

RIFERIMENTI NORMATIVI PARTICOLARI

	Per le caratteristiche generali dell'impianto:
CEI 64-8/1 Fasc.1916	Principi fondamentali
CEI 64-8/2 Fasc.1917	Definizioni
CEI 64-8/3 Fasc.1918	Caratteristiche generali
CEI 64-8/4 Fasc.1919	Prescrizioni per la sicurezza
CEI 64-8/5 Fasc.1920	Scelta ed installazione dei componenti
CEI 64-8/6 Fasc.1921	Verifiche
CEI 31 – 30	Classificazione dei luoghi pericolosi
CEI 31 – 35 - 31-35 A	Guida all'applicazione delle norme CEI 31 -30
CEI 31 – 33	Imp. Elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas
	Per le condutture
CEI 20-19 Fasc.1344	Cavi isolati in gomma per tens.450/750V
CEI 20-20 Fasc.1345	Cavi isolati in pvc per tens.450/750V
CEI 20-40 Fasc.1772 G	Guida per l'uso dei cavi in BT
CEI 20-22 Fasc.1025	Cavi non propaganti l'incendio
CEI 20-38 Fasc.1026	Cavi a basso sviluppo di fumi e gas tossici
CEI 23-8 Fasc.335	Tubi protettivi rigidi in pvc
CEI 23-14 Fasc.297	Tubi protettivi flessibili in pvc
CEI 23-28 Fasc.1177	Tubi metallici per installazioni elettriche
	Per altri componenti
CEI 17-13/1 Fasc.1433	Quadri di BT
CEI 23-3 Fasc.1550	Interruttori per usi domestici o similari

CEI 23-5 Fasc.306	Prese a spina per usi domestici o similari
CEI 23-9 Fasc.823	Apparecchi di comando
CEI 23-12 Fasc.298	Prese a spina per usi industriali
CEI 23-18 Fasc.532	Interruttori differenziali
CEI 17-5 Fasc.1036	Interruttori automatici
CEI 23-28 Fasc.1177	Tubi metallici per installazioni elettriche
	Legislazione particolare
DM 16-2-92	Attività soggette a visite di prevenzione incendi

4.2. Criteri di progetto generali

Le caratteristiche e le prestazioni richieste e previste dall'impianto in progetto sono le seguenti:

- Agevole ampliabilità del quadro generale di bassa tensione;
- Previsione di tutti i cunicoli e canalizzazioni o cavidotti di collegamento tra i vari locali e l'esterno;
- Gli impianti sono predisposti per una eventuale gestione da PLC o da supervisore;
- Realizzazione degli impianti speciali a quelli strettamente necessari alla funzionalità del complesso

4.3. Descrizione dell'impianto elettrico

4.3.1. Forniture e quadri elettrici

Il sistema di distribuzione dell'impianto elettrico previsto in progetto, è di tipo TT. L'alimentazione Elettrica avverrà mediante fornitura ENEL in Bassa Tensione. Il punto di consegna da parte dell'ente distributore sarà da individuarsi mediante contatore di energia elettrica installato all'esterno dell'edificio, ma comunque questo può essere ubicato anche all'interno dello stesso.

La distribuzione dell'energia elettrica, che verrà effettuata mediante il quadro generale di bassa tensione, con una sola interfaccia di alimentazione in FM normale, ovvero con le alimentazioni elettriche di tutte le utenze direttamente da RETE. Tutti i quadri elettrici ed gli organi elettrici principali saranno inaccessibili a persone non autorizzate.

4.3.2. Cavi e canalizzazioni

I cavi da adottare dovranno essere dei tipo FG7(O)R, del tipo a bassa emissione di fumi, secondo le disposizioni delle Norme CEI 20-13 e 20-22. Le pose dei cavi per le linee principali sono le seguenti:

- dal quadro elettrico Generale di bassa tensione *Q-Gen* le linee saranno posate in tubazione in pvc rigida per le linee di distribuzione interna ed in cavidotto interrato per le linee esterne.

Le distribuzioni all'interno degli ambienti saranno realizzate con cavi tipo N07V-K posati o a vista, con tubazioni corrugate flessibili o rigide.

