

COMMITTENTE



COMUNE DI GENOVA

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
ALBERTO BITOSSI
IL DIRETTORE ESECUTORE DEL CONTRATTO
ANTONIO ROSSA

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER
IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE
CONNESSE)**

PROGETTAZIONE

MANDANTARIA



MANDANTE

MANDANTE

MANDANTE



Società  Engineering and Technical Services
S.p.A.

SISTEMA DI IS, LOCALIZZAZIONE, SUPERVISIONE E CONTROLLO
DELLA LINEA

TELECONTROLLO E TELECOMUNICAZIONI (SCADA) – RELAZIONE TECNICA

IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE

Dott. Ing. *Alessandro Peresso*

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

E 2 1 D 0 2 D Z 2 R H I S 0 0 0 0 0 0 1 D

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	ETS	08/2021	D. Romano	08/2021	G. Parietti	08/2021	A. Peresso
B	Revisione a seguito istruttoria Stazione Appaltante	ETS	09/2021	D. Romano	09/2021	G. Parietti	09/2021	A. Peresso
C	Revisione a seguito commenti	ETS	02/2022	D. Romano	02/2022	G. Parietti	02/2022	A. Peresso
D	Revisione a seguito commenti	ETS	05/2022	D. Romano	05/2022	G. Parietti	05/2022	<i>A. Peresso</i>

File: E21D02DZ2RHIS0000007D

n. Elab.:

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
SISTEMA DI IS, LOCALIZZAZIONE, SUPERVISIONE E CONTROLLO DELLA LINEA-TELECONTROLLO E TELECOMUNICAZIONI (SCADA) – RELAZIONE TECNICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z2</td> <td>RH</td> <td>IS000 007</td> <td>D</td> <td>2 di 18</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	2 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	2 di 18								

Sommario

1. PREMESSA.....	3
1.1 Note relative a marchi commerciali	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3. SISTEMA DI AUTOMAZIONE SSE	7
3.1 Soluzione prevista in progetto.....	7
3.2 Schema funzionale della SSE tipica	9
4. TIPOLOGIA DELLE APPARECCHIATURE	11
4.1 Generalità	11
4.2 Caratteristiche generali dei PLC (Controllori a logica programmabile).....	12
4.3 PLC di controllo di SSE.....	12
4.4 Tipologia delle reti di comunicazione	13
4.5 Realizzazione della rete di comunicazione	14
4.6 Nodi di rete	14
4.7 Postazioni di supervisione	15
4.7.1 Postazioni di supervisione locali di SSE	15
4.7.2 Postazione di supervisione di centro	15
4.8 Disponibilità del sistema di Telecontrollo e Telecomunicazioni (SCADA)	15
5. SEGNALI I/O	16

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
SISTEMA DI IS, LOCALIZZAZIONE, SUPERVISIONE E CONTROLLO DELLA LINEA-TELECONTROLLO E TELECOMUNICAZIONI (SCADA) – RELAZIONE TECNICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z2</td> <td>RH</td> <td>IS000 007</td> <td>D</td> <td>3 di 18</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	3 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	3 di 18								

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica, allegata alla documentazione di progetto, ha per oggetto la descrizione dell'impianto di telecontrollo e telecomando (SCADA), previsto nell'ambito del progetto filoviario dei 4 Assi di forza della Città di Genova.

1.1 Note relative a marchi commerciali

Le indicazioni di tipi e marche commerciali indicate nei documenti ed elaborati di progetto sono da intendersi come **dichiarazione di caratteristiche tecniche** e come tali non sono vincolanti.

Sono state definite tali tipologie al solo scopo di sviluppo dei calcoli di progetto, al fine di garantire il rispetto e la verifica delle prescrizioni tecniche applicabili all'impianto in oggetto.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
SISTEMA DI IS, LOCALIZZAZIONE, SUPERVISIONE E CONTROLLO DELLA LINEA-TELECONTROLLO E TELECOMUNICAZIONI (SCADA) – RELAZIONE TECNICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z2</td> <td>RH</td> <td>IS000 007</td> <td>D</td> <td>4 di 18</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	4 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	4 di 18								

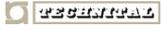
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Di seguito si riporta la principale normativa di riferimento:

- CEI 0-16 “Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle Imprese distributrici di energia elettrica”;
- CEI 0-21 “Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti BT delle Imprese distributrici di energia elettrica”;
- CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua”;
- Norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- Norma CEI EN 50522 (CEI 99-3) Messa a terra degli impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- Guida CEI 99-5 Guida per l’esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a.;
- Norma CEI 60831-1 (CEI 33-9) "Condensatori statici di rifasamento di tipo autorigenerabile per impianti di energia a corrente alternata con tensione nominale inferiore o uguale a 1 kV" Parte 1: Generalità - Prestazioni, prove e valori nominali - Prescrizioni di sicurezza - Guida per l'installazione e l'esercizio;
- Norma CEI 60831-2 (CEI 33-10) "Condensatori statici di rifasamento di tipo autorigenerabile per impianti di energia a corrente alternata con tensione nominale inferiore o uguale a 1 kV" Parte 2: Prova di invecchiamento, prova di autorigenerazione e prova di distruzione;
- Norma CEI 60931-1/A1 "Condensatori statici di rifasamento di tipo non autorigenerabile per impianti di energia a corrente alternata con tensione nominale inferiore o uguale a 1000V" Parte 1: Generalità - Prestazioni, prove e valori nominali - Prescrizioni di sicurezza - Guida per l'installazione e l'esercizio;
- Norma CEI 61921 "Condensatori di potenza - Batterie di rifasamento a bassa tensione";
- Norma CEI 61642 "Reti industriali in corrente alternata affette da armoniche - Applicazione di filtri e di condensatori statici di rifasamento";
- Delibera AEEG del 2 maggio 2013/180/2013/R/EEL "Regolazione tariffaria per prelievi di energia reattiva nei punti di prelievo connessi in media e bassa tensione, a decorrere dall'anno 2016";

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
SISTEMA DI IS, LOCALIZZAZIONE, SUPERVISIONE E CONTROLLO DELLA LINEA-TELECONTROLLO E TELECOMUNICAZIONI (SCADA) – RELAZIONE TECNICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z2</td> <td>RH</td> <td>IS000 007</td> <td>D</td> <td>5 di 18</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	5 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	5 di 18								

- Regolamento CPR (UE 305/2011) relativamente ai cavi elettrici;
- Decreto legislativo n.106/2017 "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento UE n.305/2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CE";
- D.P.R. 791 del 24/07/1956 Attuazione della Direttiva CEE 73/23 relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;
- Legge n. 186/68 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- Norma CEI EN 60073 1997 Principi fondamentali e di sicurezza per le interfacce uomo-macchina, la marcatura e l'identificazione. Principi di codifica per i dispositivi indicatori e per gli attuatori;
- Norma CEI EN 60447 1997 Interfaccia uomo-macchina. Principi di manovra;
- Norma CEI EN 60947 1997 Apparecchiatura a bassa tensione;
- Norma CEI EN 60439-1 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). (17-13/1);
- Norma CEI 17-19 Apparecchiatura industriale a bassa tensione;
- Norma CEI 20-20 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750V;
- Norma CEI EN 60204 Equipaggiamenti elettrici di macchine industriali;
- Norma CEI 65-5 Compatibilità elettromagnetica per apparati di misura e comando per processi industriali;
- Norma CEI 70-1+V1 Gradi di protezione degli involucri. Classificazione;
- CEI EN 60617 Segni grafici per schemi.
- Aderenza ai "Foundational Requirements" della IEC 62443:
 - FR 1 – Identification and authentication control (IAC) [Identificazione e controllo di Autenticazione].
 - FR 2 – Use control (UC) [Controllo d' Uso].
 - FR 3 – System integrity (SI) [Integrità di Sistema].
 - FR 4 – Data confidentiality (DC) [Confidenzialità dei Dati].
 - FR 5 – Restricted data flow (RDF) [Flusso dei Dati con Restrizione].
 - FR 6 – Timely response to events (TRE) [Tempestività di Risposta agli eventi].
 - FR 7 – Resource availability (RA) [Disponibilità di Risorse].



