

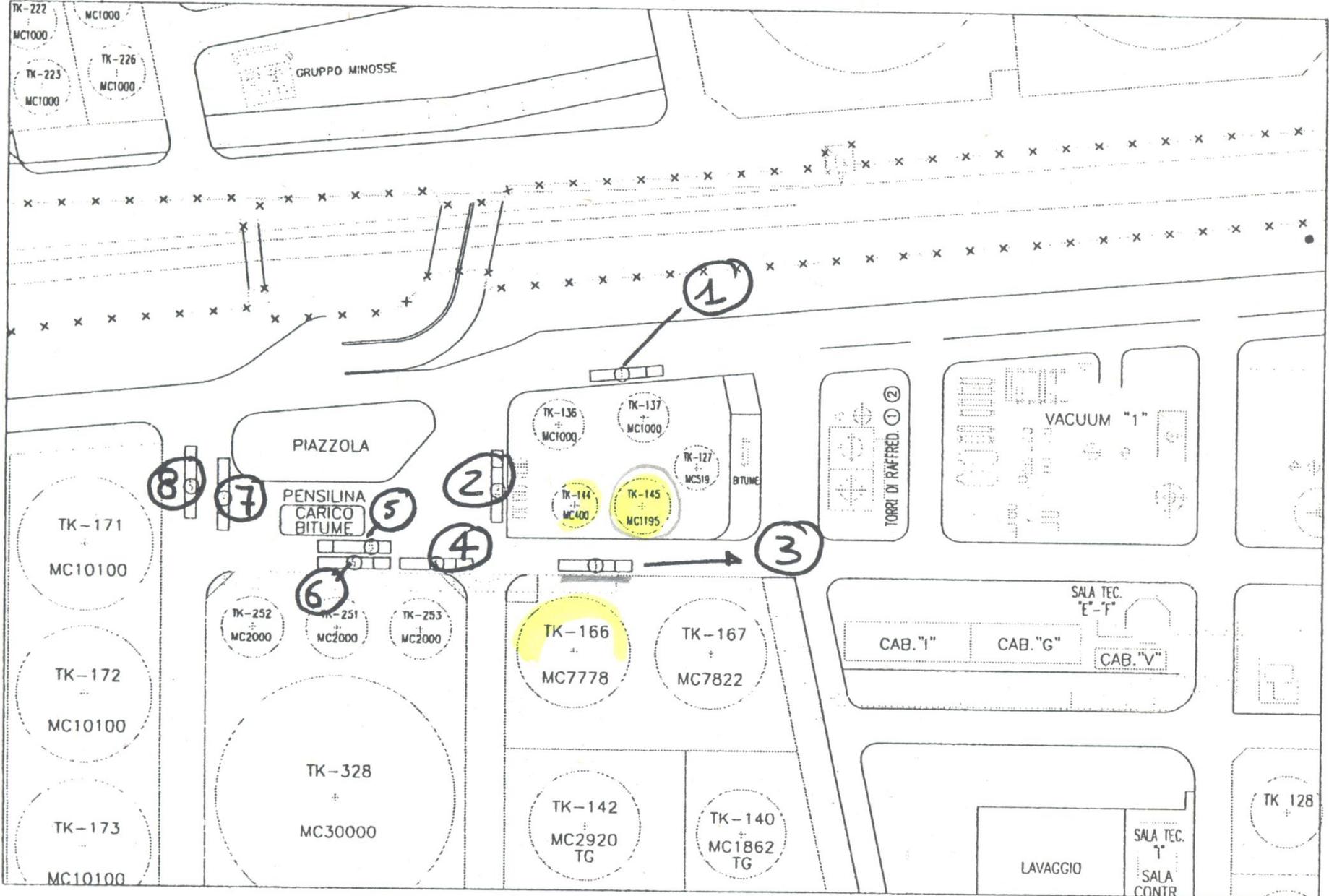
# Caso-studio 1: incidente in stabilimento complesso

