



Comune di Trieste

*Dipartimento Territorio, Economia, Ambiente e Mobilità
Direzione*

Presentazione istanza per accesso alle risorse destinate al TMR a Impianti
Fissi

Legge 30.12.2018, n. 145 "Legge di bilancio 2019", art.1 comma 95

CABINOVIA METROPOLITANA TRIESTE - PORTO VECCHIO - CARSO

DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO E RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

ing. Giulio Bernetti

PROGETTISTA OPERE INFRASTRUTTURALI

ing. Andrea Gobber

**ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO**
dott. ing. ANDREA GOBBER
Ing. civile e ambientale, industriale e dell'informazione
ISCR. ALBO N° 2101 - Sezione A degli Ingegneri

COLLABORATORI ED ESPERTI TECNICI E AMMINISTRATIVI

ing. Sara Borgogna

ing. Paola Capon

ing. Silvia Fonzari

ing. Fabio Lamanna

arch. Anna Monaco (per il progetto Civitas Portis)

dott. Stefano Mullner (per il progetto Civitas Portis)

dott. Roberto Prodan

**Progetto preliminare
Relazione tecnica**

CODICE DOCUMENTO

1948-R02-A

ELABORATO

TS1_All.6.02.02_Progetto Fattibilità

SCALA

DATA

Dicembre 2020

Trieste

INDICE

1	GENERALITA'	3
2	LINEA "OPICINA – BOVEDO"	4
2.1	STAZIONE "OPICINA"	4
2.2	STAZIONE "BOVEDO"	6
2.3	TRACCIATO DELLA LINEA "BOVEDO – OPICINA"	8
3	LINEA "BOVEDO – PORTO VECCHIO - TRIESTE"	10
3.1	STAZIONE "PORTO VECCHIO"	12
3.2	TRACCIATO DELLA LINEA "BOVEDO – PORTO VECCHIO"	13
3.3	STAZIONE "TRIESTE"	15
3.4	TRACCIATO DELLA LINEA "PORTO VECCHIO - TRIESTE"	16
4	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE LINEE FUNIVIARIE	18
4.1	LINEA "OPICINA - BOVEDO"	18
4.2	LINEA "BOVEDO – PORTO VECCHIO - TRIESTE"	19
4.3	PERCORSO COMPLETO "OPICINA-BOVEDO–PORTO VECCHIO-TRIESTE"	20
5	DESCRIZIONE DELLE COMPONENTI ELETTROMECCANICHE	21
5.1	AZIONAMENTO ELETTRICO PRINCIPALE	21
5.2	AZIONAMENTO DI RISERVA.....	21
5.3	AZIONAMENTO DI RECUPERO	22
5.4	DISPOSITIVO DI TENSIONAMENTO IDRAULICO DELLA FUNE PORTANTE TRAENTE.	22
5.5	FRENI	23
5.6	MOVIMENTAZIONE DEI VEICOLI NELLE STAZIONI	24
5.7	MORSA DI ATTACCO DEI VEICOLI ALLA FUNE PORTANTE TRAENTE.....	24
5.8	VEICOLI	25
5.9	SOSTEGNI DI LINEA	26
5.10	RULLIERE E RULLI	27

5.11	FUNE PORTANTE TRAENTE.....	28
5.12	CAVI DI LINEA.....	28
5.13	INGOMBRO DELLA LINEA.....	29
6	CONDIZIONI TECNICHE DI ESERCIZIO	31
7	PERIODICITA' DELLE MANUTENZIONI ORDINARIE E STRAORDINARIE.....	32
8	TIMBRI E FIRME.....	34

1 GENERALITA'

Il presente progetto preliminare riguarda la realizzazione di un collegamento funiviario formato da due cabinovie decaposto ad ammorsamento temporaneo dei veicoli con sviluppo lungo linee denominate "Opicina - Bovedo" e "Bovedo - Porto Vecchio - Trieste". I due impianti sono collegati tra loro e formano un'unica linea di trasporto "Opicina - Bovedo - Porto Vecchio - Trieste" dotata di due stazioni terminali (Opicina e Trieste) e di due stazioni intermedie (Bovedo e Porto Vecchio).

Per tipologia, accessibilità delle stazioni e portata utile il collegamento funiviario rientra tra i sistemi di Trasporto ad Impianti Fissi con funzione di mobilità urbana e suburbana ed è inquadrabile come un sistema di Trasporto Rapido di Massa.

I disegni allegati numero 1948-D04-A, 1948-D09-A, 1948-D10-A e 1948-D11-A illustrano a livello generale e di dettaglio la collocazione delle linee funiviarie e la posizione delle relative opere di linea (stazioni di estremità, stazioni intermedie e sostegni di linea).

Il passaggio dei veicoli presso le stazioni intermedie è continuo, pertanto ogni passeggero una volta imbarcato può rimanere seduto nella propria cabina fino a quando questa non giunge a destinazione.

Dal punto di vista meccanico e funiviario le stazioni motrici saranno due: una collocata ad Opicina ed in grado di movimentare la tratta "Opicina - Bovedo", l'altra collocata a Bovedo ed in grado di movimentare le tratte "Bovedo - Porto Vecchio - Trieste".

Presso ciascuna stazione motrice sono stati previsti i volumi edili necessari a realizzare i magazzini per il deposito dei veicoli durante i periodi di fuori esercizio.

Il collegamento è stato dimensionato per una capacità di trasporto massima pari a 1.800p/h in entrambi i sensi di marcia.

Tutte le stazioni funiviarie sono collocate all'interno di volumi edili dotate dei necessari servizi accessori di servizio alla clientela.

L'impianto per tipologia, conformazione dei veicoli e conformazione delle stazioni risulta accessibile a tutte le categorie di utenti compresi i portatori di handicap; presso tutte le stazioni l'accesso ai piani di imbarco e sbarco è garantito dalla presenza di adeguate scale pedonali, scale mobili e ascensori.

2 LINEA "OPICINA – BOVEDO"

La linea collega la periferia sud-ovest di Opicina con il parcheggio Bovedo situato ai margini di Porto Vecchio a Barcola e rappresenta un collegamento strategico per la realizzazione di un nuovo accesso al mare dalla parte nord della città situata sul cosiddetto "altopiano est" della città.

I disegni 1948-D03-A e 1948-D04-A illustrano la posizione delle stazioni nel contesto urbano e viabilistico della località.

2.1 STAZIONE "OPICINA"

Nei pressi della stazione verrà realizzato un nuovo parcheggio con più di 800 posti d'auto che dovrebbe assolvere la funzione di parcheggio di arroccamento verso Porto Vecchio facilmente raggiungibile da chi proviene verso Trieste dall'autostrada E70.

Gli utenti che vorranno accedere all'impianto potranno parcheggiare presso il nuovo parcheggio situato a circa 180 metri di distanza ed accedere alla stazione percorrendo un percorso pedonale che potrà essere anche di tipo coperto.

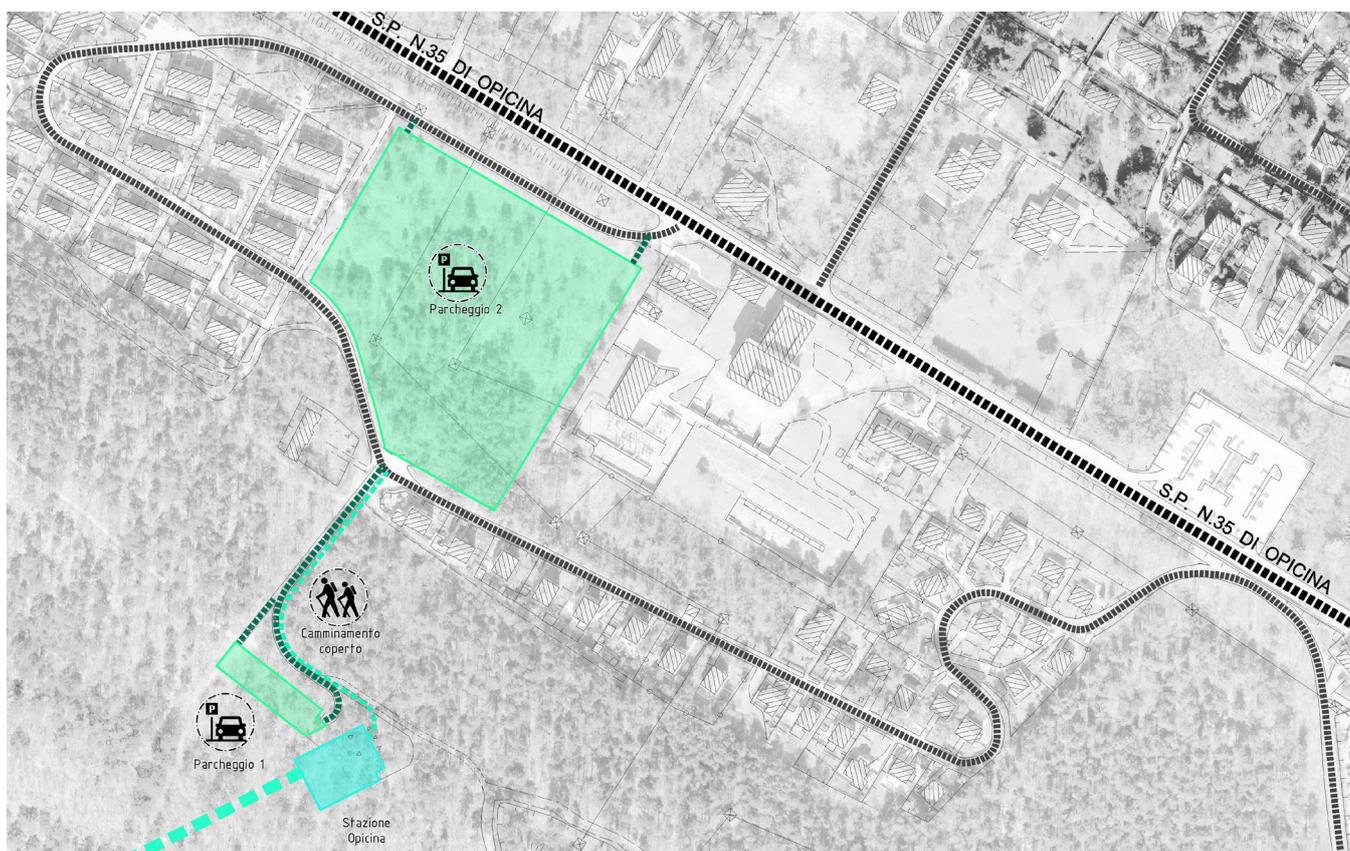


Figura 1. Posizione parcheggi e stazione alla periferia sud-ovest di Opicina.

Presso la stazione di "Opicina" (a 384,70m s.l.m.) si collocano l'argano motore, le forniture elettriche e il magazzino per il ricovero di tutti i veicoli durante i periodi di fuori esercizio dell'impianto. Il volume edile di stazione ingloba i locali tecnici funiviari (cabina di comando, locale azionamenti, cabina elettrica di trasformazione MT/bt, locale gruppo elettrogeno) ed i servizi accessori indispensabili quali la biglietteria ed i servizi igienici per il pubblico.