4.3.3. Utenze FM ed Illuminazione normale

Le utenze da alimentare sono essenzialmente:

- prese CEE o quadretti prese CEE
- prese 2P+T 10A, o UNEL
- corpi illuminanti;
- apparecchi elettromeccanici
- impianti di telecontrollo e videosorveglianza.

4.3.4. Utenze Illuminazione normale e di emergenza

Tutte queste utenze sono visibili come posizioni sui disegni allegati al progetto. Per quanto riguarda l'impianto di illuminazione, è stata prevista la suddivisione dei circuiti: sia per l'illuminazione normale, sia per l'illuminazione di emergenza e di sicurezza,

Sono previste l'installazione di n.3 plafoniere al neon 2x58W per ogni locale camera di manovra con una lampada di emergenza sulla porta per evidenziare la via di fuga. I livelli di illuminamento sono quelli previsti dalle Norme, per l'illuminazione di sicurezza sono stati previsti apparecchi che garantiranno un illuminamento medio di 5 lux sulle vie di fuga.

4.3.5. Impianto equipotenziale

- Tutti i locali aule saranno dotati di nodo equipotenziale, costituito da una cassetta in PVC con coperchio trasparente in policarbonato, in cui sarà installata una barra di rame cui faranno capo i conduttori equipotenziali opportunamente contrassegnati.

I conduttori equipotenziali saranno costituiti da cavi tipo N07V-K, che saranno protetti da tubi flessibili sottotraccia; avranno sezioni di 6 mm² per le masse estranee e di 4 mm², per le prese singole. Per i gruppi prese saranno realizzati dei sottonodi, ai quali si giungerà dal nodo con sezione di 6mm².

Ai nodi equipotenziali dovranno essere collegati:

- il morsetto di terra delle varie prese;
- le parti metalliche dei corpi illuminanti posti ad altezza inferiore a 2,5 m;
- le tubazioni metalliche dell'acqua;
- i telai dei serramenti in contatto con i ferri di armatura dei cemento armato;

Tutti i nodi equipotenziali saranno collegati al conduttore di protezione N07V-K 1x16mm², proveniente dall'esterno.

4.4. Impianto di terra

L'impianto generale di terra sarà realizzato nel rispetto della CEI 64-8 e come previsto in progetto. Esso sarà costituito da:

4.4.1. Sistema di dispersione generale

Il sistema di dispersione generale è composto da dispersori a croce in acciaio zincato, 50x5 mm, di lunghezza di 1,0 ml, posti in pozzetti delle dimensioni di 40x40 cm con chiusino in c.a. e contrassegno di terra.

I suddetti dispersori saranno collegati tra loro con corda di rame nuda da 25 mm² posata direttamente nel terreno ad una profondità di 50 cm.

Questo sistema si svilupperà sul perimetro del fabbricato come evidenziato sulle piante ed andrà a collegarsi ai dispersori presenti nei locali tecnici. Il Sistema di terra così costituito dovrà rispettare la condizione imposta dalle norme, ossia che la resistenza di terra abbia un valore dato dalla seguente formula:

$$R_t \leq 50/I_{dn}$$

In Ogni Caso tale valore dovrà essere verificato in fase di collaudo dall' installatore, tenendo conto della taratura del relè differenziale dell'interruttore generale.

4.4.2. Collettore o nodo principale di terra

Esso sarà collegato al sistema esterno mediante conduttore isolato N07V-K 1x25mm² posato in tubazioni di PVC; ad esso faranno capo tutti i conduttori di protezione provenienti dai sottonodi ai sottoquadri di zona, o dalle masse e masse estranee.

Sarà costituito da una sbarrette di rame posata tramite isolatori su parete fissa, e sulla quale dovranno essere identificati tutti i conduttori di protezione.

4.4.3. Conduttori di protezione

Essi collegheranno al nodo di terra tutte le masse dell'impianto; vale a dire i sottonodi ai sottoquadri di zona, e da questi ultimi gli involucri metallici degli utilizzatori, i poli di terra delle prese ecc.