- Stabilimento: raffineria di petrolio
- Area: 70 ha, area urbana fortemente antropizzata, vicina a quartiere urbano, autostrada, linea ferroviaria, scalo aeroportuale, mare
- Capacità di stocc.: oltre 1.500.000 m<sup>3</sup> in 128 serbatoi
- N° dipendenti: circa 500, e 2000 di indotto
- Unità coinvolte: area stoccaggio e carico bitume
- Sostanze coinvolte: bitume e distillati pesanti di raffineria (hot-oil)
- Apparecch. origine: serbatoio cilindrico bitume a tetto fisso da 1200 m<sup>3</sup>, riscaldato a T 170°C con serpentina interna hot oil
- Evento/scenario: esplosione serbatoio, rilascio, incendio
- Danni: 1 morto e 3 feriti; rilascio in mare di bitume <sup>1</sup>

# Impianto ed apparecchiatura sorgente

- area stoccaggio e carico bitumi, costituita da 12 serbatoi a tetto fisso, 8 bracci carico e 6 pompe trasferimento e carico bitumi, 1 scambiatore di calore per eventuale riscaldamento supplementare bitumi stoccati
- serbatoio atm TK145 a tetto fisso, datato 1970, capacità di 1200 m<sup>3</sup>, altezza 12 m, T interna = 170°C
- dotato di serpentino termoregolatore interno alimentato ad hot oil (distillato pesante) a 280°C, rilevatore di livello, rilevatore di temperatura e sistema di omogeneizzazione tramite agitatore
- al momento dell'incidente presenti circa 592 m<sup>3</sup> (550 t) di bitume nel serbatoio, e circa 150 m<sup>3</sup> (120 t) di hot-oil nel circuito di riscaldamento

# Unità coinvolte



# Situazione al momento dell'incidente ...

- 8 autocisterne predisposte per le operazioni di carico/scarico, in corso e/o in attesa
- 9 operatori (interni-esterni): 7 autisti ATB (in caricamento ed in attesa) e 2 dipendenti raffineria (capopiazzale con addetto)
- capopiazzale, presente dall'inizio del turno (ore 6:00), si trovava nell'edificio prefabbricato localizzato nella piazzola, ed aveva appena ultimato la preparazione della linea per il caricamento dell'ATB 1 dal TK145
- addetto stava controllando il livello del TK252 situato sul muro del bacino comune di contenimento dei TK251, TK252, TK253 e TK328 (serbatoi stoccaggio bitume)
- dalle ore 20:20 del giorno prima alle 7,00 del giorno evento: livello TK145 costante pari a 5,7m, no travasi in atto
- ore 7:19, inizio riempimento ATB 1 da serbatoio TK145

# Sviluppo dell'incidente (1)

- alle ore 7:25, cedimento catastrofico del serbatoio TK145 con effetto 'missile': distacco del mantello - tetto dalla base, con proiezione verso l'alto e spostamento laterale di circa 15 metri; repentina fuoriuscita e spandimento nell'area circostante di bitume caldo a 170 ° C
- innesco incendio principalmente localizzato nel bacino del TK145 e serbatoi adiacenti; focolai secondari sviluppati su alcune autocisterne presenti al carico
- incendio alimentato dall'hot-oil del circuito di riscaldamento dei serbatoi di bitume (strappo delle connessioni del circuito con il serpentino del serbatoio)
- termine incendio alle ore 11.00 con estinzione dell'ultimo focolaio e la messa in sicurezza della zona interessata

## Sviluppo dell'incidente (2)

- sostanze coinvolte: bitume presente nel TK145 (550t) e distillato da vuoto hot-oil (coinvolto nell'incendio) presente nei serpentini di riscaldamento dei serbatoi e nelle tubazioni di mandata e ritorno del sistema "hot oil" di raffineria (120 t)
- ai sensi della Direttiva Seveso il bitume non è sostanza pericolosa, mentre il distillato da vuoto è classificato come prodotto petrolifero
- evento definibile come incidente rilevante ex. All. VI D.Lgs. 105/15: decesso di 1 operaio a seguito di incendio coinvolgente sostanza pericolosa (hot oil), oltre che danni materiali interni superiori a 2 milioni di euro



