

COMMITTENTE:



ALTA  
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA  
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

LINEA A.V./A.C. TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA  
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza

**PROGETTO ESECUTIVO  
SOTTOSISTEMA LUCE E FORZA MOTRICE  
Piano RAM**

| GENERAL CONTRACTOR |       |
|--------------------|-------|
|                    |       |
| Data:              | Data: |

| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC. | OPERA/DISCIPLINA | PROGR. | REV. | FOGLIO                                |
|----------|-------|------|------|-----------|------------------|--------|------|---------------------------------------|
| I N 1 7  | 1 0   | E    | I 2  | A F       | L F 0 0 0 0      | N 0 1  | A    | 0 0 1 <sup>D</sup> <sub>I</sub> 0 3 7 |

|  | VISTO CONSORZIO SATURNO                        |            |
|--|--|------------|
|  | Firma  | Data       |
|  | <i>A.M. DE SIMONE</i><br><i>A.M. De Simone</i> | 07/02/2022 |

| Rev | Descrizione | Redatto                               | Data     | Verificato                      | Data     | Approvato                         | Data     | IL PROGETTISTA               |
|-----|-------------|---------------------------------------|----------|---------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|------------------------------|
| A   | EMISSIONE   | G.L. Mariotti<br><i>G.L. Mariotti</i> | 21/12/21 | F. Giorgio<br><i>F. Giorgio</i> | 21/12/21 | D. Gadaleja<br><i>D. Gadaleja</i> | 21/12/21 | NON APPLICABILE<br><br>Data: |
|     |             |                                       |          |                                 |          |                                   |          |                              |
|     |             |                                       |          |                                 |          |                                   |          |                              |

|                 |                      |   |
|-----------------|----------------------|---|
| CIG. 8377957CD1 | CUP: J41E91000000009 | File: IN17 10 EI2 AF LF 0000 N01 A.doc<br>Cod. origine: - |
|-----------------|----------------------|---|



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

|   |   |  |                                      |           |                   |
|---|---|--|--------------------------------------|-----------|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br><b>IRICAV2</b> | CONSORZIO<br><b>SATURNO</b><br><i>High Speed Railway Technologies</i> | ALTA SORVEGLIANZA<br><br><b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                   |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR  | Lotto<br>10  | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>2 di 37 |

## **Indice**

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>1.</b>  | <b>GENERALITA' .....</b>   | <b>3</b>  |
| 1.1        | TRACCIABILITÀ DEL DOCUMENTO .....                                      | 3         |
| 1.2        | SCOPO DEL PIANO .....  | 3         |
| 1.3        | APPLICABILITÀ DEL PRESENTE PIANO RAM .....                             | 4         |
| 1.4        | STRUTTURA E DESCRIZIONE DEL SOTTOSISTEMA LF .....                      | 4         |
| 1.5        | DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....                                    | 5         |
| 1.6        | DEFINIZIONI E ACRONIMI .....   | 6         |
| <b>2.</b>  | <b>ORGANIZZAZIONE E RESPONSABILITÀ' .....</b>                          | <b>8</b>  |
| 2.1        | ORGANIZZAZIONE E RESPONSABILITÀ' DEL GRUPPO DI PROGETTAZIONE....       | 9         |
| 2.2        | FUNZIONI AZIENDALI COINVOLTE NEGLI ASPETTI RAM .....                   | 11        |
| <b>3.</b>  | <b>CONTROLLO E GESTIONE DELLA DOCUMENTAZIONE.....</b>                  | <b>13</b> |
| <b>4.</b>  | <b>GESTIONE E CONTROLLO DEI FORNITORI.....</b>                         | <b>14</b> |
| <b>5.</b>  | <b>REQUISITI RAM.....</b>  | <b>15</b> |
| 5.1        | PROFILO DI MISSIONE .....  | 15        |
| 5.2        | REQUISITI D'AFFIDABILITÀ' .....  | 16        |
| 5.3        | REQUISITI DI MANUTENIBILITÀ' .....                                     | 16        |
| 5.4        | REQUISITI DI DISPONIBILITÀ' .....                                      | 17        |
| <b>6.</b>  | <b>ATTIVITÀ RAM.....</b>   | <b>18</b> |
| 6.1        | GENERALITÀ .....   | 18        |
| 6.2        | ANALISI DI AFFIDABILITÀ'.....  | 19        |
| 6.3        | ANALISI DI DISPONIBILITÀ' .....  | 21        |
| 6.4        | ANALISI DI MANUTENIBILITÀ'.....  | 21        |
| <b>7.</b>  | <b>DOCUMENTAZIONE RAM RICHIESTA .....</b>                              | <b>24</b> |
| <b>8.</b>  | <b>SVILUPPO DEL PROGRAMMA RAM.....</b>                                 | <b>25</b> |
| 8.1        | ATTIVITÀ RELATIVE AL CICLO DI VITA .....                               | 25        |
| <b>9.</b>  | <b>GESTIONE DEI DATI DI GUASTO .....</b>                               | <b>28</b> |
| <b>10.</b> | <b>DIMOSTRAZIONE RAM .....</b>   | <b>29</b> |
|            | <b>ALLEGATO A: ESEMPIO DI TABELLE UTILIZZATE NELL'ANALISI RAM.....</b> | <b>32</b> |

|   |  |   |                                      |           |                   |
|---|--|---|--------------------------------------|-----------|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | <br>High Speed Railway Technologies | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                   |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR   | Lotto<br>10   | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>3 di 37 |

## 1. GENERALITA'

Il presente Piano d’Affidabilità, Manutenibilità e Disponibilità (nel seguito indicato con l’acronimo P.RAM) rappresenta lo strumento che individua le attività RAM che il Consorzio Saturno, e per esso la Consorziata ALSTOM Ferroviaria applicherà per lo sviluppo del sottosistema Luce e Forza Motrice (LF).

Il presente documento è elaborato in accordo a quanto richiesto nel documento [1], unitamente al documento [8]. Esso è coerente al Piano RAM Impianti Tecnologici [4] ed è inoltre stato redatto in modo da assicurare l’integrazione con il Piano della Qualità di Progettazione del sottosistema Luce e Forza Motrice [7].

### 1.1 TRACCIABILITÀ DEL DOCUMENTO

| REV. | Autore             | Data       | Descrizione |
|------|--------------------|------------|-------------|
| A    | Gian Luca Mariotti | 21/12/2021 | Emissione   |

### 1.2 SCOPO DEL PIANO

Il P.RAM individua le attività che saranno svolte per assicurare il conseguimento dei requisiti RAM per il sottosistema Luce e Forza Motrice della tratta Verona - Padova sub-tratta Verona – Bivio Vicenza, facente parte della Linea A.V./A.C.Torino - Venezia, nella configurazione definita dai disegni esecutivi emessi dal Consorzio Saturno.

In particolare, il P.RAM evidenzia i requisiti RAM da soddisfare, la struttura organizzativa delle aziende coinvolte, e la programmazione delle attività d’analisi al fine di soddisfare i requisiti imposti.

Pertanto, il presente piano RAM contiene le seguenti informazioni:

- Documenti di riferimento
- Requisiti RAM richiesti
- Attività RAM da eseguirsi e documentazione da produrre
- Organizzazione e responsabilità
- Controllo e gestione della documentazione RAM
- Controllo e gestione dei Subfornitori
- Sviluppo del programma RAM

### IDENTIFICAZIONE DEL SISTEMA

Per “*Sottosistema Luce e Forza Motrice*” s’intende l’insieme degli equipaggiamenti necessari che servono a garantire l’alimentazione degli apparecchi o delle parti del sottosistema LF dedicati agli impianti di sicurezza lungo linea e nelle gallerie, alle utenze presenti nei PPF e al riscaldamento deviatoi, in condizione di normale esercizio. Il Sottosistema Luce e Forza Motrice comprende anche il Sistema Integrato di



|   |  |  |                                      |           |                   |
|---|--|--|--------------------------------------|-----------|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br><b>IRICAV2</b> | CONSORZIO<br><b>SATURNO</b><br>High Speed Railway Technologies | ALTA SORVEGLIANZA<br><br><b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                   |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR   | Lotto<br>10  | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>4 di 37 |

### Alimentazione e Protezione per Impianti di Sicurezza e Segnalamento (SIAP, costituito da UPS e GE).

Relativamente al sistema SIAP, si precisa che esso è parte della fornitura IS ma funzionalmente incluso nel sottosistema Luce e Forza Motrice (LF), contribuendo alle sue prestazioni RAM. Di conseguenza:

- la determinazione dei parametri RAM del SIAP, e quindi la redazione dei Rapporti RAM SIAP, è affidata al Sottosistema IS (fornitore);
- nei Rapporti RAM LF, l'analisi dell'affidabilità di missione del Sottosistema sarà eseguita tenendo conto anche del SIAP e dei dati riportati nei Rapporti RAM del fornitore.

### 1.3 APPLICABILITA' DEL PRESENTE PIANO RAM

Nell'ambito del Sistema Ferroviario Alta Velocità della Linea Torino - Venezia, il presente P.RAM è applicabile al sottosistema Luce e Forza Motrice della sola sub-tratta Verona – Bivio Vicenza, facente parte della tratta Verona - Padova.

### 1.4 STRUTTURA E DESCRIZIONE DEL SOTTOSISTEMA LF

Nei documenti prodotti nelle attività RAM, la struttura fisica del Sottosistema Luce e Forza Motrice sarà rappresentata sotto forma di struttura gerarchica per livelli con disaggregazione fino a livello di LRU.

Dal rapporto RAM Intermedio in poi tale rappresentazione sarà coerente con la PBS del Sistema.

Il progetto in esame riguarda gli impianti LF della AV Verona – Bivio Vicenza, che come indicato nel documento [6], consistono in:

- Alimentazione in media tensione a 15 kV delle singole cabine MT/BT. Ogni cabina avrà il proprio arrivo ENEL in media tensione.
- Alimentazione delle utenze a 1 kV per la Galleria S. Martino BA mediante l'utilizzo fabbricati sicurezza dotati di trasformatori MT/BT presenti agli imbocchi Ovest ed Est della medesima galleria.
- GE posti nei Fabbricati Sicurezza Galleria San Martino Buonalbero Est e Ovest
- Cadenzamento tipico di circa 250m fra i QDT della Galleria S. Martino BA.
- Presenza di N.2 uscite di emergenza a metà tratta della Galleria S. Martino BA
- Alimentazione delle BTS lungolinea mediante doppia dorsale a 1000 V a partire dai posti tecnologici del Segnalamento (PT/PC)
- Utilizzo di SIAP e GE per i posti tecnologici del Segnalamento (PT e PC)
- Utilizzo di UPS ridondato per i servizi essenziali dei due fabbricati di imbocco EST e OVEST Galleria S. Martino.
- Alimentazione mediante cabina MT/BT della cabina RED
- Alimentazione con fornitura in bt del fabbricato viaggiatori Lonigo

|   |   |   |                                      |           |                   |
|---|---|---|--------------------------------------|-----------|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | CONSORZIO<br><b>SATURNO</b><br><i>High Speed Railway Technologies</i>  | ALTA SORVEGLIANZA<br> |                                      |           |                   |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR  | Lotto<br>10   | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>5 di 37 |

- Presenza di quadri elevatori a 1000V per alimentazione QRED (riscaldamento deviatori lungolinea)
- Impianti Luce e forza motrice nei fabbricati e nei piazzali;
- Impianti luce e forza motrice in galleria, nelle nicchie tecnologiche e nelle uscite di sicurezza;
- Sistema di messa a terra;
- Sistema di automazione e controllo impianti LF.

