

**ALLEGATO 3:
CASO STUDIO INCENDIO PRESSO L'ASPO 2 DELLA
LINEA 5 DELLO STABILIMENTO THYSSEN-KRUPP TORINO (TO)**

- L'incendio più vasto è stato causato dalla combustione di carta intrisa di olio di laminazione e olio idraulico rilasciato dallo scoppio dei tubi flessibili.
- Nella relazione tecnica di L. Fiorentini si considera come rappresentativo dell'olio idraulico la sostanza chiave: NORMAL-NONADECANO.
- Per completezza, è stata analizzata una Scheda di Sicurezza tra le sostanze come olio di lubrificazione, indicate nella Relazione tecnica: Eni Rolling TNX.

SOSTANZA	<i>N-nonadecano</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Fonte di origine dei dati individuati.</i>
n° CAS	629-92-5		
Quantità	337,98	kg	Minimo quantitativo olio fuoriuscito, ricavato da "Consulenza Tecnica L. Fiorentini, Piccinini".
T. di fusione	32	°C	Wikipedia
Densità a 25°C	0,786	kg/L 25°C	Wikipedia
massa molecolare	268,52	g/mol	Wikipedia
Boiling point	330	°C	Wikipedia
frasi H	H304		Wikipedia
consigli P	P405, P501		Wikipedia
NFPA flammability	1		Cameo chemical
NFPA reactivity	0		Cameo chemical
NFPA Health	1		Cameo chemical
densità di vapore	9,27	acqua = 1	Cameo chemical
UEL	6,5	%v	Wikipedia
LEL	0,6	% v	Wikipedia
T. autoaccensione	230	°C	Cameo chemical
Vapor Pressure:	133,32	Pa a 133.2°C	Cameo chemical
UFL	3.8*10 ⁷	ppm	Wikipedia
LFL	4000	ppm	Wikipedia
Calore di combustione	12661,5	kJ/mol	Calculation of the Heats of Combustion of Saturated Hydrocarbons Contained in Power-Generating Fuels.
Flash point (140 bar)	167,9	°C	Cameo chemical
Linear burning velocity	0,5	m/sec	Valore calcolato
Volume sostanza	0,43	m ³	Minimo quantitativo olio fuoriuscito, ricavato da "Consulenza Tecnica Fiorentini, Piccinini".
Portata di rilascio	8	kg/s	Relazione tecnica, Fiorentini
Fire point	178	°C	Di solito viene considerata superiore di 10°C rispetto al Flash point.
Portata del cilindro	295	l/min	Pag. 69 relazione L. Marmo, circuito idraulico linea di decapaggio.

La metodologia RAMSES 4

- Applicazione di RAMSES all'esplosione presso la Linea 5 dello stabilimento Thyssen-krupp di Torino.
- Si vuole determinare il rischio di esplosione dovuto alla presenza di flessibili contenenti oli idraulici, e di oli di laminazione e carta combustibile, anche se nella realtà si è sviluppato un Jet Fire.
- Si devono determinare gli indici per ogni sostanza pericolosa analizzata. Si è deciso di soffermarsi principalmente sul N-NONADECANO (rappresentativo degli oli idraulici) e sulla presenza di carta come combustibile aggiuntivo.

INDICI DI PERICOLO ASSOCIATI AGLI AGENTI CHIMICI	
<i>I_{Pe}</i>	indice pericolo per irraggiamento/onda di pressione (esplosione)
<i>I_{pt}</i>	indice di pericolo per inalazione a seguito di esplosione

$$I_{Pe} = 2.5 + I_{PI} + I_{PC1} + I_{PC2} + I_{PE1} + I_{PE2}$$

SOLFATO DI IDROSSILAMMINA			
	Descrizione indice	Valore	Ipotesi e considerazioni varie
<i>I_{PI}</i>	<i>energia di innesco</i>	0,4	La temp. di autoaccensione è 230°C.
<i>I_{PC1}</i>	<i>facilità di ingresso nel campo di esplosibilità in base alla temperatura</i>	0,2	Si considera il Flash Point > 55°C. Sostanza combustibile.
<i>I_{PC2}</i>	<i>ampiezza del campo di esplosibilità</i>	0,8	Ampiezza campo esplosività: (6.5-0.6) = 5.9 LEL=0.6 Si sceglie indice più conservativo.
<i>I_{PE1}</i>	<i>intensità dell'esplosione</i>	0,8	Calore di combustione maggiore di 10 MJ/m ³ .
<i>I_{PE2}</i>	<i>velocità massima di aumento della pressione nel tempo</i>	0,4	Velocità fiamma: 0.5 m/s

