



Comune di Napoli

anm

Azienda Napoletana Mobilità S.p.A.

TRASPORTO DI SUPERFICIE
ESERCIZIO TRAZIONE ELETTRICA
INFRASTRUTTURE TRAZIONE ELETTRICA



REALIZZAZIONE IMPIANTO DI SEGNALAMENTO DELLA LINEA N.4 DI NAPOLI

“INTEGRAZIONE SPECIFICHE TECNICHE”

Prat.

Elab. MISURA 5.9 ex 2.4

File

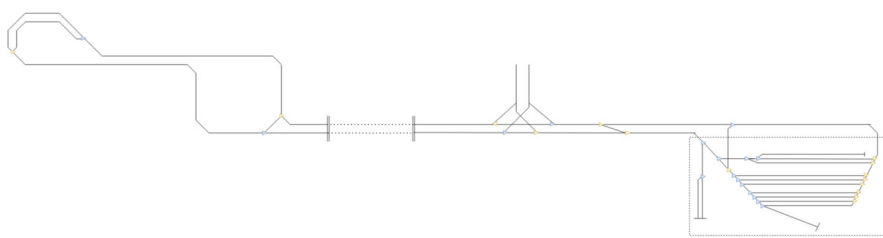
PROGETTO DI FATTIBILITA'

EMISSIONE: ottobre 2022

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

1. Sistema di segnalamento di linea

La funzione del sistema di segnalamento previsto per la Linea 4 della rete tranviaria di Napoli - S. Giovanni / Piazza S. Nazario, sarà principalmente quella di garantire transiti sicuri in tutti quei punti della linea potenzialmente critici e di ottimizzare la cadenza di passaggio delle vetture. Tali punti sono interessati da "rotte" la cui contemporanea attuazione, in assenza di un sistema di segnalamento, presenterebbe rischi di collisione.



schema della linea tramviaria 4

Nella figura sopra è mostrata una schematizzazione della Linea 4 tranviaria in cui sono marcate le aree da implementarsi con i sistemi di segnalamento.

Lo schema di dettaglio del tracciato è visibile nell'allegato "rete tranviaria – planimetria generale".

Con riferimento allo stesso le apparecchiature indicate hanno la seguente leggenda :

- PMM cassa scambio meccanica
- PME cassa scambio elettrica
- TC circuito binario
- PP lampada di segnalamento
- Cabinet quadro elettrico di comando
- TWC segnalatori di blocco/sblocco

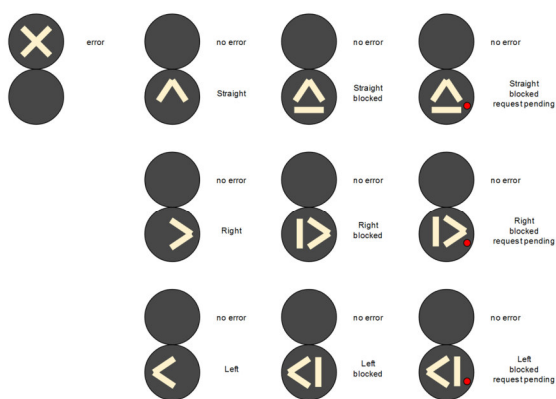
In situazioni di questo tipo, specie nel caso di linee protette nelle proprie corsie, gli apparati di segnalamento "locale" garantiscono l'attuazione in una sequenza di fasi che consentono di gestire le vetture tranviarie attraverso

- rilevazione passiva dei tram nel c.d.b. (circuiti di binario)
- ricezione delle richieste di attuazione (comunicazione bidirezionale tram-terra)
- prenotazione delle richieste
- controllo e impostazione dei segnali del tram e indicazione della posizione degli scambi
- blocco della cassa di manovra per evitare movimenti involontari
- manovra di scambi elettrici

- implementazione sequenziale delle rotte richieste.

Questa sequenza corrisponde ad una struttura di sistema che prevede sempre una ridondanza dei controlli, con logica di controllo basata su PLC. La segnalazione al conducente avverrà sempre tramite un segnale multi-luce, come mostrato nella figura sottostante.

Tutte le parti del sistema di segnalamento che verranno installate in loco devono essere alimentate dalla linea di contatto (600/750VDC) e secondo gli standard europei in materia di linee di contatto per sistemi di tranvia. Pertanto i sistemi dovranno funzionare a tensioni di 600 V CC o 750 V CC. Deve inoltre essere garantito il corretto funzionamento anche in caso di variazione del livello di tensione senza che sia necessaria alcuna di modifica o aggiornamento delle apparecchiature. I sistemi di alimentazione degli impianti di segnalamento saranno realizzati in conformità alle norme nazionali ed europee (es. EN 50124 e EN 50125).



L'implementazione dovrà consistere nel garantire la corrispondenza tra posizione dello scambio e comando richiesto. Il sistema di segnalamento deve garantire, tra l'altro, il passaggio sicuro del tram sopra la cassa di manovra evitando deragliamenti ed informare il conducente, in modo certo e sicuro, del rispetto alla posizione degli aghi dello scambio alla direzione scelta per la vettura tranviaria.

Il sistema di segnalamento dovrà avere la possibilità di interfacciarsi con il sistema semaforico veicolare (automobili, filobus e autobus) così da poter implementare i passaggi tranviari nei cicli semaforici ordinari.

1.2 Casse di manovra

Gli scambi lungo la linea tranviaria n. 4 devono essere aggiornati per soddisfare gli attuali standard di sicurezza e consentire al sistema di segnalamento di controllare le casse di manovra in modo sicuro e affidabile. A tale scopo dovrebbero essere utilizzate casse di manovra elettroidrauliche nelle biforcazioni di ingresso. Nelle biforcazioni di uscita devono essere utilizzate casse di manovra meccaniche tallonabili. Casse di manovra meccaniche sono previste negli scambi in cui i tram viaggiano in direzione di uscita o dove non è previsto il comando elettrico.

1.2.1 Casse di manovra elettroidrauliche

Tutte le casse di manovra elettroidrauliche devono essere realizzate in conformità agli standard di sicurezza SIL3 e devono essere integrate in modo sicuro con il sistema di controllo fornito. Le casse di manovra saranno alimentate dalla linea di contatto (tensione nominale di 600/750 VDC) e realizzate in modo da garantire una separazione meccanica fisica (aree separate) per i componenti meccanici ed elettrici, ciò al fine di proteggere le apparecchiature elettriche da eventuali infiltrazioni di acqua. La cassa di manovra dovrà soddisfare il requisito di protezione IP68. Anche la separazione tra i comparti elettrico e meccanico dovrà garantire idoneo livello di protezione.

1.2.2 Casse di manovra meccaniche

Le casse di manovra meccaniche saranno realizzate in classe di protezione IP68 e progettate per essere tallonate regolarmente senza danni o necessità di manutenzione a seguito del tallonamento.

1.3 Sistema di segnalamento in deposito - rimessaggio

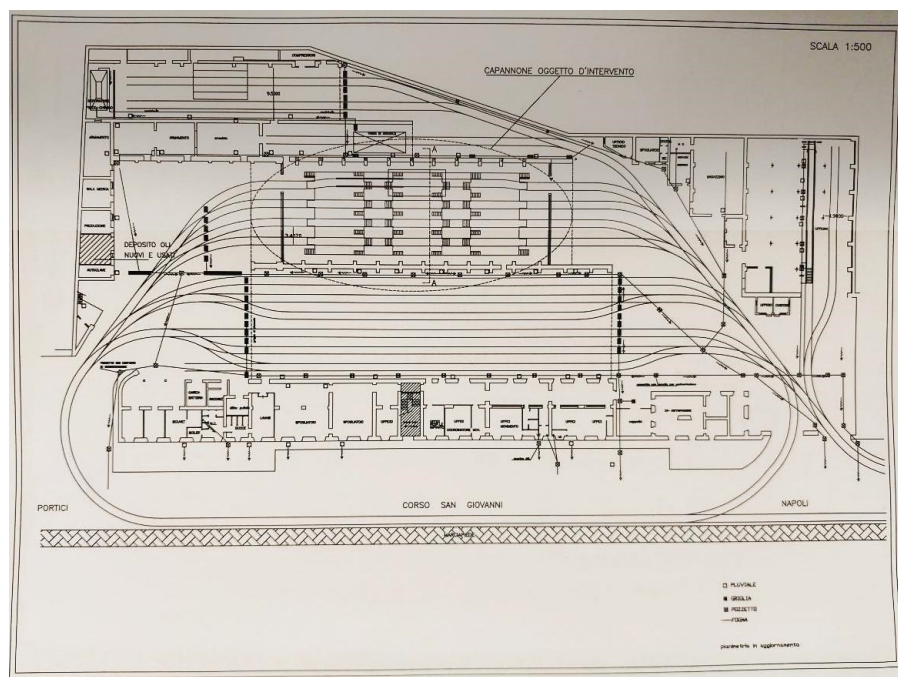
Nel deposito, il sistema di segnalamento dovrà identificare il numero della vettura in avvicinamento utilizzando il sistema di comunicazione terra-bordo. Tale informazione sarà gestita dal sistema di controllo di deposito che, attraverso il software di gestione dedicato,

mostrerà la presenza della vettura rilevata qualora questa si trovi all'interno dei binari n.4 o n.5 del deposito.