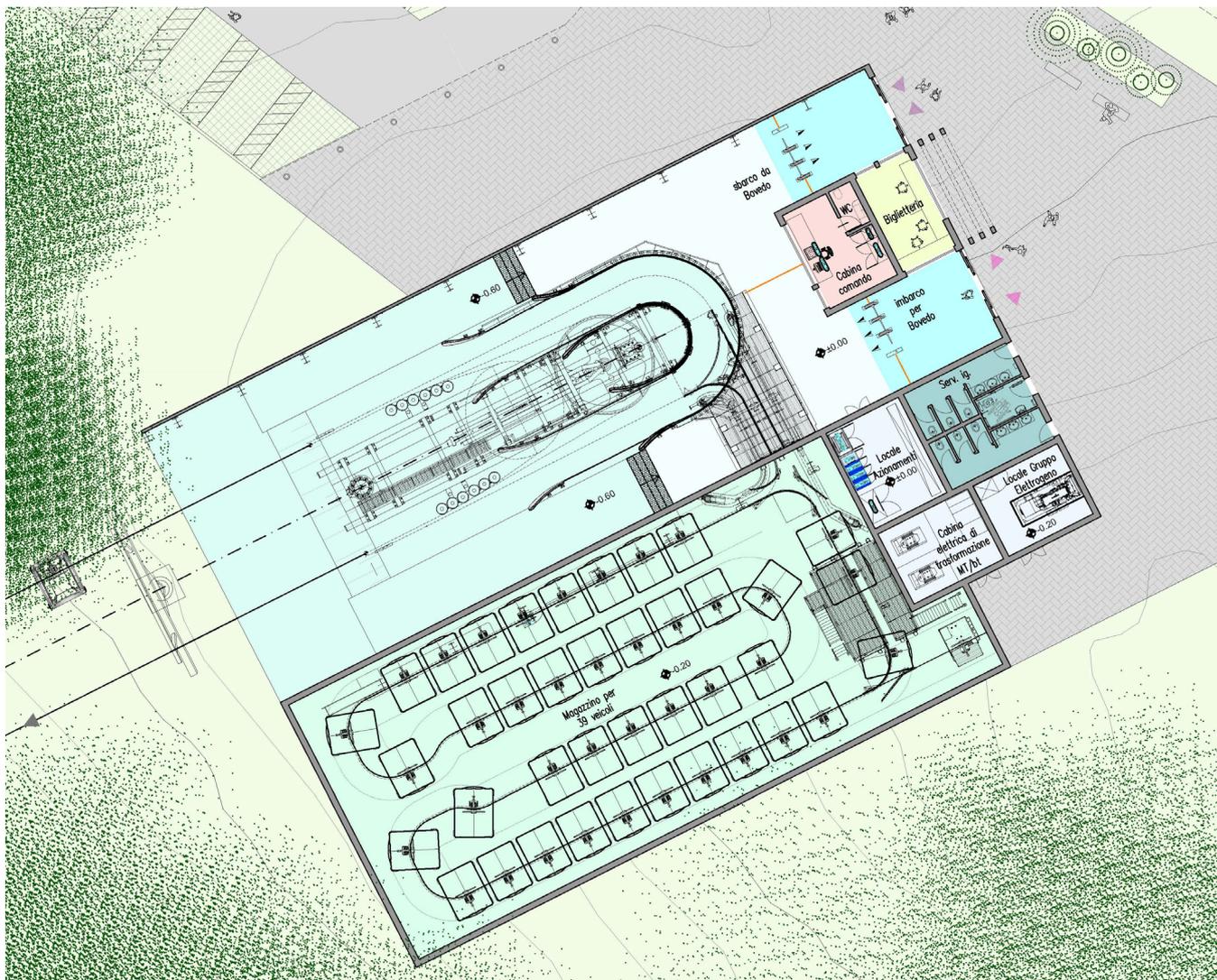


Figura 2. Planimetria stazione terminale ad Opicina e distribuzione interna dei locali.

Tutta la stazione si colloca su un unico livello con quote di imbarco e sbarco collocate al livello del piazzale antistante l'edificio. Il magazzino veicoli è previsto "in piano" e contiene la pedana di manutenzione e uno spazio per il posizionamento del carrello di manutenzione. I disegni 1948-D12-A e 1948-D13-A illustrano gli schemi funzionali e la sistemazione preliminare di stazione.

2.2 STAZIONE "BOVEDO"

La stazione "Bovedo" (a 2,50m s.l.m.) si colloca ad est di Barcola in corrispondenza del limite ovest dell'area di Porto Vecchio in prossimità dell'esistente parcheggio pubblico Bovedo accessibile da Viale Miramare.

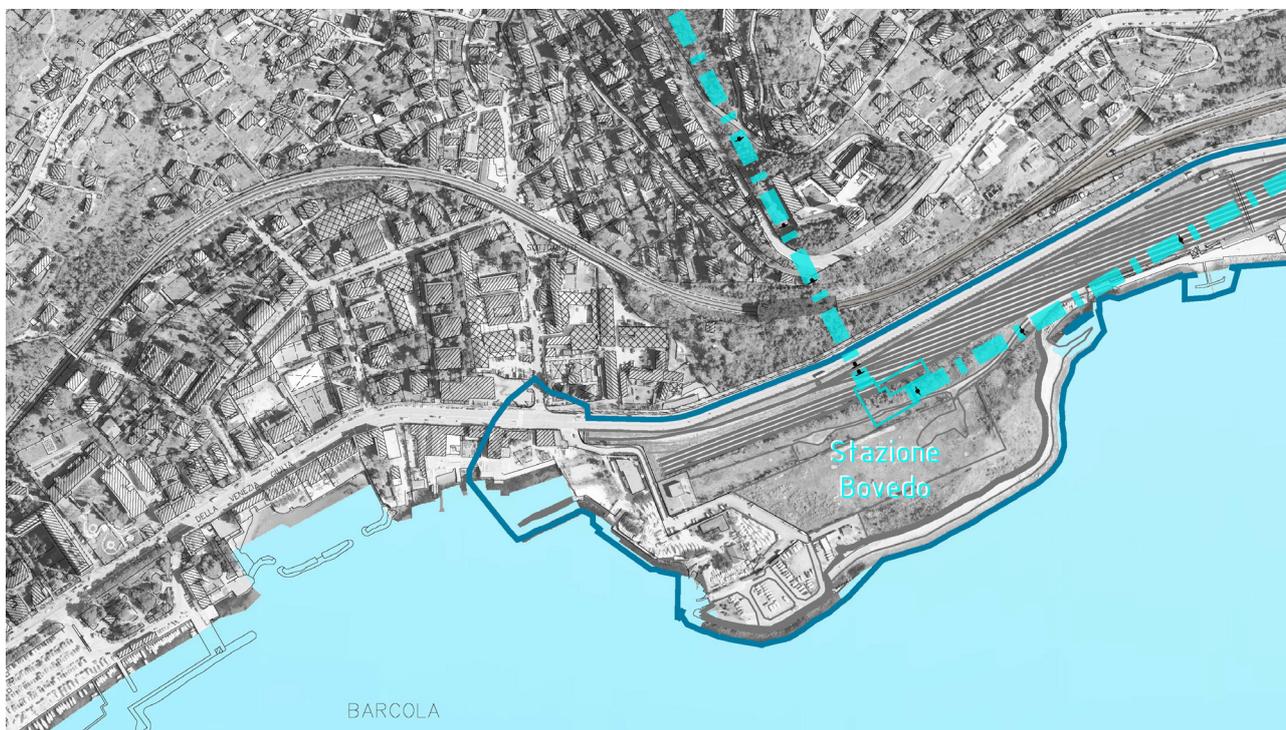


Figura 3. Posizione stazione "Bovedo" ad est di Barcola.

La stazione è del tipo rinvio tenditrice e risulta essere meccanicamente collegata alla stazione motrice dell'impianto "Bovedo - Porto Vecchio - Trieste"; nell'insieme le due stazioni (inglobate in un unico edificio) formano una vera e propria stazione intermedia dalla quale i passeggeri possono arrivare o partire in entrambe le direzioni.

L'edificio di stazione si sviluppa su due livelli.

Al piano terra (accessibile dalla quota parcheggi) sono collocati:

- tutti i servizi accessori: biglietteria, uffici della sede amministrativa della società di gestione del collegamento, un piccolo punto di ristoro, bagni pubblici e locali tecnici di servizio;
- tutti i locali tecnici funiviari: garage/magazzino, locale ENEL di consegna media tensione, cabina elettrica di trasformazione MT/bt e locale gruppo elettrogeno;
- scale, scale mobili ed ascensori di collegamento ai piani di imbarco e sbarco.

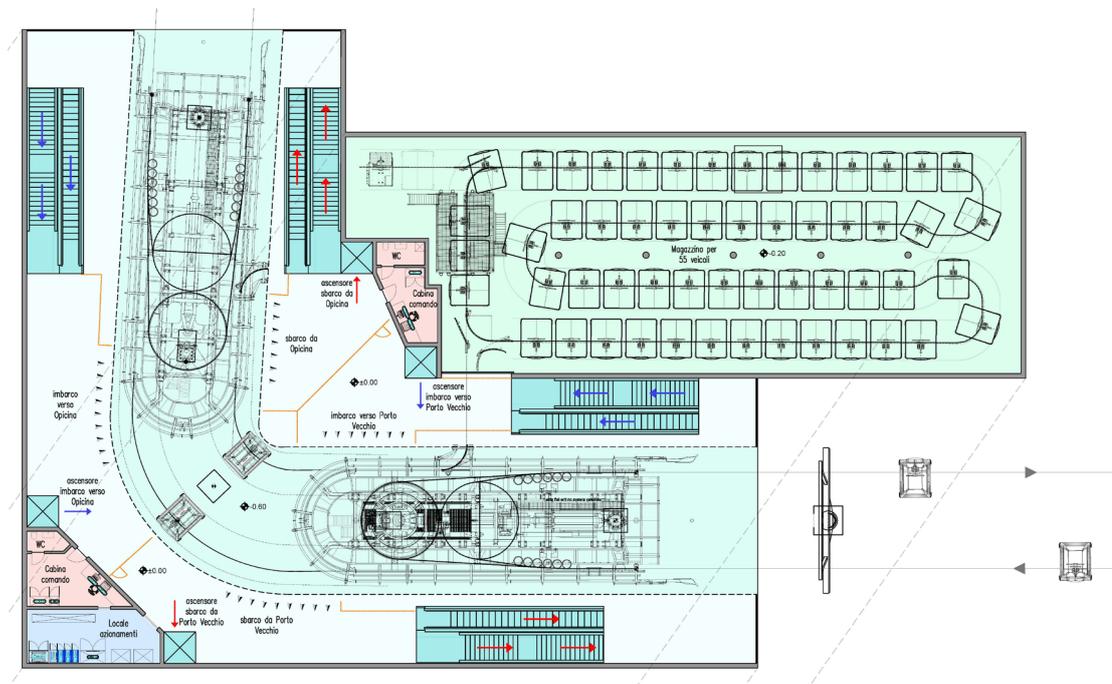
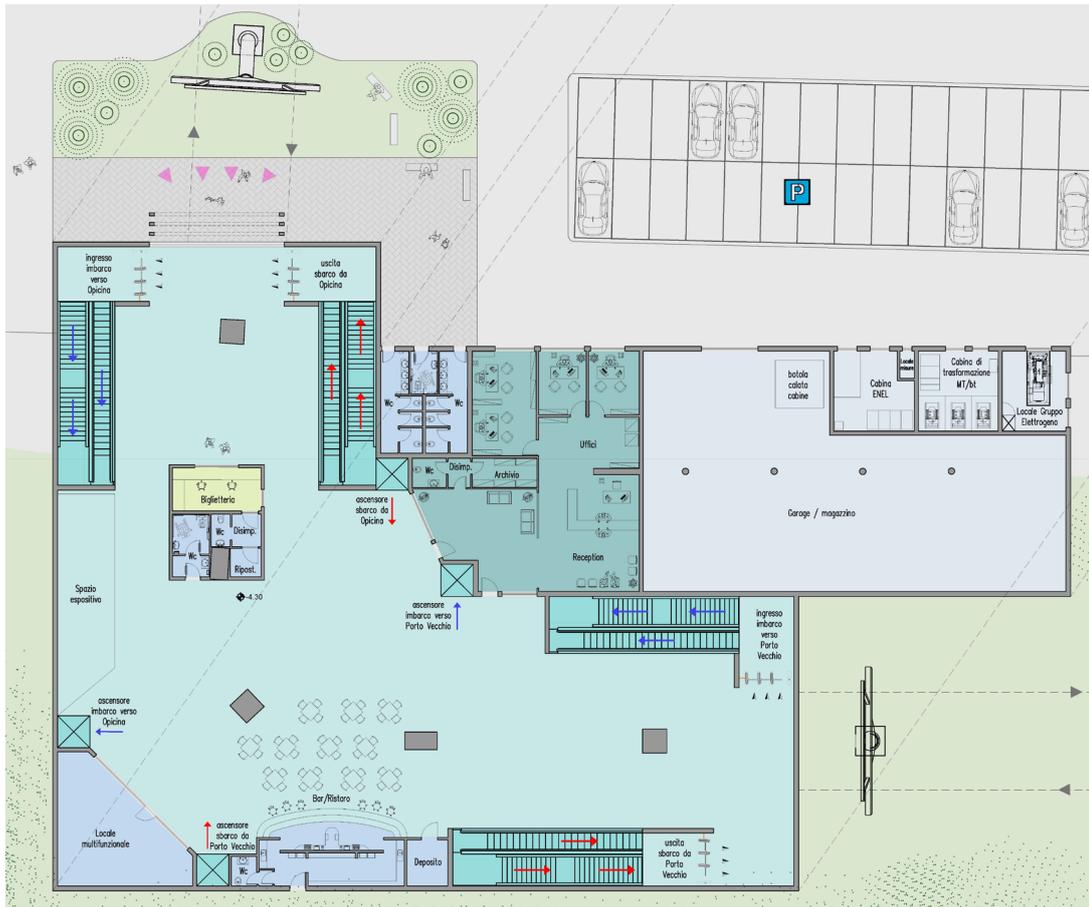


Figura 4. Planimetria piano terra e piano primo della stazione intermedia "Bovedo" con distribuzione interna dei locali.

