

C0	31/10/08	Emissione per approvazione	DV	DL	YE
REVISIONE	DESCRIZIONE			EL.	CON. APP.

**MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
MAGISTRATO ALLE ACQUE**

**NUOVI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA  
DI VENEZIA**

LEGGE N. 798 DEL 29-11-1984

CONVENZIONE REP. 7191 DEL 04-10-1991

ATTO ATTUATIVO REP. 8249 DEL 28-12-2007 (PROGETTAZIONE)

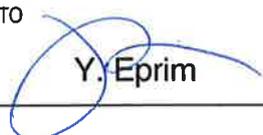
**INTERVENTI ALLE BOCCHE LAGUNARI PER LA  
REGOLAZIONE DEI FLUSSI DI MAREA**

CUP: D51B02000050001

**PROGETTO ESECUTIVO**

WBS: LN.L1.50

**BOCCA DI LIDO: SAN NICOLO' - TREPORTI  
IMPIANTI  
MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI  
ANALISI DI RISCHIO**

ELABORATO  D. Varisco	CONTROLLATO  D. Lesina	APPROVATO  Y. Eprim
N. ELABORATO MV0146P-PE-GNR-2010-C0	CODICE FILE MV146P-PE-GNR-2010-C0.doc	DATA 31 Ottobre 2008

**CONSORZIO "VENEZIA NUOVA"**

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE

VERIFICATO:

  
S. Pastore

CONTROLLATO:

  
M.T. Bratto



CONSORZIO VENEZIA NUOVA

PROGETTAZIONE

  
IL RESPONSABILE

PROGETTAZIONE  
SPECIALISTICA



 <b>TECNOFERR</b>	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GNR-2010-C0	Pag. n. 2
	Rev.	Data:	ANALISI DI RISCHIO	

## INDICE

1.	OGGETTO E SCOPO	3
2.	INTRODUZIONE	4
	2.1. Inquadramento generale	4
	2.2. Configurazione del mezzo	5
	2.3. Caratteristiche principali del mezzo	7
	2.4. Sistemi principali	8
3.	SOMMARIO E CONCLUSIONI	10
4.	RIFERIMENTI	11
	4.1. Elaborati del Progetto Esecutivo	11
	4.2. Normative	16
5.	METODOLOGIA	17
	5.1. Ipotesi di lavoro	17
	5.2. Metodo di analisi	17
	5.3. Matrice di rischio	18
6.	TABELLE FMECA	21
7.	CONCLUSIONI	26

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2010-C0	Pag. n. 3
	Rev.	Data:	ANALISI DI RISCHIO	

## 1. OGGETTO E SCOPO

Il presente rapporto riporta i risultati dell'analisi di rischio dei mezzi di rimozione dei sedimenti nell'ambito del progetto MOSE.

Lo scopo del rapporto è quello di confermare, attraverso l'analisi delle possibili situazioni accidentali, della relativa frequenza e delle conseguenze attese, la validità delle scelte progettuali e delle soluzioni tecniche, di verificare che siano rispettati i requisiti generali di affidabilità e di sicurezza e di identificare, laddove se ne dimostrasse la necessità, misure preventive e correttive, tale da minimizzare i rischi di malfunzionamento del sistema.

Lo studio, basato su una metodologia di tipo FMECA, prende in esame le varie fasi operative del mezzo, valutando per ciascuna di esse le situazioni che possono portare a potenziali avarie o guasti del sistema. Il lavoro si basa su criteri di affidabilità standard dei componenti e dei sistemi di classifica.

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2010-C0	Pag. n. 4
	Rev.	Data:	ANALISI DI RISCHIO	

## 2. INTRODUZIONE

### 2.1. Inquadramento generale

Il sistema di regolazione dei flussi di marea in laguna di Venezia si compone di 4 barriere (Malamocco, Chioggia, Lido San Nicolò e Lido-Treporti), ciascuna costituita da una schiera di circa 20 paratoie metalliche, incernierate al fondo a cassoni in c.a. interrati a livello del fondale. Le paratoie, vengono sollevate in posizione subverticale durante le fasi di esercizio (chiusura della barriere per contrastare l'alta marea) mentre rimangono adagiate in posizione orizzontale entro appositi ricettacoli durante le fasi di non operatività del sistema.

Il progetto delle opere ha stabilito la necessità di sottoporre le paratoie ad un ciclo di manutenzione periodica, che ne richiede la rimozione dalla sede di funzionamento e la sostituzione con altra paratoia di rispetto. L'operazione, da effettuarsi più volte all'anno a rotazione sulle diverse paratoie di ciascuna barriera, verrà effettuata da due mezzi speciali dedicati (jack-up); il primo rimuoverà la paratoia incrostata mentre il secondo installerà la paratoia nuova.

Il progetto prevede inoltre di realizzare, all'interno della finestra temporale tra le operazioni dei due jack-up, la pulizia dei recessi dei cassoni di soglia al di sotto delle paratoie dai sedimenti che vi si saranno accumulati nel tempo con mezzi capaci di operare su tutte le barriere e di consentire la rimozione dei sedimenti con la precisione imposta dalle ristrette tolleranze geometriche del sistema.

Il mezzo più idoneo ad effettuare queste operazioni è stato pertanto individuato in un natante di tipo supply-vessel che, per mezzo di un braccio meccanico (e relativa cassa di aspirazione) installato in coperta sia capace di rimuovere i sedimenti, stocarli al proprio interno in apposite casse anche al fine di una eventuale caratterizzazione degli stessi, trasportarli al punto di consegna finale e qui scaricarli.