4.5. Criteri di calcolo

Bassa Tensione

4.5.1. Scelta dei cavi

La scelta dei cavi elettrici è effettuata sulla base delle caratteristiche principali dell'impianto, dell'ambiente d'installazione e di tutti gli elementi utili per un corretto dimensionamento.

La scelta della sezione nominale dei cavi elettrici è fatta in funzione dei valori richiesti di portata. I calcoli sono effettuati tenendo conto delle Norme CEI e delle tabelle CEI – UNEL 35024/1, aggiornate al 1 Agosto 1997 e in vigore alla data d'elaborazione del presente progetto.

In fase di progettazione di un impianto elettrico, ai fini di una corretta impostazione, è necessario conoscere:

- a. le caratteristiche elettriche del sistema;
- b. l'ambiente d'installazione;
- c. le condizioni di posa ed il tipo d'installazione;
- d. la portata di corrente;
- e. la tensione d'esercizio, il fattore di potenza ($\cos \phi$) e la lunghezza dei collegamenti;
- f. il tempo d'intervento delle protezioni.

Note le grandezze sopra richiamate, si è in grado di:

1. scegliere il tipo di cavo idoneo in base alla tipologia dell'ambiente d'installazione;
2. calcolare e verificare la sezione in conformità a:
 - a. tipo d'ambiente;
 - b. tipo di posa e d'installazione;
 - c. temperatura ambiente;
 - d. temperatura massima d'esercizio del materiale isolante;
 - e. resistività termica del terreno, se la posa è interrata;
3. determinare la temperatura effettiva del conduttore alla corrente impostata;
4. determinare per i cavi la massima corrente di corto circuito sopportabile dal cavo, la corrente minima di corto circuito ai fini della protezione della linea e all'energia specifica passante (I^2t), in relazione al tempo d'intervento delle protezioni;
5. determinare per i cavi a Bassa Tensione la Caduta di Tensione.

4.5.2. Tipo d'impianto

Il sistema realizzato per la struttura è di tipo TT, l'utilizzo dell'energia avviene in ambiente sotto forma corrente alternata trifase e monofase 400V/230V.

Per quanto riguarda le tensioni nominali dei cavi (U_0/U) e il grado d'isolamento si riporta di seguito la tabella di corrispondenza:

GRADO ISOLAMENTO	TENSIONE NOMINALE	SIMBOLO DI DESIGNAZIONE CEI 20-27
1.5	300/300 V	03
2	300/500 V	05
3	450/750 V	07
4	0.6/1.0 KV	1

La tipologia dell'ambiente d'installazione è in funzione delle particolari situazioni che possono presentarsi. Nel caso particolare le scelte effettuate tengono conto dei requisiti delle norme:

CEI 11-17 "*Linee in cavo*"

CEI 64-8 "*Impianti elettrici utilizzatori ...*"

Da un punto di vista generale gli Ambienti sono così suddivisi:

- Ambiente Normale;
- Ambiente a Solo Rischio d'Incendio;
- Ambiente a Rischio d'Incendio e con Pericolosità di Fumi.

4.5.3. Condizioni di posa dei cavi

Le norme prevedono la seguente suddivisione:

Cavi Posati In Aria

Cavi Posati Per Un Tratto In Aria Ed Un Tratto Nel Terreno (POSA Mista)

Cavi Posati Nel Terreno.

4.5.4. Servizio Mobile

Per l'utilizzo in Servizio Mobile sono previsti esclusivamente i cavi idonei a sopportare movimentazioni nel tempo (prolunghe). Tali cavi possono essere installati anche in posa fissa essendo un servizio meno gravoso (i cavi per tamburo avvolgicavo non sono riconducibili a questa tipologia).

4.5.5. Tipo di Posa in Aria

La posa in ARIA comprende tutte quelle condizioni in cui i cavi sono posati a diretto contatto con l'aria o racchiusi in canaline o in tubi a loro volta posati in aria (a quest'ultimo caso si riconduce anche la posa sotto modanatura) oppure racchiusi in un cavedio.

4.5.6. Conduttore di neutro e di protezione (PE)

Il neutro e il conduttore di protezione PE sarà del tipo flessibile e d'opportuna sezione.