Al piano primo è collocata tutta la parte funiviaria della stazione che comprende:

- le componenti funiviarie della stazione di rinvio tenditrice della linea "Opicina – Bovedo";
- le componenti funiviarie della stazione motrice della linea "Bovedo – Porto Vecchio – Trieste";
- le rispettive cabine di comando ed il locale degli azionamenti elettrici;
- il magazzino veicoli contenente la relativa pedana di manutenzione.

I disegni 1948-D14-A e 1948-D15-A illustrano gli schemi funzionali e la sistemazione preliminare di stazione.

2.3 TRACCIATO DELLA LINEA "BOVEDO – OPICINA"

Nella definizione della linea funiviaria che collega "Bovedo" ad "Opicina" è stata posta particolare attenzione nell'evitare il sorvolo di edifici civili, elemento che avrebbe limitato fortemente la sua fattibilità. La posizione delle stazioni è stata in parte imposta da questo vincolo progettuale.

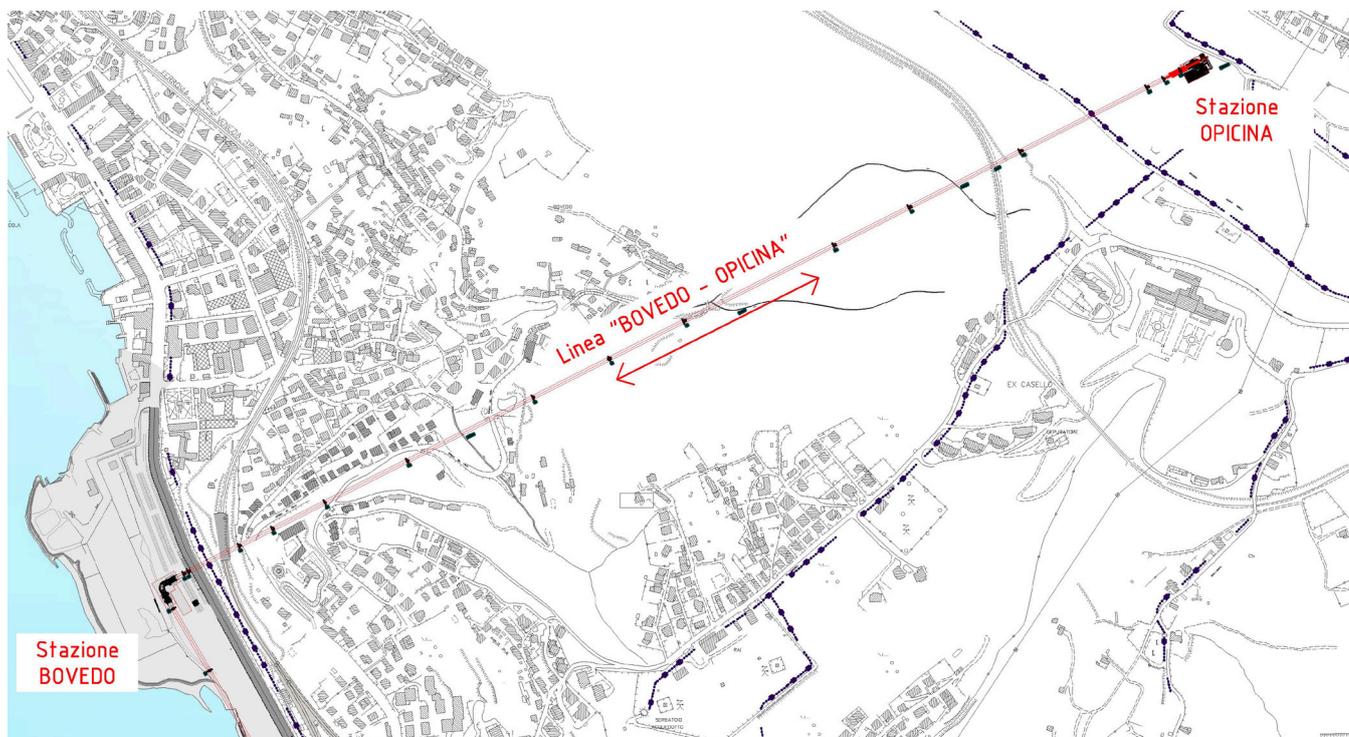


Figura 5. Tracciato planimetrico della linea "Bovedo – Opicina".

In base alle cartografie disponibili in questa fase progettuale risulta che tutti gli elementi dell'impianto si collocano ad una distanza minima dagli edifici esistenti superiore a quella minima prevista dal D.D. n. 337 del 16 novembre 2012.

La linea si sviluppa in ambito urbano fino al sostegno di linea S7; il successivo tratto a monte percorre il versante boscato che sale verso Opicina.

Partendo dalla stazione di valle (a Bovedo) la linea funiviaria si caratterizza per i seguenti attraversamenti (sorvoli):

- R2 - S3: parcheggio esistente, S.S.14 (Viale Miramare), galleria ferroviaria;
- S3 - S4: strada del Friuli;
- W6 - S7: strada del Friuli, rio Giuliani, strada del Friuli, parete rocciosa molto ripida;
- R9 - S10: rio Bovedo;
- S11 - W12: rio Bovedo, ferrovia.

In corrispondenza di tutti gli attraversamenti stradali e ferroviari la linea presenta un'altezza minima da terra superiore a quella minima richiesta dal D.D. n. 337 del 16 novembre 2012.

Considerato che l'impianto è dotato di veicoli chiusi si ritiene che in corrispondenza dei sorvoli delle strade e della ferrovia non sia necessario posizionare una rete di protezione contro la caduta accidentale di oggetti dai veicoli.

L'altezza dei veicoli da terra è sempre inferiore ai 30 metri ad eccezione di tre tratti posti rispettivamente lungo le campate W6-S7 e S11-W12; la lunghezza complessiva di questi tratti è modesta e rientra nelle tolleranze previste dal D.D. n. 337 del 16 novembre 2012.

Complessivamente in linea sono presenti 15 sostegni di cui 10 in appoggio, 3 in ritenuta e 2 a doppio effetto.

Per rispettare il rispetto dei franchi verticali minimi da terra presso il parcheggio Bovedo e sulla S.S.14 (Viale Miramare) è stato necessario posizionare la stazione funiviaria al secondo piano dell'edificio di stazione.

Il disegno 1948-D09-A illustra il profilo e la planimetria della linea; in esso sono rappresentati tutti gli attraversamenti sopra descritti.

Considerati i numerosi attraversamenti esistenti lungo il tracciato si esclude la possibilità di porre in opera i cavi di linea interrati; pertanto si prevede l'impiego dei cavi di linea aerei, ovvero sostenuti dagli stessi sostegni di linea della cabinovia.

Gli stessi cavi aerei potranno essere utilizzati per porre in opera le spirali di segnalazione dei cavi aerei all'avifauna. Riguardo questo argomento si rimanda allo Studio di prefattibilità ambientale (documento 1948-R03-A).

3 LINEA "BOVEDO – PORTO VECCHIO - TRIESTE"

Dalla stazione intermedia "Bovedo" la linea funiviaria, deviando di circa 90°, si dirige in direzione di Trieste attraversando l'area di Porto Vecchio.

Il percorso del tracciato di linea della cabinovia e il posizionamento dei singoli sostegni di linea sono stati scelti considerando le previsioni del progetto esecutivo della nuova viabilità di Porto Vecchio già in fase di attuazione per lotti successivi.

Anche in questo caso si è evitato il sorvolo degli edifici esistenti che sull'area di Porto Vecchio sono peraltro imponenti ed alcuni caratterizzati da un'altezza superiore ai 20 metri.

Per garantire il rispetto dei sopra citati vincoli è stato necessario prevedere l'inserimento a circa 3/5 del percorso di una stazione intermedia con la quale realizzare una seconda deviazione del tracciato pari a circa 9°.

La stazione intermedia di "Porto Vecchio" si colloca al centro del "Sistema museale scientifico e congressuale" ed ai limiti del "sistema dei moli", ovvero in posizione strategica rispetto alla futura mobilità dei fruitori dell'area portuale ristrutturata; anche per questo motivo la sua presenza risulta necessaria.

L'ultimo tratto di linea compreso tra la stazione intermedia di "Porto Vecchio" e la stazione terminale di "Trieste" percorre il viale compreso tra la seconda e la terza fila di edifici posti dietro il sistema dei moli. Nel progetto di ristrutturazione e riqualificazione dell'area di Porto Vecchio questo viale verrà adibito ad area verde e destinato alla viabilità pedonale.

La stazione terminale di "Trieste" si colloca all'inizio dell'area di Porto Vecchio nelle vicinanze della stazione ferroviaria ed a soli 600 metri da Piazza Unità d'Italia.

Entrambe le stazioni di "Porto Vecchio" e di "Trieste" sono inserite in edifici su due livelli dove al piano terra sono collocati i servizi e le risalite ai piani di imbarco e sbarco, mentre al piano primo sono collocate le strutture funiviarie; questo consente il rispetto dei franchi minimi da terra dei veicoli anche lungo i tratti di avvicinamento e di allontanamento dalle stazioni.