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

SISTEMA DI IS, LOCALIZZAZIONE, SUPERVISIONE E CONTROLLO DELLA LINEA-TELECONTROLLO E TELECOMUNICAZIONI (SCADA) – RELAZIONE TECNICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	6 di 18

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
SISTEMA DI IS, LOCALIZZAZIONE, SUPERVISIONE E CONTROLLO DELLA LINEA-TELECONTROLLO E TELECOMUNICAZIONI (SCADA) – RELAZIONE TECNICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z2</td> <td>RH</td> <td>IS000 007</td> <td>D</td> <td>7 di 18</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	7 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	7 di 18								

3. SISTEMA DI AUTOMAZIONE SSE

La soluzione proposta è basata su di una struttura modulare, espandibile e ridondata che utilizza componenti di primaria marca, quali:

- Pacchetto software SCADA di supervisione;
- Controllori programmabili (PLC) in un contesto ridondante;
- Unità remote input/output (RIO);
- Switch ethernet;
- Basi di interfaccia con morsettiere.

I materiali ed i pacchetti software previsti rispondono alle principali norme europee e mondiali e sono tutti di tipo industriale, con particolare riferimento alla Norma IEC 1131-1, riguardante la standardizzazione dei Controllori Logici Programmabili.

3.1 Soluzione prevista in progetto

La soluzione proposta per questa applicazione, rimanendo coerente con l'architettura elettrica delle sottostazioni e con le necessità di controllo e diagnostica remota, è in grado di garantire un livello di disponibilità, continuità di esercizio e quindi tollerabilità nei casi di singoli guasti al sistema di automazione.

Al fine di limitare i disservizi legati ai possibili guasti su citati, la proposta è così articolata:

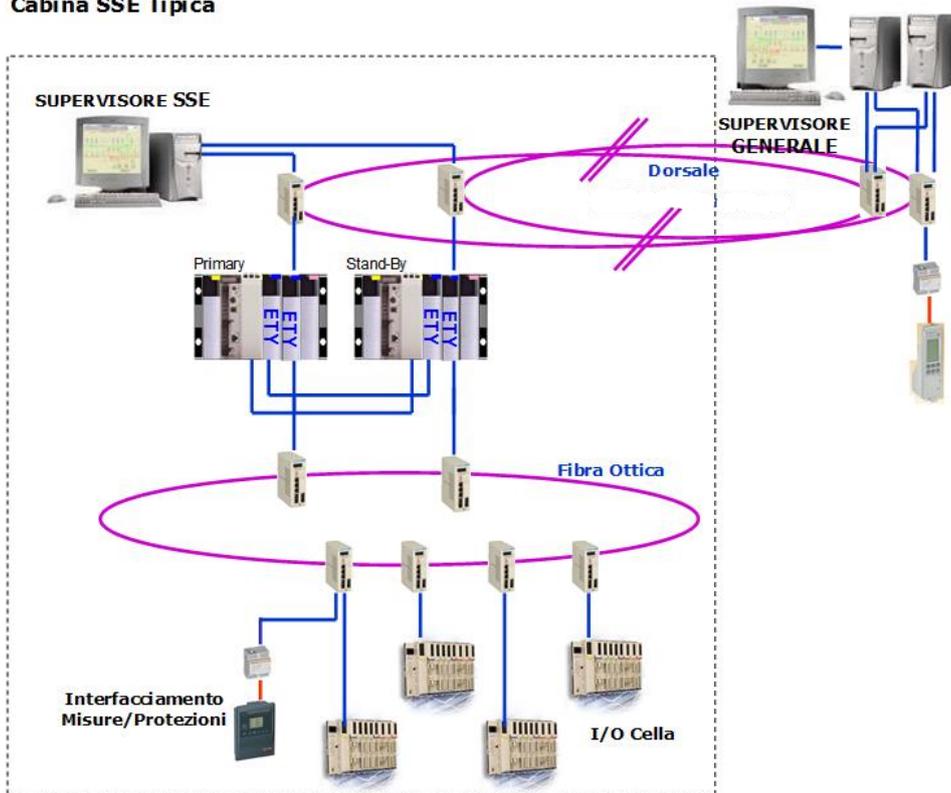
- Utilizzo del PLC locale e non Centrale di telecontrollo per le sottostazioni. Infatti, anche in assenza di un PLC centrale, le sottostazioni saranno comunque coordinate fra di loro in quanto la soluzione proposta prevede Unità di Controllo Locali con autonoma capacità di comunicazione (Primario/Secondario), che quindi potranno gestire le comunicazioni:
 - In modo costante, con ridotta occupazione di banda per effettuare attività di diagnostica delle reti di comunicazione, dello stato dei sistemi di automazione delle altre sottostazioni;
 - Su evento per informare in modo efficace (quando serve) ed efficiente (banda utilizzata solo quando richiesto);