## 1.5 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Sono i documenti specifici del Sistema Italiano A.V. e della sub-tratta Verona – Bivio Vicenza che sanciscono precisi impegni contrattuali, o documenti generali d'indirizzo che definiscono un quadro concettuale di riferimento dal quale trarre un insieme di regole capaci di guidare il corso delle azioni pertinenti.

### Documenti emessi da ITALFERR, dal GC e dal Consorzio Saturno:

- [1] XXXX 00 0 IF MT AQ.0300 001 rev. B - Linee guida RAM per il Sistema Italiano Alta Velocità
- [2] Allegato 1 all'Atto integrativo:
  - Parte 1: XXXX 00 0 IF SP 000 01 001 0 – Specifiche di Base IF 28.5.1992
  - Parte 2: Axxx 00 0 xx xx xxxxxx x - Modifiche ed Integrazioni alle Specifiche di Base ed. maggio 1992
- [3] XXXX 00 0 IF PS CE.00.0.0 001 A - Precisazioni esecutive per la redazione dei rapporti RAM dei sottosistemi sulle tratte AV
- [4] IN1710EI2AFIT0000S01A00 – Sottosistema Impianti Tecnologici - Piano RAM – Documento del Consorzio Saturno
- [5] IN09-00-D-IF-SP-IMD000-018A - Allegato 18 all'Atto Integrativo – Linee Guida RAM per il Sistema AV/AC

### Documenti emessi da ALSTOM:

- [6] IN0D00DI2RGLF0000G08 - Impianto LFM - Relazione generale di sistema
- [7] IN1710ECVPQLF0000N61 - Piano della qualità di progettazione Luce e Forza Motrice (LF) - Alstom Ferroviaria

### Altri Documenti di riferimento

- [8] UNI ISO 9000-4 - Norme di gestione per la qualità e di assicurazione della qualità. Guida per la gestione del programma di fidatezza.
- [9] EN 50126 – Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – La specificazione e la dimostrazione di Affidabilità, Disponibilità, Manutenibilità e Sicurezza (RAMS)



|   |  |  |                                      |           |                   |  |
|---|--|--|--------------------------------------|-----------|-------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | <br>CONSORZIO<br><b>SATURNO</b><br><i>High Speed Railway Technologies</i> | ALTA SORVEGLIANZA<br><br><b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                   |  |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR   | Lotto<br>10  | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>6 di 37 |  |

[10] CEI EN 60300-1:2018 Gestione della fidatezza – Parte 1: Guida per la gestione e le applicazioni

## 1.6 DEFINIZIONI E ACRONIMI

Per la terminologia adottata nel presente piano, e nella documentazione RAM da emettere si fa riferimento a quanto definito nel documento [1]. Per quanto concerne gli acronimi usati segue la definizione:

- **FMECA**  
Failure Modes, Effects and Criticality Analysis (Analisi dei modi, degli effetti e della criticità dei guasti)
- **FRACAS**  
Failure Reporting, Analysis and Corrective Action System (sistema per l'analisi dei rapporti di guasto e per le azioni correttive da applicarsi al sistema)
- **FTA**  
Fault Tree Analysis (Analisi dell'albero dei guasti)
- **GE**  
Gruppo Elettrogeno
- **LF (LFM)**  
Luce e Forza Motrice
- **LRU**  
Line Replaceable Unit (oggetto sostituibile in linea)
- **MTBF**  
Mean Time Between Failures (Tempo medio tra guasti)
- **MTTR**  
Mean Time To Repair (Tempo medio di riparazione)
- **PBS**  
Product Breakdown Structure (Albero del prodotto)
- **PCS**  
Posto Centrale Satellite
- **PGEP**

|   |  |   |  |                   |                           |  |
|---|--|---|--|-------------------|---------------------------|--|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>CONSORZIO<br/><b>SATURNO</b><br/><i>High Speed Railway Technologies</i></p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> |  |                   |                           |  |
| <p>Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM</p>   | <p>Progetto<br/>INOR</p>   | <p>Lotto<br/>10</p>   | <p>Codifica Documento<br/>EE2AFLF0000N01</p> | <p>Rev.<br/>A</p> | <p>Foglio<br/>7 di 37</p> |  |

## Posto Di Gestione Emergenza Periferico

- **PPF**  
Posto Periferico Fisso
  
- **P.RAM**  
Piano delle attività RAM o, equivalente, Piano d'affidabilità, manutenibilità e disponibilità
  
- **RAM**  
Reliability, Availability, Maintainability (affidabilità, disponibilità, manutenibilità)
  
- **SIAP**  
Sistema Integrato di Alimentazione e Protezione degli impianti di sicurezza e segnalamento
  
- **UPS**  
Uninterruptible Power Supply

|   |   |  |                                      |           |                   |
|---|---|--|--------------------------------------|-----------|-------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br><b>IRICAV2</b> | CONSORZIO<br><b>SATURNO</b><br><i>High Speed Railway Technologies</i>  | ALTA SORVEGLIANZA<br><br><b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                   |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR  | Lotto<br>10  | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>8 di 37 |

## 2. ORGANIZZAZIONE E RESPONSABILITA'

L'organizzazione e le competenze di ciascuna funzione aziendale sono tratte dalla documentazione del Sistema Qualità dell'Alstom Ferroviaria (Manuale della Qualità, Procedure Generali, Procedure di Dettaglio).

Il Piano di Qualità affronta in dettaglio gli aspetti particolari dell'organizzazione dell'ALSTOM Ferroviaria per soddisfare i requisiti contrattualmente previsti dalla commessa in considerazione.

Il presente capitolo ha lo scopo di illustrare l'impatto delle attività previste da questo P.RAM sull'organizzazione dell'ALSTOM Ferroviaria in termini di organizzazione e coordinamento delle attività d'interfaccia.

È responsabilità della funzione di Assicurazione Qualità verificare e dare evidenza obiettiva delle attività previste dal P.RAM nell'ambito dell'Ingegneria di Sistema.

È inoltre sua responsabilità verificare che il piano proposto soddisfi i requisiti contrattuali, sia tecnici che temporali e valutare, in collaborazione con il Project Engineer e il Project Manager, tutte le variazioni di progetto che possono avere implicazioni economiche, ferma restando la necessità che siano comunque soddisfatte le esigenze di sicurezza.

A tale scopo Assicurazione Qualità parteciperà alle riunioni per il riesame della progettazione, per garantire che il progetto recepisca tutte le implicazioni derivanti dall'analisi RAM.

Assicurazione Qualità si interfaccia con il Project Engineer il quale ha la responsabilità di recepire tutte le implicazioni derivanti dall'analisi RAM.

A sua volta il Project Engineer, d'intesa con il Project Manager, si interfaccia con l'ingegneria delle consorziate coinvolte (Colas Rail), per garantire che l'intero progetto di tratta recepisca tutte le implicazioni derivanti dall'analisi RAM, con riferimento sia al tipologico che al progetto calato sul territorio.

Le funzioni aziendali hanno la responsabilità (ognuna secondo le proprie competenze nel progetto) di eseguire tutte le azioni necessarie per implementare ed ottimizzare le caratteristiche RAM del sottosistema e delle sue parti, in funzione del raggiungimento degli obiettivi RAM prefissati. L'organizzazione e le competenze di ciascuna funzione aziendale sono indicate nei rispettivi Manuali della Qualità.

Tenuto conto degli obiettivi RAM da raggiungere e delle attività RAM che dovranno essere svolte per raggiungere tali obiettivi, l'esecuzione delle attività RAM dovrà essere suddivisa su due livelli: al primo, in altre parole a livello di Gruppo di Progettazione, vi sono le attività di tipo organizzativo, di coordinamento, e di sintesi; mentre al secondo, a livello aziendale, vi sono le aziende che avvalendosi delle proprie unità specialistiche forniscono un supporto "operativo" per l'esecuzione delle analisi RAM.

Nei paragrafi che seguono sono elencate nel dettaglio le rispettive responsabilità.

|   |   |  |                                      |           |                   |  |
|---|---|--|--------------------------------------|-----------|-------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br><b>IRICAV2</b> | CONSORZIO<br><b>SATURNO</b><br><i>High Speed Railway Technologies</i>  | ALTA SORVEGLIANZA<br><br><b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                   |  |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR  | Lotto<br>10  | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>9 di 37 |  |

## 2.1 ORGANIZZAZIONE E RESPONSABILITA' DEL GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Al fine di fornire un inquadramento generale delle attività RAM nell'organizzazione del Gruppo di Progettazione, si riporta nella *Figura 1* la struttura dedicata.

Si riportano, di seguito, i compiti e le responsabilità che saranno svolti al livello del Gruppo di Progettazione per quanto attiene alle attività RAM:

1. Impostare, redigere ed implementare il presente P.RAM;
2. Uniformare i formati e i contenuti delle analisi RAM e della relativa documentazione da produrre;
3. Definire i requisiti di RAM;
4. Assicurare l'impiego di corrette tecniche d'analisi, e controllare che i risultati delle stesse siano portati a conoscenza del personale addetto alla progettazione al fine di garantire l'ottimizzazione delle caratteristiche RAM del progetto;
5. Assicurare il rispetto delle tempistiche assegnate alle attività d'analisi e controllare lo scambio d'informazioni tra le funzioni incaricate dello svolgimento delle analisi stesse;
6. Coordinare le attività RAM svolte dalle aziende del Gruppo di Progettazione, verificando il rispetto di quanto contenuto nel presente P.RAM;
7. Interfacciarsi con il referente del consorzio SATURNO per verificare il rispetto delle richieste contrattuali RAM;
8. Monitorare le attività RAM direttamente svolte dai Fornitori (vedere in dettaglio § 4), per mezzo di:
  - revisioni RAM "ad hoc" a livello di apparati;
  - esame della documentazione e di eventuali rapporti di avanzamento redatti;
  - riunioni e visite presso i fornitori;
  - partecipazione alle revisioni di progetto dei fornitori;
9. Attribuire i guasti avvenuti in esercizio tra le aziende del Gruppo di Progettazione.

Tutte le summenzionate attività RAM sono svolte da un apposito "RAM team", composto da un rappresentante di ognuna delle aziende, collocato nell'ambito delle rispettive Società del Gruppo di Progettazione. Si fa presente che il RAM Team è indipendente dal Gruppo di Progetto.