4.5.7. Numero di conduttori attivi

Nei sistemi elettrici in corrente alternata monofase il numero dei conduttori attivi è pari a tre (fasi RST). Nei sistemi elettrici in corrente alternata monofase o in corrente continua i conduttori attivi possono essere o due o quattro.

Per ciò che concerne la scelta del tipo d'isolamento del cavo il calcolo è eseguito sulla base della tipologia dell'ambiente d'installazione e degli altri parametri impostati nelle fasi precedenti, selezionando i cavi adatti. La scelta del tipo di cavo tiene conto della tensione d'esercizio ed il tipo di servizio richiesto. I cavi elettrici sono suddivisi in base al tipo d'isolamento utilizzato:

PVC o GOMMA

La scelta del tipo d'isolamento tiene conto delle temperature caratteristiche dei materiali isolanti:

	T_z (°C)	T_{cc} (°C)
PVC	70	160
GOMMA	90	250

La simbologia dei cavi risponde alla Norma CEI 20-27 (traduzione in italiano della norma CENELEC HD 361) oppure alla tabella CEI UNEL 35011. L'impiego delle sigle di designazione a Norma CEI 20-27 è riservato esclusivamente ai cavi armonizzati (ad eccezione dei cavi autorizzati in passato dal CENELEC). Per i cavi di tipo nazionale (e per eventuali futuri tipi armonizzati) la sigla di designazione deve essere concorde alla simbologia della tabella CEI UNEL 35011.

Altro aspetto importante da richiamare sono le norme che definiscono i cavi nei confronti del fuoco. La Norma CEI 20-35 prevede la prova di NON PROPAGAZIONE DELLA FIAMMA SU UN SINGOLO CAVO. Un singolo cavo posato verticalmente è sottoposto alla fiamma: per superare la prova il danneggiamento o la carbonizzazione non devono superare i limiti fissati dalla norma in oggetto.

La Norma CEI 20-22, che contraddistingue le prove quindi i cavi NON SIANO PROPAGANTI L'INCENDIO, si divide in due parti: il capitolo II (metodologia più severa di prova) ed il capitolo III.

Il capitolo II prevede che siano oggetto prove campioni di cavo lunghi 4,5 m, aventi non meno di 10 kg/m di materiale non metallico; le tracce di combustione non devono superare i 3,5 m dal bordo del bruciatore. Per quanto riguarda i cavi con tensione nominale inferiore a 0,6/1 KV, privi di rivestimento protettivo e che non siano isolati in PVC, il materiale metallico non deve essere meno di 5 kg/m.

Il capitolo III prevede che i campioni di cavo, non inferiori a 3,5 m, corrispondano nel loro insieme, ad un volume di 1,5 dm³ per metro di materiale non metallico; le tracce di combustione non devono superare 2,5 m dal bordo del bruciatore.

La Norma CEI 20-36 fornisce le caratteristiche dei cavi RESISTENTI AL FUOCO e il metodo per la loro prova. Il cavo sottoposto ad una serie di fiamme che raggiungono i 750 °C per un periodo continuativo di 3 ore deve mantenere la propria continuità elettrica, tale continuità deve manifestarsi anche oltre 12 ore dallo spegnimento della fiamma.

La Norma CEI 20-37 tratta dei cavi a ridotta emissione di fumi, gas tossici e corrosivi. In particolare si suddivide in tre parti:

1. La prima parte definisce il metodo per la determinazione della quantità di GAS CORROSIVI emessi durante la combustione.

2. La seconda parte definisce il metodo per la determinazione della quantità di GAS TOSSICI emessi durante la combustione.

3. La terza parte definisce il metodo per la determinazione dell'OPACITA' DEI FUMI.

La Norma CEI 20-38 si occupa dei cavi isolati e rivestiti con materiale avente ridotta emissione di fumi e gas tossici/corrosivi. Per i cavi con tensioni nominali non superiori a 1 KV se ne occupa la prima parte, mentre, per quelli a tensione superiore se ne occupa la seconda parte. La norma stabilisce i criteri costruttivi ed i valori delle metodologie di prove delle norme CEI specifiche.

