

# LIAISON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne  
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese  
Sezione transfrontaliera

## NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO  
CUP C11J05000030001

### EQUIPEMENTS – IMPIANTI

ÉQUIPEMENTS DE SÉCURITÉ – IMPIANTI DI SICUREZZA  
GÉNÉRALITÉS – GENERALE  
GENERALITES – ELABORATI GENERALI

### CARACTERISTIQUES DES STATIONS METEO – RELAZIONE TECNICA CARATTERISTICHE STAZIONI METEO

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	Novembre 2012	Emission pour vérification C2B et validation C3.0 / Emissione per la verifica C2B e la validazione C3.0	B. PAQUET (SETEC)	M. PIHOUEE C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO
A	Décembre 2012	Emissione a seguito commenti LTF / CCF	B. PAQUET (SETEC)	M. PIHOUEE C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO
B	08/02/2013	Emissione a seguito commenti LTF / CCF	B. PAQUET (SETEC) R. DESCLODURE	M. PIHOUEE C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO

CODE DOC	P	D	2	C	2	B	T	S	3	1	5	9	5	B
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice		

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C2B	//	//	50	00	00	10	05
------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA
-

  
Tecnimont  
Civil Construction  
Dott. Ing. Aldo Marcarella  
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271/F



  
LYON TURIN FERROVIAIRE

LTF sas – 1091 Avenue de la Boisse – BP 80631 – F-73006 CHAMBERY CEDEX (France)  
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75  
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952  
Propriété LTF Tous droits réservés – Proprietà LTF Tutti i diritti riservati

Ce projet est financé par l'Union européenne (DG-TREN)



Questo progetto è cofinanziato dall'Unione europea (TEN-T)

## SOMMAIRE / INDICE

RESUME/RIASSUNTO .....	4
1. INTRODUZIONE .....	5
2. GLOSSARIO.....	6
3. PRESENTAZIONE DEL SISTEMA DI STAZIONE METEO .....	6
3.1 Aspetti generali .....	6
3.2 Obiettivi del sistema .....	6
3.3 Topologia e geometria delle strutture .....	7
3.4 Norme regolamentari .....	7
3.4.1 Direttive europee e norme STI.....	7
3.4.2 Regole CIG .....	8
3.5 Elenco dei vincoli e prestazioni .....	8
3.5.1 Vincoli.....	8
3.5.1.1 Vincoli di sicurezza.....	8
3.5.1.2 Vincoli ambientali.....	8
3.5.1.3 Vincoli d'uso e manutenzione.....	8
3.5.1.4 Vincoli di scalabilità .....	9
3.5.2 Prestazioni.....	9
4. ANALISI DELLE TECNOLOGIE .....	11
4.1 Misurazione della velocità del vento .....	11
4.1.1 Tecnologia dell'anemometro a rotore .....	11
4.1.1.1 Descrizione.....	11
4.1.1.2 Vantaggi .....	12
4.1.1.3 Inconvenienti.....	13
4.1.2 Tecnologia dell'anemometro a ultrasuoni.....	13
4.1.2.1 Descrizione.....	13
4.1.2.2 Vantaggi .....	13
4.1.2.3 Inconvenienti.....	13
4.1.3 Riassunto.....	13
4.2 Misurazione della direzione del vento .....	13
4.2.1 Tecnologia a potenziometro.....	14
4.2.1.1 Descrizione.....	14
4.2.1.2 Vantaggi .....	14
4.2.1.3 Inconvenienti.....	14
4.2.2 Tecnologia ad ultrasuoni .....	14
4.2.2.1 Descrizione.....	14
4.2.2.2 Vantaggi .....	15
4.2.2.3 Inconvenienti.....	15
4.2.3 Riassunto.....	15
4.3 Rilevamento di precipitazioni.....	15
4.3.1 Tecnologia di misurazione radar .....	15
4.3.1.1 Descrizione.....	15
4.3.1.2 Vantaggi .....	15
4.3.1.3 Inconvenienti.....	16

4.3.2	Tecnologia di misurazione con bilancia.....	16
4.3.2.1	Descrizione.....	16
4.3.2.2	Vantaggi.....	16
4.3.2.3	Inconvenienti.....	16
4.3.3	Riassunto.....	16
5.	STUDIO DELL'ARCHITETTURA E ANALISI FUNZIONALE .....	16
5.1	Architettura.....	16
5.1.1	Sensori.....	16
5.1.2	Cavi di trasmissione e di alimentazione elettrica.....	17
5.1.3	Sistema di elaborazione .....	18
5.1.4	Interfacce.....	18
5.2	Analisi funzionale.....	18
5.2.1	Equipaggiamento del territorio .....	19
5.2.2	Elaborazione locale .....	19
5.2.3	Sistema di supervisione.....	19
6.	SINOTTICA D'INSTALLAZIONE DEI SENSORI, SCHEMA D'ARCHITETTURA, DISEGNO DI DETTAGLIO.....	19
6.1	Architettura generale .....	20
7.	REQUISITI TECNICI.....	21
7.1	Sensore di temperatura e d'igrometria dell'aria .....	21
7.2	Rilevatore di precipitazioni.....	22
7.3	Misurazione dell'altezza della neve.....	23
7.4	Sensore di pressione atmosferica.....	23
7.5	Sensore di velocità e della direzione del vento.....	24
7.6	Sensore di temperatura a livello della rotaia.....	25
8.	ELEMENTI RELATIVI ALL'INSTALLAZIONE E ALLA MANUTENZIONE.....	26
8.1	Installazione .....	26
8.1.1	Descrizione .....	26
8.2	Manutenzione .....	26
8.2.1	Preventiva .....	27
8.2.2	Correttiva .....	27
8.2.3	Modernizzazione o manutenzione straordinaria .....	28
9.	BILANCIO DELLA POTENZA.....	28
10.	ALLEGATI.....	29
10.1	Allegato 1.....	29
10.2	Allegato 2.....	29
10.3	Allegato 3.....	32

### LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

<b>Figura 1</b>	– Principio dell'anemometro a coppette.....	12
<b>Figura 2</b>	- Principio dell'anemometro a elica.....	12
<b>Figura 3</b>	- Collegamento anemometro e coppetta .....	12
<b>Figura 4</b>	- Principio banderuola.....	14
<b>Figura 5</b>	– Schema a blocchi della stazione meteo .....	20
<b>Figura 6</b>	- Architettura generale delle stazioni meteo .....	21

## RESUME/RIASSUNTO

La section transfrontalière de la partie commune de la nouvelle ligne ferroviaire Lyon – Turin comprend les ouvrages suivants :

- Les raccordements à la ligne historique de Saint Jean de Maurienne
- La gare internationale de Saint Jean de Maurienne
- Le site de sécurité et de maintenance de Saint Jean de Maurienne
- Le tunnel de base
- La gare internationale de Suse
- Le site de sécurité et de maintenance de Suse
- Le tunnel d'interconnexion
- Les raccordements à la ligne historique de Bussoleno.

Afin d'alerter le PCC pour que des mesures d'exploitation et/ou de sécurité soient prises dans les meilleurs délais, différents systèmes surveillent les parties ferroviaires et non ferroviaires de cette zone.

Les paramètres météorologiques pouvant avoir une influence sur l'exploitation ferroviaire, des stations météo sont implantées dans les zones à l'air libre, à Saint Jean de Maurienne et à Suse.

Les informations transmises au PCC sont :

- Température et hygrométrie de l'air
- Vitesse du vent
- Direction du vent
- Précipitations
- Température au niveau du rail
- Hauteur de neige
- Pression atmosphérique

La sezione transfrontaliera della parte comune della nuova linea ferroviaria Torino - Lione comprende le seguenti opere:

- I raccordi con la linea storica di Saint Jean de Maurienne
- La stazione internazionale di Saint Jean de Maurienne
- Il sito di sicurezza e di manutenzione di Saint Jean de Maurienne
- La galleria di base
- La stazione internazionale di Susa
- Il sito di sicurezza e di manutenzione di Susa
- La galleria d'interconnessione
- I raccordi con la linea storica di Bussoleno.

Al fine di allertare il PCC perché siano adottati provvedimenti operativi e/o di sicurezza il più presto possibile, vari sistemi controllano le parti ferroviarie e non ferroviarie di questa zona.

