

FUNIVIA LANA - SAN VIGILIO

Il sistema previsto per il nuovo impianto è quello classico di una funivia tradizionale a va e vieni con doppie funi portanti per ogni via di corsa e fune traente sostenuta da cavallotti di linea.

Sono previsti **tre** sostegni di linea, anziché i quattro dell'attuale impianto

L'impianto è dimensionato per una portata oraria di ca. **378 P/h** alla velocità massima di **10,0 m/s** in linea e **8,0 m/s** sui sostegni, con fermata in stazione di 60 sec.

Le funi portanti saranno ancorate in entrambe le stazioni. Con tale soluzione non è più necessario dover realizzare le fosse per i contrappesi e le carelliere, elementi delicati che richiedono costante manutenzione e costanti ispezioni alle funi che vi scorrono.

Il sistema di funivia a doppia fune portante adottato, ha il grande vantaggio di avere le funi traenti sospese e stabilizzate dai cavallotti; questi ultimi sono fissati alle funi portanti ogni 250-300 m. Le campate della fune traente sono quindi estremamente ridotte, questo ne limita notevolmente il movimento laterale anche in condizioni di vento forte. In questo modo si evita un eccessivo spostamento della fune traente di un ramo verso l'altro, in condizione di vento forte.

Il posizionamento dell'argano principale per l'azionamento della fune traente è previsto nella stazione a monte; la stazione di valle sarà di semplice rinvio e tensionamento.

Il presente progetto si distingue inoltre dai precedenti impianti funiviari a va e vieni per le seguenti soluzioni tecniche, e più precisamente:

- il "**SOCCORSO INTEGRATO**", ossia l'adozione di particolarità costruttive e ridondanze di alcuni elementi d'azionamento e di alimentazione, che consentono l'eliminazione di qualsiasi operazione di soccorso, sia esso "aereo, o "per calata".

- "**l'omissione del FRENO SULLA FUNE PORTANTE**". Sino ad oggi in Italia sono stati costruiti due impianti senza freno sui carrelli, la funivia 40ATW Verdins – Tall e la funivie

60ATW Tires – Malga Frommer. All'estero, in particolare, in Austria e Francia, è già da tempo possibile realizzare impianti con l'omissione del freno sulle funi portanti.

Di recente è stato approvato dalla CFAT, con voto n. 01/2019 del 19-03-2019, il sistema Funifor con Soccorso Integrato senza freno sulla fune portante.

A tal proposito si allega al presente progetto definitivo la rispondenza alla recente norma EN 12929-2 : 2015, specifica per gli impianti senza freno sulla fune portante.

Si riportano qui di seguito i recenti ed importanti impianti senza freno sul carrello realizzati in europa dal gruppo Dopplemayr - Garaventa:

Valgronda 150P (AUT)/ Stanserhorn (Cabrio) 60P (SUI) / Wagrein 130P (AUT) / Pilatus 55P (SUI) / Ha-Long Bay 230P (VTN)/ 4 tronchi a Merida 60P (VNZ) / Portaland (USA) / Jackson Hole 100P (USA) / Dissentis 90P (SUI) / Sorebois 125P (SUI).

L'anello trattivo principale, contrappesato a valle, è realizzato mediante un unico "anello di fune impalmato alle estremità". La fune traente è collegate a ciascun carrello mediante un dispositivo di attacco realizzato ciascuno da due morsetti, ossia con un attacco ad attrito. Sul contrappeso sono previste due pulegge di diametro **D=2.40m**.

L'azionamento principale è realizzato mediante una puleggia motrice di diametro **Dp=2.60m** a gola singola con avvolgimento 180°, mossa da un argano principale costituito da un riduttore ed un motore a corrente alternata, alimentato da un proprio inverter.

