



COMUNE DI GENOVA

REALIZZAZIONE DELLA NUOVA CALATA AD USO CANTIERISTICA NAVALE ALL'INTERNO DEL PORTO PETROLI DI GENOVA SESTRI PONENTE E SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO MOLINASSI

PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO

LOTTO 2 - II STRALCIO - FASE 1

RELAZIONE DEL RISCHIO PORTO PETROLI

PROGETTISTA INCARICATO DAL COMUNE DI GENOVA

SCALA:



Stantec S.p.A. Centro Direzionale Milano 2 - Palazzo Canova 20090 Segrate (Milano)
Tel. +39 02 94757240 Fax. +39 02 26924275
www.stantec.com

-

COMMESSA	APPALTO	FASE	TIPO DOC.	DISCIP.	GRUPPO	CONS.	REV
4 5 5 0 3 3 0 7	A	P D	R	I N T	C	0 0 2	F0

PROGETTAZIONE :

Rev.	Descrizione Emissione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data
0	Prima Emissione	E. Bianchi	30/10/2020	G.Lonardini	30/10/2020	G. Sembenelli	30/10/2020
F0	Emissione Finale	E. Bianchi	26/11/2020	G.Lonardini	26/11/2020	G. Sembenelli	26/11/2020

IL PROGETTISTA



Dott. Ing. G. Sembenelli

VERIFICATO :

VALIDATO : COMUNE DI GENOVA

IL RUP

Dott. Ing. S. Pinasco

ASSISTENTI AL RUP

STUDIO DI INGEGNERIA
BENVENUTO & Associati

per



STUDIO SULLA COMPATIBILITÀ TERRITORIALE

TRA

IL FUTURO RIEMPIMENTO A MARE DEL BACINO PORTUALE
DI MULTEDO ("RIBALTAMENTO A MARE DI FINCANTIERI") E
L'ESISTENTE TERMINAL PETROLIFERO

Genova, ottobre 2019

INDICE

0. PREMESSA E OBIETTIVO	3
1. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	4
2. QUADRO NORMATIVO	4
3. CRITERI DI VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ TERRITORIALE	5
3.1 Categorizzazione del territorio	5
3.2 Categorie degli effetti degli scenari incidentali	7
3.3 Matrici di compatibilità	8
4. CATEGORIZZAZIONE DEL CANTIERE NAVALE	9
5. ANALISI DEI RISCHI DI INCIDENTE RILEVANTE DEL TERMINAL PETROLIFERO	10
5.1 Descrizione attività del terminal petrolifero	10
5.2 Eventi incidentali di riferimento	11
5.2.1 Fuoriuscita di prodotti petroliferi o greggio in fossa collettori (TE 1.1 RDS 2017)	11
5.2.2 Fuoriuscita di prodotti petroliferi o greggio lungo i pontili (ex TE 2.1 RDS 2017)	12
5.2.3 Esplosione di una cisterna della nave e conseguente incendio della nave	14
5.2.3.1 Traffici del porto petroli di Genova-Multedo	16
5.2.3.2 Norme di sicurezza e caratteristiche tecniche per le navi cisterna	17
5.2.3.3 Dati statistici e calcolo della frequenza	20
5.2.3.4 Stima delle conseguenze	21
6. CONCLUSIONI	23

ELENCO ELABORATI GRAFICI

TAV. 1	Conseguenze incendio in fossa collettori
TAV. 2	Conseguenze esplosione in fossa collettori
TAV. 3	Conseguenze incendio lungo il pontile
TAV. 4	Conseguenze esplosione di una cisterna della nave
TAV. 5	Conseguenze incendio della nave

0. PREMESSA E OBIETTIVO

Il presente documento - elaborato dall'Ing. Agostino Benvenuto per Stantec S.p.A. - ha per oggetto la compatibilità territoriale del futuro riempimento a mare del bacino portuale di Multedo, da destinarsi all'ampliamento del cantiere navale Fincantieri, con l'esistente terminal petrolifero, stabilimento di soglia superiore ai sensi del D.Lgs. 105/2015.

Il riempimento interesserà lo specchio acqueo localizzato tra l'accosto di levante del pontile Delta del terminal petrolifero (fatta salva una fascia di rispetto tra le attività di circa 20 m di specchio acqueo libero) e il banchinamento lato ponente dell'area attualmente in concessione alla Fincantieri S.p.A.

Il progetto di riassetto generale del cantiere comprenderà la demolizione e modifica dell'attuale linea di costa per la realizzazione di un nuovo piazzale, da adibire ad ampliamento del cantiere navale, nonché gli interventi di messa in sicurezza alla foce del torrente Molinassi.

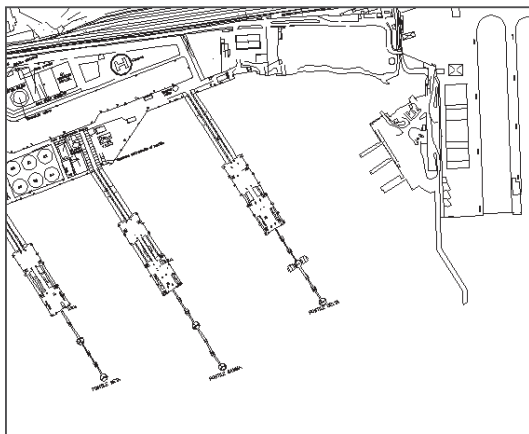


Figura 1 Stato attuale

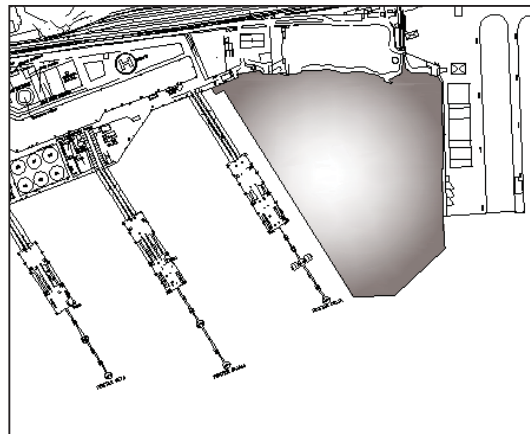


Figura 2 Stato di progetto

Questo documento si prefigge l'obiettivo di fornire tutti gli elementi utili al Comitato Tecnico Regionale della Liguria, per formulare il parere sulla compatibilità dell'intervento, secondo i criteri di cui al D.M. LL.PP. 09.05.2001.

1. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

- “Navi Delta anno 2018”, elaborato da Porto Petroli di Genova S.p.A. (ottobre 2019)
- “Rapporto di Sicurezza Porto Petroli” elaborato ai sensi del D.L.vo 105/2015 dallo Studio di Ingegneria Benvenuto nel luglio 2017 (RDS 2017)
- “Rapporto di Sicurezza Porto Petroli” elaborato ai sensi del D.P.R. 175/88 da Snamprogetti nel gennaio 1997 (RDS 1997)
- “Planimetria con Individuazione degli Interventi Strutturali”, elaborata da Stantec S.p.A. (settembre 2019)

2. QUADRO NORMATIVO

- D.Lgs. 25 giugno 2015 “Attuazione della direttiva 2012/18/UE relativa al controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose”, n. 105
- D.M.LL.PP. 9 maggio 2001 “Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante”
- “Regolamento di polizia portuale e di sicurezza di Porto Petroli”, emanato dalla Capitaneria di Porto di Genova con Ordinanza n. 21/2015 del 10 febbraio 2015

3. CRITERI DI VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ TERRITORIALE

La valutazione della compatibilità territoriale di un intervento urbanistico, nelle aree adiacenti a uno stabilimento a rischio di incidente rilevante, esprime l'esigenza di assicurare requisiti minimi di sicurezza per la popolazione e le infrastrutture.