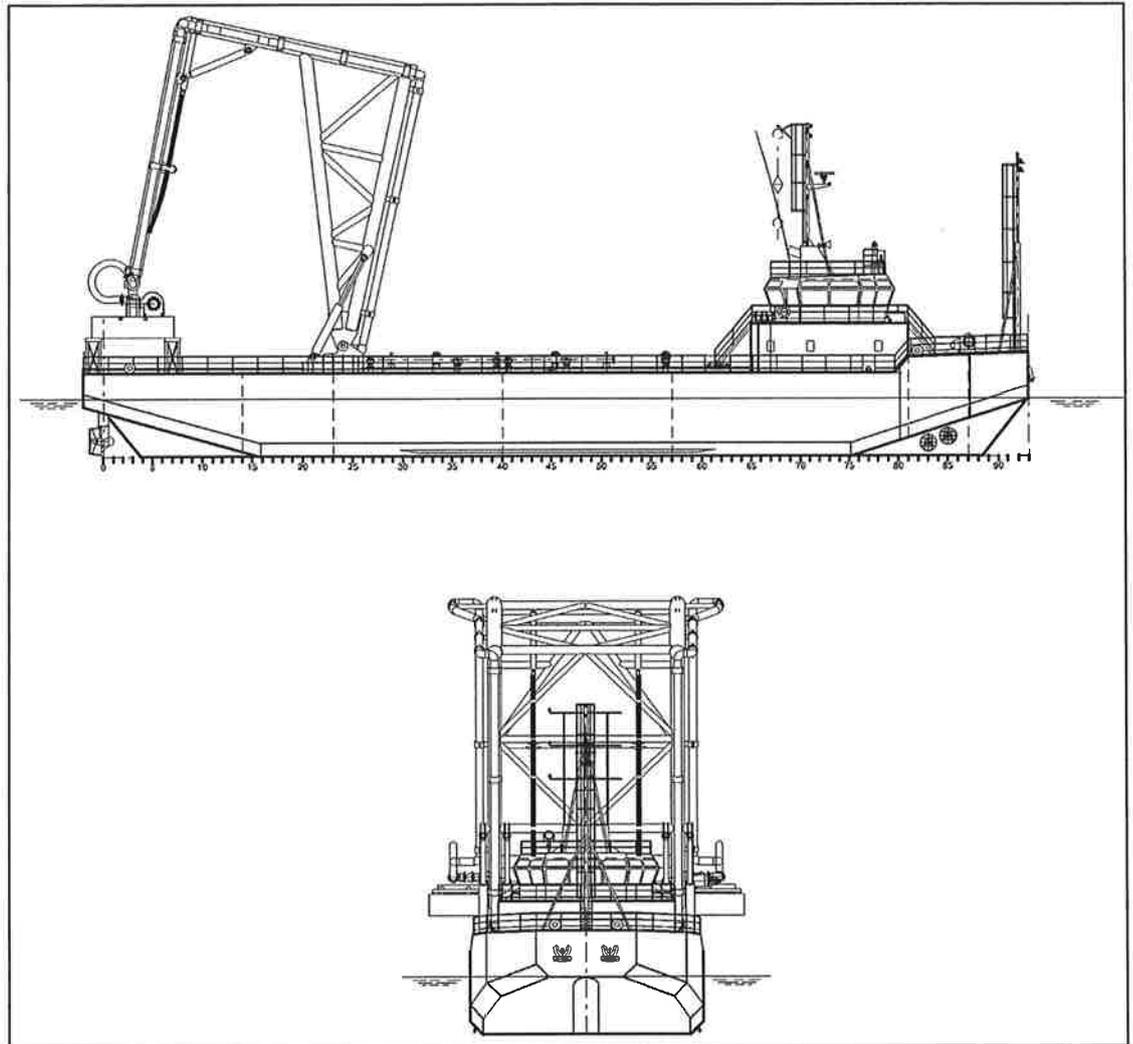


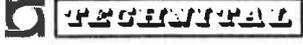
FIG. 2.1 - VISTE LATERALE E FRONTALE DEL MEZZO

## 2.2. Configurazione del mezzo

Il mezzo è del tipo a propulsione diesel-elettrica, con locale generatori a prua:

Il Ponte Coperto è continuo per circa il 90% della lunghezza nave, con uno scalino a prua rialzato di 1.0 m, orizzontale e con bolzone trapezoidale, costante per tutta la sua estensione, esclusa la parte rialzata di prua che non ha bolzone, ma insellatura di circa 2°.

Lo scafo è suddiviso da paratie stagne (piane e corrugate) nei seguenti compartimenti principali, a partire da poppa:

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2010-C0	Pag. n. 6
	Rev.	Data:	ANALISI DI RISCHIO	

Locare propulsori azimutali e pompa incendio emergenza

Locale pompe del carico/Deposito

N. 3 coppie di casse raccolta e trasporto materiali/acqua dragaggio (casse del carico)

Locale macchine e quadri elettrici

Locale eliche di manovra

Gavone di prua

La zona del carico è isolata dal fasciame esterno da doppio fondo e doppi fianchi, entro i quali sono ricavate casse zavorra. Il fondo delle casse del carico è inclinato trasversalmente verso il centro delle casse per agevolare il deflusso del contenuto durante le operazioni di scarico.

Una galleria tubi centrale, nel doppio fondo, si estende per tutta la lunghezza della zona del carico, tra il locale gruppi elettrogeni e il locale pompe del carico con uscita sul Ponte Coperta.

Il locale gruppi elettrogeni ha doppio fondo, piano per la maggior parte della sua estensione.

Nella parte poppiera del locale gruppi elettrogeni sono sistemati depositi combustibile, isolati dal fasciame esterno da doppio fondo e intercapedine al fianco. All'interno del locale gruppi elettrogeni è sistemata una cassa acqua dolce.

Nel doppio fondo del locale gruppi elettrogeni sono sistemate le seguenti casse:

Olio lubrificante

Sentina

Morchie

Liquami

I ponti della sovrastruttura, sistemata a prua, sono senza bolzone e senza insellatura.