	VALORE	VALORE FINALE	Ipotesi e considerazioni varie
<i>I_{Pe}</i>	5,1	5,725	"Nessuna particolare condizione tra quelle riportate dal metodo Ramses 4. Dati ricavati da fonti diverse, senza possibilità di confronto dei singoli dati. Almeno alcuni dei dati utilizzati derivano da misure sperimentali sull'agente
<i>I_{pt}</i>	N.R.	N.R.	Basandomi sul valore di NFPA Health Rating (1) assegno l'indice di pericolo corrispondente. NON RILEVANTE

INDICE DI RISCHIO PER SORGENTE DI EMISSIONE

$I_{RE-SE} = I_{PE} + \Delta_{zona} + \Delta_{inneschi} + \Delta_{danni\ esplosione} + K_{SE-E}$
$I_{RT-SE} = I_{PT} + \Delta_{zona} + \Delta_{inneschi} + \Delta_{danni\ tossicità} + K_{SE-T}$

VOLUME INTERNO FUSTI DI STOCCAGGIO			
	Descrizione indice	VALORE	Ipotesi e considerazioni varie
<i>Δ_{zona}</i>	<i>Variazione del rischio dovuto alla classificazione della Zona</i>	-5	Non è presente la classificazione delle zone secondo direttive ATEX. Solo per procedere con il calcolo ipotizzo una zona ATEX 2, molto affine con la reale situazioni.
<i>Δ_{inneschi}</i>	<i>Variazione del rischio dovuto alla probabilità di presenza di Sorgenti di Accensione</i>	-0,523	"Scintille di origine meccanica", è stata la causa dell'innesco dell'incendio, ma possiamo considerare anche " cariche elettrostatiche" e Combustione di uno strato di polveri o di altro materiale

			combustibile". Considero che tutti e tre i tipi di fonte di innesco, possano avvenire: Durante il normale funzionamento.
$\Delta_{\text{danni espl.}}$	<i>Variatione del rischio dovuto all'entità dei danni diretti da esplosione</i>	2,52	
$\Delta_{\text{danni toss.}}$	<i>Variatione del rischio dovuto all'entità dei danni indiretti da tossicità dei prodotti di combustione.</i>	2,22	
KSE-E	<i>Costante per Sorgente di Emissione rischio esplosione</i>	3	
KSE-T	<i>Costante per Sorgente di Emissione rischio tossico</i>	3	

- La distanza di danno non è stata calcolata con questo metodo, in assenza della Sovrappressione di Esplosione, ma si è deciso di utilizzare la lunghezza del getto alimentato del Jet Fire sviluppato, che è stato determinato nella Relazione Tecnica alla P=140 bar.

<i>Tipo di nube</i>	<i>Espressione di f</i>	<i>Valore numerico</i>
nube completamente confinata	$f = 10_{(\text{Log}(P_{\text{max}}/1,19 + 0,33)}$	<i>N.D.</i>
nube parzialmente confinata	$f = 10_{(\text{Log}(P_{\text{max}}/1,09 - 0,33)}$	<i>N.D.</i>
nube non confinata	$f = 10_{(\text{Log}(P_{\text{max}}/0,98 - 1,48)}$	<i>N.D.</i>
$d=f * V^{(1/3)}$: distanza di danno (m)		33
Distanza di danno t (m)		<i>N.R.</i>

- Considero che l'esplosione causata dall' olio idraulico si generi all'interno dei flessibili di collegamento.
- Nessuna misura di mitigazione dell'esplosione e gestione delle emergenze tra quelle presenti può essere considerata.

<i>Fattori di correzione della distanza di danno</i>	<i>Valore</i>
<i>Possibilità di transizione da deflagrazione a detonazione</i>	2
<i>Possibile effetto domino</i>	5
<i>Misure di protezione e prevenzione adottate dall'azienda</i>	0
<i>distanza di danno corretta (m)</i>	330
<i>distanza di danno corretta rischio tossico (m)</i>	165

	<i>Descrizione indice</i>	<i>Valore finale</i>	<i>Classe di rischio</i>
I_{RE-SE}	Indice di Rischio da Esplosione per Sorgente di Emissione	5,72	ALTO
I_{RT-SE}	Indice di Rischio da Tossicità per Sorgente di Emissione	<i>N.R.</i>	<i>N.R.</i>

<i>INDICE</i>	<i>INDICE DI RISCHIO PER MANSIONE</i>	<i>VALORE</i>	<i>Ipotesi e considerazioni varie</i>
I_{RE-SE}	Indice di Rischio da Esplosione per Sorgente di Emissione	5,72	

