



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Mitigazione dei rischi naturali per la sicurezza e la mobilità nelle aree montane del Mezzogiorno

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Trasporto a fune: questo sconosciuto Quello c'è ma non si vede in un impianto

Ing. Giorgio Pizzi – Direzione Generale per il Trasporto Pubblico Locale e Regionale e la Mobilità Pubblica Sostenibile

22-23 Giugno 2023



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Estratto da: Secondo convegno annuale del progetto MITIGO - 22-23 Giugno 2023 - Sommari degli interventi e presentazioni

© 2023 Università degli Studi della Basilicata

Editrice Universosud – Potenza

ISBN 9791281551008



Pubblicazione realizzata con il cofinanziamento dell'Unione Europea – FESR, PON Ricerca e Innovazione 2014-2020.

www.ponricerca.gov.it

Programma

- Un'introduzione generale del trasporto a fune con una breve descrizione delle tipologie di impianto, corredata dalle esperienze dell'autore nell'attività di valutazione di progetti dal punto di vista della sicurezza, con un particolare accento sui sistemi di automazione e controllo funiviari e le loro evoluzioni

Il trasporto a fune

- Impianti aerei: tipicamente utilizzato in montagna
- Impianti terrestri anche utilizzati in ambito urbano
- Entrambi hanno la caratteristica di essere in grado di superare pendenze elevate

Principali tipologie di impianti aerei

- Monofune
 - A collegamento permanente (ammorsamento fisso)
 - es. seggiovie
 - Movimento
 - Unidirezionale continuo
 - Unidirezionale intermittente (pulsé, grappoli)
 - A collegamento temporaneo (ammorsamento automatico)
 - Seggiovie, cabinovie
 - Movimento unidirezionale continuo
- Bifune (movimento a va e vieni)
- Tipologie speciali (es. funifor, 3s)

Principali tipologie di impianti terrestri

- Sciovia (skilift)
 - Traini a collegamento permanente
 - Movimento unidirezionale continuo
 - Viaggiatore con sci ai piedi
 - Per sport invernali
- Funicolare classica,
 - sede sulla quale scorrono i veicoli costituita da un binario
- People mover
 - Funicolari automatiche ad ammassamento automatico (collegamento temporaneo) o fisso su sede «ferroviaria»
 - Tipico utilizzo in ambito urbano ed in pianura (Perugia, Pisa, Venezia,...)