Poiché i parametri meteorologici possono esercitare un'influenza sull'esercizio ferroviario, sono state installate delle stazioni meteo nelle zone all'aria aperta, a Saint Jean de Maurienne e a Susa.

Le informazioni trasmesse al PCC sono :

- Temperatura ed igrometria dell'aria
- Velocità del vento
- Direzione del vento
- Precipitazioni
- Temperatura a livello della rotaia
- Altezza della neve
- Pressione atmosferica

## 1. Introduzione

Il governo italiano ed il governo francese hanno deciso di intraprendere la realizzazione di una linea ferroviaria nuova che colleghi Torino e Lione. Questo progetto consiste, innanzitutto, nella pianificazione di un itinerario per il trasporto merci ad elevate prestazioni per poter attraversare le Alpi, destinato soprattutto a limitare il traffico stradale che transita su queste zone ecologicamente sensibili.

Questo nuovo collegamento comporterà anche una dimensione viaggiatori importante, nella misura in cui esso collegherà le reti ad alta velocità di Italia e Francia, offrendo anche tempi di percorrenza ridotti tra le due regioni frontaliere di attrazione che sono il Piemonte e la Savoia.

Benché si componga di tre sezioni distinte, di cui due nazionali, solo la parte comune italo-francese, detta « internazionale » tra Saint-Jean de Maurienne e Bussoleno è oggetto del nostro studio.

La sezione così considerata avrà una lunghezza totale pari a circa 67 Km e le principali opere che ne faranno parte saranno le seguenti:

- I raccordi alla linea storica di Saint Jean de Maurienne,
- La stazione internazionale di Saint Jean de Maurienne,
- L'area di sicurezza e manutenzione di Saint Jean de Maurienne,
- Il tunnel di base da 57 Km, che comprende:
  - La discenderia di Saint Martin de la Porte,
  - La discenderia di La Praz,
  - L'area di sicurezza sotterranea di La Praz
  - Il pozzo di ventilazione di Avrieux
  - La discenderia di La Modane,
  - L'area di sicurezza sotterranea di Modane,
  - Il pozzo di ventilazione di Clarea,
  - L'area di sicurezza sotterranea di Clarea,
  - Il tunnel di Maddalena
- La stazione internazionale di Susa,
- L'area di sicurezza e manutenzione di Susa,
- Il tunnel di interconnessione della lunghezza di 2 Km,
- I raccordi alla linea storica di Bussoleno.

Per gestire la sezione internazionale saranno utilizzati due Posti di Comando Centralizzati (PCC). 1 PCC situato a Saint Jean de Maurienne e 1 PCC a Susa. Uno delle due è attivo mentre l'altro è in stand-by.

## 2. Glossario

C2	Cavo non propagatore di fiamme
CIG	Commissione Intergovernamentale franco-italiano
CR1/C1	Cavo resistente al fuoco e non propagatore d'incendio
GTF	Gestione Tecnica Ferroviaria
IK	Indice di resistenza agli urti meccanici
IP	Indice di Protezione
LTF	Lione Torino Ferroviario
PCC	Postazione di Comando Centralizzato
RFF	Rete Ferroviaria Francese
RFI	Rete Ferroviaria Italiana
STI	Specifiche Tecniche d'Interoperabilità
TGBT	Quadro Generale Bassa Tensione
UIC	Unione Internazionale delle Ferrovie

## 3. Presentazione del sistema di stazione meteo

Presenteremo qui le stazioni meteo installate come dispositivi di sicurezza.

Per fare ciò, dopo aver ricollocato il sistema nel suo contesto e delineato i suoi obiettivi, rivolgeremo l'attenzione alle opere ed ai quadri normativi che lo influenzano.

Elencheremo infine i vincoli cui è soggetto e le prestazioni da raggiungere.

### 3.1 Aspetti generali

Data la conformazione geografica dell'area franco-italiana del collegamento ferroviario Torino Lione nell'alta valle alpina (altezza tra i 500 e i 1000 m), dell'influenza dei parametri meteorologici sull'esercizio ferroviario (vento, gelo, pressione atmosferica, neve) ci pare utile raccogliere dati meteorologici specifici per quest'opera nonostante la diffusione d'informazioni meteorologiche nazionali (francesi e italiane).

### 3.2 Obiettivi del sistema

L'obiettivo del presente sistema consiste nel raccogliere le seguenti informazioni meteorologiche:

- Misura della velocità e della direzione del vento per permettere, in caso di forte vento trasversale, di innescare la circolazione degradata dei treni merci e d'autostrada ferroviaria (AF), e di informare gli operatori ferroviari circa il rischio di scivolamento della catenaria oltre l'area di normale attrito del pantografo,
- Analisi del rischio di gelo per permettere di attivare il riscaldamento degli interruttori e di informare gli operatori ferroviari circa le possibilità di gelo della catenaria e delle rotaie,
- Misura della pressione atmosferica alle estremità della galleria per permettere di informare il sistema di controllo dei fumi in caso d'incendio,

- Misura delle precipitazioni e analisi delle altezze della neve per permettere di avviare le operazioni di sgombrò della neve.

### 3.3 Topologia e geometria delle strutture

Le opere che avranno un impatto sulle stazioni meteo sono :

- Dimensioni complessive del tracciato,
- Il profilo longitudinale,
- L'installazione degli impianti ferroviari.

### 3.4 Norme regolamentari

Il presente paragrafo identifica le regole, le norme e gli standard differenti in Europa, in Italia, in Francia e a livello internazionale che hanno un impatto sullo studio delle stazioni meteo.

La priorità d'applicazione delle regole prese in considerazione per questo progetto sarà conforme alla Sottomissione 37 relativa ai principi della norma regolamentare di sicurezza (§2.5 Gerarchia delle norme):

- Le direttive europee e le norme STI si applicano in modo prioritario al progetto,
- In mancanza, le regole stabilite dalla CIG primeggiano sulle regole nazionali. La CIG può stabilire delle norme più rigide rispetto alle direttive europee ed alle norme STI tranne per il materiale su rotaie,
- In mancanza di direttive europee, di norma STI o di regole della CIG, si applica la norma nazionale più rigida, con riserva del mantenimento della coerenza dell'insieme delle disposizioni.

Le regole sono le stesse sull'insieme della parte comune (ossia nelle due gallerie di base e interconnessione).

#### 3.4.1 Direttive europee e norme STI

In questo paragrafo elenchiamo l'insieme delle norme e direttive europee nonché le specifiche tecniche d'interoperabilità.

- Specifiche tecniche d'interoperabilità riprese dalle seguenti decisioni del Consiglio Europeo: 2002/730/CE, 2002/731/CE, 2002/732/CE, 2002/733/CE, 2002/734/CE, e 2002/735/CE,
- Direttive del Consiglio Europeo 96/48/CE (relative all'interoperabilità ferroviaria ad alta velocità in materia di sicurezza),
- Direttive del Consiglio Europeo n. 73/23/EEC: "Direttive bassa tensione",
- Serie EN 60-584 sulle termocoppie
  - EN 61587-1 : "prove climatiche, meccaniche e aspetti della sicurezza",
  - EN 61587-3 : "prove di funzionamento della schermatura elettromagnetica".

### **3.4.2 Regole CIG**

Non abbiamo identificato nessun criterio CIG applicabile alle stazioni meteo.

## **3.5 Elenco dei vincoli e prestazioni**

Dopo aver enunciato gli aspetti generali sulle stazioni meteo e considerato le opere e le norme che le vincolano, identifichiamo i limiti fisici ai quali queste sono sottoposte, dopodiché elenchiamo le prestazioni da raggiungere.

### **3.5.1 Vincoli**

Al fine di essere chiari, i vincoli sono stati suddivisi in vari punti.

Per iniziare, analizziamo i vincoli stabiliti per ragioni di sicurezza, seguiti dall'ambiente nel quale è installato il sistema, e successivamente i vincoli legati all'uso e alla manutenzione del lavoro ed infine i vincoli di realizzazione e di evoluzione.