I tram, parcheggiati sui binari n.4 e n.5, sono tram in servizio e devono essere monitorati attraverso il posto di controllo centrale (PCC) situato al Deposito di Carlo III.

A tale scopo dovranno essere previsti apparati di rilevazione tranviaria quali: sensori di rilevamento, unità di comunicazione terra-bordo o qualsiasi altra tecnologia atta a rilevare il raggiungimento della posizione di parcheggio richiesta per il tram. Non sono previsti sistemi di rilevazione tranviaria per gli altri binari del deposito. Tuttavia, a fronte di ev. necessità e/o di future implementazioni della rilevazione anche negli altri binari, le modifiche da apportare non dovranno comportare impatti quali nuove opere civili e modifiche del sistema di deposito di cui sopra.

L'uscita dal deposito delle vetture in sosta sui binari n. 4 o n. 5 dovrà essere interpretata dal sistema come tram di servizio in ingresso alla linea. La vettura uscita dal deposito non dovrà più essere visibile dal sistema di rimessamento posto nel PCC.



Il Sistema di gestione e predisposizione delle varie linee sulle quali instradare le vetture a partire dal deposito di S. Giovanni dovrà essere a cura, in condizioni di normale operatività, degli operatori del posto centrale di controllo (PCC) che si interfaceranno col personale della centrale posta all'interno dello stesso deposito. Solo in caso di funzionalità in modalità

degradata, sarà l'autista della vettura, interfacciandosi con la centrale nel deposito, ad impostare i comandi relativi alla linea sulla quale dovrà operare operando nella posizione di partenza in uscita dallo stesso deposito.

Infatti, tutti i segnali indicanti i percorsi devono essere dotati, nella centrale di controllo in deposito, di un'ulteriore indicazione luminosa, che indichi sotto forma di caratteri alfanumerici luminosi il percorso preimpostato dall'addetto al segnalamento che si trova all'interno dell'area di deposito.

Infatti tutti i segnali indicanti le linee, in deposito saranno dotati di indicatori con caratteri alfa-numeric in modo che gli stessi possano essere

Il sistema di segnalamento del deposito dovrà consentire tutte le operazioni necessarie alla movimentazione all'interno del deposito stesso e la verifica del funzionamento dei dispositivi ad esso collegati, consentendo peraltro anche l'integrazione con il centro operativo del deposito Carlo III.

Esso deve consentire la verifica della sicurezza delle manovre e segnala al PCC errori, anomalie o guasti. Da qui sarà possibile pertanto visualizzare e monitorare tutte le entità del sistema di segnalamento di deposito, consentendo agli operatori di scegliere percorsi o operazioni legate alla movimentazione in modo sicuro e controllato.

Al fine di rendere più operative le aree di lavaggio e di servizio, i movimenti programmati saranno gestiti localmente dal personale di manovra o manutenzione e quindi non saranno controllati dagli apparati di segnalamento.

Gli spostamenti in deposito devono essere gestiti mediante una matrice di sicurezza che garantisca il rispetto dei vincoli operativi.

I dati trasmessi dai dispositivi installati a bordo dei veicoli, quali l'identificazione del veicolo, il rilevamento della posizione del veicolo (per aree di competenza), lo scambio di informazioni utili ai fini della manutenzione e l'archiviazione statistica devono essere acquisiti dal sistema.

Il sistema di gestione del deposito deve fornire la funzione di piano di parcheggio in modo flessibile e automatico.

Tutte le apparecchiature del sistema di segnalamento di deposito devono essere controllate da un apparato a microprocessore con livello di sicurezza AK6.

La funzione per evitare la collisione del tram all'interno delle zone di deposito dovrebbe essere implementata a livello SIL3.

1.4 Apparecchiature di localizzazione e tracciamento

Requisito fondamentale per la supervisione della flotta tranviaria ANM deve essere la possibilità di visualizzare, sull'interfaccia topografica (gestore mappa) posto nel PCC, la posizione dei convogli tranviari, sia in linea continua che in deposito per zone.

Le funzioni di localizzazione del veicolo sono eseguite attraverso l'installazione di punti di comunicazione bi-direzionale lungo linea.

Questi dispositivi devono essere collegati alle apparecchiature di controllo pertinenti, che trasferiranno i dati di localizzazione al nodo di rete geograficamente più vicino ("switch Ethernet") (posizionato per ogni fermata nell'armadio di controllo remoto).

Il sistema di localizzazione è suddiviso in:

1. localizzazione alle fermate utilizzando la comunicazione terra-bordo

2. localizzazione agli incroci

A seconda delle caratteristiche fisiche del percorso, deve essere possibile associare un dispositivo di localizzazione sia alle funzioni di localizzazione delle fermate che di localizzazione degli incroci (es. quando gli incroci semaforici si trovano in prossimità delle fermate).

Pertanto, i punti di rilevamento fissi lungo la linea saranno comuni a quelli che ricevono i comandi di sincronizzazione semaforica inviati dai veicoli posizionati in prossimità degli incroci stradali intersecati dal flusso tranviario, ed inoltre le medesime posizioni dovranno essere disposte nelle fermate.

Anche la localizzazione è resa continua, tramite il dispositivo di bordo che, con l'ausilio delle informazioni della linea precaricata e del numero del veicolo, è in grado di auto-localizzarsi e trasmettere la propria posizione al posto centrale di controllo tramite il sistema radio. Questo dispositivo deve soddisfare la norma EN 50155 e deve essere idoneo per l'installazione su tram. Le comunicazioni di tali apparati avverranno tramite rete GSM (4G o superiore). I dati sulla posizione del tram devono essere trasmessi e registrati nel PCC e nel veicolo (almeno due giorni di conservazione dei dati).

Il sistema di segnalamento, attraverso le informazioni ricevute, deve rendere possibile presso il posto centrale la visualizzazione della posizione del veicolo lungo il percorso (fermate, incroci, capolinea) su un pannello sinottico. L'intera flotta viene quindi visualizzata con l'ID tram e lo stato in cui si trova il veicolo (in anticipo, in ritardo, fuori servizio e posizione) sulla base dei dati ricevuti dal sistema di gestione della flotta, dal sistema di turni dei tram e degli autisti (servizi e orari) e/o in base ai dati attribuiti al tram come gestiti nel sistema di monitoraggio.

1.5 Localizzazione alle fermate

La localizzazione delle fermate prevede l'installazione di due punti di comunicazione per ogni senso di marcia, uno in entrata e uno in uscita dalla piattaforma. Oltre alla funzione di localizzazione, questi loop devono essere associati ad altre funzioni, come ad esempio:

- le spire di ingresso delle piattaforme devono essere associate alla funzione di attesa per l'invio via radio dei messaggi di localizzazione
- le spire di uscita dalla banchina devono essere associate alla funzione dei pannelli informativi passeggeri posti in prossimità della fermata stessa.

1.6 Localizzazione agli incroci

La localizzazione in prossimità di incroci semaforici con traffico veicolare permette di calcolare con maggiore precisione la previsione di arrivo del tram. Quando questa funzione è gestita dalla centrale di controllo, si parla di macro regolazione della fase semaforica tranviaria.

Quando questa funzione è gestita in periferia, si parla di microregolazione perché le informazioni fornite dalle apparecchiature poste lungo la linea, in prossimità dello svincolo stesso, devono essere precise e consentire un maggiore affinamento delle previsioni di arrivo.

Infatti il veicolo tramviario, percorrendo tratti di linea promiscui al traffico veicolare, potrebbe subire disagi imprevedibili; pertanto è prevista l'installazione di due spire, per senso di marcia, ad ogni attraversamento semaforico con le seguenti funzioni:

- Priorità
- Liberazione.

1.7 Controllo della corsa

Il sistema di segnalamento del posto centrale invia al sistema di telecontrollo e al sistema di controllo semaforico, rispettivamente, le previsioni di arrivo del tram alle fermate e agli incroci.