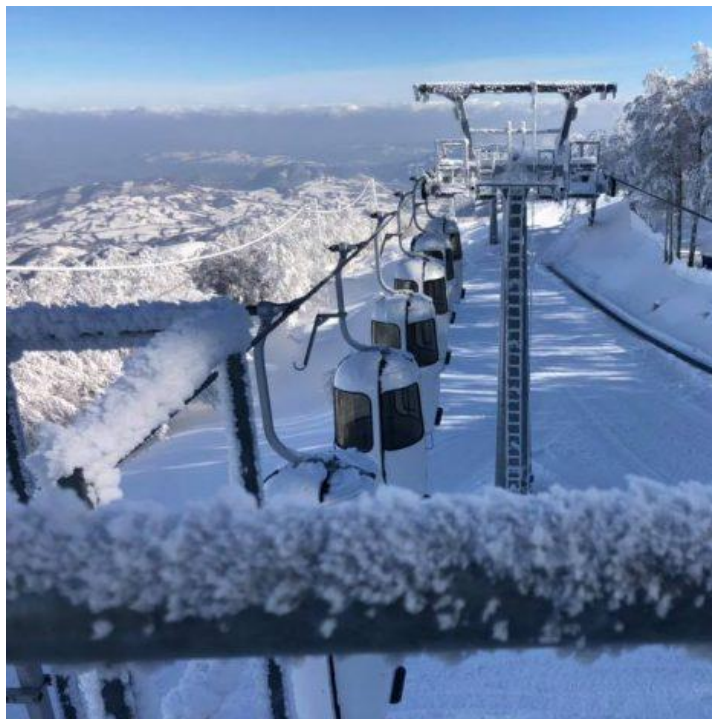
Es. people mover



Perugia



Pisa



Pulsé



Telecabina

Luoghi comuni

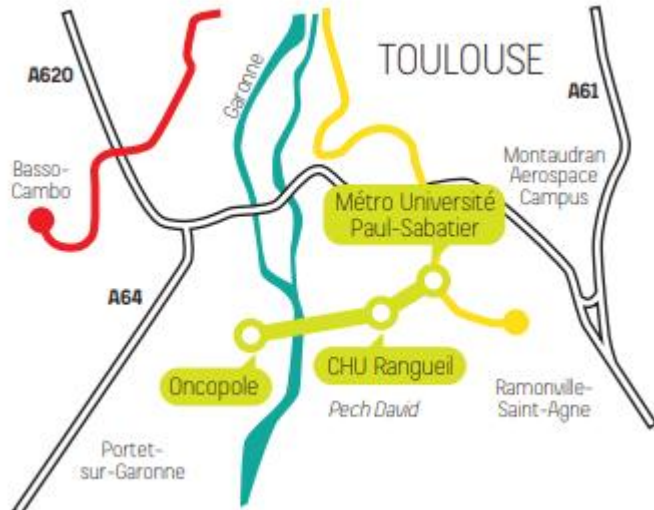
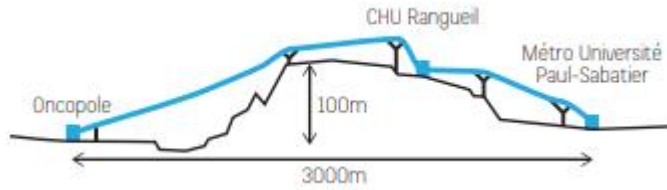
- Gli impianti a fune sono idonei soltanto in ambito montano collinare
- Sono sostanzialmente opere di ingegneria civile-meccanica

SFATIAMOLI: Analisi costi - benefici

Impianti urbani

- Vantaggi
 - Realizzazione rapida
 - Investimenti relativamente bassi
 - Elevata compatibilità ambientale (emissioni)
 - Bassa invasività
 - Connessione alla rete di trasporto
 - Attraversamento di ostacoli / altre infrastrutture