Non è presente un azionamento di riserva (necessario nel caso in cui si debba procedere ad un'evacuazione del bacino di persone a monte, dopo aver recuperato le persone in linea), in quanto:

- l'impianto è dotato di molteplici ridondanze per ottemperare alle richieste del Soccorso integrato
- si è provveduto a creare un magazzino ricambi, in particolare per le parti elettriche, valutando la componentistica a più alto rischio di guasto
- componenti singoli, come ad esempio motore elettrico e riduttore, prima di guastarsi, danno con largo anticipo segnali di malfunzionamento
- la società è dotata di un piano di evacuazione che coinvolge la protezione civile

La stazione a monte è dotata di **pedana mobile**. In questo modo i flussi dei viaggiatori risultano molto fluidi e senza possibilità di incrocio. La stazione di rinvio a valle invece, ha un piano di imbarco "classico" con le due fosse per le vetture.

L'azionamento è fornito di dispositivi per la marcia automatica del tipo a logica programmabile, con possibilità di funzionamento anche con comando dalle vetture (condizione di fuori esercizio) senza presenza del macchinista sul banco di manovra. E' previsto anche il "telecomando" dell'impianto (condizione di fuori esercizio) dalla stazione di rinvio a valle.

Sono presenti **due azionamenti di recupero** indipendenti fra loro, condizione questa per omettere l'impianto di soccorso aereo, ossia per il "Soccorso Integrato". Essi agiscono direttamente su un'unica corona dentata fissata all'puleggia motrice. Ognuno è del tipo con motore idraulico "veloce" e riduttore epicicloidale. Il motore viene alimentato da una centralina costituita da una pompa a portata variabile trascinata da un motore elettrico asincrono trifase.

Sono presenti inoltre in caso di mancanza della rete Enel, due gruppi elettrogeni di adeguata potenza, che in parallelo alimentano il motore elettrico principale. Con il veicolo carico in salita la velocità massima dell'impianto è costante ed è pari a **6 m/s**.

In caso di mancanza della rete Enel sarà comunque possibile continuare con l'esercizio, in quanto è possibile, anche nel caso di rottura di uno dei due generatori, alimentare il motore elettrico o una delle due centraline idrauliche di recupero, per scaricare il bacino di monte.

E' prevista quindi l'alimentazione delle due centraline elettro-idrauliche dai due gruppi elettrogeni, singolarmente.

Sul nuovo impianto sono previste cabine da **40 persone** ad una velocità massima di passaggio sui sostegni di **8m/s** ed una velocità massima in campata di **10m/s**. La costruzione delle scarpe dei sostegni è stata realizzata per passaggi confortevoli: il raggio delle scarpe è di **50m** costanti e consentirebbe una velocità di passaggio pari a 10m/s, quindi superiore alla velocità attualmente prevista.

L'impianto potrà essere **esercito con 1 sola persona, il macchinista**, nella seguente modalità, e con la capacità di carico delle cabine di **40 persone** (si veda a pagina seguente la relativa Analisi di Sicurezza per il trasporto in cabina senza vetturino di un numero di passeggeri superiore a 35)

Come già richiesto per l'impianto di Verdins, per poter esercire una funivia a va e vieni senza vetturini, ossia con il solo macchinista, se le cabine hanno una capienza superiore alle 35 persone, si deve soddisfare quanto richiesto al punto 3.10 del „Decreto Esercizio“, ossia:

3.10. Presidio delle stazioni e dei veicoli

Per le cabine delle funivie con capacità fino a 35 persone e delle funicolari esistenti, a prescindere dalla capienza, se sono rispettate le condizioni di cui al punto 3.22, non è richiesto l'agente di vettura. Capacità superiori possono essere ammesse subordinatamente a specifiche condizioni costruttive e di esercizio, derivanti da una specifica analisi di rischio.

Riporto qui di seguito un estratto dell'analisi di rischio per l'omissione del vetturino sulle cabine dell'impianto in oggetto, previste di capienza **40 persone**:

<i>Rischio o situazione pericolosa</i>	<i>Valutaz Rischio</i>	<i>Misure preventive</i>
Capacità delle cabine superiori a 35 persone senza l'agente di vettura.	G, H, I	<ol style="list-style-type: none"> 1) Impianto con Soccorso Integrato 2) Sono presenti delle telecamere, microfoni e citofoni all'interno della cabina e la comunicazione audio, tra cabina e locale comando, è bidirezionale, mentre sarà possibile soltanto da parte del macchinista, vedere i passeggeri all'interno delle due cabine, 3) Sono presenti delle telecamere sul carrello 4) Sono presenti delle telecamere sui sostegni di linea n.1 e n.3 5) Impianto posto in vicinanza di infrastrutture (tempi di accesso minimi anche nel caso di un eventuale Soccorso Ultimo) 6) Impianto con alimentazione di emergenza (g.e.) per l'azionamento principale

CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELL'IMPIANTO

Funivia bifune a va e vieni con due vetture da **40 passeggeri** ciascuna
 Sistema a doppie funi portanti con funi traenti sospese su cavallotti
 Funi portanti ancorate in ambedue le stazioni
 Stazione motrice a monte e tenditrice a valle

Quota piano imbarco stazione a valle s.l.m.)		m	328.50
Quota piano di imbarco stazione a monte (s.l.m.)		m	1485.90
Distanza orizzontale tra i punti fune nelle stazioni	l =	m	1879.69
Dislivello tra i punti fune nelle stazioni	h =	m	1157.60
Lunghezza inclinata del percorso	L =	m	2210.16
Lunghezza sviluppata	Ls =	m	2212
Massa della vettura vuota	Vv =	kg	4600
Massa del carico utile (40 passeggeri) 40 * 80	=	kg	3200
Massa della vettura a pieno carico	Vc =	kg	7800

Velocità di corsa massime:

con azionamento elettrico principale (senza vetturino in campata)	m/sec	10.0
con azionamento elettrico principale (senza vetturino su sostegni)	m/sec	8.0
con azionamento idraulico di recupero	m/sec	1.0

Potenze meccaniche sugli argani

nominale dell'azionamento elettrico principale	kW	400
mass.durante la corsa dell'azion. elettrico principale	kW	422
massima dell'azionamento elettrico principale	kW	491
quadratica media dell'azionamento elettrico principale	kW	222
massima dell'azionamento idraulico di recupero	kW	60
Potenza resa dai gruppi elettrogeni in parallelo	kW	2 x 248

Portata oraria (con fermata di 60 secondi) pers/h 378

Pre-tensione nominale nella coppia di funi portanti a valle	kN	750.00
Azione del contrap. fune traente a valle 2 * 5350 kg	= kN	105.00
Pre-tensione nominale fune di segnalazione a valle 12000 kg	kN	117.72

Altezza dei sostegni di linea	m	29 / 28 / 37
Intervia sui sostegni	m	9.4/15.5/10.5
Intervie nelle stazioni a valle ed a monte	m	6.0 / 2.6
Interasse tra le funi portanti di una coppia	mm	700

Numero dei cavallotti in linea 2 (3+3+1) = n 14

Diametro funi portanti	mm	44
Diametro fune traente superiore	mm	30
Diametro fune di segnalazione	mm	26

STAZIONE MOTRICE A MONTE

La stazione motrice a monte è costituita da un nuovo fabbricato, il quale sorge nella medesima posizione dell'attuale.

La stazione è costituita da un piano-terra dedicato alla funivia, ove è prevista la sala macchine con gli argani, principale ed i due di recupero, e con tutti i locali tecnici, quali la cabina di trasformazione, con accesso dall'esterno e ad una quota leggermente inferiore, oltre che al locale per i quadri elettrici d'azionamento e per la distribuzione dell'energia elettrica in bassa tensione (Power center) ed ai due locali per i due azionamenti di recupero elettro-idraulici. Sempre all'interno della sala macchine trova posto l'armadio pneumatico di comando dei freni ed il gruppo compressori insonorizzati.

Alla quota 0.0m è previsto il piano di imbarco alle vetture costituito da una sala d'attesa, da un lato, mentre dall'altro lato della stazione, dal corridoio di sbarco, e dal locale di comando con la cassa, quest'ultimo in posizione centrale. Questa disposizione è tipica di una stazione dotata di pedana mobile in avanzstazione, in quanto si ha la massima ottimizzazione dei flussi dei passeggeri che salgono e scendono dalla cabina, senza alcuna possibilità di incrocio ed al tempo stesso consente, in giorni di scarsa affluenza, di poter gestire contemporaneamente l'impianto e la biglietteria, mediante un'unica persona, il macchinista, potendo controllare sia il flusso in salita che quello in discesa, direttamente dal locale comando / biglietteria.