Il coordinamento è effettuato da ALSTOM FERROVIARIA, che rappresenta il Gruppo di Progettazione in materia di RAM negli incontri con il committente e nella stesura dei documenti contrattuali RAM previsti nel piano in oggetto.

### 2.1.1 ATTIVITA' D'INTERFACCIA

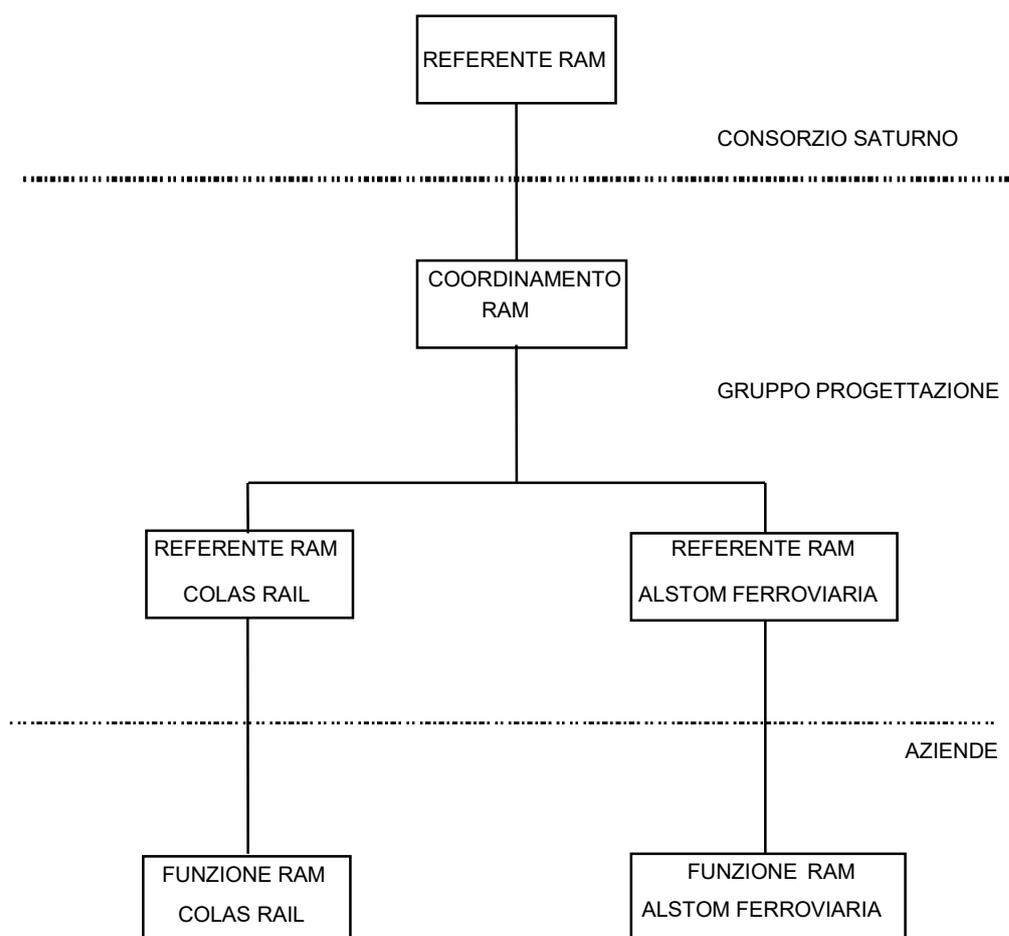
Le attività d'interfaccia tra le aziende del Gruppo di Progettazione e il Consorzio SATURNO saranno costituite da riunioni di lavoro (nel caso si rendessero necessarie) e dalla trasmissione di documenti RAM contrattuali secondo i regolamenti del Consorzio Saturno.



|   |   |   |                                      |           |                    |
|---|---|---|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | CONSORZIO<br><b>SATURNO</b><br><i>High Speed Railway Technologies</i> | ALTA SORVEGLIANZA<br> |                                      |           |                    |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR  | Lotto<br>10   | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>10 di 37 |

La documentazione prodotta (Rapporti/Analisi RAM, e/o elaborati d'ingegneria) rappresenteranno l'interazione (o l'interfaccia) tra le aziende del Gruppo di Progettazione e il Consorzio Saturno per quanto concerne l'aspetto RAM.

Figura 1 – Organizzazione del Gruppo di Progettazione



|   |   |   |                                      |           |                    |
|---|---|---|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br> |  | ALTA SORVEGLIANZA<br> |                                      |           |                    |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR  | Lotto<br>10   | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>11 di 37 |

## 2.2 FUNZIONI AZIENDALI COINVOLTE NEGLI ASPETTI RAM

A livello aziendale, le attività e le responsabilità di coordinamento degli aspetti RAM per la tecnologia Luce e Forza Motrice sono demandate ed attribuite secondo quanto indicato nei rispettivi “Piani della Qualità”. La preparazione della documentazione RAM sarà effettuata da ALSTOM Ferroviaria, secondo quanto indicato nel proprio “Piano della Qualità” [7], poiché responsabile della progettazione tipologica del sottosistema Luce e Forza Motrice.

Tuttavia, si riportano nel dettaglio i compiti e le responsabilità che saranno svolti all’interno di ciascuna azienda, secondo le proprie competenze sia nel progetto tipologico, sia in quello di calato sul territorio:

1. Valutare, in stretta collaborazione con la progettazione, le scelte progettuali in relazione ai loro riflessi sugli obiettivi RAM prefissati;
2. Controllare e monitorare le attività RAM commissionate ai subfornitori;
3. Applicare il presente P.RAM;
4. Individuare, raccogliere ed analizzare tutti i dati necessari per l’esecuzione delle diverse attività RAM;
5. Eseguire e/o coordinare le analisi RAM durante lo sviluppo del progetto;
6. Raccogliere, integrare ed emettere la documentazione RAM;
7. Individuare i componenti critici;
8. Confrontare i valori calcolati con gli eventuali obiettivi prefissati; in caso di mancato rispetto di questi ultimi, informare le funzioni aziendali interessate;
9. Ottimizzare il progetto dal punto di vista delle caratteristiche RAM;
10. Controllare e sorvegliare le attività svolte al fine di garantire gli aspetti qualitativi ed il rispetto delle tempistiche predeterminate;
11. Effettuare la raccolta dei dati RAM d’esercizio attraverso l’implementazione della modulistica FRACAS;
12. Contribuire all’effettuazione della dimostrazione RAM;
13. Revisionare le informazioni raccolte con particolare attenzione a quelle di ritorno dall’esercizio;
14. Integrare le funzioni Affidabilità e Manutenibilità con le attività di progettazione, al fine di assicurare che i risultati delle analisi siano completamente condivisi ed opportunamente impiegati per la realizzazione di un impianto destinato ad accogliere in pieno il consenso del committente.

|   |   |  |                                      |           |                    |  |
|---|---|--|--------------------------------------|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br><b>IRICAV2</b> | CONSORZIO<br><b>SATURNO</b><br><i>High Speed Railway Technologies</i>  | ALTA SORVEGLIANZA<br><br><b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                    |  |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR  | Lotto<br>10  | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>12 di 37 |  |

## 2.2.1 ATTIVITA' D'INTERFACCIA FRA LE FUNZIONI AZIENDALI

Durante lo sviluppo del sottosistema Luce e Forza Motrice, la funzione RAM interna a ciascuna azienda interagirà con le altre funzioni coinvolte nel progetto del sottosistema oggetto del presente P.RAM. In particolare, la funzione RAM manterrà legami principalmente con la progettazione, con la qualità e con la manualistica, nonché con i fornitori, come indicato al paragrafo 4. Tuttavia si fa presente che la funzione R.A.M. (RAM team) sarà indipendente dalle altre funzioni, in particolare dal Gruppo di Progetto.

La trasmissione della documentazione (Rapporti RAM, documenti d'analisi) tra la funzione RAM e le altre funzioni aziendali sarà effettuata secondo le modalità riportate al paragrafo 3.

La funzione RAM di ciascuna azienda parteciperà alle riunioni di riesame del progetto, come previsto nel documento [7].

Per quanto concerne l'attività RAM, tali riunioni avranno lo scopo di valutare, in stretta collaborazione con la funzione di progettazione, le scelte progettuali in relazione ai loro riflessi sugli obiettivi RAM prefissati.

|   |  |  |                                      |           |                    |  |
|---|--|--|--------------------------------------|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | <br>CONSORZIO<br><b>SATURNO</b><br><i>High Speed Railway Technologies</i> | ALTA SORVEGLIANZA<br><br><b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                    |  |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR   | Lotto<br>10  | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>13 di 37 |  |

### 3. CONTROLLO E GESTIONE DELLA DOCUMENTAZIONE

Il controllo e la gestione della documentazione sono attuati in accordo alle esistenti procedure interne delle singole aziende facenti parte del Gruppo di Progettazione.

In generale, i documenti RAM saranno gestiti secondo criteri e modi tali da garantire che i documenti stessi siano elaborati da parte di personale cui sia stato assegnato ufficialmente questo compito, verificati ed approvati da personale autorizzato, distribuiti al personale che li deve utilizzare, ed utilizzati nella loro ultima edizione corretta. Per quanto riguarda i criteri per la gestione della documentazione emessa in seguito a modifiche tecniche, questi sono compresi nelle già citate procedure interne delle singole aziende del Gruppo di Progettazione.

|   |   |   |                                      |           |                    |
|---|---|---|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | CONSORZIO<br><b>SATURNO</b><br><i>High Speed Railway Technologies</i>  | ALTA SORVEGLIANZA<br> |                                      |           |                    |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR  | Lotto<br>10   | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>14 di 37 |

#### 4. GESTIONE E CONTROLLO DEI FORNITORI

Per le parti non direttamente progettate e costruite da ALSTOM Ferroviaria e/o Colas Rail, le stesse baderanno a trasmettere a ciascun subfornitore i requisiti RAM applicabili.

ALSTOM Ferroviaria e Colas Rail assicureranno che il subfornitore lavori con requisiti di qualità come indicato nei rispettivi “Piani di Qualità” delle aziende del Gruppo di Progettazione.

