

APAT

Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici

SVILUPPO DI METODOLOGIA PER LA RACCOLTA, ANALISI E REPORTING
DI INCIDENTI CHIMICI
OCCORSI IN STABILIMENTI INDUSTRIALI A RISCHIO

Ing. Romualdo Marrazzo

Tutor: Ing. Fausta Delli Quadri

Dipartimento Nucleare Rischio Tecnologico e Industriale
Servizio Osservatorio del Rischio nelle Aree Industriali

PREFAZIONE

Tra i principali compiti assegnati al *Servizio osservatorio del rischio nelle aree industriali* dell'*Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici* (già ANPA), vi è quello relativo allo sviluppo degli elementi tecnici che sono alla base della definizione degli obiettivi di tutela e protezione dell'ambiente e della popolazione, a fronte di situazioni anomale o incidentali originate dalle tecnologie utilizzate per la produzione industriale ed energetica di base e per le reti energetiche.

Nell'ambito di tale attività si inserisce il lavoro realizzato nel corso del presente stage, concretizzato nel rapporto tecnico che segue, che ha come principale obiettivo quello di analizzare i dati incidentali registrati nella banca dati incidenti rilevanti (BIRD) dell'APAT, nei diversi aspetti che caratterizzano lo sviluppo e gli effetti di ogni singolo incidente, con particolare attenzione agli eventi coinvolgenti sostanze tossiche e nocive per le persone. È da tener presente che l'oggetto principale dell'analisi si riferisce alle sostanze tossiche e molto tossiche, la cui pericolosità è notevolmente maggiore di quella delle sostanze semplicemente nocive per l'uomo, sia in termini di quantità minime in gioco che di conseguenze arrecate. Tuttavia si è pensato, in un secondo momento, di estendere l'analisi anche ad eventi coinvolgenti sostanze nocive Xn, mantenendoli comunque distinti nelle valutazioni di dettaglio, per ottenere una visione completa sulla panoramica incidentale con effetti sulle persone.

Attraverso il confronto tra i risultati di analisi condotte per questo particolare sottoinsieme di eventi, e quelli relativi ad un insieme più generale di eventi registrati nel database, il lavoro intende fornire, con il limite del carattere non esaustivo ma tecnicamente attendibile dei dati contenuti nella banca dati, una valutazione orientativa dell'influenza del coinvolgimento di sostanze tossiche-nocive nei diversi fattori che caratterizzano la dinamica di un incidente rilevante: scenario di sviluppo, tipologia di sostanza, cause, attività principalmente colpite, ecc.

Il lavoro si è svolto sostanzialmente in 3 macrofasi:

- una prima fase di riorganizzazione dei dati contenuti nel BIRD ed inserimento di ulteriori informazioni, tesa sia a conferire una maggiore consistenza alla base di dati per l'analisi, sia a consentire una familiarizzazione necessaria con la materia da parte dello stagista;
- una seconda parte di analisi tecnico statistica delle informazioni inserite e contenute nel BIRD, accompagnata da una serie di revisioni e spunti di modifica di alcune parti del database emerse a valle della visualizzazione dei risultati di analisi in grafici ed istogrammi;
- una terza parte conclusiva di commento dei risultati ottenuti, con evidenziazione del confronto tra i 2 insiemi di incidenti sopra descritto, e formulazione contemporanea di ulteriori aree di miglioramento per lo stesso database, da poter sviluppare in seguito.

ABSTRACT

Il lavoro condotto ha riguardato il sistema per la raccolta e conservazione delle informazioni sugli eventi incidentali, già realizzato dall'APAT in termini di archivio informatizzato contenente le principali informazioni disponibili su ogni incidente e denominato BIRD (Banca Dati Incidenti Rilevanti).

Il lavoro ha avuto come oggetto:

- la revisione dell'elenco delle sostanze e preparati presenti nella struttura del database, attraverso la comparazione con le Schede Internazionali di Sicurezza Chimica (NIOSH), aggiornando le relative indicazioni di rischio;
- l'inserimento e la registrazione, nella banca dati BIRD, di nuovi eventi incidentali verificatisi nell'intervallo temporale relativo agli anni 2000 – 2005 in Italia (circa 500 casi) sulla base delle informazioni provenienti da differenti fonti: ARPA, CNVVF, ASL, aziende, letteratura scientifica, Banche dati internazionali, siti internet, articoli da quotidiani o periodici; si è posta particolare attenzione agli incidenti occorsi in stabilimenti industriali soggetti alla direttiva Seveso II, nonché incidenti soggetti a notifica alla Commissione Europea.