La sovrastruttura, in due ordini, racchiude i seguenti locali:

	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GNR-2010-C0	Pag. n. 7
	Rev.	Data:	ANALISI DI RISCHIO	

### 1° ordine

Spogliatoio

Locale bombole impianto fisso antincendio locale gruppi elettrogeni

Locale centrale elettrica emergenza

Locale condizionamento

Cucina/Mensa

### 2° ordine

Plancia con visibilità panoramica (prua, poppa e lateralmente)

Il sistema di rimozione e carico a bordo dei sedimenti è costituito da una cassa, suddiviso in compartimenti, all'interno del quale i sedimenti presenti sulla superficie orizzontale del recesso vengono messi in sospensione dall'acqua pompata attraverso 8 ugelli per compartimento dal sistema di immissione acqua alimentato da due pompe sommerse. La miscela di acqua e sedimenti è aspirata dalla sommità dei compartimenti ed inviata alle casse carico della nave attraverso un sistema idraulico costituito da due pompe draganti anch'esse sommerse, da tubazioni rigide con giunti rotanti e da tubazioni flessibili che collegano la cassa di aspirazione alla traversa di sospensione all'estremità del braccio.

Il sistema di scarico dei sedimenti dopo che questi sono stati caratterizzati è costituito da un collettore collegato al fondo delle casse carico a bordo nave, da un sistema di iniezione acqua nelle casse per rimettere in sospensione i sedimenti alimentato dalle pompe antincendio di bordo, e da due pompe che inviano la miscela acqua/sedimenti alle due flange della stazione sbarco carico situate sulla coperta della nave lato sinistro a cui verranno collegati tubi galleggianti per lo sversamento in laguna o i tubi dell'impianto Vesta nel caso sia necessario depurare i sedimenti.

## **2.3. Caratteristiche principali del mezzo**

Le caratteristiche principali del mezzo sono:

Lunghezza fuori tutto	ca. 57.00	m
Lunghezza fra le perpendicolari	55.80	m
Larghezza massima fuori ossatura	14.00	m
Altezza di costruzione	5.00	m

	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GNR-2010-C0	Pag. n. 8
	Rev.	Data:	ANALISI DI RISCHIO	

Immersione di dimensionamenti (da L.C.)	3.50	m
Immersione di progetto (da L.C.)	3.25	m
Portata lorda all'immersione di progetto	ca.	1090 t
Numero massimo persone a bordo		10
Capacità totale casse e depositi:		
Carico	ca.	800 m <sup>3</sup>
Zavorra	ca.	700 m <sup>3</sup>
Combustibile	ca.	52 m <sup>3</sup>
Olio lubrificante	ca.	13 m <sup>3</sup>
Sentina	ca.	8 m <sup>3</sup>
Acqua dolce	ca.	18 m <sup>3</sup>
Liquami	ca.	19 m <sup>3</sup>
Morchie	ca.	8 m <sup>3</sup>

#### 2.4. Sistemi principali

I sistemi essenziali di cui il mezzo è dotato sono i seguenti:

- sistema di generazione di energia elettrica, composto di tre generatori diesel raffreddati ad acqua, che alimentano un quadro generatore dedicato, e di una centrale elettrica per emergenza, costituita da N. 1 unità UPS 24V cc. Tutti i generatori possono essere messi in parallelo;
- sistema di propulsione e manovra, mediante due propulsori azimutali e due eliche trasversali a prua tutti azionati da motori elettrici alimentati dal sistema generale di generazione e distribuzione di energia di bordo;
- sistema di posizionamento dinamico;
- sistema di automazione per la gestione dei carichi elettrici (*Power Management System*);
- sistema di estrazione, stoccaggio e scarico dei sedimenti composto da una cassa di aspirazione sedimenti (con relative pompe di pompe draganti e pompe soffianti), un braccio a comando oleopneumatico per la movimentazione della cassa, le casse di stivaggio dei sedimenti rimossi e le pompe per lo scarico finale dei sedimenti;
- attrezzature necessarie alla navigazione e alla permanenza a bordo;
- sistemi di bordo (zavorra, sentina, olio combustibile, lubrificante, etc);

 <b>REGISTRATI</b>	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2010-C0	Pag. n. 9
	Rev.	Data:	ANALISI DI RISCHIO	

- sistemi di sicurezza (antincendio etc.);
- modulo alloggi e sala controllo.

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2010-C0	Pag. n. 10
	Rev.	Data:	ANALISI DI RISCHIO	

### 3. SOMMARIO E CONCLUSIONI

E' stata condotta una analisi di tipo FMECA, volta a definire i livelli di frequenza e di severità delle conseguenze di eventi accidentali, che possano interessare la fase di esercizio del mezzo.

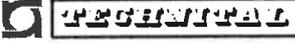
L'analisi è stata condotta a livello qualitativo, sulla base dell'assunzione che tutti i componenti dei diversi impianti abbiano elevati standard costruttivi e garantiscano adeguate caratteristiche di affidabilità, in piena conformità con i requisiti di certificazione e omologazione previsti dal Registro di Classifica.

Si sono quindi identificate, per ciascuna fase in cui può essere suddiviso un intervento del mezzo, le possibilità di avaria legate a rotture o guasti di parti di sistema o di componenti principali: sono state identificate su base qualitativa la frequenza di occorrenza e la gravità delle conseguenze, tenuto conto delle misure di prevenzione e mitigazione adottate.

Ne deriva una valutazione globale del rischio, attraverso la combinazione di frequenza e severità dell'evento.

I risultati dell'analisi dimostrano che, purché il mezzo sia realizzato e mantenuto nel rispetto degli standard di qualità e delle normative imposte dal registro di Classifica, non appare soggetto a particolari criticità, dal momento che gli eventi più probabili hanno conseguenze minori sulla sicurezza e funzionalità del mezzo e d'altra parte quelli che potrebbero determinare conseguenze di una certa gravità hanno una probabilità di occorrenza trascurabile.

Tuttavia si raccomanda che, in ragione del peculiare utilizzo del mezzo, che prevede l'alternanza di periodi operativo e di fasi di inattività anche di lungo periodo, sia prevista una serie di test funzionali di tutte le apparecchiature prima della stagione di utilizzo e di ogni intervento atto a verificare il buon funzionamento di tutti gli apparati di bordo.