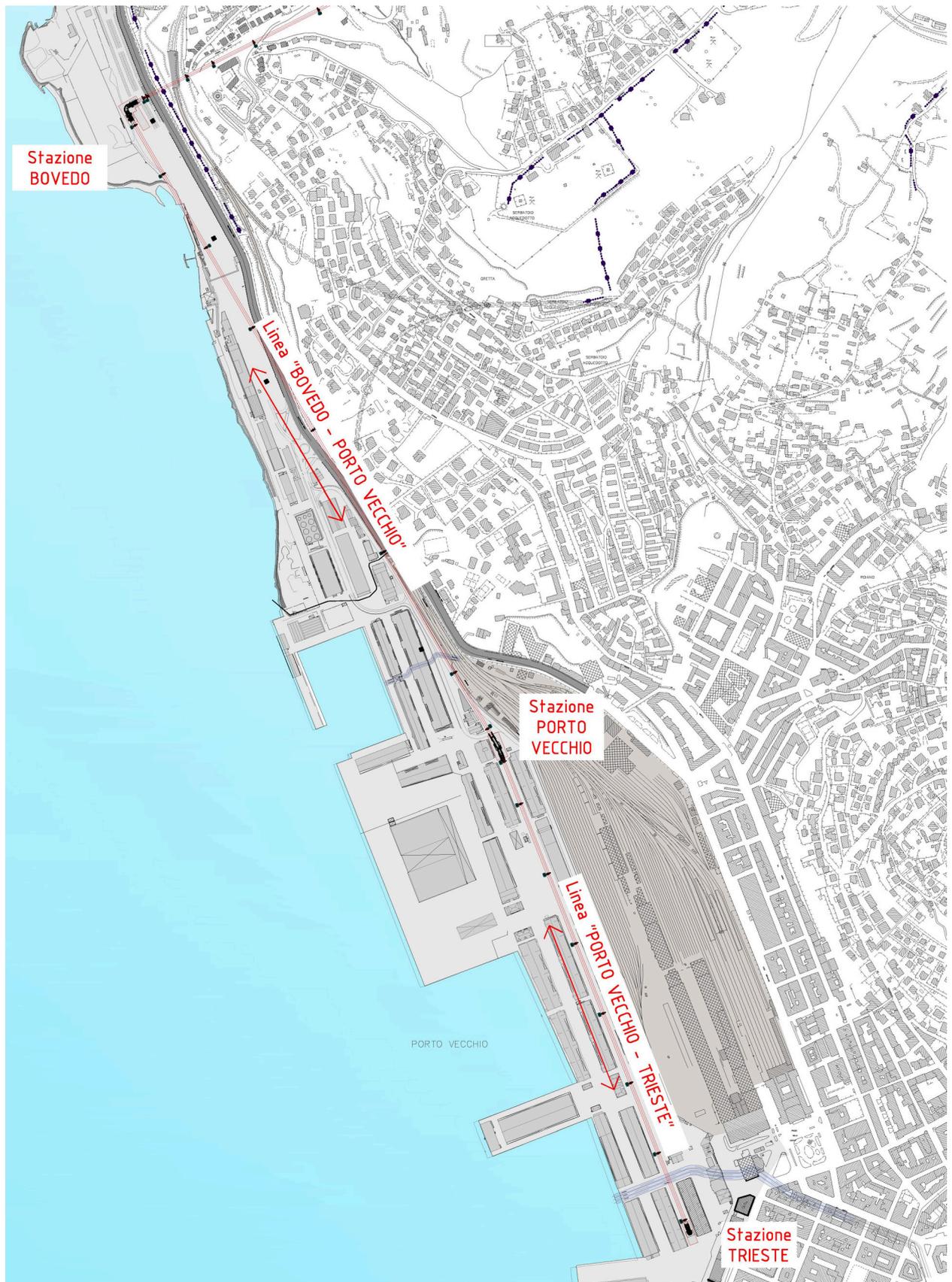


Figura 6. Tracciato planimetrico della linea "Bovedo - Porto Vecchio - Trieste".

3.1 STAZIONE "PORTO VECCHIO"

La stazione intermedia di "Porto Vecchio" (a 2,20m s.l.m.) si colloca in prossimità dell'edificio individuato con il numero 20 nel masterplan di Porto Vecchio al termine di un lungo viale verde (previsto nello stesso masterplan) che avrà inizio al Molo 4, proprio all'ingresso di Porto Vecchio.

Dal punto di vista meccanico trattasi di una classica stazione intermedia passante con possibilità di imbarco e sbarco dei passeggeri lungo entrambi i sensi di marcia. La stazione consente una deviazione di linea di circa 9°, necessaria ad allineare l'ultimo tratto della cabinovia con il viale compreso tra le file di edifici esistenti.

La stazione è inglobata all'interno di un unico edificio che si sviluppa su due livelli.

Al piano terra sono collocati:

- tutti i servizi accessori: biglietteria, un punto informativo, bagni pubblici e un'area di ritrovo e attesa;
- un locale tecnico per i quadri elettrici ed uno per il gruppo elettrogeno di emergenza;
- scale, scale mobili ed ascensori di collegamento ai piani di imbarco e sbarco.

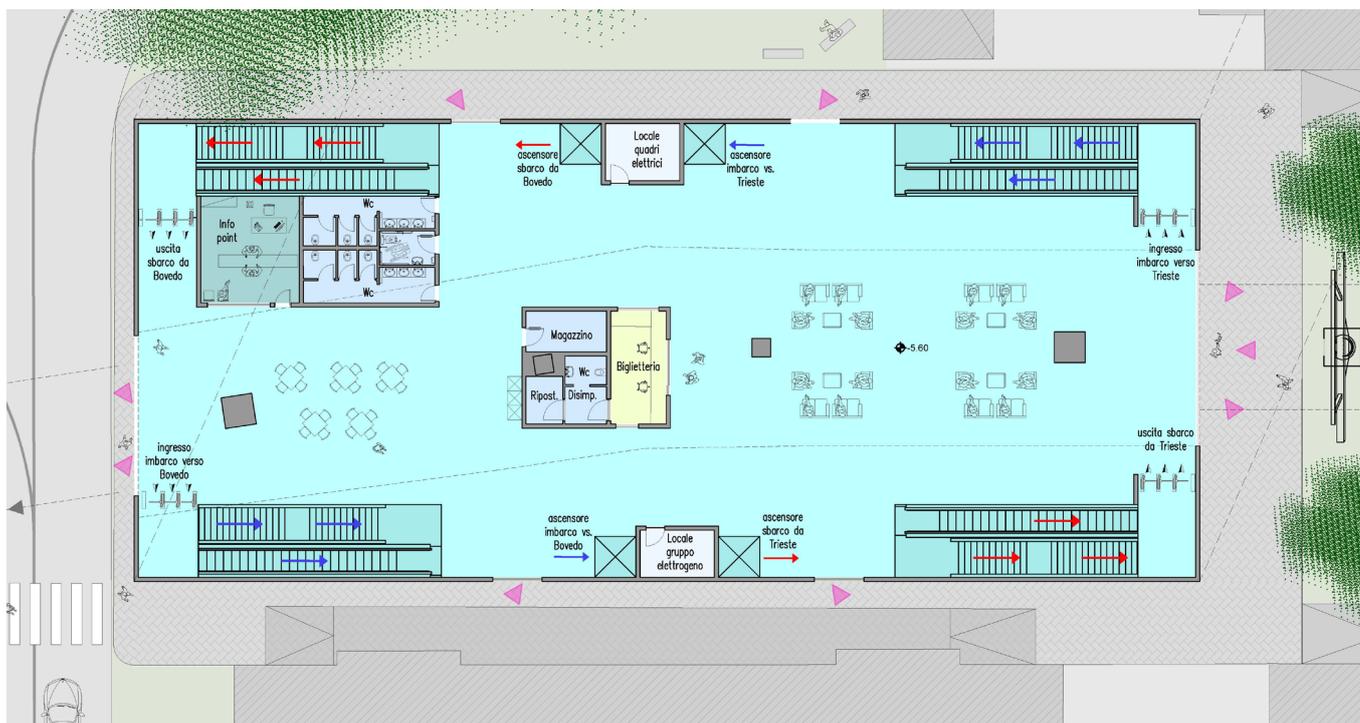


Figura 7. Planimetria piano terra stazione intermedia "Porto Vecchio" con distribuzione locali.

Al piano primo è collocata tutta la parte funiviaria della stazione che comprende:

- le componenti funiviarie della stazione intermedia passante;
- le cabine di comando poste ai rispettivi rami funiviari;
- scale, scale mobili ed ascensori di collegamento al piano terra.

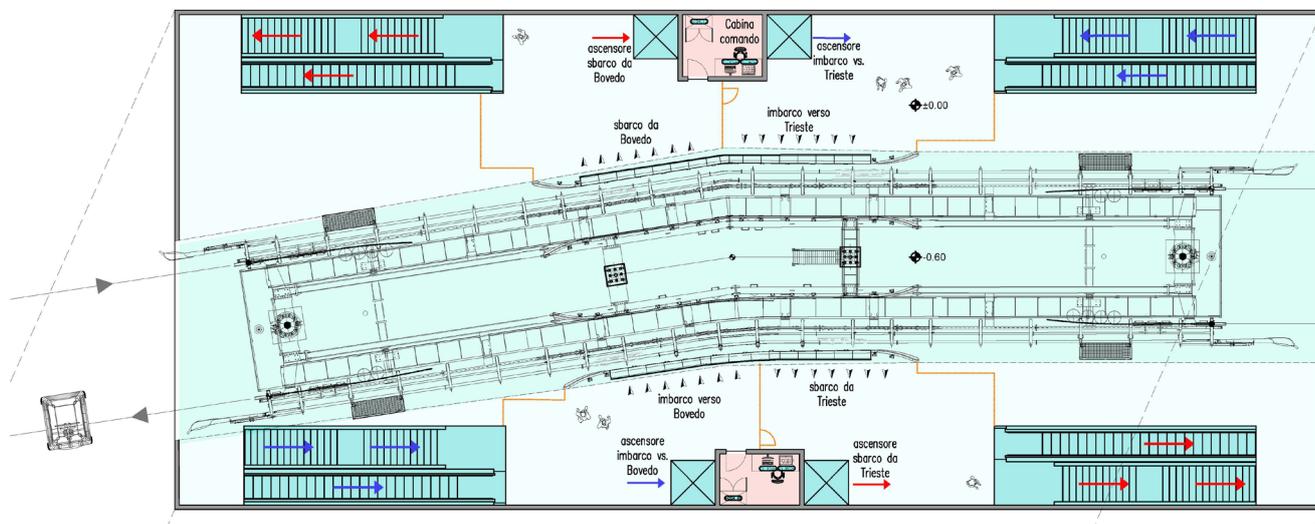


Figura 8. Planimetria piano primo stazione intermedia "Porto Vecchio".

I disegni 1948-D16-A e 1948-D17-A illustrano gli schemi funzionali e la sistemazione preliminare di stazione.

3.2 TRACCIATO DELLA LINEA "BOVEDO – PORTO VECCHIO"

La linea si sviluppa parallelamente al parcheggio "Bovedo", lambisce gli stabilimenti balneari del "dopo lavoro ferroviario" ed attraversa l'ampia area che in futuro verrà adibita a parcheggi. Successivamente esce dall'area di Porto Vecchio sorvolando due volte la S.S.14 (Viale Miramare) quindi vi rientra. Nel tratto finale percorre il limite esterno della nuova viabilità fino a raggiungere la stazione intermedia di "Porto Vecchio".

In base alle cartografie disponibili in questa fase progettuale risulta che tutti gli elementi dell'impianto si collocano ad una distanza minima dagli edifici esistenti superiore a quella minima prevista dal D.D. n. 337 del 16 novembre 2012.

Partendo dalla stazione "Bovedo" la linea funiviaria si caratterizza per i seguenti attraversamenti (sorvoli) e parallelismi:

- S2 - S3: sorvola una porzione marginale dello stabilimento balneare del "dopo lavoro ferroviario";
- S3 - S4: sorvolo futuro parcheggio;

-
- S4 – S5: sorvolo S.S. 14 (viale Miramare);
 - S5 – S6: sorvolo S.S. 14 (viale Miramare);
 - S6 – S7: sorvolo e parallelismo con la viabilità futura di Porto Vecchio – parallelismo con la linea ferroviaria – sorvolo del torrente Martesin che allo stato di fatto risulta intubato in due canali sotterranei passanti sotto gli edifici esistenti;
 - S7 – W8: sorvolo e parallelismo con la viabilità futura di Porto Vecchio;
 - W8 – Stazione: sorvolo viabilità futura di Porto Vecchio.

In corrispondenza di tutti gli attraversamenti stradali la linea presenta un'altezza minima da terra superiore a quella minima richiesta dal D.D. n. 337 del 16 novembre 2012.

Considerato che l'impianto è dotato di veicoli chiusi si ritiene che in corrispondenza dei sorvoli non sia necessario posizionare una rete di protezione contro la caduta accidentale di oggetti dai veicoli.