Dopo la fase di inserimento e registrazione nel database si è proceduto all'analisi degli eventi incidentali attraverso:

- una ricognizione degli eventi suddivisi per anno di accadimento;
- un'identificazione degli scenari incidentali più frequenti;
- una disamina dei casi suddivisi per tipologia di attività, con particolare riferimento a quelli che hanno interessato aree ad elevata concentrazione di stabilimenti a rischio di incidente rilevante;
- un'analisi delle sostanze o gruppi di sostanze coinvolti/rilasciati;
- un esame delle cause, generali e specifiche.

Nell'ultimo segmento di studio si è posta l'attenzione sugli eventi incidentali interessati dalla presenza di sostanze classificate come 'tossiche', 'molto tossiche' e 'nocive' allo scopo di trarne elementi utili relativamente ai diversi parametri sopra elencati ed operare un confronto con l'esame più generale degli incidenti.

L'analisi dell'esperienza storica fornisce in generale importanti delucidazioni ed utili insegnamenti relativamente alle molteplici caratteristiche associate alla dinamica di un incidente (scenari incidentali e loro evoluzione, tipologie di attività maggiormente a rischio, classi di sostanze maggiormente coinvolte o comunque interessate dall'evento, ecc). Essa consente di evidenziare, inoltre, la tipologia degli stabilimenti maggiormente coinvolti e mostra come incidenti 'rilevanti' possano accadere anche in attività non strettamente soggette alla Direttiva Seveso.

SOMMARIO

INTRODUZIONE.....	5
1. BIRD (BANCA DATI INCIDENTI RILEVANTI).....	8
2. METODOLOGIA DI ANALISI.....	9
3. DANNI ED EFFETTI DELLE SOSTANZE TOSSICHE / NOCIVE COINVOLTE NEGLI EVENTI INCIDENTALI.....	13
4. ANALISI DEGLI EVENTI INCIDENTALI.....	18
4.1 Analisi distribuzioni del macro - insieme generale di incidenti.....	18
4.2 Analisi distribuzioni incidenti in installazioni industriali fisse.....	21
4.3 Analisi distribuzioni incidenti generali coinvolgenti sostanze a rischio T, T+ e Xn.....	24
4.4 Analisi distribuzioni incidenti in installazioni industriali fisse coinvolgenti sostanze a rischio T, T+ e Xn.....	27
CONCLUSIONI.....	30
RIFERIMENTI.....	34
ALLEGATO I.....	36

INTRODUZIONE

Negli anni settanta si verificarono alcuni gravi incidenti in impianti industriali a tecnologia complessa: furono riportati dagli organi di informazione con grande evidenza.

Certamente l'evento che ebbe un maggior impatto sulla pubblica opinione (non solo nazionale), nonché un riflesso sulla normativa europea, fu l'incidente che accadde il 10 Luglio 1976 presso lo stabilimento chimico ICMESA di Seveso, posto nel comune di Meda (MI): una graduale e incontrollata reazione esotermica in un reattore contenente tetra-cloro-benzene (TCB), idrossido di sodio (NaOH), glicol – etilenico e xilene produsse la fuoriuscita, a seguito della rottura del disco di sicurezza, di alcune tonnellate di miscela di aerosol costituita da sali sodici di triclorofenato (TCF), NaOH, glicosidi di sodio e da alcune centinaia di grammi di diossina (0.25 Kg) che, sottoforma di nube, si disperse su di un territorio esteso nei comuni di Seveso, Meda, Desio e Cesano Maderno.

Le conseguenze furono la morte di molti piccoli animali, la cloracne sulle persone, l'inquinamento del sito.

I danni ecologici all'ambiente e fisici sugli individui provocarono reazione sulla pubblica opinione che, attraverso associazioni ed organi di informazione, influenzò le forze politiche per la ricerca e l'osservanza di norme più severe nell'esercizio o nella costruzione di industrie complesse capaci di generare danni per l'uomo e l'ambiente.