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2010-C0	Pag. n. 11
	Rev.	Data:	ANALISI DI RISCHIO	

#### 4. RIFERIMENTI

##### 4.1. Elaborati del Progetto Esecutivo

CODICE	TITOLO
<b>RELAZIONI GENERALI</b>	
MV146P-PE-GBR-2001	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – PREMESSE DI PROGETTO – CONDIZIONI METEOMARINE
MV146P-PE-GNR-2003	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – RELAZIONE DESCRITTIVA GENERALE
MV146P-PE-GNR-2004	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – ANALISI DI OPERATIVITA’
MV146P-PE-GNR-2010	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – ANALISI DI RISCHIO
<b>RELAZIONI SPECIALISTICHE</b>	
MV146P-PE-GNR-2015	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – CALCOLI DI ASSETTO E STABILITA’
MV146P-PE-GNR-2016	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – CALCOLO DEL BORDO LIBERO
MV146P-PE-GNR-2017	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – RELAZIONE TECNICA CALCOLI IDRODINAMICI
MV146P-PE-GNR-2018	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – MODULO D’ARMAMENTO
MV146P-PE-GNR-2019	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – CALCOLO DELLA STAZZA
MV146P-PE-GNR-2020	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – RELAZIONE ILLUSTRATIVA DIMENSIONAMENTO STRUTTURALE SCAFO (SEZIONE MAESTRA E PARATIE ZONA CARICO)
MV146P-PE-GNR-2025	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – VERIFICA ROBUSTEZZA LONGITUDINALE TRAVE SCAFO
MV146P-PE-GNR-2030	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SISTEMA DI RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – RELAZIONE TECNICA SUL MODELLO FISICO DEL CASSA DI ASPIRAZIONE

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2010-C0	Pag. n. 12
	Rev.	Data:	ANALISI DI RISCHIO	

CODICE	TITOLO
MV146P-PE-GNR-2031	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SISTEMA DI RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – RELAZIONE TECNICA PROGETTAZIONE IDRAULICA
MV146P-PE-GNR-2032	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SISTEMA DI RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – RELAZIONE TECNICA PROGETTAZIONE STRUTTURALE CASSA DI ASPIRAZIONE, BRACCIO DI MOVIMENTAZIONE E SUPPORTO A SCAFO
MV146P-PE-GNR-2040	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – LISTA DELLE APPARECCHIATURE
MV146P-PE-GNR-2050	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – ESPONENTE DI CARICO
MV146P-PE-GER-2050	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – IMPIANTO ELETTRICO – BILANCIO ELETTRICO
MV146P-PE-GNR-2008	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – LINEE GUIDA DEL MANUALE OPERATIVO
MV146P-PE-GNR-2009	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – LINEE GUIDA DEL MANUALE DI MANUTENZIONE
<b>SPECIFICHE</b>	
MV146P-PE-GNS-2001	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SPECIFICA TECNICA GENERALE
MV146P-PE-GNS-2002	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SPECIFICA TECNICA – STRUTTURA NAVE
MV146P-PE-GNS-2003	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SPECIFICA TECNICA – ALLESTIMENTO NAVALE
MV146P-PE-GNS-2004	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SPECIFICA TECNICA – IMPIANTI DI BORDO
MV146P-PE-GNS-2005	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SPECIFICA TECNICA – IMPIANTI DI BORDO – APPENDICE A – COMPONENTI PRINCIPALI
MV146P-PE-GES-2001	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SPECIFICA TECNICA – IMPIANTO DI GENERAZIONE, DISTRIBUZIONE E UTILIZZO ENERGIA ELETTRICA, AUTOMAZIONE E POSIZIONAMENTO DINAMICO

<b>CODICE</b>	<b>TITOLO</b>
MV146P-PE-GES-2002	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SPECIFICA TECNICA – IMPIANTO DI GENERAZIONE, DISTRIBUZIONE E UTILIZZO ENERGIA ELETTRICA, AUTOMAZIONE E POSIZIONAMENTO DINAMICO APPENDICE A – GRUPPI ELETTROGENI
MV146P-PE-GES-2003	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SPECIFICA TECNICA – IMPIANTO DI GENERAZIONE, DISTRIBUZIONE E UTILIZZO ENERGIA ELETTRICA, AUTOMAZIONE E POSIZIONAMENTO DINAMICO APPENDICE B – PROPOSTA SISTEMA POSIZIONAMENTO DINAMICO
MV146P-PE-GES-2004	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SPECIFICA TECNICA – IMPIANTO DI GENERAZIONE, DISTRIBUZIONE E UTILIZZO ENERGIA ELETTRICA, AUTOMAZIONE E POSIZIONAMENTO DINAMICO APPENDICE C – COMPONENTI PRINCIPALI IMPIANTO ELETTRICO
MV146P-PE-GES-2005	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SPECIFICA TECNICA – IMPIANTO DI GENERAZIONE, DISTRIBUZIONE E UTILIZZO ENERGIA ELETTRICA, AUTOMAZIONE E POSIZIONAMENTO DINAMICO – APPENDICE D – STRUMENTAZIONE
MV146P-PE-GMS-2001	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SPECIFICA TECNICA – SISTEMA DI ESTRAZIONE, STOCCAGGIO E SCARICO SEDIMENTI
<b>DISEGNI</b>	
MV146P-PE-GND-2001	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – PIANO GENERALE – VISTE ESTERNE
MV146P-PE-GND-2002	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – PIANO GENERALE – SEZIONI
MV146P-PE-GND-2005	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – PIANO FORME DI CARENA
MV146P-PE-GND-2006	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SEZIONE MAESTRA DEL MEZZO
MV146P-PE-GND-2010	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – PIANO DI CAPACITA'
MV146P-PE-GMD-2020	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SISTEMA DI ESTRAZIONE SEDIMENTI – NODI TUBOLARI – CONNESSIONI TIPICHE