Inoltre, al termine della corsa, nelle suddette aree di carico e scarico dati, il veicolo trasferisce i dati di manutenzione e archiviazione statistica al posto centrale di controllo.

1.8 Sistema di priorità semaforica

Il sistema di gestione e priorità semaforica sarà configurato in modo da conferire priorità semaforica automatica alle vetture tranviarie in avvicinamento.

Nelle planimetrie della linea viene mostrato come ogni tratto compreso tra due fermate debba essere generalmente attraversato da traffico veicolare promiscuo.

I sistemi di priorità semaforica dovranno quindi essere opportunamente configurati così da evitare rallentamenti della velocità commerciale del tram con conseguente calo dell'attrattività che il trasporto pubblico può esercitare sugli utenti.

Per questo motivo è opportuno disporre di un sistema di priorità semaforica in grado di interfacciarsi con il controllore semaforico per predisporre i semafori a favore del trasporto pubblico, dopo aver rilevato l'avvicinamento del tram all'incrocio.

Generalmente gli attraversamenti saranno caratterizzati dall'incrocio di una strada ordinaria con la tramvia. Ciò significa che normalmente, in assenza di tram in avvicinamento, viene effettuato il normale ciclo delle fasi semaforiche. La richiesta prioritaria deve quindi includere la fase tramviaria all'interno di questi cicli. In questo caso devono essere rispettati i vincoli esistenti di tempo minimo verde sulla direzione di attraversamento e tempo minimo per i veicoli stradali di sgombero dell'incrocio.

La priorità semaforica deve consentire al conducente di percorrere la propria tratta di competenza in accordo con gli orari ed i tempi di percorrenza teorici stabiliti. Ciò garantisce di riflesso la puntualità e l'affidabilità del servizio di trasporto pubblico all'utente.

1.9 Segnalazioni, Telecomunicazioni e Telecomandi

I sistemi di segnalamento e supervisione del traffico tramviario dovranno essere adeguati al controllo di una o più tratte.

La supervisione del funzionamento del tram fa sempre riferimento al "Centro di controllo centrale (PCC)", che si trova in locali speciali presso il Centro di rimessaggio e manutenzione (CRM)".

Una modalità di guida prevista sarà di tipo "a vista", integrata da alcune informazioni di ausilio che il conducente può richiedere o ricevere dal responsabile del PCC. In particolare, in situazioni di disturbo alla regolarità del traffico che dovesse eccezionalmente verificarsi in caso di funzionamento anomalo di qualche componente del sistema.

La posizione effettiva di ogni svincolo viene sempre mostrata al PCC e segnalata tramite la rete di comunicazione in fibra ottica. Dal tram è possibile controllare a distanza il funzionamento degli scambi elettroidraulici (ove presenti).

In corrispondenza delle casce di manovra saranno presenti circuiti di binario che consentiranno l'immobilizzazione dello scambio e quindi un primo controllo per inibire il funzionamento dello stesso.

Uno o più segnali lungo la linea devono fungere da ausilio per il conducente che sarà informato con largo anticipo dello stato delle rotte o degli scambi, consentendone o meno l'attraversamento.

I segnalatori posti vicino alle casse di manovra sono identificati con la sigla "PPI" (point position indicator) e segnalano al conducente la posizione delle lingue dello scambio e la transitabilità sopra la cassa di manovra.

Il sistema di tracciamento dei veicoli segnala al PCC la posizione, in tempo reale, di ciascun veicolo lungo il percorso.

I dati che il transponder di bordo comunica ai ricevitori di terra vengono elaborati da un controllore locale, che invia la comunicazione al PCC tramite la dorsale di comunicazione principale tra il PCC e la periferia.

Una volta rilevata la posizione del tram sulla linea, il processore del PCC è in grado di gestire le segnalazioni dei pannelli a messaggio variabile installati alle fermate.

Le apparecchiature di segnalazione, supervisione e controllo per il funzionamento del tram devono essere in grado di governare l'intera struttura del tram.

La configurazione del sistema, nei suoi componenti principali, deve essere costituita dalle seguenti apparecchiature o sottogruppi funzionali:

1. Stazione Centrale di Controllo (PCP) - Deposito Carlo III;
2. Posto di controllo della linea periferica (PPCL);
3. Periferica Control Post Deposito (PPCD) - telecomando. (Adibita alle informazioni di presenza di tram in servizio in deposito)

1.10 Requisiti funzionali del sistema

Il Sistema di segnalazione e supervisione del traffico soddisfa è adibito alle seguenti funzioni durante la marcia a vista:

1. prevenire collisioni ed eventuali deragliamenti sugli scambi;
3. consentire al gestore centrale di vigilare sulla circolazione tranviaria.

Nel PCC viene posizionato un sistema informatizzato di supervisione del traffico tramviario per consentire all'Operatore Centrale di controllare, regolare e ottimizzare la circolazione.

Il sistema di segnalazione degli apparati (PPCL e PPCD) controlla le seguenti aree:

- affluenza;
- tratti di linea a doppio binario;
- tratti di linea in uscita dai depositi;

- stazioni terminali e intermedie.

Il controllore di segnalamento locale devia, controlla e garantisce la sicurezza dei movimenti del tram e deve essere collegato al PCC per trasmettere informazioni sulle apparecchiature di segnalamento a terra e di bordo.

Il sistema di supervisione del traffico presenta le seguenti funzioni minime

- funzioni del sistema (stato generale del sistema - identificazione operatore - data - ora - allarmi)

- funzioni operative (telecomando del traffico, telecontrollo degli scambi, riconoscimento tram, descrizione tram, visualizzazione corpi periferici e traffico tranviario, registrazione eventi).

La funzione di controllo del traffico a distanza acquisisce i comandi dagli apparati di segnalamento, quali:

- cdb libero/occupato;

- Controllo posizione scambio;

- aspetto del segnale;

- allarmi, anomalie delle apparecchiature.

La funzione di identificazione del tram fornisce una rappresentazione dell'identità e della posizione di ogni vettura in circolazione.

La visualizzazione del traffico fornisce una rappresentazione chiara e univoca di tutte le informazioni relative alle funzioni di supervisione.

La registrazione degli eventi acquisisce, elabora e archivia i principali allarmi e le informazioni statistiche dell'intero sistema.

1.11 Geometria del sistema

La geometria del sistema verrà stabilita sulla base delle seguenti ipotesi di lavoro che devono tenere conto del tipo di tram fornito ad ANM, ovvero tram SIRIO e tram CT 139K, per i quali si presentano le seguenti caratteristiche geometriche:

- velocità di avvicinamento di circa 15 km/h
- rallentamento del servizio 1,2 m/s²
- decelerazione di emergenza 2 m/s²
- tempo di funzionamento delle casse di manovra 1 s
- tempo di reazione del conducente, più il tempo di intervento della frenata 1s e con i seguenti vincoli da rispettare:

1 in tutte le situazioni possibili, in caso di discordanza dell'ago a seguito del comando di interscambio, il veicolo deve potersi fermare prima del punto di interscambio;

2 in caso di disadattamento dell'ago a seguito del comando di scambio, deve essere rispettata la condizione più vincolante dell'arresto prima del segnale.

La geometria del sistema di controllo dello scambio, ed in particolare il posizionamento dei dispositivi di rilevamento della presenza del tram (cdb), devono garantire che gli aghi rimangano bloccati fino a quando il tram non ha completamente liberato lo scambio (per evitare manovre indebite da parte del successivo veicolo).

Lo svincolo deve essere bloccato per tutti i veicoli tranviari circolanti sulla rete di Napoli, e quindi per le varie lunghezze dei veicoli e per le varie sporgenze della "coda" del tram rispetto al carrello posteriore.

Tale funzionalità deve essere verificata sia in fase progettuale (mediante apposita Relazione Tecnica da presentare in fase di approvazione del materiale) sia, a lavori ultimati, mediante prove sul campo.

1.12 logica di sistema

La richiesta di azionamento, dall'unità ricevente di terra, viene inviata all'unità di elaborazione che ne decodifica il segnale e solo dopo averlo riconosciuto e validato dà il consenso all'esecuzione del comando.

Il comando trasmesso attraverso il tram alla comunicazione lungo strada viene ricevuto in due modalità

- automatico (il driver non aziona alcun comando, il sistema imposta lo scambio automaticamente in base alla linea servita)
- manuale (pulsante di attivazione/disattivazione attivato dal guidatore simile al sistema attuale in uso: manovrare scambio /non manovrare scambio), questa modalità ha una priorità maggiore rispetto alla modalità automatica

Nell'operazione di verifica e validazione della richiesta, l'unità di elaborazione tiene conto delle informazioni provenienti dai sistemi di controllo. Infatti, a seguito della richiesta di posizionamento dello scambio, i controllori verificano che le condizioni dello scambio in quel momento siano compatibili con il comando effettuato. Solo se il controllo è positivo sarà possibile attraversare il percorso richiesto.