Il D.M. LL.PP. 9 maggio 2001 stabilisce che, per l'insediamento o l'ampliamento di un'attività nelle vicinanze di uno stabilimento a rischio, si debbano soddisfare determinate matrici di compatibilità territoriale, basate sulla categorizzazione del territorio stesso e su probabilità, gravità, estensione degli effetti delle ipotesi incidentali connesse all'esercizio dello stabilimento, sottoposto a regime "Seveso".

3.1 CATEGORIZZAZIONE DEL TERRITORIO

La valutazione della vulnerabilità del territorio attorno ad uno stabilimento va effettuata mediante una categorizzazione delle aree circostanti in base al valore dell'indice di edificazione e all'individuazione degli specifici elementi vulnerabili di natura puntuale in esse presenti, secondo quanto indicato nel sottostante elenco.

Categoria A

1. *Aree con destinazione prevalentemente residenziale, per le quali l'indice fondiario di edificazione sia superiore a 4,5 m³/m².*
2. *Luoghi di concentrazione di persone con limitata capacità di mobilità - ad esempio ospedali, case di cura, ospizi, asili, scuole inferiori, ecc. (oltre 25 posti letto o 100 persone presenti).*
3. *Luoghi soggetti ad affollamento rilevante all'aperto - ad esempio mercati stabili o altre destinazioni commerciali, ecc. (oltre 500 persone presenti).*

Categoria B

1. *Aree con destinazione prevalentemente residenziale, per le quali l'indice fondiario di edificazione sia compreso tra 4,5 e 1,5 m³/m².*
2. *Luoghi di concentrazione di persone con limitata capacità di mobilità - ad esempio ospedali, case di cura, ospizi, asili, scuole inferiori, ecc. (fino a 25 posti letto o 100 persone presenti).*
3. *Luoghi soggetti ad affollamento rilevante all'aperto - ad esempio mercati stabili o altre destinazioni commerciali, ecc. (fino a 500 persone presenti).*
4. *Luoghi soggetti ad affollamento rilevante al chiuso - ad esempio centri commerciali, terziari e direzionali, per servizi, strutture ricettive, scuole superiori, università, ecc. (oltre 500 persone presenti).*

5. *Luoghi soggetti ad affollamento rilevante con limitati periodi di esposizione al rischio - ad esempio luoghi di pubblico spettacolo, destinati ad attività ricreative, sportive, culturali, religiose, ecc. (oltre 100 persone presenti se si tratta di luogo all'aperto, oltre 1000 al chiuso).*
6. *Stazioni ferroviarie ed altri nodi di trasporto (movimento passeggeri superiore a 1000 persone/giorno).*

Categoria C

1. *Aree con destinazione prevalentemente residenziale, per le quali l'indice fondiario di edificazione sia compreso tra 1,5 e 1 m³/m².*
2. *Luoghi soggetti ad affollamento rilevante al chiuso - ad esempio centri commerciali, terziari e direzionali, per servizi, strutture ricettive, scuole superiori, università, ecc. (fino a 500 persone presenti).*
3. *Luoghi soggetti ad affollamento rilevante con limitati periodi di esposizione al rischio - ad esempio luoghi di pubblico spettacolo, destinati ad attività ricreative, sportive, culturali, religiose, ecc. (fino a 100 persone presenti se si tratta di luogo all'aperto, fino a 1000 al chiuso; di qualunque dimensione se la frequentazione è al massimo settimanale).*
4. *Stazioni ferroviarie ed altri nodi di trasporto (movimento passeggeri fino a 1000 persone/giorno).*

Categoria D

1. *Aree con destinazione prevalentemente residenziale, per le quali l'indice fondiario di edificazione sia compreso tra 1 e 0,5 m³/m².*
2. *Luoghi soggetti ad affollamento rilevante, con frequentazione al massimo mensile - ad esempio fiere, mercatini o altri eventi periodici, cimiteri, ecc.*

Categoria E

1. *Aree con destinazione prevalentemente residenziale, per le quali l'indice fondiario di edificazione sia inferiore a 0,5 m³/m².*
2. *Insedimenti industriali, artigianali, agricoli, e zootecnici.*

Categoria F

1. *Area entro i confini dello stabilimento.*
2. *Area limitrofa allo stabilimento, entro la quale non sono presenti manufatti o strutture in cui sia prevista l'ordinaria presenza di gruppi di persone.*

La categorizzazione del territorio tiene conto di alcune valutazioni riguardo i possibili scenari incidentali e, in particolare trova esplicitazione nei seguenti criteri generali:

- la difficoltà di evacuare soggetti deboli e bisognosi di aiuto, quali bambini, anziani e malati, e il personale che li assiste;
- la difficoltà di evacuare i soggetti residenti in edifici a più di cinque piani e grandi aggregazioni di persone in luoghi pubblici; per tali soggetti, anche se abili di muoversi autonomamente, la fuga sarebbe condizionata dalla minore facilità di accesso alle uscite di emergenza o agli idonei rifugi;
- la minore difficoltà di evacuare i soggetti residenti in edifici bassi o isolati, con vie di fuga accessibili e una migliore autogestione dei dispositivi di sicurezza;
- la minore vulnerabilità delle attività caratterizzate da una bassa permanenza temporale di persone, cioè di una minore esposizione al rischio, rispetto alle analoghe attività più frequentate;
- la generale maggiore vulnerabilità delle attività all'aperto rispetto a quelle al chiuso.

Sulla base di questi stessi criteri - integrati dalle valutazioni che riguardano singoli casi specifici come, per esempio, elementi territoriali cautelativamente inseriti in contesti meno salvaguardati -, è necessario ricondurre alle categorie in elenco tutti gli elementi territoriali presenti e non esplicitamente citati.

3.2 CATEGORIE DEGLI EFFETTI DEGLI SCENARI INCIDENTALI

In linea generale, gli effetti fisici derivati dagli scenari incidentali ipotizzabili in uno stabilimento a rischio di incidente rilevante possono determinare danni a persone o strutture in funzione della specifica tipologia, della loro intensità e della durata.

In particolare, la possibilità di danni a persone o a strutture è definita sulla base del superamento di valori di soglia, al di sotto dei quali si ritiene convenzionalmente che il danno non accada, al di sopra dei quali viceversa si ritiene che il danno possa accadere.

Scenario incidentale	Elevata letalità	Inizio letalità	Lesioni irreversibili	Lesioni reversibili	Danni alle strutture/ Effetti domino
Incendio (rad. termica staz.)	12,5 kW/m ²	7 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²	12,5 kW/m ²
BLEVE/Fireball (rad. term. variabile)	Raggio fireball	350 kJ/m ²	200 kJ/m ²	125 kJ/m ²	200 - 800 m (*)
Flash-fire (rad. term. istantanea)	LFL	1/2 LFL			
VCE (sovrapressione di picco)	0,3 bar (0,6 spazi aperti)	0,14 bar	0,07 bar	0,03 bar	0,3 bar
Rilascio tossico (dose assorbita)	LC50 (30min,hmn)		IDLH		

Tabella 1

3.3 MATRICI DI COMPATIBILITÀ

La valutazione della compatibilità degli stabilimenti a rischio di incidente rilevante esistenti con gli insediamenti circostanti in progetto viene formulata sulla base delle seguenti informazioni acquisite dal Gestore dell'attività pericolosa, nel caso in esame dalla Porto Petroli di Genova S.p.A.:

- inviluppo delle aree di danno per ciascuna delle quattro categorie di effetti e secondo i valori di soglia di cui alla tabella 1;
- classe di probabilità di ogni singolo evento (in ordine crescente di pericolosità: Classi < 1E-06, 1E-06÷1E-04, 1E-04÷1E-03, > 1E-03).