<b>CODICE</b>	<b>TITOLO</b>
MV146P-PE-GMD-2021	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SISTEMA DI ESTRAZIONE SEDIMENTI – NODI TUBOLARI – DETTAGLI DI SALDATURA
MV146P-PE-GMD-2022	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SISTEMA DI ESTRAZIONE SEDIMENTI – DETTAGLI TIPICI DI SALDATURA
MV146P-PE-GMD-2030	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SISTEMA DI ESTRAZIONE E STOCCAGGIO SEDIMENTI – CASSA DI ESTRAZIONE SEDIMENTI - ASSIEME
MV146P-PE-GMD-2031	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SISTEMA DI ESTRAZIONE E STOCCAGGIO SEDIMENTI – CASSA DI ESTRAZIONE SEDIMENTI – DETTAGLI STRUTTURALI
MV146P-PE-GMD-2032	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SISTEMA DI ESTRAZIONE E STOCCAGGIO SEDIMENTI – CASSA DI ESTRAZIONE SEDIMENTI – SISTEMA DI ASPIRAZIONE ACQUA E SEDIMENTI
MV146P-PE-GMD-2033	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SISTEMA DI ESTRAZIONE E STOCCAGGIO SEDIMENTI – CASSA DI ESTRAZIONE SEDIMENTI – SISTEMA DI INIEZIONE ACQUA
MV146P-PE-GMD-2040	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SISTEMA DI ESTRAZIONE E STOCCAGGIO SEDIMENTI – BRACCIO DI ESTRAZIONE SEDIMENTI – ASSIEME
MV146P-PE-GMD-2041	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SISTEMA DI ESTRAZIONE E STOCCAGGIO SEDIMENTI – BRACCIO DI ESTRAZIONE SEDIMENTI – ELEMENTO N°. 1
MV146P-PE-GMD-2042	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SISTEMA DI ESTRAZIONE E STOCCAGGIO SEDIMENTI – BRACCIO DI ESTRAZIONE SEDIMENTI – ELEMENTO N°. 2
MV146P-PE-GMD-2043	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SISTEMA DI ESTRAZIONE E STOCCAGGIO SEDIMENTI – BRACCIO DI ESTRAZIONE SEDIMENTI – DETTAGLI CONNESSIONE IN COPERTA
MV146P-PE-GMD-2044	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SISTEMA DI ESTRAZIONE E STOCCAGGIO SEDIMENTI – BRACCIO DI ESTRAZIONE SEDIMENTI – DETTAGLI ARTICOLAZIONE FRA I DUE ELEMENTI

CODICE	TITOLO
MV146P-PE-GMD-2045	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SISTEMA DI ESTRAZIONE E STOCCAGGIO SEDIMENTI – BRACCIO DI ESTRAZIONE SEDIMENTI – DETTAGLI SOSPENSIONE CASSA
MV146P-PE-GMD-2046	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – SISTEMA DI ESTRAZIONE E STOCCAGGIO SEDIMENTI – BRACCIO DI ESTRAZIONE SEDIMENTI – PERCORSO TUBI
MV146P-PE-GND-2101	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – OPERAZIONI MARINE – BOCCA DI MALAMOCCO – FOGLIO 1
MV146P-PE-GND-2102	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – OPERAZIONI MARINE – BOCCA DI MALAMOCCO – FOGLIO 2
MV146P-PE-GND-2103	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – OPERAZIONI MARINE – BOCCA DI MALAMOCCO – FOGLIO 3
MV146P-PE-GND-2104	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – OPERAZIONI MARINE – BOCCA DI CHIOGGIA – FOGLIO 1
MV146P-PE-GND-2105	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – OPERAZIONI MARINE – BOCCA DI CHIOGGIA – FOGLIO 2
MV146P-PE-GND-2106	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – OPERAZIONI MARINE – BOCCA DI CHIOGGIA – FOGLIO 3
MV146P-PE-GND-2107	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – OPERAZIONI MARINE – BOCCA DI LIDO S. NICOLO’ – FOGLIO 1
MV146P-PE-GND-2108	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – OPERAZIONI MARINE – BOCCA DI LIDO S. NICOLO’ – FOGLIO 2
MV146P-PE-GND-2109	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – OPERAZIONI MARINE – BOCCA DI LIDO S. NICOLO’ – FOGLIO 3
MV146P-PE-GND-2110	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – OPERAZIONI MARINE – BOCCA DI LIDO TREPONTI – FOGLIO 1

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2010-C0	Pag. n. 16
	Rev.	Data:	ANALISI DI RISCHIO	

CODICE	TITOLO
MV146P-PE-GND-2111	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – OPERAZIONI MARINE – BOCCA DI LIDO TREPORTI – FOGLIO 2
MV146P-PE-GND-2112	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – OPERAZIONI MARINE – BOCCA DI LIDO TREPORTI – FOGLIO 3
MV146P-PE-GND-2113	MEZZI PER LA RIMOZIONE DEI SEDIMENTI – OPERAZIONI MARINE – SCARICO A BANCHINA O IN BARENA

#### 4.2. Normative

Per l'impostazione generale dello studio si è fatto riferimento alle seguenti normative:

- Norsok – Z-013 “Risk and emergency preparedness analysis”
- DNV – RP –H101 “Risk management in Marine and subsea operations”

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2010-C0	Pag. n. 17
	Rev.	Data:	ANALISI DI RISCHIO	

## 5. METODOLOGIA

### 5.1. Ipotesi di lavoro

L'analisi è stata eseguita sulla base delle ipotesi elencate nel seguito.

Non si sono presi in conto gli eventi derivanti da interazioni con l'ambiente esterno (condizioni meteo-marine sfavorevoli), da errori di navigazione durante il viaggio da e verso il cantiere (collisioni o incagli), da incidenti del tipo incendi o esplosioni o da attività manutentive in cantiere, ma solo quelli aventi ricadute sugli aspetti operativi.

Non è stata eseguita una valutazione delle conseguenze di errori umani da parte degli operatori né sono oggetto del presente lavoro la salute e la sicurezza sul lavoro, per la quale in fase di costruzione ed esercizio dovranno essere rispettate le normative di legge.