I_{RT-SE}	Indice di Rischio da Tossicità per Sorgente di Emissione	<i>N.R.</i>	
<i>Δ_{PROSSIMITA'-E}</i>	Variazione del rischio dovuto alla posizione della mansione all'interno dell'area dei danni diretti da esplosione	<i>1</i>	"In prossimità del confine del volume esplosivo", considero il fatto che può accadere che il personale può operare nelle prossimità del confine del volume esplosivo.
<i>Δ_{PROSSIMITA'-T}</i>	Variazione del rischio dovuto alla posizione della mansione all'interno dell'area dei danni indiretti da tossicità dei prodotti di combustione	<i>1</i>	Non rilevante.
<i>Δ_{FREQUENZA}</i>	Variazione del rischio dovuto frequenza della presenza della mansione	<i>-1,70</i>	Dalle dichiarazioni riportate si evince che l'orario lavorativo è di 8 ore giornaliere per 40 ore settimanali. Spesso accadeva di svolgere straordinari fuori dal normale orario lavorativo. Il personale opera sempre nelle vicinanze della linea 5.
<i>Δ_{FORMAZIONE}</i>	Variazione del rischio dovuto al livello di formazione della mansione	<i>1</i>	Insufficiente informazione sui rischi da atmosfere esplosive. Notevole carenza nelle misure di prevenzione.
K_{M-E}	Costante per Mansione rischio esplosione	<i>2</i>	
K_{M-T}	Costante per Mansione rischio tossico	<i>2</i>	

	<i>Descrizione indice</i>	VALORE FINALE	LIVELLO DI RISCHIO
I_{RE-M}	Indice di Rischio da Esplosione per Mansione	8,021	ALTO
I_{RT-M}	Indice di Rischio da Tossicità per Mansione	N.R.	ALTO

SW&HI: safety weighted hazard index

- Applicazione di SWeHI all'esplosione presso il deposito commerciale Carmagnani Piemonte S.p.A.

<i>simbolo</i>	<i>proprietà</i>	<i>valore</i>
M	portata del circuito idraulico kg/s	3,86
Hc	calore di combustione kJ/mol	12661,5
K	costante	3,148
PP	pressione (kPa)	14000
V	volume della sostanza (m3)	0,43
VP	tensione vapore(kPa)	0,13332
T	temperatura °C	32
AP	pressione atm. (kPa)	101,325

	<i>Descrizione termine SW&HI</i>	<i>Valore</i>
B	<i>misura quantitativa del danno causato dall'unità di processo. area che considera il 50% della probabilità di danno</i>	95,76
A	<i>crediti riferiti ai sistemi di controllo e sicurezza installati per contenere</i>	6,39

<i>Indice di Rischio</i>	<i>Valore</i>	<i>Classe di rischio</i>
SWeHI	14,98	ALTISSIMO

Tipo di unità: UNITA' IN CUI SI ESEGUONO OPERAZIONI FISICHE

<i>Espressione Fattore energetico</i>	<i>Valore Fattore energetico</i>
$F1 = 0.1 * M * (Hc)/K$	1552,5
$F2 = \frac{6}{K} * PP * V = 1.304 * 10^{-3} * PP * V$	7,85
$F3 = 1 * 10^{-3} * \frac{1}{T + 273} * (PP - VP)^2 * V$	276,3

<i>Espressione</i>	<i>VALORE</i>
$HP=(F1 * pn1 + F * pn2) * pn3 * pn4 * pn5 * pn6 * pn7 * pn8$	8143,16
$B1=4.76*(hazard\ potential)^{1/3}$	95,76

<i>Simbolo</i>	<i>Penalità</i>	<i>Valore</i>	<i>Ipotesi e considerazioni</i>
<i>Pn1</i>	<i>Effetto della Temperatura</i>	1,1	Temperatura di circa 40°C.
<i>Pn2</i>	<i>Effetto della Pressione</i>	1,20	Pressione di 140 bar. Il fattore energetico rilevante ai fini del calcolo è F3.

<i>Pn3</i>	<i>Effetto vicinanza unità pericolosa</i>	1,5	Ho attribuito un valore medio, in quanto è vero che nelle vicinanze vi sono altre linee produttive, ma non è mai specificato la distanza di tali linee dalla Linea 5, quella analizzata.
<i>Pn4</i>	<i>Effetto della quantità di sostanza</i>	1,1	In realtà il rapporto $Nf/Nr < 1$, ma considero la curva relativa al rapporto unitario. Quantità: 0,33798 Tons.
<i>Pn5</i>	<i>Effetto delle caratteristiche di reattività e infiammabilità</i>	1	
<i>Pn6</i>	<i>% spazio occupato dall'unità</i>	2	La linea dei flessibili si estende per tutta la Linea 5, disposta su più livelli.
<i>Pn7</i>	<i>Effetto fattori esterni</i>	1,1	Torino zona sismica: 4
<i>Pn8</i>	<i>Effetto fattori sociali</i>	1,1	Assenza problemi sociali inerenti l'Azienda prima dell'incidente.

$$A = 0.15 * (1 + cr1) * (1 + cr2) * (1 + cr3) * (1 + cr3) * (1 + cr4) * (1 + cr5) * (1 + cr6) * (1 + cr7) * (1 + cr8)$$