La nuova stazione è costituita principalmente da due strutture portanti o setti in cemento armato, per l'ancoraggio delle funi portanti. Ciascuna struttura è realizzata mediante due pareti longitudinali ed una trasversale posteriore interamente in cemento armato di grosso spessore. Su ogni parete longitudinale sono ricavati a sbalzo i tamburi d'ancoraggio per le funi portanti, rivestiti con doghe di legno. Le due pareti longitudinali poggiano su un solaio di grosso spessore a quota +3,10m ed il carico verticale si distribuisce su due pareti intermedie che delimiteranno gli spazi per la cabina di comando e le due pareti di grosso spessore perimetrali.

Un ulteriore basamento in cemento armato è realizzato in sala macchine per l'ancoraggio dell'argano per la fune traente principale.

A fianco del locale comando, è stato ricavato lo spazio per le scale di accesso al piano inferiore, ove è situata la sala macchine e superiore, ove sono posizionate le pedane di ispezione e manutenzione dei carrelli delle vetture.

All'ingresso ed all'uscita di tali zone sono previsti i tornelli automatici per la convalida del biglietto.

Il piano di imbarco/sbarco dei passeggeri sarà completamente protetto dalle intemperie da una generosa copertura, in modo da coprire anche i veicoli. Esso è previsto di realizzarlo mediante una pedana "mobile".

La pedana mobile consente:

- l'ingresso delle vetture in stazione, anche in condizioni di ridotto scartamento della coppia di funi portanti.
- di eseguire un argano a puleggia motrice con avvolgimento di soli 180°. Soluzione semplice e molto valida dal punto di vista tecnico. Essa consente di avere un giro stazione della fune traente lineare e semplice.
- di non avere incroci dei flussi in caso di traffico bidirezionale

La pedana mobile è realizzata interamente con una struttura in acciaio saldato e piano di calpestio in grigliato. Essa sarà dotata di parapetti al di fuori delle zone di accesso alla vettura per una larghezza pari a ca. la larghezza delle porte delle cabine.

Il piano di imbarco è dotato di porte scorrevoli automatiche di accesso alle cabine, nonché delle apposite guide per l'ingresso delle vetture nelle fosse d'imbarco.

Nell'avanstazione sono presenti le "scarpe" di sostegno e deviazione delle funi, poggianti anteriormente sulla trave trasversale in acciaio sostenuta da appositi montanti ancorati alla traversa del portale d'avanstazione, mentre posteriormente sono ancorate alle "lame" in c.a. portanti i tamburi di ancoraggio delle funi. Le due "scarpe" sono realizzate in carpenteria d'acciaio. In corrispondenza dell'appoggio anteriore delle "scarpe", è prevista una controventatura in modo da contrastare le forze trasversali generate dalla forza del vento.

All'altezza delle funi è prevista un'apposita pedana d'ispezione ai carrelli in posizione centrale.

La stazione risulta essere interamente coperta.

La fune di segnalazione è ancorata mediante il suo tamburello in corrispondenza della parete trasversale posteriore di grande spessore. La quota di ancoraggio è stata volutamente tenuta ad una certa distanza dalle funi portanti circa la stessa quota delle funi portanti.

STAZIONE DI RINVIO A VALLE

Il fabbricato della nuova stazione a valle è previsto esattamente ove sorge il fabbricato attuale. Infatti si sfruttano strutture dell'esistente stazione nella parte posteriore e se ne realizzano di nuove in corrispondenza della nuova avanstazione.

La struttura portante della stazione è costituita da due "lame di grosso spessore poggianti sulle vecchie strutture della stazione. Su queste due pareti in c.a. sono ricavati a sbalzo i tamburi di ancoraggio, rivestiti con doghe di legno, per le due funi di ciascuna via di corsa. Sia le due lame che la soletta a quota +2.90m, scaricano i tiri delle funi portanti sulla parete trasversale posteriore e sulle due pareti longitudinali esterne.

I pozzi dei contrappesi della vecchia stazione verranno riempiti ai fini delle verifiche globali di stabilità a scorrimento e ribaltamento.