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
SISTEMA DI IS, LOCALIZZAZIONE, SUPERVISIONE E CONTROLLO DELLA LINEA-TELECONTROLLO E TELECOMUNICAZIONI (SCADA) – RELAZIONE TECNICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z2</td> <td>RH</td> <td>IS000 007</td> <td>D</td> <td>8 di 18</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	8 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	8 di 18								

- Utilizzo di un PLC in configurazione ridondata; In questo modo si aumenta il livello di disponibilità e si semplifica l'architettura;
- Utilizzo di una rete Ethernet Modbus TCP/IP in configurazione ad anello ottico per la gestione dei gruppi di I/O. In questo modo si aumenta il livello di disponibilità delle comunicazioni di sottostazione. L'interruzione della fibra ottica sarà tollerata e non comporterà la perdita della capacità di gestione delle sezioni elettriche di sottostazione.
- Ogni "sezione elettrica" disporrà di proprio gruppo di I/O (in funzione della configurazione elettrica di sottostazione e alloggiati nei medesimi quadri elettrici), interfacciato con il PLC ridondata tramite switch ethernet con porte ottiche monomodali. Nel dettaglio, sono previsti:
 - Un gruppo di I/O remoti per: Comparto di MT;
 - Un gruppo di I/O remoti per: Comparto CC;
 - Un gruppo di I/O remoti per: Comparto BT e servizi ausiliari di SSE.
- In termini di sicurezza logica, il sistema di telecontrollo e telecomunicazioni (SCADA) dovrà tenere conto delle prescrizioni applicabili riportate nel documento E21D00DZ2RHIS0000006 "Rete TLC – Relazione Tecnica".

3.2 Schema funzionale della SSE tipica

Cabina SSE Tipica



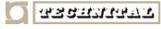
Legenda componenti



PLC in configurazione ridondata



Switch Ethernet con porte F.O. e rame RJ45 o in alternativa, collegamenti diretti in rame.



PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)

SISTEMA DI IS, LOCALIZZAZIONE, SUPERVISIONE E CONTROLLO DELLA LINEA-TELECONTROLLO E TELECOMUNICAZIONI (SCADA) – RELAZIONE TECNICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	10 di 18



Gruppi I/O remoti (all'interno dei quadri MT, quadri CC e quadro BT di SSE) con interfaccia Modbus/rete Ethernet



Relè di protezione nel quadro MT

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
SISTEMA DI IS, LOCALIZZAZIONE, SUPERVISIONE E CONTROLLO DELLA LINEA-TELECONTROLLO E TELECOMUNICAZIONI (SCADA) – RELAZIONE TECNICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z2</td> <td>RH</td> <td>IS000 007</td> <td>D</td> <td>11 di 18</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	11 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	11 di 18								

4. TIPOLOGIA DELLE APPARECCHIATURE

4.1 Generalità

Fra le numerose famiglie di prodotti e sistemi per l'automazione, sviluppate per rispondere a specifiche esigenze di settore e d'applicazione, le caratteristiche del controllo di SSE orientano in modo certo alla scelta delle apparecchiature industriali di natura PLC e SCADA di supervisione. Le loro caratteristiche di:

- robustezza e componibilità modulare
- remotabilità dell'intelligenza e dei segnali
- ridondabilità dell'intelligenza
- semplicità di programmazione e disponibilità di protocolli / interfacce di rete coprono in modo completo ed ottimale i requisiti del telecontrollo e telecomando.

Sono invece da escludere:

- Le tecnologie di Building Automation, appoggiate su reti di comunicazione lente e non deterministiche (as. Lonwork, Bacnet etc.);
- I sistemi DCS per il controllo di processo, che risultano sovradimensionati per i limitati requisiti di regolazione analogica;
- Le tecnologie della famiglia Soft-Plc, che allocano i compiti di sorveglianza su piattaforme hardware PC e pertanto di affidabilità ridotta in considerazione degli ambienti di utilizzo e del possibile mancato presidio;
- I sistemi SIL2 o 3 in cui l'incoerenza con il livello di sicurezza delle apparecchiature in campo rischia di introdurre rischi ulteriori anziché elevare il livello di sicurezza dell'impianto nell'insieme.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
SISTEMA DI IS, LOCALIZZAZIONE, SUPERVISIONE E CONTROLLO DELLA LINEA-TELECONTROLLO E TELECOMUNICAZIONI (SCADA) – RELAZIONE TECNICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z2</td> <td>RH</td> <td>IS000 007</td> <td>D</td> <td>12 di 18</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	12 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	12 di 18								

4.2 Caratteristiche generali dei PLC (Controllori a logica programmabile)

L'elevato grado di affidabilità richiesto nel controllo delle SSE impone l'utilizzo di apparecchiature industriali della famiglia PLC.