Ognuna delle aziende del Gruppo di Progettazione effettuerà il controllo e il monitoraggio delle attività RAM svolte dai rispettivi subfornitori, in collaborazione con le altre funzioni aziendali ed in accordo alle esistenti procedure interne delle singole aziende stesse; si faranno in pratica carico di:

1. Illustrare ai propri subfornitori le attività RAM da svolgere, chiarendo i contenuti e i modi di svolgimento delle analisi;
2. Fornire, qualora ciò si rendesse necessario, un supporto tecnico ai subfornitori sulle attività da svolgere rimanendo sempre in accordo a quanto indicato nel presente P.RAM;
3. Stabilire un programma d’incontri periodici con i subfornitori al fine di valutare lo stato d’avanzamento dei lavori e la congruità con quanto richiesto dal presente P.RAM; le analisi ed i documenti presentati dai subfornitori saranno analizzati e discussi e, nel caso di non soddisfacimento dei requisiti RAM prefissati, sarà informato il responsabile del progetto affinché valuti la necessità di chiedere l’introduzione di modifiche del progetto;
4. Provvedere, se ritenuto necessario, a richiedere che siano effettuati approfondimenti d’analisi sulle parti più critiche del sottosistema Luce e Forza Motrice;
5. Coinvolgere i subfornitori nella gestione dei dati derivanti dall’esercizio, ed in caso di non conformità con i requisiti contrattuali, informare il responsabile del progetto affinché valuti la necessità di richiedere modifiche del progetto.

In ogni caso, per ciò che riguarda la gestione del rapporto con i subfornitori vale quanto riportato nei rispettivi “Piani di Qualità” delle aziende del Gruppo di Progettazione.

|   |   |   |                                      |           |                    |
|---|---|---|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | <br>CONSORZIO<br><b>SATURNO</b><br>High Speed Railway Technologies | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                    |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR  | Lotto<br>10   | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>15 di 37 |

## 5. REQUISITI RAM

I requisiti RAM di seguito specificati sono riferiti al profilo di missione definito al successivo paragrafo. Il rispetto di tali obiettivi dovrà avvenire considerando le condizioni climatiche ed ambientali sotto descritte.

### 5.1 PROFILO DI MISSIONE

In questo capitolo viene definito il profilo di missione, inteso come descrizione dei modi operativi, degli eventi e delle condizioni ambientali nelle quali operano le apparecchiature del sottosistema Luce e Forza Motrice (LF).

In particolare, nei paragrafi seguenti, saranno specificati:

- la missione del sottosistema
- la perimetrazione del sottosistema LF
- le condizioni ambientali di riferimento
- le modalità di utilizzo
- i requisiti di affidabilità di missione

#### 5.1.1 DEFINIZIONE DELLA MISSIONE

Il sottosistema Luce e Forza Motrice (LF) è preposto allo svolgimento della seguente missione generale:

*“Prelevare energia elettrica in arrivo da cabina Enel MT per mezzo di uno o più gruppi di trasformazione al fine di ottenere in uscita energia in BT tale da garantire l’alimentazione delle utenze essenziali dei PPF, degli impianti di sicurezza lungo linea, dei circuiti di illuminazione e del riscaldamento deviatoi; prelevare energia elettrica in arrivo da cabina Enel MT per mezzo di uno o più gruppi di trasformazione al fine di ottenere in uscita energia in BT tale da garantire l’alimentazione degli impianti in galleria”.*

#### 5.1.2 PERIMETRAZIONE DEL SOTTOSISTEMA

Ai fini delle analisi RAM saranno considerati appartenenti al sottosistema LF (e saranno pertanto oggetto di analisi) tutti gli equipaggiamenti necessari per l’alimentazione degli impianti utilizzatori a partire:

- dalla Cabina ENEL di alimentazione in MT dei PPF, per l’alimentazione proveniente da Enel a 15 o 20 kV
- dalla Cabina ENEL di alimentazione in MT delle gallerie, per l’alimentazione proveniente da Enel a 15 o 20 kV

fino ai morsetti dei circuiti previsti per l’alimentazione delle utenze terminali.

|   |   |  |                                      |           |                    |  |
|---|---|--|--------------------------------------|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br><b>IRICAV2</b> | <br><b>CONSORZIO SATURNO</b><br><i>High Speed Railway Technologies</i> | ALTA SORVEGLIANZA<br><br><b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                    |  |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR  | Lotto<br>10  | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>16 di 37 |  |

### 5.1.3 CONDIZIONI AMBIENTALI DI RIFERIMENTO

La missione si svolge nelle condizioni ambientali di seguito riportate:

1. Le temperature ambientali di riferimento sono comprese tra:
  - -25°C e +40°C, all'esterno
  - -5°C e +30°C, in galleria
2. Le apparecchiature relative ai servizi ausiliari sono state progettate e costruite per installazione all'interno di fabbricati e sono previste per installazione al chiuso.
3. Non si prevedono in generale particolari accorgimenti contro le sostanze inquinanti vista l'ubicazione in piena linea degli impianti LFM lontano quindi da aree industriali o chimiche o similari.

I dati di temperatura riportati nel Rapporto RAM fanno riferimento ai valori previsti progettualmente, mentre i valori dei tassi di guasto saranno calcolati alle reali temperature di riferimento.

### 5.1.4 MODALITA' DI UTILIZZO

Le apparecchiature costituenti il sottosistema sono considerate operative 24 h/giorno con un fattore di utilizzo pari quindi al 100%.

## 5.2 REQUISITI D'AFFIDABILITA'

### 5.2.1 REQUISITI QUANTITATIVI

Nelle specifiche di base [2] non sono indicati per il Sottosistema Luce e Forza Motrice requisiti quantitativi d'affidabilità. Tuttavia, sarà eseguita l'analisi di affidabilità che individuerà i valori necessari ai fini del calcolo della disponibilità.

### 5.2.2 REQUISITI QUALITATIVI

Nelle specifiche di base [2] non sono indicati per il Sottosistema Luce e Forza Motrice requisiti qualitativi d'affidabilità.

## 5.3 REQUISITI DI MANUTENIBILITA'

### 5.3.1 REQUISITI QUANTITATIVI

Nelle specifiche di base [2] non sono indicati per il Sottosistema Luce e Forza Motrice requisiti quantitativi di Manutenibilità. Tuttavia, sarà eseguita l'analisi di manutenibilità che individuerà i valori di MTTR ai fini del calcolo della disponibilità.

### 5.3.2 REQUISITI QUALITATIVI



|   |  |  |                                      |           |                    |  |
|---|--|--|--------------------------------------|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br><b>IRICAV2</b> | <br><b>SATURNO</b><br>High Speed Railway Technologies | ALTA SORVEGLIANZA<br><br><b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                    |  |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR   | Lotto<br>10  | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>17 di 37 |  |

La manutenibilità ha come scopo di ridurre i costi d'intervento a seguito di guasti imprevisti e minimizzare la frequenza, la durata delle operazioni di manutenzione, il personale e le scorte.

In particolare, le operazioni di manutenzione dovranno essere eseguibili con la minima richiesta d'attrezzature ed equipaggiamenti specifici, e dovranno limitare il ricorso a personale particolarmente qualificato e addestrato. Seguono i requisiti di manutenibilità che dovranno essere rispettati:

- **Accessibilità**, cioè il requisito che ogni apparato deve soddisfare di essere posizionato all'interno degli impianti in modo da essere ispezionato, riparato, revisionato e/o sostituito in modo agevole, tenuto conto dell'ingombro delle attrezzature necessarie all'azione manutentiva.
- **Estraibilità**, cioè il requisito che ogni apparato deve soddisfare di essere progettato, realizzato ed installato in modo da consentire la sostituzione di ogni singola LRU senza dovere intervenire sulle altre LRU componenti l'apparato.
- **Manipolabilità**, cioè il requisito che ogni apparato deve soddisfare di essere composto da LRU di peso inferiore ai 25 kg, nell'ipotesi per cui le operazioni di rimozione della singola LRU non possano essere svolte da più di un operatore e/o con l'ausilio di mezzi meccanici di sollevamento.
- **Facilità di Pulizia**, cioè il requisito che ogni apparato deve soddisfare di essere progettato, realizzato ed installato in modo da facilitare al massimo ogni operazione di pulizia.
- **Standardizzazione**, cioè il requisito che ogni apparato deve soddisfare di essere progettato e realizzato in modo da permettere il maggior grado possibile di intercambiabilità tra le parti che lo compongono.

### 5.3.3 CRITERI DI MANUTENZIONE

L'approccio adottato dal Gruppo di Progettazione nella progettazione della manutenzione è guidato dal concetto già espresso della riduzione dei costi. A questo proposito i criteri di manutenzione saranno in accordo con i principi generali indicati nelle specifiche di base [2].

### 5.4 REQUISITI DI DISPONIBILITA'

Nelle specifiche di base [2] non sono indicati per il sottosistema Luce e Forza Motrice requisiti quantitativi di disponibilità. Tuttavia, sarà eseguita l'analisi di disponibilità che individuerà i valori di disponibilità asintotica intrinseca, in funzione dei risultati ottenuti dalle analisi d'affidabilità e di manutenibilità.

|   |   |   |                                      |           |                    |
|---|---|---|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br> |  | ALTA SORVEGLIANZA<br> |                                      |           |                    |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR  | Lotto<br>10   | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>18 di 37 |

## 6. ATTIVITA' RAM

### 6.1 GENERALITÀ

L'attività RAM consisterà nello sviluppo del Programma di Affidabilità, Disponibilità e Manutenibilità nel rispetto dei modi e dei tempi assegnati e nel controllo delle attività dei subfornitori per assicurarsi che essi forniscano un prodotto con i requisiti richiesti.

Le attività previste sono di seguito elencate:

1. Analisi d'affidabilità basica: determina l'affidabilità del sistema in funzione di quella dei componenti e/o LRU.
2. Analisi d'affidabilità di missione: determina l'affidabilità del sistema in relazione alle connessioni logico-funzionali fra i componenti e/o LRU, secondo la logica che descrive il successo della missione del sistema.
3. Analisi di manutenibilità (preventiva e correttiva): determina le caratteristiche quantitative di manutenzione del sistema.
4. Analisi di disponibilità: determina il legame tra le caratteristiche d'affidabilità e manutenibilità del sistema. Si esprime come rapporto tra i tempi di funzionamento del sistema e la somma degli stessi con quelli attivi di manutenzione correttiva.
5. Analisi FMECA: determina gli eventi di guasto (modi e cause) dei componenti e/o LRU che possono incidere sul corretto funzionamento del sistema valutandone gli effetti e le conseguenze.
6. Lista degli oggetti critici: è la determinazione di tutti i componenti i cui guasti sono classificati con livello di severità I e II e/o livello di frequenza A e B.
7. Lista scorte: sono le scorte consigliate per un periodo di esercizio di 24 mesi.

Tali attività d'analisi saranno raggruppate in un unico rapporto RAM che sarà emesso coerentemente con le fasi del progetto indicate al successivo paragrafo 8.1.

La presentazione dei risultati avverrà su formati simili a quelli riportati e descritti in Allegato A (alla fine del presente documento).

|   |  |  |                                      |           |                    |
|---|--|--|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br><b>IRICAV2</b> | <br><b>CONSORZIO SATURNO</b><br>High Speed Railway Technologies | ALTA SORVEGLIANZA<br><br><b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                    |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR   | Lotto<br>10  | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>19 di 37 |

## 6.2 ANALISI DI AFFIDABILITA'

E' l'insieme degli studi operati sul progetto al fine di perseguire i requisiti affidabilistici specificati.