Una volta posizionato lo scambio, si effettuano altri controlli, quali:

- verifica della posizione finale dello scambio, tramite i sensori di prossimità della cassa di manovra;
- verifica dell'occupazione dell'area di interscambio, tramite i circuiti di binario, per evitare che venga impartito un nuovo comando quando il veicolo non è ancora passato oltre l'area critica.

A seguito della verifica di tali controlli, l'unità di elaborazione pilota il segnalatore ottico posto all'ingresso dell'area dello scambio, che assume l'aspetto corrispondente alla posizione dello scambio.

Se un comando non può essere eseguito immediatamente, l'unità di elaborazione, essendo dotata di memoria, memorizza le eventuali richieste successive durante un driver. L'attivazione di questa memoria è indicata sul segnale (vedi descrizione segnale sotto). Per migliorare l'affidabilità del sistema di memoria di comando, è richiesto l'uso di un circuito di comunicazione prima e uno dopo la cassa di manovra.

Il sistema di controllo dello scambio deve funzionare, a seconda delle esigenze, o con il tradizionale comando "lancio di corrente" o con il radiocomando.

Nel caso di un veicolo dotato di entrambi i sistemi, la discriminazione su quale delle due informazioni utilizzare deve essere operata su base temporale, ovvero secondo l'ordine di arrivo alla centralina: a seconda della disposizione del ricevente apparecchiature, il radiocomando deve arrivare sempre (se presente e se funzionante) prima del comando in corso. In questo caso, l'attrezzatura a terra ignora le informazioni (poche centinaia di ms dopo) provenienti dal sistema tradizionale attuale.

Di conseguenza, un tram con un transponder guasto può comunque comandare il cambio, senza alcun intervento aggiuntivo da parte del conducente.

Indipendentemente dall'origine della richiesta di azionamento, e comunque anche in caso di comando "NO" (posizione invariata), viene attivata la logica di sicurezza, basata sull'occupazione sequenziale dei circuiti di binario. Questi sistemi inibiscono, se occupati, qualsiasi manovra dello scambio.

Questo deve essere importante, in particolare, nel caso di più veicoli in sequenza, poiché la distanza tra il punto di interscambio e la zona di controllo consente il passaggio di due tram contemporaneamente (uno in transito e quello successivo già in controllo).

Una volta superato il veicolo, il sistema libera lo svincolo.

Il segnale, deve avere sempre un aspetto congruente con quanto deve essere stato rilevato dai dispositivi di sicurezza: in particolare, la condizione di arresto è data nella situazione di dispositivi occupati (veicolo in transito) o nel caso di discordanza ago.

In sintesi, le funzioni svolte durante l'esecuzione sono:

1. trasmissione da bordo a terra della richiesta di azionamento;
2. verifica della compatibilità della richiesta con lo stato dell'affluenza;
3. attuazione del comando;
4. conferma da parte dei sensori di prossimità della cassa di manovra della corretta posizione finale degli aghi (tutti i sensori devono essere controllati nell'armadio di controllo per motivi di sicurezza e di registrazione);
5. blocco dello scambio per eventuali operazioni successive;
6. liberazione.

1.13 caratteristiche dell'attrezzatura di bordo

Per le dotazioni di bordo si rimanda alla proposta tecnologica del fornitore, tenendo conto delle dotazioni per i tram SIRIO e CT 139K.

1.15 sistema di controllo

Il sistema di controllo, situato nell'armadio, deve essere costituito indicativamente dai seguenti componenti

- modulo di ingresso
- modulo di elaborazione
- modulo di alimentazione,
- modulo di controllo cdb,
- modulo di uscita.

I singoli moduli devono essere collegati alla tensione di rete tramite un alimentatore, che deve essere dotato di un circuito di protezione centrale che separi la tensione ai singoli moduli in caso di guasto.

Il modulo di ingresso è l'interfaccia per i dispositivi all'interno e all'esterno dell'armadio elettrico e di controllo.

Gli input da gestire sono:

1. comando di manovra dal dispositivo di ricezione dati del radiocomando;
2. posizione dell'ago (dai sensori di prossimità del quadro elettrico);
3. guasto del segnale;
4. controllo occupazione cdb;

Le caratteristiche più importanti del modulo di ingresso sono:

- controllo di sicurezza a due canali;
- ingressi fail-safe (verificati a intervalli regolari).

Gli ingressi fail-safe devono essere utilizzati in particolare per il controllo dell'azionamento, il controllo della posizione dell'ago e il controllo dello stato di occupazione dei circuiti di binario.

L'unità di elaborazione del controllo dello scambio fornisce tutte le funzioni riguardanti la logica di sicurezza e di commutazione degli scambi del tram attraverso un'unità di comando e controllo, costituita da un sistema a microprocessore e da circuiti elettronici.

Il modulo di uscita fornisce connessioni per dispositivi e sistemi all'esterno dell'armadio.

Sulla base dei risultati ottenuti dall'unità di elaborazione, il modulo agisce sul circuito che dà alimentazione alla macchina di punti.

l'alimentazione della scatola di controllo e i controlli del segnale.

Le caratteristiche principali del modulo sono

- controllo di sicurezza a due canali;
- uscite optoisolate;
- uscita fail-safe;
- uscita standard.

Il modulo di controllo del circuito di binario contiene l'apparecchiatura dell'armadio destinata alla funzionalità dei sistemi di cui sopra.

Il modulo di controllo del circuito di binario viene utilizzato per rilevare il cortocircuito assiale causato dalla vettura insieme alla variazione di frequenza e ampiezza causata dalla massa del tram.

Questo modulo fornisce alimentazione ai binari attraverso il trasformatore di alimentazione e riceve il segnale di ritorno attraverso il trasformatore ricevitore.

Questo modulo deve fornire come output informazioni

- circuito di binario occupato;
- circuito di binario libero.

Come per il modulo rivelatore di binario, il modulo del circuito di binario deve avere le seguenti caratteristiche:

- sistema di misura a doppio canale;
- Separazione galvanica tra sistema di misura e unità digitale;
- temperatura stabilizzata
- calibrazione automatica

Il sistema deve essere in grado di riconoscere e correggere le lente variazioni dell'ampiezza della tensione alternata, che si verificheranno a seguito di

- variazioni della resistenza di terra e della resistenza complessiva del circuito di binario;
- influenza della temperatura ambiente;
- invecchiamento dei componenti.

Il modulo di alimentazione contiene l'arrivo, dal relativo centralino, dell'alimentazione 230 V. All'interno dell'armadio devono essere previsti i dispositivi di protezione contro i fenomeni di sovracorrente e sovratensione, nonché gli interruttori differenziali come previsto dalle norme.

La centralina è alimentata a 230 V direttamente da questo scomparto.

L'attivazione avviene solo se le condizioni di controllo sono tutte verificate dalla logica posta a monte dell'impianto di alimentazione.

Il modulo di alimentazione fornisce anche i 24 VDC per il modulo di alimentazione secondario.

L'alimentazione stabilizzata deve essere meccanicamente ed elettricamente separata dalla parte di alimentazione a 230 V.

L'alimentatore deve essere autoprotetto contro le sovratensioni in ingresso.

Il modulo di alimentazione secondario (convertitore DC/DC) ha una tensione di ingresso nominale di 24 VDC e fornisce le tensioni di uscita necessarie per il funzionamento dei vari moduli che compongono la centralina di scambio.

Le caratteristiche principali di questo modulo sono

- disattivazione automatica in caso di guasto
- ripristino della logica.

La tensione di alimentazione per il modulo è fornita dal pannello di alimentazione nell'armadio.

Formattato: Titolo 2

1.16 Duplicazione della logica di sicurezza

Tutti i moduli relativi alla sicurezza (CPU, moduli di ingresso e uscita, rilevatori di massa e circuiti cdb, bus dati che collegano i moduli di cui sopra, ecc.) devono essere duplicati per garantire il controllo di sicurezza sulla logica di azionamento del quadro elettrico.

Nel complesso, per le funzioni di sicurezza deve essere garantita la classe 6 secondo DIN V 19250.

1.17 Dispositivi di controllo

Sulla linea aerea di contatto, sia il dispositivo di lettura del lancio di corrente che il dispositivo di rilevamento del transito devono essere installati all'interno dell'area di controllo definita (area critica).