Tali informazioni sono incrociate con la categoria del territorio circostante nella matrice pertinente, da cui risulta o meno la compatibilità territoriale dell'intervento in progetto.

Ai fini della valutazione della compatibilità nel caso di specie è stata applicata la tabella 3a "Categorie territoriali compatibili con gli stabilimenti" del D.M. LL.PP. 09.05.2001.

Classe di probabilità degli eventi	Categoria di effetti			
	Elevata letalità	Inizio letalità	Lesioni irreversibili	Lesioni reversibili
< 1E-06	DEF	CDEF	BCDEF	ABCDEF
1E-06 ÷ 1E-04	EF	DEF	CDEF	BCDEF
1E-04 ÷ 1E-03	F	EF	DEF	CDEF
> 1E-03	F	F	EF	DEF

Tabella 2

4. CATEGORIZZAZIONE DEL CANTIERE NAVALE

Con riferimento alla categorizzazione del territorio proposta dal D.M.LL.PP, l'attività di cantieristica navale che si intende insediare sul nuovo piazzale si può assimilare a:

Categoria Territoriale E

in quanto congruente con la definizione:

“Insediamenti industriali, artigianali, agricoli, e zootecnici”.

5. ANALISI DEI RISCHI DI INCIDENTE RILEVANTE DEL TERMINAL PETROLIFERO

La compatibilità territoriale è verificata in relazione alla sovrapposizione della tipologia di territorio, categorizzato in termini di vulnerabilità, con l'inviluppo delle potenziali aree di danno che la colpiscono e in funzione delle prevedibili classi di probabilità degli eventi.

Pertanto di seguito si riporta l'analisi di rischi di incidente rilevate del terminal petrolifero, tesa ad individuare le aree di danno - associate agli scenari incidentali che potrebbero verificarsi in prossimità del pontile Delta - all'interno delle quali si svolgerà l'attività di cantieristica navale.

5.1 DESCRIZIONE ATTIVITÀ DEL TERMINAL PETROLIFERO

Le opere di accosto a servizio del porto petroli di Multedo sono n. 1 banchina, denominata Banchina Occidentale e n. 4 pontili, denominati Alfa (dismesso), Beta, Gamma e Delta, attraverso i quali avvengono le operazioni di sbarco/imbarco dei prodotti in funzione della loro tipologia, della disponibilità degli accosti e delle caratteristiche della nave.

Le caratteristiche del pontile Delta sono indicate in tabella 3.

Pontile	Accosto	Caratteristiche navi	
		length overall [m]	pescaggio [m]
DELTA	Levante	LOA 1: 320	14.10
		LOA 2: 320	14.10
	Ponente	LOA 1: 330	14.10
		LOA 2: 330	14.10

Tabella 3

L'attività svolta al pontile Delta è lo sbarco di prodotti petroliferi e di petrolio greggio. La movimentazione dei prodotti avviene a temperatura ambiente (fatta eccezione per l'olio combustibile, che può essere riscaldato fino al massimo a 60°C per consentirne il pompaggio) ed alla pressione fornita dalle pompe di bordo nave.

La connessione della nave cisterna ormeggiata al pontile Delta, agli oleodotti di collegamento con stabilimenti o depositi costieri, è realizzata attraverso:

- i bracci di carico installati sul pontile, che mettono in collegamento la nave con le tubazioni che corrono sul pontile stesso (linea di pontile);
- le linee di pontile che si innestano in un complesso sistema di tubazioni che consentono diversi interscambi in base al prodotto movimentato e alla destinazione del prodotto;
- le linee in fossa collettori che collegano di fatto le linee di pontile con le stazioni booster delle Società utenti Iplom e Sigemi e con l'area *manifold* della Società utente ENI R&M.

5.2 EVENTI INCIDENTALI DI RIFERIMENTO

Dall'esame della documentazione di riferimento e dall'esperienza storica del terminal petrolifero, gli eventi incidentali la cui evoluzione potrebbe coinvolgere le aree del futuro ampliamento del cantiere navale sono:

- a) Fuoriuscita di prodotti petroliferi o greggio in fossa collettori
- b) Fuoriuscita di prodotti petroliferi o greggio lungo i pontili
- c) Esplosione di una cisterna della nave
- d) Incendio della nave conseguente all'esplosione

Per ogni evento incidentale individuato si forniranno le seguenti informazioni, ricavate dalla documentazione esaminata:

- modalità e frequenza attesa di accadimento;
- categoria degli effetti ed estensione delle aree di danno.

Le informazioni saranno aggiornate nell'ambito della presente trattazione nel caso in cui le informazioni disponibili non riguardino nello specifico il pontile Delta così come nel caso in cui si disponga di nuove conoscenze sulle modalità di accadimento dell'evento incidentale.

5.2.1 FUORIUSCITA DI PRODOTTI PETROLIFERI O GREGGIO IN FOSSA COLLETTORI (TE 1.1 RDS 2017)

Il Top Event in esame prende in considerazione il rilascio di prodotti petroliferi o di greggio in una fossa collettori durante lo sbarco o imbarco nave. L'evento può verificarsi per una delle seguenti cause:

- a) perdita significativa o rottura catastrofica delle tubazioni adibite alla movimentazione di prodotti petroliferi e di greggio, passanti all'interno della fossa collettori;

b) perdita da valvole/flange.

Le perdite dalle componenti possono verificarsi sia in condizioni random sia a causa di sovrappressioni dovute ad errori di manovra a bordo nave (es.: mancata o ritardata apertura della valvola di una tanca nave durante l'imbarco), sebbene le linee adibite alla movimentazione di greggio e gasolio siano protette dalle sovrappressioni con valvole di sicurezza.

La frequenza attesa di accadimento per la fuoriuscita di prodotti petroliferi o di greggio in fossa collettori durante le operazioni di sbarco/imbarco nave è $4.3E-04$ occ/anno.

Tenuto conto delle caratteristiche chimico-fisiche dei prodotti coinvolti, delle condizioni operative e impiantistiche al contorno, sono stati individuati, come potenziali sviluppi dell'evento, i seguenti scenari incidentali, con le relative frequenze attese di accadimento:

Pool fire: $3.4E-05$ occ/anno
Flash fire/UVCE: $3.2E-06$ occ/anno

In tabella 4 sono riassunti i risultati delle simulazioni software effettuate per stimare l'estensione delle aree di danno degli scenari incidentali individuati.

Scenario incidentale	Distanze di danno [m]			
	Elevata letalità	Inizio letalità	Lesioni irreversibili	Lesioni reversibili
Pool fire in fossa collettori	43	51	57	66
Flash fire (quota strada)	-	26		
UVCE in fossa collettori	-	9	19	43

Tabella 4

5.2.2 FUORIUSCITA DI PRODOTTI PETROLIFERI O GREGGIO LUNGO I PONTILI (TE 2.1 RDS 2017)

Il Top Event in esame prende in considerazione nello specifico il rilascio di prodotti petroliferi o di greggio lungo il pontile Delta, durante la movimentazione di prodotto (operazione di sbarco nave). L'evento può verificarsi per una delle seguenti cause:

- a) perdita significativa o rottura catastrofica delle tubazioni adibite alla movimentazione di prodotti petroliferi e di greggio, passanti lungo il pontile;
- b) perdita da valvole/flange;

c) perdita dai bracci di carico.

Le perdite dalle componenti possono verificarsi sia in condizioni random sia a causa di sovrappressioni dovute ad errori di manovra a bordo nave (es.: mancata o ritardata apertura della valvola di una tanca durante l'imbarco), sebbene le linee adibite alla movimentazione di greggio e gasolio siano protette dalle sovrappressioni con valvole di sicurezza.