In realtà nei successivi anni ottanta si verificarono altri gravi eventi, tra cui la fuoriuscita di grandi quantità di isocianato di metile da un deposito di metilisocianato presso Bhopal (India), nel dicembre 1984, che provocò oltre 2000 morti e l'intossicazione di quasi 5000 persone.

La Direttiva della Comunità Europea 82/501/CEE (nota anche come direttiva "Seveso") fu emanata negli anni ottanta con lo scopo di diminuire il verificarsi di gravi incidenti nelle industrie, per una maggior tutela delle popolazioni e dell'ambiente nella sua globalità.

La Direttiva "Seveso" fu recepita in Italia sei anni dopo la sua emanazione, con il DPR 17 maggio 1988, n. 175. Dopo quattordici anni di applicazione, seguendo le osservazioni avanzate dagli Stati membri della Comunità Europea, la Direttiva "Seveso" si è evoluta nella cosiddetta Direttiva "Seveso II" (Direttiva 96/82/CE), che fu recepita in Italia il 17 agosto 1999 con il D. Lgs. n. 334.

L'elemento principale che caratterizza e classifica uno "stabilimento a rischio di incidente rilevante", ai sensi della Direttiva, è la detenzione di sostanze o categorie di sostanze potenzialmente pericolose, in quantità tali da superare determinate soglie.

La detenzione e l'uso di grandi quantità di sostanze aventi caratteristiche tali da essere classificate come tossiche, infiammabili, esplosive, comburenti e pericolose per l'ambiente, possono portare infatti, attraverso possibili sviluppi incontrollati durante l'attività, ad un evento quale emissione, incendio o esplosione di grande entità che dia luogo a pericolo grave, immediato o differito, sia per l'uomo (all'interno o all'esterno dello stabilimento), sia per l'ambiente circostante.

Le principali innovazioni introdotte dal D. Lgs. n. 334/99 sono le seguenti:

- le prevenzione degli incidenti rilevanti è connessa alla presenza di determinate sostanze pericolose e non più allo svolgimento di determinate attività industriali;
- tra le categorie di pericolosità vengono annoverate le sostanze pericolose per l'ambiente;
- al gestore viene richiesta la redazione di un documento attestante la propria politica di prevenzione incidenti rilevanti, corredato dal programma per l'attuazione del SGS (Sistema di Gestione della Sicurezza);

- la vicinanza di più stabilimenti può accrescere, secondo il cosiddetto ‘effetto domino’, le conseguenze di un incidente rilevante;
- si estende il concetto di stabilimento a rischio di incidente rilevante alla pianificazione territoriale, con particolare attenzione alle distanze tra impianti e zone residenziali e/o elementi ambientali vulnerabili;
- il gestore fornisce alla popolazione informazioni organizzate in una forma ridotta, esercitando il proprio diritto al segreto industriale, ma che consentano tuttavia la conoscenza delle problematiche connesse ai rischi cui è soggetta la popolazione stessa.

I gestori degli stabilimenti sono soggetti ad adempimenti stabiliti dalla normativa. Essa prevede che le aziende a rischio di incidente rilevante adottino appropriate misure di sicurezza, predispongano un piano di emergenza interno e collaborino con le autorità per il piano di emergenza esterno. In funzione del rischio ad esse associato, le aziende a rischio si classificano secondo tre articoli di legge e sono soggette a prescrizioni diverse:

- *art.5, comma 3* (abolito dal nuovo D. Lgs. n. 238, specificato più avanti): devono presentare alla Regione ed al Prefetto una **Relazione** contenente informazioni relative al processo produttivo, alle sostanze pericolose utilizzate, alla valutazione dei rischi, all’adozione di misure di sicurezza appropriate, all’informazione e formazione dei lavoratori, nonché la scheda di informazione alla popolazione;
- *art.6*: devono invece presentare una **Notifica** al MATT (Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio) e ad altri Enti competenti, e redigere un documento (depositato presso lo stesso stabilimento) che definisca la politica di prevenzione degli incidenti rilevanti, nonché la scheda di informazione alla popolazione;
- *art.8*: devono adempiere alle prescrizioni fissate per l’art.6 e in più predisporre un **Rapporto di Sicurezza** completo, nonché redigere la scheda di informazione alla popolazione.