### 6.2.1 SCOMPOSIZIONE HARDWARE E INDIVIDUAZIONE DELLE LRU

Il sistema viene gerarchicamente suddiviso in sottoassiemi a livello di dettaglio di singole LRU (livello di dettaglio minimo richiesto) il cui aggiornamento procede in accordo allo sviluppo della progettazione. Questa attività consente di individuare tutte le LRU che saranno utilizzate per la realizzazione dei singoli sottosistemi (per quanto concerne il presente P.RAM si farà riferimento al sottosistema Luce e Forza Motrice e per ciascuna LRU sarà data indicazione del quantitativo totale utilizzato per i singoli sottosistemi.

Dall'elenco di LRU ottenuto, verranno attribuiti a ciascuna LRU i relativi parametri affidabilistici ( $\lambda$ , MTTR).

Tali parametri saranno assegnati sulla base di dati presenti in letteratura, per il Rapporto Preliminare RAM. Dal Rapporto intermedio in poi, saranno assegnati sulla base dei dati divulgati dai fornitori interpellati o da esercenti di impianti simili.

Sarà così possibile, sulla base dei parametri assegnati, effettuare le analisi RAM richieste. Tale attività verrà presentata nei Rapporti Preliminare, Intermedio e Finale RAM.

### 6.2.2 MODELLO DI AFFIDABILITÀ

Verrà creato un modello funzionale del sottosistema Luce e Forza Motrice, composto dalle LRU definite nel modo precedentemente descritto. Esso sarà presentato nei Rapporti Preliminare, Intermedio e Finale RAM relativi sottosistema Luce e Forza Motrice e permetterà la costruzione del relativo modello di affidabilità, sulla base della modellazione logico-probabilistica del sottosistema.

### 6.2.3 PREVISIONE DI AFFIDABILITÀ DI BASE

Sarà eseguita una previsione dell'affidabilità di base, cioè un'analisi in cui sono presi in considerazione tutti i guasti indipendentemente dall'impatto che essi hanno sulla missione. Tale analisi verrà svolta sulla base dei dati assegnati nel primo step di analisi (vedi precedente paragrafo 6.2.1). Il calcolo dell'affidabilità di base del sottosistema Luce e Forza Motrice permette di calcolare l'incidenza, espressa in modo percentuale, del tasso di guasto di ciascun assieme, sottoassieme o componente che lo costituisce sul MTBF totale. Tale parametro di peso è calcolato nel seguente modo:

$$\frac{\lambda_{\text{assieme}}}{\lambda p} \cdot 100 = \text{Tasso di incidenza}$$

Il calcolo dei  $\lambda$  riferiti ad assiemi e/o sottoassiemi verrà effettuato a partire da modelli a blocchi di affidabilità costituiti dalla semplice serie delle LRU costituenti l'assieme e/o sottoassieme.

|   |   |  |                                      |           |                    |
|---|---|--|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br><b>IRICAV2</b> | <br><b>CONSORZIO SATURNO</b><br><i>High Speed Railway Technologies</i> | ALTA SORVEGLIANZA<br><br><b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                    |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR  | Lotto<br>10  | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>20 di 37 |

Tale attività verrà presentata nei Rapporti Preliminare, Intermedio e Finale RAM.

## 6.2.4 ANALISI FMECA

L'analisi delle modalità, degli effetti e della criticità dei guasti consisterà nella valutazione degli effetti sul sottosistema Luce e Forza Motrice di ogni potenziale modo di guasto di ciascun oggetto almeno fino al livello di LRU del sottosistema Luce e Forza Motrice ed avrà lo scopo di individuare i punti critici del progetto. Il livello di severità di ogni singolo guasto sia sul sottosistema sia sul servizio verrà classificato conformemente con quanto riportato di seguito:

- ✓ Livello di Severità I - Blocco Totale della Circolazione su entrambi i binari;
- ✓ Livello di Severità II - Blocco della Circolazione su un binario;
- ✓ Livello di Severità III - Fermo treno per prescrizione di natura organizzativa, o rallentamento della marcia e/o eventuali soppressioni di treni tale da ridurre significativamente il volume di traffico effettuato;
- ✓ Livello di Severità IV - Nessuna conseguenza per la circolazione.

L'analisi viene svolta nelle ipotesi maggiormente conservative (conseguenze peggiori per ogni singolo guasto), nelle ipotesi di guasto singolo, mantenendo come riferimento lo scenario applicativo nominale. L'analisi verrà presentata in apposite tabelle, stilate in accordo a quanto indicato in [1] e saranno parte integrante dei Rapporti Intermedio e Finale RAM.

## 6.2.5 OGGETTI CRITICI

Verranno individuati ed elencati, sulla base dell'analisi FMECA, i componenti dichiarati "critici" (con livello di severità I e II e/o livello di frequenza A e B). Saranno effettuate quindi adeguate indagini su tali componenti ed eventuali azioni correttive al fine di eliminarne la criticità.

Questa attività verrà svolta e presentata nei Rapporti Intermedio e Finale RAM.

## 6.2.6 ANALISI FTA E CALCOLO DELL'AFFIDABILITÀ DI MISSIONE

Sarà eseguita un'analisi quantitativa dell'MTBF per la missione del sottosistema Luce e Forza Motrice condotta con le tecniche di FTA (Fault Tree Analysis), che sviluppa il calcolo dell'affidabilità del sottosistema in oggetto in relazione al suo modello logico di funzionamento (ricavato dalla descrizione funzionale del sottosistema e dalla FMECA) e del Diagramma a Blocchi di Affidabilità (RBD). Tali modelli esplicitano in termini di relazioni logiche (AND, OR, XOR, ecc..) le relazioni funzionali tra i diversi componenti del sistema e considerando la combinazione di più guasti simultanei a livello di sistema.

La tecnica FTA, di tipo top-down, prevede la costruzione di un Albero dei Guasti che fornisce una rappresentazione grafica delle connessioni logiche esistenti tra le anomalie di funzionamento dei componenti del sistema (Basic Event) e le anomalie di funzionamento del sistema stesso (Top Event). La Tecnica RBD fornisce i grafi del

|   |   |  |                                      |           |                    |  |
|---|---|--|--------------------------------------|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br><b>IRICAV2</b> | CONSORZIO<br><b>SATURNO</b><br><i>High Speed Railway Technologies</i>  | ALTA SORVEGLIANZA<br><br><b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                    |  |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR  | Lotto<br>10  | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>21 di 37 |  |

successo della missione.

Questa attività, basandosi sui Diagrammi a Blocchi di Affidabilità e sui risultati della FMECA verrà svolta e presentata nei Rapporti Intermedio e Finale RAM.

### 6.3 ANALISI DI DISPONIBILITA'

Vedasi quanto riportato al precedente paragrafo 5.4.

### 6.4 ANALISI DI MANUTENIBILITA'

E' l'insieme degli studi operati sul progetto al fine di perseguire i requisiti di manutenibilità specificati.

Questa attività verrà svolta e presentata nei Rapporti Intermedio e Finale RAM.

Essa si articola nelle seguenti fasi di sviluppo dell'analisi.

#### 6.4.1 LISTA LRU

Si riapplicano i risultati ottenuti nell'attività descritta nel paragrafo 6.2.1

#### 6.4.2 ANALISI DI MANUTENZIONE PREVENTIVA

Verranno identificati gli oggetti che necessitano di manutenzione preventiva e definite per ciascuno di essi le azioni da compiere e la loro frequenza, nonché le risorse necessarie.

Sui risultati di questa analisi verrà basato lo sviluppo della documentazione di manutenzione preventiva.

Le informazioni relative ai dati di manutenzione preventiva saranno compatibili con gli standard di RFI.

#### 6.4.3 ANALISI DI MANUTENZIONE CORRETTIVA

Verranno identificate le LRU e per ciascuna di esse verrà stimato il valore di MTTR distinguendo la parte imputabile ai tempi di esecuzione effettiva da quella imputabile a ritardi di tipo logistico e amministrativo chiaramente indipendenti dalla progettazione. A tale scopo verranno presi in considerazione i tempi necessari alla:

- localizzazione del guasto;
- isolamento del guasto;
- smontaggio della parte danneggiata;
- sostituzione della stessa;
- riallineamento dell'apparato alla situazione di funzionamento;
- test.

La somma dei tempi stimati darà una previsione del tempo necessario alla singola riparazione e forma la base, se calcolato per ciascun apparato componente il sottoassieme preso in considerazione l'MTTR del sottoassieme. A partire dell'analisi del

|   |   |  |                                      |           |                    |
|---|---|--|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br><b>IRICAV2</b> | CONSORZIO<br><b>SATURNO</b><br><i>High Speed Railway Technologies</i>  | ALTA SORVEGLIANZA<br><br><b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                    |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR  | Lotto<br>10  | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>22 di 37 |

sottoassieme è possibile ricavare il MTTR base del sottosistema Luce e Forza Motrice. Dopodiché, sulla base dei risultati della Fault Tree Analysis, che definiscono i legami logici/funzionali tra le parti, è possibile definire il MTTR di missione a partire da valori di MTBF di missione.

Sui risultati di questa analisi verrà basato lo sviluppo della documentazione di manutenzione correttiva.

Le informazioni relative ai dati di manutenzione correttiva saranno compatibili con gli standard di RFI.

#### 6.4.4 PROCEDURA DI ISOLAMENTO GUASTI

Sarà il risultato di un'analisi avente la funzione di razionalizzare il processo di individuazione e correzione dei guasti al fine di consentire un risparmio di tempi e risorse manutentive con il sistema in esercizio.

#### 6.4.5 PARTI DI SCORTA

Una lista delle parti di scorta ritenute necessarie per un periodo di due anni di esercizio unitamente all'elenco delle attrezzature di manutenzione sarà fornita in accordo a quanto indicato in [1].

L'elenco parti di scorta sarà comunque fornito con il Rapporto Finale RAM, esso sarà coerente con le analisi RAM effettuate e con il documento [1].

La metodologia per il calcolo delle quantità dell'Elenco Scorte a regime sarà basata sulla formula di Poisson:

$$P \geq e^{-k \cdot \lambda \cdot t} \cdot \left\{ 1 + \sum_{i=1}^{N_s} \frac{[k \cdot \lambda \cdot t]^i}{i!} \right\}$$

dove:

- $P$  = "Livello di Protezione" o "Copertura di Servizio, ovvero probabilità di trovare la LRU in magazzino quando richiesto, pari a 95%;
- $k$  = numero delle LRU di dato Part Number presenti in tutta la Tratta;
- $\lambda$  = tasso di guasto della LRU;
- $t$  = "tempo di copertura", ovvero intervallo di tempo tra un arrivo in magazzino delle scorte e il successivo;
- $N_s$  = numero di LRU in magazzino, necessarie e sufficienti a soddisfare la disuguaglianza basata sulla formula di Poisson, sopra riportata.