Tra le due lame è stato ricavato il locale di comando per l'agente della stazione di rinvio.

Nell'avanstazione sono presenti le "scarpe" di sostegno e deviazione delle funi, poggianti anteriormente sulla trave trasversale in acciaio sostenuta da montanti ancorati alla traversa del portale d'avanstazione. Posteriormente le due scarpe sono ancorate direttamente alle due lame principali dei tamburi di ancoraggio. Le due "scarpe" sono realizzate in carpenteria d'acciaio.

È prevista una controventatura tra i due montanti centrali porta-scarpe, in modo da contrastare le forze trasversali generate dalla forza del vento.

All'altezza delle funi è prevista l'apposita pedana centrale d'ispezione ai carrelli delle vetture.

Al centro della stazione, ma sotto la quota del piano di imbarco, è ricavato il locale del contrappeso per la fune traente.

L'entrata della stazione è prevista posteriormente, mentre l'uscita è prevista lateralmente in avanstazione. In questo modo si realizza una zona comoda per l'accumulo dei passeggeri, senza che vi siano incroci con i flussi di persone che si accingono a scendere dall'impianto.

In stazione sono previsti servizi igienici ed un locale per le apparecchiature elettriche necessarie per la stazione di rinvio. Quest'ultimo locale si trova in posizione centrale, sopra il pozzo del contrappeso.

In avanstazione, i due piani di imbarco esterni a quota +0.00m, sono dotati di porte automatiche per l'accesso alle cabine, nonché delle apposite guide per l'ingresso delle vetture nelle fosse d'imbarco.

Il piano di imbarco/sbarco "centrale" dei passeggeri sarà completamente protetto dalle intemperie da una generosa copertura, così come i veicoli stessi, e sarà del tipo a pedana "mobile".

La pedana mobile consente:

- l'ingresso delle vetture in stazione, anche in condizioni di ridotto scartamento della coppia di funi portanti, Questa soluzione, consente interviste molto contenute, e viene impiegata in particolare in quei casi ove vi è la necessità di ancorarsi con le funi portanti entro spazi esistenti o ristretti.
- di avere delle stazioni più compatte e semplici
- di non avere incroci dei flussi in caso di traffico bidirezionale

La pedana mobile è realizzata interamente con una struttura in acciaio saldato e piano di calpestio in grigliato. Essa sarà dotata di parapetti al di fuori delle zone di accesso alla vettura per una larghezza pari a ca. la larghezza delle porte delle cabine.

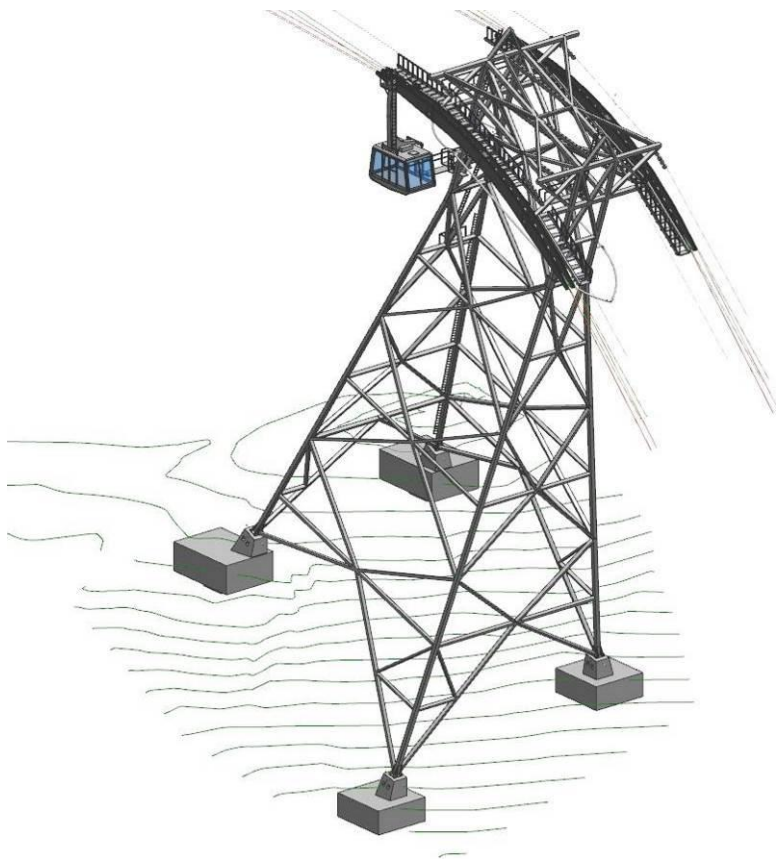
La fune di segnalazione è ancorata mediante il suo tamburello ad una piccola parete in cemento armato a forma triangolare posta in asse impianto, in corrispondenza di una soletta di collegamento delle lame porta-tamburi a quota +4.30m. E' stata scelta questa posizione per mantenere la fune in posizione più alta di tutte le altre funi presenti sull'impianto.