Grazie agli insegnamenti tratti sia da alcuni incidenti rilevanti accaduti in Europa negli ultimi anni (per es. Tolosa, Enschede, Baia Mare) che dall’esperienza applicativa delle precedenti due direttive, nel Dicembre 2003 sono stati apportati ulteriori aggiustamenti alla “Seveso” mediante la Direttiva Comunitaria 2003/105/CE. Tale direttiva è stata recepita in Italia con il Decreto Legislativo 21 settembre 2005, n.238, in vigore dal 06/12/2005.

Dalla premessa di cui sopra è evidente l’importanza sostanziale dell’esperienza storica di incidenti, che ha costituito una macchina motrice fondamentale per una forte sensibilizzazione dell’opinione pubblica e degli organi politici, consentendo notevoli passi avanti in merito alla sicurezza da incidenti rilevanti delle aziende ad alto rischio.

Ne consegue che un sistema di registrazione degli eventi incidentali costituisce uno strumento essenziale ed utile nella gestione della sicurezza e nelle attività di controllo; occorre, però, che i contenuti e la forma siano tali da evidenziare chiaramente gli elementi degli eventi occorsi che potrebbero costituire punti in comune con possibili eventi futuri. A tale scopo, è utile la riconduzione degli elementi caratterizzanti un evento incidentale a predeterminate categorie che facilitino la ricerca dei potenziali punti comuni.

L’informazione deve essere opportunamente calibrata in modo da risultare, da una parte, non così dettagliata da farne ritenere l’applicabilità un fatto meramente specifico, dall’altra, non così limitata da renderla eccessivamente vaga e scarsamente utile.

Nella redazione delle informazioni e nel loro utilizzo occorre tenere presente l’opportunità che l’utente possa procedere ad una lettura secondo due diverse chiavi: quella puntuale ed analitica

e quella statistica ed evolutiva. Nel primo caso, la lettura avviene mediante analisi puntuale di ogni singolo evento per verificarne l'applicabilità alla realtà in esame e per evidenziare i punti in comune, fino a trarne indicazioni ed elementi utili in fase di progettazione o modifica di sistemi tecnici, redazione di procedure, ecc. Nel secondo caso, la lettura avviene mediante elaborazione statistica di determinati elementi o mediante valutazione di andamenti derivanti dall'insieme di informazioni relative a più incidenti e non desumibili dal singolo incidente.

Un sistema per la raccolta e conservazione delle informazioni sugli eventi incidentali è stato realizzato dall'APAT in termini di archivio informatizzato contenente le principali informazioni disponibili su incidenti occorsi in territorio nazionale (ed alcuni in ambito internazionale), denominato BIRD (Banca Dati Incidenti Rilevanti).

Lo scopo del presente lavoro è quello di focalizzare l'attenzione sugli incidenti, inseriti nella Banca Dati BIRD, accaduti in Italia nell'arco temporale che va dall'anno 2000 al 2005, e di valutarne la distribuzione per diversi parametri d'interesse, come la tipologia di incidente e scenari di sviluppo, le sostanze coinvolte/rilasciate, le cause generali e specifiche, ecc.

All'interno dell'insieme di incidenti suddetti, in particolare, si intende approfondire l'analisi di quegli eventi incidentali che hanno coinvolto sostanze e preparati pericolosi, così come riportato nelle simbologie e indicazioni di pericolo, in termini di tossicità (T), elevata tossicità (T +) e nocività (Xn)¹, così come definita dalla simbologia relativa all'imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose.

Per tale sottoinsieme di incidenti registrati nel database è stata effettuata un'analisi simile e contemporaneamente è stato valutato un confronto delle distribuzioni secondo i diversi parametri con quelle ottenute per la macroclasse di incidenti di cui sopra. Inoltre vengono fornite, in sintesi, informazioni relative ad ulteriori aspetti di questa specifica classe incidentale, come ad esempio gli effetti di tossicità, il comportamento dei rilasci, i danni arrecati a persone e/o cose.

¹ Direttiva 67/548/CEE (recepita in Italia con la legge 256 del 1974 - abrogata) e successive modifiche e adeguamenti.