Indice	Credito	Ipotesi e considerazioni varie
<i>cr1=</i>	1,8	
<i>cr11</i>	0,5	Presenza Piano di gestione delle emergenze, ma assenza di indicazioni sulle modalità da eseguire nella specifica condizione dell'incidente (Relazione L. Marmo p.55-56); Si assegna valore medio.
<i>cr12</i>	0,2	Comunicazione effettuate con dispositivi telefonici.
<i>cr13</i>	0,3	Il personale non era adeguatamente informato sulle procedure da svolgere in presenza di emergenze, la valutazione della gravità dell'incendio, delegata al personale, segue delle valutazioni non chiare e soggettive. Si assegna valore medio-basso.
<i>cr14</i>	0,8	A circa 10 minuti di auto presenza di un ospedale (Maria Vittoria, Torino), lo considero nelle vicinanze del sito.
<i>cr15</i>	0	Non vengono svolte prove antincendio. Personale presenta solo una carente preparazione teorica sulle attività da svolgere in caso di incendio.

Indice	Credito	Ipotesi e considerazioni varie
<i>cr2=</i>	1,8	
<i>cr21</i>	0,8	Vi sono pochi dipendenti nelle vicinanze della Linea 5, numero molto basso.
<i>cr22</i>	0,1	I dispositivi antincendio presenti, non sono ritenuti sufficienti né in quantità né in tipo di dispositivo (vedi estintori esausti e fuori regola).
<i>cr23</i>	0	Non sono mai stati effettuati corsi di formazione del personale pratici.
<i>cr24</i>	0	
<i>cr25</i>	0,4	
<i>cr26</i>	0,5	Si assegna un valore medio.

Indice	Credito	Ipotesi e considerazioni varie
<i>cr3=</i>	0	
<i>cr31</i>	0	Assente.
<i>cr321</i>	0	Assente.
<i>cr322</i>	0	Assente.
<i>cr323</i>	0	Dalla consulenza Tecnica, e dalle analisi effettuate sugli estintori a CO2 si evince come questi erano fuori norma ed alcuni completamente vuoti.
<i>cr324</i>	0	Assente.
<i>cr325</i>	0	Assente.
<i>cr33</i>	0	Assente.
<i>cr34</i>	0	Assente.

Indice	Credito	<i>Ipotesi e considerazioni varie</i>
<i>cr4=</i>	1,6	Presenza di una sala controllo con computer.
<i>cr41</i>	0,8	Controllo di temperatura nel forno.
<i>cr42</i>	0	
<i>cr43</i>	0,8	Controllo di livello nel serbatoio dell'olio idraulico.
<i>cr44</i>	0	
<i>cr45</i>	0	

Indice	Credito	<i>Ipotesi e considerazioni varie</i>
<i>cr5=</i>	0	Assente.
<i>cr51</i>	0	Assente.
<i>cr52</i>	0	Assente.
<i>cr53</i>	0	Assente.
<i>cr54</i>	0	Assente.

Indice	Credito	<i>Ipotesi e considerazioni varie</i>
<i>cr6=</i>	0	
<i>cr61</i>	0	Anche se è presente un Pulsante di arresto generale, questo non è conforme a specifica Tecnica.
<i>cr62</i>	0	
<i>cr63</i>	0	
<i>cr64</i>	0	

Indice	Credito	<i>Ipotesi e considerazioni varie</i>
<i>cr7a=</i>	0,5	L'operatore deve compiere parzialmente in modo manuale l'operazione.
Indice	Credito	<i>Ipotesi e considerazioni varie</i>
<i>cr7b=</i>	0,4	Dalla consulenza Tecnica, si evince come la qualità del personale era diminuita, data l'imminente chiusura della Linea; ciò ha portato all'assunzione di personale sempre meno qualificato. Il senso di sicurezza percepito dal personale era bassissimo.
Indice	Credito	<i>Ipotesi e considerazioni varie</i>
<i>cr7=</i>	0,9	
Indice	Credito	<i>Ipotesi e considerazioni varie</i>
<i>cr8=</i>	0,1	Si considera il fatto che se fosse intervenuto l'allarme bassa pressione, si sarebbe interrotto il sistema di pompaggio dell'olio idraulico.

Fire And Explosion Index

<i>Indice</i>	<i>Descrizione fattore</i>	<i>Valore</i>	<i>Ipotesi e considerazioni</i>
MF	<i>Material Factor n-nonadecano</i>	4	Tra le sostanze presenti, si considera il n-nonadecano come rappresentativo degli oli idraulici. Il MF della sostanza non è presente nell'appendice A, ma è stato calcolato in Base al valore di Flash Point (Nf) e alla sua reattività (Nr=0).

- Si considera che l'olio idraulico stia lavorando ad una temperatura leggermente superiore rispetto a quella di fusione, per evitare fenomeni di solidificazione.