La caratteristica principali del PLC sono:

- Elevata resistenza meccanica dovuta all'assenza di parti in movimento (HD, driver etc.);
- Elevata immunità ai disturbi elettromagnetici;
- Funzionamento a temperature comprese fra +0°C e +60°C;
- Modularità delle schede di interfaccia con il campo e possibilità di remotazione dei moduli d'interfaccia mediante utilizzo di reti veloci e sicure;
- Vasta disponibilità di interfacce elettriche per segnali analogici e digitali;
- Separazione di potenziale negli stadi di interfaccia con il campo;
- Ridondanza delle CPU;
- Possibilità di gestire eventi prioritari su interrupt;
- Gestione di protocolli multipli;
- Sistema operativo deterministico adatto alla gestione di segnali e comandi in tempi certi e garantiti;
- Tempi di ciclo inferiori a 100ms;
- Memoria di programma e dati non volatile;
- Possibilità di collegamento in rete di più PLC con logiche locali indipendenti e/o interconnesse;
- Elevato livello di diagnostica a bordo (led di stato), su registri interni e su pagina WEB;
- Linguaggio di programmazione standard (IEC 1131);
- I PLC saranno conformi alle caratteristiche di sicurezza cyber definite nei "Foundational Requirements" della IEC 62443 e certificati Achilles di Livello 2.

4.3 PLC di controllo di SSE

Il PLC si occupa di tutte le logiche di SSE, centralizzando tutti i segnali acquisti in cabina e lungo la tratta (sezionatori di linea); il PLC di controllo è in "CONFIGURAZIONE RIDONDATA", ovvero si prevedono n.2 PLC per ogni SSE.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
SISTEMA DI IS, LOCALIZZAZIONE, SUPERVISIONE E CONTROLLO DELLA LINEA-TELECONTROLLO E TELECOMUNICAZIONI (SCADA) – RELAZIONE TECNICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z2</td> <td>RH</td> <td>IS000 007</td> <td>D</td> <td>13 di 18</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	13 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	13 di 18								

La ridondanza è realizzata accoppiando mediante la rete di comunicazione i due PLC; in questo modo un evento distruttivo del PLC definito “primario” garantirà comunque il controllo della SSE a carico del PLC definito “stand-by o secondario”.

Durante la commutazione dalla CPU primaria a quella di riserva nessun comando di SSE sarà interrotto.

I PLC in configurazione ridondante non avranno I/O a bordo in quanto tutti i segnali, anche nella stessa SSE, devono essere disponibili e condivisi da entrambi i PLC; gli switch del quadro sono dotati di un numero di porte sufficienti al collegamento del PLC, degli I/O condivisi e di altre apparecchiature di SSE comunicanti in Modbus su TCP/IP, quali, ad esempio, le apparecchiature di protezioni elettroniche e strumenti di misura, interfacciate in Modbus TCP/IP tramite convertitori all’interno del quadro.

La configurazione tipica del PLC è la seguente:

- CPU con porta di rete Ethernet in protocollo Modbus TCP/IP
- Alimentatore
- I/O su basi remotabili interfacciate in rete Modbus TCP/IP

Il PLC è installato a rack nel quadro impianti speciali, contenente anche le apparecchiature di nodo della rete quali:

- Pannello ottico;
- Switch di collegamento alla rete;
- Bretelle ottiche da pannello a switch;
- Bretelle UTP da switch ad apparecchiature di controllo.

4.4 Tipologia delle reti di comunicazione

Il requisito essenziale per la sicurezza è la non interruzione delle comunicazioni tra tutti gli elementi facenti parte della configurazione/architettura; la rete di SSE è pertanto uno degli elementi più importanti del sistema in quanto veicolo di trasmissione di tutti i parametri ambientali, di sorveglianza automatica e di chiamata provenienti dai punti di raccolta distribuiti e che, in tutti i casi, devono raggiungere il centro di elaborazione.