Complessivamente lungo questa porzione di linea sono presenti 8 sostegni di cui 6 in appoggio e 2 a doppio effetto.

Per rispettare il rispetto dei franchi verticali minimi da terra presso il parcheggio Bovedo e in corrispondenza della futura viabilità di Porto Vecchio è stato necessario posizionare le stazioni funiviarie al secondo piano degli edifici di stazione. In questo modo risulta possibile ridurre il numero dei sostegni di linea per gli abbassamenti delle funi nei pressi delle stazioni.

Il disegno 1948-D10-A illustra il profilo e la planimetria della linea; in esso sono rappresentati tutti gli attraversamenti sopra descritti.

Considerati i numerosi attraversamenti esistenti lungo il tracciato si esclude la possibilità di porre in opera i cavi di linea interrati; pertanto si prevede l'impiego dei cavi di linea aerei, ovvero sostenuti dagli stessi sostegni di linea della cabinovia.

Gli stessi cavi aerei potranno essere utilizzati per porre in opera le spirali di segnalazione dei cavi aerei all'avifauna. Riguardo questo argomento si rimanda allo Studio di prefattibilità ambientale (documento 1948-R03-A).

3.3 STAZIONE "TRIESTE"

La stazione Terminale di "Trieste" (a 1,45m s.l.m.) si colloca in prossimità degli edifici individuati con i numeri 2 e 1a nel masterplan di Porto Vecchio prossimi al Molo 4, proprio all'ingresso di Porto Vecchio.

Dal punto di vista meccanico trattasi di una classica stazione terminale di rinvio e tensione con possibilità di imbarco e sbarco dei passeggeri lungo entrambi i sensi di marcia.

La stazione è inglobata all'interno di un unico edificio che si sviluppa su due livelli.

Al piano terra sono collocati:

- tutti i servizi accessori: biglietteria, un punto informativo, bagni pubblici e un'area di ritrovo e attesa;
- un locale tecnico per i quadri elettrici ed uno per il gruppo elettrogeno di emergenza;
- scale, scale mobili ed ascensori di collegamento ai piani di imbarco e sbarco.

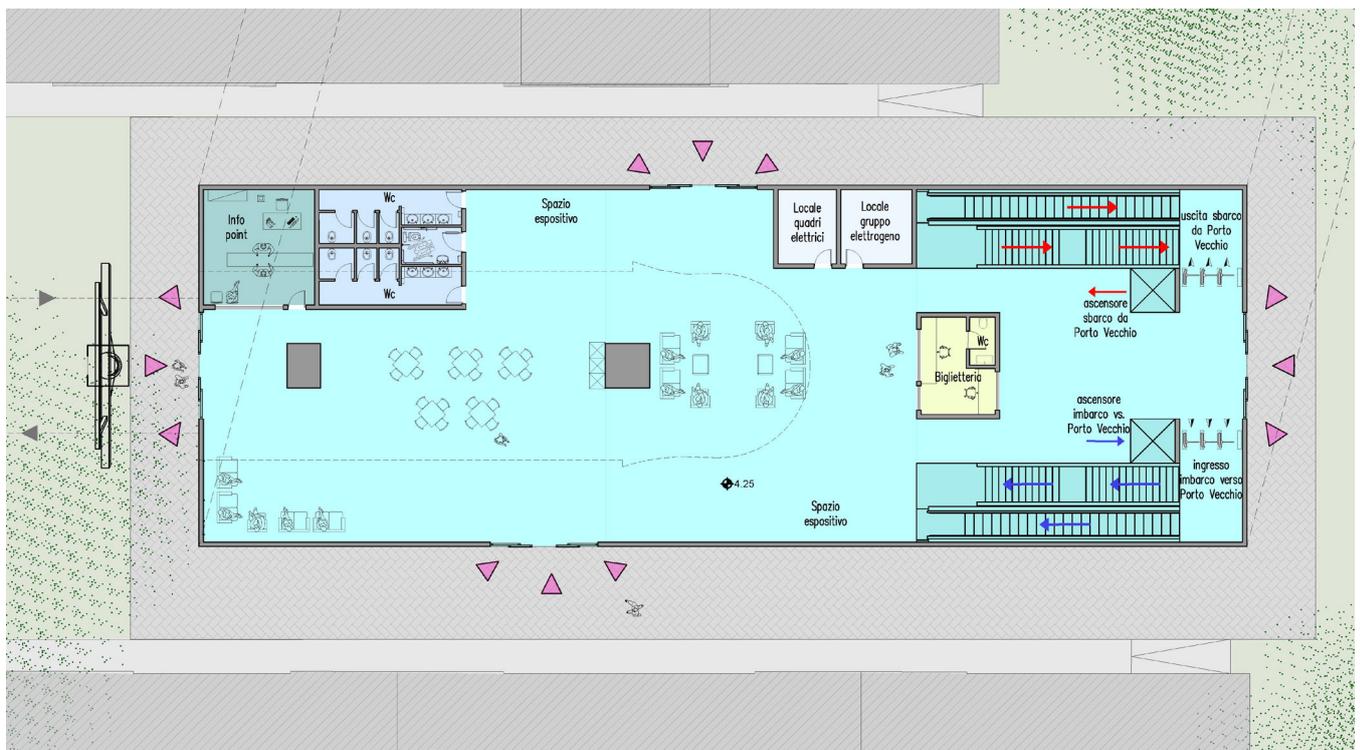


Figura 9. Planimetria piano terra stazione terminale di "Trieste" con distribuzione locali.

Al piano primo è collocata tutta la parte funiviaria della stazione che comprende:

- le componenti funiviarie di stazione;

- la cabina di comando;
- scale, scale mobili ed ascensori di collegamento al piano terra.

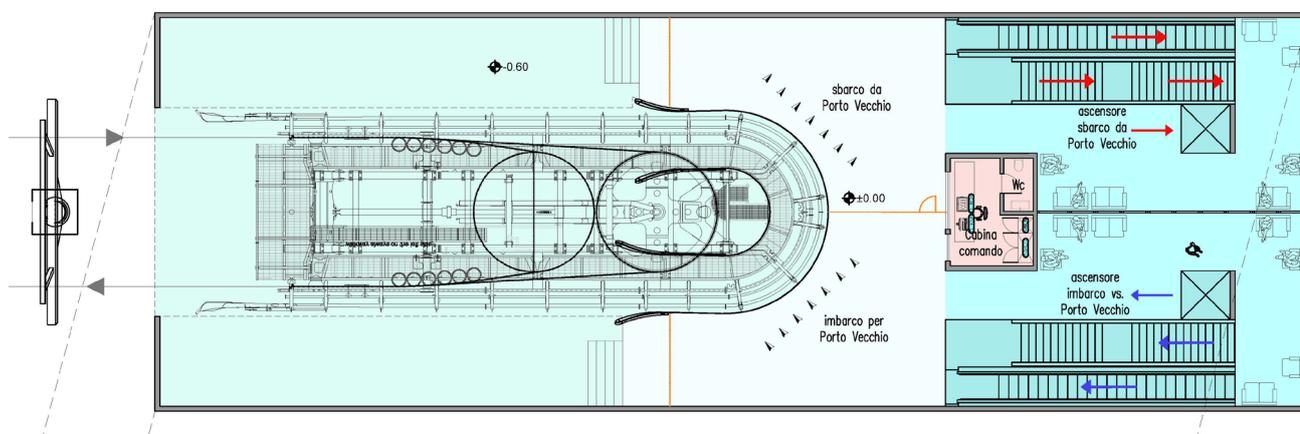


Figura 10. Planimetria piano primo stazione terminale di "Trieste".

I disegni 1948-D18-A e 1948-D19-A illustrano gli schemi funzionali e la sistemazione preliminare di stazione.

3.4 TRACCIATO DELLA LINEA "PORTO VECCHIO - TRIESTE"

Il tratto di linea si sviluppa all'interno del viale compreso tra la seconda e la terza fila di edifici che nel masterplan di sviluppo di Porto Vecchio verrà destinato alla realizzazione di un'area verde completamente pedonalizzata.

La linea funiviaria sorvola il "parco" senza togliere spazi all'area verde ad eccezione del minimo ingombro a terra dei sostegni di linea.

Tutti gli elementi dell'impianto si collocano ad una distanza minima dagli edifici esistenti superiore a quella minima prevista dal D.D. n. 337 del 16 novembre 2012.

La linea non presenta pertanto sorvoli particolari ad eccezione di quello del Torrente Chieve (tra i sostegni S15 e W16) che allo stato di fatto risulta intubato in tre canali sotterranei passanti tra gli edifici esistenti.

Complessivamente lungo questa porzione di linea sono presenti 8 sostegni di cui 6 in appoggio e 2 a doppio effetto.

Per rispettare il rispetto dei franchi verticali minimi da terra anche in questo caso è stato necessario posizionare le stazioni funiviarie al secondo piano degli edifici di stazione.

Il disegno 1948-D11-A illustra il profilo e la planimetria della linea; in esso sono

rappresentati tutti gli attraversamenti sopra descritti.

La linea funiviaria tra le stazioni "Porto Vecchio" e "Trieste" è stato studiato con l'obiettivo di minimizzare l'altezza da terra dei veicoli in modo da contenere l'altezza dei sostegni di linea e delle catenarie delle funi all'interno della "skyline" degli edifici esistenti. Questo accorgimento consente di ridurre al minimo l'impatto paesaggistico delle strutture funiviarie.

Considerato che:

- lungo questo tratto di linea non è esclusa a priori la possibilità di porre in opera i cavi di linea interrati;
- la limitata altezza da terra delle funi riduce in modo significativo il rischio di impatto sulle stesse da parte dell'avifauna;

l'impiego dei cavi di linea aerei e dei sistemi di segnalazione visiva degli stessi viene demandato alle successive fasi progettuali.

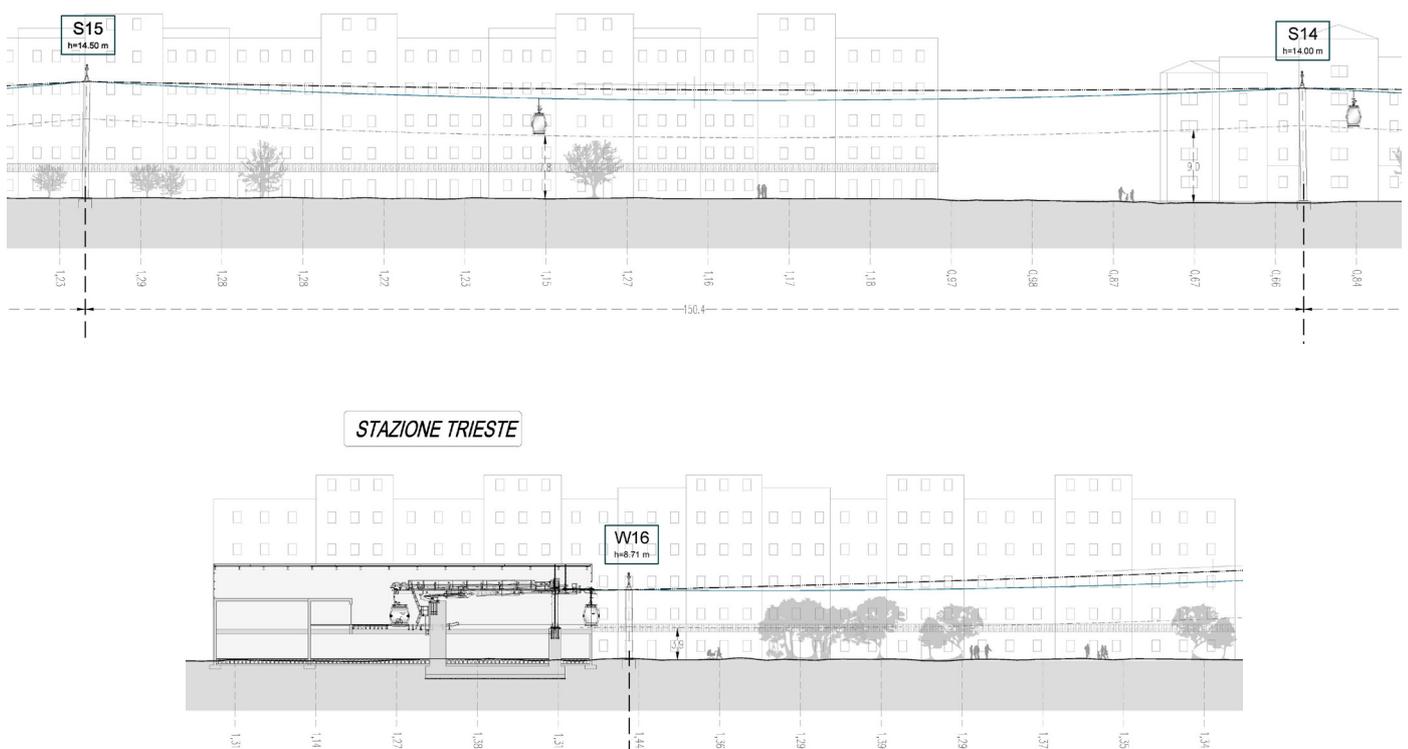


Figura 11. Particolare di due tratti della linea funiviaria "Porto Vecchio - Trieste" dove l'altezza dei sostegni di linea e delle funi è stata mantenuta all'interno della "skyline" degli edifici esistenti.