# Conseguenze – danni *umani*

- danno più significativo: coinvolgimento di 4 autisti di ATB nell'incendio e per contatto con il bitume caldo a 170°C:
  - 1 deceduto dopo essere stato investito, a causa dell'esplosione, dal bitume caldo e hot oil e proiettato all'interno di un bacino di contenimento, dove il corpo fu rinvenuto 3 h dopo lo spegnimento dell'incendio
  - 3 autisti riportarono ferite di diversa gravità sempre per contatto con bitume caldo e con hot oil; 2 ricoverati in ospedale ed 1 medicato e dimesso

# Conseguenze – danni *materiali*

- serbatoio esploso TK145 (origine) ricaduto a 15m su 2° serbatoio bitume TK166 di cui ha penetrato le lamiere con la sommità del tetto; schiacciandosi su se stesso si è poggiato in parte anche sul muro di bacino di contenimento del TK166 ed in parte sulle strutture portanti in acciaio delle 2 pensiline di carico bitume (ove era in corso il travaso bitume verso ATB), completamente distrutte
- nel suo spostamento, il serbatoio-missile ha tranciato alcune tubazioni aeree pipe rack che correvano parallele alla strada tra i serbatoi interessati, ad un'altezza di 5m circa, con ulteriore fuoriuscita di bitume
- il bitume fuoriuscito dal serbatoio ha interessato gran parte dell'area dell'impianto (area di stoccaggio ed area di carico bitume, nonché vie di transito circostanti) per un'estensione stimata in circa 13.000 m<sup>2</sup>





# Conseguenze – danni *ambientali*

- parte del bitume fuoriuscito (34 t), ha interessato l'esterno dello stabilimento, sversandosi in mare tramite fosso che attraversa la raffineria e che nei pressi dello stoccaggio bitume era provvisto di apertura di circa 2x5 m
- effettuate da parte dell'ICRAM, operazioni di prospezione in mare e recupero del bitume disperso sui fondali, nonché l'effettuazione, da parte delle Autorità sanitarie, di analisi mirate sui molluschi destinati all'alimentazione umana
- recuperate limitate quantità (nell'ordine delle centinaia di kg) presso il fondo marino nelle immediate vicinanze dello stabilimento o spiaggiato fino alla distanza di 8 km
- colonna di fumo prodotta dall'incendio, con effetti giudicati a basso impatto dall'ARPA, avvistata dalla popolazione della vicina città

# Conseguenze – danni (*stima costi*)

- stima dei costi indicati dalla ditta:
  - perdita strutturali, 3 mil. euro (apparecchiature e strutture distrutte )
  - costi per l'emergenza, 0.5 mil. euro
  - costi di disinquinamento, 3 mil. euro
  - costo per il ripristino ed ammodernamento impianto, 31 mil. euro
- in aggiunta il costo per mancata produzione ammontante a 25 mil. euro relativamente ad un anno (tempo previsto per la ripresa dell'attività dell'impianto bitume)
- il vicino aeroporto ha subito una temporanea riduzione di operatività conseguente all'invio di automezzi antincendio aeroportuali dei VVF presso la raffineria per fronteggiare l'emergenza

# Cause

- individuate, sulla base di analisi preliminare effettuata dal gestore, 2 possibili cause iniziatrici alternative:

1) sovraP interna al serbatoio TK145 originata da esplosione di composti leggeri infiammabili, erroneamente presenti nel serbatoio

2) sovraP generata da espansione rapida di acqua erroneamente introdotta nel serbatoio (dovuta all'alta T interna 170° C)

- procedimento giudiziario da Magistratura per indagine sull'evento

- dall'indagine post-incidentale emerge come più valida la 1° ipotesi: erronea introduzione di composti leggeri infiammabili nel TK145, con formazione di miscela esplosiva, attraverso il sistema di scarico del sovraccarico ATB bitume, utilizzato per la re-immissione in serbatoio di eventuali eccedenze di bitume caricato nelle ATB