Data la natura degli eventi di SSE, che possono essere molto distruttivi (fuori servizio della T.E.), il guasto in un punto della rete di comunicazione è più che un’eventualità e, pertanto, deve essere considerato come elemento di grave rischio.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
SISTEMA DI IS, LOCALIZZAZIONE, SUPERVISIONE E CONTROLLO DELLA LINEA-TELECONTROLLO E TELECOMUNICAZIONI (SCADA) – RELAZIONE TECNICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z2</td> <td>RH</td> <td>IS000 007</td> <td>D</td> <td>14 di 18</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	14 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	14 di 18								

Per tutte le reti sono da utilizzare lo standard IEEE 802.3 (Ethernet) e i servizi TCP/IP; il protocollo Modbus TCP/IP è scelto per unificare tutte le interfacce fra elementi d'automazione e sottosistemi.

Per ulteriori dettagli, si rimanda al documento n. E21D02DZ2RHIS0000006.

4.5 Realizzazione della rete di comunicazione

In considerazione di quanto espresso precedentemente la rete esterna dell'infrastruttura dovrà essere ad anello.

Il mezzo trasmissivo obbligatorio nelle reti ad anello è la fibra ottica che garantisce:

- Immunità alle interferenze EM di natura ambientale o disturbi elettrici provenienti dai cavi di potenza o dalle apparecchiature elettriche in fase di commutazione;
- Maggiore resistenza al fuoco;
- Maggiore durata nel tempo;
- Possibilità di realizzare molti canali di trasmissione in unico cavo, e di mantenere fibre di riserva per future implementazioni;
- Maggiore resistenza del cavo agli agenti atmosferici.

Data l'elevata estensione della rete di SSE la fibra sarà di tipo monomodale (per le reti di comunicazione di tratta si rimanda alla specifica relazione di progetto).

Il cavo utilizzato deve garantire tutte le caratteristiche di isolamento all'umidità, resistenza alla torsione di posa, protezione meccanica antiroditore, resistenza alla fiamma e al calore, in accordo con le normative e i requisiti di ambientali.

4.6 Nodi di rete

Il nodo di rete è il punto di connessione degli apparati alla rete di SSE; l'apparato caratterizzante del nodo è lo switch con interfaccia ottica all'anello e porte di collegamento dei dispositivi di automazione (PLC, isole I/O intelligenti o remote, sistemi Modbus TCP/IP etc.).

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
SISTEMA DI IS, LOCALIZZAZIONE, SUPERVISIONE E CONTROLLO DELLA LINEA-TELECONTROLLO E TELECOMUNICAZIONI (SCADA) – RELAZIONE TECNICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z2</td> <td>RH</td> <td>IS000 007</td> <td>D</td> <td>15 di 18</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	15 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	15 di 18								

4.7 Postazioni di supervisione

Il sistema è composto da:

- una Supervisione di centro (esistente da aggiornare), da cui sarà possibile telecontrollare e telecomandare la totalità delle SSE;
- una Supervisione locale (una per ciascuna SSE), dalle quali sarà possibile gestire le SSE in modalità Locale: da ogni sistema di supervisione locale sarà possibile monitorare lo stato di tutte le SSE ma comandare esclusivamente gli enti della SSE di pertinenza.

I due sistemi di supervisione sopra citati dovranno essere coordinati, prevedendo una strategia di passaggio comandi tra il sistema di supervisione di centro ed i sistemi di supervisione locali di SSE per evitare il comando contemporaneo di un ente da parte dei sistemi di supervisione presenti.

I sistemi di supervisione locali e di centro dovranno essere basati su Sistema Operativo Linux allo scopo di aumentare la resilienza del sistema nei confronti delle minacce Cyber.

4.7.1 Postazioni di supervisione locali di SSE

Il sistema di supervisione di SSE sarà costituito da PC industriale e relativa licenza run-time Server/Client (all in one) per l'applicazione grafica, connesso alla rete locale mediante rete Ethernet Modbus TCP/IP.

4.7.2 Postazione di supervisione di centro

Il sistema di supervisione di centro esistente dovrà essere opportunamente adeguato in termini hardware e software per estendere la gestione alle SSE di nuova installazione, con le relative fermate e capolinea ad esse attestata.