Si assume che le parti siano progettate, dimensionate, costruite e mantenute in efficienza secondo le normative vigenti e la corretta pratica operativa.

Si assume che un'avaria rilevata durante la fase iniziale della missione (cioè, in fase di preparazione del mezzo, partenza, navigazione per arrivare alla bocca, ecc.) faccia sospendere la missione stessa.

Si escludono cedimenti strutturali multipli e cedimenti catastrofici di parti strutturali quali il braccio di rimozione sedimenti, poiché essi si assumono essere correttamente dimensionati e costruiti secondo le normali procedure di garanzia della qualità.

### 5.2. Metodo di analisi

Lo studio dovrebbe essere condotto mediante un'analisi qualitativa di tipo HAZOP (HAZard & OPerability Analysis). Tuttavia, tale tecnica consiste nella deduzione sistematica degli eventi più verosimili che causano deviazioni dei parametri di processo più significativi dai valori normali; essa è quindi maggiormente utilizzabile nell'analisi di sistemi di processo. Le parti del mezzo che meno si prestano a questo approccio, ovvero in sostanza il sistema di rimozione sedimenti, saranno trattati con la tecnica FMECA (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis), in cui si ipotizza il guasto singolo di ogni componente e si risale alla sua combinazione di frequenza/severità per consentirne una valutazione qualitativa del

rischio. Tecniche di analisi più sofisticate, di tipo HAZOP o alberi dei guasti, volte a valutare probabilità e conseguenze di avarie singole o multiple di specifici componenti, dovranno essere adottate dell'Impresa in fase di realizzazione, nell'ambito dello sviluppo del sistema di controllo dei mezzi.

### 5.3. Matrice di rischio

I livelli di frequenza e di severità delle conseguenze sono stati definiti, con riferimento alle indicazioni delle normative applicabili e tenendo conto delle peculiari modalità di esercizio dei mezzi, secondo la classificazione della seguente tabella:

Frequenze	Definizione	Severità	Definizione
Trascurabile	$\leq 10^{-3}$ eventi/missione	Trascurabile	Rinvio operazioni per un tempo minore di 2-3 giorni
Bassa	$10^{-3}$ eventi/missione + $10^{-2}$ eventi/missione	Bassa	Rinvio operazioni per un tempo maggiore di 2-3 giorni
Media	$10^{-2}$ eventi/missione + $10^{-1}$ eventi/missione	Media	Interruzione forzata delle operazioni che non comporti necessità d'intervento di sommozzatori né esposizione a condizioni meteomarine sfavorevoli
Alta	$10^{-1}$ eventi/missione + 1 evento/missione	Grave	Interruzione forzata delle operazioni che comporti necessità d'intervento di sommozzatori o esposizione a condizioni meteomarine sfavorevoli
Molto alta	$\geq 1$ evento /missione	Molto grave	Danneggiamento alle strutture del mezzo o del cassone o paratoia

La severità è stata suddivisa tenendo conto dell'impatto dei possibili eventi sull'operatività del singolo mezzo (ovvero senza considerare la possibilità che quello in riserva possa essere impiegato per un ciclo di rimozione sedimenti, il che comporterebbe un'artificiosa riduzione della severità), considerando che:

- dal momento in cui l'operazione viene programmata, essa deve venire portata a termine entro un tempo di 2-3 giorni, che è il periodo per cui le previsioni meteo possano essere considerate affidabili;

- una volta iniziata l'operazione di rimozione sedimenti, una sua interruzione viene considerata più o meno critica a seconda del tipo di intervento richiesto: in generale, se occorre l'intervento dei sommozzatori o se il guasto richiede lunghi tempi di ripristino, si può eccedere la finestra di sicurezza delle condizioni meteo, con l'aggravante, rispetto alla condizione precedente, di avere il braccio bloccato in posizione semiaperta;
- un danno strutturale di qualsiasi tipo è ovviamente da ritenersi molto grave.

Per quanto riguarda eventi che si verificano prima dell'inizio delle operazioni in sito (ad esempio durante la fase di preparazione dei mezzi) la severità dell'evento è stata valutata solamente in relazione alle dirette conseguenze sul mezzo e non alla funzionalità del sistema di rimozione nel suo complesso, che ovviamente dipende anche dal tipo di guasto e dalle modalità e tempo di intervento di riparazione.

La valutazione della frequenza e severità degli eventi accidentali è stata riferita alla singola missione, che rappresenta l'ambito temporale di riferimento per la valutazione della affidabilità e sicurezza del mezzo. Il mezzo opera infatti in modo intermittente, con la possibilità di eseguire interventi di manutenzione e ispezione tra due successivi interventi, cosa che rende la valutazione su base temporale più lunga (ad esempio annuale) poco significativa dal punto del rischio per il mezzo stesso o le strutture di interfaccia.

Per quanto riguarda le frequenze, in generale non sono disponibili dati affidabili per gli elementi strutturali o per i mezzi tipici di questo progetto. I dati relativi a componenti simili usati su altri mezzi non sono direttamente applicabili, vista la diversità della missione dei mezzi di rimozione e il loro impiego molto ridotto nell'arco dell'anno; se si volesse risalire alla probabilità di rottura di certi elementi particolarmente critici, non resterebbe che impiegare le tecniche di affidabilità strutturale. Per componenti attivi tipo pompe, motori ecc., in mancanza di dati dai fornitori, si è fatto riferimento alle indicazioni riportate in banche industriali disponibili sul mercato (tipo OREDA).

Ne risulta la seguente matrice di rischio. La parte in nero rappresenta la zona di rischio 'inaccettabile', quella in bianco la zona ALARP ('As Low As Reasonably Practicable') e quella in grigio la zona di 'accettabilità', corrispondenti ai seguenti criteri:

- se il rischio associato ad un evento è in zona di inaccettabilità, è necessario

implementare misure di controllo del rischio;

- se il rischio associato è in zona ALARP, dovranno essere prese in considerazione ulteriori misure di controllo del rischio in fase di realizzazione, mediante idonea scelta di componenti di provata affidabilità, ottimizzazione dei cicli di manutenzione preventiva e implementazione di misure di contenimento delle conseguenze a livello di sistema di controllo
- se il rischio associato è in zona di accettabilità, non sono necessarie ulteriori misure.