SOSTEGNI DI LINEA E CAVALLOTTI

Scarpe e sostegno di linea

Il nuovo tracciato richiede la costruzione di **n.03** sostegni di linea. L'intervista sui sostegni di linea è prevista pari a **i1 = 9,4 m, i2 = 15,5 m ed i3 = 10,5 m**

Particolare attenzione è stata rivolta alla progettazione dell'altezza dei sostegni di linea ed alla verifica quindi dei franchi verticali minimi dal terreno (si veda il Calcolo della Linea).



Tutti i sostegni saranno dotati di pulsanti d'arresto (si veda "Impianto di sicurezza") per l'arresto dell'argano. I sostegni verranno allestiti con sistemi antinfortunistici fissi.

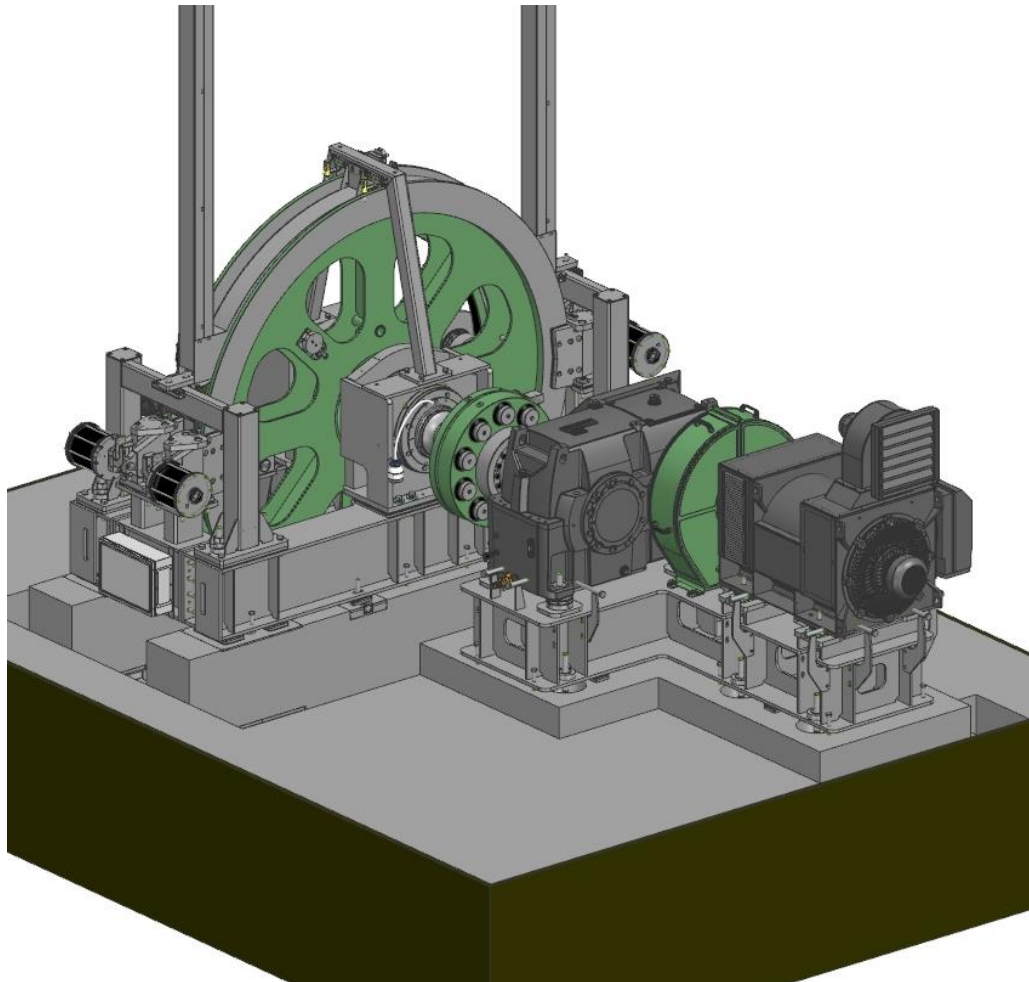
Il fusto dei sostegni, realizzato in carpenteria in acciaio, è costituito da quattro pareti reticolari, i cui quattro piedi sono ancorati ai blocchi di fondazioni in cemento armato. Le fondazioni saranno dotate di tiranti e se necessario di micropali.