4.8 Disponibilità del sistema di Telecontrollo e Telecomunicazioni (SCADA)

I componenti del sistema SCADA devono garantire un MTBF particolarmente elevato in considerazione delle condizioni ambientali di utilizzo severe.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
SISTEMA DI IS, LOCALIZZAZIONE, SUPERVISIONE E CONTROLLO DELLA LINEA-TELECONTROLLO E TELECOMUNICAZIONI (SCADA) – RELAZIONE TECNICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z2</td> <td>RH</td> <td>IS000 007</td> <td>D</td> <td>16 di 18</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	16 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	16 di 18								

Il valore di disponibilità del sistema di automazione a livello di singola SSE dovrà essere maggiore o uguale a 99.98%, comprensivo degli apparati PLC, I/O remoti e apparati di rete.

5. SEGNALI I/O

I segnali I/O saranno resi disponibili dalle apparecchiature in campo di SSE (quadro Q_MT, quadro Q_BT, quadro Q_CC) e di linea (sezionatori T.E.) e riportati alle interfacce remote (RIO) e/o ai controllori programmabili di SSE (PLC), sensori ambientali di SSE (temperatura, umidità, allagamento).

All'interno dei quadri di fermata e di capolinea, sono presenti PLC di tipo compatto modulare per l'acquisizione dei segnali I/O locali, con collegamento in rete TPC/IP allo switch di fermata/capolinea, collegato alla rete TLC e quindi alle sottostazioni. Di seguito la rappresentazione del PLC di fermata.

PLC MODULARE INTERNO PER ACQUISIZIONE SEGNALI I/O



- CARATTERISTICHE PLC:**
- Alimentazione 24Vdc
 - N.16 ingressi digitali
 - N.10 uscite a relè
 - Orologio interno
 - Modulo di comunicazione ethernet



COLLEGAMENTO DI RETE CON LO SWITCH (APPARATI TLC)

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
SISTEMA DI IS, LOCALIZZAZIONE, SUPERVISIONE E CONTROLLO DELLA LINEA-TELECONTROLLO E TELECOMUNICAZIONI (SCADA) – RELAZIONE TECNICA	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z2</td> <td>RH</td> <td>IS000 007</td> <td>D</td> <td>17 di 18</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	17 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	17 di 18								

Di seguito la rappresentazione del PLC di capolinea.

PLC MODULARE INTERNO PER ACQUISIZIONE
SEGNALI I/O



- CARATTERISTICHE PLC :**
- Alimentazione 24Vdc
 - N.30 ingressi digitali
 - N.10 uscite a reletè
 - Orologio interno
 - Modulo di comunicazione ethernet



COLLEGAMENTO DI RETE
CON LO SWITCH (APPARATI TLC)

Per ciascun quadro e/o apparecchiatura da cui viene prelevato il segnale, gli stesi segnali DI e DO sono raggruppati in moduli da 16 (DI) e da 8 (DO), standardizzando così la taglia dei componenti hardware.

I segnali analogici (AI) sono raggruppati in moduli da 2.

Ogni modulo è numerato in progressione, in modo da evidenziare la composizione complessiva dell'unità remota.

Di seguito si riporta la terminologia degli I/O.

- DI = ingresso digitale;
- DO = uscita digitale;
- AI = ingresso analogico;
- MODBUS = protocollo di comunicazione Modbus TCP/IP.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
SISTEMA DI IS, LOCALIZZAZIONE, SUPERVISIONE E CONTROLLO DELLA LINEA-TELECONTROLLO E TELECOMUNICAZIONI (SCADA) – RELAZIONE TECNICA	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z2</td> <td>RH</td> <td>IS000 007</td> <td>D</td> <td>18 di 18</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	18 di 18
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z2	RH	IS000 007	D	18 di 18								

- RIO = unità remote input/output;
- PLC/CPU = controllori logici programmabili;
- Q_MT = quadro di media tensione;
- Q_BT = quadro generale di bassa tensione;
- Q_CC = quadro generale corrente continua;
- C.A. = corrente alternata;
- C.C. = corrente continua;
- Q_SEZ = quadro di comando e controllo sezionatore di linea.

Per l'architettura dello SCADA, si veda anche l'elaborato n. E21D02DZ2DXTC0000002.

Di seguito si riporta la sintesi dei segnali per tipologia di apparato, la cui schematizzazione è rappresentata nell'elaborato n. E21D02DZ2DXTC0000002.

	DI	DO	AI	Segnale
Quadro MT	48	16	3	4
Quadro BT	128	8	6	5
Quadro CC	112	16	12	-
Sezionatori I [^] fila	16	4	-	-
	16	4	-	-
	16	4	-	-
Fermata tipo	16	10	-	-
Capolinea tipo	30	10	-	1