# Azioni d'emergenza adottate (interna/esterna)

- attivazione PEI con insediamento Centro Controllo Emergenza, classificazione evento in II cat. PEE (no effetti dannosi per popolazione-infrastrutture esterne ma necessario intervento VVF, per potenziale insufficienza risorse interne)
- immediato intervento squadra interna con 6 uomini e 2 automezzi; successivo intervento VVF (con 2 automezzi e dopo circa 30 minuti con 15 automezzi e 35 VVF)
- 2 h dopo focolaio sotto controllo, 3 h dopo si giungeva al totale spegnimento delle fiamme
- aspirazione liquido schiumogeno e acqua dal bacino del TK145, con rilevamento del corpo del deceduto
- operazioni concluse con la messa in sicurezza dell'impianto nel rispetto delle disposizioni impartite dall'Autorità giudiziaria che ha posto sotto sequestro l'intera area

# Azioni d'emergenza adottate (esterna)

- attivato PEE predisposto dalla Prefettura per evento classificato di II categoria con:
  - blocco linea ferroviaria, che passa per un tratto all'interno dello stabilimento
  - blocco circolazione sulle strade circostanti la raffineria
  - riduzione operatività nel vicino aeroporto
  - interruzione alimentazione elettrica della linea a 132 Kv che corre lungo la ferrovia
  - attivazione centro di coordinamento avanzato misto
  - attivazione procedure di informazione alla popolazione



# Azioni post-incidente

- procedimento giudiziario da parte della Magistratura, con 27 avvisi di garanzia a carico di vertici, manager e responsabili azienda
- CTR, incaricato dell'istruttoria del rapporto di sicurezza ha, immediatamente a valle dell'incidente, prescritto al gestore:
  - predisposizione di dettagliata relazione tecnica sull'incidente e sulle soluzioni progettuali adottate in stabilimenti simili per impianti bitume
  - aggiornamento rapporto di sicurezza-analisi di rischio
  - richiesta al MATT di nuova verifica ispettiva sul SGS
  - adozione nel breve/medio periodo di misure tecniche preventive/mitigative

# Analisi fattori gestionali – scheda (1)

<b>Rif. n.</b>	<b>Data:</b> xxx	<b>Titolo:</b> incendio in unità stoccaggio bitume raffineria	
<b>Descrizione sintetica dell'evento</b> Rilascio di 550 t di bitume e 120 t di hot-oil per cedimento catastrofico di serbatoio TK-145 stoccaggio bitume. Distacco del mantello e tetto dalla base con proiezione verso l'alto e spostamento laterale di circa 15 metri, con fuoriuscita e spandimento bitume caldo a temperatura di circa 170 ° C, e successivo incendio principalmente localizzato nel bacino del TK145 e serbatoi adiacenti; focolai secondari sviluppati su alcune ATB presenti al carico. Danneggiamento serbatoi limitrofi ed area carico vicina (pensiline di carico, supporti tubazioni, ATB). 1 morto e 3 feriti. Possibile impatto ambientale da sversamento in mare di prodotto. Distruzione quasi completa delle unità stoccaggio e carico bitume. Evento iniziatore attribuito ad una sovrappressione interna del TK145 originata da presenza di composti leggeri infiammabili erroneamente introdotti attraverso sistema scarico di sovraccarico bitume da ATB. Attivate misure di emergenza interne ed esterne. Danni economici.			
<b>Sistemi tecnici critici:</b> serbatoio di stoccaggio, serpentino termoregolatore			
<b>Fattore gestionale</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Azioni intraprese</b>	<b>Azioni previste / programmate</b>
<b>3.iii</b> Pianificazione degli adeguamenti impiantistici e gestionali per la riduzione dei rischi ed aggiornamento	Attrezzature, sistemi e modalità utilizzate nella operazione di caricamento ATB non idonee da parte degli autisti.	Divieto scarico diretto eccedenze bitume nei serbatoi	- realizzazione sistemi di caricamento ATB di tipo automatico per evitare o limitare sovraccarichi dotati di pesatura a carico predeterminato, sensori di troppo pieno e sistemi "a uomo presente" - divieto scarico diretto sovraccarichi bitume in serbatoi bitume - installazione sistema captazione e trattamento fumi/aerosol provenienti da ATB durante caricamento - installazione b.d.c. bitume con dispositivi di troppo pieno
<b>2.iii</b> Attività di informazione e formazione per lavoratori int. ed est.	Assenza di sistema di controllo-verifica degli esiti di informazione e formazione per gli operatori esterni ed autisti.	Revisione piano formazione	- revisione piano di formazione e proposta introduzione di verifica esiti di IFA anche per autisti