#### **3.5.1.1 Vincoli di sicurezza**

In conformità con le ipotesi indicate nel file di riferimento dei dati d'immissione, noi abbiamo proposto, per le stazioni meteo, di misurare:

- La temperatura e l'igrometria dell'aria,
- La velocità e la direzione del vento,
- Le temperature a livello della rotaia,
- L'altezza della neve,
- Il rilevamento delle precipitazioni,
- La pressione atmosferica.

#### **3.5.1.2 Vincoli ambientali**

- Da entrambi i lati delle gallerie, i vincoli saranno quelli di una valle alpina ad un'altezza di 600 m,
- Le vibrazioni generate dal passaggio del treno saranno notevoli,
- Variazioni d'aria al passaggio del treno,
- La tabella delle influenze esterne ispirata alla CEI 364-3 è acclusa nell'Allegato 2.

#### **3.5.1.3 Vincoli d'uso e manutenzione**

- Uso

I treni circoleranno ad una velocità inferiore o pari a 220 km/h.

- Manutenzione

Per maggiore chiarezza, precisiamo le seguenti nozioni:

“Per manutenzione preventiva, s’intende un tipo di manutenzione eseguita ad intervalli prestabiliti o conformemente ai criteri indicati e che è volta a ridurre le probabilità di guasto o il degrado del funzionamento di un componente.

Per manutenzione correttiva s’intende la manutenzione eseguita in seguito alla constatazione di un guasto ed è volta a ripristinare un componente rendendolo nuovamente in grado di eseguire la funzione necessaria.

Per manutenzione straordinaria s’intende un’azione intrapresa in modo volontario al fine di migliorare l’affidabilità e/o rinforzare l’infrastruttura per mezzo d’interventi che aumentino il valore del patrimonio.”

o Correttiva :

Tutti i pezzi necessari per la manutenzione dovranno essere disponibili per 15 anni.

o Eccezionale :

Il sistema potrà essere sostituito solo dopo almeno 15 anni di funzionamento.

#### **3.5.1.4 Vincoli di scalabilità**

- Il dimensionamento delle stazioni meteo dovrà essere tale da ospitare i sensori aggiuntivi che potrebbero essere installati dopo la messa in servizio della galleria. Esse potranno ospitare fino al 20% di sensori supplementari,
- I nuovi impianti installati, per tenere conto della scalabilità del sistema dopo la messa in servizio della galleria, dovranno potersi interfacciare con gli impianti già in funzione.

#### **3.5.2 Prestazioni**

Dopo aver considerato i diversi vincoli ai quali è soggetto il sistema delle stazioni meteo, noi definiamo qui le prestazioni che esso dovrà raggiungere e che sono state suddivise in sei punti. Vedremo in primo luogo le prestazioni generali, quindi quelle legate alla precisione della misura seguita da quelle di funzionamento, di manutenzione, di fattibilità e di disponibilità.

- Generalità

Le stazioni meteo dovranno soddisfare l’insieme dei vincoli sopra indicati.

- Precisione della misura

o Misura della temperatura e dell’igrometria dell’aria :

- Misurare temperature che vanno da -30 °C a +60 °C con una precisione di 1 °C,
- Misurare un’umidità che va da 0 a 100 % con una precisione del 3 %.

o Misura della velocità e della direzione del vento :

- Definire la direzione del vento tra 0 e 358 ° con una precisione di 3 gradi,
- Definire la velocità del vento per venti che vanno da 0 a 50 m/s con una precisione di 0,3 m/s.

- o Misura della temperatura a livello della rotaia :
  - Misurare la temperatura a livello della rotaia per temperature che vanno da -30 °C a +60 °C con una precisione di 1 °C,
- o Misura dell'altezza della neve :
  - Misurare le altezze di neve da 0 cm a 3 m, con una precisione millimetrica.
- o Misura della pressione atmosferica
  - Misurare le pressioni comprese tra 800 e 1200 hPa, con una precisione di 3 hPa.
- o Rilevamento di precipitazioni :
  - Rilevare l'inizio delle precipitazioni,
  - Differenziare tra pioggia e neve,
  - Misurare le quantità cadute,
  - Risoluzione di 0,1 mm
- Funzionamento
  - o Misura della temperatura e dell'igrometria dell'aria :
    - Innescare un allarme quando la temperatura dell'aria non è compresa tra + 5 °C e 30 °C,
    - Innescare un allarme quando l'igrometria dell'aria non è compresa tra il 10 e il 60 %.
  - o Misura della velocità e della direzione del vento :
    - Innescare un allarme quando la velocità del vento supera i 17 m/s,
    - Per la direzione del vento non sarà necessario innescare nessun allarme. I valori dovranno tuttavia essere accessibili al PCC per informazione, in particolare per la ventilazione.
  - o Misura della temperatura a livello della rotaia :
    - Innescare un allarme quando la temperatura a livello della rotaia è inferiore a + 3 °C.
  - o Misura dell'altezza della neve :
    - Innescare un allarme quando l'altezza della neve è superiore a 70 cm.
  - o Misura della pressione atmosferica :
    - Non sarà necessario innescare nessun allarme. I valori dovranno tuttavia essere accessibili al PCC in caso di accensione della ventilazione.
  - o Rilevamento di precipitazioni :
    - Innescare un allarme in caso di comparsa di neve,
    - Le altre misure dovranno essere accessibili, su richiesta, dal PCC.
- Manutenzione
  - o Preventiva :

Il periodo tra due manutenzioni preventive non sarà inferiore a 3 mesi.
  - o Correttiva :

I pezzi sostituiti nel corso di una manutenzione correttiva saranno tali da funzionare per almeno un anno.

- Fattibilità
  - o I valori reinviati dai sensori dovranno essere compresi nella gamma di precisione e saranno considerati come corretti,
  - o Una volta terminato il periodo di prova, il sistema dovrà produrre al massimo un falso allarme ogni 1 000 allarmi generati.
- Disponibilità
  - o Il sistema dovrà essere disponibile 24/24h durante il funzionamento.

#### 4. Analisi delle tecnologie

Al fine di scegliere le tecnologie disponibili e maggiormente appropriate per le stazioni meteo, raffrontiamo le diverse tecnologie presenti sul mercato. Per fare ciò ne forniamo una breve descrizione funzionale prima di indicarne vantaggi e svantaggi.

Tenuto conto del fatto che i sensori utilizzabili sono omologati da Météo France, il mercato non propone una gran varietà di tecnologie. Le misurazioni della temperatura e dell'igrometria dell'aria, della pressione atmosferica, dell'altezza della neve e della temperatura a livello della rotaia sono standard. Di conseguenza noi non le paragoneremo qui. Prenderemo quindi in considerazione diverse tecnologie esistenti per misurare la velocità del vento, quindi la sua direzione, e infine concluderemo con il rilevamento delle precipitazioni.

L'insieme delle tecnologie identificate sarà riassunto nell'Allegato 1.

##### 4.1 Misurazione della velocità del vento

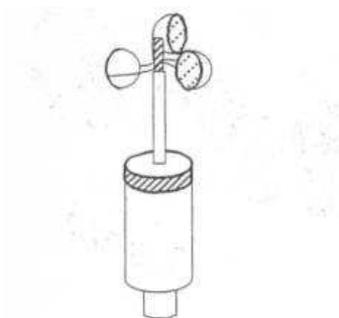
Esistono parecchie tecniche per misurare la velocità del vento, dalle più antiche ispirate ai mulini a vento e basate su una generatrice ad elica a quelle più recenti basate sugli ultrasuoni. Qui noi raffrontiamo questi due metodi in ordine di comparsa sul mercato.

###### 4.1.1 Tecnologia dell'anemometro a rotore

Incominciamo a considerare la tecnologia più antica, basata su una generatrice guidata da una ruota sensibile ai flussi d'aria.