I calcoli saranno eseguiti per due valori di  $t$ :

- $t=t_1 = LTU + LT$
- $t=t_2 = LT$

dove:



|   |  |   |  |                   |                            |  |
|---|--|---|--|-------------------|----------------------------|--|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>CONSORZIO<br/><b>SATURNO</b><br/><i>High Speed Railway Technologies</i></p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  |  |                   |                            |  |
| <p>Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM</p>   | <p>Progetto<br/>INOR</p>   | <p>Lotto<br/>10</p>   | <p>Codifica Documento<br/>EE2AFLF0000N01</p> | <p>Rev.<br/>A</p> | <p>Foglio<br/>23 di 37</p> |  |

- l'intervallo di tempo tra un ordine e l'altro, LTU (Logistic Time Unit) = 2 anni
- l'intervallo di tempo che intercorre fra l'ordine e l'arrivo in magazzino, LT (Lead Time) varia secondo la tipologia delle apparecchiature.

|   |   |   |                                      |           |                    |  |
|---|---|---|--------------------------------------|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | CONSORZIO<br><b>SATURNO</b><br><i>High Speed Railway Technologies</i>  | ALTA SORVEGLIANZA<br> |                                      |           |                    |  |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR  | Lotto<br>10   | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>24 di 37 |  |

## 7. DOCUMENTAZIONE RAM RICHIESTA

I documenti d'analisi RAM sopra indicati saranno conformi ai contenuti tecnici richiesti nel documento [1].

I documenti RAM contrattuali che saranno prodotti per questo progetto sono elencati nella lista sottostante. I rapporti RAM saranno preparati in accordo a quanto prescritto nel documento [1].

1. Piano RAM: determina la documentazione, l'organizzazione, la gestione, e le tempistiche d'esecuzione delle attività RAM.
2. Rapporto preliminare RAM: descrive le caratteristiche RAM in relazione alla fase di progettazione esecutiva preliminare.
3. Rapporto Intermedio RAM: descrive le caratteristiche RAM in relazione alla fase di progettazione esecutiva per ordini.
4. Rapporto Finale RAM: descrive le caratteristiche RAM in relazione alla fase di progettazione esecutiva di dettaglio.
5. Aggiornamento del Rapporto Finale RAM: descrive le caratteristiche RAM in relazione alla fase di pre-esercizio e garanzia.

Aggiungiamo che la documentazione sopra indicata sarà fornita, secondo quanto concordato tra il Consorzio Saturno ed il General Contractor, così come riportato nel cronogramma del paragrafo 8.1.1.

|   |  |  |                                      |           |                    |
|---|--|--|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br><b>IRICAV2</b> | <br><b>CONSORZIO SATURNO</b><br>High Speed Railway Technologies | ALTA SORVEGLIANZA<br><br><b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                    |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR   | Lotto<br>10  | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>25 di 37 |

## 8. SVILUPPO DEL PROGRAMMA RAM

Per meglio definire i modi di gestione e controllo delle attività RAM sono state individuate le seguenti macroattività:

- Attività relative al ciclo di vita;
- Attività di controllo dell'avanzamento;

Le attività e la documentazione RAM sono legate al processo di progettazione delle aziende che formano il Gruppo di Progettazione, e in maniera più generale alle fasi che costituiscono il normale ciclo di vita del sottosistema in oggetto.

### 8.1 ATTIVITA' RELATIVE AL CICLO DI VITA

Per la fase di progettazione, relativa allo sviluppo del sottosistema Luce e Forza Motrice, si è proceduto ad una maggiore articolazione, per rendere più agevole la correlazione con le attività corrispondenti indicate nel documento [1]. Le attività RAM possono concettualmente raggrupparsi ed essere eseguite nelle seguenti cinque fasi con quattro pietre miliari come mostrato nella *Figura 2*:

- Fase A – durante la progettazione esecutiva preliminare
- Fase B – durante la progettazione esecutiva per ordini
- Fase C – durante la progettazione esecutiva di dettaglio, e di montaggio
- Fase D – durante il periodo d'installazione e pre-esercizio
- Fase E – durante il periodo di garanzia

La fase A si conclude con il rapporto preliminare RAM che costituisce la pietra miliare (milestone), in altre parole il punto di partenza. Questo rapporto è un documento in cui i requisiti RAM a livello di sottosistema sono allocati ad un livello gerarchico più basso, al fine di definire le caratteristiche RAM di base delle parti costituenti il sottosistema Luce e Forza Motrice.

Inoltre, in questa fase è svolta un'analisi previsionale d'affidabilità e di manutenibilità preliminare; tali analisi prenderanno in considerazione solo le parti fino allora sviluppate dal progetto. Lo scopo di tali attività preliminari è quella di fornire delle indicazioni ai progettisti circa il proseguimento della fase di progettazione del sottosistema, con suggerimenti e/o modifiche da apportare. Tale attività preliminare costituita dal rapporto preliminare fornirà indicazioni ai progettisti al fine di prevenire in special modo clamorosi errori di progettazione.

Le fasi B e C comprendono le analisi d'affidabilità, manutenibilità, disponibilità e FMECA eseguite durante la progettazione esecutiva per ordini e di dettaglio. Nelle suddette fasi del progetto sono valutate nel dettaglio le caratteristiche RAM del sottosistema, con l'intento di assicurarsi che quest'ultimo soddisfi potenzialmente i requisiti imposti. Inoltre, le analisi di dettaglio forniranno delle indicazioni ai progettisti circa eventuali modifiche da apportare al progetto, solo nel caso in cui i valori di previsione siano non soddisfatti. Pertanto, alla fine della progettazione esecutiva per ordini sarà emesso il rapporto intermedio RAM che

|   |  |  |                                      |           |                    |
|---|--|--|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br><br><b>IRICAV2</b> | <br><b>CONSORZIO SATURNO</b><br>High Speed Railway Technologies | ALTA SORVEGLIANZA<br><br><b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                    |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR   | Lotto<br>10  | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>26 di 37 |

costituisce la seconda pietra miliare. Alla fine della progettazione esecutiva di montaggio sarà emesso il rapporto finale RAM che costituisce la terza pietra miliare. A questo punto le problematiche RAM sono state individuate e risolte, si sono effettuate indagini sufficienti sulle eventuali parti critiche, e le soluzioni trovate sono state integrate nella documentazione di progetto. Inoltre, in questa fase, congruamente con l'inizio della fase successiva sarà preparato il Piano di Dimostrazione RAM. I contenuti del piano riguardanti le modalità d'effettuazione della dimostrazione saranno preventivamente concordati con Saturno, il General Contractor, e Italferr.

Durante la fase D (d'installazione e pre-esercizio) del sottosistema, l'attività RAM prevede l'indagine sui risultati sperimentali per valutarne l'impatto sulle caratteristiche RAM del sottosistema, al fine di predisporre eventuali misure correttive. Gli eventuali guasti riscontrati durante il pre-esercizio sono registrati su opportuni moduli previsti dall'attività FRACAS; a questo punto gli studi RAM hanno trovato delle conferme sperimentali e sulle eventuali discrepanze sono avviate le azioni correttive. Il rapporto finale RAM opportunamente aggiornato costituisce la quarta pietra miliare.

Durante la fase E (garanzia) continua la registrazione dei dati sui moduli FRACAS. I dati raccolti sono analizzati, per ricavare, con opportune tecniche statistiche, i valori quantitativi da confrontare con i dati revisionali RAM; in aggiunta in questa fase sono allocate le eventuali responsabilità sui guasti al fine di predisporre le necessarie azioni correttive.

### 8.1.1 CRONOGRAMMA DELLE ATTIVITA' RAM

Le tempistiche d'effettuazione di tutte le attività RAM previste sono riportate nel cronogramma di *Figura 3*; tali tempistiche, in accordo con quelle contrattuali previste dal documento [1], prevedono l'emissione dei documenti RAM nelle seguenti fasi contrattuali/di progettazione:

- Piano RAM - a valle della emissione del Piano RAM di Sistema;
- Rapporto RAM Preliminare - al completamento della fase di Progetto Esecutivo;
- Rapporto RAM Intermedio - al completamento della fase di Emissione Ordini;
- Rapporto RAM Finale - immediatamente prima della fase di Montaggio in campo;
- Aggiornamento del Rapporto RAM Finale - a valle della raccolta dati RAM relativi al periodo di Pre-Esercizio.

Nel caso vi fosse la necessità di aggiornare il cronogramma, quest'ultimo sarà parte integrante delle informazioni contenute nel documento Programma di Emissione Elaborati di Sottosistema.

### 8.1.2 ATTIVITA' DI CONTROLLO DELL'AVANZAMENTO

Il controllo sullo stato d'avanzamento delle attività RAM, sui contenuti e sul rispetto degli obiettivi richiesti sarà fatto durante le riunioni di riesame del progetto come previste nel documento [1]. Tuttavia, al fine di garantire il rispetto degli obiettivi RAM, durante le fasi di sviluppo del sottosistema in oggetto sarà eseguito un monitoraggio degli indici RAM. Durante le riunioni previste di riesame del progetto saranno disponibili i documenti RAM in



|   |  |   |  |                   |                            |  |
|---|--|---|--|-------------------|----------------------------|--|
| <p>GENERAL CONTRACTOR</p>  | <p>CONSORZIO<br/><b>SATURNO</b><br/><i>High Speed Railway Technologies</i></p>  | <p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> |  |                   |                            |  |
| <p>Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM</p>   | <p>Progetto<br/>INOR</p>   | <p>Lotto<br/>10</p>   | <p>Codifica Documento<br/>EE2AFLF0000N01</p> | <p>Rev.<br/>A</p> | <p>Foglio<br/>27 di 37</p> |  |

accordo con quanto previsto nel presente P.RAM.

In caso di mancato soddisfacimento di uno degli obiettivi sarà informato il coordinatore tecnico del progetto, affinché valuti la possibilità di introdurre modifiche di progetto.

|   |   |   |                                      |           |                    |
|---|---|---|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | CONSORZIO<br><b>SATURNO</b><br><i>High Speed Railway Technologies</i>  | ALTA SORVEGLIANZA<br> |                                      |           |                    |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR  | Lotto<br>10   | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>28 di 37 |

## 9. GESTIONE DEI DATI DI GUASTO

La presente attività consisterà nella definizione delle procedure per la raccolta dei dati di guasto e la raccolta dei dati stessi durante il periodo di pre-esercizio e garanzia del sottosistema: la metodologia adottata consisterà nel Failure Reporting and Corrective Actions System (FRACAS).

La Failure Reporting and Corrective Actions System è una metodologia di raccolta dei dati di guasto. Durante questo periodo, ogni qualvolta si verifichi un guasto alle apparecchiature costituenti il sottosistema Luce e Forza Motrice, deve essere compilato un apposito modulo, cartaceo o su supporto informatico, contenente tutte le informazioni relative al guasto (localizzazione, data, sintomi e conseguenze, ecc.) e alle operazioni eseguite per ripristinare le normali condizioni operative (tempo di localizzazione, tempo di ripristino, azioni effettuate, numero di persone occupate e loro livello di specializzazione, ecc.).