Toulouse

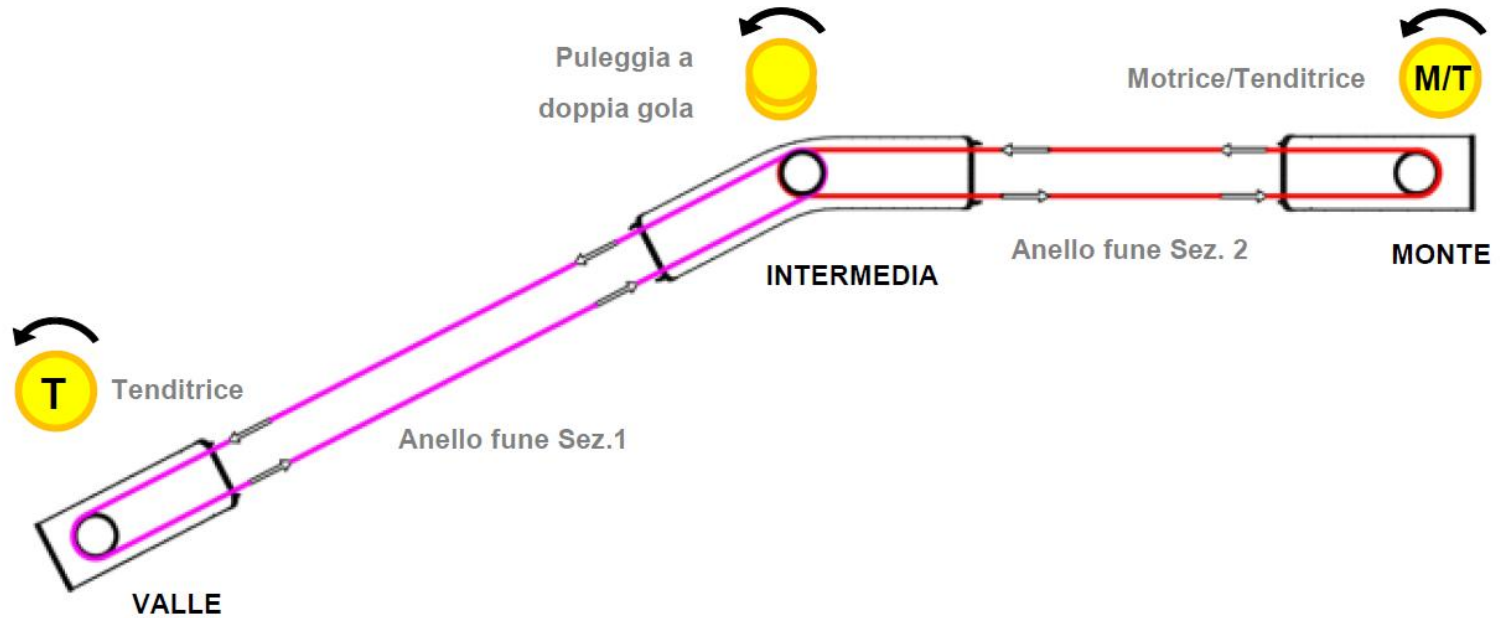


V commerciale : 20 km/h
Tempo di viaggio 10 min (30 min in auto)
Frequenza : 1 veicolo ogni 1'30".
Capacità :
15 cabine da 34 persone
1 500 pax/h/direzione
Previsione 8000 pax/giorno

Medellin



Esperienze....

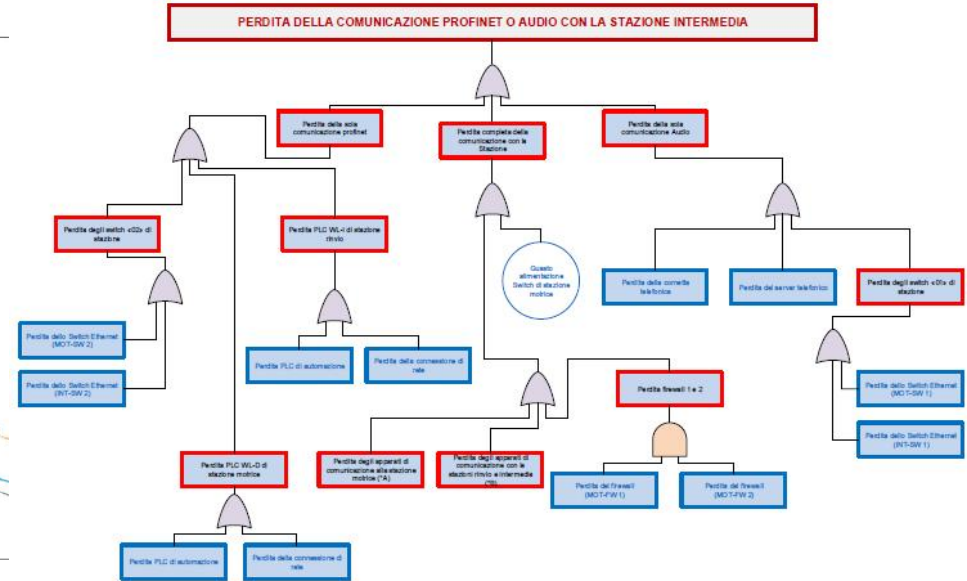
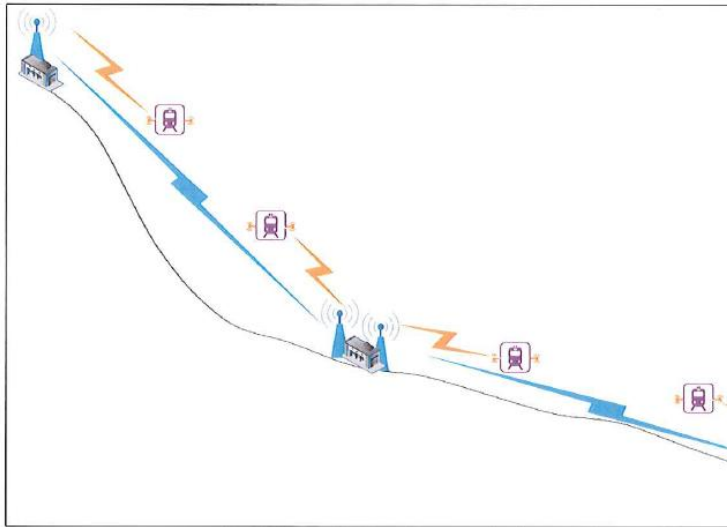