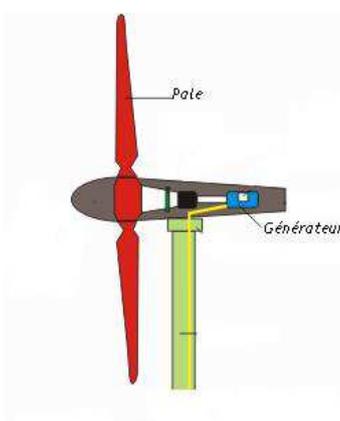
###### 4.1.1.1 Descrizione

Un sensore verticale montato su cuscinetti a sfere offre resistenza al vento. Quando il vento colpisce la ruota a coppette, questa aziona un rotore che genera una corrente alternata la cui frequenza è proporzionale alla velocità del vento. Il processo è visibile nell'immagine che segue:



*Figura 1 – Principio dell'anemometro a coppette*

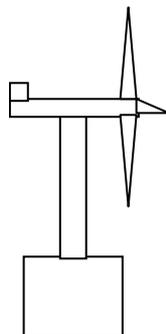
Lo stesso principio di funzionamento si ritrova sui rilevatori orizzontali su cui è presente un'elica che aziona un rotore generante anch'esso, nello stesso modo, una corrente alternata che ha una frequenza proporzionale alla velocità del vento.



*Figura 2 - Principio dell'anemometro a elica*

#### **4.1.1.2 Vantaggi**

Utilizzando un'elica orizzontale, si può mettere su uno stesso sensore l'anemometro e la coppetta, come mostrato nella figura 3. Questa tecnica antica è inoltre ampiamente testata e garantisce una lunga durata.



*Figura 3 - Collegamento anemometro e coppetta*

#### **4.1.1.3 Inconvenienti**

Il fatto di avere un movimento meccanico implica un rischio d'usura e d'intervento sul sito per attività di manutenzione più frequenti che se non vi fosse nessun gioco di tipo meccanico. La velocità di rotazione della ruota a coppette non è lineare con l'aumento del vento, poiché il flusso diventa turbolento attorno ad essa. Questo tipo di sensore richiede una pulizia regolare per evitare l'incrostazione delle parti mobili.

#### **4.1.2 Tecnologia dell'anemometro a ultrasuoni**

Dopo aver considerato la generatrice, analizziamo qui una tecnica più moderna a base d'onde ultrasuono.

##### **4.1.2.1 Descrizione**

Il flusso d'aria attraversa una zona di quattro celle ad ultrasuoni: due sensori e due ricevitori. A partire dal tempo di percorrenza misurato tra due celle, è possibile dedurre la velocità del vento che penetra tra le celle ultrasuoni.

##### **4.1.2.2 Vantaggi**

Questo procedimento non richiede quasi nessuna manutenzione. Non si deve inoltre prevedere nessuna sostituzione meccanica. Infine, tenuto conto dello scarto possibile tra le due celle, pari a qualche decina di centimetri, esso consente di effettuare una misurazione su una superficie piuttosto che su un punto. Poiché gli intervalli di misurazione sono estremamente brevi, ciò permette di misurare i picchi di vento. L'anemometro ad ultrasuoni garantisce inoltre una buona precisione di misura. Questo tipo di sensore definisce inoltre la direzione del vento.

##### **4.1.2.3 Inconvenienti**

Per evitare che la neve vi si accumuli e impedisca le misurazioni, il dispositivo deve essere provvisto di un sistema di riscaldamento. La misura della velocità del vento è inoltre legata alla temperatura dell'aria, il sistema deve disporre di questa misura per poter definire la velocità. Questo dispositivo, inoltre, misura solo la componente orizzontale del vento. Infine il prezzo di questi sensori è nettamente più elevato di quello basato sul rotore.

#### **4.1.3 Riassunto**

Per motivi di costo e poiché alcuni costruttori offrono rotori robusti, si considererà la tecnologia a rotore piuttosto che quella ad ultrasuoni. Si privilegerà quindi un'elica ad una ruota a coppette per raggruppare l'anemometro e la banderuola al fine di avere un solo dispositivo da collocare sul palo.

## **4.2 Misurazione della direzione del vento**

Dopo aver raffrontato le differenti tecnologie di misurazione della velocità del vento, noi considereremo qui le diverse possibilità per misurarne la direzione. Inizieremo dalla tradizionale banderuola seguita da una tecnica più moderna a base di onde ultrasuono.

## **4.2.1 Tecnologia a potenziometro**

Consideriamo qui il funzionamento della classica banderuola oltre ai suoi vantaggi e svantaggi.

### **4.2.1.1 Descrizione**

La banderuola è montata su un potenziometro che ha una traiettoria di 360 ° e senza fermata. Ad ogni cambiamento della direzione del vento la resistenza subisce una variazione che, una volta misurata, consente di dedurre l'angolo del vento in riferimento al nord.



*Figura 4 - Principio banderuola*

### **4.2.1.2 Vantaggi**

La banderuola può essere unita all'anemometro, con una riduzione del numero dei sensori da installare. Inoltre è di facile concezione e non richiede una manutenzione complicata.

### **4.2.1.3 Inconvenienti**

Il costo di questo tipo di sensori è essenzialmente imputabile alle tecniche implementate nel potenziometro per ottenere le prestazioni desiderate. Per i movimenti meccanici può essere necessaria una notevole frequenza di manutenzione.

## **4.2.2 Tecnologia ad ultrasuoni**

Dopo aver considerato la banderuola, che funziona in base ad un potenziometro, studiamo qui una tecnica più recente basata sulle onde ultrasuono.

### **4.2.2.1 Descrizione**

Il flusso d'aria attraversa un'area di quattro celle ad ultrasuoni : due sensori e due ricevitori. Partendo dalle misure effettuate per definire la velocità dell'aria, il sensore definisce anche le coordinate cartesiane del vettore della velocità. Queste sono in seguito convertite in coordinate polari per ottenere una misura dell'angolo rispetto al nord.

#### **4.2.2.2 Vantaggi**

Tale processo non richiede praticamente manutenzione. Non si deve inoltre prevedere nessuna sostituzione meccanica. Questo tipo di sensore definisce inoltre la velocità del vento. Infine la misurazione della direzione viene effettuata con un buon livello di precisione.

#### **4.2.2.3 Inconvenienti**

Per evitare che la neve vi si accumuli, impedendo le misurazioni, il dispositivo deve essere dotato di un sistema di riscaldamento.

La misurazione della direzione del vento è inoltre condizionata da quella della velocità del vento che è essa stessa legata alla temperatura dell'aria. Il sistema deve poter disporre di tale misura per poter definire la velocità. Il prezzo di questi sensori è nettamente più elevato di quello basato sul potenziometro.

#### **4.2.3 Riassunto**

Si considererà la tecnologia con potenziometro per la relativa fattibilità dei costi e semplicità tecnologica.

### **4.3 Rilevamento di precipitazioni**

Dopo aver raffrontato le diverse tecnologie che consentono di misurare la velocità e la direzione del vento, concluderemo quest'analisi delle tecnologie con le diverse possibilità di rilevamento delle precipitazioni. Inizieremo con una misurazione che impiega un radar Doppler, seguita da una che utilizza una bilancia.

#### **4.3.1 Tecnologia di misurazione radar**

Presentiamo qui la prima tecnica che permette di misurare le precipitazioni mediante un radar Doppler.

##### **4.3.1.1 Descrizione**

Questo sensore misura la velocità delle gocce mediante un radar Doppler. Come per i radar stradali, l'onda emessa viene riflessa dalla goccia con uno slittamento di frequenza. Tale slittamento è direttamente proporzionale alla velocità di quest'ultima.

La definizione del tipo di precipitazione si effettua mediante la velocità di caduta: effettuando la correlazione tra la velocità e la dimensione delle gocce, il sensore è in grado di definire il volume della precipitazione.

##### **4.3.1.2 Vantaggi**

Questo tipo di sensore completo riunisce nello stesso apparecchio diverse funzioni di misura. Esso non necessita quasi di manutenzione e garantisce infine un tempo di risposta rapido e una buona risoluzione.

### **4.3.1.3 Inconvenienti**

Poiché tale sensore funziona in base allo stesso principio dei radar stradali, esso rileverà anche gli oggetti in movimento nel proprio campo d'azione. Tali oggetti disturberanno pertanto la misurazione. Poiché il sensore ha un raggio d'azione di 10 m, ciò costituirà un problema per gli ambienti poco spaziosi.

### **4.3.2 Tecnologia di misurazione con bilancia**

Dopo aver analizzato il radar Doppler che consente il rilevamento delle precipitazioni, analizziamo qui un procedimento a bilancia.