4 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE LINEE FUNIVIARIE

4.1 LINEA "OPICINA - BOVEDO"

CARATTERISTICHE TECNICHE	UNITA' DI MISURA	VALORE
stazione motrice fissa	a monte (Opicina)	
stazione di rinvio e tenditrice	a valle (Bovedo)	
senso di rotazione	orario	
quota imbarco / sbarco Bovedo	m s.l.m.	6,80
quota imbarco/sbarco Opicina	m s.l.m.	384,70
lunghezza orizzontale tra le avanzstazioni	m	1.794,60
dislivello alla quota fune	m	377,90
lunghezza sviluppata tra le avanzstazioni	m	1.821,20
pendenza media della linea	%	21,46
capacità di ciascun veicolo	pers.	10
portata alla V_{max} di esercizio	p/h	1.800
numero totale dei veicoli	n.	39
numero veicoli in linea	n.	32
numero veicoli alla stazione Opicina	n.	3
numero veicoli alla stazione Bovedo (intermedia)	n.	4
intervallo tra i veicoli	s	20
equidistanza minima dei veicoli	m	120
velocità con azionamento principale	m/s	6,0
tempo di viaggio (tra ingressi stazione)	min+s	5'04"
tempo di viaggio comprensivo passaggi in stazione	min+s	6'18"
numero totale dei sostegni di linea	n.	15
numero dei sostegni di appoggio	n.	10
numero dei sostegni di ritenuta	n.	3
numero dei sostegni a doppio effetto	n.	2
diametro della fune portante-traente	mm	50
tiro nominale della fune portante-traente	kN	460

velocità con azionamento di recupero	m/s	1,0
potenza massima dei motori principali	kW	650
conduttori di linea	cavo aereo	

4.2 LINEA "BOVEDO – PORTO VECCHIO - TRIESTE"

CARATTERISTICHE TECNICHE	UNITA' DI MISURA	VALORE
stazione motrice fissa	Bovedo	
stazione di rinvio e tenditrice	Trieste	
stazione intermedia	Porto Vecchio	
senso di rotazione	orario	
TRATTA "BOVEDO – PORTO VECCHIO"		
quota imbarco / sbarco Bovedo	m s.l.m.	6,80
quota imbarco / sbarco Porto Vecchio	m s.l.m.	7,80
lunghezza orizzontale tra le avanstazioni	m	1.423,30
dislivello alla quota fune	m	1,0
lunghezza sviluppata tra le avanstazioni	m	1.424,80
pendenza media della linea	%	0,07
tempo di viaggio (tra ingressi stazione)	min+s	3'58"
tempo di viaggio comprensivo passaggi in stazione	min+s	5'27"
conduttori di linea	cavo aereo	
TRATTA "PORTO VECCHIO - TRIESTE"		
quota imbarco / sbarco Porto Vecchio	m s.l.m.	7,80
quota imbarco / sbarco Trieste	m s.l.m.	5,70
lunghezza orizzontale tra le avanstazioni	m	1.004,90
dislivello alla quota fune	m	2,10
lunghezza sviluppata tra le avanstazioni	m	1.005,60
pendenza media della linea	%	0,21
tempo di viaggio (tra ingressi stazione)	min+s	2'48"
tempo di viaggio comprensivo passaggi in	min+s	4'18"

stazione		
conduttori di linea	cavo interrato	
INTERO IMPIANTO "BOVEDO – PORTO VECCHIO - TRIESTE"		
capacità di ciascun veicolo	pers.	10
portata alla V_{max} di esercizio	p/h	1.800
numero totale dei veicoli	n.	55
numero veicoli in linea Bovedo – Porto Vecchio	n.	26
numero veicoli in linea Porto Vecchio - Trieste	n.	18
numero veicoli alla stazione Bovedo (intermedia)	n.	4
numero veicoli alla stazione Porto Vecchio (intermedia)	n.	4
numero veicoli alla stazione Trieste	n.	3
intervallo tra i veicoli	s	20
equidistanza minima dei veicoli	m	120
velocità con azionamento principale	m/s	6,0
numero totale dei sostegni di linea	n.	16
numero dei sostegni di appoggio	n.	12
numero dei sostegni a doppio effetto	n.	4
diametro della fune portante-traente	mm	52
tiro nominale della fune portante-traente	kN	890
velocità con azionamento di recupero	m/s	1,0
potenza massima dei motori principali	kW	600

4.3 PERCORSO COMPLETO "OPICINA-BOVEDO-PORTO VECCHIO-TRIESTE"

CARATTERISTICHE TECNICHE	UNITA' DI MISURA	VALORE
tempo di viaggio comprensivo passaggi in stazione da Opicina a Trieste (o viceversa)	min+s	16'03"

5 DESCRIZIONE DELLE COMPONENTI ELETTROMECCANICHE

Nel seguito vengono descritte le principali caratteristiche delle componenti elettromeccaniche costituenti la parte tecnologica di ciascuna cabinovia.

5.1 AZIONAMENTO ELETTRICO PRINCIPALE

La soluzione classica prevede l'impiego di un azionamento costituito essenzialmente da:

- due motori elettrici asincroni a corrente alternata dotati ognuno di dinamo tachimetrica e ventilazione separata; i due motori sono collegati in serie all'albero veloce del riduttore per l'interposizione di un giunto cardano. L'alimentazione ad ogni motore elettrico è fornita da un sistema di conversione statica c.a./c.a. costituito da un raddrizzatore tipo AFE a transistor c.a/c.c. e da un invertitore c.c./c.a. sempre a transistor a controllo vettoriale che alimenta il motore a frequenza e tensione variabili in funzione della velocità richiesta;
- un riduttore epicicloidale con albero veloce in posizione orizzontale ed albero lento in posizione verticale;
- un albero di torsione collegato all'albero verticale del riduttore, e attraverso un giunto a denti frontali, alla puleggia motrice;
- una puleggia motrice montata, in linea di massima, a sbalzo su una campana fissa solidale con il telaio e mossa dall'albero di torsione di cui sopra;
- freni di servizio agenti su un disco calettato sull'albero veloce;
- freni di emergenza agenti sulla fascia freno presente sulla puleggia motrice.

Per ridurre la rumorosità indotta dalla presenza del riduttore epicicloidale e dei motori veloci è possibile adottare una soluzione diversa costituita da:

- un motore sincrono lento in corrente alternata trifase a magneti permanenti alimentato da un sistema di conversione statica c.a./c.a. mediante 4 inverter separati il cui albero è collegato direttamente alla puleggia motrice;
- freni di servizio e di emergenza agenti direttamente sulla puleggia motrice.

5.2 AZIONAMENTO DI RISERVA

Qualora si adotti la prima soluzione in caso di rottura di uno dei due motori, è possibile fare servizio con un solo motore, tutti i veicoli in linea, metà della velocità nominale (3,0m/s) ed alla portata ridotta di 900p/h.

Qualora si adotti la seconda soluzione in caso di rottura di uno degli inverter o di uno dei settori del motore sincrono lento è possibile proseguire l'esercizio escludendo l'inverter o il settore del motore danneggiato alimentando solo 3 sezioni del motore su 4. In questo caso la velocità di esercizio dipenderà dalle modalità di dimensionamento del motore sincrono.

Per garantire la presenza dell'alimentazione elettrica anche in caso di guasto alla linea di fornitura principale è prevista l'installazione presso ciascuna stazione di un gruppo elettrogeno alimentato da un motore termico in grado di generare la corrente elettrica sufficiente alla prosecuzione dell'esercizio anche se a velocità e portata ridotte.

5.3 AZIONAMENTO DI RECUPERO

Ciascuna cabinovia sarà dotata di un proprio azionamento di recupero. Tale azionamento è costituito da una catena cinematica composta in successione da motore diesel – pompa idraulica – motore idraulico – pignone - corona dentata ingranabile su una corona dentata solidale alla puleggia motrice. Tale azionamento consente all'impianto di viaggiare nei due sensi di marcia alla velocità massima di 0,8 m/s – 1.0m/s.

Il funzionamento con l'azionamento di recupero prevede la possibilità ingranare il ruotino dentato (pignone) sulla corona dentata solidale alla puleggia motrice e il contestuale disinnesto del giunto a denti frontali che collega l'albero torsionale del riduttore dell'azionamento principale alla corona dentata solidale alla puleggia motrice.

La fonte di energia dell'azionamento di recupero è costituita da un motore diesel dotato di serbatoio per il carburante autonomo e posizionato entro la copertura di stazione; la pompa idraulica, azionata direttamente da detto motore, è a portata variabile per permettere una regolazione continua della velocità dell'impianto ed è collegata, con un circuito chiuso bidirezionale, al corrispettivo motore idraulico a cilindrata fissa.

5.4 DISPOSITIVO DI TENSIONAMENTO IDRAULICO DELLA FUNE PORTANTE TRAENTE

Il dispositivo di tensione della fune portante-traente è del tipo idraulico, ed è costituito da un carrello tenditore collegato ad un pistone con relativo cilindro a doppia camera, a sua volta fissato tramite un raccordo a cerniera alla traversa anteriore della struttura portante; il gruppo cilindro pistone lavora quindi in compressione. Alternativamente potrà essere montato un gruppo a due cilindri paralleli.

La slitta di tensione scorre con le sue ruote sulle travi longitudinali della struttura portante della stazione e supporta tutto il gruppo argano principale e tutto il gruppo argano di recupero le cui componenti si muovono in modo solidale al carrello tenditore.

Il cilindro idraulico lavora con due camere principali concentriche, una di sicurezza per l'altra, ognuna delle quali si blocca in caso di perdite nell'altra camera, sopportando tutto il tiro dell'impianto; entrambe sono alimentate da una pompa a portata costante e funzionamento discontinuo, opportunamente dimensionata per mantenere l'olio nel cilindro alla pressione richiesta e per assicurare spostamenti del pistone rispetto al cilindro ad una velocità sufficiente.

Nel caso in cui si opti per la soluzione con doppio cilindro parallelo, ciascuno dei due è dimensionato per reggere tutto il tiro in caso di perdita di pressione all'altro gruppo.

Appositi strumenti rilevano lo sforzo erogato dal dispositivo tenditore relativamente allo sforzo applicato all'anello trattivo mediante cella di carico ed eventualmente alla pressione effettiva nel cilindro e nella centralina.

Tutto il sistema idraulico di tensione è regolato attraverso un'apposita centralina idraulica dotata di sensori, valvole manuali, automatiche ed elettriche in grado di dialogare con un plc di comando e controllo. Un supervisore consente la visualizzazione e la taratura del sistema.

