

E				
D				
C	12/04/2022	Correzioni richieste stazione appaltante	PG	PG
B	08/04/2022	Emissione per trasmissione al MIMS	PG	PG
A	18/03/2022	Prima emissione	PG	PG
Revisione	Data	Oggetto	Redatto	Approvato (Direttore)



COMUNE DI GENOVA

DIREZIONE MOBILITA' E TRASPORTI

Intervento/Opera:

PEOPLE MOVER - SISTEMA DI COLLEGAMENTO TRA L'AEROPORTO "CRISTOFORO COLOMBO" E IL PARCO TECNOLOGICO DEGLI ERZELLI

Progettazione:



Progettisti:

Ing. P. Giuppani (Progettista generale)
Ing. F. Giuppani **Ing. M. Cordeschi**
Ing. M. Titton **Ing. M. Tancon**

Dirigente Unità di Progetto Grandi Infrastrutture:

Ing. Manuela Sciutto

Responsabile Unico del Procedimento:

Ing. Pier Paolo Foglino

Codice Progetto:

2022_001

Codifica documento:

Codice	Fase	Disciplina	Tipo	Numero	Foglio	Rev.
FNY	PP	GEN	RE	02	A4	C

Titolo 1:

ELABORATI GENERALI

Titolo 2:

RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA

Titolo 3:

Scala:

Data:

12/04/2022

n° elaborato:

PPGENRE02

Livello Progettazione

P.F.T.E.

GEN

Codice:

FNY

Codice CUP

B31B19000120007

Sommario

1	Introduzione	1
1.1	Premessa	1
1.2	Riferimenti normativi.....	3
2	Aspetti ambientali.....	4
2.1	Strumenti di pianificazione territoriali	4
2.2	Analisi delle componenti ambientali.....	6
2.2.1	Sintesi delle problematiche ambientali analizzate.....	6
3	Studi e indagini.....	9
3.1	Geologia e geotecnica.....	9
3.1.1	Inquadramento geologico	9
3.1.2	Criticità e problematiche geologiche del tracciato	10
3.1.3	Caratterizzazione geotecnica	12
3.2	Idrologia e idraulica.....	16
3.2.1	Inquadramento territoriale dal punto di vista idrologico	16
3.2.2	Caratterizzazione idrologica dei bacini.....	17
4	Archeologia	20
5	Allacci a pubbliche utenze	22
6	Interferenze con altri progetti.....	23
6.1	Stazione ferroviaria aeroporto/Erzelli.....	23
6.2	Parco Erzelli/SAU 2019	23
6.3	Collgeamento con l'aeroposto Cristoforo Colombo.....	23
7	Sistema ed esercizio.....	25
7.1	Impianti con sistema definito a funzionamento automatico	25
7.2	Porte di banchina.....	27
8	Tracciato e caratteristiche tecniche degli impianti.....	29
8.1	Alternative progettuali.....	29
8.2	Funicolare terrestre Erzelli FS – Parco Erzelli.....	31
8.2.1	Vie di corsa.....	33
8.2.2	Stazione di rinvio a valle	34

8.2.3	Stazione motrice a monte	36
8.2.4	Veicolo	39
8.3	People mover Aeroporto – Erzelli FS.....	43
8.3.1	Vie di corsa.....	45
8.3.2	Stazione di rinvio.....	46
8.3.3	Stazione motrice	46
8.3.4	Veicolo	47
9	Stazioni.....	48
9.1	Stazione Aeroporto.....	48
9.2	Stazione Erzelli FS	49
9.3	Stazione Parco Erzelli.....	50
10	Opere di linea.....	51
10.1	Tratta Aeroporto C. Colombo – Erzelli FS.....	51
10.2	Tratta Erzelli FS – Parco Erzelli.....	52
10.2.1	Tratto in viadotto	52
10.2.2	Tratto in galleria.....	55
11	Impianti.....	58
11.1	Azionamento funiviario	58
11.1.1	Quadro smistamento e carica – batterie	58
11.1.2	Quadro principale 1/2 (+QP1 e/o +QP2).....	61
11.1.3	Rifasamento (+QRIFASAMENTO)	63
11.1.4	Quadro commutazioni corrente continua (+QSCC).....	63
11.1.5	Quadro power center (+QPWC)	63
11.1.6	Quadro stazione motrice (+Q _{STM})	64
11.1.7	Quadro stazione rinvio (+Q _{STR})	65
11.1.8	Pulpito di comando principale +P01	67
11.2	Impianti elettrici.....	68
11.3	Impianti di climatizzazione	69
12	Antincendio.....	70
12.1	Attività soggette.....	70
12.2	Attività non soggette	74
12.2.1	Rete idranti.....	74
12.2.2	Impianto sprinkler	74

13	Esercizio e manutenzione degli impianti a fune.....	76
13.1	Manutenzioni ordinarie	76
13.2	Manutenzioni straordinarie.....	77
13.3	Stima dei costi	78
14	Quadro economico.....	79
15	Cronoprogramma	80

1 Introduzione

1.1 Premessa

L'intervento oggetto del presente studio riguarda la realizzazione un collegamento funiviario, di tipo terrestre, finalizzato a connettere l'aeroporto "Cristoforo Colombo" con la collina di Erzelli, ove è in fase di realizzazione il nuovo polo tecnologico.

La scelta di realizzare un impianto a fune in tale contesto non è casuale; oggigiorno, infatti, questi impianti, originariamente più diffusi in ambito montano, ove vengono realizzati per un uso principalmente sportivo, trovano largo impiego sempre più frequentemente anche in contesto urbano in quanto presentano diversi vantaggi rispetto ai sistemi di trasporto tradizionali (metropolitane, tram, bus, filobus).

Un impianto di questo tipo consente, infatti, di garantire la combinazione di una buona capacità di trasporto oraria, associata ad un tempo di percorrenza estremamente ridotto, il tutto attraverso un sistema di trasporto di tipo "green", in quanto l'azionamento dell'impianto è integralmente garantito da motori di tipo elettrico.

Venendo all'oggetto dello studio, la soluzione proposta prevede la realizzazione di due impianti distinti ed interconnessi, come di seguito indicato:

1. l'impianto principale, che consente di raggiungere la collina di Erzelli, trova la sua stazione di partenza in un'area posta a nord-ovest dell'aeroporto cittadino, in una zona attualmente destinata al deposito delle merci (derrick aeroporto), a nord di via Pionieri e Aviatori d'Italia (tale area potrà essere resa raggiungibile anche dalla nuova stazione ferroviaria, che sorgerà a breve distanza);
2. la seconda tratta di impianto – tipo people mover - consente, invece, di realizzare il collegamento diretto di detta stazione con l'aeroporto cittadino.

Il primo impianto è una funicolare terrestre del tipo "a va e vieni"; nello specifico è costituito da due veicoli, che procedono sempre in direzione opposta tra di essi percorrendo un'unica via di corsa, la quale si raddoppia in corrispondenza dell'incrocio tra le due vetture (area di scambio); stante la necessità di garantire una portata oraria elevata (superiore alle 4.000 persone/ora), le vetture sono previste di capienza pari a circa 300 persone.

L'impianto che collega la stazione Erzelli FS all'aeroporto, a differenza di quello descritto precedentemente, è del tipo "a va o vieni"; tale denominazione sta a significare che esso è costituito da un'unica vettura che percorre il tragitto alternativamente prima in una direzione e poi in quella opposta. Tale scelta progettuale è principalmente associata alla brevità del percorso, oltreché alla necessità di non dover garantire una portata oraria particolarmente elevata (poco maggiore di 1.000 persone ora per senso di marcia).

Nel seguito un estratto della rappresentazione planimetrica del tracciato su ortofoto:



Figura 1.1: inserimento planimetrico del tracciato dell'impianto in progetto su ortofoto

1.2 Riferimenti normativi

Si individuano nel seguito i principali riferimenti normativi da considerare per la realizzazione di un impianto di questa tipologia:

- Regolamento (UE) 2016/424 del Parlamento europeo e del consiglio relativo agli impianti a fune;
- Decreto del Ministero dei Trasporti e della Navigazione del 4 agosto 1998, n.400 “Regolamento generale recante norme per le funicolari aeree e terrestri in servizio pubblico destinate al trasporto di persone”;
- Decreto Dirigenziale n° 172 – 18 giugno 2021: “Disposizioni e specificazioni tecniche per le infrastrutture degli impianti a fune adibiti al trasporto di persone”;
- UNI EN 12930 Requisiti di sicurezza per impianti a fune progettati per il trasporto persone;
- UNI EN 13107 Requisiti di sicurezza per impianti a fune progettati per il trasporto persone;
- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018: “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni” e relative circolari di applicazione;
- NCT2018 Nuove norme tecniche per le costruzioni;
- D.Lgs. 81/2008;
- D.Lgs. 152/2006;

2 Aspetti ambientali

Al fine di capire comprendere tutti gli impatti dovuti alla realizzazione ed all'esercizio delle opere di progetto, è stato redatto uno studio di prefattibilità ambientale (PPAMBRE01_Studio di prefattibilità ambientale). In tale elaborato sono state analizzate tutte le caratteristiche del progetto, verificando la loro compatibilità sia con gli altri progetti che interessano le zone limitrofe a quelle interessate dalla funicolare di progetto che con gli strumenti di pianificazione territoriale a diversi livelli. Dopo questa prima fase di ricerca e confronto con le diverse realtà di pianificazione si ha proceduto all'analisi delle diverse componenti ambientali, valutandone in prima istanza lo stato attuale ed infine i possibili impatti prevedibili, sia per la fase di cantiere che per quella di esercizio. Nello specifico sono state analizzate le seguenti componenti ambientali:

- Atmosfera;
- Ambiente idrico superficiale;
- Suolo e sottosuolo;
- Biodiversità;
- Rumore e vibrazioni;
- Rifiuti e materiali di risulta;
- Popolazione e salute umana

Il dettaglio di tutte le analisi effettuate si ritrovano sempre sulla già citata relazione di prefattibilità ambientale.

Lo studio si conclude con la descrizione di misure volte a mitigare gli impatti dovuti alla realizzazione e all'esercizio delle opere di progetto.

2.1 Strumenti di pianificazione territoriali

In tale sezione vengono evidenziate le possibili relazioni fra l'opera in progetto e la pianificazione e programmazione territoriale e settoriale.

In particolare, le analisi sono indirizzate a verificare il livello di integrazione e coerenza del progetto con gli strumenti della pianificazione urbanistico-territoriale, di settore ed ambientale, fornendo contestualmente i necessari riferimenti per tutti gli Enti di tutela chiamati ad esprimersi sul progetto per i profili di propria competenza, all'interno della procedura approvativa prevista dalle vigenti normative. L'analisi degli strumenti della pianificazione territoriale e ambientale fornirà, inoltre, informazioni in merito alle specificità del territorio attraversato dalla futura opera e agli obiettivi e agli indirizzi posti alla base degli interventi di trasformazione e gestione territoriale, nonché circa la sussistenza di elementi di attenzione, condizionamento e/o vincolo che in parte dettano le condizioni di fattibilità dell'intervento e in parte ne costituiscono il contesto di inserimento.

Gli strumenti della pianificazione e programmazione territoriale forniscono utili informazioni in merito alle specificità territoriali e alle sue modalità di gestione e tutela, nello scenario attuale (Quadro Conoscitivo) e futuro (Pianificazione di Progetto). L'assetto del territorio è, infatti, il risultato di politiche, regionali e interregionali, che si rivolgono ad un contesto fisico e sociale di grande complessità, frutto di esigenze ed interessi spesso conflittuali e, pertanto, la verifica dei contenuti degli strumenti della pianificazione, organizzazione, gestione e programmazione del territorio definisce l'insieme delle regole con le quali questo sarà soggetto ad ulteriori trasformazioni, attraverso i seguenti principali livelli:

- Pianificazione di settore;
- pianificazione territoriale;
- pianificazione e vincolistica ambientale, vincoli paesaggistici e naturalistici, patrimonio storico-architettonico e monumentale.

I diversi livelli di pianificazione vengono analizzati in dettaglio nello Studio Preliminare Ambientale.

Parte del tracciato interferisce con le aree e i beni tutelati ai sensi del D.Lgs. 42/04 individuati dal PPTR, nello specifico "Territori coperti da foreste e boschi ex-art. 142, lett. g del D.Lgs. 42/2004 i, inoltre il tracciato è prossimo ad alcuni beni di interesse culturale dichiarato tra cui il sistema di fortificazioni di Forte Erzelli; pertanto, nelle fasi progettuali successive si dovrà prevedere la relazione paesaggistica per la verifica della compatibilità tra l'interesse paesaggistico tutelato e l'intervento progettato.

In merito all'interferenza con aree facenti parti della rete natura 2000, si è evidenziata l'assenza di interazione tra aree di cantiere/esercizio e aree vincolate e tutelate (SIC/ZSC e ZPS) poste a notevole distanza da entrambe le aree di lavorazione/esercizio, si esclude inoltre l'interferenza con aree facenti parte della rete ecologica.

Si vuole inoltre sottolineare che l'intervento ricade per la sua totalità in aree antropizzate e in molti casi degradate, sia per la presenza della zona portuale, sia in corrispondenza del pianoro artificiale di Erzelli, sono assenti aree naturali, e le poche aree boscate presenti sono comunque interrotte dalla viabilità esistente.

In questo senso l'intervento in oggetto risponde positivamente agli obiettivi strategici individuati dal PTCP per gli ambiti individuati "Sestri Ponente" e "Bassa Valle Polcevera", che in generale muovono verso una necessità di riqualificazione delle situazioni di degrado

In conclusione, si può affermare quindi l'assenza di impatti potenziali indotti dalla presenza dei cantieri e dall'esercizio dell'opera.

2.2 Analisi delle componenti ambientali

Per effettuare tali analisi è stata assunta la scelta di considerare i seguenti aspetti che rappresentano il determinante di effetti che possono produrre modifiche dello stato iniziale dell'ambiente:

- A. Emissioni e produzioni nella fase di costruzione;
- B. Modifica dei fenomeni ambientali e consumo delle risorse naturali (con riferimento ai fattori connessi all'introduzione fisica delle opere e all'esercizio).

Sono state successivamente individuate le tipologie di effetti potenziali originati dalle azioni di progetto sui diversi fattori identificati al comma 1 lettera c) del D.Lgs 152/2006, così come modificato dall'articolo 2 del D.Lgs. 104/2017, ossia popolazione e salute umana, biodiversità, territorio, suolo ed acqua, aria e clima, patrimonio culturale e paesaggio e stimata la significatività di tali effetti potenziali, al fine di individuare, qualora risultasse necessario, le misure e gli interventi di mitigazione adatti a eliminare o ridurre gli impatti valutati

2.2.1 Sintesi delle problematiche ambientali analizzate

Di seguito si riporta la tavola sinottica che rappresenta gli aspetti sui quali potrebbero essere riscontrate eventuali interferenze in fase di cantiere e in quella di esercizio.

POTENZIALI INTERFERENZE RISCONTATE	Pianificazione Territoriale	Sistema vincoli e aree protette	Beni storici e architettonici	Paesaggio e visibilità	Archeologia	Acque	Suolo e sottosuolo	Biodiversità	Emissioni in atmosfera	Rumore e vibrazioni	Rifiuti e materiali di risulta	Popolazione e salute umana
CANTIERE	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	-	X
ESERCIZIO	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Le componenti per cui si rintracciano elementi di criticità, vengono di seguito schematizzate, esplicitando i fattori determinanti le interferenze potenziali riscontrate.

A partire dalle risultanze delle analisi ambientali, al fine di ottenere un quadro complessivo della situazione post operam e post mitigazione, a ciascuna interferenza, è stato associato

un “livello”, in ragione della sua entità, nonché dell’efficacia degli interventi di mitigazione adottati per risolvere tale interferenza.

Sono stati, pertanto, classificati cinque diversi livelli di interferenza:

1. Assenza di interferenza;
2. Interferenza non significativa;
3. Interferenza mitigata con intervento;
4. Interferenza oggetto di monitoraggio ambientale
5. Interferenza residua.

- **Fase di cantiere**

Componente ambientale	Fattore interferente	Classe di interferenza
Pianificazione territoriale	Nessuna interferenza	Assenza di interferenza
Atmosfera	Possibili emissioni derivanti dalle attività cantiere che potrebbero incidere sullo stato di qualità dell’aria.	Interferenza mitigata con corretta gestione del cantiere. Interferenza oggetto di monitoraggio ambientale
Ambiente idrico (acque superficiali)	Possibili interferenze con il drenaggio superficiale delle acque meteoriche	Interferenza non significativa: interferenze evitate con corretta gestione del cantiere
Ambiente idrico (acque sotterranee)	Possibili interferenze con lo stato qualitativo delle acque sotterranee	Interferenza oggetto di monitoraggio ambientale
Suolo e sottosuolo	Possibili interferenze sulla componente	Interferenze sul suolo evitate con corretta gestione del cantiere
Biodiversità	Nessuna interferenza	Assenza di interferenza
Rumore e Vibrazioni	Possibili superamenti dei livelli di rumore, previsti dalla normativa vigente, riscontrati nei pressi dei ricettori residenziali più prossimi alle aree di cantiere.	Interferenza mitigata con corretta gestione del cantiere. Interferenza oggetto di monitoraggio ambientale
Rifiuti e materiali di risulta	Gli impatti sono correlati all’uso delle risorse naturali e allo smaltimento dei rifiuti: entrambi gli impatti sono delocalizzati rispetto all’area di progetto	Interferenza non significativa
Popolazione e salute umana	Possibili interferenze in termini di impatti sulla salute umana derivanti dalle emissioni in atmosfera e dal potenziale superamento dei limiti acustici	Interferenza mitigata con corretta gestione del cantiere. Interferenza oggetto di monitoraggio ambientale

- **Fase di esercizio**

Componente ambientale	Fattore interferente	Classe di interferenza
Pianificazione territoriale	Nessuna interferenza	Assenza di interferenza
Atmosfera	Nessuna interferenza	Assenza di interferenza
Ambiente idrico (acque superficiali)	Nessuna interferenza	Assenza di interferenza
Ambiente idrico (acque sotterranee)	Nessuna interferenza	Assenza di interferenza
Suolo e sottosuolo	Nessuna interferenza	Assenza di interferenza
Biodiversità	Si ritiene che la realizzazione dell'intervento sia migliorativa rispetto all'assetto attuale. Essa, infatti, interessa una piccola porzione di territorio abbastanza degradata dal punto di vista percettivo in cui non si evidenzia la presenza di aree di rilevante pregio paesaggistico e naturalistico. Gli interventi finalizzati all'inerbimento e alla formazione di impianti vegetazionali arborei e arbustivi, riqualificano morfologicamente il contesto aggiungendo il valore derivato dalla nuova funzionalità.	Interferenza mitigata con intervento
Rumore e Vibrazioni	_*	_*
Rifiuti e materiali di risulta	Nessuna interferenza	Assenza di interferenza
Popolazione e salute umana	_*	_*

() interferenza non valutabile in questa fase progettuale*

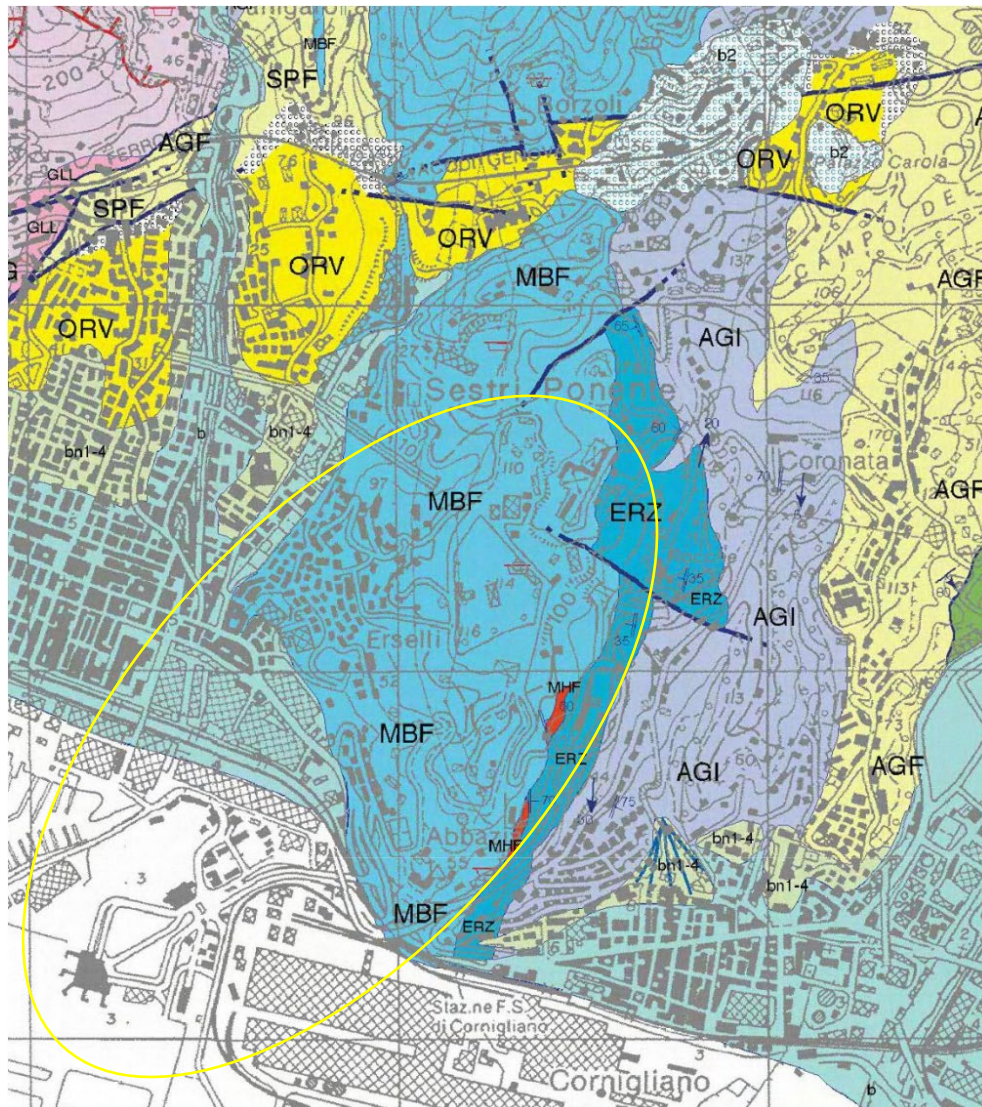
Al fine di minimizzare gli effetti negativi che tali problematiche possono avere sulle diverse componenti ambientali sono state esposte e descritte diverse misure di mitigazione, tali vengono spiegate in dettaglio nello Studio Preliminare Ambientale.

3 Studi e indagini

3.1 Geologia e geotecnica

3.1.1 Inquadramento geologico

L'inquadramento geologico dell'area in esame è illustrato in **Figura** dove è riportato un estratto fuori scala dalla Carta Geologica d'Italia progetto CARG, Foglio Genova 213-230.