Nh	<i>NFPA Health rating (Nh)</i>	1	
Nf	<i>NFPA Flammability rating (Nf)</i>	1	
Ni	<i>NFPA Instability rating (Ni)</i>	0	
1A	<i>Exothermic Reaction (range of input 0.3 - 1.25)</i>	0,00	Nessuna reazione esotermica durante le normali operazioni.
1B	<i>Endothermic Reaction (input range 0.2 - 0.4)</i>	0,00	Nessuna reazione endotermica durante le normali operazioni.
1C	<i>Material Handling and Transfer (input range 0.25 - 0.8)</i>	0,00	Nf=1. Classe di infiammabilità del n-nonadecano: 3B; F.P.>93.3°C
1D	<i>Enclosed or Indoor Process or storage Units handling Flammable materials</i>	0,00	
1E	<i>Ease of Access for Emergency Responders</i>	0,55	L'area è maggiore di 2000m2. " Tali aree possono essere penalizzate 0,20 se un giudizio ingegneristico corretto indica il potenziale rischio di problemi di controllo degli incendi dovuti all'accesso inadeguato."
1F	<i>Drainage and Spill Control</i>	0,00	Il manuale definisce che: "Queste penalità devono essere applicate solo se il materiale nell'Unità di Processo ha un punto di infiammabilità inferiore a 60 °C o se il materiale viene lavorato al di sopra del suo punto di infiammabilità."
1	<i>General Process Hazards</i>	1,55	
2A	<i>Toxicity of the material handled.</i>	0,20	Riferito al n-nonadecano,
2B	<i>Process or Storage operates at vacuum (<500mmHg) -penalty 0.5</i>	0,00	Assenza di processi sottovuoto.
2C	<i>Operation in or near the flammable range (input range 0.0 - 0.8)</i>	0,30	Il manuale definisce che: "Le apparecchiature di processo o i serbatoi di stoccaggio che potrebbero trovarsi all'interno o in prossimità dell'intervallo di infiammabilità solo in caso di guasto dello strumento o dell'apparecchiatura richiederebbero una penale di 0,30."
2D	<i>Dust Explosion (input range 0.0 - 2.0)</i>	0,00	
2E	<i>Pressure Penalty</i>	0,67	Si considera una pressione di circa 2000 psig. Penalità attribuita: 0,96 Fattore moltiplicativo di 0,7 se si è in presenza di olii pesanti, molto viscosi.
2F	<i>Low Temperature Operation</i>	0,00	
2G1	<i>Combustible and Flammable materials in Process</i>	0,00	Non applicabile dato che la temperatura non è prossima alla temp. di Flash Point.
2G2	<i>Liquids or gases in Storage</i>	0,00	

2G3	<i>Solids in Storage or Process</i>	0,00	
2H	<i>Corrosion and Erosion (input range 0.0 - 0.75)</i>	0,00	
2I	<i>Leakage, Joints, packing, flexible joints</i>	1,5	Si considera la presenza di flessibili che possono dare perdita di liquido.
2J	<i>Use of Fired Equipment (fig 6)</i>	0,00	Penalità non attribuibile in quanto si richiede che il rilascio avvenga alla temperatura di Flash point o di Boiling Point.
2K	<i>Hot Oil Heat Exchange Equipment (table 5)</i>	0,00	Non applicabile in quanto riferita solo ad olio diatermici per un circuito di riscaldamento.
2L	<i>Rotating Equipment</i>	0,50	Presenza di pompe per la movimentazione dell'olio idraulico.
2	<i>Special Process Hazards</i>	4,17	

Indice F&EI	Valore	Classe di rischio
Fire and Explosion Index	25,87	Leggero

- Il valore dei fattori di credito se non presenti è posto uguale a 1.

Process control credit factor (C1):

<i>Caratteristica</i>	<i>Credito attribuito</i>	<i>Ipotesi e considerazioni varie</i>
<i>emergency power</i>	1	Le misure adottate in condizioni di emergenza non sono automatiche
<i>cooling</i>	1	Non è previsto nessun sistema di raffreddamento
<i>explosion control</i>	1	
<i>emergency shutdown</i>	1	Nessuna procedura di emergenza per la tipologia di evento. Assenza certificato prevenzione incendi.
<i>computer control</i>	0,97	Sala di controllo computerizzata.
<i>inert gas</i>	1	N.A.
<i>operating instructions/procedures</i>	0,976	Si considera dall'elenco pag. 35 del manuale i punti: 1-2-3-4-7-9
<i>reactive chemical review</i>	1	Non vi è una preparazione del personale sulle sostanze pericolose utilizzate.