Si ottiene così un database di tutti i guasti occorsi a ciascuna LRU appartenente ai sottosistemi del sistema AV, e delle azioni intraprese per porvi rimedio. Tale database può essere utilizzato non solo per fini statistici, ma anche, e soprattutto, per valutare i parametri RAM del sistema e confrontarli con quelli richiesti dalle specifiche di base del sistema AV, in modo da poterne verificare il soddisfacimento.

Questa attività sarà svolta in modo congiunto tra ALSTOM Ferroviaria, Saturno, il General Contractor, e Italferr, con le modalità definite in [5] e [4].

I risultati di questa attività saranno documentati dalle schede di guasto che saranno emesse prima della fase di esercizio, sotto responsabilità delle Consorziato in conformità con quanto prescritto da [1].

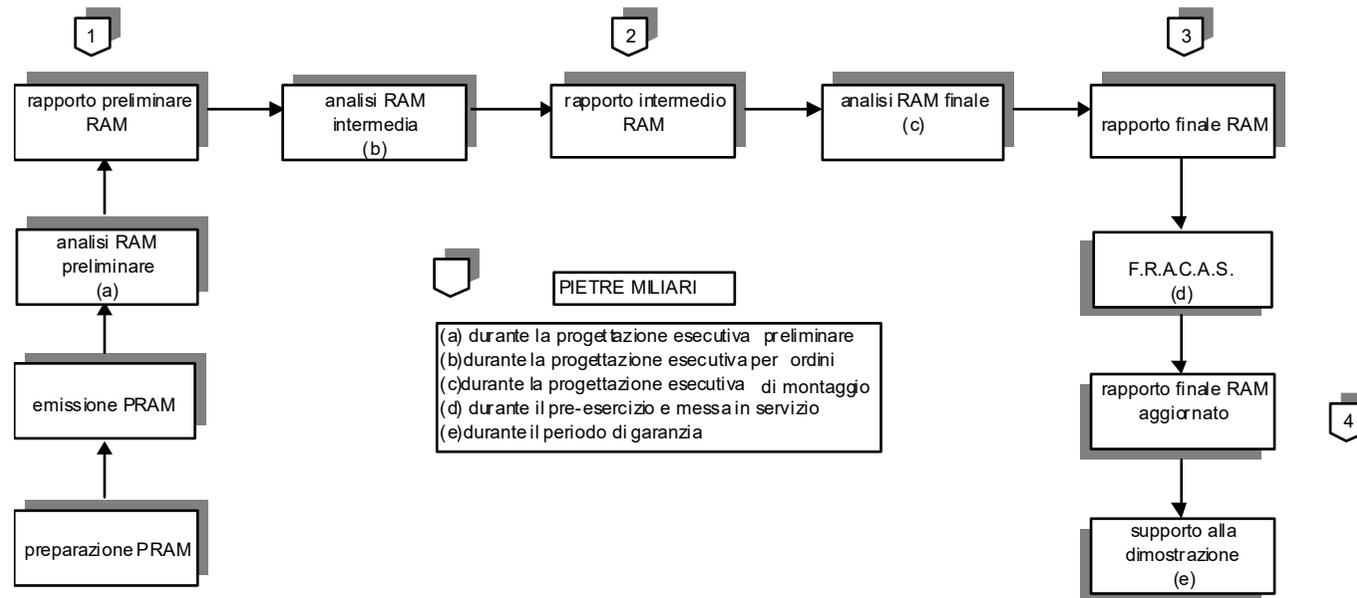
|   |  |  |                                      |           |                    |  |
|---|--|--|--------------------------------------|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br> | <br>CONSORZIO<br><b>SATURNO</b><br><i>High Speed Railway Technologies</i> | ALTA SORVEGLIANZA<br><br><b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                    |  |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR   | Lotto<br>10  | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>29 di 37 |  |

## 10. DIMOSTRAZIONE RAM

Il documento contrattuale [1] specifica che la dimostrazione RAM sarà eseguita per verificare il raggiungimento dei requisiti affidabilistici specificati in [2]. Nel caso specifico del sottosistema Luce e Forza Motrice, l'attività di dimostrazione d'affidabilità è implicitamente esclusa dal documento [2] perché non sono stati indicati requisiti RAM da soddisfare.

Per quanto concerne la dimostrazione di manutenibilità, essa avrà lo scopo di verificare le caratteristiche di manutenibilità con specifico riferimento ai requisiti qualitativi specificati in [2].

Figura 2 – Sviluppo delle attività RAM



|  |  |  |                                      |           |                    |
|--|--|--|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| <b>GENERAL CONTRACTOR</b><br><b>Cepav due</b><br>Consorzio ENI per l'Alta Velocità  | <b>CONSORZIO SATURNO</b><br>High Speed Railway Technologies  | <b>ALTA SORVEGLIANZA</b><br><br><b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                    |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM   | Progetto<br>INOR   | Lotto<br>10  | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>31 di 37 |

Figura 3 – Cronogramma della documentazione RAM

| Fasi progettuali   | Tempistiche <sup>(1)</sup> | Ente                            | Ente Responsabile della documentazione RAM |
|--|----------------------------|---------------------------------|--|
| Progettazione di Sistema<br>(Piano RAM)  |                            | ALSTOM Ferroviaria / Colas Rail | ALSTOM Ferroviaria                         |
| Progettazione Preliminare<br>(Analisi RAM Preliminare)<br>Riesame Prelimin. Progettaz. |                            | ALSTOM Ferroviaria / Colas Rail | ALSTOM Ferroviaria                         |
| Progettazione per Ordini<br>(Analisi RAM Intermedia)<br>Riesame Intern. Progettaz.     |                            | ALSTOM Ferroviaria / Colas Rail | ALSTOM Ferroviaria                         |
| Progettazione di Dettaglio   |                            | ALSTOM Ferroviaria / Colas Rail |  |
| Progettazione di Montaggio<br>(Analisi RAM Finale)<br>Riesame Finale Progettaz.        |                            | ALSTOM Ferroviaria / Colas Rail | ALSTOM Ferroviaria                         |
| Progettazione di Messa in Servizio   |                            | ALSTOM Ferroviaria / Colas Rail |  |
| Emissione elaborati As Built   |                            | ALSTOM Ferroviaria / Colas Rail |  |
| Preesercizio<br>(Gestione FRACAS e<br>Aggiorn. Analisi RAM Finale)                     |                            | ALSTOM Ferroviaria / Colas Rail | ALSTOM Ferroviaria                         |

Nota (1): il momento contrattuale/di progettazione di riferimento per l'emissione dei documenti RAM è riportato al § 8.1.1, in accordo con quelle contrattuali previste dal documento [1].

|   |  |   |                                      |           |                    |  |
|---|--|---|--------------------------------------|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br><b>Cepav due</b><br>Consorzio ENI per l'Alta Velocità  | CONSORZIO<br><b>SATURNO</b><br>High Speed Railway Technologies  | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                    |  |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR   | Lotto<br>10   | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>32 di 37 |  |

## ALLEGATO A: ESEMPIO DI TABELLE UTILIZZATE NELL'ANALISI RAM

Di seguito sono riportate solo a titolo esemplificativo i formati delle tabelle che potranno essere impiegate nei rapporti RAM per riportare i risultati delle analisi, con una loro descrizione.

*Tabella 1 – Esempio di tabella riportante la lista delle LRU*

| PART NUMBER | SIMBOLO | Fornitori | DESCRIZIONE | Qtà/<br>Tratta | F.R.<br>LRU<br>[FPMH] | F.R.<br>TOTALE<br>[FPMH] | MTBF<br>[ore] | MTBF Tot<br>[ore] | MTTR<br>[min] |
|-------------|---------|-----------|-------------|----------------|-----------------------|--------------------------|---------------|-------------------|---------------|
|             |         |           |             |                |                       |                          |               |                   |               |
|             |         |           |             |                |                       |                          |               |                   |               |

La Tabella con la lista delle LRU contiene i seguenti campi:

- Part Number: codice univoco della LRU (può coincidere con il part number commerciale);
- Simbolo: codice alfanumerico della LRU, coincidente con quello usato all'interno dell'analisi RAM;
- Fornitore: il Fornitore della LRU
- Descrizione: breve descrizione della LRU, in grado di individuarne le principali caratteristiche tecnico commerciali
- Qtà: quantità della LRU installata nel sottosistema;
- $\lambda$  [FPMH]: tasso di guasto della singola LRU espresso in guasti a milione di ore;
- $\lambda$  Tot [FPMH]: tasso di guasto totale della LRU, che tiene conto della sua molteplicità, espresso in guasti a milione di ore;
- MTBF: Mean Time Between Failure della singola LRU;
- MTBF Tot: Mean Time Between Failure totale della LRU che tiene conto della sua molteplicità;
- MTTR: Mean Time To Repair.

|   |  |   |                                      |           |                    |  |
|---|--|---|--------------------------------------|-----------|--------------------|--|
| GENERAL CONTRACTOR<br><b>Cepav due</b><br>Consorzio ENI per l'Alta Velocità  | CONSORZIO<br><b>SATURNO</b><br>High Speed Railway Technologies  | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                    |  |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR   | Lotto<br>10   | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>33 di 37 |  |

*Tabella 2 – Esempio di tabella riportante l'analisi di predizione di affidabilità di base*

| LIV. | Simbolo | Descrizione | Qtà | $\lambda$<br>[FPMH] | $\lambda$ Tot<br>[FPMH] | MTBF<br>[x10E6 h] | MTBF tot<br>[x10E6 h] | MTTR<br>[min] |
|------|---------|-------------|-----|---------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|---------------|
|      |         |             |     |                     |                         |                   |                       |               |
|      |         |             |     |                     |                         |                   |                       |               |
|      |         |             |     |                     |                         |                   |                       |               |
|      |         |             |     |                     |                         |                   |                       |               |

La Tabella dell'analisi di predizione di affidabilità di base contiene i seguenti campi:

- LIV : livello gerarchico della LRU nella scomposizione del sottosistema;
- Simbolo: codice alfanumerico della LRU, coincidente con quello usato all'interno dell'analisi RAM;
- Descrizione: breve descrizione della LRU, in grado di individuarne le principali caratteristiche tecnico commerciali
- Qtà: quantità della LRU installata nel sottosistema;
- $\lambda$  [FPMH]: tasso di guasto della singola LRU espresso in guasti a milione di ore;
- $\lambda$  Tot [FPMH]: tasso di guasto totale della LRU, che tiene conto della sua molteplicità, espresso in guasti a milione di ore;
- MTBF: Mean Time Between Failure della singola LRU;
- MTBF Tot: Mean Time Between Failure totale della LRU che tiene conto della sua molteplicità;
- MTTR: Mean Time To Repair.