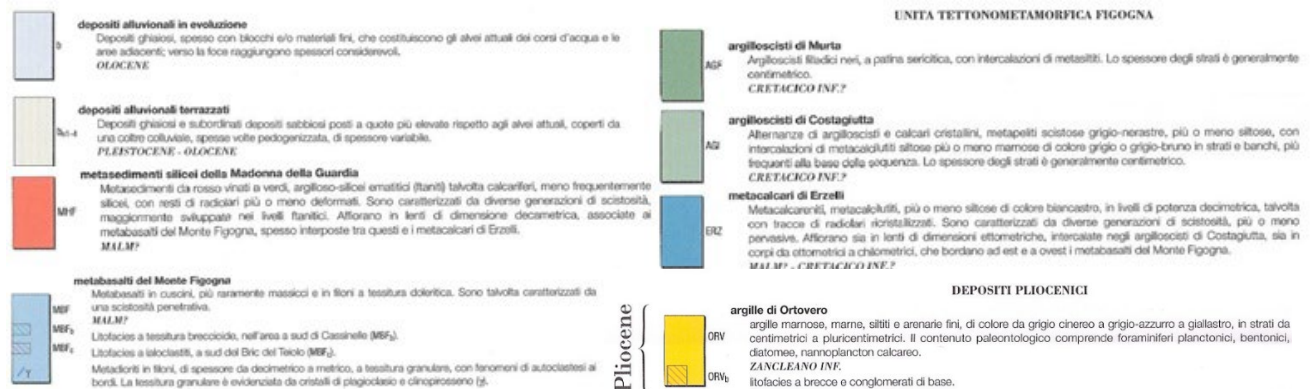


Figura 3.1: Estratto fuori scala dalla Carta Geologica d'Italia Foglio 213-230 Genova, con relativa legenda

Il modello geologico della zona è chiaro e consolidato, ed è derivato soprattutto dalle risultanze delle già richiamate indagini geognostiche e geofisiche eseguite sulla zona, in particolare per il PFTE della “Monorail People Mover”. Esso è caratterizzato dalla prevalenza, a substrato dell’impianto proposto, di basalti massivi e breccie basaltiche, in contatto, a Est e a Sud, con litologie calcaree e argilloscistose.

All’estremità meridionale, inoltre, in corrispondenza della stazione di valle dell’impianto presso l’aeroporto C. Colombo, laddove l’originaria falesia si approfondisce bruscamente, sono presenti deposizioni marine quaternarie e della colmata artificiale, a substrato delle quali è ragionevole supporre la presenza delle Argille di Ortovero di epoca pliocenica in graduale approfondimento verso Sud.

Per maggiori dettagli, anche di carattere storico della geologia locale, si rimanda all’apposita Relazione geologica preliminare.

3.1.2 Criticità e problematiche geologiche del tracciato

Rispetto al modello geologico dei luoghi e alle caratteristiche geomorfologiche e idrogeologiche descritte ai capitoli precedenti, approfondite dalle verifiche geognostiche e geotecniche espone nei capitoli a seguire, si evidenziano una serie di criticità geologiche e interferenze che meritano attente valutazioni nelle successive fasi della progettazione.

Viste le caratteristiche del tracciato, che si manterrà in prevalenza al di sopra delle quote del terreno, determinando, quindi, la necessità di realizzare impalcati sopraelevati e viadotti anche di considerevole altezza, si pone principalmente il problema degli appoggi fondazionali che richiederanno, probabilmente, il ricorso a fondazioni indirette, in contesti e condizioni variabili poiché interesseranno:

- zone dove il substrato roccioso è notevolmente approfondito e domina la presenza di materiali di riporto (la colmata a mare in zona Aeroporto) sovrapposti a depositi alluvionali saturi e caratterizzati da eterogeneità laterale e trasversale;

- zone caratterizzate da spessori potenti (anche fino a 10 m) di coltri detritiche di copertura, di deposizione pedemontana e/o di alterazione eluviale del substrato;
- zone con presenza di un substrato roccioso cataclastico e brecciato per fenomenologie tettoniche.

Soltanto il tratto superiore del tracciato, sulla spianata di Erzelli, troverà in condizioni di affioramento e sub affioramento il basalto sano e compatto, dove la problematica, semmai, riguarda le difficoltà nelle operazioni di scavo per la tenacia e la durezza del materiale.

In tutti i casi, la progettazione deve tenere in conto che si tratta di un ammasso roccioso molto tenace ma interessato da diversi sistemi di fratturazione e che è possibile il reperimento di fasce tettonizzate con rapido scadimento della qualità geomeccanica anche a maggiori profondità.

Proseguendo nell'analisi delle criticità, vi è da rilevare la problematica di eseguire i lavori in zona densamente urbanizzata, interessata da diverse infrastrutture viarie e ferroviarie che saranno sovra passate dalla linea nel tratto inferiore, al piede del versante.

Infatti, soprattutto nella zona della colmata artificiale e nei materiali di riporto in copertura ai sedimenti marini e alluvionali della piana di Sestri, l'impatto sull'area densamente abitata va studiato, sia per la fase provvisoria di esecuzione dei lavori, sia per la fase definitiva di esercizio dell'opera e dovrà in ogni caso prevedere, stante il quadro geologico tratteggiato, la valutazione delle interferenze dei nuovi appoggi con gli edifici, i muri e i manufatti limitrofi e con le tombinature dei rivi e della rete di drenaggio urbano che attraversa la zona.

Giunti al piede del versante lo schema stratigrafico di riferimento cambia. Morfologicamente l'ambito pedemontano e di basso versante della collina di Erzelli, come descritto in precedenza, denota una morfologia terrazzata e in condizioni di blanda pendenza, sul fianco occidentale della dorsale, passando in cresta alla profonda incisione valliva del Rio Negrone.

Il rivo appartiene al reticolo idrografico regionale; nel tratto inferiore dove è previsto il viadotto di maggiore altezza, scorre a cielo aperto in una valle ripida e boscata, scarsamente accessibile, mentre in corrispondenza dell'attraversamento nel tratto superiore, sul nuovo tornante della Via Perotto, il rivo è tombinato in uno scatolare a profilo gradonato.

Il Rio Negrone è tombinato anche nel tratto a valle del tornante della Via dell'Acciaio, al margine della piana di Sestri Ponente, con percorso e caratteristiche che dovranno essere precisamente verificati rispetto, ad esempio, agli appoggi del deposito della linea, che è ubicato nell'area aeroportuale a Ovest della nuova stazione ferroviaria.

Si dovranno inoltre considerare gli aspetti connessi alle verifiche idrauliche e all'attraversamento di zone inondabili con diversi tempi di ritorno, rispetto alle quali deve essere dimostrata l'ammissibilità dell'intervento proposto, come chiarito al capitolo seguente.

Si segnalano, inoltre, alcune criticità puntuali, che riguardano le interferenze con opere idrauliche e reti infrastrutturali preesistenti o realizzate nell'ambito del PST di Erzelli, senz'altro tecnicamente risolvibili, ma per le quali occorre prevedere idonee soluzioni nelle successive fasi della progettazione.

In ultimo vale la pena ricordare la presenza, in sottosuolo, di una galleria, ex rifugio antiaereo, che attraversa da Est a Ovest la propaggine meridionale della collina proprio all'altezza della Badia di Sant'Andrea e che presenta, in vicinanza del tracciato proposto, un cunicolo laterale di accesso.

Nello studio geologico è stata effettuata un'analisi piuttosto dettagliata non solo dei caratteri idrografici e idrogeologici, ma anche delle sismicità dell'area d'interesse. Per i dettagli si rimanda alla relazione di riferimento.

3.1.3 Caratterizzazione geotecnica

Per la caratterizzazione geotecnica della Funicolare in progetto sono risultate utili in primis le osservazioni dei dati raccolti in diverse campagne geognostiche pregresse alla stesura del PTFE della "Monorail People Mover", svolte nell'ampio territorio che comprende le tre aree in esame, comprendenti sondaggi menzionati nella relazione geologica del PTFE stesso, e facenti riferimento a:

- Banca dati dei sondaggi della regione Liguria e del comune di Genova, contenenti solo stratigrafie di sondaggi;
<http://srvcarto.regione.liguria.it/geoviewer2/pages/apps/geoportale/index.html?id=1030>
- Ulteriori sondaggi presenti nel portale della regione Liguria e del comune di Genova, contenenti informazioni stratigrafiche e prove SPT:
<http://srvcarto.regione.liguria.it/geoviewer2/pages/apps/geoportale/index.html?id=1030>
- Campagna di sondaggi messa a disposizione da Genova High Tech S.p.A. e realizzata per il Parco Scientifico Tecnologico di Erzelli;
- Campagna d'indagini per il progetto preliminare del collegamento tra l'aeroporto e la ferrovia "Gate";
- Campagna d'indagini per il progetto definitivo del collegamento tra l'aeroporto e la ferrovia "Gate";
- Sezioni geologiche realizzate per il parco scientifico di Erzelli ("Parco scientifico tecnologico di Genova-Erzelli – Nuovo schema di assetto urbanistico S.A.U." – "Carta geologica e geomorfologica" e "Sezioni geologiche interpretative");

- Indagini geognostiche realizzate a supporto del progetto esecutivo della tratta AV/AC “Terzo valico dei Giovi”: SA, SB, SC, SD, SE (“Progetto Esecutivo – Tratta AV/AC Terzo valico dei Giovi – Galleria naturale interconnessione III valico - Voltri”)

In secondo luogo, ed in modo particolare, la ricostruzione del quadro geologico e stratigrafico dell’area d’indagine si è basata sulla campagna di indagini geognostiche appositamente eseguita per il PFTE della monorotaia (Figura 3.2)

Tale campagna d’indagini per il PFTE della “Monorail People Mover”, è stata svolta nei primi giorni di gennaio 2021 ed ha permesso di definire in maniera più puntuale la stratigrafia e le caratteristiche fisiche e meccaniche della parte di sottosuolo interessata dal progetto della Funicolare, occupante la medesima area d’interesse tra l’aeroporto C. Colombo e la spianata sommitale della Collina Erzelli. La campagna ha previsto la realizzazione di n.6 sondaggi a carotaggio continuo sintetizzati denominati MOGE1, MOGE3, MOGE5, MOGE6, MOGE8 e MOGE11 e sintetizzati in tabella 2.

Più nel dettaglio la campagna ha previsto:

- n. 6 sondaggi meccanici a rotazione con prelievo continuo di campione, con profondità comprese tra 20 e 30 m da p.c.;
- n. 23 prove SPT nei materiali sciolti in copertura al substrato (riporti, sedimenti marini/coltri) di cui n. 2 andate a rifiuto;
- il prelievo di n. 3 campioni rimaneggiati e n. 2 campioni indisturbati di terreno;
- n. 4 prove di permeabilità in foro tipo Lefranc
- n.3 prove pressiometriche e n.3 prove dilatometriche per la misura della deformabilità dei terreni e della roccia;
- installazione di piezometri a tubo aperto nei fori dei sondaggi MOGE1, MOGE6, MOGE8, MOGE11;
- allestimento di tubo in pvc per prova sismica DH nel foro dei sondaggi MOGE3, MOGE5



Figura 3.2: – Ubicazione dei sondaggi eseguiti nel 2021 per il progetto “Monorail People Mover”
Nella Tabella 2 a seguire si riporta una sintesi dei sondaggi e delle relative lavorazioni.

Tabella 2

SOND.	Z	TIPO (*)	STRUM. INSTALLATA (**)	CAMP. (***)	SPT	LF CV	MPM DRT (****)	DATA		COORDINATE		QUOTA
								INIZIO	FINE	EST	NORD	
-	m		-	n°	n°	n°	n°	INIZIO	FINE	EST	NORD	m s.l.m.
MOGE 1	25	PZ	PZ TA 3” 0-25 m 0-3 m C 3-25 m F	CI=0 CR=0 CA=1	7	1	1 MPM	27/01/2021	29/01/2021	8°51'03.7"E	44°24'57.4"N	4.0
MOGE 3	30	DH	TB SIS 3” 0-30 m	CI=0 CR=2 CA=1	6	1	1 MPM	20/01/2021	26/01/2021	8°51'27.8"E	44°25'05.7"N	7.0
MOGE 5	30	DH	TB SIS 3” 0-30 m	CI=0 CR=0 CA=1	1	1	1 DRT	02/02/2021	05/02/2021	8°51'40.1"E	44°25'11.6"N	59.0
MOGE 6	20	PZ	PZ TA 3” 0-25 m 0-5 m C 5-20 m F	CI=0 CR=1 CA=1	2	1	1 DRT	11/02/2021	14/01/2021	8°51'41.6"E	44°25'04.8"N	43.0
MOGE 8	20	PZ	PZ TA 3” 0-25 m 0-6 m; 19-20 m C 6-19m F	CI=0 CR=0 CA=1	-	-	1 DRT	18/11/2020	19/11/2020	8°51'52.26"E	44°25'18.16"N	114.0
MOGE 11	30	PZ	PZ TA 3” 0-30 m 0-3 m C 3-30 m F	CI=2 CR=0 CA=1	7	1	1 MPM	15/01/2021	19/01/2021	8°51'19.3"E	44°25'05.9"N	8.0

* DH = Down Hole; PZ = Piezometro

** CI=Campioni Indisturbati; CR=Campioni Rimaneggiati; CA=Campioni ambientali prelevati tramite quartatura 0-5 mt.

*** PZ TA 2”= Piezometro a tubo aperto da 2”; TB SIS 3”= Tubo sismica da 3”

**** MPM=Prova Pressiometrica; DRT= Prova Dilatometrica

Tabella 2: sintesi dei sondaggi e delle relative lavorazioni svolte per il PFTE della Monorail people Mover - Gennaio 2021

Sulla base, dunque, dei documenti sopra esposti ed esaminati, si riassumono a seguire le principali caratteristiche delle aree d'interesse:

Nella **tratta di valle dell'impianto**, in zona aeroporto, sono presenti materiali di riporto e di colmata, caratterizzati da una granulometria prevalentemente fine, con laterizi, macerie e detriti vari. Lo spessore è crescente in direzione mare, mentre la granulometria è crescente verso monte. All'altezza della stazione di valle, che ricade nell'ambito della colmata aeroportuale, i riporti raggiungono i 9-10 metri e si mantengono tali anche nella zona dei containers, mentre poco a monte, **all'altezza del parco ferroviario e della Stazione in progetto FS/Funicolare**, collocato sulla propaggine meridionale della dorsale collinare, si assestano sui 2.00 - 3.00 m. Il substrato naturale è costituito da sedimenti alluvionali marini, anch'essi di granulometria crescente da mare a monte: a mare, infatti, i sedimenti sono composti da sabbie fini e finissime, man mano che si risale verso monte subentrano intercalazioni di deposizioni ghiaiose che attestano un ambiente di deposizione prossimale al "bordo" del promontorio collinare. Tali sedimenti, raggiungono spessori variabili tra 8.00 e 11.00 m circa dal p.c. attuale **all'altezza della Via Siffredi** e sul contorno della dorsale verso Ovest, ma poco a monte si azzerano bruscamente contro il piede del versante, **presso le rampe autostradali e l'intersezione con Via dell'Acciaio** dove, in copertura alla roccia basaltica, sono presenti coltri detritiche pedemontane eterometriche e eterogenee, di probabile deposizione pedemontana, per spessori dell'ordine di 6.00-7.00 m.

Nei tratti che percorrono il versante invece, compaiono le coltri detritiche e/o i terreni di alterazione eluviale molto spinta per spessori localmente fino a 9.00 m. Sul ciglio meridionale della collina, e, **più a Nord, sulla spianata**, le coltri diminuiscono di spessore e la roccia basaltica è subaffiorante e affiorante.

In seguito nella Relazione preliminare geologica si procede analizzando e discutendo il modello geotecnico costruito alla luce dei risultati delle indagini in sito e dalle prove di laboratorio.

In **conclusione**, visto il quadro idro-geo-morfologico d'insieme, analizzate le esigenze progettuali di massima e le relative problematiche descritte nei precedenti paragrafi, l'area d'indagine risulta IDONEA all'opera in progetto.

La campagna di indagini geognostiche in situ e geotecniche a supporto della progettazione definitiva dell'opera funicolare in progetto, come prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) andrà a precisare:

- la valutazione della natura e degli spessori dei materiali sciolti di copertura, coltri, alluvioni e riporti;
- l'accertamento della tipologia, profondità di reperimento, stato di conservazione e di fratturazione, degli ammassi rocciosi di substrato;

- il monitoraggio della presenza di circolazione idrica sotto-superficiale e/o falda idrica nella zona pianeggiante, sul versante e sulla spianata, con l'accertamento delle caratteristiche e delle sue modalità di deflusso in sottosuolo;
- la determinazione del comportamento geotecnico dei materiali interessati dalle opere in tema di resistenza e deformabilità;
- la determinazione del comportamento idrogeologico dei materiali interessati dalle opere in termini di permeabilità e circolazione idrica sotterranea;
- la previsione della tipologia dei materiali da scavare, per la classificazione delle risulite ai fini di un possibile riutilizzo nel medesimo sito o in altro sito, per la pianificazione delle modalità operative di intervento, per la corretta e puntuale valutazione delle possibili ripercussioni sulle preesistenze circostanti;
- l'accertamento e il monitoraggio delle condizioni di stabilità in zone specifiche, in rapporto alle preesistenti condizioni al contorno e ai futuri insediamenti del PST di Erzelli.
- La verifica sia della natura delle strutture e degli elementi che hanno generato le succitate anomalie nelle sezioni tomografiche, che delle loro caratteristiche tecniche, nonché la loro geometria e il loro andamento spaziale, visto anche l'impatto che potranno avere sulle fondazioni in progetto.

3.2 Idrologia e idraulica

3.2.1 Inquadramento territoriale dal punto di vista idrologico

Il tracciato della funicolare si sviluppa principalmente nell'ambito del bacino del rio Negrone ed in fregio a quello del rio Senza Nome (o rio Negrone di Ponente), lambendo anche il bacino del rio Secco verso levante e quello del torrente Ruscarolo nella parte più a Nord.

I due rii, tombati per tutta la parte che percorrono in zona urbanizzata, sono stati convogliati artificialmente nella foce del Chiaravagna durante la costruzione dell'area Italsider e dell'aeroporto.

Recentemente sono stati conclusi i lavori di sistemazione idraulica dei due rivi da parte del Comune di Genova, sulla base del progetto definitivo redatto dall'Equipe progettazione rivi cittadini nel 1997. Ci si riferisce in particolare ai "lavori di sistemazione idraulica ed idrogeologica del torrente Chiaravagna ed affluenti - Nuova canalizzazione dei rivi Negrone e Senza Nome 1° e 2° lotto - vasca sfocio a mare torrente Chiaravagna", realizzati a seguito dell'alluvione del ponente genovese del 2010.

Il completamento dei lavori di messa in sicurezza dei rivi assicura, secondo l'impostazione del progetto, il transito della portata duecentennale "con franco di oltre 1 m". La parte terminale dell'area oggetto di intervento è anche caratterizzata da una situazione di criticità

idraulica correlata alle situazioni di insufficienza del tratto terminale del torrente Chiaravagna, come rilevato anche dalle fasce di esondazione illustrate di seguito.



Figura 3.3: Aree esondabili dal Piano di Bacino del T. Chiaravagna (fascia esondabile A – colore rosso, B – colore giallo e C – colore verde)

3.2.2 Caratterizzazione idrologica dei bacini

Nell'ambito del vigente Piano di Bacino del T. Chiaravagna viene effettuata la caratterizzazione idrologica dei rivi minori Negrone e Senza Nome i cui bacini insistono sull'area interessata dalla realizzazione della nuova infrastruttura. L'area che essi ricoprono è pari al 4% circa della superficie totale del bacino del Chiaravagna, con superficie complessiva alla sezione di chiusura posta all'immissione nel T. Chiaravagna dell'ordine dei 0.5 km². Nell'ambito di Piano la caratterizzazione idrologica per i due corsi d'acqua in esame è stata

effettuata sulla base dell'assegnazione dei rispettivi bacini alla stazione di Genova Università, in considerazione della loro vicinanza al mare e della bassa quota media del loro spartiacque.to di seguito riportate.

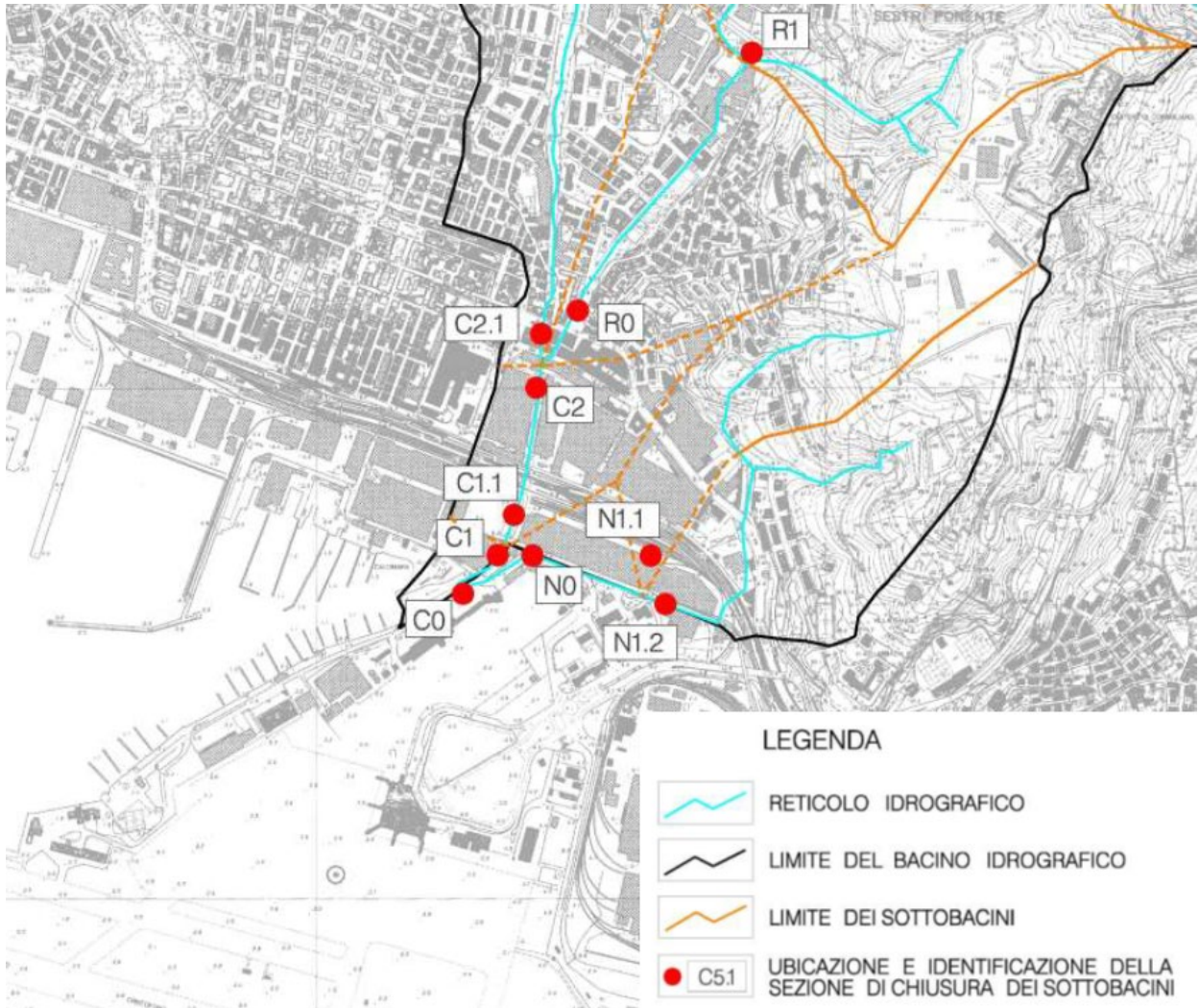


Figura 3.4: Stralcio cartografico fuori scala dalla Carta dei sottobacini e di ubicazione delle sezioni di chiusura allegata al vigente Piano di Bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico del Torrente Chiaravagna

Nella tabella riportata qui di seguito sono riportate le principali grandezze dei due bacini in corrispondenza delle sezioni di chiusura individuate nella carta dei sottobacini, ed in particolare le portate di riferimento valutate secondo le metodologie di Piano.