Esperienze...

- Funifor a soccorso integrato



Esperienze....

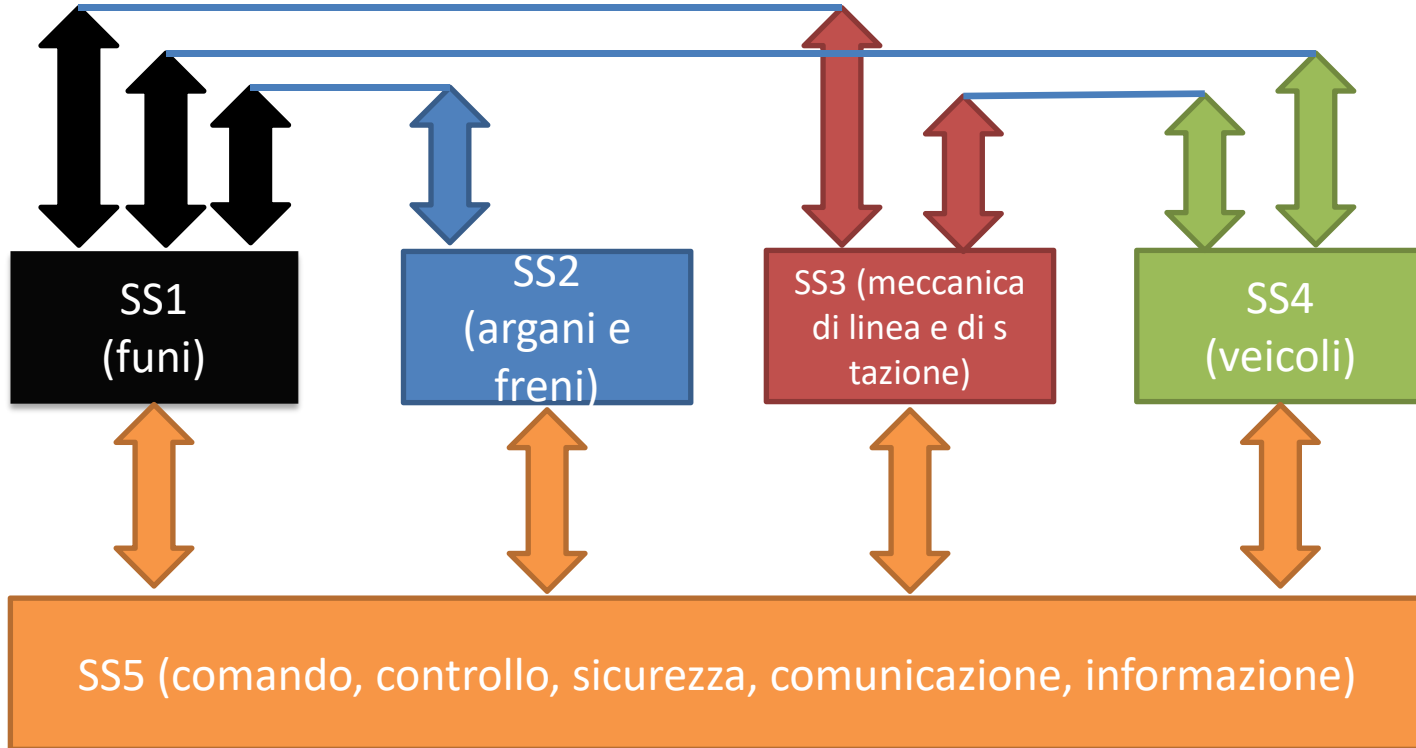


Sottosistemi