Il primo dispositivo sarà collegato alla linea aerea tramite uno shunt. Quando il pantografo del tram passa con assorbimento di corrente, cioè con la manopola di comando dello scambio in posizione "attivo", la tensione ai capi dello shunt, causata dalla corrente che lo attraversa, viene inviata al modulo di interfaccia posto all'interno del quadro elettrico, che a sua volta lo invia all'unità di elaborazione per la manovra e il blocco dello scambio.

I cavi di collegamento passeranno attraverso il palo TE più vicino ai dispositivi di controllo. I cavi devono essere protetti da una canalina fissata al palo.

1.18 Allarmi per sistema di gestione da remoto

All'interno dell'armadio di potenza e controllo deve essere presente anche una sezione dedicata al sistema di tele-gestione, che deve essere costituito localmente da un PLC.

Il PLC del sistema di comando a distanza deve essere collegato al PLC della fermata adiacente tramite collegamento in logica bus.

Il PLC deve gestire i seguenti allarmi

- presenza di alimentazione;
- nessuna alimentazione;
- logica di controllo del funzionamento (watch dog);
- logica di comando non funzionante;
- allarme non urgente sul funzionamento della logica di controllo (riepilogo allarmi secondari);
- Discordanza scambio (oltre tre minuti);
- guasto del segnale;
- allarme temperatura controller (da apposita sonda);
- allarme di funzionamento unità di ricezione dati a terra;
- apertura della porta;
- pulsante di manutenzione.

Tutti i suddetti contatti, di tipo on-off a potenziale zero, devono essere posti su una morsettiera di interfaccia sezionabile.

Tutti i controlli e le simulazioni degli allarmi al sistema di tele-gestione sono inclusi e compensati nel forfait contrattuale.

1.19 Circuito di binario

Il circuito di binario deve essere costituito da sistemi passivi di rilevamento del veicolo, ovvero per attivarli non è necessaria la trasmissione di segnali dal veicolo a terra, essendo sufficiente la presenza del veicolo nell'area interessata a causare occupazione.

La sezione interessata dal circuito di binario è delimitata da due collegamenti in cortocircuito. Questi collegamenti devono essere fissati alle rotaie su entrambi i lati del binario. Il fissaggio dovrà essere effettuato con tasselli e tasselli specifici per uso ferroviario tipo Cembre AR60 o equivalenti. In caso di binario pavimentato, la fune deve essere protetta da un tubo corrugato per carichi pesanti. I collegamenti di cortocircuito devono essere di lunghezza minima, devono essere il più rettilinei possibile e devono essere fissati in modo stabile in caso di binario non asfaltato.

Nel tratto di binario limitato dai collegamenti non devono esserci collegamenti conduttivi tra le due rotaie. Tale requisito deve essere garantito dall'Appaltatore, che deve coordinarsi con i lavori della tramvia e del binario.

Il tratto di binario interessato è collegato ad un trasmettitore e ad un ricevitore, che saranno collocati nell'armadio di terra. Questi dispositivi non devono essere collegati direttamente al binario, ma sono interposti dei trasformatori. Un trasformatore ha la funzione di trasduttore di segnale sul circuito di binario e l'altro ha la funzione di trasformatore ricevitore dal circuito di binario. Entrambi i trasformatori devono essere esterni al circuito di binario e devono essere collegati alle rotaie, ad una distanza di $1,5 \pm 0,5$ m dai collegamenti di cortocircuito, secondo le norme.

Le apparecchiature dei circuiti di binario devono essere protette (sia su binario asfaltato che sterrato) da appositi box, specifici per applicazioni ferroviarie e tranviarie, aventi le seguenti caratteristiche

- guidabilità fino a 12 tonnellate di carico per asse;
- costruzione in ghisa;
- fissaggio al binario mediante bullonatura;
- ingresso cavi possibile da tutti i lati, con pressa-cavi;
- bulloneria e viteria in acciaio inox;

I collegamenti alla rotaia devono essere realizzati con collegamenti specifici per applicazioni ferroviarie e tranviarie, tipo KKT o similare, con resistenza di contatto garantita inferiore a $3 \text{ m}\Omega$.

Il trasmettitore alimenta il circuito di binario con il segnale, che si propaga lungo le rotaie in assenza del veicolo e si chiude attraverso il ricevitore. Il ricevitore rileva il segnale di tensione, lo misura e lo confronta con un determinato valore di soglia. Il confronto tra la tensione misurata e la tensione di riferimento permette di determinare lo stato di occupazione o di sgancio del circuito di binario. Infatti, quando un tram si impegna nel circuito dei binari, le rotaie vengono cortocircuitate dagli assi e interessate dalla massa del tram, il che si traduce in una variazione dell'ampiezza e della fase del segnale.

Il ricevitore segnala alla logica di controllo che si è verificata una variazione di tensione. La logica di controllo blocca l'area di scambio per la durata dell'attraversamento del circuito di binario.

Il ricevitore deve rilevare in sicurezza il veicolo sul binario se la resistenza al cortocircuito assiale deve essere bassa, inferiore a $0,3 \Omega$.

La lunghezza del circuito di binario dipende dalla distanza tra due assi successivi di un veicolo. Infatti, se si realizza un circuito di binario inferiore alla distanza tra gli assi, l'interblocco può essere sbloccato, anche se solo per breve tempo, consentendo la possibilità di acquisire un eventuale comando successivo effettuato in quel momento. Pertanto, per essere sicuri che l'occupazione permanga per l'intero passaggio del veicolo, è necessario che la lunghezza del circuito di binario sia fissata in modo che almeno tre assi del veicolo lo influenzino contemporaneamente (questo deve essere verificata per tutti i tipi di tram in circolazione a Napoli)

1.19 Segnale

Il conducente deve conoscere lo stato dello scambio, cioè deve sapere se c'è uno stato bloccato e se la posizione delle lingue deve coincidere con la direzione che deve seguire. Per questo motivo, prima dell'invio del comando a terra, viene installato in posizione visibile un semaforo che riproduce tutte le informazioni relative allo scambio.

Il segnale fornisce tre informazioni

- posizione rettilinea
- posizione di deviazione;
- posizione di arresto (scambio in direzione o in discordanza).

Una delle informazioni di cui sopra deve essere sempre attiva. In caso contrario, il sistema è considerato fuori servizio.

Il segnale deve essere installato su palo o sospeso (supportato da tiranti), a seconda delle condizioni di visibilità locali. ANM Spa si riserva il diritto di specificare caso per caso l'ubicazione del segnalatore. Si terrà inoltre conto di eventuali richieste del Ministero dei Trasporti, della Polizia Municipale e dell'Operatore.

Il segnalatore deve avere le seguenti caratteristiche:

1. due luci sovrapposte (vedi capitolo 1.1), di diametro almeno . 210 mm;
2. materiale leggero: policarbonato ad alta resistenza;
3. Tecnologia LED, alta luminosità con alto angolo di apertura (per visibilità anche fuori asse), colore ambra, vita media oltre 100.000 ore;
4. Alimentazione 24 Vdc
5. Simbolo luce superiore (segnale di stop): croce "X" per sistema di segnalazione in errore
6. simbolo luce inferiore (segnale di posizione): freccia destra (">"), freccia sinistra ("<"), freccia su ("^"); naturalmente in un dato interruttore viene utilizzata solo una delle due frecce destra/sinistra, barra aggiuntiva visualizzata se l'interruttore è bloccato (vedi capitolo 1.1);

7. il simbolo della luce inferiore ha il simbolo del punto rosso aggiuntivo, che indica il comando memorizzato per il tram che ha effettuato una richiesta mentre il tram davanti stava ancora bloccando la cassa di manovra.

8. dispositivo di autodiagnostica, con misurazione della corrente e confronto con una soglia preimpostata, al fine di consentire la comunicazione di un eventuale guasto alla centrale;

in caso di mancanza di segnale, la centralina deve mettere automaticamente fuori servizio l'impianto.

1.20 Interfaccia con impianto semaforico

I contatti del relè devono essere disponibili all'interno del quadro elettrico dello scambio e devono essere puliti (a potenziale zero) rispettivamente per la posizione normale e inversa dello scambio. Tali informazioni verranno utilizzate nel dispositivo di interfaccia con la centralina semaforica per la gestione delle fasi semaforiche.

Le informazioni devono essere disponibili in una morsettiera contrassegnata.