Sezione di chiusura	Sottobacino	Superficie alla sezione di chiusura	Q50 (m ³ /s)	Q200 (m ³ /s)	Q500 (m ³ /s)
NO	Negrone	0.53	14.42	18.34	20.94
N1.2	Negrone	0.24	7.51	9.62	11.03
N1.1	Senza Nome	0.28	8.69	11.17	12.82

Superfici e portate di riferimento dei rii Negrone e Senza Nome in corrispondenza delle sezioni di chiusura definite da Piano

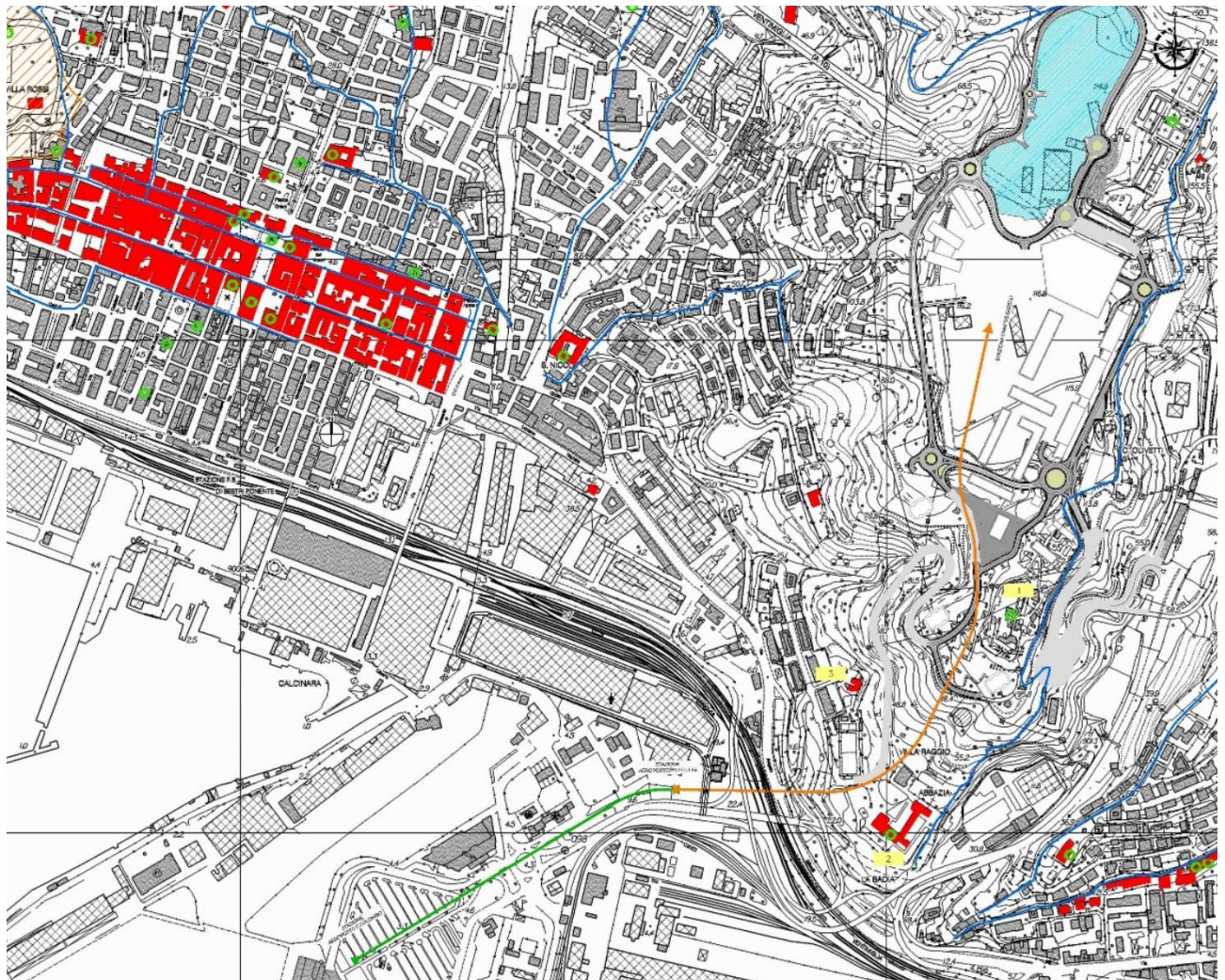
Il nuovo impianto di collegamento al parco scientifico e tecnologico degli Erzelli si inserisce in un territorio interessato nel recente passato da numerosi eventi alluvionali (1992, 1993, 1994 e 2010) ed attualmente ancora caratterizzato da una elevata condizione di pericolosità e rischio, secondo quanto definito anche dalla cartografia di Piano. Tale condizione è correlata sia alle criticità del reticolo minore scolante dalla collina degli Erzelli, sia, nella parte terminale, alle insufficienze del T. Chiaravagna stesso. A seguito degli eventi sopra richiamati sono stati avviati da parte degli Enti preposti (Comune di Genova, Regione Liguria) numerosi interventi per la mitigazione e la messa in sicurezza idraulica del territorio, alcuni dei quali già ultimati ed altri attualmente in fase esecutiva, al termine dei quali si verrà a determinare una rilevante riduzione della pericolosità secondo quanto già definito negli studi di ripermimetrazione preventiva approvati nell'ambito del Piano. In tale quadro la nuova infrastruttura di collegamento in progetto, in virtù di una livelletta posta sensibilmente al di sopra del piano campagna, si porrà a quote decisamente superiori rispetto a potenziali situazioni di allagamento, non andando peraltro ad incidere sull'attuale quadro di pericolosità.

Ai fini della completa messa in sicurezza idraulica del territorio all'interno della quale si andrà ad inserire la nuova infrastruttura ed il mantenimento nel tempo di tali condizioni, si richiama tuttavia l'importanza di finalizzazione degli interventi di riordino della rete di smaltimento tra la sponda sinistra del torrente Chiaravagna a ponente, la tombinatura del rio Negrone a levante e la linea ferroviaria a sud.

Ci si riferisce, tra l'altro, alla realizzazione o all'adeguamento della rete di raccolta dei deflussi superficiali che scorrono sulle sedi stradali ed il drenaggio delle acque superficiali con caditoie e griglie trasversali, nonché alla disciplina e razionalizzazione delle acque superficiali lungo via dell'Acciaio e via L. Calda. Si richiama inoltre l'importanza del consolidamento e della pulizia degli alvei a monte, con realizzazione di un sistema di raccolta degli afflussi afferenti piazzale di Erzelli.

4 Archeologia

Per verificare la compatibilità del progetto con le zone di vincolo archeologico ed altri siti d'interesse archeologico-culturale, è stata fatta una ricerca bibliografica, d'archivio, della lettura geomorfologica e della fotointerpretazione. Tale ricerca ha il fine di censire i vincoli e le attestazioni di carattere storico-archeologico che sono state raccolte e rappresentate nell'elaborato "PPAMBCT03_A_Emergenze ambientali e storico monumentali", di cui si riporta uno stralcio di seguito.



Per quanto riguarda gli aspetti della vincolistica non è stata riscontrata la presenza di vincoli archeologici né in corrispondenza del tracciato della funicolare né nelle aree più prossime ad essa.

Nella carta delle presenze storico-archeologiche le uniche due attestazioni in adiacenza dell'opera in progetto sono costituite dall'Abbazia di Sant'Andrea di Cornigliano e dal Forte Erzelli.

L'Abbazia di Sant'Andrea è una struttura di origine benedettina che conserva al suo interno due sarcofagi paleocristiani e si ha notizia di una possibile urna funeraria di età romana: materiale di età romana repubblicana, non meglio descritto, proviene dai dintorni dell'abbazia.

Il Forte Erzelli, del quale si conservano alcuni lacerti, fa parte di una serie di opere di fortificazione edificate a partire dalla seconda metà dell'Ottocento.

Lungo il fondovalle, ad Est, doveva insistere un tracciato viario di età romana del quale non si hanno testimonianze dirette.

5 Allacci a pubbliche utenze

In questa fase di progettazione è stata verificata la presenza di servizi a rete che possano garantire gli allacci principali della nuova infrastruttura di trasporto e dei servizi di stazione.

In particolare, è stata verificata la presenza di diverse condotte idriche e fognarie, soprattutto nell'area dove si sviluppa il people mover da aeroporto a stazione Aeroporto/Erzelli FS che non avranno le richieste maggiori in termini di potenza impegnata elettrica, ma dove sono presenti molti servizi destinati alle attività più commerciali.

Per dare compimento alla successiva fase progettazione definitiva in questione si devono prevedere ed approfondire e quindi definiti in maniera più precisa i fabbisogni idrici, fognari ed elettrici, si provvederà, di concerto con gli Enti Gestori, a verificare le migliori soluzioni tecnico-economiche per gli allacci ai pubblici servizi per le seguenti attività:

Fornitura energia elettrica:

nella stazione dell'aeroporto la fornitura dell'energia avverrà collegandosi mediante cavidotto interrato alla vicina cabina di trasformazione dell'ente distributore; la fornitura sarà in bassa tensione vista la potenza esigua installata alla stazione in questione;

nelle altre stazioni, sarà necessario collegarsi alle cabine MT dell'ente distributore poste nelle vicinanze delle stazioni.

Acquedotto:

tutte le stazioni devono essere collegate all'acquedotto comunale secondo indicazioni dell'ente gestore.

Fognature

Per lo smaltimento delle acque reflue, bianche e nere, si dovrà provvedere al collegamento agli adiacenti sistemi dell'ente gestore, secondo indicazioni che dovranno essere fornite.

6 Interferenze con altri progetti

Nel corso della progettazione sono stati presi in considerazione, in particolare, i seguenti progetti descritti nel dettaglio nei paragrafi seguenti, che al momento si trovano a diversi livelli di progettazione, al fine di individuare i vincoli che essi comportano per il progetto del nuovo sistema di trasporto.

6.1 Stazione ferroviaria aeroporto/Erzelli

Alla base della collina degli Erzelli è presente la linea ferroviaria FS per la quale, come detto sopra, è prevista una nuova stazione denominata Erzelli/Aeroporto, per la quale è stata fornita la progettazione definitiva, posta proprio in corrispondenza dello svincolo di ingresso all'aeroporto di Genova.

Tali documenti sono datati anno 2009 e si verificato il collegamento con questa nuova infrastruttura.

Il progetto FS prevede una stazione a cavallo dei binari ferroviari con un mezzanino ad un livello rialzato rispetto al piano di rotolamento dei treni ed una passerella di corrispondenza con il collegamento per l'aeroporto.

Essendo le nuove stazioni posizionate a distanza si deve prevedere l'allungamento della passerella pedonale per raggiungere le nuove stazioni, di oltre 50 m come descritto nelle tavole di progetto.

6.2 Parco Erzelli/SAU 2019

Frequenti incontri, con scambi di documentazioni con i rappresentanti di GHT S.p.A., hanno permesso l'individuazione e lo sviluppo del tracciato ed il posizionamento della stazione all'interno del "Parco Erzelli".

Il progetto del sistema di trasporto tiene conto sia della futura organizzazione dell'area, sia di alcune preesistenze e predisposizioni relative al futuro piano urbanistico ed i sottoservizi in essere e previsti.

In particolare, il tracciato individua il posizionamento della stazione in modo baricentrico rispetto alle future realizzazioni quali ospedale e nuova sede della facoltà universitaria, in posizione interrata per non ridurre l'utilizzo della superficie del parco da parte delle persone.

6.3 Collegamento con l'aeroposto Cristoforo Colombo

Il sistema people mover con ruote gommate e unica corsia consente il collegamento in pochi minuti con l'aeroporto, non interferisce con la viabilità esistente e con le strutture esistenti e previste in futuro per la stazione aeroportuale.

Gli incontri con i rappresentanti tecnici della società che gestisce l'aeroporto hanno permesso di realizzare strutture che garantiscono la continuità senza particolari modifiche

della situazione attuale, garantendo un impianto ridotto e conferendo contemporaneamente una garanzia di servizio moderno efficace e continuativo.

7 Sistema ed esercizio

7.1 Impianti con sistema definito a funzionamento automatico

L'esercizio automatico delle funicolari – di cui si prevede la realizzazione in entrambi i casi – si verifica nel momento in cui il personale addetto al controllo non è direttamente presente sull'impianto. Esso è possibile rispettando le condizioni di seguito descritte e previste nel Decreto Ministeriale 18/06/2021 n. 172 al capitolo 13:

1. In caso di guasti che comportino l'arresto, l'impianto deve poter essere raggiunto dal personale, per mettere in atto le misure previste, entro un periodo di tempo ragionevole e comunque non superiore a 30 minuti.
2. Si deve realizzare una telesorveglianza delle aree delle banchine d'imbarco/sbarco con video nelle postazioni di sorveglianza.
3. I veicoli sono dotati di telecamere per il controllo dell'interno dei veicoli stessi dalle postazioni di sorveglianza.
4. Alle postazioni di sorveglianza – nel seguito definito anche PCC - sono trasmesse le informazioni relative all'efficienza delle apparecchiature di bordo che, nelle funicolari non ad esercizio automatico, normalmente sarebbero sotto la sorveglianza dell'agente di vettura.
5. I veicoli sono dotati anche di telecamere frontali rivolte verso la linea, in entrambi i versi, che possano trasferire alle postazioni di sorveglianza le immagini della linea stessa che, ai fini dell'esercizio notturno, deve comunque essere illuminata.
6. Il tracciato deve essere dotato di recinzioni nei tratti raggiungibili da persone estranee al servizio. La recinzione ha un'altezza minima di 1,8 m; in ambienti rurali questo valore può essere ridotto a 1,2 m.
7. Le porte comunque presenti nella recinzione sono dotate di dispositivi di sorveglianza. Quando le porte sono aperte, l'impianto si arresta automaticamente e l'ulteriore avviamento è impedito. Le porte non devono aprirsi verso l'interno dell'area del tracciato.
8. Le porte destinate all'evacuazione dei viaggiatori devono sempre essere apribili dall'interno senza chiave, anche se bloccate.
9. In caso di un arresto dell'impianto, i viaggiatori devono poter lasciare i veicoli senza pericolo, seguendo le istruzioni affisse nei veicoli stessi o comunicate loro dal personale.
10. Si deve prevedere un percorso di evacuazione facilmente percorribile dalle persone.

11. Nei veicoli sono disponibili, per i viaggiatori, un pulsante per segnalare alle postazioni di sorveglianza situazioni di emergenza, nonché un impianto di trasmissione in fonia per comunicare in modo bidirezionale con le postazioni di sorveglianza.
12. Nei veicoli è previsto un impianto di amplificazione e diffusione sonora in fonia monodirezionale tramite altoparlante.
13. Nel caso in cui i veicoli possano essere raggiunti dal personale entro breve tempo dopo un arresto, si possono utilizzare anche altre procedure di evacuazione.
14. Le banchine d'imbarco/sbarco delle stazioni devono presentare porte scorrevoli a parete piena con gli stessi requisiti di sicurezza previsti per le porte dei veicoli.
15. Tranne che per i lavori di manutenzione, non è possibile aprire le porte scorrevoli durante l'esercizio (o anche solo un'anta delle porte), a meno che un veicolo fermo non si trovi direttamente nell'area di apertura delle porte stesse.
16. Se una porta scorrevole (o una delle sue ante) è aperta, l'impianto non può essere messo in marcia. Se l'impianto si trova in marcia e una porta (o una delle sue ante) viene aperta, l'impianto si arresta automaticamente e una nuova messa in marcia automatica è impedita.
17. Il successivo avviamento dell'impianto può essere ammesso solo previa ispezione della linea ed autorizzazione da parte del personale.
18. Per evitare il rischio di schiacciamento di una persona, fino a un'altezza di 1,8 m dal pavimento la distanza orizzontale tra le porte del veicolo e le porte scorrevoli chiuse verso la banchina d'imbarco/sbarco non può essere maggiore di 0,12 m, in caso contrario anche questo spazio libero è protetto con idonei dispositivi.
19. La distanza orizzontale tra la soglia della porta del veicolo e quella della porta scorrevole non è maggiore di 35 mm.
20. Per quanto riguarda le porte di banchina si dettagliano nel paragrafo apposito le caratteristiche da rispettare.
21. Quando sussiste il pericolo di caduta di alberi lungo il tracciato, si prevede un dispositivo di sorveglianza che in caso di caduta di un albero sulla linea arresti automaticamente l'impianto.

Per quanto attiene il corretto utilizzo dell'impianto da parte dei disabili si rende necessario il parere dell'apposita consulta.

7.2 Porte di banchina

È prevista l'adozione di porte scorrevoli "di banchina", che dovranno rispondere alla norma europea EN 17168:2021 per quanto riguarda le funzionalità e la costruzione in analogia a quanto attualmente in uso nelle stazioni metropolitane. Il treno si arresta, in posizione prestabilita, in modo che le porte del convoglio siano posizionate di fronte a quelle fisse di banchina e si aprano in corrispondenza di esse.

Le porte di banchina non verranno inserite in una struttura vetrata che "avvolge" il treno in stazione, costituendo una separazione tra il volume strettamente necessario per il transito del treno in stazione e quello delle banchine.

Alle estremità della banchina di stazione dovranno essere poste porte di accesso alla linea. Tutte le porte, sia automatiche che di emergenza, dovranno essere monitorate in continua dal PCC.

I principali obiettivi che si raggiungono con l'utilizzazione delle porte di banchina sono:

- evitare che persone o oggetti cadano sui binari;
- evitare l'accesso in linea da parte di persone non autorizzate;
- permettere il movimento dei passeggeri in entrata ed uscita soltanto quando il treno si arresta nella corretta posizione;
- evitare che i passeggeri vengano trascinati dai treni in movimento.

Le porte dovranno essere isolate elettricamente dalla struttura in calcestruzzo della banchina e realizzate in modo da facilitare la loro manutenzione.

In linea generale il sistema di porte automatiche di banchina è costituito da:

- facciata posizionata sul ciglio della banchina costituita da porte scorrevoli automatiche in corrispondenza delle porte del veicolo e da porte di emergenza a battente in tutte le rimanenti posizioni (eccetto l'ultimo modulo per ogni lato banchina che è sostituito da un pannello fisso);
- pannello di controllo locale in banchina (1 per banchina);
- armadio di controllo (almeno 1 per stazione).

La manutenzione ordinaria e straordinaria del sistema, compresa la rimozione e l'installazione delle ante delle porte scorrevoli e delle porte a battente, può essere effettuata direttamente dal lato banchina.

L'insieme delle porte e dei meccanismi di comando è sorretto dalla struttura portante costituita da montanti e traverse. Ogni anta è formata da un'ossatura in alluminio anodizzato ed è equipaggiata con un vetro antisfondamento di opportuno spessore. Tutte le parti metalliche sono messe a terra.

Le porte di banchina sono dotate di sistema di diagnostica e devono garantire la loro integrità strutturale per un tempo definito in caso di sviluppo di incendio e di esposizione ad una temperatura massima raggiunta dai fumi.

I tempi di manovra delle porte scorrevoli sono i seguenti:

- apertura $3s \pm 0,5s$ dall'inizio della movimentazione della porta fino alla condizione di porta completamente aperta;
- chiusura $3,5s \pm 0,5s$ dall'inizio della movimentazione della porta fino alla condizione di porta chiusa e bloccata.

Durante la fase di chiusura delle porte scorrevoli è attivo un sistema in grado di rilevare un ostacolo alla chiusura di caratteristiche dimensionali superiori ad un limite prefissato.

Ogni varco delle porte scorrevoli è dotato di segnalazioni ottico acustiche che segnalano la porta in movimento di apertura o di chiusura o la porta isolata o chiusa e bloccata.

8 Tracciato e caratteristiche tecniche degli impianti

8.1 Alternative progettuali

L'analisi delle alternative progettuali è stato lo specifico oggetto di un precedente incarico commissionato da parte dalla Committenza alla società EGGS, al fine di valutare tutte le soluzioni possibili per collegare l'area dell'aeroporto cittadino con la collina di Erzelli mediante un impianto a fune.

Sono state valutate diverse ipotesi alternative, considerando sia la possibilità di soluzioni tecniche di tipo aereo (cabinovia monofune o funivia 3S), sia di tipo terrestre (funicolare); in particolare per quest'ultima tipologia di impianto sono state presentate diverse ipotesi di tracciato, considerando differenti posizioni della stazione di monte, oltreché variando lo sviluppo della linea (fuori terra o interrata).

Per maggiori dettagli in merito alle diverse soluzioni analizzate si rimanda agli elaborati predisposti.

Peraltro, l'amministrazione comunale ha prodotto uno studio di un impianto differente del tipo monorotaia a due vie di corsa.

A seguito della valutazione di queste ipotesi progettuali, la Committenza ha scelto di approfondire la soluzione di impianto terrestre, ponendo le seguenti ulteriori condizioni, che sono state trattate nell'ambito del presente studio:

- la stazione di valle della funicolare (Erzelli FS) necessita di essere collegata direttamente con l'aerostazione, mediante un secondo impianto;
- la stazione di monte della funicolare deve trovare sistemazione in una posizione quanto più possibile baricentrica ed interrata all'interno del parco posto sulla collina di Erzelli.

La problematica del collegamento della stazione Erzelli FS con l'aerostazione è stata superata proponendo la realizzazione di un secondo impianto, del tipo "people mover" ad unica via di corsa ed unica vettura.

Si specifica che al fine di avere un collegamento pressoché "a livello" con l'aerostazione si è scelto di prevedere la stazione di Erzelli FS in posizione sopraelevata, alla medesima quota della passerella pedonale secondo il progetto fornito dall'amministrazione comunale e redatto da FS. Tale scelta potrà consentire anche di realizzare eventuali opere di collegamento, mediante passerelle pedonali sopraelevate, con la nuova stazione ferroviaria, posta a breve distanza.

La posizione della stazione di monte della funicolare, invece, è stata concordata, dalla Committenza, garantendo un bilanciamento dell'esigenza di individuare una posizione

baricentrica all'interno del Parco e dall'altro, di limitare le interferenze connesse alla sua realizzazione con la parte nord del parco di Erzelli, di recente realizzazione.

Inoltre, sempre al fine di limitare le interferenze con le opere previste nell'ambito della riqualificazione del Parco Erzelli (edifici, parcheggi, strade, sottoservizi, ecc.) la committenza ha scelto di interrare completamente la stazione, dalla quale di esce tramite scale fisse/mobili ed ascensori, e conseguentemente, stante la situazione anche il tratto di linea a valle sino all'area di incrocio delle vetture viene realizzato in galleria artificiale.