5.5 FRENI

L'argano motore ciascuna cabinovia sarà dotato di:

- un freno di servizio elettrico realizzato dall'azionamento principale secondo un programma di frenatura normale e un programma di frenatura rapida, selezionati automaticamente secondo urgenze d'intervento prestabilite. Tale frenatura sfrutta la reversibilità della corrente, per cui l'energia cinetica delle varie masse in movimento viene restituita alla rete mediante l'inversione della corrente del motore;
- un freno di servizio meccanico di tipo negativo ad apertura a comando elettromagnetico o idraulico e a frenatura modulata, tale cioè da mantenere costante la decelerazione di frenatura, indipendentemente dalle condizioni di carico della linea e di velocità dell'impianto, secondo un programma di frenatura normale e un programma di frenatura rapida, selezionati automaticamente secondo urgenze d'intervento prestabilite.

Il freno di servizio è costituito da un disco freno, montato sull'albero veloce del riduttore, sul quale agiscono due pinze freno, ed è dimensionato per arrestare l'impianto con carico in discesa con una decelerazione pari a $1,00 \text{ m/s}^2$. Alternativamente il freno potrà essere del tipo "differenziato" con almeno due soglie di intervento.

- un freno d'emergenza meccanico di tipo negativo ad apertura a comando idraulico, posizionato direttamente sulla fascia freno presente sulla puleggia motrice. Il freno d'emergenza è costituito da due o più pinze agenti sulla puleggia motrice.

5.6 MOVIMENTAZIONE DEI VEICOLI NELLE STAZIONI

I dispositivi che realizzano il moto dei veicoli all'interno delle stazioni comprendono:

- il sistema di lancio ed ammorsamento (aggancio) del veicolo, costituito dal treno acceleratore (formato da una serie di ruote gommate per l'accelerazione progressiva dei veicoli) e da una serie di ruote (sincronizzate sulla velocità della fune) che hanno il compito di mantenere costante ed uguale a quella della fune portante-traente stessa la velocità del veicolo durante l'ammorsamento della morsa alla fune portante-traente; il treno acceleratore è mosso direttamente dalla fune portante-traente e ne segue istantaneamente tutte le variazioni di velocità;
- il sistema di disammorsamento (sgancio) e rallentamento, costituito anch'esso in maniera simile, da un treno deceleratore formato da una serie di ruote gommate per la decelerazione progressiva dei veicoli e da una serie di ruote sincronizzate sulla velocità della fune;
- una serie di ruote gommate che mantiene costante la velocità dei veicoli sulla curva che porta dalla rotaia di arrivo alla rotaia di partenza;
- le apposite camme o guide per la chiusura e l'apertura automatica delle morse;
- il circuito di magazzino, collegato al circuito principale da scambi e rotaie, nel quale vengono ricoverati i veicoli al termine del servizio per l'immagazzinamento notturno degli stessi.

5.7 MORSA DI ATTACCO DEI VEICOLI ALLA FUNE PORTANTE TRAENTE

Ogni veicolo è dotato di morsa singola, costituito da una coppia di ganasce in acciaio forgiato, delle quali una fissa e l'altra mobile, incernierata alla prima, una coppia di ruote di scorrimento in materiale a basso attrito e fonoassorbente, una coppia di molle cilindriche precaricate e un braccio di manovra che genera la compressione e il parziale

rilascio di dette molle onde ottenere l'apertura e la chiusura della ganascia mobile; sulla parte che reca la ganascia fissa è montato un rullo di stabilizzazione delle morse in senso trasversale; il passaggio delle ganasce delle morse al disotto dei rulli di ritenuta avviene gradualmente grazie a due palmole rastremate montate su ogni morsa.



Figura 12. Tipologia di morse impiegati da diversi costruttori di cabinovie ad ammortamento temporaneo dei veicoli.

5.8 VEICOLI

Ciascun veicolo sarà costituito dalle seguenti componenti:

- un'asta di sospensione (di collegamento tra la morsa e il telaio di supporto della cabina) formata da un tubo rettangolare alla cui estremità superiore è infilata una pipa forgiata e saldata all'asta, sufficiente per garantire la sicurezza del collegamento alla morsa;
- un elemento di collegamento fra l'asta di sospensione ed il telaio della cabina, costituito da un secondo telaio fissato superiormente all'asta di sospensione ed inferiormente alla struttura di un sistema di ammortizzazione solidare alla struttura della cabina;
- la cabina vera e propria dotata di porte ad apertura e chiusura automatica e sedute interne.

I veicoli avranno una capienza interna di 10 posti con sedili ribaltabili; all'interno di ciascun veicolo potrà trovare comodamente spazio il disabile su sedia a rotelle.



Figura 13. Due esempi di veicoli chiusi impiegati dalle principali ditte produttrici di impianti a fune in ambito urbano.

5.9 SOSTEGNI DI LINEA

I sostegni della linea sono del tipo a fusto centrale di forma piramidale ed a sezione circolare. Sono costruiti in lamiera d'acciaio scatolata e ancorati alla fondazione in calcestruzzo mediante adeguati tirafondi.

Tutti i sostegni verranno montati inclinati secondo la direzione media della risultante delle pressioni agenti sulla rulliera di sostegno.

Tutti i sostegni sono provvisti di scala con dispositivo anticaduta; sulle testate sono montati le passerelle di manutenzione, i falconi per la manutenzione delle rulliere e un interruttore a consenso inserito nel circuito di sicurezza per bloccare l'impianto durante le operazioni di manutenzione.

5.10 RULLIERE E RULLI

Le rulliere sono del tipo rigido trasversalmente, dotate di rulli in acciaio e lega leggera. I bilancieri sono realizzati in acciaio zincato e sono montati su snodi muniti di boccole; le boccole sono dotate di ingrassatori per la lubrificazione periodica.

Il collegamento delle rulliere alle testate, realizzato mediante bulloni, è costruito in modo tale da consentire agevolmente la facile correzione della posizione delle rulliere stesse, ai fini del loro corretto allineamento.

Tutte le rulliere, sia di appoggio che di ritenuta, sono munite di antiscarrucolanti interni, nonché di scarpe di raccolta della fune e di dispositivi di arresto automatico dell'impianto in caso di scarrucolamento della fune.

I rulli di linea saranno in linea di massima costruiti con corpi in alluminio e fiancate in acciaio, dotati di una guarnizione in gomma ad anello.



Figura 14. Esempio di sostegni e rulliere tipo.

5.11 FUNE PORTANTE TRAENTE

La fune portante traente sarà del tipo a trefoli in acciaio ed anima in materiale plastico cedevole; la sua tipologia e il suo diametro dipenderanno dalle risultanze del calcolo di linea definitivo. Le funi solitamente impiegate per le cabinovie sono costituite da 6 o 7 trefoli.

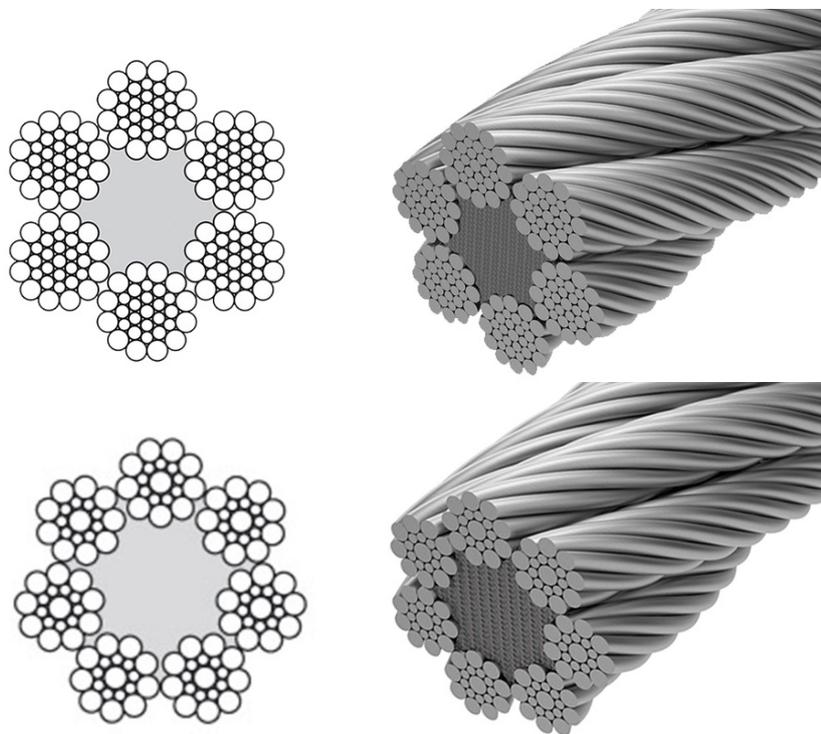


Figura 15. Tipologia della fune portante traente.

5.12 CAVI DI LINEA

Le stazioni dell'impianto sono messe in comunicazione tra loro attraverso un cavo multipolare ed un cavo in fibra ottica attraverso i quali vengono trasmessi i segnali elettrici e di comunicazione necessari a dare le informazioni ai sistemi di gestione e di sicurezza.

Un cavo multipolare deve inoltre essere interrotto presso ogni sostegno di linea per consentire la realizzazione dei collegamenti elettrici dei sistemi di sicurezza contro lo scarrucolamento della fune dai rulli di linea.

Solitamente questi cavi elettrici e di comunicazione vengono interrati lungo il percorso di linea.

Nel caso in esame, considerato l'elevato numero delle infrastrutture sorvolate e la presenza di molte reti interrato a servizio delle aree urbanizzate risulta conveniente appendere questi cavi ad una fune di acciaio messa in tensione sopra i falconi dei sostegni di linea.

Laddove esiste il concreto pericolo di impatto sulle funi da parte dell'avifauna sul cavo di linea aereo possono essere applicati dei sistemi di segnalazione visiva, il più semplice ed economico dei quali è rappresentato da delle spirali in plastica di colore rosso che vengono avvolte ad intervalli regolari sul cavo di linea aereo.

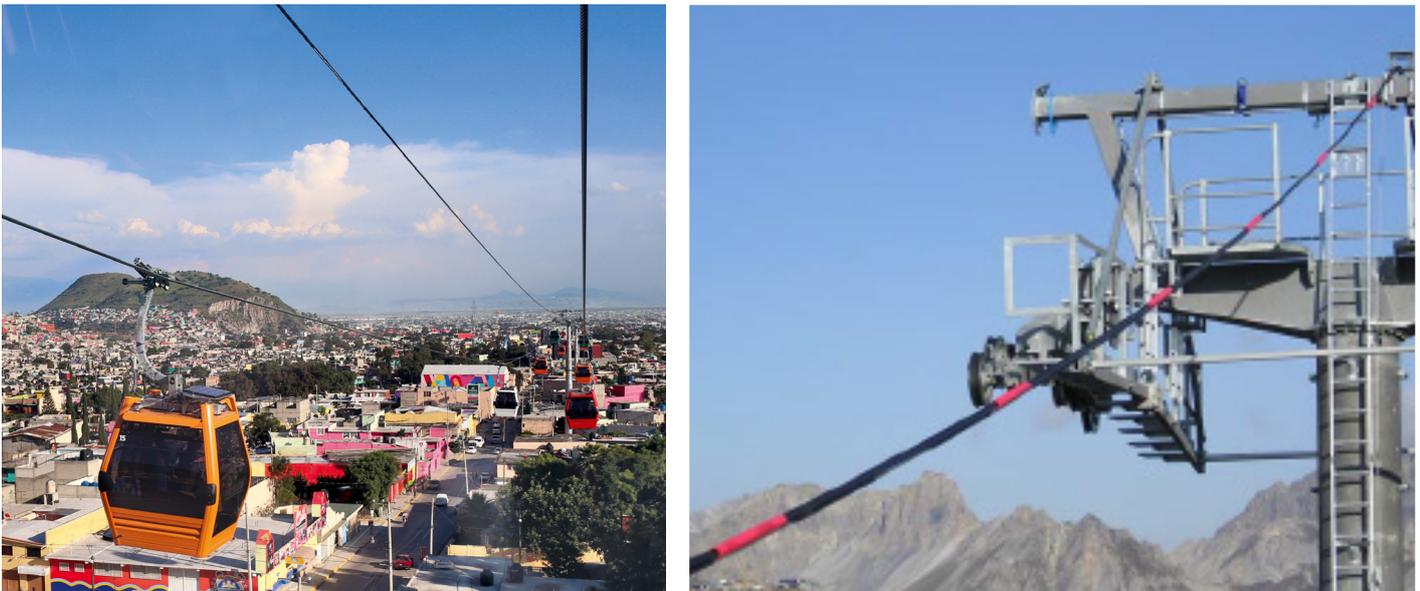


Figura 16. Esempio di cabinovia con cavo di comunicazione aereo (non interrato) e di applicazione di un sistema di visualizzazione dei cavi aerei all'avifauna.