Per la cassa di manovra devono essere resi disponibili i seguenti contatti

- sistema operativo
- tram in attesa direzione SINISTRA (blocco sistema e in posizione SINISTRA)
- tram in attesa di direzione DESTRA (sistema bloccato e in posizione DESTRA)

1.21 Controller

L'armadio stradale per l'alloggiamento dell'apparecchiatura deve essere idoneo per l'installazione di apparecchiature elettroniche in ambiente esterno, soddisfacendo il minimo grado di protezione la protezione IP44 e IK07. Le dimensioni devono essere definite dal costruttore dell'impianto, in base alle apparecchiature elettriche ed elettroniche in esso contenute, e tenendo conto delle situazioni in cui deve essere possibile gestire più armadi elettrici da un unico armadio.

Tutti i cavi in entrata o in uscita dall'armadio devono essere collegati a morsettiere dotate di scaricatori di sovratensione.

1.22 Installazione a corpo

Gli oneri dell'Appaltatore comprendono tutte le attività di installazione ed i materiali necessari alla completa funzionalità dell'impianto ed in particolare:

- cavidotti, tombini, tubazioni, polifore, ecc., compresi gli scavi e le opere accessorie;

- cavi;
- scatole, morsettiere, armadi, accessori vari;
- attività di ingegneria e coordinamento progettuale con le altre opere costituenti la tramvia.

1.23 Comunicazione Terra-Bordo

Il sistema di comunicazione del tram a bordo strada deve essere compatibile con il sistema di comunicazione già utilizzato sui filobus da ANM per ridurre il numero di pezzi di ricambio e ridurre il numero di sistemi e i requisiti per la formazione e le competenze del personale di manutenzione ANM.

La descrizione che segue è intesa come riferimento prestazionale e funzionale generale del sistema ricetrasmittitore, e quindi suscettibile di integrazione con i dati di interfacciamento sopra citati.

Il sistema del ricetrasmittitore terra-bordo si basa sul principio della comunicazione radio tra il transponder di bordo e l'anello di terra.

Il sistema deve essere specifico per applicazioni tranviarie o ferroviarie e indicato come quantità e pertinenza applicativa.

La quantità di informazioni trasmesse a terra ea bordo, il tempo di trasmissione, il tasso di errore, ecc. devono essere compatibili con i requisiti funzionali complessivi dell'applicazione.

Il sistema di terra deve fornire un segnale di autodiagnostica al PLC delle operazioni remote e all'unità di controllo.

Sia il controllo di bordo che il dispositivo di terra devono disporre di una linea di comunicazione per l'interfacciamento con altri dispositivi o sistemi.

Deve essere garantita l'assoluta insensibilità alle interferenze, alle interferenze dei veicoli sul binario opposto o agli effetti elettromagnetici circostanti, in particolare rispetto ad eventuali comandi indebiti di attivazione della scatola di derivazione.

Il sistema ricetrasmittente deve essere documentato in dettaglio, soprattutto per quanto riguarda l'interfaccia (frequenza, modulazione, protocollo, messaggi, ecc.) tra l'unità di terra e l'unità di bordo, tra l'unità di terra e il resto del sistema, e tra l'unità di terra unità di bordo e altre apparecchiature di bordo. La Stazione appaltante si riserva di utilizzare tale documentazione in futuro, anche tramite terzi, per interfacciarsi con apparecchiature di bordo o di terra di altri fornitori; questo è limitato alle applicazioni relative alla rete tranviaria di Napoli.

Il sistema ricetrasmittente di terra deve essere fisicamente, meccanicamente ed elettricamente separato dal resto del sistema, per consentire eventuali future sostituzioni dello stesso con un altro sistema ricetrasmittente.

Il sistema deve essere conforme ai seguenti dati tecnici

- alimentazione nominale 24Vdc
- potenza assorbita con alimentazione a 24 V:
- * dispositivo di messa a terra 20 W o meno
- * dispositivo di bordo 20 W o meno
- potenza di trasmissione del trasmettitore regolabile tramite configurazione
- sensibilità del ricevitore regolabile tramite configurazione
- Frequenza del trasmettitore 2,4 GHz
- trasmissione dati protetta
- comunicazione dati bidirezionale
- Interfaccia di comunicazione con altri sistemi: RS485 o Ethernet

2. INTERVENTI TECNOLOGICI FERMATE TRAM

Il presente documento intende descrivere i termini generali le tipologie di intervento che possono essere eseguite per rendere più sicuro ed efficiente una infrastruttura di viabilità tramviaria.

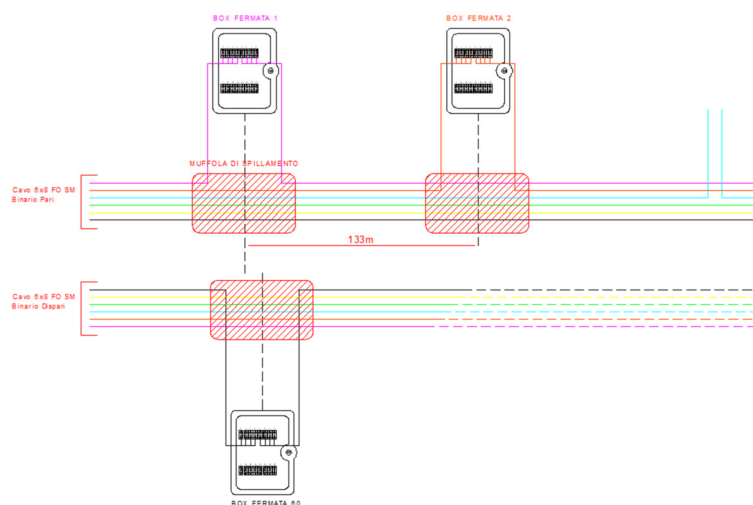
La presente relazione non considera gli ambiti architettonici ed è separate dai sistemi di Segnalamento e di Trazione Elettrica che sono stati trattati in precedenza.

Elemento imprescindibile per un asset di viabilità sono le Telecomunicazioni. Di fatto tutti i sistemi comunicano tra loro e verso l'esterno tramite reti Ethernet che devono essere performanti e sicure.

2.1 Infrastruttura Telecomunicazioni - TLC

Per l'attivazione la messa in servizio degli impianti si rende necessaria la realizzazione di una infrastruttura TLC composta almeno da:

- Una dorsale in FO in doppio anello (Binario Pari e Binario Dispari) da almeno 48 Fibre 6x8FO SM con caratteristiche di resistenza meccanica idonea per il contesto di installazione di cui si riporta un ipotetico schema distributivo titolo esemplificativo.
I cavi saranno del tipo adatti alla posa esterna costituiti da un tubo PBT al cui interno sono posizionate i tubi contenenti le FO a gruppi di 8 ed immerse in un gel le singole fibre ottiche per garantire la protezione igroscopica. Il tutto dovrà essere ricoperto da un'armatura in acciaio corrugato al fine di assicurare una protezione contro i roditori. La resistenza alla trazione è fornita da 2 ulteriori fili di acciaio tra la guaina e l'armatura. Tutte le terminazioni sono del tipo SC.



- Il Locale Tecnico Centrale (posto pilota di Carlo III) dovrà essere adeguato dal punto di vista di alimentazione elettrica e condizionamento in cui posizionare le apparecchiature di rete e i server adeguatamente progettato per garantire continuità di servizi.
- Un eventuale Locale Tecnico Centrale secondario (posizionato presso il deposito di S. Giovanni) in grado di garantire almeno la continuità operativa dei servizi minimi necessari per la circolazione in sicurezza.

- Una Control Room con almeno 2 Postazioni Operatore per di Diagnostica e Manutenzione/SCADA e per la Sicurezza (posizionata a Carlo III)

Informazioni di sicurezza agli utenti – punti SOS

Per aumentare i livelli standard di sicurezza e per la fruibilità dei servizi da parte dei viaggiatori, l'informazione al pubblico dovrà essere fornito un Sistema di comunicazione con la control room in merito all'andamento dei Tram o per condizioni di pericolo.

Il Sistema prevede l'installazione di colonnine blindate alle fermate dei tram dotate di connessione 5 G e Sistema wifi.

L'informazione al pubblico nelle fermate dovrà essere di due tipi:

Quella di tipo **fisso**, relativa alla sicurezza dei viaggiatori (segnaletica e cartellonistica) nonché all'orario dei tram programmato (quadri orari murali). Questa tipologia di comunicazione necessita di un attento studio nei contenuti e nella forma e l'individuazione della corretta posizione e deve essere adeguatamente illuminata nei diversi momenti della giornata anche al variare delle condizioni meteo e di illuminamento naturale. La progettazione illuminotecnica deve considerare l'impiego di sistemi intelligenti in grado di regolare il flusso luminoso per massimizzare la fruibilità dell'informazione e nel contempo permettere saving sui consumi energetici.