MACCHINARI PER LE FUNI TRAENTI

Come già accennato, l'anello trattivo risulta contrappesato presso la stazione a valle, mentre l'organo di trazione è previsto nella stazione di monte.

Nella stazione motrice a monte, per entrambi i rami, la fune traente viene deviata verso il basso da una due pulegge di imbocco il cui perno è fissato direttamente alla scarpa.

La fune traente del ramo 1 viene deviata per 90° dalla puleggia di imbocco alla puleggia motrice a gola singola con avvolgimento di 180°, sistemata nella sala macchine

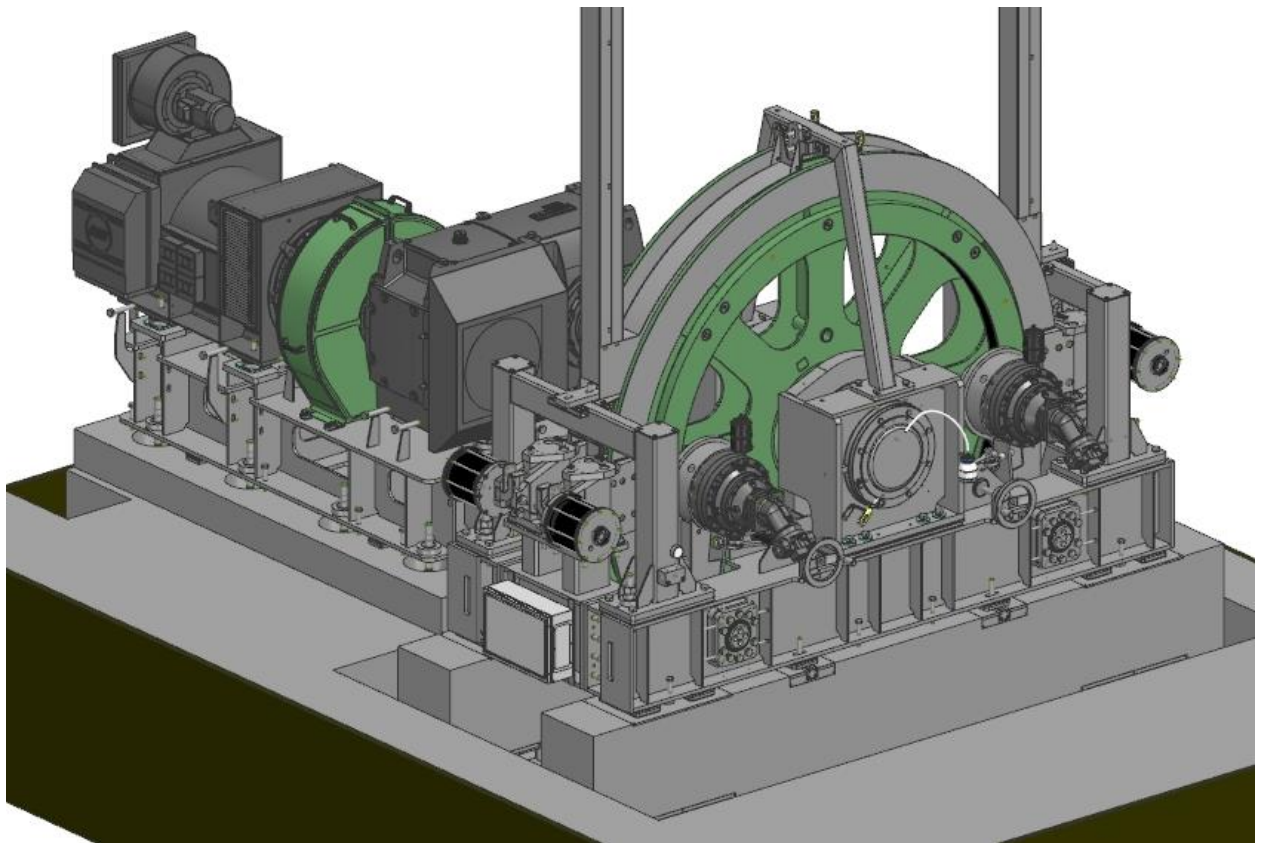


Organo principale – lato motore elettrico

La puleggia motrice con diametro nominale ϕ **2600 mm** è realizzata in lamiera e fucinati in acciaio saldato. L'avvolgimento in questo modo della fune risulta di **180°**. Essa è costituita da una corona, realizzata mediante un anello fucinato, sul quale sono tornite le

due fasce freno indipendenti e la gola di alloggiamento della fodera in Becorit, da un corpo, formato da due dischi, collegati tra loro da otto raggi in lamiere saldate, e da un mozzo, realizzato mediante un tubo di grosso spessore fucinato.

Entrambe sono dotate del sistema di rotazione ausiliaria in caso di rottura dell'albero principale.



Argano principale – lato aragni di recupero

E' stato realizzato inoltre in corrispondenza dei due supporti dell'albero della puleggia motrice, un sistema di rotazione ausiliaria in caso di rottura di un cuscinetto.

Per garantire un miglior isolamento elettrico della fune traente ed un migliore funzionamento del sistema induttivo di comunicazione dati e telefonica si prevede (doppio isolamento):

- l'adozione di una Fodera in Becorit con trattamento con lacca isolante nella gola di alloggiamento della fodera