La frequenza attesa di accadimento per la fuoriuscita di prodotti petroliferi o di greggio lungo il pontile Delta durante le operazioni di sbarco nave – ricalcolata secondo l'albero dei guasti in figura 3 e le frequenze di accadimento in tabella 5 – è 1.1E-04 occ/anno.

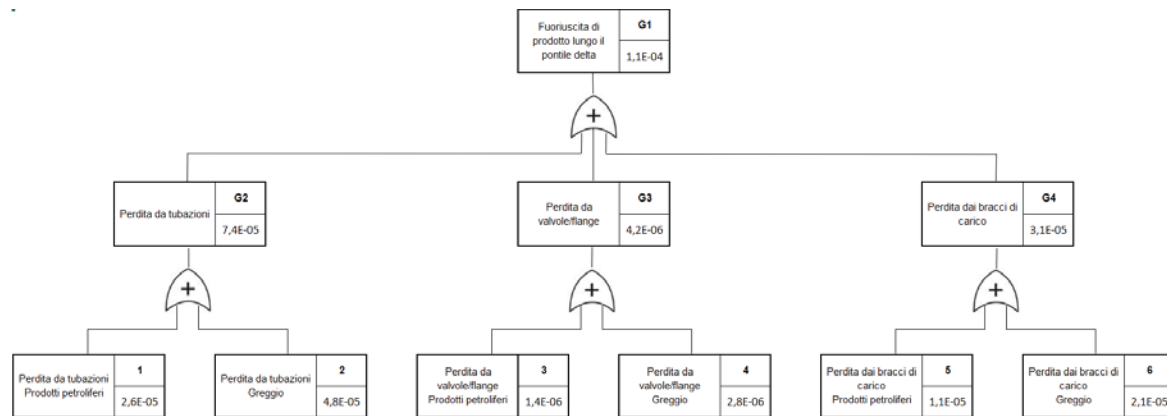


Figura 3

Foglia	Evento	Rateo/ Probabilità	Oggetto	Tempo di missione [h/year]	Quantità [n]	Lunghezza [m]	Frequenza [occ/year]	Frequenza [occ/year]
1	Significant leakage	3.0E-10 occ/(h m)	Delta (10") neri	99	1	240	7.1E-06	2.6E-05
			Delta (20") gasolio	255	1	233	1.8E-05	
	Catastrophic rupture	1.0E-11 occ/(h m)	Delta (10") neri	99	1	240	2.4E-07	
			Delta (20") gasolio	255	1	233	5.9E-07	
2	Significant leakage	3.0E-10 occ/(h m)	Delta (24") greggio	231	3	225	4.7E-05	4.8E-05
	Catastrophic rupture	1.0E-11 occ/(h m)	Delta (24") greggio	231	3	225	1.6E-06	
3	Valves rupture hole diameter equal to pipe diameter	8.8E-06 occ/year	Delta (10") neri	99	4	-	4.0E-07	1.4E-06
			Delta (20") gasolio	255	4	-	1.0E-06	
4	Valves rupture hole diameter equal to pipe diameter	8.8E-06 occ/year	Delta (24") greggio	231	12	-	2.8E-06	2.8E-06
5	Loading arms catastrophic rupture	3.0E-08 occ/h	Bracci di carico prodotti petroliferi	59	6	-	1.1E-05	1.1E-05

Foglia	Evento	Rateo/ Probabilità	Oggetto	Tempo di missione [h/year]	Quantità [n]	Lunghezza [m]	Frequenza [occ/year]	Frequenza [occ/year]
6	Loading arms catastrophic rupture	3.0E-08 occ/h	Bracci di carico greggio	173	4	-	2.1E-05	2.1E-05

Tabella 5

È ragionevolmente credibile che un rilascio di prodotto lungo il pontile Delta evolva in mare, con la formazione di una pozza tra la struttura del pontile e il fasciame della nave cisterna.

Ciò premesso, tenuto conto delle caratteristiche chimico-fisiche dei prodotti coinvolti, delle condizioni operative e impiantistiche al contorno, sono stati individuati, come potenziali sviluppi dell'evento, i seguenti scenari incidentali, con le relative frequenze attese di accadimento:

Pool fire: 8,8E-07 occ/anno

Flash fire: 8,1E-08 occ/anno

In tabella 6 sono riassunti i risultati delle simulazioni software effettuate per stimare l'estensione delle aree di danno degli scenari incidentali individuati.

Scenario incidentale	Distanze di danno [m]			
	Elevata letalità	Inizio letalità	Lesioni irreversibili	Lesioni reversibili
Pool fire superficie del mare	32	37	41	47
Flash fire superficie del mare	14	35		

Tabella 6

5.2.3 ESPLOSIONE DI UNA CISTERNA DELLA NAVE E CONSEGUENTE INCENDIO DELLA NAVE

Le cisterne delle navi che trasportano liquidi infiammabili contengono sempre i vapori degli stessi. Sebbene tali vapori presentino generalmente concentrazioni al di fuori dei limiti di infiammabilità, in situazioni particolari si può verificare la formazione di miscele esplosive.

Ad esempio, durante il carico di un liquido volatile, nella cisterna della nave si forma una miscela di vapore con una concentrazione che varia da molto ricca (al di sopra del limite superiore di infiammabilità) in prossimità della superficie del liquido, a molto povera (al di sotto del limite inferiore di infiammabilità) lontano da essa. In seguito, si instaura un lento

fenomeno di diffusione del vapore che, in un periodo variabile da qualche ora a qualche giorno, tende ad uniformarne la concentrazione all'interno della cisterna.

Nel caso di cisterne contenenti liquidi volatili la miscela risulta solitamente troppo ricca, ma durante le operazioni di scarico, può ricadere entro i limiti di infiammabilità a causa di fenomeni di turbolenza (nel caso di ratei di scarico elevati) o di stratificazione (nel caso di ratei di scarico bassi).

A scarico ultimato, pertanto, nella cisterna può essere presente una miscela infiammabile finché non si procede alla sua bonifica.

Poiché quindi nelle cisterne delle navi può essere presente una miscela di vapore infiammabili all'interno dei limiti di esplosività occorre innanzi tutto prestare particolare attenzione nell'eliminare tutte le possibili sorgenti di innesco; tra le più comuni si ricordano: sigarette, operazioni di saldatura, braci, scintille di origine meccaniche, combustioni spontanee, circuiti elettrici, elettricità statica.

Il rischio di esplosione di una cisterna può essere tuttavia eliminato se l'operazione di sbarco viene effettuata in presenza di sistemi di inertizzazione, cioè immettendo nella cisterna gas inerte.

In presenza di tali sistemi l'atmosfera delle cisterne non può trovarsi in condizioni di esplosività in nessuna situazione operativa, dal momento che le cisterne vengono mantenute sature di gas inerte a bassissima concentrazione di ossigeno (di norma il gas inerte è costituito dai prodotti di combustione delle caldaie di bordo, preventivamente depurati e raffreddati).

Proprio a questo scopo le norme internazionali prescrivono l'installazione di sistemi di inertizzazione delle cisterne (IGS) per navi che trasportano greggio e prodotto finito di DWT superiore o uguale a 20.000 t.

In base ai dati relativi al traffico di navi cisterna (tipologia di prodotti e portata delle navi cisterna) che ha interessato il pontile delta nell'anno 2018 e a quanto prescritto dalle norme internazionali, si ritiene oggi di poter escludere la presenza al pontile delta di navi prive di sistemi di inertizzazione delle cisterne.

Alla luce di quanto sopra, l'esplosione della cisterna di una nave può essere provocata, in presenza di una fonte di innesco, solamente in caso di malfunzionamento del

sistema di inertizzazione delle cisterne ovvero di mancata adozione di idonee procedure durante la movimentazione del prodotto.