<i>Fattore di credito</i>	<i>simbolo</i>	<i>Valore finale</i>
<i>Process control credit factor (C1)</i>	<i>C1</i>	0,9473

Material Isolation credit factor (C2):

<i>Caratteristica</i>	<i>Credito attribuito</i>	<i>Ipotesi e considerazioni varie</i>
<i>remote control valves</i>	0,98	Presenza di valvole di controllo con sistema remoto.
<i>dump/ blowdown</i>	1	
<i>drainage</i>	1	Assenza totale di sistemi di drenaggio del liquido sversato.
<i>interlock</i>	1	

<i>Fattore di credito</i>	<i>simbolo</i>	<i>Valore finale</i>
<i>Material Isolation credit factor</i>	<i>C2</i>	<i>0,98</i>

Fire protection credit factor (C3):

<i>Caratteristica</i>	<i>Credito attribuito</i>	<i>Ipotesi e considerazioni varie</i>
<i>leak detection</i>	1	"Sulla Linea 5...Non vi è nessun sistema rilevazione incendi ". Pag.62 della Relazione Tecnica.
<i>structural steel</i>	1	Assenza di sistemi di ignifugazione dei materiali.
<i>fire water supply</i>	1	Assenza impianto a spegnimento fisso.
<i>special system</i>	1	Presenza di sistemi di spegnimento, ad esempio estintori a CO2. Non si considera questo credito in quanto dalle Perizie Tecniche questi, sono risultati parzialmente vuoti e inutilizzabili.
<i>sprinkler system</i>	1	Assente.
<i>water curtains</i>	1	Assente.
<i>foam</i>	1	Assenza di sistema a schiuma.
<i>hand extinguishers/ monitors</i>	1	Estintori non adeguati.
<i>cable protection</i>	1	
<i>buried and double wall tanks</i>	1	

<i>Fattore di credito</i>	<i>simbolo</i>	<i>Valore finale</i>
<i>Fire protection credit factor</i>	<i>C3</i>	<i>1</i>

<i>CREDIT FACTORS (C)</i>	$C1 * C2 * C3$	0,9284	
<i>Fire and explosion index after compensation F&EI</i>	$F&EI * C$	24.01	Classe di Rischio residuo: Leggero

<i>Raggio dell'Area di esposizione</i>	<i>Circa 7 metri</i>
--	----------------------

- Il valore finale di indice di rischio ottenuto con il metodo F&EI è altamente influenzato dal MF della sostanza, molto basso.
- *Il raggio dell'Area di esposizione* è la naturale conseguenza dell'indice di rischio ottenuto.

The Mond Index Procedure

- UNITA' DI PROCESSO: Raddrizzatrice ASPO 2, Linea 5 di ricottura e decapaggio, Stabilimento Thyssen-krupp Torino (TO)
- SOSTANZA CHIAVE: Anche se vi sono altri materiali pericolosi, la sostanza rappresentativa delle condizioni di maggior pericolo è *l'olio idraulico*, e si utilizza come sostanza rappresentativa il *n-nonadecano*.
- INFORMAZIONI AGGIUNTIVE:
 - Pressione: 2030,7 psia;
 - Temperatura: 40 °C.

<i>MATERIAL FACTOR</i>	
<i>key material or mixture</i>	n-nonadecano
<i>factor determined by</i>	Normal flammable material
<i>material factor (B)</i>	20,28

SPECIAL MATERIAL HAZARDS TOTAL

<i>Descrizione del fattore</i>	<i>Valore</i>	<i>Ipotesi e considerazioni varie</i>
<i>oxidising materials</i>	0	
<i>gives combustible gas with water</i>	0	
<i>mixing and dispersion characteristics (m)</i>	0	
<i>subject to spontaneous heating</i>	0	
<i>may rapidly spontaneously polymerise</i>	0	
<i>ignition sensitivity</i>	0	Il n-nonadecano non è presente in tabella, ma si può considerarlo appartenente al gruppo con Ignition sensitivity uguale a zero.
<i>subject to explosive decomposition</i>	0	
<i>subject to gaseous detonation</i>	0	Necessaria, nel nostro caso, la presenza dell'aria, fattore non applicabile.
<i>condensed phase properties</i>	0	
<i>other</i>		
<u>SPECIAL MATERIAL HAZARDS TOTAL</u>	0	

GENERAL PROCESS HAZARDS TOTAL

<i>Descrizione del fattore</i>	<i>Valore</i>	<i>Ipotesi e considerazioni varie</i>
<i>handling and physical changes only</i>	0	
<i>reaction characteristics</i>	0	No reazioni comprese.
<i>batch reactions</i>	0	
<i>multiplicity of reactions</i>		
<i>material transfer</i>	25	Utilizzo di tubazioni flessibili per il trasporto della sostanza.
<i>transportable containers</i>	0	
<u>GENERAL PROCESS HAZARDS TOTAL</u>	25	