- l'installazione di piastre e boccole isolanti per i supporti della puleggia motrice e contro puleggia e per i supporti dei freni d'argano.

AZIONAMENTI ELETTRICI

L'impianto elettrico della funivia sarà costituito da un azionamento in corrente alternata completo di un raddrizzatore di tipo AFE (Active Front End) e un Inverter Vettoriale.

L'azionamento è realizzato mediante un motore elettrico a corrente alternata trifase, regolato a coppia costante alimentato dall'inverter vettoriale.

Con la combinazione dell'AFE e dell'inverter Vettoriale si ottiene un azionamento in grado di operare nei quattro quadranti, ossia motore e freno in entrambe le direzioni. Grazie all'impiego dello stadio raddrizzatore realizzato con un convertitore ad IGBT, detto AFE, la corrente prelevata dalla linea trifase è in fase con la tensione ed il fattore di potenza è praticamente unitario. La distorsione della rete rientra nei limiti consentiti dagli Enti di distribuzione d'energia.

Sul motore è previsto un encoder il quale fornisce il segnale di velocità necessario al corretto funzionamento delle schede di controllo.

Il regolatore provvede a mantenere costante la velocità del motore sul valore prefissato, compensando gli effetti dovuti a variazioni di carico, di tensione di alimentazione ecc.

Per il caso di mancanza di rete, è previsto l'installazione di due gruppi elettrogeni in parallelo, di potenza adeguata resa di ca. **2 x 310 kVA**, in grado di alimentare:

- il motore principale a pieno carico con velocità **6.0 m/s**

Inoltre, uno o l'altro gruppo elettrogeno singolarmente, sono in grado di alimentare il motore principale a pieno carico con velocità ridotta a ca. **3.0 m/s**.

Inoltre, uno o l'altro gruppo elettrogeno singolarmente, sono in grado di alimentare una o l'altra centralina di alimentazione dei motori idraulici di recupero 1 e 2.