#### **4.3.2.1 Descrizione**

Questo sensore misura la quantità di precipitazione mediante un effetto bilancia. Appena il ricettacolo contiene 2 cm<sup>3</sup>, questo bascula, si svuota e crea un impulso elettrico. A partire dal numero di impulsi per l'unità di tempo, il sensore è in grado di definire, oltre la quantità di precipitazioni, se piove o no.

#### **4.3.2.2 Vantaggi**

Questo sistema, più antico, è stato ampiamente testato.

#### **4.3.2.3 Inconvenienti**

E' necessario aggiungere l'opzione di riscaldamento per questo sensore affinché non sia ostruito dalle precipitazioni nevose. Mediante il gioco meccanico della bilancia questo sistema richiede inoltre un intervento regolare di manutenzione per verificare il meccanismo. Il sistema non permette quindi, a causa del proprio funzionamento, di essere installato in un ambiente con forti vibrazioni. Infine, in caso di forte vento, la misura della quantità non è rappresentativa nella misura in cui si accumulino poche gocce nel complesso.

### **4.3.3 Riassunto**

Si preferirà il sensore radar che offre maggiori funzionalità ed è meno sensibile ai disturbi esterni.

## **5. Studio dell'architettura e analisi funzionale**

In questo paragrafo facciamo una descrizione dell'architettura globale e funzionale delle stazioni meteo. Ciò permette di descriverne precisamente gli elementi costituenti e i luoghi in cui si colloca l'intelligenza del sistema.

### **5.1 Architettura**

Iniziamo a descrivere l'architettura concentrandoci sui sensori, quindi sui cavi d'alimentazione elettrica e di trasmissione prima di terminare con le centrali e le diverse interface, specialmente elettriche e di comunicazione.

#### **5.1.1 Sensori**

Per le stazioni meteo, iniziamo col presentare l'architettura dei diversi sensori da installare.

La zona LTF sarà composta da due parti all'aria aperta, la prima a livello di Saint Jean de Maurienne e la seconda a livello di Susa. Installeremo quindi una stazione meteorologica automatica su ciascuno di questi due siti. Ognuna di queste sarà composta da sei sensori. Il primo che misura la temperatura e l'igrometria dell'aria, il secondo la velocità e la direzione del vento, il terzo la temperatura a livello della rotaia, il quarto la pressione atmosferica, il quinto l'altezza della neve e l'ultimo rileverà le precipitazioni.

Le due stazioni saranno collegate ad una stazione centrale situata presso il PCC Francia e una stazione centrale situata presso il PCC Italia.

Per effettuare misurazioni significative, le due stazioni dovranno inoltre essere installate su luoghi non protetti dal vento e dalle precipitazioni. Per gli impianti che richiedono una misurazione dall'alto, sarà inoltre necessario un palo di dimensioni sufficienti in modo tale che la misurazione non sia influenzata dal passaggio dei treni e dal disturbo dinamico dei flussi d'aria. Si dovrà prestare attenzione affinché questo non interferisca con la catenaria.

Le stazioni di Saint Jean de Maurienne e di Susa saranno installate rispettivamente al chilometro 1 e 63 circa e sufficientemente lontane dalle tratte affinché i movimenti d'aria provocati dal passaggio del treno non creino interferenze.

Per i sensori di igrometria e di temperatura dell'aria, di velocità e della direzione del vento, di pressione atmosferica e di temperatura a livello di rotaia, poiché le tecnologie sono standard, si utilizzeranno per questo sistema le apparecchiature che impiegano tecniche testate e che presuppongono una bassa manutenzione. La verifica di quest'ultimo criterio si effettua in base ai feed-back delle esperienze fornite dalle altre stazioni meteo. Per il rilevamento delle precipitazioni si utilizzerà un radar doppler e per la misurazione dell'altezza della neve un eco ultrasonico. Le apparecchiature utilizzate dovranno inoltre essere approvate dagli organismi nazionali di meteorologia francese e italiano.

In funzione dei sensori scelti e dei loro singoli consumi, potrà essere opportuno alimentare la stazione meteo mediante pannelli solari ed eventualmente eolici (piccolo aerogeneratore). Il loro numero sarà definito in funzione degli impianti installati.

L'area che ciascuna stazione occupa sarà al massimo di 3 m per 3 m.

Le comunicazioni tra i sensori e l'unità di elaborazione locale saranno garantite dai contatti liberi da eventuale potenziale, 4/20 mA, o da interfacce proprietarie. Ciò sarà definito all'atto dell'attivazione delle apparecchiature installate.

### ***5.1.2 Cavi di trasmissione e di alimentazione elettrica***

Dopo aver studiato l'architettura dei sensori, vediamo qui come questi sono collegati alle altre apparecchiature.

I cavi che garantiscono la trasmissione tra i sensori posizionati in alto e la stazione meteo dovranno essere schermati per essere insensibili alle interferenze elettromagnetiche. Non sarà imposto nessun vincolo relativo al comportamento al fuoco. Tuttavia, poiché i cavi sono situati all'esterno, questi dovranno resistere ad una esposizione permanente ai raggi solari, alle intemperie, e agli schizzi d'acqua.

La centrale sarà collegata al punto di concentrazione della più vicina rete multi servizi. Si presupporrà che, tenuto conto della distanza, questo collegamento possa essere effettuato mediante un cavo in rame schermato che abbia gli stessi limiti di quelli che collegano la centrale ai sensori posizionati in alto.

### **5.1.3 Sistema di elaborazione**

Dopo i sensori e i cavi elettrici e di trasmissione, noi descriviamo qui l'architettura delle centrali locali.

Le stazioni meteo saranno dotate di unità di elaborazione locale in grado di gestire le informazioni di ritorno che provengono dai sensori. Tali unità locali saranno interrogate periodicamente dalla stazione centrale, e dovranno poter memorizzare le informazioni rinviate dai sensori tra due interrogazioni. Su ciascuna di esse saranno collegati sei sensori che rinviano un totale di otto ore di misurazione.

Infine, per garantire la disponibilità della stazione, sarà prevista una batteria che permetterà un funzionamento autonomo di 24h. Sarà dunque necessario avere anche all'interno della stazione un dispositivo che consenta di caricare tale batteria.

### **5.1.4 Interfacce**

Infine, per concludere la descrizione dell'architettura, noi considereremo qui le diverse interfacce.

- Alimentazione elettrica

L'alimentazione della stazione sarà garantita dalla rete di distribuzione elettrica a 230 Vac o mediante batteria di emergenza a 12 Vcc. La stazione dovrà quindi alimentare i punti sensore.

- Sistemi di scambio con il sistema di supervisione

Solo l'unità di elaborazione locale comunicherà con il sistema di supervisione.

- Genio Civile

L'attivazione delle stazioni meteo e dei sensori dovrà essere coordinata con le attività del Genio Civile. La lastra di cemento armato e le prenotazioni per i cavi dovranno essere disponibili prima del montaggio nel sito delle stazioni e dell'installazione dei sensori.

## **5.2 Analisi funzionale**

Dopo aver descritto l'architettura noi effettuiamo un'analisi funzionale delle stazioni meteo, per vedere come si suddivide l'intelligenza tra i dispositivi di terra, le unità di elaborazione locali e il sistema di supervisione.

### **5.2.1 Equipaggiamento del territorio**

Consideriamo in questo paragrafo i sensori che possiedono tutta o una parte dell'intelligenza del sistema e la studiamo.

### **5.2.2 Elaborazione locale**

Dopo aver studiato i sensori, noi tratteremo qui le funzioni garantite dalle unità di elaborazione locali.

L'acquisizione dei dati sarà garantita dalla stazione meteorologica automatica che li memorizzerà.

A partire dai parametri definiti all'atto dell'installazione, l'unità locale di elaborazione ha la possibilità di generare degli allarmi meteo quando si raccolgono dati differenti. Inoltre, nel momento in cui si verifica un'anomalia di funzionamento della centrale, si crea un sistema di allarme. Quando si crea un allarme, questo viene conservato in memoria in attesa dell'interrogazione successiva da parte della stazione centrale. Finché la situazione di allarme non scompare, l'allarme rimane attivo e viene trasmesso durante ciascuna interrogazione.

Su richiesta della stazione centrale, la stazione meteo le trasmetterà i dati conservati in memoria.

### **5.2.3 Sistema di supervisione**

Noi studiamo infine le funzioni che il sistema di supervisione garantisce.