1. BIRD (BANCA DATI INCIDENTI RILEVANTI).

Gli incidenti chimici inseriti nella banca dati BIRD rientrano in due tipologie di eventi:

- incidente "rilevante", originato da attività industriali o da altre attività che abbia provocato danni alle persone all'interno o all'esterno del sistema e/o danni all'ambiente circostante e in cui c'è stato il coinvolgimento di una o più sostanze pericolose;
- evento in grado di generare un incidente rilevante, ma che comunque abbia coinvolto sostanze pericolose.

Le informazioni sugli incidenti archiviati nella banca dati sono ricavate da vari tipi di fonti, differenti per quantità e qualità dei dati contenuti, raggruppate in due grandi categorie:

- **privati** (rapporti di analisi di incidenti redatti in seguito a sopralluoghi effettuati da organi tecnici competenti quali ARPA, ASL, CNVVF, dati di provenienza aziendale, documentazione scientifica, articoli di letteratura tecnico - scientifica), di qualità e attendibilità superiore;
- **stampa / rete** (articoli tratti da quotidiani o periodici non specializzati, siti internet di informazione), di qualità ed attendibilità minore per ciò che concerne gli aspetti tecnici.

Per quanto riguarda i contenuti e la struttura, all'atto dell'inserimento e/o catalogazione di un nuovo incidente, la banca dati BIRD attualmente si compone di varie maschere per ogni record, ciascuna visualizzata da una schermata contenente campi attinenti ad una specifica tematica relativa all'incidente da inserire. Tale tematica compare nel titolo di ogni maschera.

La struttura del BIRD è tutt'ora in corso di modifiche per l'ottimizzazione ed il completamento delle funzioni svolte.

2. METODOLOGIA DI ANALISI.

In questa sezione viene specificata la metodologia attraverso la quale è stato condotto il lavoro di stage; per comodità si è suddiviso l'iter in 4 fasi, di seguito specificate.

Fase 1: Riesame delle Sostanze Contenute nel BIRD.

La prima fase del lavoro, durante il periodo di stage, ha riguardato il riesame della pericolosità delle sostanze presenti nella struttura del BIRD.

Questa operazione si è resa necessaria per due motivi principali. In primis, alla luce dell'obiettivo del presente lavoro di analizzare gli eventi incidentali relativi ad una classe particolare di sostanze pericolose (nello specifico sostanze 'tossiche', 'molto tossiche' e 'nocive'), si è resa necessaria una corretta e facile associazione tra le sostanze o classi di sostanze e il pericolo da esse rappresentato. In secondo luogo per un motivo di ordine prettamente pratico, ovvero la necessità di arricchimento di alcune sostanze o classi di esse nella struttura stessa del database (probabilmente perché nel corso dei precedenti inserimenti di incidenti queste sostanze non sono mai comparse nell'evolversi dell'evento stesso), o la necessità di una precisa attribuzione delle indicazioni di pericolo ad alcune classi a causa di nuovi aggiornamenti alla normativa in tale materia.

Per meglio precisare quanto sopra menzionato, è opportuno fare una premessa.

La **Direttiva 67/548/CEE** (recepita inizialmente in Italia con la Legge 256 del 1974), nata con l'obiettivo di ravvicinare le disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla "Classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose", è diventata il sistema unico, normato a livello europeo, di individuazione dei pericoli associati all'uso di sostanze chimiche; ha avuto sino ad oggi 14 modifiche e 28 adeguamenti.

La normativa si applica alle sostanze definite come "*elementi chimici ed i loro composti, allo stato naturale o ottenuti mediante qualsiasi procedimento di produzione, compresi gli additivi necessari per mantenere la stabilità dei prodotti e le impurezze derivanti dal procedimento impiegato, ma esclusi i solventi che possono essere eliminati senza incidere sulla stabilità delle sostanze e senza modificare la loro composizione*", ed ai preparati pericolosi definiti come "*le miscele o le soluzioni composte da due o più sostanze*". Le classi di pericolosità sono le stesse sia per le sostanze che per i preparati.