8.2 Funicolare terrestre Erzelli FS – Parco Erzelli

Il tracciato dell'impianto è riportato nel dettaglio nelle tavole di progetto allegate (in particolare planimetria PPTRATP02 e profilo altimetrico PPTRAPA03); si riporta di seguito un estratto della planimetria:

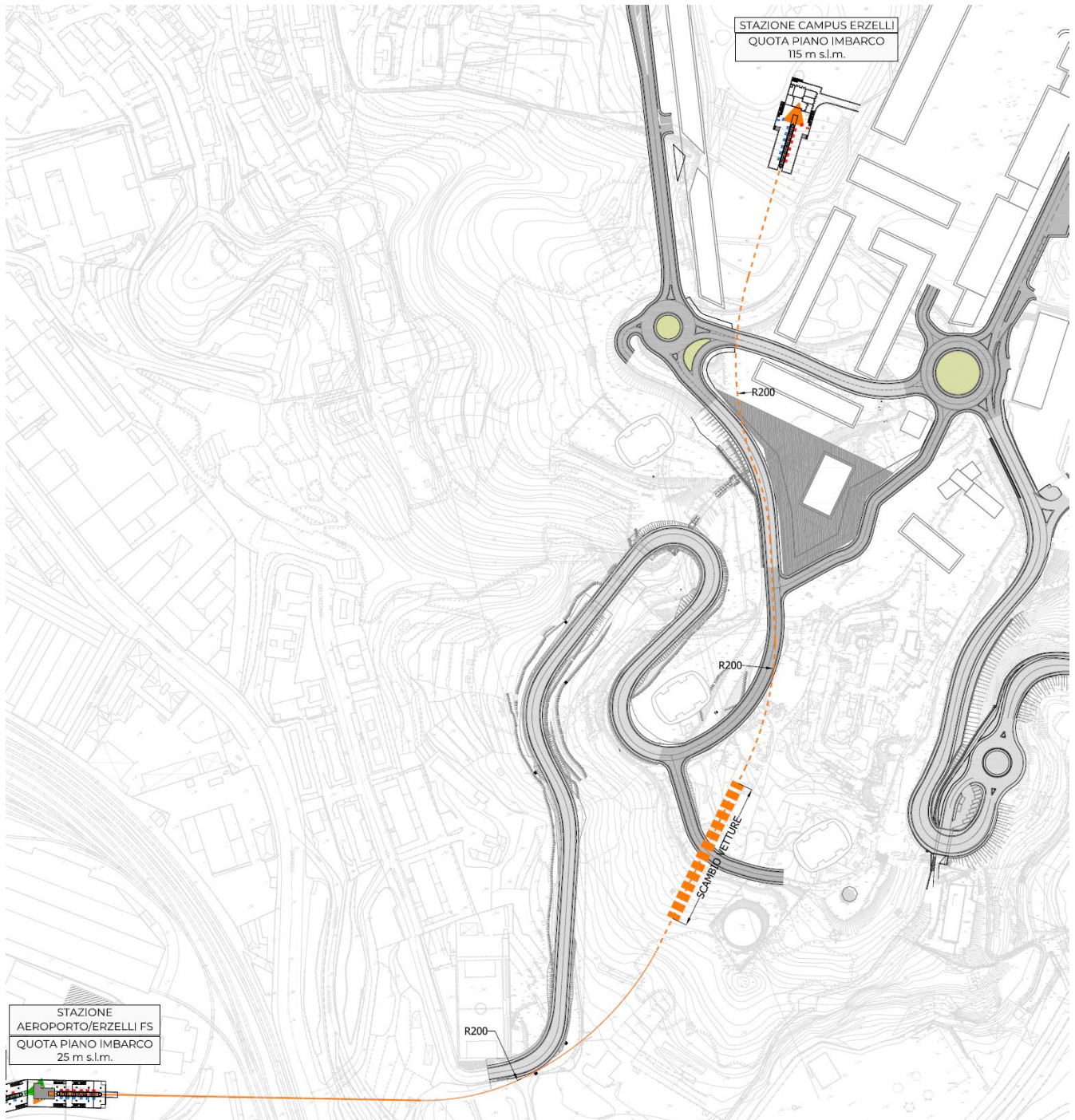


Figura 8.1: tracciato planimetrico funicolare "Erzelli FS – Parco Erzelli"

Il primo tratto di linea, dalla stazione di partenza fino alla “zona di scambio” (linea continua), è interamente fuori terra su viadotto, mentre la seconda parte, dalla zona di scambio fino alla stazione di monte, risulta interrata (linea tratteggiata).

L’esigenza di perseguire una soluzione di questo tipo deriva, per la prima parte del tracciato dalla necessità di sorvolo del sistema di viabilità esistente, mentre per la seconda tratta per la necessità di limitare il più possibile le interferenze con le opere già previste in progetto nell’ambito della realizzazione del nuovo polo tecnologico di Erzelli.

Si evidenzia che la necessità di realizzare la parte alta della linea in posizione interrata determina un indubbio vantaggio nei riguardi della fruibilità dell’impianto in caso di condizioni metereologiche avverse (specie in caso di forte vento).

Come indicato all’art. 10 del D.M. 18/6/2021 – il paragrafo 10.4 specifica che non vale per le funicolari il calcolo indicato -, ma devono essere valutate nell’analisi di sicurezza e successivamente indicate nel Regolamento di Esercizio.

Tale impianto funicolare è del tipo “a va e vieni”; nel dettaglio è costituito da due veicoli, che procedono sempre in direzione opposta su un’unica via di corsa, che si raddoppia in corrispondenza dell’incrocio (area di scambio) tra le due vetture.

Stante la necessità di garantire una portata oraria elevata (superiore alle 4.000 persone/ora), le vetture avranno capienza pari a 300 persone.

Si riportano nel seguito le caratteristiche tecniche principali dell’impianto in progetto:

	Erzelli FS - Parco	
Ubicazione stazione motrice	Parco Erzelli	
Ubicazione stazione di rinvio	Erzelli FS	
Dislivello circa	96 circa	m
Lunghezza orizzontale	1.015 circa	m
Velocità massima di esercizio	min 8,0	m/s
Portata oraria massima teorica	>4.000	p/h
Numero passeggeri per veicolo	300	pers.
Tempo di percorrenza	2’40” circa	min
Dispositivo di tensione delle funi	idraulico	
Conduttori di linea	a terra	

8.2.1 Vie di corsa

La via di corsa si articola, al fine di seguire il tracciato indicato in precedenza, seguendo un andamento curvilineo, variazione planimetriche ed altimetriche.

Procedendo da valle verso monte il tracciato, dal punto di vista planimetrico presenta, dopo una prima parte rettilinea, una curva prima verso sinistra di raggio 200 m seguita da un secondo tratto rettilineo all'interno del quale si trova la zona di scambio; in seguito, si susseguono due curve di raggio 200 m, la prima verso sinistra, mentre la seconda verso destra, fino a raggiungere la stazione di monte posta all'interno del parco.

Dal punto di vista altimetrico, invece, si ha un primo tratto a pendenza costante (pari a circa 3°), seguito da una zona a curvatura convessa (di raggio 2.500 m) che si estende fino a prima dell'inizio dello scambio vetture; la zona di scambio presenta, invece, curvatura concava (raggio 150 m) ed è seguita da due tratti ad andamento pressoché costante (il primo di pendenza 3° circa, mentre il secondo pari a 5° circa).

La stazione di monte, analogamente a quella di valle, presenta una pendenza di circa 3°.

Questa scelta consente di realizzare delle vetture adatte a tale valore di pendenza, offrendo il massimo confort ai viaggiatori sia nelle fasi di imbarco che di sbarco, in entrambe le stazioni. La forma e la disposizione dei sedili interni dovranno essere tali da garantire una seduta confortevole in tutte le condizioni di pendenza lungo l'intero tracciato, tenendo conto del fatto che comunque non sono presenti grandi variazioni di pendenza.

Le rotaie sono di tipo S33; sono poste con anima verticale ed interasse 1.400 mm fra le mezzerie dei funghi.

La via di corsa è affiancata (sulla sinistra salendo) da una scalinata/pedana di servizio e di evacuazione la cui percorribilità è facilmente garantita, data la modesta pendenza; lungo tutta linea è disposto un impianto di illuminazione che consente la percorribilità anche nelle ore notturne in caso di mancata illuminazione pubblica e comunque garantisce l'illuminamento necessario alle squadre di manutenzione che operano nelle ore notturne.

I rulli guida delle funi traenti sono montati su telai vincolati alle strutture principali ed è interposto tra telaio e struttura in carpenteria metallica materiale isolante antivibrante per ridurre l'emissione del rumore.

Particolare attenzione si pone poi nella scelta della fune che sarà del tipo più performante – del tipo compattato - a 6, 7 oppure 8 trefoli, con inserimento di tra di loro di materiale d'anima in modo tale da rendere la forma esterna della fune quasi cilindrica.

8.2.2 Stazione di rinvio a valle

La stazione di valle della funicolare è del tipo “rinvio-tensione”.

Tale dizione sta a significare che in detta stazione non è alloggiato l’argano motore (posto alla stazione di monte), ma vede la sola presenza delle pulegge di rinvio dell’anello trattivo di fune, oltreché del sistema di tensionamento di tipo idraulico.

Il sistema di tensionamento della fune, di tipo idraulico, è costituito da un pistone ancorato da un lato alle strutture fisse di stazione e dall’altro lato ad un telaio scorrevole su cui è alloggiata la puleggia di rinvio; l’azione di tale sistema è governato da una centralina idraulica dedicata, a funzionamento automatico, che consente di regolare opportunamente la movimentazione del pistone, garantendo il mantenimento della tensione dell’anello trattivo, ad un valore pressoché costante.

Di seguito si riportano alcune immagini esemplificative dei componenti meccanici presenti in una stazione di queta tipologia:



Figura 8.2: puleggia di deviazione dell'anello trattivo



Figura 8.3: sistema di tensionamento idraulico costituito da n.2 pistoni in parallelo già in uso

8.2.3 Stazione motrice a monte

La stazione di monte è del tipo “motrice”. Tale dizione sta a significare che in detta stazione è posto l'argano motore, che consente la movimentazione dell'impianto; in particolare i meccanismi d'argano sono alloggiati in un locale dedicato posto al livello inferiore rispetto al piano di imbarco e sbarco, ove trovano spazio anche i relativi locali tecnici di servizio.

Tipicamente un argano principale di un impianto di questa tipologia è costituito da:

- due motori elettrici, (indifferentemente del tipo a corrente continua o alternata) che consentono la movimentazione dell'impianto;
- un riduttore di velocità, che consente di ridurre il numero di giri dell'albero veloce in uscita dal motore, al numero di giri dell'albero lento che aziona la puleggia motrice;
- la puleggia motrice, movimentata dall'albero lento in uscita dal riduttore, la quale trasmette il moto alla fune per attrito;
- un freno meccanico di servizio (calettato sull'albero veloce tra motore e riduttore ed agente su disco freno di opportune dimensioni);
- un freno meccanico di emergenza (agente direttamente sulla puleggia motrice).

Di seguito si riporta uno schema esemplificativo di un argano di impianto funicolare, costituito da due gruppi distinti motore-riduttore, che assicurano, in caso di avaria di un elemento di questi gruppi, l'esercizio dell'impianto a velocità ridotta (funzionamento di riserva), in cui su ogni riduttore agisce un proprio motore di recupero di tipo diesel idraulico.

In alternativa è possibile montare direttamente due gruppi motoriduttori idraulici, agenti su apposita corona dentata, azionati da una pompa idraulica alimentata da motore termico a ciclo diesel.

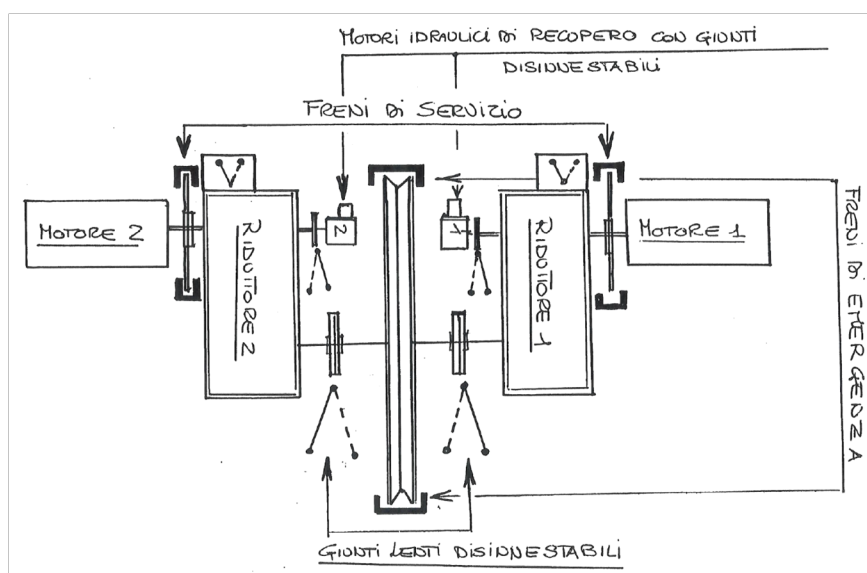


Figura 8.4: schema argano funicolare

Di seguito si riportano alcune immagini esemplificative:



Figura 8.5: sistema motore + riduttore + puleggia motrice

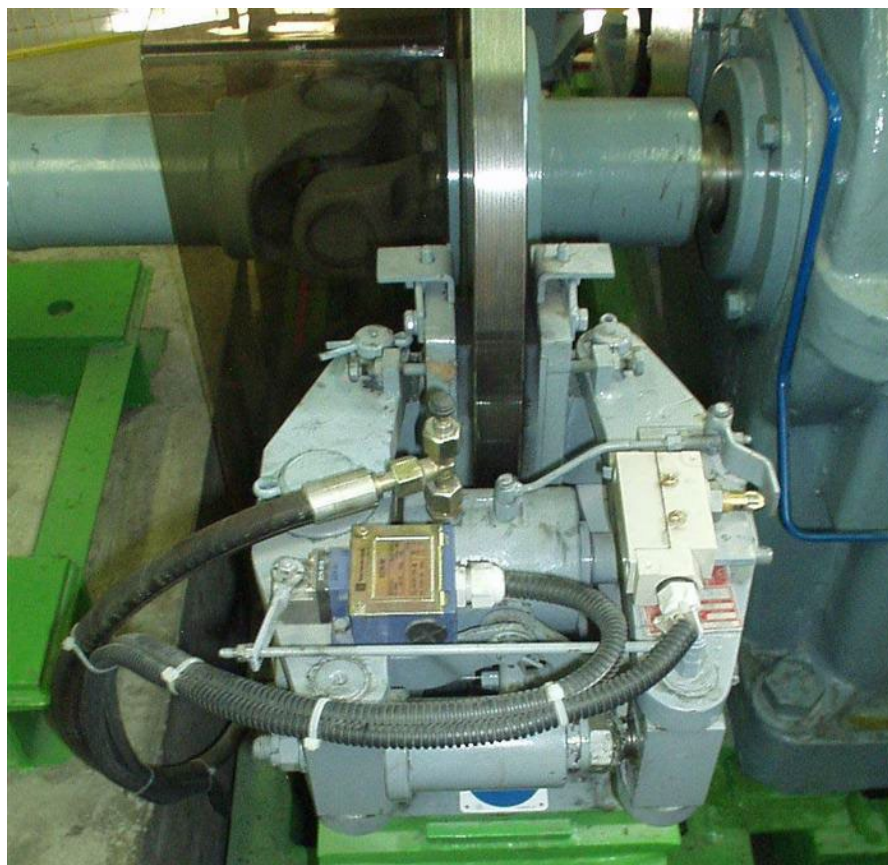


Figura 8.6: pinza freno meccanico di servizio (agente su disco)

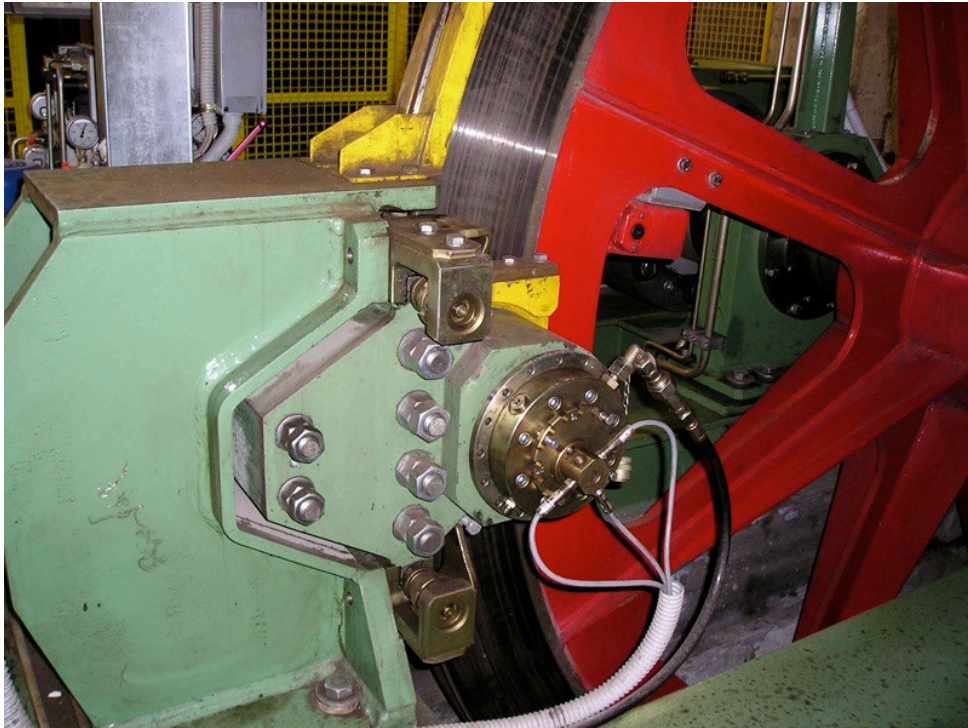


Figura 8.7: pinza freno meccanico di emergenza (agente su puleggia motrice)

Oltre all'organo principale gli impianti sono tipicamente dotati di un "organo di recupero", totalmente indipendente da quello principale, avente lo scopo di consentire il recupero delle vetture e di riportarle in stazione, in caso di avaria dell'azionamento principale.

Tale sistema è tipicamente composto da un moto-riduttore che aziona direttamente la puleggia motrice per mezzo di un sistema pignone-corona.



Figura 8.8: accoppiamento pignone-corona (organo di recupero)

8.2.4 Veicolo

L'impianto è dotato di due treni con movimento "a va e vieni".

Ogni treno a sua volta è formato dall'unione di due vetture collegate tra loro per mezzo di un tirante tubolare portante alle sue estremità due nodi sferici; tale sistema consente di garantire una capienza massima pari a 300 posti per ciascuno dei due treni.

Le funi di trazione sono ancorate alle vetture mediante avvolgimento a tre spire su due tamburi, aventi diametro variabile in funzione del diametro delle funi.

Lo scorrimento delle vetture sulle rotaie avviene su ruote di tipo elastico, le quali sono per metà "a doppio bordino" e per l'altra metà "con anello pieno"; in corrispondenza di ogni ruota con bordino è montato un gruppo freno, che costituisce un sistema frenante di emergenza, agente direttamente sulla rotaia, in caso allentamento della tensione delle funi.

A bordo di ciascun veicolo dovrà essere necessariamente prevista la climatizzazione interna per garantire confort di viaggio anche durante le giornate più calde, considerata anche l'esposizione al sole del tracciato nel primo tratto di linea.

Per facilitare e velocizzare le fasi d'imbarco e sbarco dei passeggeri si dovranno prevedere ampie porte di entrata contrapposte a quelle di uscita.



Figura 8.9: esempio veicolo di impianto funicolare

8.2.4.1 Ispezione e manutenzione

Uno dei requisiti tecnici che le vetture dovranno avere è quello di garantire l'ispezionabilità di tutti componenti meccanici, soprattutto dall'interno della vettura a mezzo di opportune botole; in particolare si deve garantire:

- l'agibilità e l'operatività del personale nell'operazione di inserzione del blocco meccanico e dell'apertura forzata meccanica dei freni di vettura;
- l'agibilità e l'operatività del personale nelle operazioni di manutenzione della centralina idraulica dei freni di vettura;
- l'agibilità e l'operatività del personale nelle operazioni di pompaggio manuale della centralina idraulica dei freni di vettura;
- l'agibilità e l'operatività del personale nelle operazioni di sostituzione di tutte le batterie a bordo vettura;
- l'agibilità e l'operatività del personale nelle operazioni di controllo e manutenzione del circuito di sicurezza ed in generale di tutte le connessioni dei cavi.

8.2.4.2 Impiantistica a bordo vetture

La gestione degli impianti di bordo che non eseguono funzioni di sicurezza sarà eseguita con criteri ed i metodi più moderni che consentono la più ampia flessibilità e programmabilità.

In particolare, deve essere possibile azionare e regolare tutte le utenze elettriche (condizionamento, ventole, illuminazione interna ed esterna, tergi vetro, elementi mobili) per mezzo di una CPU programmabile.

È previsto un software che consenta con la più ampia flessibilità un funzionamento automatico, basato sia su un orario e un calendario, sia sulla misura delle condizioni ambientali; sono quindi installati i sensori necessari, come interruttori crepuscolari, sonde termiche, sensori di rugiada, ecc.

Il software dovrà essere accessibile da un pannello operatore ricavato nei pulpiti a colonna presenti nella vettura; si dovrà inoltre garantire la possibilità di accedere al software anche dal pulpito della stazione motrice attraverso l'utilizzo del protocollo TCP/IP sulla rete WiFi prevista.

Tutti i cablaggi a bordo saranno effettuati con conduttori opportunamente dimensionati, del tipo non propagante la fiamma, a bassissima emissione di fumi e gas tossici (CEI 20-38), con colorazione distintiva e numerazione in relazione allo schema elettrico funzionale.

8.2.4.3 Circuito di alimentazione e batterie

In appositi vani saranno sistemate le batterie con capacità dimensionata per garantire l'alimentazione a tutti i circuiti di vettura; ogni circuito è protetto e suddiviso tra quelli dedicati ai servizi (luci, videosorveglianza e condizionamento) e quelli dedicati al circuito di sicurezza e fonia.

La ricarica delle batterie viene effettuata nelle stazioni di testa tramite le prese di corrente, del tipo a pattini striscianti, da questi viene prelevata l'alimentazione dalle corrispondenti prese montate sulle vetture. Le linee di alimentazione tra le stazioni e le vetture non dovranno avere i pattini in tensione se non quando il pericolo di contatto diretto è escluso dalla presenza della vettura.

Si prevedono due pacchi di batterie distinte, uno per l'alimentazione del circuito di sicurezza ed un altro per l'impianto di condizionamento ed i servizi di bordo.

Le batterie che alimentano il circuito di sicurezza saranno ricaricate in stazione dove sono presenti due caricabatterie da 24Vcc che saranno mantenuti in servizio.

8.2.4.4 Circuito dei servizi

I servizi di vettura comprendono una serie di circuiti ed apparecchiature suddivise nei seguenti principali gruppi funzionali:

- sezione di alimentazione, comando e controllo della centralina dei freni sulle rotaie;
- sezione di alimentazione, comando e controllo dell'impianto di illuminazione in vettura e dei fari esterni;
- sezione di alimentazione, comando e controllo delle porte di vettura, equipaggiate dalla propria apparecchiatura elettrica di alimentazione, dotate dei dispositivi di sicurezza e di blocco;
- sezione di alimentazione, comando e controllo dell'impianto di diffusione sonora e video, composto dagli altoparlanti in vettura, microfoni, amplificatori con possibilità di diffondere la musica e/o eventuali comunicazioni e disposizioni ai passeggeri;
- sezione di alimentazione, comando e controllo dell'impianto.