|   |  |  |                                      |           |                    |
|---|--|--|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br><b>Cepav due</b><br>Consorzio ENI per l'Alta Velocità  | CONSORZIO<br><b>SATURNO</b><br>High Speed Railway Technologies  | ALTA SORVEGLIANZA<br><br><b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                    |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR   | Lotto<br>10  | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>34 di 37 |

*Tabella 3 – Esempio di tabella riportante l'analisi di Manutenzione Preventiva*

| ANALISI MANUTENZIONE PREVENTIVA |                  |           |             |                     |           |                     |                      |           |
|---------------------------------|------------------|-----------|-------------|---------------------|-----------|---------------------|----------------------|-----------|
| Commessa/Contratto:             |                  |           |             |                     |           |                     |                      |           |
| Sottosistema:                   |                  |           |             |                     |           | Scheda N°           | MP1                  |           |
| Assieme superiore:              |                  |           |             |                     |           |                     |                      |           |
| Oggetto analizzato:             |                  |           |             |                     |           |                     |                      |           |
| N°                              | Tipo di attività | Procedura | Periodicità | Durata (ore) Totale | Personale |                     | Attrezzi e strumenti | Materiali |
|                                 |                  |           |             |                     | Q.tà      | Grado di specializ. |                      |           |
|                                 |                  |           |             |                     |           |                     |                      |           |

La Tabella dell'analisi di manutenzione preventiva contiene i seguenti campi:

- N°: numerazione delle azioni di manutenzione per l'Item
- Tipo d'attività: identificativo del tipo d'intervento di manutenzione
- Procedura: descrizione sintetica dell'intervento di manutenzione
- Periodicità: frequenza prevista per l'intervento di manutenzione preventiva
- Durata (ore) totale: tempo in ore richiesto per l'esecuzione dell'intervento di manutenzione
- Personale: campo suddiviso in due colonne:
  - Q.tà: numero di persone necessarie per l'intervento
  - Grado di specializzazione: livello di specializzazione richiesto per eseguire l'operazione, secondo la seguente classificazione:
    - Base: personale senza specifica conoscenza del sistema, in grado di effettuare facili riparazioni o manutenzione preventiva che non richieda particolari disassemblaggi
    - Intermedio: personale con conoscenza del sistema, in grado di effettuare attività di ricerca del guasto senza l'uso di apparecchiature sofisticate e con l'ausilio del solo manuale d'uso e manutenzione
    - Avanzato: personale con conoscenza del sistema, in grado di effettuare attività di ricerca del guasto, verifiche e misure anche con l'utilizzo di apparecchiature sofisticate e la consultazione di manuali e disegni
- Attrezzi e strumenti: attrezzatura necessaria per svolgere l'intervento
- Materiali: Tipo e quantità di materiali necessari per svolgere l'intervento

|   |  |   |                                      |           |                    |
|---|--|---|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br><b>Cepav due</b><br>Consorzio ENI per l'Alta Velocità  | CONSORZIO<br><b>SATURNO</b><br>High Speed Railway Technologies  | ALTA SORVEGLIANZA<br> <b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                    |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR   | Lotto<br>10   | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>35 di 37 |

*Tabella 4 – Esempio di tabella riportante l'analisi di Manutenzione Correttiva*

| ANALISI MANUTENZIONE CORRETTIVA |                |           |   |                     |           |                     |                      |           |
|---------------------------------|----------------|-----------|---|---------------------|-----------|---------------------|----------------------|-----------|
| Commessa/Contratto:             |                |           |   |                     |           |                     |                      |           |
| Sottosistema:                   |                |           |   |                     |           | Scheda N°           |                      | MC1       |
| Assieme superiore:              |                |           |   |                     |           |                     |                      |           |
| Oggetto analizzato:             |                |           | Codice Sede Tecnica INRETE2000 di appartenenza: |                     |           |                     |                      |           |
| LRU                             | Modo di guasto | Procedura | Rilevazione del guasto                          | Durata (ore) Totale | Personale |                     | Attrezzi e strumenti | Materiali |
|                                 |                |           |   |                     | Qtà       | Grado di Specializ. |                      |           |
|                                 |                |           |   |                     |           |                     |                      |           |

La Tabella dell'analisi di manutenzione correttiva contiene i seguenti campi:

- LRU: simbolo della LRU oggetto delle azioni di manutenzione
- Modo di guasto a: descrizione sintetica del modo di guasto
- Procedura: descrizione sintetica delle operazioni da eseguire
- Rilevazione del guasto a: descrizione sintetica delle modalità di rilevazione del guasto
- Durata (ore) totale: tempo complessivo in ore di lavoro sull'apparato
- Personale richiesto: indicazione del personale richiesto espresso in termini di:
  - Quantità: numero di persone necessarie per l'intervento
  - Grado di specializzazione: livello di specializzazione richiesto per eseguire l'operazione, secondo la seguente classificazione:
    - Base: personale senza specifica conoscenza del sistema, in grado di effettuare facili riparazioni o manutenzione preventiva che non richieda particolari disassemblaggi.
    - Intermedio: personale con conoscenza del sistema, in grado di effettuare attività di ricerca del guasto senza l'uso di apparecchiature sofisticate e con l'ausilio del solo manuale d'uso e manutenzione.
    - Avanzato: personale con conoscenza del sistema, in grado di effettuare attività di ricerca del guasto, verifiche e misure anche con l'utilizzo di apparecchiature sofisticate e la consultazione di manuali e disegni.
- Attrezzi e strumenti necessari: descrizione delle principali strumentazioni ed attrezzature necessarie per l'azione di manutenzione raccomandata
- Materiali: descrizione dei materiali necessari per l'azione di manutenzione raccomandata

|   |  |   |                                      |           |                    |
|---|--|---|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br><b>Cepav due</b><br>Consorzio ENI per l'Alta Velocità  | CONSORZIO<br><b>SATURNO</b><br>High Speed Railway Technologies  | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                    |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR   | Lotto<br>10   | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>36 di 37 |

Tabella 5 – Esempio di tabella riportante l'analisi FMECA

| Oggetto Analizzato |        |         |             |          | ANALISI DEI MODI, DEGLI EFFETTI E DELLA CRITICITÀ DEI GUASTI |                  |                    |                |        |                       |                            |     |             |      | Scheda FMECA Nr. 1 |                 |   |              |              |
|--------------------|--------|---------|-------------|----------|--|------------------|--------------------|----------------|--------|-----------------------|----------------------------|-----|-------------|------|--------------------|-----------------|---|--------------|--------------|
| Sottosistema       |        |         |             |          |  |                  |                    |                |        |                       |                            |     |             |      |                    |                 |   |              |              |
| N.                 | Part N | Simbolo | Descrizione | Funzione | Modo di Guasto   | Cause del Guasto | Effetti del Guasto |                |        | Metodo di rilevazione | Provvedimenti Compensativi | Sev | Probabilità | Alfa | Beta               | Tasso di Guasto | t | Criticità Cm | Criticità Cr |
|                    |        |         |             |          |  |                  | Locale             | Ass. Superiore | Finale |                       |                            |     |             |      |                    |                 |   |              |              |
|                    |        |         |             |          |  |                  |                    |                |        |                       |                            |     |             |      |                    |                 |   |              |              |

La Tabella dell'analisi dei modi e della criticità di guasto di ciascuna LRU contiene i seguenti campi:

- **N.:** numero della LRU appartenente al sottoassieme analizzato
- **Part Number:** codice identificativo della LRU appartenente al sottoassieme analizzato
- **Simbolo:** nome con cui la LRU è richiamata nel documento
- **Descrizione:** breve descrizione della LRU appartenente al sottoassieme analizzato
- **Funzione:** compito svolto dalla LRU appartenente al sottoassieme analizzato
- **Modo di Guasto**
  - o **Nome** (del modo di guasto della LRU)
  - o **Causa** (del modo di guasto della LRU)
- **Effetto del guasto**
  - o **Locale:** effetto del modo di guasto sulla LRU analizzata
  - o **Ass. Superiore:** effetto del modo di guasto sul sottoassieme (livello superiore) cui la LRU appartiene
  - o **Finale:** effetto del modo di guasto sulla circolazione dei treni
- **Metodo di rilevazione:** del guasto
- **Provvedimenti compensativi:** atti ad evitare o ad attenuare il modo di guasto
- **Sev:** severità dell'effetto finale del modo di guasto
- **Probabilità:** probabilità di occorrenza del modo di guasto
- **Alfa:** rapporto del modo di guasto
- **Beta:** probabilità condizionata dell'effetto del modo guasto
- $\lambda$  (**guasti  $\times 10e-6$  ore**): tasso di guasto della LRU appartenente al sottoassieme analizzato, espresso in guasti per milione di ore
- **t:** tempo di missione (720 ore)
- **Criticità Cm:** criticità del modo di guasto
- **Criticità Cr:** criticità della LRU, appartenente al sottoassieme analizzato, relativa ai modi guasto che portano all'effetto finale di severità maggiore

ove per le definizioni dei parametri di calcolo si è fatto riferimento al MIL-STD-1629A.

|   |  |   |                                      |           |                    |
|---|--|---|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| GENERAL CONTRACTOR<br><b>Cepav due</b><br>Consorzio ENI per l'Alta Velocità  | CONSORZIO<br><b>SATURNO</b><br>High Speed Railway Technologies  | ALTA SORVEGLIANZA<br><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE |                                      |           |                    |
| Doc: Sottosistema Luce e Forza Motrice - Piano RAM  | Progetto<br>INOR   | Lotto<br>10   | Codifica Documento<br>EE2AFLF0000N01 | Rev.<br>A | Foglio<br>37 di 37 |

*Tabella 6: Esempio di tabella riportante la Lista delle Scorte*

| LRU         |             |         |           | Caratteristiche |  |   |                        |            | Qtà delle scorte           |                   |
|-------------|-------------|---------|-----------|-----------------|--|---|------------------------|------------|----------------------------|-------------------|
| Part number | Descrizione | Simbolo | Fornitore | Qtà/Tratta      | Livello di protezione (Tempo di consegna + 2 anni) | Livello di protezione (Tempo di consegna) | Tempo di consegna [gg] | F.R (FPMH) | 2 Anni + Tempo di consegna | Tempo di consegna |
|             |             |         |           |                 |  |   |                        |            |                            |                   |
|             |             |         |           |                 |  |   |                        |            |                            |                   |

La Tabella dell'analisi di manutenzione preventiva contiene i seguenti campi:

- Il Part Number della LRU
- Breve descrizione della LRU, in grado di individuarne le principali caratteristiche tecnico commerciali
- Simbolo della LRU, coincidente con quello usato nelle altre analisi RAM
- Il Fornitore della LRU
- La quantità della LRU presente nella Tratta
- I livelli di protezione: quelli effettivi calcolati per  $t = t_1$  e  $t = t_2$  ( $\geq$  di quello richiesto, pari al 95%)
- Il tempo  $t_2$  di consegna
- Il Tasso di Guasto basico della LRU
- Le quantità delle scorte consigliate