SPECIALPROCESS HAZARDS TOTAL

<i>Descrizione del fattore</i>	<i>Valore</i>	<i>Ipotesi e considerazioni varie</i>
<i>low pressure (below 15 psia)</i>	0	
<i>high pressure</i>	97	Pressione di 2030 psia. La penalità viene calcolata in base al grafico 4 e alla pressione di esercizio.
<i>low temperature</i>	0	
<i>1) carbon steel +10°C to -25°C</i>	0	
<i>2) carbon steel below -25°C</i>	0	
<i>3) other materials</i>	0	
<i>high temperature</i>	0	
<i>1) flammable material</i>	10	La sostanza non è infiammabile, ma è solida a temperatura ambiente, liquida nelle condizioni di esercizio.
<i>2) material strenght</i>	0	
<i>corrosion and erosion</i>	0	
<i>joint and packing leakages</i>	60	
<i>vibration, load cycling etc.</i>	50	Penalità attribuita nelle condizioni in cui la pressione potrebbe variare in un range ragionevole.
<i>processes/reactions difficult to control</i>	0	
<i>operation in or near flammable range</i>	50	Movimentazione di olio che potrebbe, in determinate condizioni, entrare nel range di infiammabilità.
<i>greater than average explosion hazard</i>	40	Il rilascio può provocare una concentrazione infiammabile.
<i>dust or mist explosion hazard</i>	0	
<i>high strength oxidants</i>	0	
<i>process ignition sensitivity</i>	0	
<i>electrostatic hazards</i>	60	Valore medio attribuito in base alla presenza di liquidi organici idrocarburici..
<u>SPECIALPROCESS HAZARDS TOTAL</u>	367	

<i>Descrizione del fattore</i>	<i>Valore</i>	<i>Ipotesi e considerazioni varie</i>
<i>material total tonnes</i>	0,33798	Sono disponibili nelle perizie tecniche, solo le quantità di oli idraulici presenti. Allargando l'analisi potrei considerare la quantità di Na2SO4 presente nelle vasche di decapaggio.
<i>quantity factor</i>	4	Figura 6 del manuale.

LAYOUT HAZARDS

<i>Descrizione del fattore</i>	<i>Valore</i>	<i>Ipotesi e considerazioni varie</i>
<i>height in metres</i>	2	Si considera un'altezza massima di esercizio di 2 metri.
<i>working area square metres</i>	7,5	Bisogna considerare l'area di esercizio. Considero un unico piano, lunghezza della linea per la sezione dei flessibili.
<i>structure design</i>	100	Altezza maggiore di 6metri, e quantità di sostanza <1 tonn. Considero la presenza di sostanze con alta densità di vapore (vapour density >3 aria). Penalità che

		dipende dal grado di ventilazione; si considera basso livello di ventilazione.
<i>domino effect</i>	0	Altezza dell'unità minore di 20 metri.
<i>below ground</i>	0	
<i>surface drainage</i>	100	Si considera un inadeguato drenaggio delle sostanze. Si è introdotta questa penalità data la non eliminazione dell'olio di laminazione dal suolo dopo la sua caduta.
<i>other</i>	125	Vicinanza delle uscite di sicurezze.
<u>LAYOUT HAZARDS TOTAL</u>	325	

OFFSETTING INDEX VALUES FOR SAFETY & PREVENTATIVE MEASURES

<i>Descrizione del fattore</i>	<i>Valore</i>	<i>Ipotesi e considerazioni varie</i>
<i>pressure vessels</i>	1	Norma BS 5500 sostituita da EN 13445, dipende la categoria dei contenitori in pressione (1,2 o 3). Nessun riferimento.
<i>non-pressure vertical storage tanks</i>	1	Norma BS 2654, e BS 4741 per basse temperature.
<i>transfer pipelines</i>		
<i>1) design stresses</i>	1	
<i>2) joints & packings</i>	1	
<i>additional containment & bunds</i>	1	Caso studio non corrisponde a nessun requisito.
<i>leakage detection & response</i>	0,95	Sistema di rilevazione perdite automatico, che però richiede delle operazioni supplementari dopo l'avvenuta perdita.
<i>emergency venting or dumping</i>	1	
<u>PRODUCT TOTAL OF CONTAINMENT HAZARDS FACTORS</u>	0,95	

<i>Descrizione del fattore</i>	<i>Valore</i>	<i>Ipotesi e considerazioni varie</i>
<i>alarm systems</i>	0,95	Dove l'operatore ha analizzato l'errore e quindi attiva le azioni correttive. Presenza di una sala controllo computer.
<i>emergency power supplies</i>	1	Le azioni in emergenza vengono attuate non in maniera automatica ma dall'operatore.
<i>process cooling systems</i>	1	No raffreddamento.
<i>inert gas systems</i>	1	No gas inerte nel sistema.
<i>hazard studies activities</i>	1	Non vi è approntato nessuno studio dei rischi e pericoli presenti nell'unità considerata, riferendosi alla presenza di olio idraulico.
<i>safety shutdown systems</i>	1	Il dispositivo di arresto di emergenza non aveva le caratteristiche necessarie secondo la Norma EN 13850.
<i>computer control</i>	0,96	L'unità può operare spesso senza il controllo diretto del computer.
<i>explosion/ incorrect reactor protection</i>	1	Nessun dispositivo di protezione contro le esplosioni.
<i>operating instructions</i>	1	Assenza dell'analisi del rischio riferita alla Linea 5 e alla presenza di olio idraulico nel Documento valutazione dei rischi presente.
<i>plant supervision</i>	0,98	
<u>PRODUCT TOTAL OF PROCESS CONTROL FACTORS</u>	0,89376	