8.2.4.5 Circuito di sicurezza e fonia

Le apparecchiature che comprendono il circuito di sicurezza fanno parte del sistema complessivo dedicato alla trasmissione e ricezione dei segnali tra le stazioni e le vetture con sistema di tipo induttivo.

In vettura fanno capo all'apparecchiatura tutti i dispositivi di controllo previsti, e sono resi disponibili solo in presenza dell'eventuale utilizzo con vetturino su apposito pannello a colonna e display digitale; i comandi disponibili sono quelli di arresto, di marcia (con

comando da vettura), di apertura/chiusura delle porte, segnalazioni e strumenti, oltre al telefono per la comunicazione con l'operatore in stazione motrice.

8.2.4.6 Circuito sicurezza

È costituito da una apparecchiatura di comando e di segnalazione con accoppiamento di tipo induttivo che comprende due trasmettitori di vettura ed un ricevitore per la stazione motrice, con i quali la trasmissione dei comandi avviene con sistema a sicurezza intrinseca, nonché un trasmettitore controllato da un microprocessore nella stazione motrice e due ricevitori nelle vetture per la trasmissione dei segnali di comando e di segnalazione dalla stazione motrice verso le vetture.

L'apparecchiatura è inoltre dotata di un sistema per il collegamento telefonico tra le vetture e le stazioni. L'accoppiamento è di tipo induttivo e indipendente dal sistema di sicurezza.

L'arresto dalla stazione di rinvio avviene con un sistema di controllo galvanico tramite cavo esistente. Anche il secondo collegamento telefonico con la stazione di rinvio è realizzato tramite questo cavo.

L'accoppiamento induttivo dei segnali in trasmissione ed in ricezione avviene sulle vetture tramite due induttori (saponette) che contengono quattro antenne. Gli induttori sono montati sui carrelli in prossimità del cavetto di linea, posato lungo il tracciato e realizzato tramite cavo elettrico già esistente.

Ogni antenna è realizzata da un supporto in poliamide che contiene due nuclei in ferrite con avvolgimenti per generare i campi magnetici di induzione per i segnali in trasmissione, nonché per accoppiare i segnali in ricezione. L'accoppiamento con i due capi del cavetto di linea nella stazione motrice e nella stazione di rinvio avviene tramite un trasformatore di separazione. Nella figura seguente è mostrato lo schema funzionale del circuito.

Le vetture sono dotate di impianto videocontrollo che mostra al personale operativo posto nella sala di controllo e comando le seguenti aree:

- tutte le zone interne delle vetture;
- immagini del percorso sia in senso di marcia che in direzione opposta dalla vettura.

8.3 People mover Aeroporto – Erzelli FS

Il secondo impianto si sviluppa interamente fuori terra per uno sviluppo planimetrico di circa 540 metri, come rappresentato nella planimetria di seguito riportata:

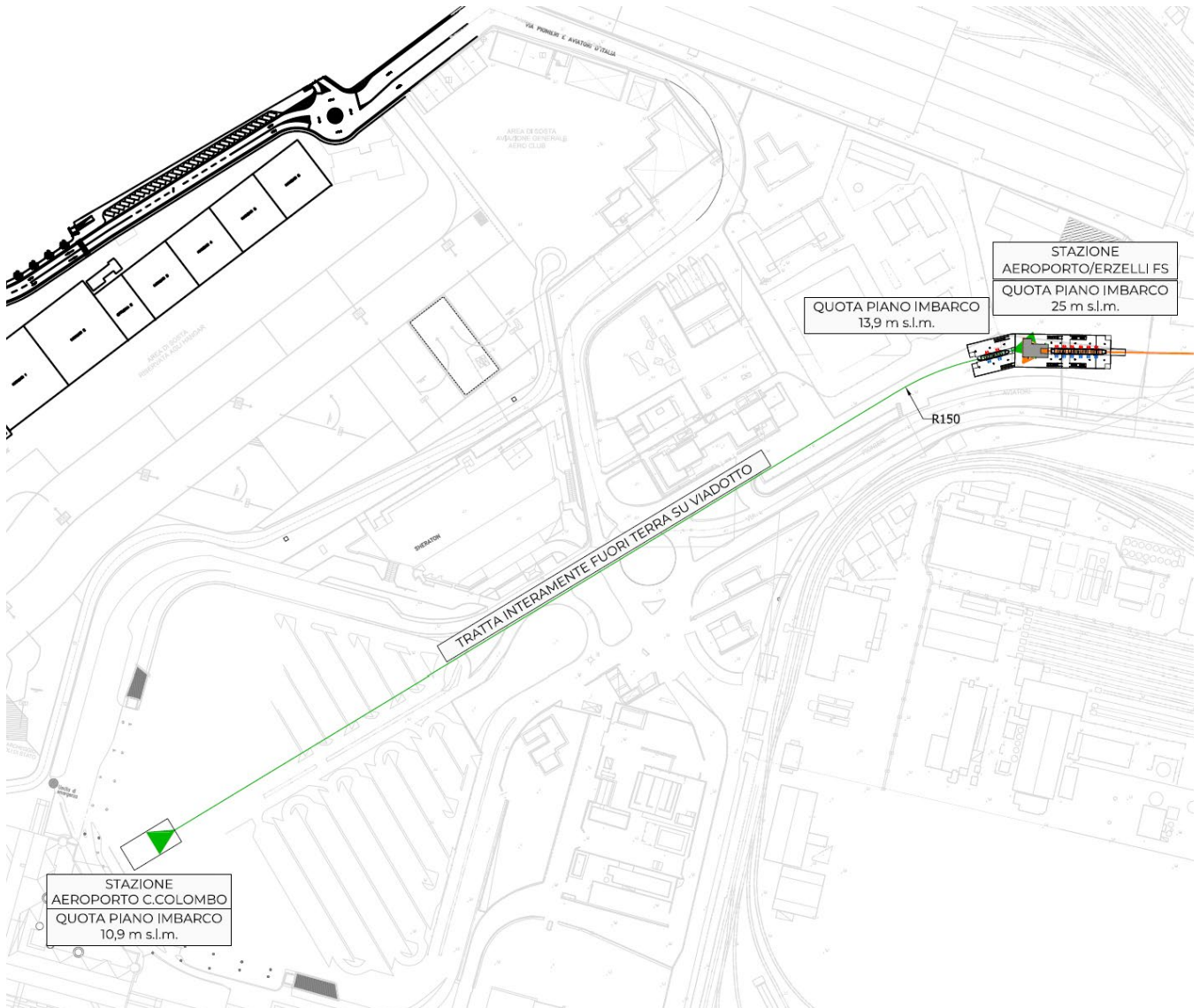


Figura 8.10: tracciato planimetrico funicolare “Aeroporto - Erzelli FS”

Tale impianto, a differenza di quello descritto precedentemente, è del tipo “a va o vieni” (o “people mover”); tale denominazione sta a significare che esso è costituito da un’unica vettura che percorre il tragitto alternativamente prima in una direzione e poi in quella opposta.

Tale scelta progettuale è principalmente associata alla brevità del percorso, oltreché alla necessità di non dover garantire una portata oraria particolarmente elevata (poco superiore a 1.000 persone ora).

Si riportano nel seguito le caratteristiche tecniche principali dell'impianto in progetto:

	Aeroporto - Erzelli FS	
Ubicazione stazione motrice	Erzelli FS	
Ubicazione stazione di rinvio	Aeroporto	
Dislivello circa	3 circa	m
Lunghezza orizzontale	530 circa	m
Velocità massima di esercizio	min 8,0	m/s
Portata oraria massima teorica	1.200	p/h
Numero passeggeri per veicolo	80	pers.
Tempo di percorrenza	1'40	min
Dispositivo di tensione delle funi	idraulico	
Conduttori di linea	a terra	

Si riporta nel seguito un'immagine esemplificativa dell'infrastruttura di un impianto "people mover":



Figura 8.11: infrastruttura impianto "people mover"

8.3.1 Vie di corsa

L'andamento del tracciato dell'impianto che collega la stazione Erzelli FS all'aeroporto è molto semplice sia dal punto di vista planimetrico, che altimetrico.

In planimetria il tracciato è pressoché interamente rettilineo, ad eccezione del tratto immediatamente antecedente la stazione Erzelli FS, ove è presente una curva destrorsa di raggio 150 m.

Dal profilo altimetrico si evince, invece, una pendenza pressoché costante pari a 0,3° circa.

Tale impianto, essendo dotato di una sola vettura, è costituito da un'unica via di corsa senza nessuna zona di scambio; lungo tutto il percorso, da un solo lato, è presente una passerella per le operazioni di evacuazione e di manutenzione.

Si riporta nel seguito una sezione tipologica dell'impalcato.

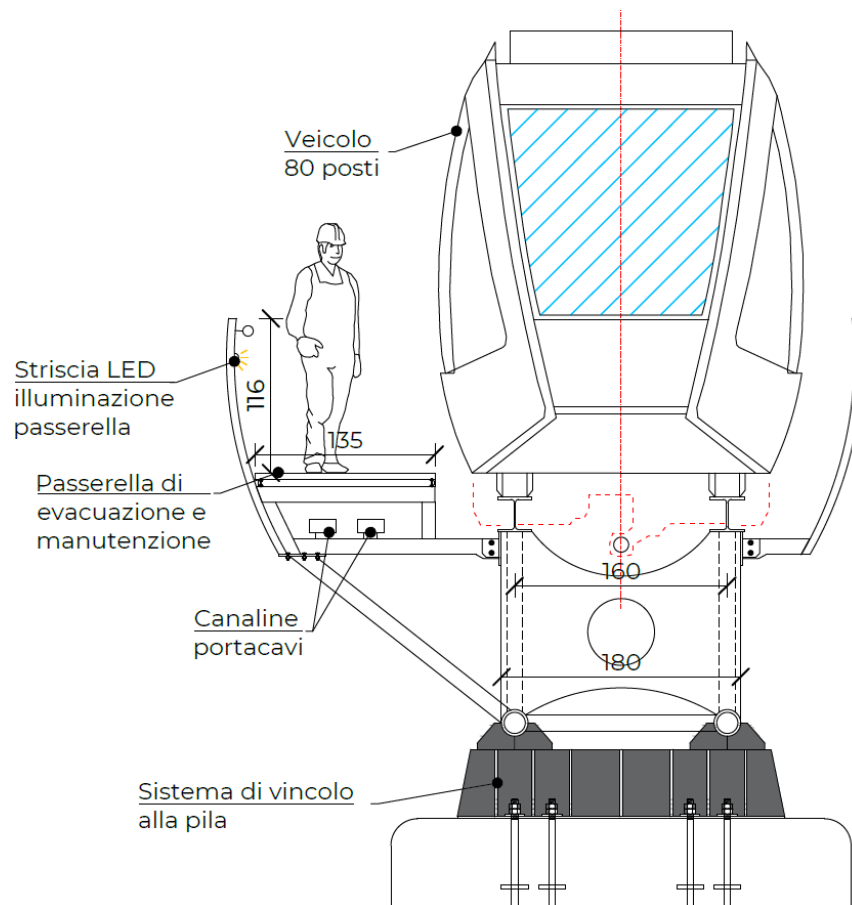


Figura 8.12: sezione tipologica impianto "people mover"

8.3.2 Stazione di rinvio

Dal punto di vista tecnico funiviario la stazione “Aeroporto” si configura come una stazione del tipo “rinvio-tensione”.

Può pertanto essere ripreso a pieno, in via generale, quanto indicato nel paragrafo descrittivo delle opere elettromeccaniche della stazione di valle della funicolare “Erzelli FS – Parco Erzelli”.

Da evidenziare unicamente il fatto che i componenti elettromeccanici contenuti nella stazione dell’impianto “people mover” avranno dimensioni inferiori rispetto a quelli dell’impianto funicolare, essendo quest’ultimo un impianto “di taglia superiore” (portata, lunghezza e dislivello maggiore).

8.3.3 Stazione motrice

La stazione “Erzelli FS” dell’impianto “people mover” è del tipo “motrice”.

L’argano motore ha caratteristiche del tutto analoghe a quanto descritto in precedenza, in via generale, in riferimento alla funicolare terrestre “Erzelli FS – Parco Erzelli”.

Anche in questo caso l’unico aspetto da rilevare è il fatto che i componenti elettromeccanici avranno ingombri inferiori rispetto a quelli della funicolare.

8.3.4 Veicolo

Diversamente dall'impianto funicolare, il "people-mover" è dotato di un solo veicolo, che percorre il tragitto tra una stazione e l'altra, alternativamente prima in una direzione e poi in quella opposta.

Inoltre, dovendo garantire una portata di 1.200 persone/ore, dunque notevolmente inferiore rispetto all'impianto funicolare, la capienza del veicolo è prevista di 80 persone; ne consegue che anche l'ingombro della vettura sarà inferiore.

Per le specifiche tecniche del veicolo si rimanda a quanto riportato nel paragrafo precedente, relativo alla descrizione del veicolo dell'impianto funicolare.

Si riporta di seguito un'immagine esemplificativa di una vettura di capienza analoga a quella prevista per l'impianto in oggetto:



Figura 8.13: veicolo "tipo" capienza 80 persone

9 Stazioni

9.1 Stazione Aeroporto

La stazione di partenza dell'impianto "people mover" è stata concepita per integrarsi organicamente con le strutture dell'aeroporto cittadino, oggetto di recente ampliamento, e per facilitare i flussi dei passeggeri fruitori dell'aerostazione.

La stazione è stata ipotizzata fuori terra ad una quota indicativa del piano di imbarco /sbarco pari a 10,9 m; esso è costituito da banchine che consentono un ingresso "a raso" dei passeggeri sui treni. I piani di imbarco sono posti su entrambi i lati in modo da ridurre la tempistica delle operazioni di imbarco e sbarco.

È, inoltre, prevista la realizzazione di un fabbricato di modeste dimensioni, contenente il locale cabina di comando ed alcuni locali tecnici finalizzati ad ospitare i macchinari dell'impianto funiviario. La stazione deve essere necessariamente coperta per proteggere dalle intemperie i passeggeri, la struttura può essere interamente in carpenteria metallica con tamponature orizzontali e verticali adeguate.

Il collegamento del piano di imbarco/sbarco con l'aerostazione verrà realizzato per mezzo di due scale mobili.

Si riportano nel seguito alcuni estratti delle tavole di progetto:

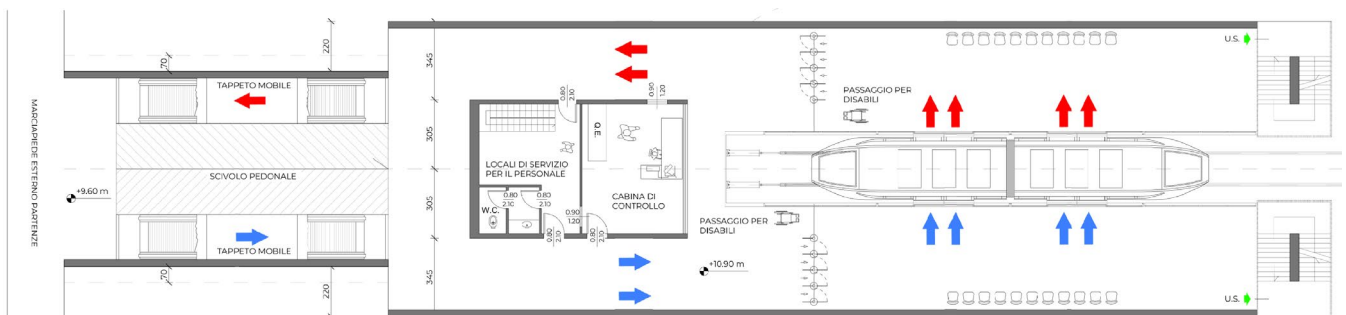


Figura 9.1: Pianta piano di imbarco/sbarco - stazione "Aeroporto"

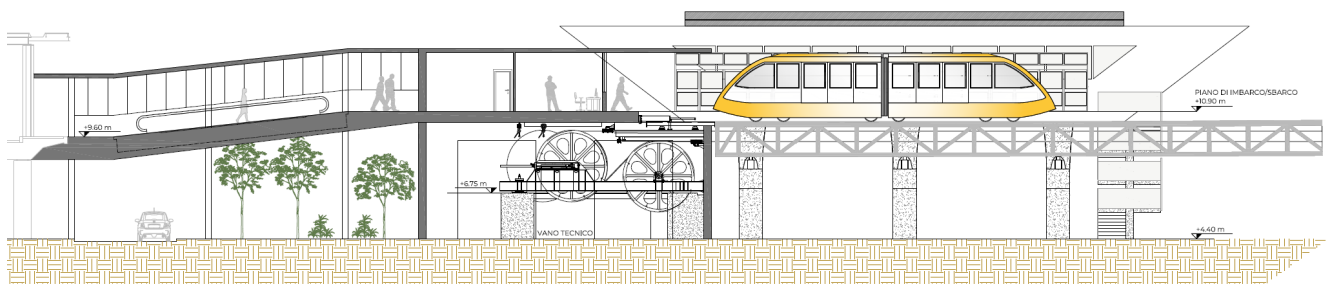


Figura 9.2: Sezione in asse impianto - stazione "Aeroporto"

9.2 Stazione Erzelli FS

Il fabbricato relativo alla stazione “Erzelli FS” contiene al suo interno:

- la stazione di arrivo dell’impianto “people mover”;
- la stazione di partenza della funicolare terrestre per il Parco Erzelli.

Si riporta nel seguito un’immagine a rappresentazione del fabbricato della stazione:

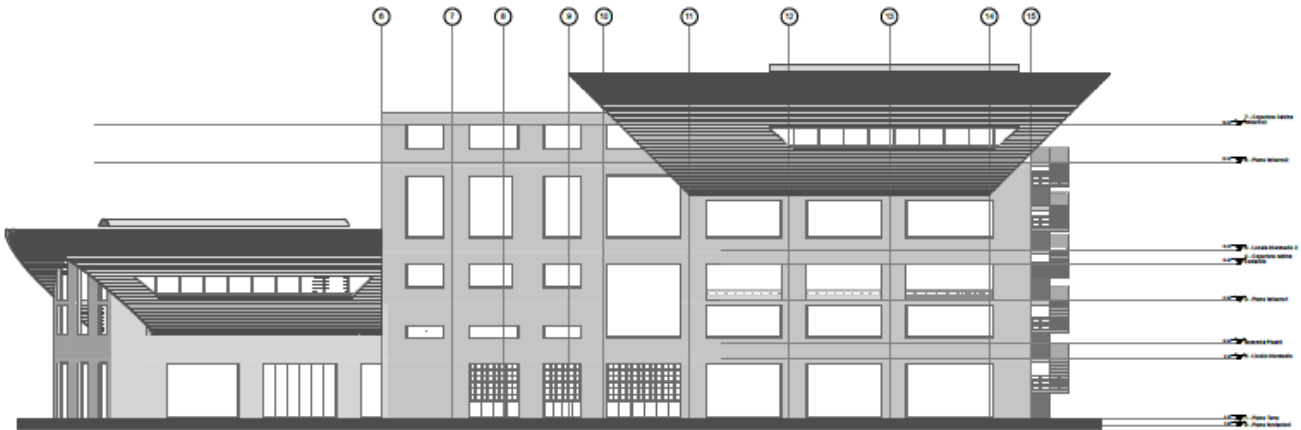


Figura 9.3: Prospetto della stazione “Erzelli FS”

La quota del piano di imbarco/sbarco del “people mover” è pari a 13,9 m s.l.m., mentre quella della funicolare terrestre risulta pari a 25 m s.l.m.; il superamento di tale dislivello in entrambe le direzioni viene garantito dalla presenza di quattro scale mobili.

Per entrambi gli impianti il locale macchine è posto al livello immediatamente sottostante rispetto al rispettivo piano di imbarco/sbarco.

9.3 Stazione Parco Erzelli

La stazione di arrivo della funicolare terrestre presso il parco in località collina di Erzelli è completamente interrata; tale scelta mira principalmente a ridurre al minimo le interferenze dell'impianto rispetto all'area verde già prevista in progetto e parzialmente realizzata.

Le uniche opere fuori terra sono costituite dalle uscite delle scale mobili di accesso ed uscita al piano di imbarco, posto a quota 115 m s.l.m. (circa 5 metri al di sotto del piano campagna in detta area).

Si riportano nel seguito alcuni estratti delle tavole PPSTZPI08 e PI10:

PIANTA PIANO IMBARCO/SBARCO
SCALA 1:200

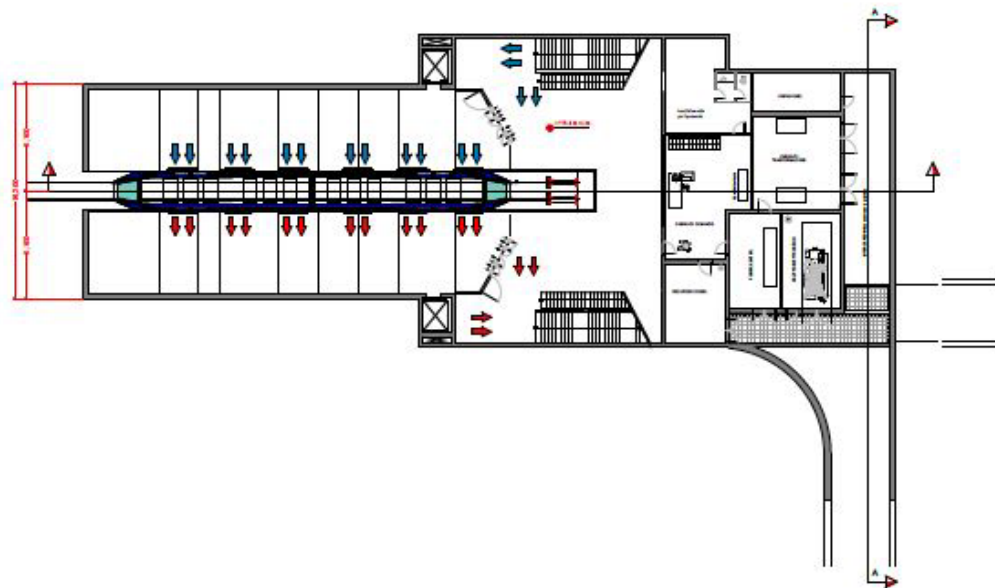


Figura 9.4: Pianta piano di imbarco/sbarco - stazione "Parco Erzelli"

SEZIONE IN ASSE IMPIANTO
SCALA 1:200

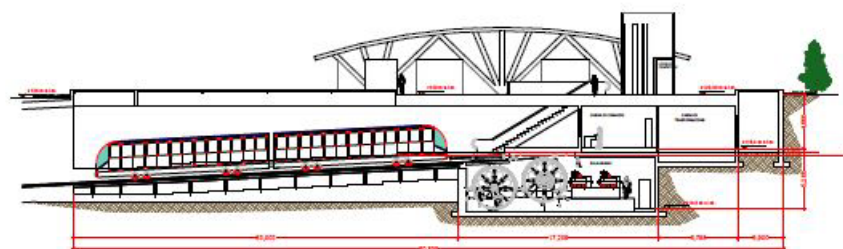


Figura 9.5: Sezione in asse impianto - stazione "Parco Erzelli"

10 Opere di linea

10.1 Tratta Aeroporto C. Colombo – Erzelli FS

Le opere civili di linea del people mover sono costituite dal viadotto, i cui elementi principali sono le pile in c.a. e l'impalcato in acciaio a struttura reticolare. Il viadotto è costituito da n.20 campate (di cui 2 di stazione) di lunghezza massima pari a 30 m e si sviluppa ad un'altezza media di circa 12 m sul p.c.. Le pile sono realizzate in c.a. a sezione variabile cava, fondate su plinto in c.a. e pali da 800mm di diametro.