La stima della frequenza attesa di accadimento dell'esplosione della cisterna di una nave attraccata al pontile delta sarà effettuata sulla base di:

- traffici previsti per l'accosto di ponente;
- norme di sicurezza attualmente in vigore nel porto petroli di Genova-Mulredo;
- dati statistici da letteratura di settore.

5.2.3.1 Traffici del porto petroli di Genova-Mulredo

In tabella 7 sono riportati i dati forniti dalla Porto Petroli di Genova S.p.A. sul traffico di navi cisterna che ha interessato il pontile Delta (accosto di levante e accosto di ponente) nell'anno 2017. Per completezza è opportuno chiarire che presso il pontile delta si svolgono unicamente operazioni commerciali di sbarco prodotti.

Prodotti	Movimentato [t]	n. Navi
Greggio	8.080.186	112
Olio combustibile	595.214	22
Gasolio	228.382	6
Estratti aromatici	155.445	16
Kerosene	110.263	6
Totale	9.169.490	162

Tabella 7

Per quanto riguarda il futuro assetto del terminal petrolifero, sarà ipotizzato un utilizzo del pontile Delta (accosto di ponente) pari a quello registrato nell'anno 2018, con l'accosto di levante in funzione.

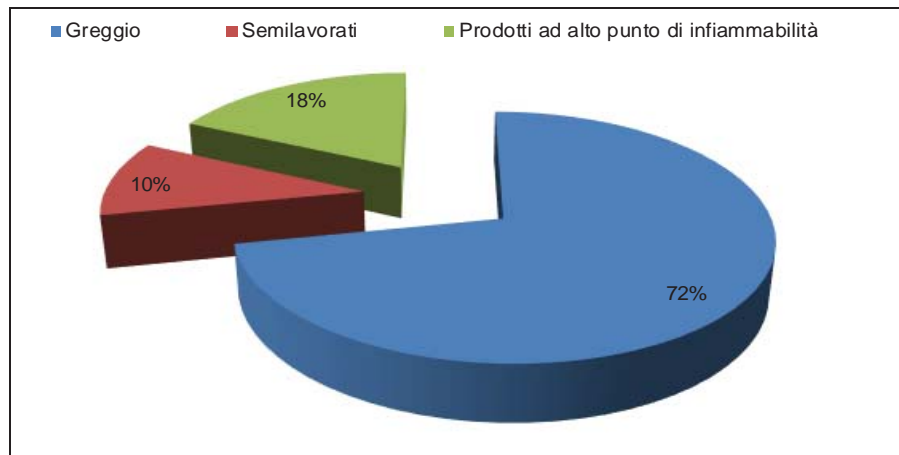


Figura 4

Come si può evincere da figura 4, il traffico di navi cisterna di petrolio greggio risulta il maggiormente significativo; pertanto la stima delle frequenze attese di accadimento riguarderà eventi incidentali associati alla presenza al pontile delta di navi cisterna di petrolio greggio.

5.2.3.2 Norme di sicurezza e caratteristiche tecniche per le navi cisterna

Il “Regolamento di polizia portuale e di sicurezza di Porto Petroli” (nel seguito RPPS) disciplina, attraverso norme di sicurezza, le operazioni di imbarco e sbarco dei prodotti petroliferi e chimici in genere nonché tutte le attività che si svolgono nell’ambito del porto petroli di Genova-Mulledo.

Le norme contenute nel RPPS riguardano sia le procedure di sicurezza da adottare in presenza di navi cisterna ormeggiate ai pontili sia le caratteristiche tecniche che le navi cisterna devono possedere per essere ammesse al terminal petrolifero ed effettuare operazioni commerciali.

Il RPPS recepisce gli aggiornamenti dei regolamenti internazionali vigenti in materia di navigazione mercantile, tra cui la convenzione internazionale SOLAS '74 e s.m.i. della IMO per la salvaguardia della vita in mare.

Di seguito si riportano quindi le principali disposizioni contenute nel RPPS, in materia di prevenzione degli incendi e delle esplosioni a bordo di una nave cisterna.

- i. *Allo scopo di consentire ai rimorchiatori di operare nel porto petroli in uno specchio acqueo sufficientemente ampio la somma delle larghezze massime fuori fasciame delle due navi che*

possono trovare ormeggio nello stesso bacino non deve superare: fra i pontili Gamma e Delta i mt 75;

(Art. 6 Condizioni di agibilità e destinazione delle banchine e dei pontili del porto petroli)

- ii. *Le bettoline che accostano alla nave cisterna devono essere protette da idonei parabordi in numero sufficiente e sistemati in modo tale da impedire il contatto diretto con la murata della nave che si rifornisce. Esse devono essere dotate di reti parascintille sistemate a tutti gli scarichi di ogni tipo di motore, agli sfoghi delle casse fuel in coperta e quelli destinati alla ventilazione dei locali cucina.*

(Art. 9 Operazioni di bunkeraggio)

- iii. *Sulle navi ormeggiate presso il porto petroli non è consentito:*

- a. *tenere accesi fuochi di qualunque genere fatta eccezione per quelli per il funzionamento dei servizi di bordo e delle cucine, sistemate in appositi locali ben protetti dalle esalazioni del gas e lontano dalle tubazioni di carico e scarico;*
- b. *usare congegni, utensili e chiavi che non siano di materiali antiscintilla, fatta eccezione per le aree preposte;*
- c. *fumare - salvo che ciò avvenga nei locali chiusi all'uopo appositamente indicati dal Comando nave - nonché gettare in mare fiammiferi o mozziconi di sigaretta accesi;*
- d. *utilizzare fornelli elettrici, ventilatori ed altri apparecchi capaci di produrre scintille o calore sulla coperta o nelle zone dove è possibile la formazione e la presenza di gas;*
- e. *impiegare lampade elettriche portatili, linee elettriche volanti e telefoni che non siano del tipo antideflagrante. Lasciare sotto corrente, senza vigilanza, apparecchi elettrici che non facciano parte degli impianti fissi di bordo;*
- f. *tenere aperti gli oblò ed i portelli dei locali ubicati in corrispondenza o in vicinanza della zona carico;*
- g. *tenere aperti i portelli delle cisterne. I portellini di sondaggio delle cisterne e gli sfoghi del gas devono essere coperti da reti antifiamma così come il fumaiolo e gli scarichi della combustione devono essere coperti da reti parascintille;*
- h. *eseguire in coperta spostamenti di attrezzi metallici, manovre con verricelli, imbarchi e sbarchi di materiali per tutto il tempo in cui si effettuano operazioni di misurazione e campionamento delle cisterne (l'innesto e disinnesco di tubazioni e manichette può essere contemporaneo alle operazioni di misurazione e campionamento delle cisterne limitatamente alle navi con solo carico di prodotti di categoria "C", olio combustibile, ecc.);*
- i. *compiere operazioni di carica e scarica durante i temporali accompagnati da scariche elettriche;*
- j. *azionare le pompe a vuoto.*

(Art. 10 Divieto di fumare, accendere fuochi e usare apparecchi che producono scintille o fiamma libera sulle navi)