La Direttiva Seveso II, come già detto, mira alla prevenzione dei rischi di incidente rilevante coinvolgenti sostanze pericolose e alla limitazione delle conseguenze di tali incidenti sulle persone e sull'ambiente; in particolare, le sostanze e/o categorie di sostanze pericolose a cui la Direttiva si riferisce sono elencate in allegato I della stessa, che contiene nella 1a parte una lista di sostanze specifiche con relative quantità limite che definiscono l'assoggettabilità degli stabilimenti agli articoli 6, 7 e 9 della Direttiva, e nella 2a parte una lista di 10 categorie di sostanze pericolose.

Di seguito si riportano le caratteristiche di pericolosità delle sostanze in esame, secondo la simbologia di imballaggio ed etichettatura.

ESPLOSIVI - simbolo E ed indicazione <esplosivo>



solidi, liquidi, pastosi o gelatinosi che, anche senza l'azione dell'ossigeno atmosferico, possono provocare una reazione esotermica con rapida formazione di gas e che, in determinate condizioni di prova, detonano, deflagrano rapidamente o esplodono in seguito a riscaldamento in condizioni di parziale contenimento.

COMBURENTI - simbolo O ed indicazione <comburente>	
	che a contatto con altre sostanze, soprattutto se infiammabili, provocano una forte reazione esotermica.
INFIAMMABILI	
R10	liquidi con un basso punto di infiammabilità.
FACILMENTE INFIAMMABILI - simbolo F	
	- che a contatto con l'aria, a temperatura ambiente e senza apporto di energia possono subire innalzamenti termici e da ultimo infiammarsi; - solidi che possono facilmente infiammarsi dopo un breve contatto con una sorgente di accensione e che continuano a bruciare o a consumarsi anche dopo il distacco della sorgente di accensione; - liquidi il cui punto di infiammabilità è molto basso; - che a contatto con l'acqua o con l'aria umida sprigionano gas facilmente infiammabili in quantità pericolose.
ESTREMAMENTE INFIAMMABILI - simbolo F+	
	- liquidi con punto di infiammabilità estremamente basso e punto di ebollizione basso; - sostanze e i preparati gassosi che a temperatura e pressione ambiente sono infiammabili a contatto con l'aria.
TOSSICI - simbolo T	
	che in caso di inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo, in piccole quantità possono essere letali oppure provocare lesioni acute o croniche.
MOLTO TOSSICI - simbolo T+	
	che in caso di inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo, in piccolissime quantità possono essere letali oppure provocare lesioni acute o croniche.
PERICOLOSI PER L'AMBIENTE - simbolo N	
	che qualora si diffondano nell'ambiente, presentano o possono presentare rischi immediati o differiti per una o più delle componenti ambientali.

Alle suddette categorie si aggiungono, nell'elenco delle classi di pericolosità indicate nel BIRD, come da DMS, altre denominazioni non incluse nella Direttiva Seveso II, ovvero:

CORROSIVI - simbolo C	
	che a contatto con i tessuti vivi possono esercitare su di essi un'azione distruttiva.
NOCIVI - simbolo Xn	
	che in caso di inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo possono essere letali oppure provocare lesioni acute o croniche.
IRRITANTI - simbolo Xi	
	non corrosivi il cui contatto diretto, prolungato o ripetuto con la pelle e le mucose, può provocare una reazione infiammatoria.
CANCEROGENI – simbolo CA	
	che per inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo possono provocare il cancro o aumentarne la frequenza.
RADIOATTIVI – simbolo RA	
ASFISSIANTI – simbolo AS	

Gli strumenti con cui le informazioni sulla pericolosità delle categorie di sostanze vengono divulgate sono l'etichetta e le schede di sicurezza, strumenti essenziali per conoscere le sostanze utilizzate, come tali o all'interno di preparati, ed il conseguente pericolo dovuto alla loro manipolazione e alla loro presenza nell'ambiente.

Nella prima fase dello stage, quindi, sono state riesaminate le sostanze presenti nel database, verificandone le caratteristiche di pericolo ed analizzando, attraverso le singole Schede Internazionali di Sicurezza Chimica², i rischi acuti e/o sintomi conseguenti ad incendi, esplosioni e rilasci; sono state considerate, inoltre, le simbologie utilizzate per l'imballaggio & etichettatura secondo le recenti disposizioni di legge in materia³. È stato quindi stilato un nuovo elenco di sostanze e preparati con le relative indicazioni di rischio aggiornate.