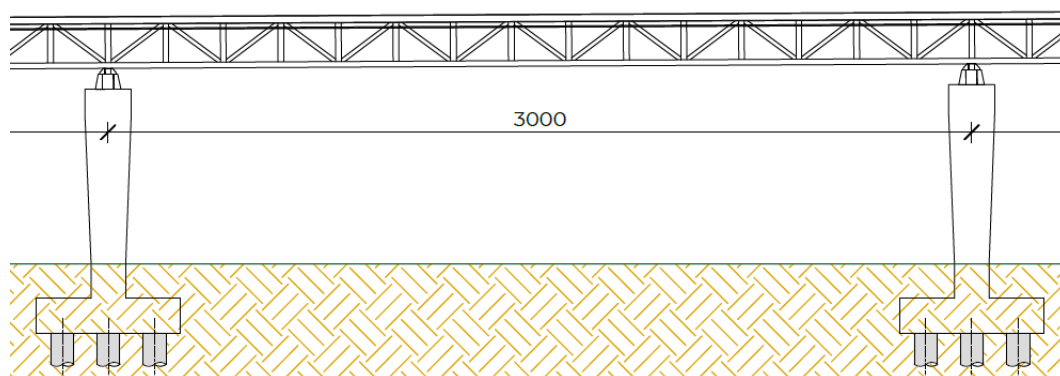


Figura 10.1: Prospetto campata da 30 m

L'impalcato in questione presenta un'altezza uniforme pari a 1,8 m e una larghezza variabile tra intradosso ed estradosso. Inferiormente presenta una larghezza (interasse tra i correnti inferiori) pari a 2,5 m, mentre superiormente, per garantire la distanza di scartamento, l'impalcato si restringe fino a 1,6 m. L'allargamento inferiore è realizzato al fine di diminuire considerevolmente l'effetto torcente sull'impalcato dovuto all'azione orizzontale del vento, combinato con la ridotta larghezza di impalcato.

I correnti superiori e inferiori sono collegati da montanti verticali posti ad interasse di 2 m e da aste di controvento inclinate. Inoltre si prevede di inserire una controventatura di piano a livello dei correnti inferiori.

In corrispondenza di ciascun montante verticale, si prevede l'inserimento di piastre, dotate di foro di alleggerimento, allo scopo di assorbire gli sforzi trasversali all'impalcato.

Su un lato dell'impalcato viene realizzato uno sbalzo di circa 1,75 m, al di sopra del quale si prevede l'alloggiamento di una passerella di servizio e del corrispondente parapetto. Lo stesso parapetto viene previsto anche nel lato opposto, per offrire un'adeguata protezione ad eventuali operai chiamati a svolgere opere di manutenzione sull'impalcato.

L'impalcato poggia su pile in c.a. cave di altezza variabile a seconda della quota della funicolare e sezione variabile da 346 x 160 in testa a 200 x 120 alla base.

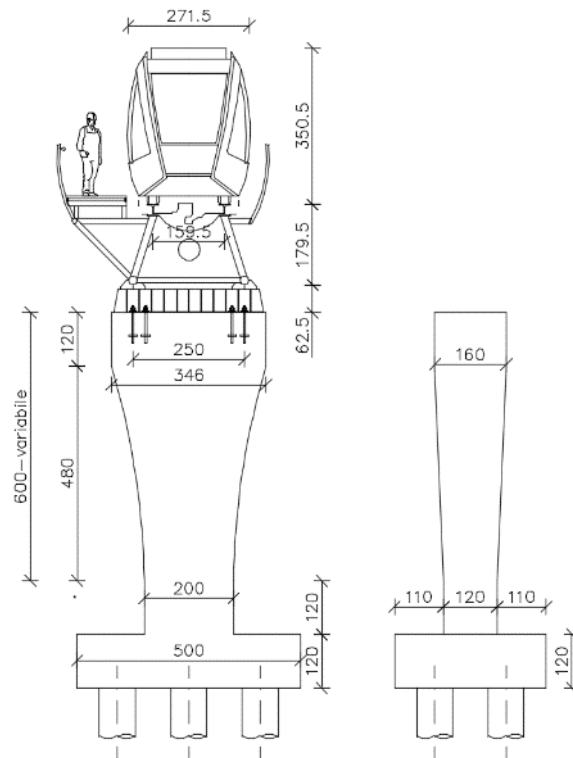


Figura 10.2: Sezione trasversale della funicolare nel tratto "Aeroporto-Erzelli FS"

10.2 Tratta Erzelli FS – Parco Erzelli

Questa tratta si sviluppa parte in viadotto (parte di valle) e parte in galleria, con una breve tratta in trincea di transizione tra le due. Il tratto in viadotto presenta campate tipologiche di 30m, tuttavia si rende necessario realizzare 3 campate da 45m e una campata da 62m per sorvolare alcune infrastrutture esistenti.

10.2.1 Tratto in viadotto

Di seguito si riporta la descrizione dell'impalcato tipo del tratto di funicolare terrestre che collega la stazione Erzelli FS al suo parco Erzelli, concentrandosi in particolare sulle campate di 45 m e 62m.

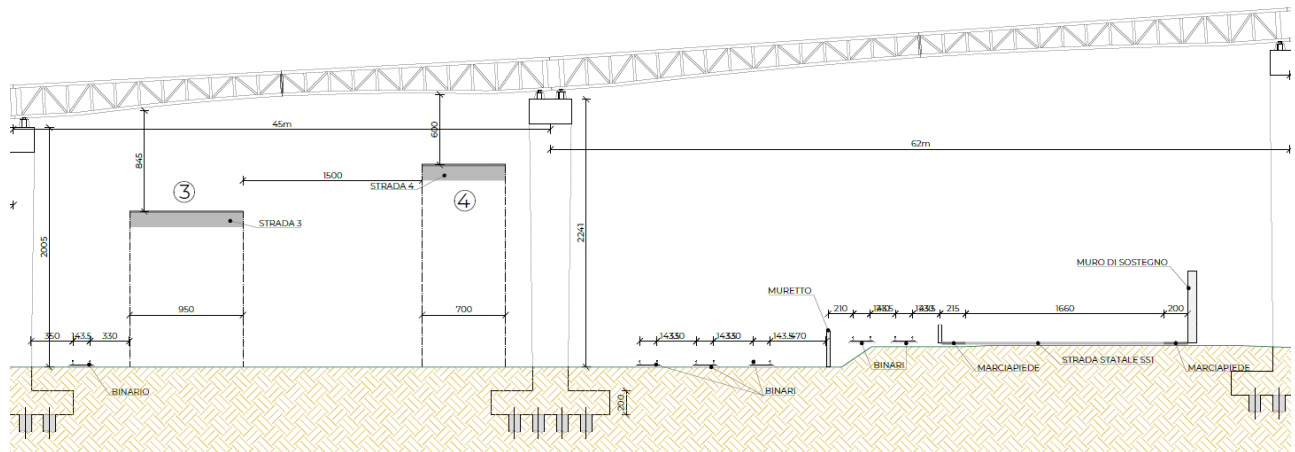


Figura 10.3: Prospetto campata da 45 m e 62 m

Gli impalcati in questione presentano un'altezza variabile da 3,2 m in appoggio a 2,5 m in campata e una larghezza variabile tra intradosso ed estradosso. Inferiormente presentano una larghezza (interasse tra i correnti inferiori) pari a 3 m, mentre superiormente, per garantire la distanza di scartamento, gli impalcati si restringono fino a 1,4 m. L'allargamento inferiore è realizzato al fine di diminuire considerevolmente l'effetto torcente sull'impalcato dovuto all'azione orizzontale del vento, combinato con la ridotta larghezza di impalcato.

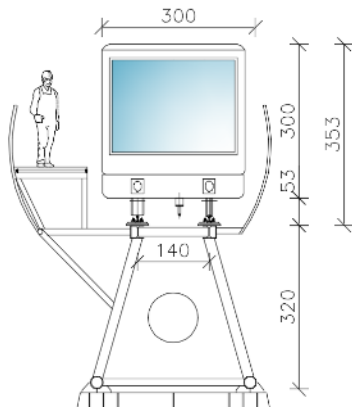
I correnti superiori e inferiori sono collegati da montanti verticali posti ad interasse di 2 m e da aste di controvento inclinate. Inoltre, si prevede di inserire una controventatura di piano a livello dei correnti inferiori e dei correnti superiori, al fine di garantire il comportamento scatolare degli impalcati.

In corrispondenza di ciascun montante verticale, si prevede l'inserimento di piastre, dotate di foro di alleggerimento, allo scopo di assorbire gli sforzi trasversali all'impalcato.

Su un lato dell'impalcato viene realizzato uno sbalzo di circa 1,75 m, al di sopra del quale si prevede l'alloggiamento di una passerella di servizio e del corrispondente parapetto. Lo stesso parapetto viene previsto anche nel lato opposto, per offrire un'adeguata protezione ad eventuali operai chiamati a svolgere opere di manutenzione sull'impalcato.

L'impalcato poggia su pile in c.a. cave di altezza variabile a seconda della quota della funicolare e sezione variabile da 600 x 350 in testa a 450 x 300 alla base.

SEZIONE ALL'APPOGGIO



SEZIONE IN CAMPATA

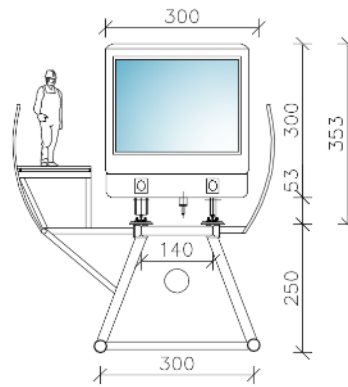


Figura 10.4: Sezioni trasversali delle campate da 45 m e 62 m

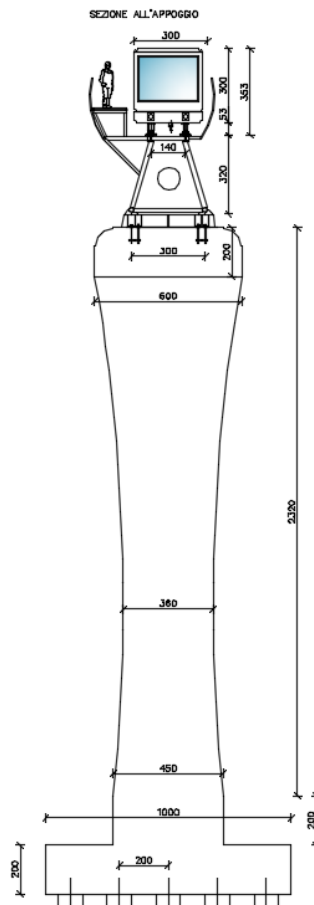


Figura 10.5: Sezione trasversale dell'impalcato in appoggio (con pila)

In corrispondenza della progressiva +427 il tracciato lascia il viadotto e si porta sul terreno.

10.2.2 Tratto in galleria

Il primo tratto di circa 28 m si svilupperà in trincea, con scavo a cielo aperto, stabilizzazione delle pareti di scavo con soil nailing e relativo rinverdimento. Questo è il primo tratto della zona di scambio dei veicoli.

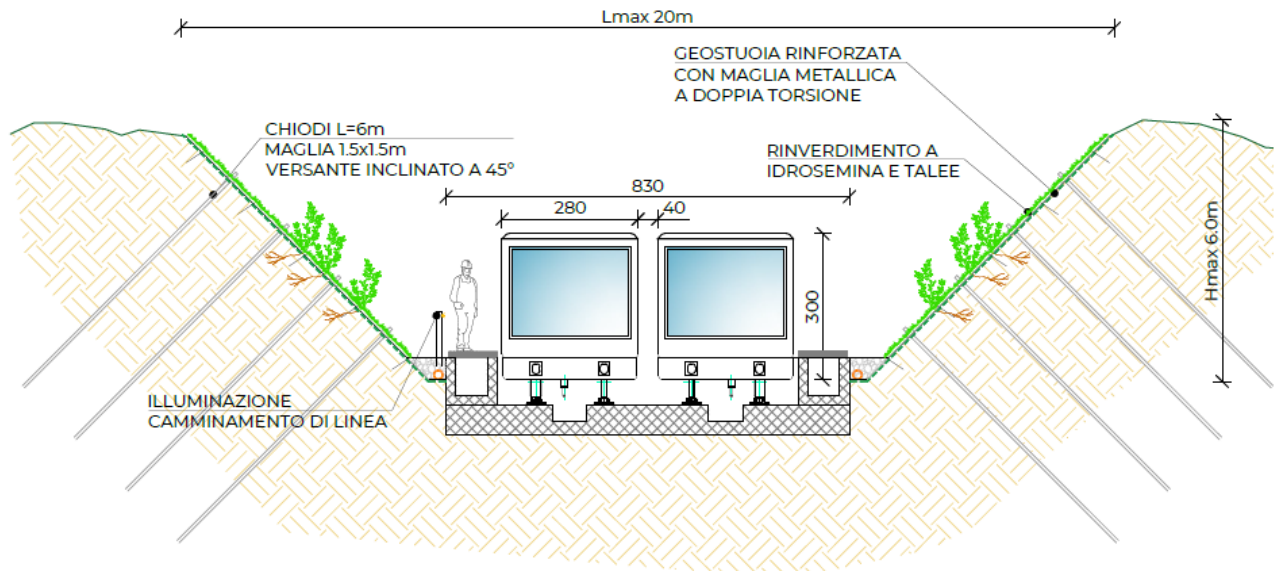


Figura 10.6: sezione tipo in trincea

Con il tratto successivo inizia la galleria artificiale, che sarà realizzata con uno scatolare in c.a., di altezza totale pari a 6.80m e di larghezza pari a 9.20m nel tratto di scambio e di 5.30m nel tratto a binario singolo.

La scelta della galleria artificiale, piuttosto che naturale, è dettata dal fatto che il ricoprimento è molto limitato (max 15m). Le metodologie di scavo tengono in considerazione le condizioni geologiche ipotizzabili lungo il profilo, sulla base delle indagini fornite dalla stazione appaltante. In particolare, si evince dal profilo geologico che lo strato superficiale è costituito da coltri eluvio-colluviali localmente rimaneggiate e mescolate a detriti di riporto. Questo tipo di terreni presenta caratteristiche meccaniche mediocri e si prevede di non superare i 30° di pendenza per le pareti di scavo. Questo strato ha uno spessore limitato a 5-10m; quindi, la struttura della galleria andrà quasi sempre ad intercettare anche lo strato sottostante, costituito dai metabasalti di monte Figogna. Questo tipo di roccia presenta una fitta rete di discontinuità, specie nel cappellaccio di alterazione; tuttavia, sembra essere in grado di sostenere scavi subverticali. Al fine di garantire un margine di sicurezza per i lavoratori si prevede in ogni caso di realizzare lo scavo in roccia con profili gradonati e di consolidare le pareti di scavo con interventi di rafforzamento corticale con chiodature e rete a doppia torsione. Tali interventi sono provvisori per la fase di cantiere.

SEZIONE TIPOLOGICA GALLERIA ARTIFICIALE
TRATTO DI SCAMBIO VETTURE
Scala 1:50

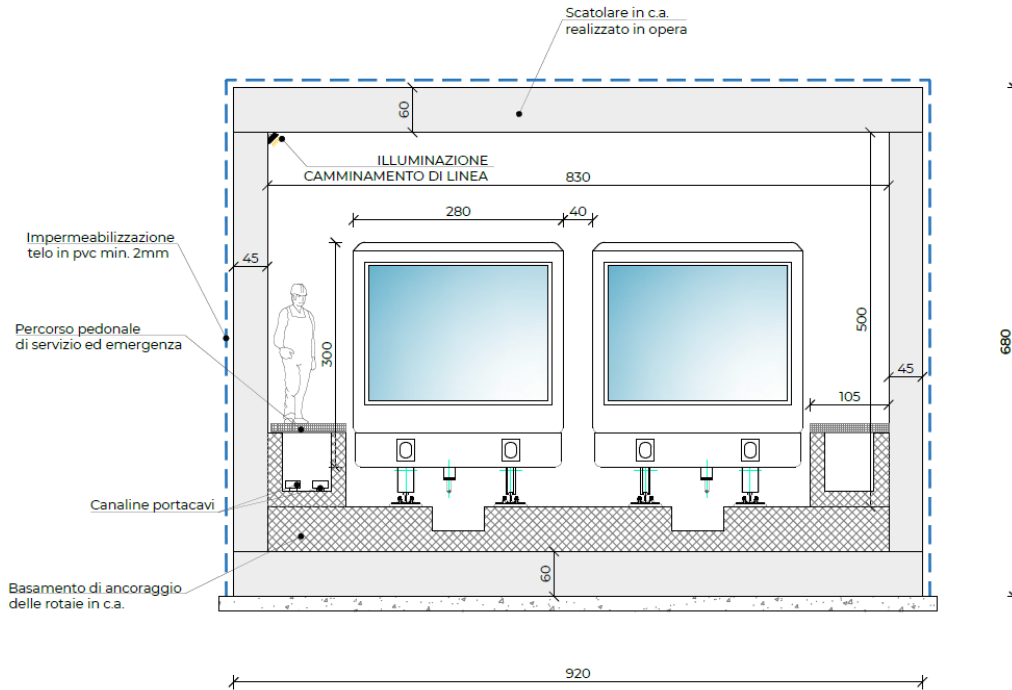


Figura 10.7: sezione tipo scatolare in c.a., nel tratto di scambio

La soluzione tecnica per le modalità di scavo è esaurientemente descritta nella relazione sismica e sulle strutture. Di seguito si riportano le principali sezioni tipologiche, che sono state progettate in relazione alle condizioni geologiche locali ed al ricoprimento della galleria.

SEZIONE TIPOLOGICA GALLERIA - 2
TRATTO DI SCAMBIO VETTURE
Scala 1:200

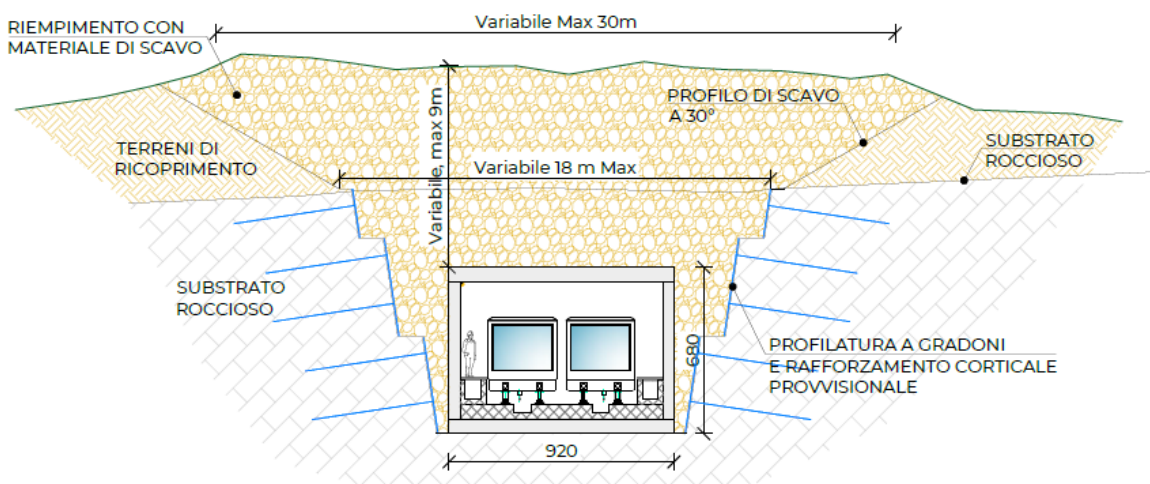


Figura 10.8: sezione tipologica 2

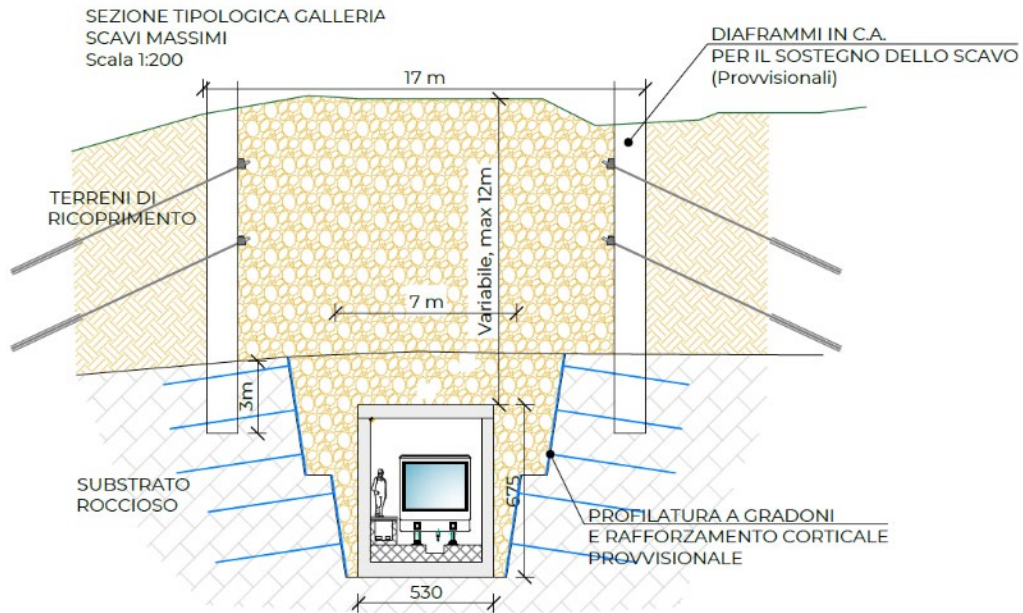


Figura 10.9: sezione tipologica 3

SEZIONE TIPOLOGICA GALLERIA - 5
TRATTO SOTTO LA STRADA
Scala 1:100

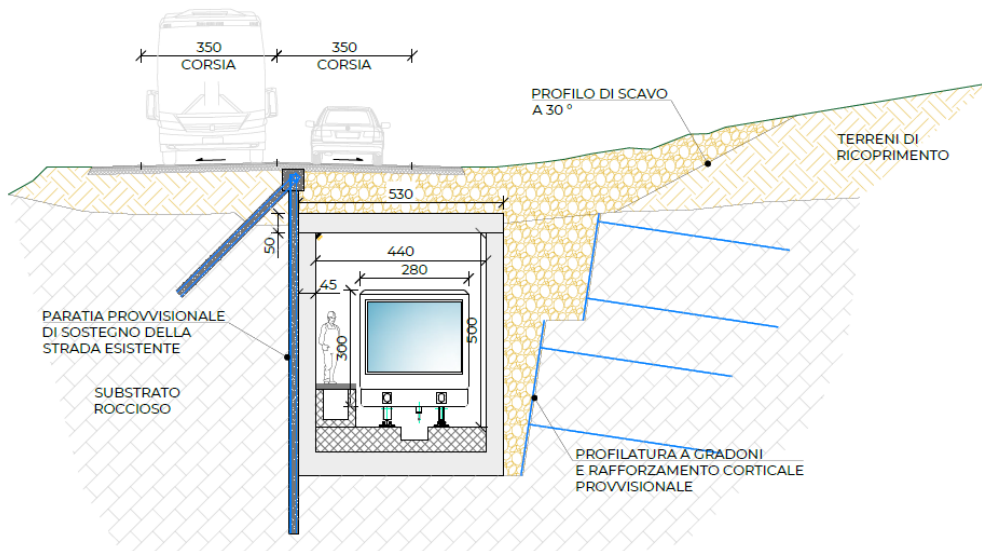


Figura 10.10: sezione tipologica 5

Si ricorda che l'ultimo tratto è caratterizzato dal fatto che sopra la galleria sarà realizzato il nuovo polo Tecnologico, le strutture della galleria devono quindi considerare i ricoprimenti futuri ed i relativi carichi agenti. Nel presente progetto, che dovrebbe essere realizzato prima del progetto GHT, si prevede di ripristinare il terreno come nella condizione attuale.