Quella di tipo **variabile**, in tempo reale, relativa all'effettivo orario dei Tram nonché alla comunicazione di eventuali anomalie di circolazione (ritardi, soppressioni, scioperi, ecc), veicolata da canali **sonori** e **visivi** tramite dispositivi audio e monitor led. Il posizionamento ed il dimensionamento dei Monitor Led e dei diffusori audio deve considerare la posizione ed il contesto ambientale per rendere il mezzo efficace ed adatto allo scopo (Luminosità e Potenza sonora). Nel caso degli annunci questi vanno sempre resi il più intellegibili possibile operando sia sulla pressione sonora che sulla qualità dell'audio e su contenuti semplici.

Stesso sforzo è applicato anche alla **qualità dell'informazione visiva** è fondamentale tarare il progetto su dimensioni e caratteristiche diverse in funzione della posizione e dell'orientamento della fermata.

Se adeguatamente gestito il sistema di Informazione al Pubblico potrà fornire una connessione internet agli utenti in attesa e inoltre potrà essere impiegato per distribuire contenuti non strettamente legati alla circolazione dei mezzi ma altresì anche informazioni legate al contesto cittadino (eventi, manifestazioni, ecc) o inserzioni pubblicitari.

Il sistema prevede, in ciascuna fermata, l'installazione di uno o più colonnine blindate contenenti un Sistema citofonico di alarm e un monitor da almeno 15" di tipo TFT/LCD con protezione antivandalo. I monitor, oltre che riportare le informazioni sugli orari presunti di partenza e arrivo, potranno visualizzare anche altri contenuti multimediali anche disposti su più finestre come ad esempio:

- Finestra Principale dedicata ai Palinsesti multimediali.
- Finestra Immagini: dedicata a Sequenze di immagini.
- Finestra Notizie dedicata alla visualizzazione di notizie in formato testo.

I contenuti multimediali visualizzati, potranno essere costituiti da informazioni sui servizi erogati dal gestore della mobilità, dal comune, dalla provincia o altro come ad esempio:

- Informazioni di tipo pubblicitario.
- Notizie di pubblica utilità, quali traffico, borsa, meteo.

Tutte le informazioni di cui sopra, dovranno essere generate e gestite tramite un apposito software installato sul server del Posto Centrale, che le invierà opportunamente ai monitor di fermata. Il SW al posto centrale dovrà essere in grado anche di controllare lo stato diagnostico del servizio in oggetto e poter inviare comandi di riavvio delle periferiche quando occorre un evento rilevante. Il Software potrà altresì essere collegato con la viabilità per la gestione sincrona delle tabelle orarie.

Informazioni al pubblico - Audio

L'infrastruttura di comunicazione al pubblico prevede altresì l'installazione di 2 diffusori acustici, in modo da avere una ridondanza sulla messaggistica audio per le comunicazioni di emergenza, idonei alla posa in esterno e connessi ai server di dalla IaP direttamente tramite la rete Ethernet (dimensione e posizione da definire in loco dopo sopralluogo). Il sistema audio di fermata potrebbe essere dotato, opzionalmente, anche di sonde sonore per adeguare l'intensità del messaggio in modo automatico per garantire sempre l'intelligibilità del suono e minimizzare il disagio sonoro prodotto da audio troppo alto.

Videosorveglianza e sistemi SOS

Installazione presso ogni fermata di una telecamera IP di rete ed alimentate in POE con adeguato grado di protezione dagli agenti atmosferici e con resistenza antivandalo. Le 4 ottiche saranno del tipo singolarmente regolabili per una visione a 360° con illuminatore IR integrato in modo da consentire la visione anche in condizioni di scarso illuminamento.

Le quattro ottiche potranno essere destinate al seguente uso:

1° ottica zona di fermata a tutela della sicurezza dei viaggiatori e del patrimonio

2° ottica binario pari

3° ottica binario dispari

4° ottica inquadratura di contesto

Telecamere saranno del tipo "intelligenti" in grado di far girare a bordo camera anche algoritmi di analisi video (esempio conta persone) in grado di elaborare dati statistici sugli utilizzatori del servizio nel pieno rispetto dei diritti sulla privacy.

Algoritmi di sicurezza come la rilevazione di "Oggetti Abbandonati" o di tutela del patrimonio come la rilevazione di "Oggetti Rimossi"

Tutti i flussi video provenienti dalle telecamere saranno gestiti al Posto Centrale da un server VMS dedicato in grado di memorizzare le immagini per un nr adeguato di giornate (da definire con la DL e la Committenza)

Ogni fermata sarà dotata di una postazione citofonica antivandalo on funzionamento bidirezionale per la comunicazione di emergenza da parte di un Utente verso il Posto Centrale o viceversa.

Il sistema Citofonico sarà del tipo di rete IP in modo da integrarsi con i nuovi sistemi TLC di tratta attivando automatismi come il Pop-up automatico della telecamera sulla Postazione Operatore visualizzando le immagini della fermata da cui proviene la chiamata citofonica.

Smart Energy

Kit fotovoltaico per l'alimentazione delle apparecchiature di fermata dotato di sistema di accumulo per il funzionamento in emergenza o nelle ore notturne monitorato dalla Control Room.

Impianto fotovoltaico ed il relativo accumulo sarà utilizzato principalmente per l'illuminazione di fermata allo scopo di rendere la fermata autosufficiente dal punto di vista energetico, in particolare per ciò che riguarda l'illuminazione notturna e per rendere sicura l'alimentazione locale dei sistemi TLC e Safety&Security.

Illuminazione Adattativa

Illuminazione intelligente da integrare con i manufatti di fermata, sarà in grado di adattarsi alle condizioni meteo, ed agli orari della circolazione e alla presenza di utenti alla fermata.

La parzializzazione in mancanza di utenti o l'accensione in caso di condizioni meteo particolarmente avverse permetteranno di massimizzare la sicurezza e ridurre i consumi.

La rilevazione della presenza di utenti potrà essere fatta sia con l'impiego di sensori di movimento che tramite la videoanalisi della telecamere.

L'impiego di lampade supervisionate via BUS come ad esempio il DALI2 consentirà la telediagnostica e il tele monitoraggio.

La quantità, il tipo e la posizione saranno oggetto di uno specifico studio illuminotecnico.

Connettività e servizi

Access Point WiFi per la comunicazione Terra/Treno, in aggiunta ai sistemi di comunicazione e posizionamento del convoglio. Gli AP della rete WiFi potranno propagare altre SSID di rete con WiFi aperte "Free" o con "Captive Portal" che preveda una registrazione a cui associare la raccolta di informazioni sulla qualità del servizio di trasporto pubblico o altro a livello statistico per scopi di marketing e comunicazione.

In ogni pensilina di fermata potranno essere presenti delle prese USB/220V e Wireless per ricarica dispositivi mobili degli utenti. Le postazioni di ricarica saranno alimentate dalle batterie del FTV in ottica "Green".

In particolari punti della tratta potranno essere montate anche delle stazioni meteo per il monitoraggio ambientale - Stazione Meteo (Temperatura, umidità, qualità dell'aria, ecc)

Sistema SCADA

Il sottosistema sarà costituito da una rete di PLC nelle fermate e da un Server di supervisione al Posto Centrale (PCC) dove sarà presente una postazione dedicata alla supervisione degli allarmi degli impianti non-TE (Trazione Elettrica) presenti presso le fermate.

La raccolta degli allarmi e della diagnostica delle apparecchiature sarà realizzata mediante PLC distribuiti nelle fermate che tramite I/O saranno deputati alla raccolta dei segnali ed all'invio di comandi agli apparati di fermata.

Telecomunicazione e Telecontrollo

Il senso normale di circolazione dei tram prevede la marcia a destra sia nelle tratte a doppio binario sia nei punti di incrocio e nelle fermate. In caso di servizio degradato è ammessa la circolazione "banalizzata" sul binario "illegale" in tratte di linea a doppio binario.

Le modalità di esercizio previsto è con "marcia a vista", integrato da alcune informazioni di ausilio al conducente attraverso gli esistenti impianti ed apparecchiature di segnalamento e sicurezza in corrispondenza degli scambi e degli incroci fra tram, con l'ausilio delle informazioni sui segnali luminosi. Questo comporta che le responsabilità sulla movimentazione del tram ricade principalmente sul conducente che valuta, volta per volta, le informazioni a sua disposizione e la situazione al contorno per poi movimentare il tram.