<i>Descrizione del fattore</i>	<i>Valore</i>	<i>Ipotesi e considerazioni varie</i>
<i>management involvement</i>	<i>1</i>	Nessuno dei requisiti richiesti è qui rispettato. La politica attuata dalla direzione, di rimandare gli interventi per la miglioria del sistema di prevenzione e sicurezza contro incendi, è quella che ha determinato l'evento catastrofico.
<i>safety training</i>	<i>1</i>	Non sono programmati regolarmente corsi di aggiornamento del personale.
<i>maintenance & safety procedures</i>	<i>1</i>	Non vi era né regolare ispezione dell'unità, né una adeguata pulizia della stessa, fatto che ha determinato l'incendio verificato a causa del deposito di carta intrisa di olio.
<u>PRODUCT TOTAL OF SAFETY ATTITUDE FACTORS</u>	<i>1</i>	

<i>Descrizione del fattore</i>	<i>Valore</i>	<i>Ipotesi e considerazioni varie</i>
<i>structural fire protection</i>	<i>1</i>	Non è presente protezione antincendio su tutte le strutture di supporto portanti. La struttura non è stata progettata per resistere a incendi secondo le ultime normative.
<i>fire walls, barriers</i>	<i>1</i>	Non sono presenti pareti tagliafuoco che dividono questa Linea (5) dal resto dell'impianto.
<i>equipment fire protection</i>	<i>1</i>	Non è presente un impianto a spegnimento fisso e automatico che si attivi in caso di incendio. Non vi è una protezione antincendio per le apparecchiature.
<u>PRODUCTS TOTAL OF FIRE PROTECTION FACTORS</u>	<i>1</i>	

<i>Descrizione del fattore</i>	<i>Valore</i>	<i>Ipotesi e considerazioni varie</i>
<i>valve system</i>	<i>1</i>	Non è presente un serbatoio di scarico situato all' esterno dell'unità principale o sotto pressione d' emergenza riferito all' olio idraulico.
<i>Ventilation</i>	<i>1</i>	Quando la ventilazione dell'unità può essere controllata in remoto in caso di fuoriuscita di materiale. Non presente controllo ventilazione.
<u>PRODUCT TOTAL OF MATERIAL ISOLATION FACTORS</u>	<i>1</i>	

<i>Descrizione del fattore</i>	<i>Valore</i>	<i>Ipotesi e considerazioni varie</i>
<i>fire alarms</i>	<i>1</i>	Carenza di impianti automatici di rilevazione e spegnimento (pag 60 Relazione Tecnica di L. Marmo)
<i>hand held fire extinguishers</i>	<i>1</i>	Non è presente un'adeguata fornitura di estintori completamente funzionanti e adeguati.
<i>water supply</i>	<i>1</i>	Assenza di un impianto fisso di spegnimento nella Linea 5.
<i>water spray or monitor systems</i>	<i>1</i>	Non vi è una adeguata copertura antincendio.

<i>foam & inerting installations</i>	<i>1</i>	Non presente.
<i>fire brigade attendance</i>	<i>1</i>	Dipende dal numero di vigili del fuoco o persone preposte che devono intervenire. Data l'inadeguata formazione del personale a cui è chiesto di intervenire in caso di incendio, considero il numero di addetti che sono in grado di intervenire pari a zero.
<i>site co-operation in fire fighting</i>	<i>1</i>	considero che le esercitazioni antincendio non vengono effettuate regolarmente.
<i>smoke ventilators</i>	<i>1</i>	Carenza di impianti automatici di rilevazione e spegnimento (pag 60 trlazione Marmo)
PRODUCT TOTAL OF FIRE FIGHTING FACTORS	1	

Indici di rischio	Valore	Categoria di rischio
<i>EQUIVALENT DOW INDEX (D)</i>	201,74	
<i>FIRE INDEX (F)</i>	0,91	LEGGERO
<i>INTERNAL EXPLOSION INDEX (E)</i>	4,92	ALTO
<i>AERIAL EXPLOSION INDEX (A)</i>	81,6	MODERATO
<i>OVERALL RISK RATING (R)</i>	1915,9	ALTO (GRUPPO 2)

Indici di rischio residuo	Valore	Categoria di rischio
<i>OFFSET FIRE INDEX</i>	0,87	LEGGERO
<i>OFFSET INTERNAL EXPLOSION INDEX</i>	4,39	ALTO
<i>OFFSET AERIAL EXPLOSION INDEX</i>	69,28	MODERATO
<i>OFFSET OVERALL RISK RATING</i>	1626,73	ALTO (GRUPPO 2)