11 Impianti

11.1 Azionamento funiviario

L'apparecchiatura elettrica destinata a realizzare l'azionamento dell'impianto in questione, nonché il comando, il controllo e le funzioni di sicurezza del medesimo, si compone di una serie di elementi principali, fisicamente riconducibili a dei quadri elettrici, opportunamente connessi reciprocamente e con l'infrastruttura o sottosistemi di questa.

Questo documento riporta una possibile configurazione di dette apparecchiature; si tratta di un contenuto esemplificativo, da approfondire nelle successive fasi di progettazione dell'impianto.

In particolare, il sistema si articola nei seguenti elementi:

Sigla elemento	Descrizione
+QS	Quadro smistamento e carica-batterie
+QP1	Quadro principale 1
+QP2	Quadro principale 2
+QSCC	Quadro smistamento corrente continua
+QSM	Quadro stazione motrice
+QSR	Quadro stazione rinvio
+QRIF	Quadro rifasamento
+QPWC	Quadro power center
+P01	Pulpito di comando principale + video + recupero

11.1.1 Quadro smistamento e carica – batterie

Le funzioni del quadro +QS sono principalmente le seguenti:

- alimentare le varie utenze in c.a. dell'impianto dalle varie sorgenti di energia (smistamento);
- creare le linee di sicurezza a 24V cc (caricabatterie e batterie);
- creare le alimentazioni ausiliarie e per la manutenzione (115V e 230V).

Struttura

L'ingresso linea è protetto con un commutatore-sezionatore dotato di fusibili; un soppressore di sovratensione, posto immediatamente a valle dell'interruttore protegge i dispositivi da sovratensioni di natura atmosferica o da commutazione provenienti dalla rete.

La presenza della tensione è rivelata da lampeggiatori trifase; inoltre, sul pulpito (+P01) è presente uno strumento analizzatore trifase indicante tensione e frequenza di rete.

Smistamento

Il quadro smistamento è alimentato da almeno due sorgenti di energia: è necessario quindi posizionare il commutatore di ingresso linea sulla sorgente in uso. Tale accortezza va usata soprattutto quando si utilizza l'azionamento di recupero.

Le utenze in c.a. alimentate dal quadro smistamento, sono ad esempio:

- motore della pompa lubrificazione riduttore 1 e/o 2;
- motore del ventilatore dell'olio riduttore;
- motori delle pompe delle centraline idrauliche/pneumatiche dei freni (servizio e emergenza).

Tutte le calate delle utenze trifasi o monofasi sono protette con interruttori automatici magneto-termici, comandati con contattori e dotate di soppressori di sovratensione verso il carico.

Quando le utenze richiedono frequenti manovre durante il funzionamento si impiegano, al posto dei contattori, degli interruttori-invertitori statici.

Linee di sicurezza

Nel quadro smistamento sono presenti, due alimentatori che forniscono la tensione stabilizzata di 24Vcc con corrente fino a 40 A.

Ciascun alimentatore è utilizzato per mantenere in carica una batteria tampone ed è corredato di una serie di strumenti indicanti: la tensione della batteria, la corrente della batteria e la corrente complessiva erogata dall'alimentatore.

Un diodo di potenza impedisce che la batteria possa erogare corrente verso l'alimentatore. Gli alimentatori sono dotati di un modulo guasti per la rilevazione dei guasti dell'alimentatore e la relativa segnalazione attraverso i contatti puliti di due appositi relé.

Ogni utenza a 24Vcc è protetta con un proprio interruttore magneto-termico unipolare.

Il gruppo 1 (alimentatore e batteria) fornisce la tensione di 24V ai circuiti dell'azionamento principale 1 (+QP1), dello smistamento (+QS), delle sicurezze motrice (+QSM) e del pulpito (+P01).

Il gruppo 2 (alimentatore e batteria) fornisce la tensione di 24V ai circuiti dell'azionamento principale 2 (+QP2) se presente, dello smistamento (+QS), delle sicurezze motrice (+QSM) e del pulpito (+P01).

Le alimentazioni a 24Vcc sono accomunate tramite un “or a diodi” realizzato con moduli di potenza.

Tensioni ausiliarie

Lo smistamento genera le tensioni ausiliarie 230Vac e 115Vac; i trasformatori utilizzati sono dotati di uno schermo, collegato a terra, fra gli avvolgimenti primario e secondario.

L'alimentazione 230V_{ac} è utilizzata per alimentare le luci e le prese utilizzate per la manutenzione (di tutti i quadri), ed è dotata di protezione differenziale con soglia di intervento a 30 mA.

L'alimentazione 115Vac è utilizzata per le sequenze ausiliarie.

Automazione

Lo smistamento contiene una periferia PLC (moduli I/O) comunicante con la rispettiva CPU attraverso un bus di campo. Ogni periferia, attraverso i suoi ingressi digitali, rileva lo stato di alcuni dispositivi dello smistamento (interruttori automatici, contattori, fusibili, alimentatori, ecc.) e lo comunica alla CPU che risponde, in base al programma in esecuzione, comandando, attraverso le uscite digitali della periferia, i relè ausiliari dello smistamento.

11.1.2 Quadro principale 1/2 (+QP1 e/o +QP2)

Per movimentare la fune traente si utilizza un argano composto da un motore a corrente continua controllato da un azionamento AC / DC alimentato a 400V c.a., oppure a corrente alternata.

I dispositivi, i circuiti ausiliari e i circuiti di potenza necessari ad alimentare il motore in corrente continua, ad eccitazione indipendente, sono contenuti nel quadro elettrico +QP1 “quadro principale 1”.

Dovendo gestire coppie motrici e frenanti in entrambi sensi di marcia, l’azionamento – nel caso motori in c.c., realizza un controllo a “quattro quadranti”, con recupero in rete dell’energia eventualmente restituita dal carico in discesa e durante le frenature.

Struttura

L’ingresso linea è protetto con un interruttore-sezionatore con fusibili: un soppressore di sovratensione, posto immediatamente a valle dell’interruttore protegge i dispositivi da sovratensioni di natura atmosferica o da commutazione provenienti dalla rete. La presenza della tensione di rete è rivelata da lampeggiatori trifasi.

L’azionamento è composto da un convertitore trifase bidirezionale, di adeguate prestazioni. Il motore in continua è corredato di elettroventilatore, di dispositivi contro la sovratemperatura (che possono essere, a seconda del modello: anemostato, sonde termiche ecc.) e di sensore di rilevamento velocità (es: encoder, dinamo tachimetrica ecc.).

Una linea, protetta con una terna di fusibili, alimenta i servizi ausiliari: ventilatore del motore, eccitazione del motore e tensioni ausiliarie. Le tensioni ausiliarie sono ottenute attraverso un trasformatore di sicurezza (che possiede uno schermo, collegato a terra, fra il primario ed i secondari) con due secondari. La tensione 115Vac serve per le sequenze ausiliarie ed il ventilatore della regolazione; la tensione di 230Vac alimenta i ventilatori del quadro e del convertitore. Il circuito di campo del motore è alimentato attraverso un autotrasformatore ed un’eccitatrice che regola la corrente di eccitazione.

Regolazione azionamento

I valori di accelerazione e decelerazione (rampe) non sono impostati all’interno delle schede di regolazione dei convertitori, ma è lo stesso riferimento di velocità a variare secondo un andamento previsto e gestito dal sistema di automazione; le schede di controllo dei convertitori dispongono comunque di una rampa di sicurezza, in modo da evitare il pericolo di una frenata elettrica troppo brusca nel caso il segnale del riferimento di velocità vada a zero di colpo; tale rampa è impostata un po’ più veloce della rampa di arresto rapido in modo che normalmente segua il riferimento di velocità proveniente dall’automazione

L'emissione di un comando di marcia comporta la chiusura del contattore di marcia, lo sblocco del convertitore, la generazione del riferimento di velocità e l'apertura del freno di stazionamento; l'impianto si mette in movimento, nel senso di marcia selezionato e si porta con una certa accelerazione alla velocità imposta dal riferimento di velocità

L'emissione di un comando di arresto comporta il rallentamento fino alla soglia di velocità minima dei freni; alla chiusura del freno di stazionamento seguono il blocco della regolazione dei convertitori all'apertura del contattore di marcia. La chiusura e l'apertura del contattore di marcia (linea motore) sono comandate dal quadro sicurezze motrice (+QSM) attraverso due contatti indipendenti che realizzano la doppia apertura (sia "sopra" che "sotto") del circuito di comando.

Quanto descritto corrisponde alla definizione data dalla norma EN 60204-1 di un arresto in Categoria 1 (Arresto controllato)

È possibile che il comando d'arresto imponga il blocco della regolazione dei convertitori e l'apertura del contattore di marcia con la velocità dell'impianto maggiore della soglia di minima velocità dei freni; in questo caso comunque è chiamato ad agire almeno un freno meccanico. Secondo la definizione data dalla norma questo è un arresto in Categoria 0 (Arresto incontrollato).

I convertitori utilizzati dispongono di un sistema di controllo e regolazione della velocità e della coppia completamente digitale, basato su un microprocessore a 16 bit. Per il controllo della velocità del motore la scheda di regolazione del convertitore utilizza il segnale di retroazione proveniente dal sensore predisposto (encoder o dinamo tachimetrica) calettato sull'albero del motore.

Grazie alla tecnologia digitale risulta di estrema facilità modificare i parametri dell'azionamento in modo da ottimizzare le prestazioni dell'insieme convertitore-motore.

Automazione

Il quadro principale contiene una periferia PLC (moduli I/O) comunicante con la rispettiva CPU attraverso un bus di campo. Ogni periferia, attraverso i suoi ingressi digitali ed analogici, rileva lo stato delle protezioni del principale ed i valori dei segnali di tensione e coppia del motore e lo comunica alla CPU.

I segnali di comando ed il riferimento di velocità per l'azionamento sono prelevati tramite collegamento profi-bus.

11.1.3 Rifasamento (+QRIFASAMENTO)

Il principale è dotato di un rifasamento automatico (+QRIFASAMENTO) di adeguata potenza in kVAR.

Il rifasamento è derivato a valle dell'interruttore principale e utilizza per la regolazione un TA posto a monte dell'interruttore principale, in modo da rilevare la corrente totale assorbita (convertitore + rifasamento).

11.1.4 Quadro commutazioni corrente continua (+QSCC)

È presente un quadro (+QSCC) che realizza le commutazioni tra quadri azionamento e relativi motori.

L'impianto è dotato di due motori di trazione e due riduttori.

In condizioni "normali" il quadro azionamento 1 (QP1) alimenta il motore 1 e il quadro azionamento 2 (QP2) alimenta il motore 2.

Per avere una continuità di esercizio, si deve prevedere "l'incrocio" dei quadri azionamento con i motori.

Questo quadro realizza tramite organi meccanici di sezionamento / commutazione la possibilità di alimentare il motore 1 dal quadro QP2 e il motore 2 dal quadro QP1.

Le manovre vanno eseguite ad impianto fermo e la corretta posizione degli organi di commutazione è monitorata.

11.1.5 Quadro power center (+QPWC)

È presente un quadro dove vengono connesse le sorgenti di energia esterne (linea 1 e linea 2) e da cui dipartono le linee di alimentazione alle varie utenze dell'impianto funiviario.

Da questo quadro sono previste uscite per il quadro smistamento e carica-batterie (+QS), per il quadro azionamento 1 (QP1), per il quadro azionamento 2 (QP2), il quadro rifasamento (QRIF) e la linea del pantografo.

Le linee in ingresso (Linea 1- linea 2) sono protette da interruttori automatici multipolari con protezione magnetotermica differenziale.

Ogni utenza alimentata da questo quadro è protetta da interruttori automatici multipolari con protezione magnetotermica differenziale.

Sul fronte quadro sono presenti strumenti di visualizzazione delle grandezze interessanti (tensione, frequenza ecc.).

11.1.6 Quadro stazione motrice (+Q_{STM})

Struttura

L'alimentazione del quadro sicurezze motrice proviene da almeno due alimentatori +24Vcc situati nel quadro +Q_{SM} (smistamento); le linee sono accomunate con un "or a diodi" realizzato con moduli di potenza. Attraverso una serie di interruttori automatici magneto-termici unipolari l'alimentazione è portata ai vari dispositivi o circuiti di cui si compone il quadro +Q_{STM}. Ad eccezione dei circuiti delle luci e delle prese per manutenzione, la cui alimentazione a 230Vac proviene dallo smistamento, tutto il resto è alimentato a 24Vcc.

Automazione

Il sistema proposto è del tipo a I/O distribuiti. Alla stazione motrice, nel quadro +Q_{STM} sono presenti due CPU, a cui sono connessi una serie di moduli I/O remoti, che possono trovarsi in altre apparecchiature (es. Smistamento, Principale1, Principale 2, pulpito) dislocate in vari punti della stazione.

La comunicazione tra componenti della stazione motrice avviene mediante protocollo Profi-net. I vari azionamenti (di trazione) sono connessi alla rete Profi-bus.

Comando freni

Il comando, il controllo e la gestione dei sistemi frenanti avvengono nel quadro +Q_{STM}:

- vengono gestite, controllate e comandate le centraline dei freni meccanici;
- vengono comandate le varie elettrovalvole dei freni meccanici;
- vengono gestiti gli arresti effettuati tramite l'azionamento di trazione (arresti elettrici);
- vengono gestite e controllate le rampe di decelerazione dei vari sistemi frenanti.

Circuito delle sicurezze di linea

Sul fronte-quadro delle sicurezze motrice è posizionato il circuito delle sicurezze di linea di tipo capacitivo induttivo, o da altro sistema equivalente rispondente al Regolamento Europeo 2016/424.

Questo componente di sicurezza si interfaccia con il resto delle apparecchiature per trasmettere / ricevere comandi ausiliari e comandi di arresto dalla stazione rinvio e dalle vetture.

Comandi ausiliari

Sul fronte-quadro è disposta una parte dei dispositivi di selezione e di comando; essendo presente un pulpito di controllo e comando, sul fronte-quadro delle sicurezze motrice sono stati posizionati comandi o segnalazioni ausiliarie.

11.1.7 Quadro stazione rinvio (+Q_{STR})

Alla stazione di rinvio tutte le apparecchiature elettriche dell'impianto di funivia fanno capo ad un unico quadro (+Q_{STR}). Il quadro stazione rinvio svolge le funzioni di smistamento, di creazione della linea di sicurezza 24V e di automazione della stazione.

Struttura

L'ingresso linea è protetto con un interruttore-sezionatore dotato di fusibili; un soppressore di sovratensione, posto immediatamente a valle dell'interruttore protegge i dispositivi da sovratensioni di natura atmosferica o da commutazione provenienti dalla rete. La presenza della tensione è rivelata da lampeggiatori trifasi.

L'alimentazione 230Vac per le luci e le prese per manutenzione è prelevata dall'impianto civile ed è cura dell'installatore dotare tale linea di una protezione differenziale adeguata.

Smistamento

L'eventuale commutazione tra due sorgenti di energia è fatta esternamente al quadro +Q_{STR}.

Le utenze in c.a. alimentate dal quadro stazione rinvio, posso ad esempio essere: motori porte di piano, cancelli, controllo accessi e videosorveglianza di stazione.

Tutte le calate delle utenze trifasi o monofasi sono protette con interruttori automatici magneto-termici, comandati con contattori e dotate di soppressori di sovratensione verso il carico. Quando le utenze richiedono frequenti manovre durante il funzionamento si impiegano, al posto dei contattori, degli interruttori-invertitori statici

Linea di sicurezza

L'alimentatore è utilizzato per mantenere in carica una batteria tampone ed è corredato di una serie di strumenti indicanti: la tensione della batteria, la corrente della batteria e la corrente complessiva erogata dall'alimentatore. Un diodo di potenza impedisce che la batteria possa erogare corrente verso l'alimentatore.

L'alimentatore fornisce la tensione di 24V a tutti i dispositivi presenti al rinvio: ausiliari, segnali di linea, ecc. Ogni utenza a 24Vcc è protetta con un proprio interruttore magneto-termico unipolare.

All'interno del quadro, sono presenti solamente sequenze ausiliarie di comando (es. comando porte di piano).

Circuito delle sicurezze di linea

Sul fronte-quadro delle sicurezze rinvio è posizionato il circuito di sicurezza. Questo componente di sicurezza si interfaccia con il resto delle apparecchiature per trasmettere / ricevere comandi ausiliari e comandi di arresto verso la stazione motrice.

Comunicazione monte / valle

La trasmissione dei segnali di arresto tra le stazioni avviene mediante il circuito delle sicurezze di linea.

Si prevede la posa di un cavo in fibra ottica tra le stazioni motrice e rinvio e l'installazione all'interno del quadro Q_{STR} di un PLC, dotato di CPU e moduli I/O.

La CPU rinvio comunica (tramite fibra ottica e appositi convertitori FO / rame) con il PLC della stazione motrice.

Con questo collegamento, sarà possibile trasmettere i segnali di arresto da rinvio (es. pulsanti arresto, di manutenzione, fc contrappeso ecc.) in alternativa al circuito di sicurezza.

La scelta del canale di trasmissione avverrà mediante selettore di scelta da azionare a cura dell'operatore.

Anche i segnali ausiliari (es. allarme incendio, allarme allagamento, posizione corrente del contrappeso) saranno trasmessi alla stazione motrice tramite la comunicazione in fibra.

È possibile in qualsiasi momento tramite apposito tablet, visualizzare il supervisore della stazione motrice.

Automazione

Il sistema d'automazione della stazione di rinvio riguarda le sorveglianze e i comandi relativi alla stazione stessa. Saranno installati CPU e moduli I/O (ridondati come il plc della motrice).

La CPU elaborerà gli ingressi e comanderà le relative uscite. Gli arresti della stazione rinvio potranno essere trasmessi, se richiesto dall'operatore, tramite selettore di scelta.

Dalla stazione motrice potranno essere comandati dispositivi ausiliari della stazione motrice (es. luci, telecamere di video sorveglianza o altro).

11.1.8 Pulpito di comando principale +P01

Il pulpito di comando è posto in posizione favorevole per monitorare la stazione nel caso si dovesse comandare l'impianto da stazione motrice e non da remoto come invece è previsto.

Il pulpito contiene gli apparecchi necessari alla supervisione (PC e monitor).

Sul fronte pulpito è disposta la maggior parte dei dispositivi di selezione e di comando, tra cui citiamo ad esempio:

- selettore del senso di marcia;
- potenziometro del riferimento di velocità;
- pulsante di ripristino;
- pulsante di marcia;
- pulsanti di arresto normale, meccanico, di emergenza.

Sul fronte pulpito sono disposti anche gli strumenti indicatori delle grandezze misurate ritenute importanti per l'esercizio dell'impianto. Tra questi citiamo ad esempio:

- coppia impianto/motori;
- velocità impianto.

Sul fronte pulpito sono disposte le segnalazioni ritenute importanti per l'esercizio dell'impianto. Tra queste citiamo ad esempio:

- consenso all'avviamento dell'impianto;
- marcia impianto;
- consensi riassuntivi dei dispositivi di sicurezza;
- stato di apertura o chiusura dei freni meccanici (servizio ed emergenza);
- consenso delle sicurezze di linea;
- comandi di arresto dalle stazioni non motrici;
- esclusione o parzializzazione dei consensi del circuito delle sicurezze di linea;
- presenza di penalizzazioni conseguenti a parzializzazioni in atto.

11.2 Impianti elettrici

Con impianti elettrici si intendono tutti gli impianti posti “a monte” dell’interruttore generale di funivia, necessari per garantire l’alimentazione elettrica ed il funzionamento dell’impianto funiviario.

La fornitura dell’ente distributore, in apposito locale ricevente, sarà, per ciascun impianto, in media tensione a 15 kV; dovranno pertanto essere realizzate idonee cabine di trasformazione, mediante adeguati trasformatori elettrici da media a bassa tensione, per consentire di alimentare le diverse utenze elettriche costituenti l’impianto funiviario ed i servizi di stazione.

Allo scopo di avere una fonte di energia di riserva interna, in caso di mancanza rete, ciascuna funicolare sarà equipaggiato con apposito gruppo elettrogeno di riserva.

Oltre al locale cabina di trasformazione ed al locale gruppo elettrogeno, è previsto un apposito locale elettrico di bassa tensione, contenete i quadri elettrici di potenza e di distribuzione al servizio delle diverse utenze di ciascun impianto funicolare.

Per maggiori dettagli si rimanda all’elaborato dedicato, relativo alla descrizione ed al predimensionamento degli impianti elettrici.

11.3 Impianti di climatizzazione

Nelle stazioni sono stati previsti impianti di aerazione climatizzazione nelle aree commerciali presenti alla stazione di Aeroporto Erzelli FS, nelle aree destinate alla permanenza del personale operativo d'impianto ed in alcuni locali tecnologici laddove il calore creerebbe problema alle apparecchiature, e la ventilazione naturale non è sufficiente al mantenimento delle condizioni climatiche.

Ad esempio, si veda la presenza di sistemi UPS, locali manovra in tutte le stazioni.

Il tutto viene meglio descritto nell'apposita relazione parte integrante del presente progetto ed avente per oggetto "PROGETTO PRELIMINARE IMPIANTI TECNOLOGICI – Relazione tecnico illustrativa" – elaborato n. PPIMPRE02

È presente una centrale termica che elabora i fluidi termovettori costituiti da acqua calda e acqua refrigerata saranno prodotti da una centrale termica in pompa di calore costituita da n. 2 gruppi polivalenti a recupero totale a 4 tubi del tipo aria- acqua.

I fluidi termovettori prodotti (acqua calda 45-40 °C e acqua refrigerata 7-12 °C) verranno distribuiti tramite n. 2 collettori di centrale e n. 4 gruppi di elettropompe di circolazione di tipo gemellare rispettivamente alla centrale di trattamento aria (CTA) e alla colonna montante a 4 tubi a servizio dei vari piani della stazione, passante entro il blocco dei locali tecnici.

Si integra inoltre con una centrale di trattamento dell'aria che servirà l'aria di rinnovo a servizio degli esercizi commerciali e dell'atrio ai piani in cui si ha transito di persone.

Sarà costituita dalle sezioni di preriscaldamento, raffreddamento, umidificazione adiabatica con acqua a perdere e post-riscaldamento. La filtrazione sarà a due stadi ad elevata efficienza (prefiltri F7 e filtri a tasche G4). Le sezioni ventilanti saranno costituite da batterie di ventilatori con motore ECM brushless in c.c. a portata variabile. La CTA sarà dotata di recuperatore statico a piastre ad elevata efficienza con serranda di by-pass per il free-cooling nelle stagioni intermedie.