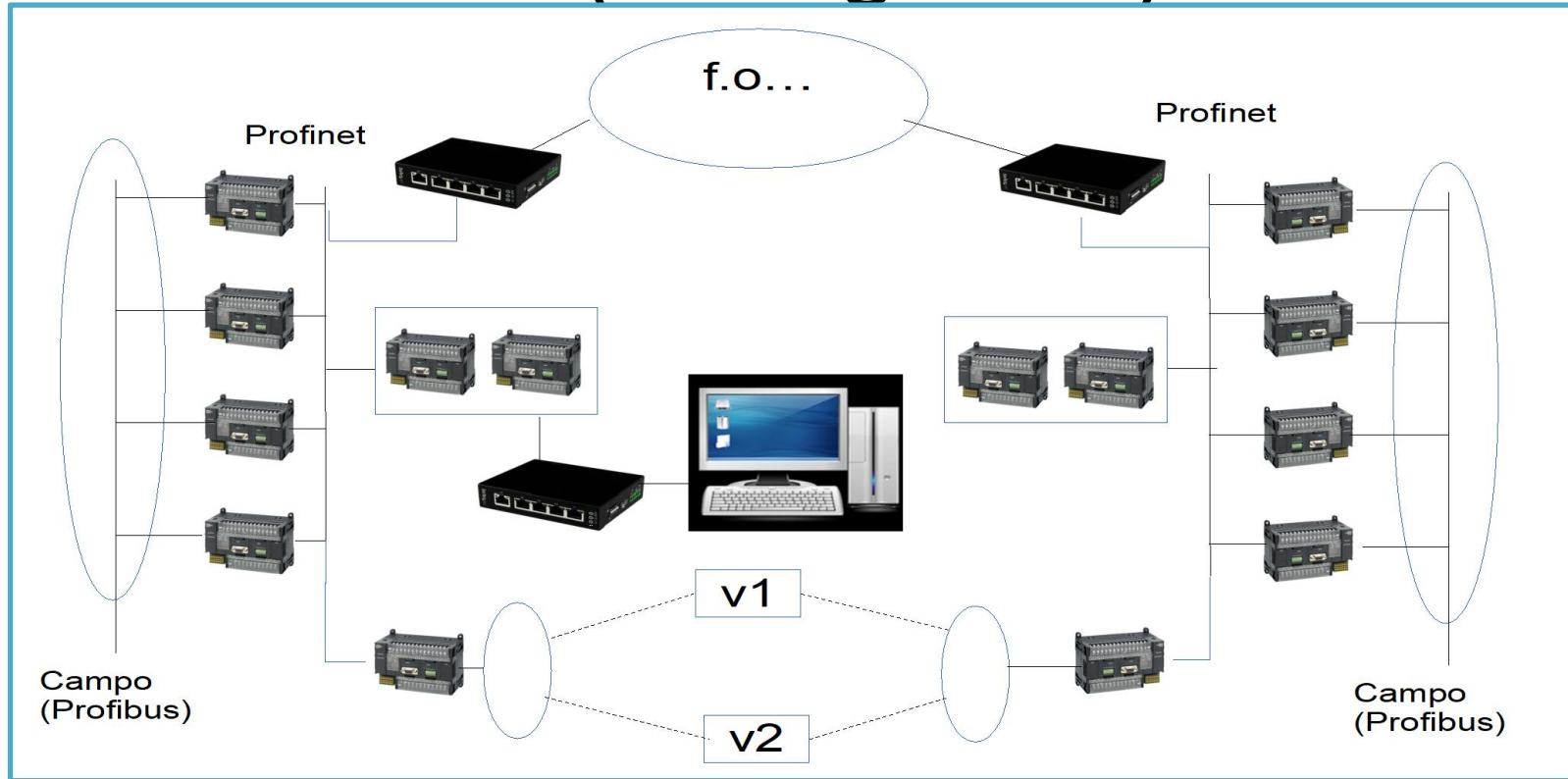
Reg. UE 424/2016: Un impianto a fune si compone delle infrastrutture e dei sottosistemi elencati di seguito:

- **1. Funi e attacchi di funi.**
 - **2. Argani e freni.**
 - **3. Dispositivi meccanici: 3.1. Dispositivi di tensione delle funi.3.2. Meccanismi delle stazioni. 3.3. Meccanica di linea.**
 - **4. Veicoli: 4.1. Cabine, sedili o dispositivi di traino.4.2. Sospensione.4.3. Carrelli. 4.4. Collegamenti con la fune.**
 - **5. Dispositivi elettrotecnici: 5.1. Dispositivi di comando, di controllo e di sicurezza. 5.2. Dispositivi di comunicazione e di informazione. 5.3. Dispositivi parafulmini.**
 - **6. Dispositivi di soccorso: 6.1. Dispositivi di soccorso fissi.6.2. Dispositivi di soccorso mobili.**
- + Infrastruttura**

Interfacce tra sottosistemi



Il sistema di comando e controllo funiviario (sorveglianza)



Analisi di sicurezza (es.)

Evento pericoloso	SS	Conseguenze	Dispositivo di protezione	(AK)(*)
Mancato ammorsamento	SS3. 2 SS5	...GKi	Dispositivi meccanici che garantiscano l'ammorsamento forzato in uscita stazione Sorveglianza elettrica della fase di Ammorsamento	
Inefficienza dei sistemi frenanti Mancato coordinamento dei sistemi frenanti	SS2 SS5	...GKi	Sorveglianza elettrica di mancata decelerazione per ogni sistema frenante Sorveglianza elettrica di eccesso velocità ...	

(*) Classe di sicurezza: Le caratteristiche intrinseche del dispositivo si determinano in funzione della categoria di rischio (conseguenze dell'evento) e della possibilità di prevenirle, secondo EN 13243.

Safety Integrity Level (SIL)

viene definito come il livello di riduzione del rischio garantito da una [Safety Instrumented Function \(SIF\)](#).

SIL <-> AK

GK1: nessun rischio per le persone;

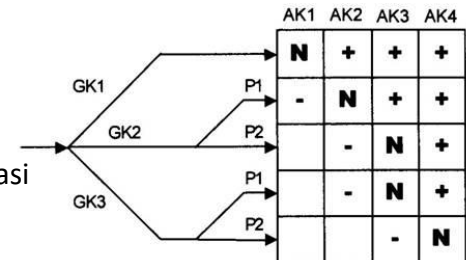
GK2: lesioni reversibili alle persone;

GK3: lesioni irreversibili, compreso la morte, alle persone.

Parametro P (possibilità di evitare il pericolo)

P1: possibilità di riduzione del rischio (si applica solo nei casi eccezionali);

P2: nessuna possibilità di ridurre il rischio.



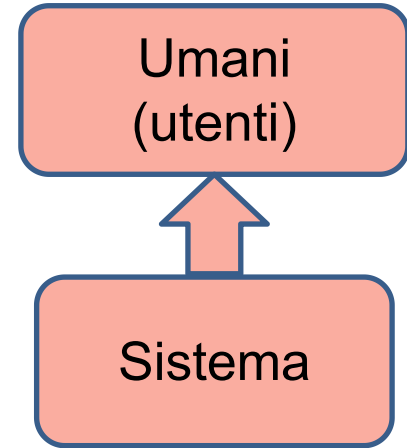
Sicurezza funzionale (functional safety)