- iv. *A bordo delle navi all'ormeggio presso il porto petroli è vietato eseguire lavori di qualsiasi genere con l'uso di miscele ossiacetileniche, fiamma ossidrica, saldatura elettrica ad arco nonché operazioni di ossitaglio, l'uso della mola a disco e di qualunque altro utensile capace di generare calore o scintille.*
In caso di imprescindibile necessità, detti lavori possono essere autorizzati dalla Capitaneria di porto di Genova nei modi e nelle forme previste dalla normativa vigente.
(Art. 11 Lavori con uso di fiamma, fonti termiche o con attrezzi che possono produrre scintille sulle navi)
- v. *Prima di iniziare le operazioni di caricazione e/o scarica, il Comandante della nave deve consegnare al Responsabile di turno la lista di controllo come da allegato 12 debitamente compilata in ogni sua parte e sottoscritta dallo stesso Comandante (Ship Shore Safety Check List).*
(Art. 18 Operazioni di caricazione e scarica)
- vi. *Il Responsabile di turno deve prontamente comunicare alla Sezione Tecnica – Distaccamento Multedo – ed ai Comandi nave delle navi ormeggiate presso porto petroli la presenza di scariche elettriche nel raggio di cinque chilometri dal porto come rilevata attraverso la strumentazione in dotazione.*
Il Comandante della nave deve, in tale circostanza, ordinare la sospensione delle operazioni di caricazione, scarica, zavorramento, bunkeraggio, lavaggio delle cisterne, sondaggi e campionamenti. In particolare devono essere mantenute chiuse tutte le aperture delle cisterne, cofferdam, portellini di visita, tappi sonda e sistemi di ventilazione, inclusi i by-pass installati sul sistema di ventilazione delle cisterne.
(Art. 24 Misure di sicurezza in caso di avverse condizioni meteomarine)
- vii. *Tutte le navi che ormeggiano ai pontili di porto petroli e che hanno l'obbligo di essere equipaggiate con l'impianto di gas inerte ai sensi del Capitolo II-2 della Convenzione internazionale SOLAS come applicabile ovvero tutte le navi che, pur non avendone l'obbligo, sono comunque classificate in tal senso, devono mantenerlo in stato di efficienza e pronto all'uso. L'impianto di gas inerte deve essere progettato e costruito secondo quanto previsto dall'International Code for Fire Safety Systems ovvero, in ragione del tipo e dell'anno di costruzione della nave, da quanto previsto dalla Convenzione internazionale SOLAS.*
Le cisterne del carico delle navi di cui sopra, se trasportano petroli grezzo, prodotti petroliferi e chimici che abbiano un punto di infiammabilità inferiore od uguale a 60°C (a vaso chiuso) ed una tensione RVP inferiore alla pressione atmosferica devono essere mantenute in stato di inertizzazione per l'intera durata della permanenza in porto.
L'obbligo di inertizzazione sussiste anche per le navi petroliere di cui al punto 1 che trasportano prodotti con punto di infiammabilità superiore a 60°C (a vaso chiuso) ed una tensione RVP inferiore alla pressione atmosferica.
(Art. 25 Inertizzazione del carico)
-

viii. Il Comandante di una nave cisterna all'ormeggio, nel caso un'avaria metta l'impianto di gas inerte nelle condizioni di non poter fornire la richiesta qualità e quantità di gas inerte o di non poter mantenere una pressione positiva nelle cisterne del carico e nelle cisterne slop, deve adottare immediati provvedimenti per impedire l'introduzione di aria nelle cisterne e contemporaneamente deve informare la Capitaneria di Porto, il Concessionario della struttura portuale ed il servizio booster interessato.

Le operazioni di scarica del carico devono essere sospese, la valvola di intercettazione del gas inerte sul ponte (deck isolating valve) deve essere chiusa così come la valvola di regolazione della pressione del gas deve essere aperta per sfogare in atmosfera. Nessun oggetto o equipaggiamento per il sondaggio, o altro, deve essere introdotto nelle cisterne.

(Art. 26 Avaria dell'impianto di gas inerte)

5.2.3.3 Dati statistici e calcolo della frequenza

I dati statistici disponibili nella letteratura di settore, sulla probabilità di esplosione di una cisterna di petrolio greggio, sono quelli emersi dagli incidenti registrati nel *Lloyd's Casualty Returns* per il periodo 1977-1986, da cui si desume una probabilità dell'evento pari a $1,3E-05^1$ occ/nave.

La mancata osservanza dalla parte del Comando nave delle seguenti norme di sicurezza, contenute nel RPPS,

- mantenimento in efficienza e messa in funzione dell'impianto di gas inerte (art. 25);
- controllo del funzionamento dei rilevatori fissi di pressione del sistema di gas inerte, della pressione positiva in tutte le cisterne e del contenuto di ossigeno pari o inferiore a 8% in volume (art. 18 - *Ship Shore Safety Check List*);
- sospensione delle operazioni commerciali in caso di avaria dell'impianto di gas inerte (art. 26);

è stimata pari a $3,0E-03^2$.

¹ Poiché i dati storici utilizzati, relativi al periodo 1977-1986, tengono solo parzialmente in considerazione l'introduzione degli attuali sistemi di prevenzione dell'evento in esame (quali ad esempio il sistema di inertizzazione delle cisterne), tale valore di probabilità è da considerarsi oggi estremamente cautelativo.

² *Error of omission of action embedded in a procedure (Cremer and Warner "A report to the Rijnmond Public Authority - 1981)*

Alla luce di quanto sopra e sulla base di un traffico previsto al pontile Delta, pari a circa 110 navi/anno, si è valutata la frequenza complessiva dell'esplosione di una cisterna della nave pari:

$$110 \text{ navi/anno} \times 1.3\text{E-}05 \text{ occ/nave} \times 3.0\text{E-}03 = 4.3\text{E-}06 \text{ occ/anno.}$$

Il fenomeno dell'esplosione costituisce a sua volta l'innesco per l'incendio del petrolio greggio contenuto nella cisterna coinvolta o in quelle adiacenti, da cui la frequenza dell'incendio della nave cisterna coincide ragionevolmente con la frequenza dell'esplosione.

In tabella 8 sono riassunti gli scenari incidentali associati alla presenza di una nave petroliera al pontile Delta e le relative frequenze attese di accadimento.

Scenario Incidentale	Frequenza scenario [occ/anno]
Esplosione di una cisterna della nave (VCE)	4.3E-06
Incendio della nave (pool fire)	4.3E-06

Tabella 8

5.2.3.4 Stima delle conseguenze

Sono state quindi condotte simulazioni con il software Effects di TNO, al fine di valutare gli effetti degli scenari individuati.

Esplosione di una cisterna della nave – dati di input

Una nave cisterna – contenente inizialmente 80.000 t di petrolio greggio – è in scarica al pontile Delta. La cisterna in cui si origina l'esplosione è vuota.

Le condizioni della simulazione dell'esplosione della cisterna sono le seguenti:

- volume cisterna: 16.000 m³
- grado di riempimento: 0,1%
- tempo scarica nave: 40 h
- temperatura cisterna: 25°C

Incendio della nave – dati di input

L'esplosione è avvenuta nella prima cisterna scaricata e a bordo sono ancora presenti 64.000 t di petrolio greggio. È ragionevolmente credibile che l'esplosione della

cisterna provochi il cedimento delle paratie interne della nave e il successivo incendio del petrolio greggio contenuto nelle altre (pool fire).

Le condizioni dell'incendio del petrolio greggio sono le seguenti:

- superficie pozza: 4.000 m²
- velocità del vento: 4 m/s
- classe di stabilità: D
- temperatura ambiente: 15°C
- umidità: 66%

In tabella 4 sono riportate le conseguenze degli scenari incidentali analizzati.