Per aumentare l'efficienza di recupero termico estivo l'aria di espulsione subirà un trattamento di raffrescamento adiabatico indiretto mediante passaggio attraverso una sezione di umidificazione ad acqua a perdere che ne abbasserà sensibilmente la temperatura prima dell'attraversamento dello scambiatore a piastre.

12 Antincendio

12.1 Attività soggette

Allo stato attuale le uniche attività presenti soggette alla specifica normativa antincendio sono i gruppi elettrogeno posti nelle stazioni del “Parco Erzelli” e “Aeroporto Erzelli FS”.

Essi sono inoltre dotati di serbatoio interrato per il gasolio che alimenta i motori termici dei gruppi elettrogeni.

La capacità di tali contenitori è pari a 8.000 litri.

Pertanto, ai sensi del DPR 151/2011 che elenca le attività soggette rientrano sicuramente nell'attività 49 – Gruppi per la produzione di energia elettrica sussidiaria con motori endotermici ed impianti di cogenerazione avente potenza maggiore di 25 kW.

Tali gruppi servono a garantire il servizio degli impianti in caso di mancanza alimentazione dell'energia da parte dell'ente distributore con esercizio a portata ridotta e pari a metà della nominale.

I gruppi sono installati in appositi vani delle stazioni pertanto si è previsto:

- due pareti attestate su spazio a cielo libero;
- le strutture orizzontali e verticali hanno una resistenza al fuoco REI120;
- l'altezza libera interna dal pavimento al soffitto è maggiore di 2,50 m;
- la distanza, su almeno tre lati, tra le pareti del locale ed il perimetro d'ingombro del gruppo non è inferiore a 0,60 m;
- l'accesso al locale avviene dall'esterno;
- il locale non ha aperture di comunicazione diretta con locali destinati ad altri usi;
- le porte del locale sono apribili verso l'esterno, incombustibili e munite di congegno di auto chiusura (molla di richiamo);
- le aperture di aerazione hanno superficie non inferiore ad 1/30 della superficie in pianta del locale;
- per il rivestimento del pavimento e per l'isolamento termico delle condutture sono utilizzati prodotti incombustibili.

Inoltre, per quanto attiene l'alimentazione del motore

- Il gruppo viene alimentato attraverso un serbatoio incorporato; il rifornimento avviene per circolazione forzata;
- Ai fini di realizzare un sistema di contenimento del combustibile contenuto nel serbatoio, la soglia della porta di accesso viene rialzata di 20 cm e la pavimentazione prevede una guaina impermeabile al gasolio: si viene così a creare un bacino di

contenimento del liquido, qualora dovessero verificarsi delle accidentali fuoriuscite dal serbatoio incorporato;

- Il serbatoio incorporato ha capacità non superiore a 120 l;
- Il serbatoio incorporato è munito dei seguenti dispositivi di sicurezza, che intervengono automaticamente quando il livello del carburante supera quello massimo consentito:
 - Dispositivo di intercettazione del flusso;
 - Dispositivo di arresto delle pompe di alimentazione;
 - Dispositivo di allarme ottico e acustico.
- Essendo il sistema di contenimento costituito dal bacino del pavimento del locale stesso, reso impermeabile in continuità con le pareti per un'altezza di 20 cm dal piano di calpestio, la capacità di accumulo delle eventuali fuoriuscite risulta molto superiore della capienza del serbatoio incorporato ($3,50 \times 5,00 \times 0,20 = 3,50 \text{ mc} = 3500 \text{ l} \gg 120 \text{ l}$). Tale sistema viene inteso in sostituzione alla possibilità di prevedere una condotta di deflusso verso un serbatoio di deposito priva di valvole o impedimenti al naturale deflusso.

Per quanto attiene allo scarico dei gas combusti si prevedono i seguenti accorgimenti.

Le tubazioni dei gas di scarico del motore saranno in acciaio, robuste, a perfetta tenuta e scaricano tramite camino all'esterno, in direzione tale che i gas e le scintille non possano arrecare danno alcuno; l'estremità del tubo è posta a distanza superiore a 1,50 m da finestre, porte, aperture e prese d'aria, ad una quota superiore a 3,00 m dal piano praticabile.

Le tubazioni all'interno dei locali sono protette con materiale coibente (classe A1L di reazione al fuoco - incombustibili), schermate per la protezione delle persone da accidentali contatti.

I relativi impianti elettrici saranno previsti in modo che:

Tutti gli impianti e dispositivi elettrici sono eseguiti a regola d'arte, in osservanza delle norme CEI; tutti i circuiti fanno capo ad un interruttore generale installato all'esterno del locale ed in posizione sicuramente raggiungibile.

È prevista all'interno dei locali idonea illuminazione di sicurezza che garantisca un illuminamento del locale di installazione del gruppo, anche in assenza di alimentazione da rete, di almeno 25 lux a 1 m dal piano di calpestio per un tempo di 120 minuti.

Le sale sono inoltre dotate di mezzi estintori portatili

Oltre agli estintori previsti nei diversi locali tecnologici della struttura, nel locale dedicato al gruppo elettrogeno è installato 1 estintore portatile di tipo approvato per fuochi di classe 21A e 113B-C.

Infine, dovrà essere posta in opera segnaletica di sicurezza sarà conforme al Titolo V e Allegati da XXIV a XXXII del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81.

Segnaletica da apporre all'interno del locale o sulla porta di ingresso (per esempio il cartello di divieto di accesso alle persone non autorizzate):



Deve, inoltre, essere prevista apposita cartellonistica per indicare la posizione degli estintori, della valvola esterna di intercettazione del combustibile e del comando di emergenza.

Per quanto concerne i serbatoi esterni essi avranno le caratteristiche descritte nel seguito.

I serbatoi, rigorosamente a forma cilindrica ad esse orizzontale, dovranno essere a doppia parete e con sistema di monitoraggio dell'intercapedine.

Le pareti dei serbatoi possono essere entrambe metalliche, con la parete esterna rivestita di materiale anticorrosione; la parete interna metallica e la parete esterna in altro materiale non metallico, purché idoneo a garantire la tenuta dell'intercapedine tra le pareti; entrambe le pareti in materiale non metallico, purché resistenti alle sollecitazioni meccaniche ed alle corrosioni; parete interna non metallica ed esterna in metallo, rivestita in materiale anticorrosione.

I giunti e i raccordi devono essere applicati soltanto sulle pareti dei passi d'uomo o sul loro coperchio.

Il serbatoio deve poggiare sopra una platea di ghiaia, o sul fondo della fossa, ad una profondità tale da risultare con la sua generatrice superiore ad un metro dal livello del terreno soprastante, in modo che, in caso di incendio in prossimità, non possa prodursi sensibile aumento di temperatura nel liquido in esso contenuto.

La terra intorno e sopra il serbatoio, deve essere fortemente stipata per pressione.

I passi d'uomo devono essere racchiusi in un pozzetto a pareti impermeabili, coperto da chiusino metallico, provvisto di serratura a chiave. I bordi del pozzetto devono essere tenuti più alti del livello del terreno circostante, per evitare la penetrazione dell'acqua.

Nel rispetto del D.M. 28 aprile 2005 - "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi",.

E' previsto che i serbatoi di servizio esterni interrati abbiano di capacità pari a 8 mc.

I serbatoi devono essere installati in modo tale da non essere danneggiato da eventuali carichi mobili o fissi gravanti sul piano di calpestio:

- la generatrice superiore del serbatoio si trova a profondità maggiore di 70 cm;
- la distanza tra serbatoio e muro perimetrale del fabbricato maggiore di 50 cm.

I requisiti tecnici per la costruzione, la posa in opera e l'esercizio dei serbatoi, sia fuori terra che interrati, devono essere conformi alle leggi, ai regolamenti ed alle disposizioni vigenti in materia.

I serbatoi devono presentare idonea protezione contro la corrosione e devono essere muniti di:

- tubo di carico fissato stabilmente al serbatoio ed avente l'estremità libera, a chiusura ermetica, posta in chiusino interrato o in una nicchia nel muro dell'edificio e comunque ubicato in modo da evitare che il combustibile, in caso di spargimento, invada locali o zone sottostanti;
- tubo di sfiato dei vapori avente diametro interno pari alla metà del diametro del tubo di carico e comunque non inferiore a 25 mm, sfociante all'esterno delle costruzioni ad un'altezza non inferiore a 2,5 m dal piano praticabile esterno ed a distanza non inferiore a 1,5 m da finestre e porte; l'estremità del tubo deve essere protetta con sistema antifiamma;
- dispositivo di sovrappieno atto ad interrompere, in fase di carico, il flusso del combustibile quando si raggiunge il 90% della capacità geometrica del serbatoio;
- idonea messa a terra;
- targa di identificazione inamovibile e visibile anche a serbatoio interrato indicante:

- il nome e l'indirizzo del costruttore;
- l'anno di costruzione;
- la capacità, il materiale e lo spessore del serbatoio.

Le tubazioni di connessione tra il serbatoio interrato e l'apparecchio di erogazione del carburante sono del tipo flessibile a doppia parete.

12.2 Attività non soggette

Non si riscontrano alla conoscenza attuale altre attività soggette a quanto disposto in materia antincendio, pur tuttavia, nell'ottica di garantire un elevato standard di sicurezza, solamente alla stazione "Aeroporto Erzelli FS" sia previsto un sistema di spegnimento che interessa l'intero fabbricato.

Nel dettaglio è descritto nell'allegato al presente progetto "PROGETTO PRELIMINARE IMPIANTI TECNOLOGICI – Relazione tecnico illustrativa" – elaborato n. PPIMPRE02.

Sono previsti una rete di idranti ed un impianto a spegnimento automatico.

Sia per gli impianti a idranti che per gli impianti di spegnimento automatico del tipo sprinkler l'alimentazione idrica deve essere almeno del tipo singolo superiore, secondo UNI EN 12845, privilegiando l'alimentazione da acquedotto, ove consentito.

12.2.1 Rete idranti

All'ingresso della stazione dovrà essere installato, in posizione segnalata e protetta, un idrante soprasuolo minimo DN 100, conforme alla norma UNI 14384, allacciato alla rete idrica comunale, in grado di assicurare una erogazione minima di 500 l/min. Dovrà inoltre essere installato un attacco autopompa VVF al piano stradale.

Ad ogni piano della stazione dovranno essere installati n. 2 idranti UNI 45 alle due estremità dell'atrio e n. 1 idrante UNI 45 all'interno del locale tecnico.

Gli idranti delle banchine saranno posti in posizione contrapposta in modo da servire adeguatamente l'intera area (dovranno essere verificate le rispettive aree di influenza).

12.2.2 Impianto sprinkler

Il D.M. 21 ottobre 2015 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane" prescrive al paragrafo VI.1. Rete di idranti che ai fini dell'applicazione della norma UNI 10779:2019, il livello di pericolosità è pari a 3, con sola protezione di tipo interno. Tale identificazione comporta, secondo la suddetta norma, la presenza di impianto di spegnimento automatico nei locali destinati ad ospitare gruppo di pompaggio per impianto antincendio. La detta norma prescrive inoltre al paragrafo IV.7. Scale mobili che il vano motore delle scale mobili sia protetto con impianto automatico di spegnimento.

L'alimentazione degli erogatori sprinkler verrà derivata da un gruppo multivalvola dalla stazione pompe a norme UNI EN 12845. Saranno realizzati inoltre per emergenza un collegamento diretto all'acquedotto e un attacco per il collegamento alla autopompa dei Vigile del Fuoco.

13 Esercizio e manutenzione degli impianti a fune

L'esercizio di un impianto di questa tipologia è demandato ad un'azienda con specifica competenza nel settore, la quale dovrà garantire la presenza delle seguenti figure, previste dalla normativa vigente per gli impianti a fune destinati al trasporto pubblico di persone:

- personale preposto all'esercizio dell'impianto (macchinisti e agenti di stazione), con specifica abilitazione ai sensi del decreto n. 288 del 17 settembre 2014;
- capo servizio e suo sostituto, in possesso dei requisiti previsti dal decreto n.288 del 17 settembre 2014 per la specifica categoria di impianto;
- direttore dell'esercizio e suo sostituto, ingegnere in possesso dei requisiti previsti dal D.M. 18 febbraio 2011 per la specifica categoria di impianto.

Nell'ipotesi di garantire l'esercizio per 16 ore al giorno e quindi poter effettuare le operazioni di manutenzione ordinaria, garantendo ferie e riposi previsti dalle disposizioni in materia di lavoro, si stima che occorrono le seguenti personalità operative:

- 1 capo servizio;
- 1 suo sostituto almeno;
- 12 unità personale operativo (macchinisti, agenti di stazione e/o vettura, addetti alle manutenzioni).

Complessivamente si stimano almeno 14 persone.

Per quanto concerne le operazioni di manutenzione, tali attività si possono distinguere in manutenzioni di tipo ordinario e straordinario, come di seguito dettagliato.

13.1 Manutenzioni ordinarie

Con manutenzioni ordinarie si intendono generalmente tutti gli interventi da effettuare con periodicità inferiore ai 5 anni (mensile, semestrale, annuale, ecc.). Tali attività sono specificatamente indicate dal costruttore nel Manuale di Uso e Manutenzione dell'impianto, alle quali vanno aggiunte le specifiche disposizioni previste dal D.M. 11 maggio 2017 ("Decreto Esercizio").

In generale riguardano la pulizia, verifica ed ingrassaggio degli elementi meccanici di linea e di stazione, con eventuale sostituzione del materiale di usura deteriorato (cuscinetti e guarnizioni dei rulli, ferodi freni, ecc.).

Le manutenzioni ordinarie, normalmente effettuate dal personale proprio dell'impianto, devono essere eseguite nelle ore di fuori esercizio.

Mediamente ogni impianto richiede materiale in sostituzione (oli e lubrificanti, anelli in gomma, rulli, cuscinetti, ecc. ecc.) per 50/60.000 euro annui.

13.2 Manutenzioni straordinarie

Con manutenzioni straordinarie si intendono generalmente tutte le attività da effettuare con periodicità superiore ai 5 anni, oltreché tutti gli interventi eccezionali da porre in atto in conseguenza ad eventi accidentali non prevedibili preventivamente (rotture/guasti eccezionali non imputabili a mancanza di manutenzione preventiva).

Tali attività revisionali sono indicate dal costruttore nel Manuale di Uso e Manutenzione dell'impianto, ed in particolar modo dal D.M. n.203 del 1 dicembre 2015 ("NORME REGOLAMENTARI IN MATERIA DI REVISIONI PERIODICHE, DI ADEGUAMENTI TECNICI E DI VARIANTI COSTRUTTIVE PER I SERVIZI DI PUBBLICO TRASPORTO EFFETTUATI CON FUNIVIE, FUNICOLARI, SCIOVIE E SLITTINOVIE DESTINATE AL TRASPORTO DI PERSONE"). Il decreto prevede che l'impianto sia assoggettato ad interventi revisionali secondo le seguenti periodicità:

- *Revisione quinquennale*: ogni cinque anni a decorrere dalla data di autorizzazione all'esercizio o dalla data dell'ultima revisione quinquennale o generale;
- *Ispezioni speciali*: secondo la periodicità prevista dal Manuale di Uso e Manutenzione (ai sensi della UNI EN 1709:2019); sostanzialmente esse vengono effettuate con le seguenti periodicità, e sono espresse in ore di esercizio o tempi di lavoro, si attuerà quella che si raggiunge prima:
 - *Ispezione speciale*: ogni 30.000 ore oppure 15 anni (dipende quale periodo incontro prima);
- *Revisione generale*: ogni venti anni, decorrenti dalla data di prima autorizzazione dell'esercizio o dalla data dell'ultima revisione generale.

Le ispezioni speciali comportano il controllo dei componenti meccanici soggetti a fatica quali pulegge, rulliere di linea, alberi di trasmissioni meccanici.

Quindi ad esempio nell'ipotesi che l'impianto venga esercito per 3.000 ore annue, le ispezioni speciali si dovrebbero porre in atto ogni 10 anni.

Di contro, le revisioni generali comportano sostanzialmente lo smontaggio ed il controllo di tutte le parti meccaniche, oltreché la revisione delle apparecchiature elettriche.

Per quanto concerne la durata in esercizio delle funi, con le ore di esercizio stimate, si prevede l'impianto debba provvedere alla sostituzione della fune *mediamente* ogni 10 anni.

Tale operazione, ad oggi richiede:

- 20 settimane per l'approvvigionamento;
- 1 settimana per la posa in opera.

Per tale ragione impianti analoghi che svolgono un servizio pubblico di collegamento, tipicamente tengono a scorta a magazzino una bobina di fune, approvvigionata dopo i primi 5 anni di lavoro, per evitare l'attesa per l'approvvigionamento della stessa.

Alla medesima stregua si dovrebbe operare per alcuni componenti meccanici la cui fornitura richiede mesi di approvvigionamento.

13.3 Stima dei costi

La valutazione dei costi revisionali dipende essenzialmente dalle scelte costruttive adottate, dai materiali utilizzati, dal manuale d'uso e manutenzione del costruttore, dalla disponibilità di materiale di ricambio, dalle sollecitazioni a fatica a cui sono sottoposti gli organi e le strutture dell'impianto, dalle normative tecniche che subiscono periodici aggiornamenti nel corso degli anni e dalle problematiche che sono occorse su impianti simili che possono determinare interventi diversi, ma quest'ultimo punto non rientra nell'esame in questione.

Quindi, definire costi e tempi di intervento è difficoltoso; si fornisce comunque una stima di quelli che sono mediamente i costi per l'effettuazione degli interventi revisionali di tipo straordinario, previsti dalle norme attualmente vigenti:

Tipologia di impianto	Revisione quinquennale		Revisione generale	
	Costo	Tempo	Costo	Tempo
People mover	50.000 €	2-3 settimane*	1.300.000 €	2-3 mesi*
Funicolare terrestre	50.000 €	2-3 settimane*	1.300.000 €	2-3 mesi*

* il tempo di intervento non coincide necessariamente con i tempi di fermo dell'impianto, l'interruzione del servizio può risultare inferiore e dipende oltre che dalle modalità di realizzazione dell'impianto, anche dalle scelte dei ricambi custoditi a magazzino.

14 Quadro economico

Tipologia di costi	Voci di costo	Importo €
IMPORTO DEI LAVORI	Opere civili (da C807 a C821)	44'171'306.12 €
	Impianti civili (da C822 a C827)	5'354'160.00 €
	Sistemi di comunicazione e sicurezza (C831)	0.00 €
	Impianti elettro-ferroviari (da C828 a C833, escluso C831)	17'000'000.00 €
	Veicoli (da C834 a C836)	23'980'000.00 €
	TOTALE LAVORI	90'505'466.12 €
	Oneri della sicurezza	3'620'218.64 €
	TOTALE LAVORI + ONERI SICUREZZA	94'125'684.76 €
SOMME A DISPOSIZIONE	Lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto	0.00 €
	Rilievi, accertamenti e indagini	350'000.00 €
	Allacciamenti a pubblici servizi	200'000.00 €
	Imprevisti	9'412'568.48 €
	Acquisizione aree o immobili e Indennizzi	680'000.00 €
	Accantonamento di cui all'articolo 106, comma 1 lettera a), del D.lgs. 50/2016	1'882'513.70 €
	Spese di cui all'articolo 24, comma 4 del D.lgs. 50/2016	0.00 €
	Spese di cui all'articolo 113, comma 4 del D.lgs. 50/2016	203'551.37 €
	Spese tecniche relative alla progettazione, alle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze dei servizi	3'500'000.00 €
	Spese tecniche relative alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità	3'060'000.00 €
	Incentivo di cui all'articolo 113, comma 2 del D.lgs. 50/2016, spese per attività tecnico-amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e di validazione	1'017'756.85 €
	Spese per attività tecnico-amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e di validazione di cui all'articolo 26 del D.lgs. 50/2016	941'256.85 €
	Spese per commissioni giudicatrici	250'000.00 €
	Spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche	0.00 €
	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto	300'000.00 €
	Collaudo tecnico-amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	740'000.00 €
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE	22'537'647.24 €	
OPERE COMPENSATIVE / MONITORAGGIO	Opere compensative dell'impatto territoriale e sociale strettamente correlate alla funzionalità dell'opera	250'000.00 €
	Opere di mitigazione e compensazione ambientale	300'000.00 €
	Monitoraggio ambientale	1'750'000.00 €
	TOTALE OPERE COMPENSATIVE/MONITORAGGIO	2'300'000.00 €
IMPOSTE	I.V.A.	13'266'996.26 €
	Eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge	435'650.27 €
	TOTALE IMPOSTE	13'702'646.53 €
TOTALE I.V.A. INCLUSA		132'665'978.53 €

15 Cronoprogramma

		ANNO 1												ANNO 2												
		DURATA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
LINEA AEROPORTO C. COLOMBO - ERZELLI FS		12 mesi	[Red blocks from month 1 to 12]																							
1 Opere civili stazioni		10 mesi																								
1.1 Approntamento cantiere			[Blue]																							
1.2 Fondazioni e scavi				[Green]	[Green]																					
1.3 Elevazioni, solai e copertura					[Blue]	[Blue]	[Blue]																			
1.5 Opere di finitura							[Green]	[Green]	[Green]	[Green]																
2 Impianti civili e di traslazione stazioni		4 mesi																								
3 Opere civili di linea		11 mesi	[Yellow blocks from month 1 to 11]																							
3.1 Approntamento cantiere			[Blue]																							
3.2 Fondazioni				[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]																		
3.3 Elevazioni					[Blue]	[Blue]	[Blue]	[Blue]																		
3.4 Posa impalcati						[Green]	[Green]	[Green]	[Green]																	
4 Opere elettromeccaniche		4 mesi																								
5 Opere di mitigazione e compensazione		1 mese																								
		DURATA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
LINEA ERZELLI FS - PARCO ERZELLI			[Blue blocks from month 1 to 21]																							
5 Opere civili stazioni																										
5.1 Approntamento cantiere			[Blue]																							
5.2 Fondazioni e scavi				[Green]	[Green]																					
5.3 Elevazioni, solai e copertura					[Blue]	[Blue]	[Blue]																			
5.4 Opere di finitura							[Green]	[Green]	[Green]	[Green]																
6 Impianti civili e di traslazione stazioni																										
7 Opere di linea - viadotto		14 mesi	[Yellow blocks from month 1 to 14]																							
7.1 Approntamento cantiere			[Blue]																							
7.2 Fondazioni				[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]																	
7.3 Elevazioni					[Blue]	[Blue]	[Blue]	[Blue]	[Blue]	[Blue]	[Blue]	[Blue]	[Blue]	[Blue]												
7.4 Posa impalcati							[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]												
8 Opere di linea - galleria		18 mesi	[Yellow blocks from month 1 to 18]																							
8.1 Approntamento cantiere			[Blue]	[Blue]	[Blue]																					
8.2 Opere provvisoriale				[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]																		
8.3 Scavi				[Blue]	[Blue]	[Blue]	[Blue]	[Blue]	[Blue]	[Blue]	[Blue]	[Blue]	[Blue]	[Blue]												
8.4 Scatolare							[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]	[Green]												
8.5 Ritombamento										[Blue]	[Blue]	[Blue]	[Blue]	[Blue]												
8.6 Ripristini e sistemazioni finali												[Green]	[Green]	[Green]												
4 Opere elettromeccaniche															[Yellow blocks from month 10 to 19]											
5 Opere di mitigazione e compensazione															[Green blocks from month 20 to 21]											