- Sistemi e dispositivi elettrici, elettronici ed elettronici programmabili (E/E/EP) per applicazioni di *safety*, dispositivi
- EN IEC 61508 - SIL
- Norma specifica per impianti a fune **EN 13243**
- Safety Instrumented Systems: hanno il compito di assicurare la «safety» durante la fase di esercizio (impianto, processo) ed assicurare il raggiungimento di uno stato sicuro (es. arresto) quando vengono superate alcune soglie.
- Le funzioni di un SIS nel settore funiviario si chiamano «sorveglianze»
- Esempi: Sorveglianza dell'azionamento principale, del riduttore e della puleggia, dei freni, della velocità, del tensionamento, della posizione della fune

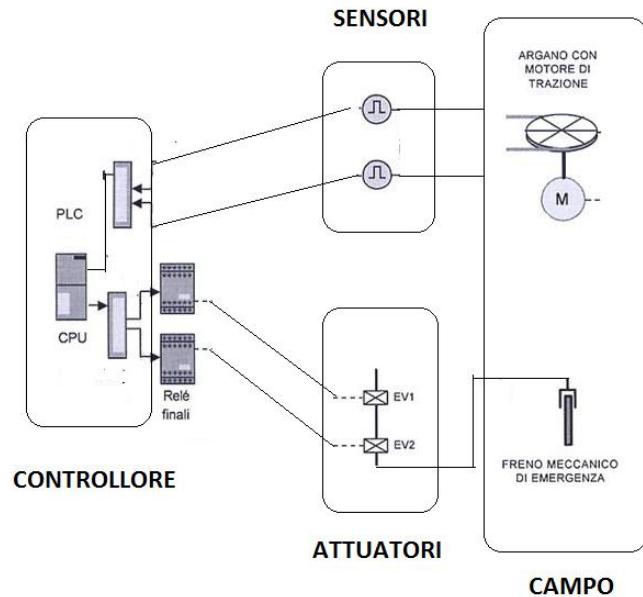
Faults

Failures

errors



Esempio di funzione di sicurezza



Sensori: trasduttori di velocità posizionati in modo tale da rilevare sia il movimento della fune che la rotazione del motore.

Nel PLC viene eseguito costantemente il confronto tra i segnali elettrici provenienti dai trasduttori di velocità.

In caso di discrepanza viene eseguito il comando di chiusura del freno di emergenza sulla puleggia motrice con conseguente arresto dell'impianto tramite la diseccitazione dei relè finali.

Impianti non presidiati

- Non sono previsti operatori nelle stazioni
 - Controllo degli accessi
 - Rilevamento di ostacoli
 - Controllo del piano di imbarco
- Postazione centrale di controllo, anche per più impianti

La funivia connessa.....