# Analisi fattori gestionali – scheda (2)

Fattore gestionale	Descrizione	Azioni intraprese	Azioni previste / programmate
<p><b>3.ii</b> Identificazione dei possibili eventi incidentali ed analisi di sicurezza</p>	<p>Mancata considerazione dell'ipotesi incidentale nell'analisi di rischio, con mancata previsione di strumentazione di controllo, oltre che di rilevamento, dei parametri di esercizio.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- aggiornamento del RdS</li> </ul>
<p><b>4.iii</b> Procedure operative e istruzioni nelle condizioni normali, anomale e di emergenza</p>	<p>Non idoneo monitoraggio dei parametri di processo, in particolare per l'esercizio anomalo del serbatoio TK145, sprovvisto di un TC del bitume con blocco in caso di superamento di T massima limite. Analogamente per T e F dell'hot-oil nel serpentino termoregolatore.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- realizzazione sistemi di controllo T del bitume nei serbatoi con blocco del sistema di riscaldamento e dell'alimentazione bitume dagli impianti</li> <li>- realizzazione monitoraggio presenza atmosfere potenzialmente esplosive all'interno dei serbatoi bitume</li> <li>- verifica condizioni di sicurezza di tutto il circuito hot oil</li> <li>- realizzazione sistema di blocco linea hot-oil ai serpentine serbatoi bitume per alte T hot oil</li> <li>- aggiornamento procedure operative</li> </ul>
<p><b>3.i</b> Identificazione delle pericolosità di sostanze e processi, e definizione di criteri e requisiti di sicurezza.</p> <p><b>6.i</b> Analisi delle conseguenze, pianificazione e documentazione per la pianificazione d'emergenza</p>	<p>Mancato riesame dei criteri di sicurezza in progettazione (lay-out impianto, estrema vicinanza aree stoccaggio-carico/pensiline) ai fini di possibile evoluzione ed estensione di un incidente</p> <p>Spazio ridotto, nell'area stoccaggio-carico, disponibile per l'intervento delle squadre di emergenza.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- allontanamento delle pensiline di carico ATB dall'area stoccaggio e relative attrezzature</li> <li>- collocazione piste di carico in area decentrata rispetto serbatoi</li> </ul>

# Analisi fattori gestionali – scheda (3)

Fattore gestionale	Descrizione	Azioni intraprese	Azioni previste / programmate
<b>4.v</b> Approvvigionamento di beni e servizi	Assenza di controllo sistematico di bonifica ATB che entrano e caricano in stabilimento		- adozione di sistema di verifica dell'esistenza di certificato attestante bonifica e lavaggio ATB
<b>6.ii</b> Ruoli e responsabilità nella pianificazione di emergenza;  <b>6.iv</b> Sistemi di allarme e comunicazione e supporto all'intervento esterno	Mancata attivazione dell'impianto di raffreddamento di 2 serbatoi di bitume coinvolti (uno dei quali colpito dal serbatoio missile). Difficoltà di comunicazione tra squadre operanti non a diretto contatto tra loro. Scarsa tempestività nella ricognizione di persone mancanti all'appello. Carente scambio di informazioni tra il centro gestione emergenza (negli uffici, fuori dalla zona a rischio) e le persone operanti nella zona rossa.  Non idonea integrazione tra la squadra antincendio aziendale ed i VVF esterni nell'affrontare gli interventi operativi sul campo.	Attivazione sistema raffreddamento dei 2 serbatoi bitume.  Revisione PEI.	- miglioramento del Piano di emergenza interno, con particolare riferimento al censimento del personale coinvolto in incidente ed alle procedure operative delle squadre di emergenza interna in attesa di arrivo VVF