5.13 INGOMBRO DELLA LINEA

L'ingombro tipo di una linea di cabinovia è determinato dai seguenti fattori:

- scartamento delle funi;
- larghezza delle vetture;
- ingombro complessivo con vetture sbandate lateralmente.

Lo sbandamento laterale massimo ammissibile delle vetture presenti in linea è indicato dalla normativa tecnica in 0,36rad.

A titolo esemplificativo l'ingombro della linea funiviaria è schematizzabile come segue:

- scartamento delle funi: 6,1m;
- ingombro con veicoli non sbandati: 8,3m;
- ingombro massimo con veicoli sbandati: 11,3m.

INGOMBRO LINEA E FASCE DI RISPETTO LATERALI

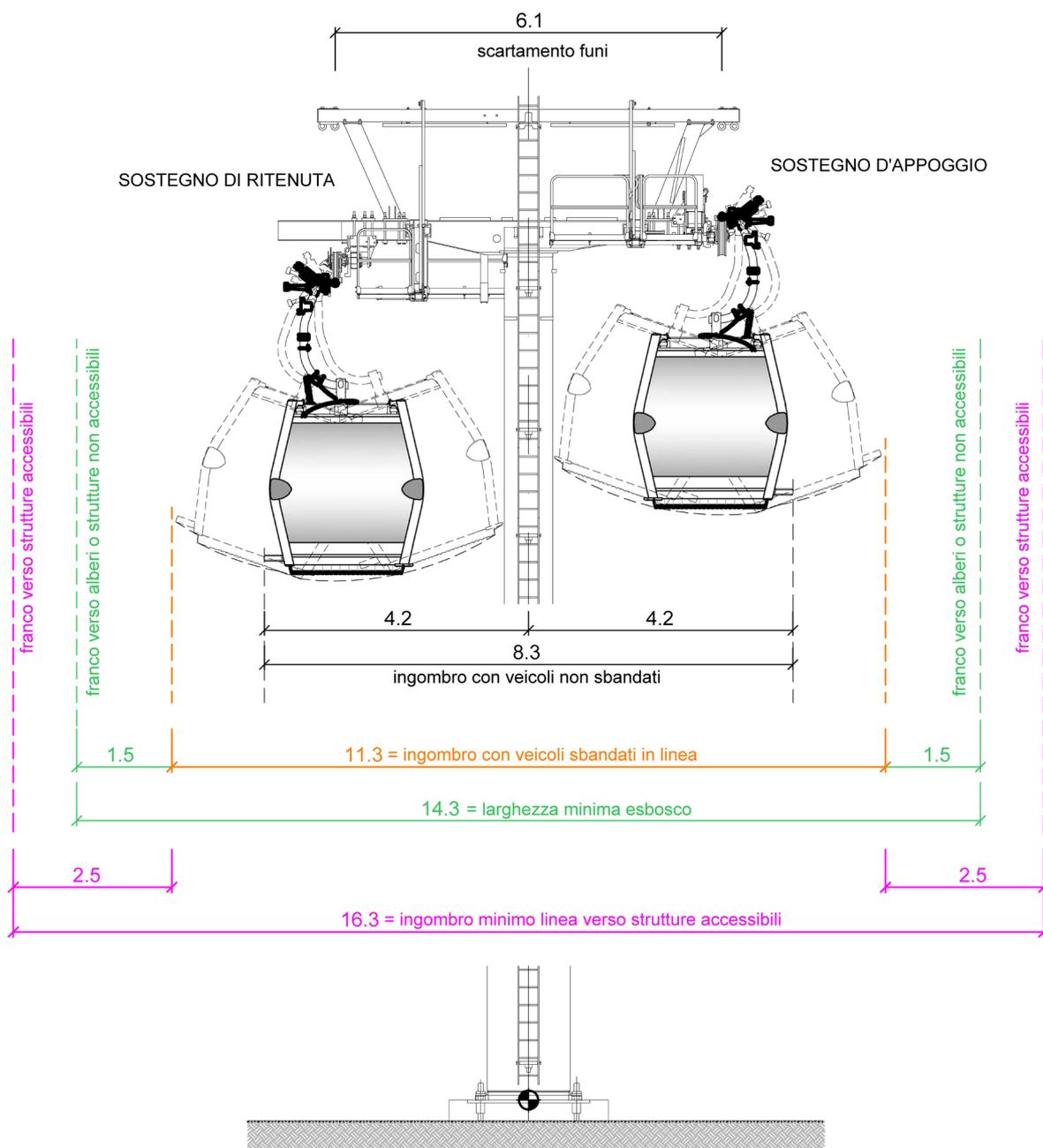


Figura 17. Schema ingombri della linea funiviaria e franchi laterali minimi imposti dalla normativa tecnica.

Considerato che la normativa tecnica impone il rispetto dei seguenti franchi laterali minimi:

- verso alberi o strutture non accessibili: 1,5 metri oltre la sagoma limite del veicolo sbandato;
- verso strutture accessibili: 2,5 metri oltre la sagoma limite del veicolo sbandato;

risulta che:

- la fascia minima dell'esbosco è pari a 14,3 metri;
- la fascia di ingombro nelle zone urbanizzate è pari a 16,3 metri.

6 CONDIZIONI TECNICHE DI ESERCIZIO

Dal punto di vista tecnico l'esercizio dell'impianto è condizionato alla piena efficienza di tutti i suoi sistemi di sicurezza e dell'organo di recupero dei passeggeri, necessario in caso di guasto dell'organo principale per lo svuotamento della linea.

In via indicativa le condizioni ed i limiti di esercizio per l'impianto in progetto sono i seguenti:

- capienza veicoli: massimo 10 persone sedute;
- trasporto disabili: sì anche su sedia a rotelle;
- trasporto biciclette: sì con limitazione del numero di passeggeri sul singolo veicolo;
- portata utile: 1.800p/h in ciascuna direzione di marcia (che in fase di progettazione definitiva potrebbe essere aumentata a 2.400 p/h);
- condizioni di carico: trasporto di passeggeri su entrambi i sensi di marcia alla massima portata di progetto;
- velocità di marcia: tra zero e 6,0 m/s;
- velocità con gruppo di recupero: 1,0 m/s circa;
- vento massimo di esercizio: 65 km/h allarme, 75 km/h rallentamento, 80 km/h svuotamento linea e messa in magazzino dei veicoli;
- massimo vento con veicoli in linea nel fuori esercizio: 120 km/h;
- presenza di ghiaccio sulla fune: da rimuovere prima dell'esercizio;

- esercizio notturno: ammesso con la necessità di illuminazione principale e di riserva della linea e delle stazioni;
- trasporto di merci: ammesso nei limiti di ingombro e di peso massimo previsti nel manuale d'uso e manutenzione dei veicoli.

Riguardo la massima portata utile dell'impianto in fase di progettazione definitiva sarà possibile valutare il dimensionamento delle opere strutturali e la dimensione dei magazzini per il deposito dei veicoli nei periodi di fuori esercizio per una portata massima di 2.400 p/h con la possibilità di incrementare nel tempo (in caso di necessità) la portata utile dalle 1.800 p/h di progetto alle 2.400 p/h.

7 PERIODICITA' DELLE MANUTENZIONI ORDINARIE E STRAORDINARIE

Le cabinovie in progetto dovranno essere assoggettate a controlli e ad interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria secondo le modalità indicate:

- per la parte infrastruttura nel piano dei controlli periodici redatto in conformità alle previsioni del D.M. 203/2015;
- per le restanti componenti di sicurezza (come definite nel D.Lgs. 12 giugno 2003 n.210) nel Manuale d'Uso e Manutenzione dell'impianto redatto dal costruttore funiviario.

Il D.M. 203/2015 definisce per le componenti dell'infrastruttura una vita tecnica dell'impianto di 40 anni ed impone la realizzazione dei seguenti controlli periodici:

- manutenzioni annuali;
- revisioni quinquennali (da attuarsi ogni 5 anni);
- revisioni generali (da attuarsi al 20° ed al 30° anno di vita tecnica).

Le componenti di sicurezza degli impianti certificati CE devono invece essere sottoposte a controlli ed a manutenzioni la cui frequenza viene definita in funzione delle ore di esercizio dell'impianto.

Per gli impianti che espletano un esercizio stagionale (ne sono un esempio tutti quelli in esercizio sulle ski aree) sono previsti i seguenti intervalli di manutenzione:

- controlli giornalieri (collegati all'esercizio dell'impianto);
- controlli mensili o ogni 240 ore (effettuati durante l'esercizio dell'impianto);

-
- manutenzione e controlli annuali o ogni 1500 ore di funzionamento;
 - prima revisione speciale da attuarsi al raggiungimento delle 22.500 ore di esercizio (o entro il 20° anno di vita tecnica);
 - seconda ispezione speciale da attuarsi dopo ulteriori 15.000 ore di esercizio (entro i successivi 10 anni di vita tecnica);
 - terza ispezione speciale da attuarsi ogni qualvolta l’impianto raggiunge ulteriori 7.500 ore di funzionamento.

L’esecuzione delle revisioni speciali è molto più impegnativa ed onerosa rispetto ai controlli annuali poiché richiede lo smontaggio di quasi tutte le componenti meccaniche dell’impianto e l’esecuzione dei controlli non distruttivi sulle componenti smontate.

Nel caso in esame l’impianto assolvendo una funzione di trasporto urbano su 14 ore giornaliere e per 322 giorni l’anno sarà soggetto ad un utilizzo molto intenso fino a 4.500 ore di funzionamento l’anno.

Per questo motivo si ritiene che, in fase di progettazione esecutiva, gli usuali criteri di manutenzione possano essere rivisti secondo i principi seguenti:

- potenziamento delle manutenzioni e dei controlli a campione annuali;
- prima ispezione speciale al raggiungimento delle 35.000 ore di esercizio;
- seconda ispezione speciale al raggiungimento di ulteriori 30.000 ore di esercizio;
- terza ispezione speciale al raggiungimento di ulteriori 30.000 ore di esercizio;
- successive ispezione speciali ogni 22.500 ore di esercizio.

Secondo queste tempistiche l’impianto in oggetto dovrebbe essere assoggettato a ispezione speciale dopo 8, 15, 20, 25, 30, 35 anni di vita tecnica.

Considerato l’elevato numero di ore annuali di funzionamento si ritiene inoltre necessario prevedere:

- la sostituzione della fune portante traente ogni 10 anni;
- la sostituzione di tutti i veicoli di linea al 20° anno.

Va infine precisato che nella valutazione dei costi di gestione andranno previsti dei costi di manutenzione annuali maggiorati rispetto quanto si prevede sugli impianti che svolgono una tipologia di servizio stagionale.

8 TIMBRI E FIRME

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO
dott. ing. ANDREA GOBBER
Ing. civile e ambientale, industriale e dell'informazione
ISCR. ALBO N° 2101 - Sezione A degli Ingegneri