La marcia a vista è pertanto "assistita" da segnali luminosi quali lanterne semaforiche di protezione degli incroci stradali, segnali luminosi di protezione delle tratte di incrocio per tram "STOP" e "GO" e segnali luminosi indicanti la posizione dei deviatori. Potrà essere integrata da segnali sussidiari fissi quali cartelli indicanti riduzioni di velocità tabelle distanziometriche o indicazioni per cambio di

direzione. Il tranviere deve rispettare le indicazioni e le limitazioni imposte da detti segnali e in caso di guasto o discordanza deve, se necessario, arrestarsi e richiedere assistenza al PCC.

La regolazione del traffico tranviario nelle tratte banalizzate è cadenzata con priorità di prenotazione gestita dagli apparati di segnalamento, che concedono l'occupazione della tratta banalizzata al tram che prenota per primo.

In generale l'impianto di gestione segnalamento, telecomunicazione, telecomandi e "scada" si compone di sei sistemi a logica distribuita, integrati tra loro, che garantiscono la supervisione e il controllo dell'intera metrotranvia, ripartendosi le funzionalità dell'intero impianto. Ad ogni sistema corrisponde nel Posto Centrale di Controllo un modulo software che gestisce, a livello centrale, le funzionalità di tale sistema.

Di seguito sono riassunti i sistemi ai quali corrispondono moduli software dedicati. Rispetto a quanto appena detto, fa eccezione il sistema di bordo, il cui software di gestione e controllo non è residente nel PCC, ma nell'unità "intelligente" presente a bordo di ciascun rotabile.

Il sistema complessivo è composto dai seguenti macro servizi / sottoinsiemi:

- Sistema di Segnalamento, Supervisione e Controllo della Linea e del Deposito dedicato alla gestione in sicurezza delle rotte e degli instradamenti.
- Sistema di Controllo dell'esercizio e Localizzazione dedicati alla localizzazione del veicolo, alla gestione del sistema radio e al controllo dell'esercizio per l'intera flotta in circolazione, nonché all'aggiornamento dei tempi di attesa indicati sui PMV delle fermate.
- Sistema di Regolazione e Supervisione Semaforica, Priorità al Tram dedicati alla gestione del traffico tranviario e veicolare mediante regolatori semaforici di incrocio.
- Sistema di Supervisione delle Sottostazioni Elettriche (SCADA) dedicato al telecontrollo e alla supervisione "real time" di tutti gli apparati presenti nelle sottostazioni elettriche (quali trasformatori, interruttori, sezionatori, ecc.) e nei punti di alimentazione lungo linea.
- Sistema di Videosorveglianza, Informazione all'Utenza e Comunicazioni di Emergenza dedicati alla gestione delle funzionalità di assistenza in fermata mediante telecamere a circuito chiuso, citofoni di emergenza (colonnine SOS), o sistemi di informazione all'utenza attraverso i pannelli a messaggio variabile e diffusione sonora.
- Sistema di Bordo dedicato alle funzionalità di bordo quali comunicazione terra – bordo (comando scambi e prenotazione rotte), localizzazione (gestione anticipi/ritardi), gestione dell'interfaccia conducente (abilitazioni) e comunicazioni via radio.

L'interazione fra il livello periferico ed il livello centrale è garantita dal sistema di Telecomunicazioni in fibra ottica descritto in precedenza. Ognuno dei sistemi descritti è strutturato su due livelli:

- un livello periferico, comprendente tutti gli apparati distribuiti lungo il tracciato tranviario, nelle fermate, nelle sottostazioni elettriche e nel deposito;
- un livello centrale, residente nel Posto di Controllo Centralizzato, costituito dal software di supervisione e controllo di tutti gli apparati periferici afferenti ai vari sistemi costituenti l'intero impianto.

I moduli applicativi presenti nel PCC fanno parte di un'unica suite software. La suite software è essenzialmente un sistema Client/Server composto da tre applicazioni principali per la gestione

rispettivamente della parte Client (presentazione delle informazioni all'utente), della parte Server (server applicativo del sistema) e del Protocollo di comunicazione con gli apparati di campo.

L'architettura del PCC è stata studiata in modo da garantire in pieno le esigenze operative dei cinque moduli software che costituiscono il livello centrale dell'impianto di gestione del segnalamento, supervisione e telecomandi.

Le applicazioni del Server e del Protocollo, relative ai cinque moduli, sono installate sulle due postazioni Server perfettamente identiche in termini di configurazione hardware e software, per consentire la ridondanza in caso di necessità.

La gestione di tutte le funzionalità legate alle comunicazioni con i citofoni di emergenza e alla diffusione sonora è effettuata da un Concentratore audio Master, interamente controllato dal modulo software dedicato residente nella postazione server.

Al Concentratore audio Master è direttamente collegato il registratore audio, che consente la registrazione automatica delle comunicazioni d'emergenza con l'utenza in fermata, i messaggi di diffusione sonora inoltrati direttamente dall'operatore nel PCC e le conversazioni fatte via radio.

Al Concentratore Audio Master è, inoltre, collegato il PABX per consentire l'inoltro di telefonate verso la PSTN dalle consolle citofoniche ed il collegamento del Concentratore audio Master con l'unità radio.

La visualizzazione delle immagini riprese dalle telecamere periferiche avviene su due monitor, collegati ciascuno con un'unità di decodifica dei flussi video digitalizzati e compressi, provenienti dal sistema di telecomunicazioni.

La gestione e registrazione contemporanea di tutti i flussi video acquisiti dalle telecamere periferiche è consentita dalla presenza di un Concentratore - Registratore Video, anch'esso interamente controllato dal modulo software dedicato.

Disaster Recovery

Gli eventi di natura eccezionale potranno riguardare l'indisponibilità del Pcc di esercizio ordinario e per tale motivo si è ritenuto di rendere disponibile la fornitura di un'architettura per il Disaster Recovery sul territorio di competenza atto a supplire ai problemi di causa forza maggiore con l'obiettivo di realizzare delle ridondanze operative. Gli apparati proposti saranno opportunamente dimensionati in funzione delle esigenze e avranno caratteristiche tecniche identiche.

Lato PCC, i meccanismi individuati sono basati sulla configurazione Business Continuity che assicura la disponibilità immediata, in caso di evento eccezionale, di analoga infrastruttura/organizzazione presso altro PCC.

Verranno infatti perse solamente le sessioni in corso in caso di evento eccezionale. L'infrastruttura applicativa è completamente ridondata sui due diversi PCC. In caso di evento catastrofico sulla aree afferenti al PCC di servizio standard, il ripristino avverrà in real time sull'altra infrastruttura con l'obiettivo più generale di "Business Continuity Plan" attraverso:

- Minimizzazione dell'estensione del danno e dei rischi
- Definizione delle alternative per l'esecuzione delle funzioni critiche del business
- Addestramento del personale, rendendolo in grado di gestire situazioni di emergenza applicando le procedure di ripristino per il ritorno alla normalità

QUADRO MOCRO ECONOMICO

Tipologico dei Sistemi di una Fermata (intera tratta):

- Nr. 1 MUFFOLA per lo spillamento di 8 fibre ottiche per ogni fermata
- Nr. 1 BOX TLC per attestazioni ottiche
- Nr. 1 Switch 8 porte POE+ e 2 porte SFP
- Nr. 1 KIT Fotovoltaico con accumulo (da dimensionare)
- Nr. 1 Monitor LED per esterno con porta di comunicazione LAN Ethernet (dimensioni e lux da definire)
- Nr. 2 Diffusori sonori su rete Ethernet (potenza da definire)
- Illuminazione a Led (dimensione e posizione dei corpi illuminanti da progettare in un tipologico illuminotecnico)
- Nr. 1 Citofono SOS
- Nr. 1 Telecamera multi-ottica
- Nr. 1 Access Point WiFi
- QE di fermata con PLC per la supervisione degli impianti LFM

Fornitura in opera Ipotesi a corpo : 2.530.000 €

Tipologico dei Sistemi di Posto Centrale (per 2 Control Room Standard + Recovery):

- Nr. 2 Cassetto Ottico 48 posizioni 24xSC DUPLEX
- Nr. 2 Switch L3 con 24 SFP+ in stack
- Server per la TVCC
- Server Sistema SOS
- Server per leC (Informazione e Comunicazione)
- Server Supervisione SCADA
- Postazione Safety&Security TVCC e SOS
- Postazione Supervisione SCADA
- Stazione Meteo

Fornitura in opera Ipotesi a corpo : 360.000 €

Dorsale Telecomunicazione : 100.000 €

Sistema di gestione Telecomunicazione e Telecontrollo : 6.370.000 €

Quadro Riassuntivo

Fornitura in opera	Importo a corpo
TVCC-Sonorizzazione-PIS	2.990.000 €
Sistema di gestione Telecomunicazione e Telecontrollo	6.370.000 €