4.5.8. Parametri progettuali

Temperatura Ambiente: Nella posa in aria i valori ammessi sono compresi tra 15 °C e 65 °C, il valore considerato è di 30 °C.

Tensione D'Esercizio : BT 400/230 V.

Fattore di potenza $\cos \phi$: Questo parametro è richiesto in caso di sistema trifase o sistema monofase. E' adottato il valore 0,9 essendo previsto il Rifasamento localizzato per le diverse apparecchiature.

4.5.9. Lunghezza del collegamento

La lunghezza in metri della linea su cui calcolare la caduta di tensione è determinata utilizzando le planimetrie annesse. La stessa è determinata in base alle tabelle CEI UNEL 35023-70 con alcune, più accurate, approssimazioni.

La resistenza dei conduttori è quella relativa alla massima temperatura di funzionamento dei cavi e si riferisce ai conduttori di classe 2 in caso di corda rigida ed ai conduttori di classe 5 in caso di conduttori flessibili, secondo la norma CEI 20-29.

La reattanza dei cavi unipolari non distanziati è riferita a cavi posati a trifoglio chiuso o in piano accostati. Per i cavi unipolari distanziati la reattanza è calcolata in base alla distanza interassiale.

4.5.9.1. Cadute di tensione

Rappresentano le cadute di tensione, in valore percentuale, sulla linea. Sono valutate considerando i conduttori a 70°C per isolamento in PVC ed a 90°C per isolamento in HEPR o AFUMEX.

La formula utilizzata per ottenere la caduta di tensione è la seguente:

$$V = K \times LI \times (R \times \cos \phi + X \times \sin \phi)$$

Tale relazione è valida anche nella determinazione della caduta di tensione per sistemi elettrici in corrente continua in tal caso si deve porre $\cos \phi = 1$ e $\sin \phi = 0$ (corrente e tensione in fase).

Si ricorda inoltre che, in prima approssimazione, si può determinare la caduta di tensione dalla tabella CEI UNEL 35023 – 70.

4.5.9.2. Numero di cavi per fase

Nei casi in cui è ammesso dalle norme CEI, è possibile considerare l'inserimento di più cavi per fase. Sono ammessi valori compresi fra 1 e 9 per entrambe le tipologie di posa (ARIA o INTERRATA).

I cavi devono avere la stessa lunghezza e devono essere disposti in maniera tale da equilibrare le reattanze; è, inoltre, fondamentale rispettare la disposizione delle fasi al fine di assicurare una corretta suddivisione della corrente.

4.5.9.3. Numero di circuiti limitrofi

Occorre specificare il numero dei circuiti limitrofi per valutare i coefficienti di riduzione della portata dei cavi, dovuta all'influenza termica esistente. Nel caso in esame si sono considerati 9 circuiti limitrofi che rappresentano la condizione più sfavorevole.

4.5.10. Scelta delle sezioni

Sulla base dei parametri visti, per ogni linea è calcolata la sezione ottimale dei conduttori. E' utilizzato il criterio elettrico ed il criterio termico per la scelta e la verifica delle sezioni delle membrature.

4.5.11. Calcolo della corrente di corto circuito

Il valore della corrente di corto circuito (I_{cc}) supportabile dai cavi è calcolato in base alle prescrizioni della norma CEI 11-17 considerando la temperatura all'inizio del corto circuito pari alla temperatura massima d'esercizio del cavo e la temperatura alla fine del corto circuito pari a:

- 160°C per i cavi isolati in PVC
- 200°C per i cavi H07RN-F
- 250°C per i cavi isolati HEPR e AFUMEX

Per ottenere il valore della I_{cc} , e' richiesta la durata del cortocircuito espressa in secondi. I valori ammessi sono compresi tra 0,001 e 5,000 secondi; nel nostro caso è stata considerata una durata del corto circuito pari a 0,1 secondi.