La stazione centrale sarà interfacciata con i servizi meteorologici francesi ed eventualmente italiani, qualora vi sia la necessità. La stazione centrale dovrà inoltre consentire di vedere sulla panoramica generale degli impianti di sicurezza garantiti dalla GTC la posizione delle centrali e il relativo stato, di configurare singolarmente ciascuno dei sensori dal PCC, di effettuare delle statistiche sulle misure salvaguardate.

La stazione centrale ha inoltre la capacità di produrre degli allarmi meteo a seguito dell'analisi delle informazioni recuperate da ciascuna centrale. Poiché i parametri consentono di definire tali soglie d'allarme che sono diverse da quelle che possono essere definite altrimenti in modo locale, saranno configurabili in funzione delle necessità.

Nel momento in cui la stazione centrale rileverà un silenzio proveniente da una stazione, essa entra in modo degradato e interrogherà più di frequente detta stazione.

## **6. Sinottica d'installazione dei sensori, Schema d'architettura, Disegno di dettaglio**

In base al piano di base definito dal genio civile, il paragrafo presente definisce i piani d'installazione dei sistemi.

## 6.1 Architettura generale

La figura seguente presenta il principio di connessione dei diversi sensori con la stazione meteo locale. Le forme rappresentate per i diversi sensori non potranno essere rappresentative di una scelta tecnologica.

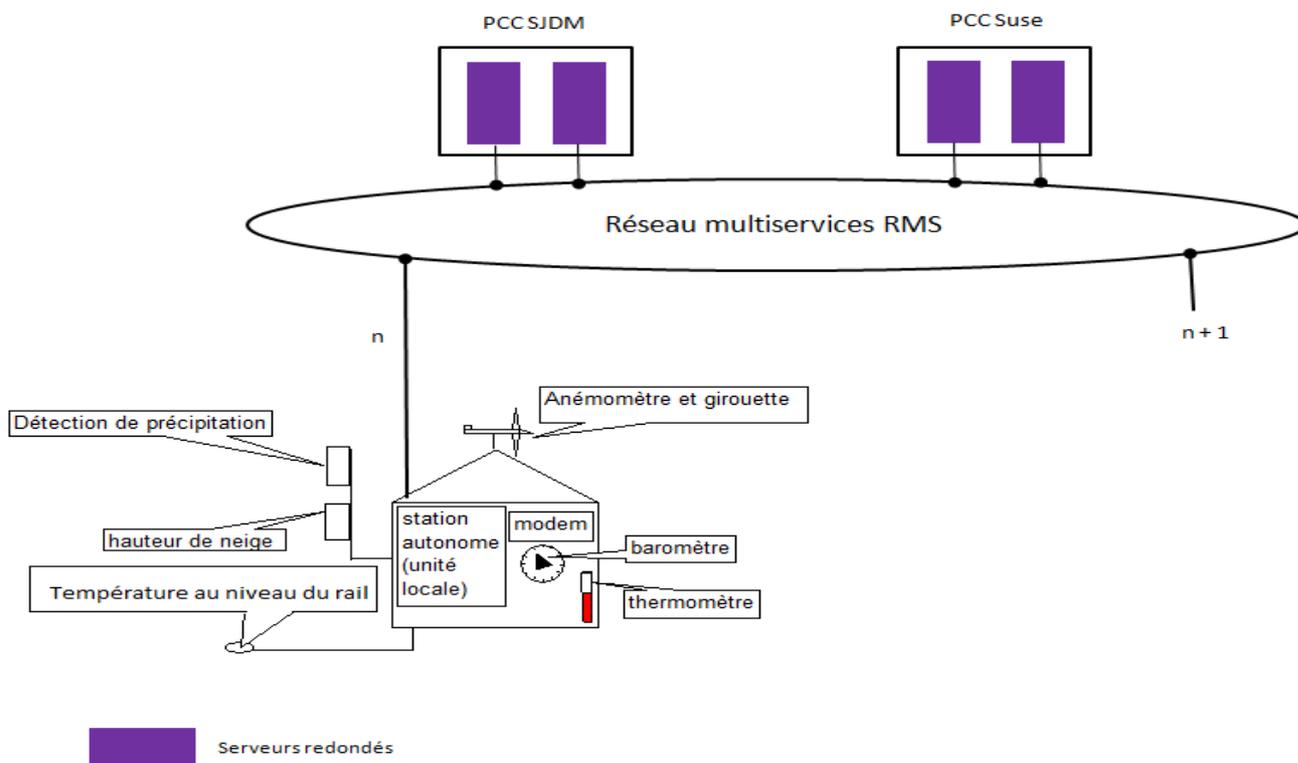
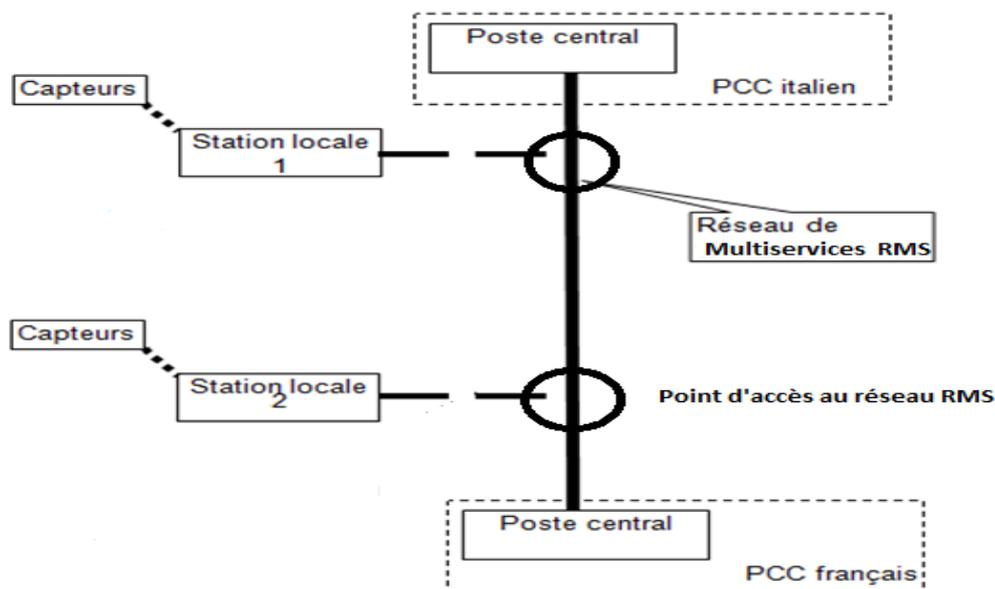


Figura 5 – Schema a blocchi della stazione meteo

La figura seguente rappresenta il principio di collegamento delle diverse stazioni alle reti delle telecomunicazioni



*Figura 6 - Architettura generale delle stazioni meteo*

Il quadro sinottico generale in cui saranno installate delle stazioni meteo è fornito sul piano “Schema di posizionamento dei rilevatori”.

## 7. Requisiti tecnici

A partire dai vincoli, dalle prestazioni da raggiungere e dall'architettura, il presente paragrafo definisce le specifiche tecniche dei diversi materiali che costituiscono le stazioni meteorologiche

### 7.1 Sensore di temperatura e d'igrometria dell'aria

- Generalità
  - Specifiche funzionali :
    - Indicare la temperatura e l'umidità relativa dell'aria minimizzando l'influenza del sole,
    - Per la temperatura, l'intervallo di misurazione è compreso tra  $-50^{\circ}$  e  $+60^{\circ}\text{C}$  con una precisione di misurazione di  $1^{\circ}\text{C}$ ,
    - Per l'igrometria, l'intervallo di misurazione è compreso tra 0 e 100% con una precisione di misurazione del 3%.
- Progettazione elettrica
  - Alimentazione : 12Vcc o 24Vcc,
  - Consumo massimo : 40 VA.
- Ingressi / Uscite
  - Tra 2 e 6 uscite analogiche per la restituzione dei valori misurati,