AUGMENTED REALITY

Smartphone

Sensors

APPs

WLAN

DEVICES

Remote assistance

Mountain Management



Predictive Maintenance

User Experience

Usability

HMI

SCADA

Smart Ropeway

CONNECTED ROPEWAY



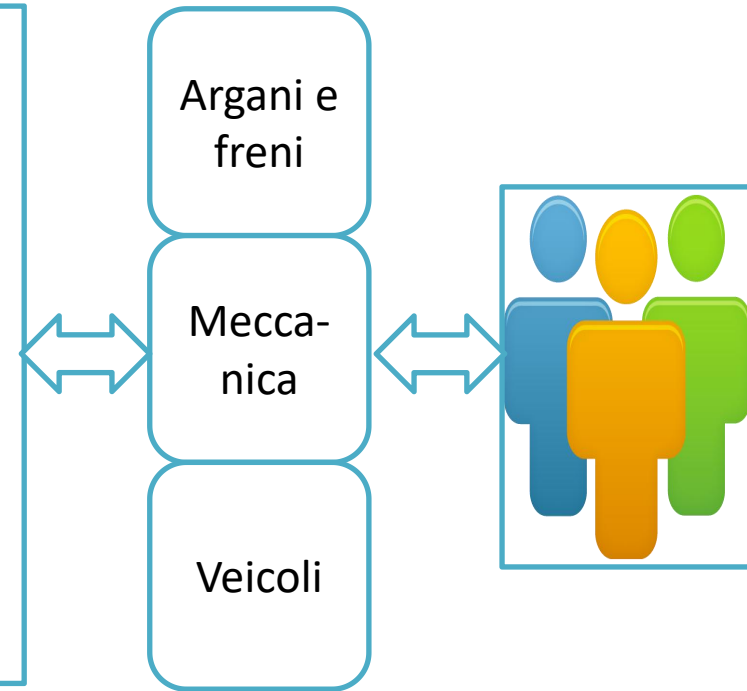
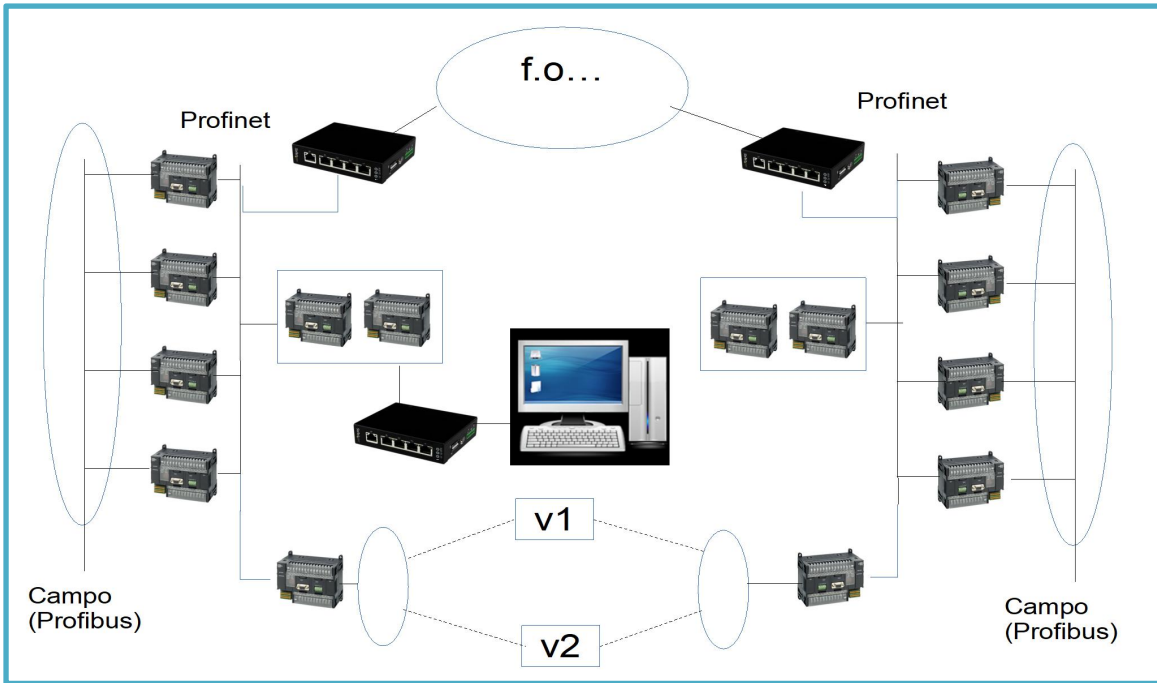
Supervisione-comando-controllo

- Postazione di controllo per l'esercizio dell'impianto
- Viste sinottiche, allarmi e funzioni di test

- Postazioni SCADA
- Disponibilità su palmari
- Telecomandi



Impianto a fune: sistema CYBER-FISICO



Per progettisti e systems integrators

**Analisi di “sicurezza” integrata:
safety + cybersecurity**

Possibili nuove frontiere

- Recepimento anche in ambito funivario dei principi della IEC 62443
- Evoluzione della EN Requisiti di sicurezza per gli impianti a fune progettati per il trasporto di persone - Apparecchiature elettriche ad esclusione di quelle per gli argani per recepire i principi del nuovo «Regolamento macchine»
- Estensione anche al trasporto a fune dei «codici di buona pratica» individuati a livello internazionale (UITP)

Grazie per l'attenzione

Ing. Giorgio Pizzi

giorgio.pizzi@mit.gov.it