Frequenza	Severità				
	Trascurabile	Bassa	Media	Grave	Molto grave
Molto alta					
Alta					
Media					
Bassa					
Trascurabile					

Le avarie saranno classificate in base ai suddetti criteri.

In ogni caso, una volta terminata con successo la campagna di test che sarà sicuramente condotta prima delle missioni, la finestra temporale di esposizione al rischio dei mezzi è molto limitata, al più dell'ordine di pochi giorni in tutto. Questo fa sì che una frequenza di accadimento dell'ordine di  $10^{-5}$  eventi/ora (valore che è da considerarsi molto elevato per componenti strutturali e medio per componenti attivi, e pertanto sicuramente soddisfatta da sistemi e componenti certificati o di buona qualità) si traduca in una probabilità di guasto inferiore a  $10^{-3}$  eventi/missione, che rientra nella fascia identificata come "Trascurabile" secondo la definizione data sopra. Pertanto in tutte le tabelle seguenti, tranne dove espressamente indicato (come ad esempio per il sistema elettrico), è stata eliminata la colonna relativa alla "frequenza", che è da intendersi sempre "trascurabile".

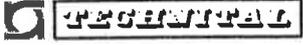
	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2010-C0	Pag. n. 21
	Rev.	Data:	ANALISI DI RISCHIO	

## 6. TABELLE FMECA

L'analisi in questo capitolo tiene conto del consolidamento delle soluzioni scelte per i sistemi di propulsione e di rimozione sedimenti allo stato attuale del progetto.

## FASE OPERATIVA: NAVIGAZIONE

COMPONENTE	DESCRIZIONE DEL GUASTO		EFFETTI DEL GUASTO		SEVERITÀ	NOTE E COMMENTI
	MODO	CAUSA	LOCALI	SUL SISTEMA		
Propulsore	Mancato avviamento o arresto durante la navigazione	Avaria interna o agli ausiliari	Fermata propulsore	Riduzione potenza di propulsione e aumento dei tempi di navigazione	Trascurabile	Rinvio della missione se il guasto viene rilevato al momento della partenza
Sistema di propulsione	Arresto durante la navigazione	Guasti multipli di componenti	Fermata propulsione	Arresto del mezzo con necessità di rimorchio	Alta	
Sistema di posizionamento dinamico (tipo DYNAPOS AM)	Avaria parziale o totale	Avaria interna di un controllore eliche o di un elemento del network	Riduzione efficienza propulsiva	Interruzione navigazione	Bassa	
Sistema di generazione elettrica	Black-out	Avarie o danno al quadro principale o al sistema PMS	Annullamento potenza disponibile	Velocità di navigazione nulla	Alta	
Martinetto di movimentazione del braccio di rimozione sedimenti	Cedimento	Avaria interna	Riduzione forza	Possibile l'interruzione dell'operazione, in funzione delle condizioni meteo	Media	Possibili interventi di emergenza su braccio di rimozione  Probabilità di grippaggio molto bassa

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2010-C0	Pag. n. 23
	Rev.	Data:	ANALISI DI RISCHIO	

FASE OPERATIVA: POSIZIONAMENTO DEL MEZZO						
COMPONENTE	DESCRIZIONE DEL GUASTO		EFFETTI DEL GUASTO		SEVERITÀ	NOTE E COMMENTI
	MODO	CAUSA	LOCALI	SUL SISTEMA		
Propulsore	Mancato avviamento o arresto durante il posizionamento	Avaria interna o agli ausiliari	Fermata propulsore	La perdita di un solo propulsore aumenta le difficoltà della manovra	Media	Da definire meglio le conseguenze a seconda del tipo di missione e condimeteo; in generale, si può assumere l'interruzione della manovra per sicurezza
Sistema di propulsione	Arresto durante il posizionamento	Guasti di componenti in comune non ridondati	Fermata propulsione	Arresto del mezzo con necessità di rimorchio	Media	Come tabella precedente
		Avaria alla mandata del combustibile	Fermata propulsione	Riduzione potenza di propulsione e interruzione missione	Bassa	Conseguenze funzione delle condizioni meteo
Sistema di posizionamento dinamico	Avaria parziale o totale	Avaria interna	Diminuzione di efficienza del sistema	Interruzione posizionamento	Media	Decisioni operative in funzione della fase di lavoro e delle condizioni meteo (strumentazione e alimentazioni sono ridondate)
Sistema di posizionamento dinamico	Avaria totale	Avaria del sistema di controllo principale	Perdita capacità di controllo posizione	Interruzione posizionamento	Media	
Sistema di generazione elettrica	Black-out	Avarie multiple o danno al quadro principale	Annullamento potenza disponibile	Arresto del mezzo con necessità di rimorchio	Media	Le effettive conseguenze sono funzione della fase di lavoro e delle condizioni meteo

	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GNR-2010-C0	Pag. n. 24
	Rev.	Data:	ANALISI DI RISCHIO	