4.5.10.1. Massima corrente ammissibile sul cavo

Per il calcolo della massima corrente ammissibile sul cavo deve essere verificata la relazione:

$$S \frac{24}{12} [I_{cc} \frac{3}{2} SQR(T)] / K$$

Viceversa, data una certa sezione di conduttore, la massima corrente di corto circuito ammessa è data dalla relazione:

$$I_{ccmax} = (S^{\frac{3}{2}} K) / [SQR(T)]$$

Inoltre, si può calcolare il valore in ampère relativo alla corrente di corto circuito effettiva nella conduttura ai fini della scelta della protezione. Per maggiori informazioni si veda anche la norma CEI 64-8 terza edizione art. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti".

4.5.10.2. Corrente minima di cortocircuito

Come corrente di cortocircuito minima si considera quella corrispondente ad un corto circuito che si produca tra fase e neutro (o tra fase e fase se il conduttore di neutro non è distribuito), nel punto più lontano della conduttura protetta e, nel caso l'impianto sia alimentato da più sorgenti, si deve prendere in considerazione solo una sorgente, precisamente quella corrispondente alla corrente di cortocircuito minima.

La determinazione della corrente di cortocircuito presunta, nella maggior parte dei casi che si presentano in pratica può essere effettuata con la formula che segue, ammettendo un aumento del 50% della resistenza del circuito rispetto al valore a 20°C, dovuto al riscaldamento dei conduttori causato dalla corrente di cortocircuito, e tenendo conto di una riduzione a 80% della tensione d'alimentazione, per effetto della corrente di cortocircuito rispetto alla tensione nominale d'alimentazione.

Nel caso in cui, invece, si conosca il valore dell'impedenza del circuito a monte, il coefficiente 0,8 deve essere sostituito da un valore preciso:

$$I_{ccmin} = (0,8^{\frac{3}{2}} U_0) / [1,5^{\frac{3}{2}} (2L / S)]$$

La formula utilizzata per il calcolo della temperatura effettiva d'esercizio è la seguente:

$$T_f = [I_n / (P_n^{\frac{3}{2}} N)]^{\frac{3}{2}} (T_e - T_a) + T_a$$

4.5.12. Scelta degli interruttori

Determinate le sezioni dei cavi bisogna prevedere protezioni contro i sovraccarichi, i corto circuiti e i contatti indiretti. La soluzione adottata è quella di utilizzare interruttori automatici dotati di relè magneto-termico differenziale ($I_{an} = 10, 30, 3000 \text{ mA}$) aventi una corrente nominale tale da soddisfare contemporaneamente le condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f < 1,45 \times I_z$$

avendo posto

I_b corrente assorbita dall'utilizzatore

I_n corrente nominale dell'interruttore

I_z portata del cavo

I_f corrente di funzionamento dell'interruttore.

4.5.13. CALCOLO ILLUMINOTECNICO

Per la determinazione del flusso luminoso totale, necessario a garantire un fissato illuminamento medio sul piano di lavoro considerato ad 0.85 m rispetto al pavimento, e quindi il numero e la potenza delle lampade, si è utilizzata la formula

$$i = n \times \$ = E \times S / C \times M$$

essendo (metodo del flusso totale):

i flusso globale emesso dalle lampade [lumen]

n numero delle lampade

$\$$ flusso luminoso emesso da una lampada [lumen]

E illuminamento medio sul piano di lavoro [lux]

S superficie del locale [m²]

C coefficiente d'utilizzazione

M coefficiente di manutenzione

4.5.14. Prescrizioni tecniche

L'impresa esecutrice dei lavori dovrà rispettare la normativa vigente all'atto dell'esecuzione dei lavori ed in particolare:

Norma CEI 64-8; Norma CEI 17-13; Legge 46/90 e regolamento di attuazione DPR 547; Legge 168; D.L 626/94 e successive modifiche DL 242 /96; Norme UNEL relative e certificazione CE-ISO 9000; Altre indicate dalla direzione dei lavori

5 - Conclusioni

Per quanto sopra riportato, con le apparecchiature previste relative al telecontrollo e telemisura, al sistema di video-sorveglianza ed antintrusione, all'impianto fotovoltaico ed all'impianto elettrico, capace di far funzionare le apparecchiature installate, l'organizzazione delle attività di conduzione dell'acquedotto ne risulta notevolmente facilitata e comunque, per ciò che riguarda il telecontrollo, risulterà sempre possibile il funzionamento in "manuale" dell'opera.