Scenario incidentale	Distanze di danno [m]			
	Elevata letalità	Inizio letalità	Lesioni irreversibili	Lesioni reversibili
Esplosione di una cisterna della nave	-	102	204	466
Incendio della nave	85	109	123	148

Tabella 9

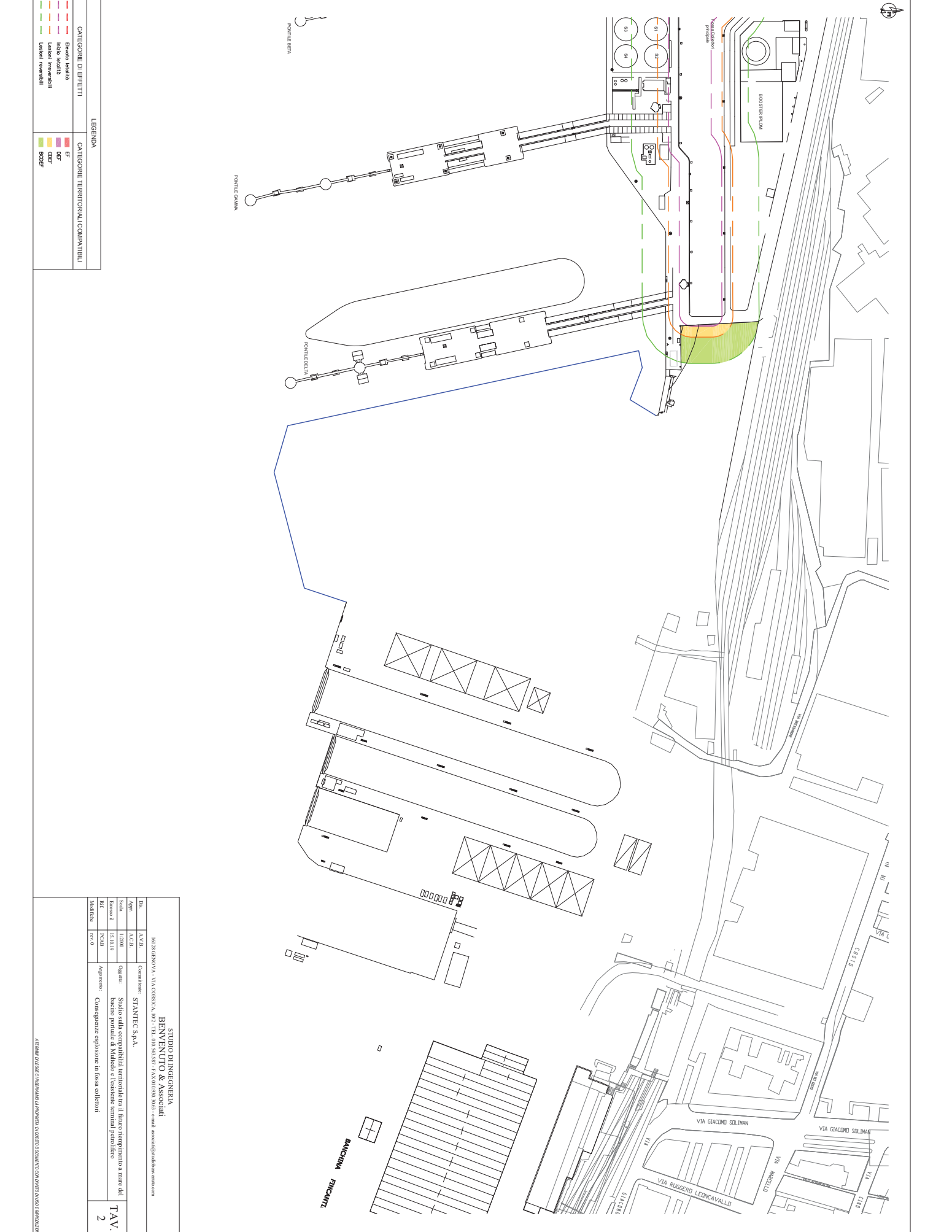
6. CONCLUSIONI

Alla luce delle risultanze dell'analisi di rischio, rappresentate graficamente in allegato – sulla base di probabilità, gravità ed estensione degli effetti delle ipotesi incidentali – unite alla categorizzazione del territorio ammissibile per l'area dell'intervento, è parere dello scrivente che la destinazione d'uso del futuro riempimento destinato all'ampliamento del cantiere navale della Fincantieri S.p.A. sia territorialmente compatibile con la presenza dell'adiacente terminal petrolifero della Porto Petroli di Genova S.p.A., ai sensi del D.M.LL.PP. 09.05.2001.

Genova, 15 ottobre 2019

STUDIO DI INGEGNERIA
BENVENUTO & Associati

Dr. Ing. Agostino C. Benvenuto
(documento firmato digitalmente)

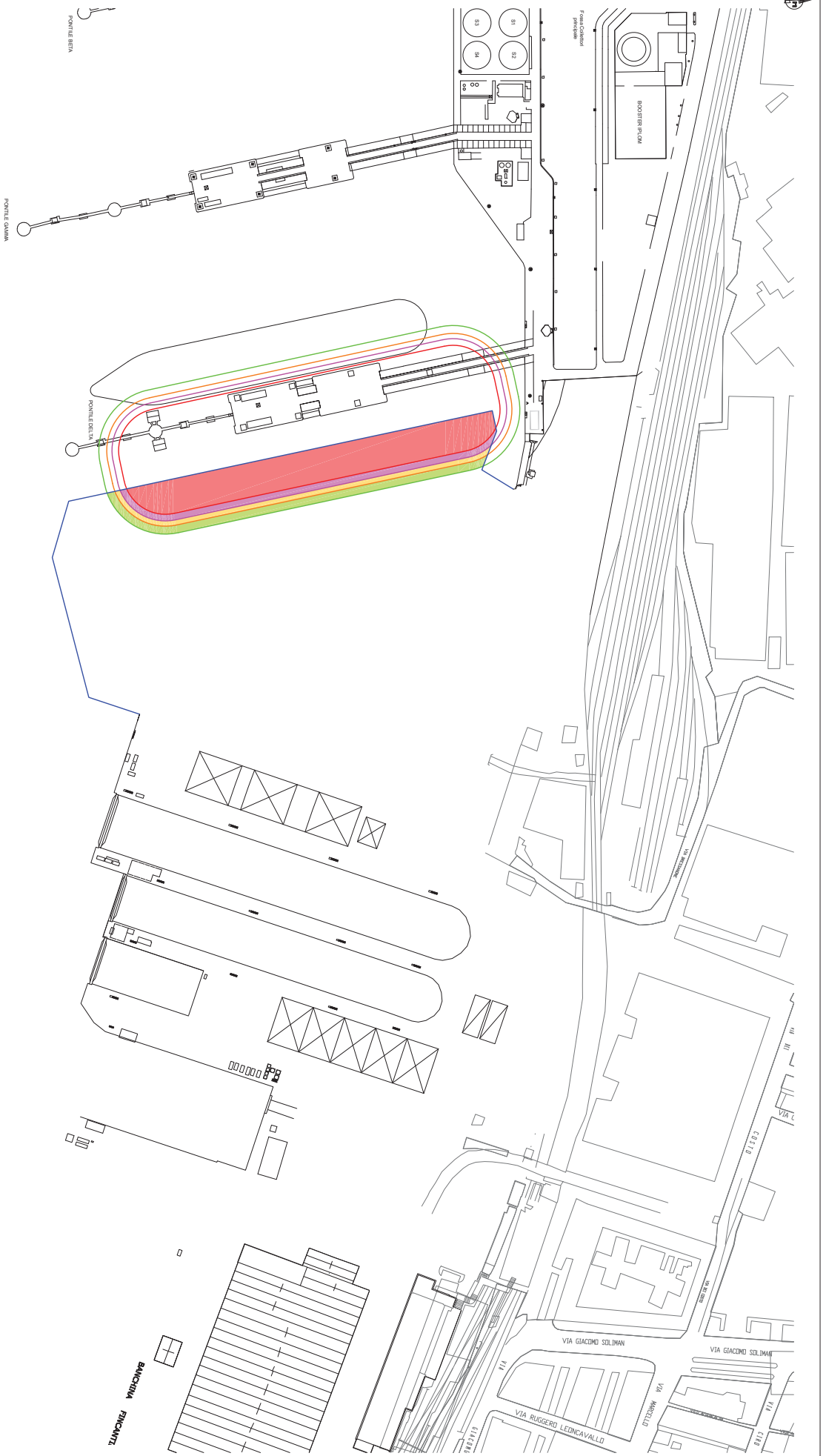


- CATEGORIE DI EFFETTI**
- Effetto Media
 - Impatto Media
 - Limiti Irreversibili
 - Limiti Rivedibili