- o Almeno 1 ingresso per l'alimentazione.
- Progetto meccanico
  - o Dimensioni massime : 300\*100\*75mm,
  - o Peso massimo 200g,
  - o Prevedere una protezione con dimensioni 250\*150\*150mm.
- Vincoli operativi (Temperatura/Umidità)
  - o Temperature : da -50° a +60°c,
  - o Umidità relativa inferiore al 100%.
- Varie
  - o Certificazione :
    - IP55
  - o Garanzia :
    - Minimo 2 anni

## 7.2 Rilevatore di precipitazioni

- Generalità
  - o Specifiche funzionali :
    - Rilevare le precipitazioni,
    - Quantificare le precipitazioni cadute,
    - Distinguere la pioggia dalla neve,
    - Precisione di misurazione 0,1mm.
- Progetto elettrico
  - o Riscaldamento integrato con alimentazione di 24Vcc,
  - o Alimentazione tra 10 e 15Vcc,
  - o Consumo massimo di 50W.
- Ingressi / Uscite
  - o Almeno 1 uscita seriale RS485.
- Progetto meccanico
  - o Grandezza massima : 250\*250\*500mm,
  - o Peso massimo : 5Kg.
- Vincoli di funzionamento (Temperatura/Umidità)
  - o Température : da -20° a +60°C,

- o Igrometria relativa inferiore al 100%.
- Varie
  - o Certificazione :
    - IP55
  - o Garanzia :
    - minimo 2 anni

### 7.3 Misurazione dell'altezza della neve

- Generalità
  - o Specifiche funzionali :
    - Misurare l'altezza del manto nevoso,
    - La gamma di misurazione è compresa tra 0 e 5m con una precisione di 1mm.
- Progetto elettrico
  - o Alimentazione : 5Vcc (intervallo di funzionamento da 4V a 12V),
  - o Consumo massimo : 24 VA.
- Ingressi / Uscite
  - o Tra 1 e 3 uscite analogiche per restituire la misurazione alla stazione,
  - o Almeno un ingresso per l'alimentazione elettrica.
- Progetto meccanico
  - o Dimensioni massime : 300\*250\*250mm,
  - o Peso massimo : 3kg.
- Vincoli di funzionamento (Temperatura/Umidità)
  - o Temperatura : da -40° a +60°C,
  - o Igrometria inferiore al 100%.
- Varie
  - o Certificazione :
    - IP55
  - o Garanzia :
    - minimo 2 anni

### 7.4 Sensore di pressione atmosferica

- Generalità

- o Specifiche funzionali :
  - Misurare la pressione atmosferica,
  - L'intervallo di misurazione è compreso tra 300 e 1200hPa con una precisione di misurazione : 1,5hPa.
  
- Progetto elettrico
  - o Alimentazione 12Vcc,
  - o Consumo massimo : 0,5W.
  
- Ingressi / Uscite
  - o Tra 1 e 3 uscite analogiche per la restituzione del valore della pressione.
  
- Progetto meccanico
  - o Ingombro massimo : 150\*150\*120mm,
  - o Peso massimo : 1kg.
  
- Vincoli di funzionamento (Temperatura / Umidità)
  - o Temperatura : da -50° a +60°C,
  - o Igrometria inferiore al 95%.
  
- Varie
  - o Certificazione :
    - IP55
  - o Garanzia :
    - minimo 2 anni

## 7.5 Sensore di velocità e della direzione del vento

- Generalità
  - o Specifiche funzionali :
    - Misurare la velocità e la direzione del vento,
    - L'intervallo di misurazione è compreso tra 0 e 60m/s con una precisione sulla misurazione della velocità di 0,3ms,
    - L'intervallo di misurazione è compreso tra 0 e 359,9° con una precisione per la direzione di 3°.
  
- Progetto elettrico
  - o Alimentazione 5Vcc (intervallo di funzionamento da 4V a 12V),
  - o Consumo massimo : 1W.

- Ingressi / Uscite
  - o Tra 1 e 3 uscite analogiche per la ricostruzione della misurazione,
  - o Almeno 1 ingresso per l'alimentazione elettrica.
  
- Progetto meccanico
  - o Dimensioni massime : 400\*600\*200mm,
  - o Peso massimo : 2kg,
  - o Da installare sulla sommità di un palo con altezza standard (3 o 10m).
  
- Vincoli di funzionamento (Temperatura / Umidità)
  - o Temperatura : da -50° a +60°c,
  - o Venti inferiori a 60m/s.
  
- Varie
  - o Certificazione :
    - IP55
  - o Garanzia :
    - minimo 2 anni

## 7.6 Sensore di temperatura a livello della rotaia

- Generalità
  - o Norme da rispettare :
    - NF EN 60584 (Coppie termoelettriche),
  - o Specifiche funzionali:
    - Indicare il valore della temperatura a livello delle rotaie,
    - L'intervallo di misurazione è compreso tra -40° e +70°C con una precisione di misurazione di 0,5°C.
  
- Progetto elettrico
  - o Alimentazione 5Vcc (gamma di funzionamento da 4V a 12V),
  - o Consumo massimo 1W.
  
- Ingressi / Uscite
  - o Almeno un'uscita 4-20mA
  - o Almeno un'entrata per l'alimentazione elettrica
  
- Progetto meccanico
  - o Dimensioni massime  $\phi 3*40*65$ mm

o Da installare a livello della rotaia.

- Vincoli di funzionamento (Temperatura / Umidità)
  - o Temperature : da -40° a +70°C
  
- Varie
  - o Certificazione
    - IP55
  - o Garanzia
    - minimo 2 anni

## 8. Elementi relativi all'installazione e alla manutenzione

Dopo aver descritto le stazioni meteorologiche in rapporto ai loro progetti, considereremo qui gli elementi della loro installazione e manutenzione.

### 8.1 Installazione

Per l'installazione inizieremo con il descrivere le operazioni relative alla manutenzione del sistema.

#### 8.1.1 Descrizione

Le stazioni meteo saranno installate non appena l'area che le dovrà ospitare sarà disponibile. Queste permetteranno inoltre di fornire informazioni meteorologiche precise durante la fase di costruzione. La stazione centrale sarà installata al momento dell'equipaggiamento del PCC e in coordinamento con gli altri installatori.

Ad eccezione del sensore di temperatura a livello della rotaia, non è necessario indicare nessuna prescrizione tecnica per gli altri dispositivi. In merito alla posa di questo sensore a livello della rotaia, lo si posizionerà in prossimità della rotaia in modo tale che non danneggi nessun sistema.

Dopo la messa in servizio della zona LTF e durante il periodo di collaudo, si presterà una particolare attenzione alle informazioni registrate al momento del passaggio di un treno per prendere le misure necessarie per proteggere i dispositivi disturbati dal passaggio dei treni

### 8.2 Manutenzione

A partire dagli elementi disponibili, noi definiamo qui, per le stazioni meteo, le attività da svolgere e la relativa periodicità in termini di manutenzione preventiva, correttiva e straordinaria.

### 8.2.1 Preventiva

Qui noi definiamo le necessità di manutenzione preventiva per garantire la perennità del sistema. La periodicità della manutenzione è stata stabilita a partire dai feed-back dell'esperienza dei costruttori. Poiché il progetto ha numerose specificità, i valori tra due manutenzioni dovranno forse essere adeguati dopo un anno di funzionamento.

- Stazione meteo

Le stazioni meteo rappresentano un sistema testato le cui esigenze di manutenzione sono standard. Converrà dunque verificare il materiale ogni 6 mesi per effettuare, da un lato, una verifica del corretto funzionamento dei dispositivi e, d'altro lato, una taratura dei componenti. Al momento di questa visita, si dovrà effettuare un controllo visivo e una pulizia degli strumenti e del loro ambiente circostante, una verifica e un serraggio di tutte le connessioni, una ritaratura e delle verifiche di buon funzionamento meteorologico dei dispositivi. Ogni due anni si dovranno sostituire le sonde di temperatura e d'igrometria dell'aria.

L'insieme dei test da effettuare dovrà essere definito all'atto della sottoscrizione del contratto di manutenzione e porterà alla stesura di un foglio di test che l'operatore dovrà compilare sul momento.

La visita costituirà l'oggetto di un resoconto che ricapitola l'insieme delle operazioni effettuate. Infine la data della visita e i riferimenti dei pezzi sostituiti dovranno essere riportati su un registro.