FASE OPERATIVA: MOVIMENTAZIONE BRACCIO, ASPIRAZIONE E STOCCAGGIO SEDIMENTI, SCARICO SEDIMENTI						
COMPONENTE	DESCRIZIONE DEL GUASTO		EFFETTI DEL GUASTO		SEVERITÀ	NOTE E COMMENTI
	MODO	CAUSA	LOCALI	SUL SISTEMA		
Centrale idraulica del braccio di rimozione sedimenti	Pressione insufficiente	Avarie multiple o rotture di componenti	Mancata attuazione meccanismi	Interruzione manovra	Trascurabile	Da studiare nel dettaglio durante la fase di costruzione
Componenti del circuito idraulico del braccio di rimozione sedimenti	Rottura o distacco componenti	Usura, sovrappressioni	Perdita controllo meccanismi di guida	Possibili sovraccarichi al sistema e movimenti della cassa di aspirazione	Media	Possibile intervenire in opera con sostituzioni e riparazioni
Sistema a fune di movimentazione cassa di aspirazione	Perdita pressione da un cilindro	Perdita guarnizione	Blocco della cassa	Interruzione manovra	Bassa	
Pompa dragante	Blocco o mancato avviamento	Avaria interna (meccanica o elettrica)	Blocco funzionamento pompa	Rimozione sedimenti nulla in metà cassa di estrazione	Trascurabile	
Pompa soffiante	Blocco o mancato avviamento	Avaria interna (meccanica o elettrica)	Blocco funzionamento pompa	Rimozione sedimenti diminuita in metà cassa di estrazione	Trascurabile	
Pompa di carico	Blocco o mancato avviamento	Avaria interna (meccanica o elettrica)	Blocco funzionamento pompa	Aumento dei tempi di scarico	Bassa	

COMPONENTE	DESCRIZIONE DEL GUASTO		EFFETTI DEL GUASTO		SEVERITÀ	FREQUENZA	NOTE E COMMENTI
	MODO	CAUSA	LOCALI	SUL SISTEMA			
Gruppo elettrogeno principale (A01)	Mancata partenza o arresto	Avaria interna o fallimento ausiliari	Perdita di un gruppo	Riduzione potenza elettrica erogata	Bassa	Bassa	
unità UPS di emergenza	Non funzionamento	Avaria interna	Perdita dell'unità	Impossibilità alimentazione utenze di emergenza	Alta	Bassa	
Convertitore propulsore di poppa (A03)	Non funzionamento	Avaria interna	Perdita di un propulsore	Riduzione potenza propulsiva e DP	Grave	Bassa	
Convertitore elica di manovra (A04)	Non funzionamento	Avaria interna	Perdita di un' elica di manovra	Riduzione potenza DP	Grave	Bassa	

	Rev. C0	Data: 31/10/08	El. MV146P-PE-GNR-2010-C0	Pag. n. 26
	Rev.	Data:	ANALISI DI RISCHIO	

## 7. CONCLUSIONI

L'analisi è stata condotta con maggior dettaglio sui sistemi di rimozione e sull'impianto elettrico, non essendo definiti a pari livello gli altri sistemi di bordo (es. automazione, acqua di raffreddamento ecc.). Si suggerisce quindi di intraprendere uno studio analogo su tali sistemi prima della fase costruttiva.

I risultati dell'analisi qui condotta (in termini di severità e non di rischio vero e proprio, per via della difficoltà di stimare la frequenza, come detto in § 5.2), si prestano alle seguenti considerazioni:

- in accordo alla definizione di “severità”, ovvero secondo l'impatto sull'operabilità del veicolo in tempi più o meno lunghi (§ 5.2), la stragrande maggioranza delle avarie è classificabile come ‘Trascurabile’ o al più ‘Bassa’, poiché è possibile ripristinarle in tempi dell'ordine dei 2-3 giorni (avendo a disposizione le risorse umane e tecniche del caso); quindi, tutti i rischi associati rientrano nella zona di accettabilità;
- i guasti potenzialmente più severi (categoria ‘Grave’ o ‘Molto Grave’) sono le rotture catastrofiche a componenti di movimentazione del braccio di estrazione sedimenti, quali per esempio i martinetti idraulici; per questi, la probabilità di accadimento di avarie casuali è trascurabile, poiché il controllo del rischio è affidato al dimensionamento, alla garanzia della qualità della costruzione e alle verifiche periodiche (anche con controlli non distruttivi);
- altri guasti non di tipo strutturale, ma funzionale, possono essere di tipo ‘Grave’ se avvengono mentre il mezzo è già installato e la cassa di aspirazione sedimenti è già appoggiata sul fondo, perché in questi casi il mezzo non può ritornare alla base e occorre un ripristino sul posto, con tempi anche lunghi: tutti questi eventi sono evidentemente contraddistinti da bassa probabilità; a livello preventivo, valgono le raccomandazioni di cui sopra per gli elementi strutturali mentre per il sistema elettrico si dovrà ricorrere alle azioni di manutenzione preventiva e alle disponibilità di parti di ricambio;
- l'avaria di uno dei componenti del sistema di DP (in classe 1) ed in particolare del sistema di controllo principale ha come conseguenza l'interruzione delle operazioni di posizionamento e stazionamento. L'evento tuttavia è considerato estremamente improbabile, in relazione alla breve durata dell'esposizione della fase più critica (massimo 1 ora per intervento), non determinando pertanto

	Rev. C0	Data: 31/10/08	EI. MV146P-PE-GNR-2010-C0	Pag. n. 27
	Rev.	Data:	ANALISI DI RISCHIO	

significative ripercussioni sulla regolarità delle operazioni di rimozione sedimenti.

L'architettura del sistema, pur richiedendo in alcune parti secondarie un'accurata definizione in fase realizzativa, non risulta quindi soggetta a particolari criticità, dal momento che anche gli eventi di tipo 'Molto Grave' hanno probabilità trascurabile per i motivi espressi in precedenza; d'altra parte, ciò è legato al fatto che l'analisi è stata condotta soprattutto su elementi aventi funzione strutturale.

I sistemi di bordo essenziali per la sicurezza della navigazione (automazione, processo ecc.) seguiranno i Regolamenti RINA e quindi avranno di per sé un certo grado di sicurezza intrinseco; tuttavia, si deve ricordare che questo sistema è soggetto ad un'operatività particolare, in quanto sarà chiamato a funzionare in maniera intermittente per periodi di tempo limitati, intervallati da tempi alquanto lunghi di riposo. Questo scenario operativo è potenzialmente critico per l'affidabilità degli impianti, e richiederà quindi un'accurata campagna di prove con congruo anticipo sulla stagione di utilizzo e prima di ogni intervento, con l'opportuna allocazione di risorse, strumenti e parti di ricambio.