- CATEGORIE TERRITORIALI COMPATIBILI**
- EF
 - DEF
 - ODEF
 - BODEF

LEGENDA

STUDIO DI INGEGNERIA BENVENUTO & Associati			
10136/BOVINA - VIA CORMICA, 102 - TEL. 011/583571 - FAX 011/58357101 - E-MAIL: maestro@benvvenuto.com			
DR.	AV.B.	Completare	STANTEC S.P.A.
Scale	1:2000	Oggetto	Studio sulla compatibilità territoriale tra il futuro riassetto a mare del
Primo d.	15/10/19	Intervento	baia portuale di Molise e l'esistente terminal portuale
RE	PC/M	Argomento	Conseguenze esplosive in fessure colline
Modifiche	rev. 0		
			TAV.
			2



CATEGORIE DI EFFETTI		CATEGORIE TERRITORIALI COMPATIBILI	
—	Effetto Media	■	DEF
—	Effetto Media	■	DEF
—	Effetti Irregolari	■	DEF
—	Effetti Irregolari	■	DEF

LEGENDA	
■	DEF
■	DEF
■	DEF
■	DEF

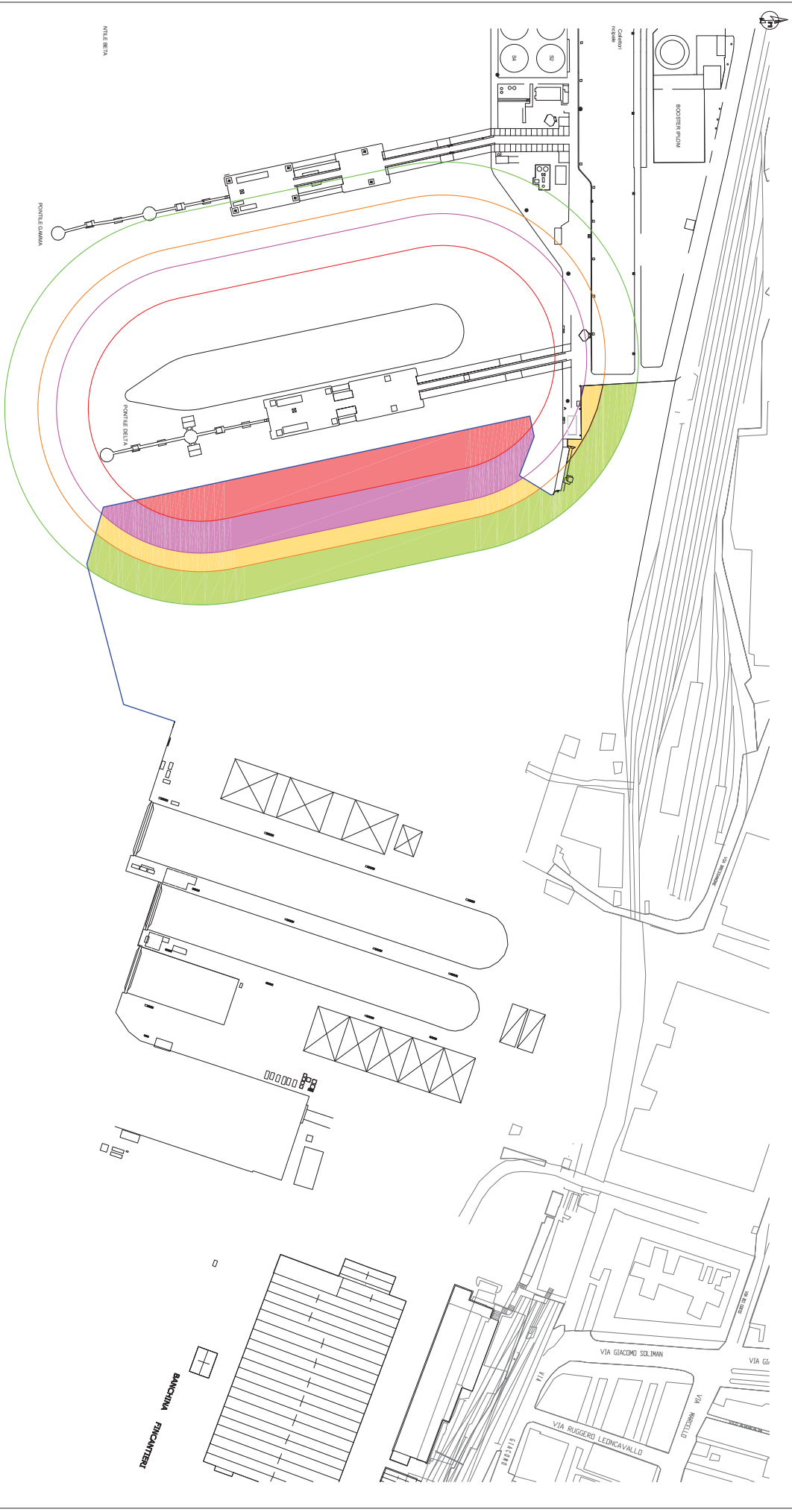
STUDIO DI INGEGNERIA		BENVENUTO & Associati	
10136/BIENVIA - VIA CROBISCA, 102 - TEL. 0115/583571 - FAX 0115/583572 - EMAIL: benvenuto@studiobenvenuto.com			
DR.	AVV. B.	Completare:	STANTEC S.P.A.
Scale:	1:2000	Oggetto:	Studio sulla compatibilità territoriale tra il futuro riassetto a mare del
Progetto:	15/10/19	Destino:	Destino portuale di Molise e l'assise terminali per il porto
RE:	PCAM	Argomento:	Conseguenze incendio lungo il pontile
Modifiche:	rev. 0		
			TAV. 3



LEGENDA

CATEGORIE DI EFFETTI		CATEGORIE TERRITORIALI COMPATIBILI	
—	Emesso Medio	■	EF
—	Indio Medio	■	DEF
—	Limiti Irregolari	■	ODF
—	Limiti Regolari	■	BOCF

STUDIO DI INGEGNERIA BENVENUTO & Associati	
10128/NOVITA - VIA CORNELIA, 102 - TEL. 011/553537 - FAX 011/553538 - E-MAIL: maestro@benvvenuto.com	
Dir.	AV.B. STANTEC S.P.A.
Appt.	AC.B.
Scala	1:2000
Inteso il	15/10/19
Rel.	PC.M.
Modifiche	rev. 0
Oggetto: Studio sulla compatibilità territoriale tra il futuro riassetto a mare del Bastione portuale di Salsola e l'esistente terminal petrolifero	
Argomento: Conseguenze esplosive di una sistema idra mare	
TAV.	
4	



LEGENDA

CATEGORIE DI EFFETTI	CATEGORIE TERRITORIALI COMPATIBILI
— Effetto Medio	■ EF
— Impatto Medio	■ DEF
— Limiti Irreversibili	■ ODEF
— Limiti Rivedibili	■ RODEF

STUDIO DI INGEGNERIA			
BENVENUTO & Associati			
10138/GRONVA - VIA CORSEGA, 102 - TEL. 011/518351 - FAX 011/518351 - E-MAIL: benvenuto@studiobenvenuto.com			
DM	AVB	Comitente	STANTEC S.P.A.
Scala	1:2000	Oggetto	Studio sulla compatibilità territoriale tra il futuro riassetto a mare del
Primo il	15/10/19	Destino	baia portuale di Molise e l'esistente terminal petrolifero
Rel.	PCAM	Argomento	Conseguenze incendio nave
Modifiche	rev. 0		
			TAV. 5