Tenuto conto delle condizioni di funzionamento, dopo un anno di manutenzione si potrà regolare nuovamente l'intervallo tra due manutenzioni preventive.

Per la sostituzione dei dispositivi non si deve prevedere nessuna prescrizione particolare.

- Sistema informatico

Si potrà prevedere una tele-manutenzione per eseguire l'amministrazione del software e della sua base dati dal sito del costruttore. Tuttavia, se questo non fosse possibile, sarebbe consigliabile una visita annuale in loco.

Queste attività, oltre a svolgere l'amministrazione di quanto esistente, dovranno prevenire i cambiamenti nei sistemi hardware e operativi per fornire gli aggiornamenti necessari al software di supervisione.

La manutenzione sul sistema informatico non dovrà perturbare gli altri sistemi di supervisione.

### 8.2.2 Correttiva

- Stazione meteo

In caso di guasti si dovrà prevedere una manutenzione correttiva per sostituire i componenti difettosi. Per tale manutenzione sarà necessaria la presenza di un tecnico qualificato che garantirà, in meno di due ore, la sostituzione del pezzo e la relativa messa in servizio.

Poiché i tempi di consegna di certi pezzi sono superiori a 3 settimane, ed essendo tali pezzi presenti in almeno due esemplari nella zona LTF, si consiglia la creazione di un lotto di due pezzi di ricambio.

Non si deve prevedere nessuna prescrizione particolare sul funzionamento per la sostituzione dei dispositivi.

- Sistema informatico

Il sistema di monitoraggio necessita di manutenzione correttiva in caso di perdita di dati per un guasto hardware. Se non è possibile prevedere una tele-manutenzione, sarà quindi forse necessario far pervenire un tecnico che rimetta in moto il sistema.

### 8.2.3 Modernizzazione o manutenzione straordinaria

- Stazione meteo

A parte le sonde di temperatura e di igrometria che debbono essere sostituite ogni due anni, per gli altri dispositivi si potrà prevedere una sostituzione completa dei dispositivi elettronici dopo 15 anni di funzionamento.

Non si deve prevedere nessuna prescrizione particolare sul funzionamento per la sostituzione dei dispositivi.

- Sistema informatico

All'atto del rinnovamento del parco informatico che supporta il sistema di supervisione meteo, la commutazione dovrà essere effettuata prendendo le misure cautelari che garantiscano, da un lato, che non si perda nessun dato, e dall'altro, che il sistema funzioni sul nuovo hardware con il nuovo sistema operativo.

## 9. Bilancio della potenza

Il presente paragrafo presenta un bilanciamento di potenza adeguato al sistema di stazioni meteo. Mostra i dispositivi che sono situati all'esterno.

Il presente bilanciamento di potenza è stato stabilito considerando che i dispositivi funzionano simultaneamente e sono tutti alimentati da una normale alimentazione.

La tabella seguente riassume i fabbisogni per stazione.

Appellativo	Potenza unitaria (VA)	Quantità per stazione	Consumo nominale per stazione (VA)
<i>Stazione meteo</i>			
sensori	20	5	100
Stazione locale	800	1	800
Stazione centrale*	1200		1200
Riserva	20%		280

Totale per stazione	1680
<b>Totale</b>	<b>3360</b>

*Tabella 1 - Bilanciamento di potenza*

\*Le stazioni centrali sono situate una a Saint Jean de Maurienne e una a Susa.

## 10. Allegati

### 10.1 Allegato 1

Requisito	Tecnologia consigliata
Temperatura e igrometria dell'aria	Standard
Velocità del vento	Anemometro a elica
Direzione del vento	Bandaruola
Precipitazione	Radar Doppler
Temperatura a livello della rotaia	Standard
Altezza della neve	Onde ultrasuono
Pressione atmosferica	Standard

*Tabella 2 - Tecnologie impiegate*

### 10.2 Allegato 2

CODICE	DESIGNAZIONE	CLASSE INFLUENZA ESTERNA	CARATTERISTICHE
AA	Temperatura ambiente	1	-60° + 5°
		2	-40° + 5°
		3	-25° + 5°
		4	- 5° + 40°
		5	+ 5° + 40°
		6	+ 5° + 60°
AB	Umidità *		
AC	Altitudine (m)	1	≤2000
		2	>2000
AD	Presenza d'acqua	1	Trascurabile
		2	Caduta di gocce d'acqua
		3	Nebulizzazione d'acqua
		4	Proiezione d'acqua
		5	Getti d'acqua
		6	Pacchetti d'acqua
		7	Immersione
		8	Summersione
AE	Presenza di corpi solidi estranei	1	Trascurabile
		2	Piccoli oggetti (2,5 mm)
		3	Piccolissimi oggetti (1mm)
		4	Polveri
AF	Presenza di sostanze corrosive o inquinanti	1	Trascurabile
		2	Agenti atmosferici

Caractéristiques des stations météo / Relazione Tecnica Caratteristiche Stazioni Meteo

		3	Intermittente o accidentale
		4	Permanente
AG	Vincoli meccanici, urti	1	Deboli
		2	Medi
		3	Forti
AH	Vibrazioni	1	Deboli
		2	Medie
		3	Forti
AJ	Altra pressione meccanica *		
AK	Flora	1	Trascurabile
		2	Rischio
AL	Fauna	1	Trascurabile
		2	Rischio
AM	Influenze elettromagnetiche	1	Trascurabili
		2	Correnti vaganti
		3	Elettromagnetiche
		4	Ionizzanti
		5	Elettostatiche
		6	Induzione
AN	Sole	1	Trascurabile
		2	Notevole
AP	Sismico	1	Trascurabile
		2	Debole
		3	Medio
		4	Forte
AQ	Fulmini	1	Trascurabile
		2	Indiretti
AR	Vento *		
BA	Competenza	1	Ordinari
		2	Bambini
		3	Disabili
		4	Abili
		5	Qualificati
BB	Resistenza *		
BC	Contatto con il potenziale di terra	1	Nulli
		2	Deboli
		3	Frequenti
		4	Continui
BD	Evacuazione	1	Normali
		2	Difficili
		3	Intasate
		4	Lunghe e intasate
BE	Matières	1	Risques négligeables
		2	Risques d'incendie
		3	Risque d'explosion
		4	Risque de contamination
CA	Materiali	1	Non combustibili
		2	Combustibili

CB	Struttura	1	Rischio trascurabile
		2	Propagazione d'incendio
		3	Movimenti
		4	Flessibile

*Tabella 3 – Influenze esterne*

L'IP corrisponde al grado di protezione fornito dalle guaine dei materiali elettrici (norma EN 60529).

L'IK corrisponde al grado di protezione fornito dalle guaine dei materiali elettrici contro gli impatti esterni (norma EN 62262).

A partire dalle varie designazioni, abbiamo ottenuto la seguente tabella per la definizione dei fattori d'influenza esterni.

10.3 Allegato 3

Designazione	IP mini	IK mini	CONDIZIONI AMBIENTALI																	UTILIZZO				
			AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AJ	AK	AL	AM	AN	AP	AQ	AR	BA	BB	BC	BD	BE	
<i>Siti tecnici</i>																								
- LT in rami e siti d'intervento	20	07	5		1	1	1	1	2	1		1	1	2	1	1	1			4		3	2	1
- LT pompaggio	54	07	5			4	1	1	2	1		1	1	2	1	1	1			4		3	2	1
- LT in tunnel (AT)	55	07	5		1	1	4	2	2	1		1	1	2	1	1	1			4		3	2	1
- LT all'esterno	20	07	5		1	1	1	1	2	1		1	1	1	1	1	2			4		3	1	1
<i>Tunnel</i>																								
- Tubi ferroviari	55	09	5		1	5	4	2	3	3		1	1	6	1	1	1			1		3	2	1
- Rami , siti d'intervento e sale d'accoglienza	55	09	5		1	1	1	1	2	1		1	1	2	1	1	1			3		3	2	1
Discenderie	55	09	5		1	5	4	2	3	1		1	1	1	1	1	1			1		2	2	1
Esterno	54	09	7		1	4	4	1	3*	2		1	1	6	2	1	2			1		3	1	1
PCC	43	07	5		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	2			1		2	1	1

Tabella 4 – Condizioni ambientali

\* : per le attrezzature poste tra 0 e 2 m dal suolo.