Fase 2: Inserimento Dati.

Nella seconda fase del lavoro si è proceduto ad un massiccio inserimento, nel BIRD, degli eventi incidentali verificatisi in Italia nell'intervallo temporale relativo agli anni 2000 – 2005.

La scelta di concentrare l'attenzione su uno specifico intervallo temporale (2000 – 2005) è stata dettata da varie esigenze, prima fra tutte la “vicinanza” (temporale e quindi tecnologica) della casistica incidentale alla data attuale. In particolare, la scelta dell'anno 2000 come una sorta di spartiacque, rispetto agli eventi precedenti comunque presenti all'interno del BIRD, si giustifica con il fatto che, a quella data, gli impianti ed installazioni interessate dagli incidenti oggetto dell'analisi fossero già soggette (con i vari distinguo che la Direttiva Seveso II esplicita) al D. Lgs. n. 334, emanato proprio l'anno precedente (1999).

Le informazioni sui vari incidenti, necessarie per poter riempire i vari steps del BIRD, sono state desunte dal materiale cartaceo presente in archivio e dalla precedente versione informatizzata del database realizzata su supporto MICROSOFT ACCESS '97. Il materiale cartaceo, suddiviso, come già accennato, nelle categorie Privati e Stampa, è stato inoltre utilizzato per arricchire ulteriormente le informazioni e dati degli incidenti già presenti nella precedente versione del BIRD, operazione rivelatasi, tra l'altro, utile per una più efficace caratterizzazione dell'evento; la nuova struttura del database, infatti, presenta voci aggiuntive e una schematizzazione più logica del contenuto rispetto al suo predecessore.

Fase 3: Ricerca.

Dei totali 500 casi (circa) tra nuovi inserimenti e precedenti aggiornati, è stata poi effettuata:

- una differenziazione temporale dell'intera casistica;
- una classificazione sulla base degli scenari incidentali occorsi;
- una ricognizione degli eventi suddivisi per tipologia di attività svolta negli stabilimenti interessati;
- un esame delle sostanze o gruppi di sostanze coinvolti/rilasciati;
- un'analisi delle cause, generali e specifiche che hanno determinato l'evento.

² NIOSH (the National Institute for Occupational Safety and Health).

³ DMS del 14 Giugno 2002, Recepimento della Direttiva 2001/59/CE recante XXVIII adeguamento al progresso tecnico della Direttiva 67/548/CEE del Consiglio concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose.

Per la realizzazione di una ricerca mirata e specifica, ci si è avvalsi dell'operazione di 'ricerca evento' inserita nella mascherina iniziale del BIRD, che compare subito dopo la richiesta di identificazione utente. Si tratta di un'operazione di filtraggio, consistente in una ricerca per 'chiavi' degli incidenti rispondenti alla tipologia desiderata e contraddistinta dalla 'chiave' di interesse.

Fase 4: Eventi Coinvolgenti Sostanze Tossiche / Nocive.

Relativamente all'analisi delle sostanze coinvolte/rilasciate, è stato condotto un approfondimento riguardante gli eventi incidentali interessati dalla presenza di sostanze classificate come 'tossiche', 'molto tossiche' e 'nocive'. Per affinare ulteriormente l'analisi degli incidenti coinvolgenti sostanze pericolose per la salute umana, si è pensato di effettuare un'altra suddivisione del sottoinsieme in esame, distinguendo quelli coinvolgenti sostanze tossiche da quelli coinvolgenti sostanze nocive.

L'obiettivo di questo segmento di studio è stato quello di utilizzare le informazioni contenute nel BIRD, con le opportune rielaborazioni, al fine di estrarre elementi utili in termini di sostanze, scenari, attività interessate, specificatamente associati ad incidenti coinvolgenti questa tipologia di sostanze, ed effettuare un confronto dei risultati con quelli ottenuti per l'intero panorama incidentale di cui sopra.

L'analisi degli eventi incidentali svolta fornisce dunque utili informazioni sul quadro incidentale selezionato con importanti considerazioni su scenari e relativa evoluzione, su tipologie di attività maggiormente a rischio, su classi di sostanze maggiormente coinvolte o comunque interessate dall'evento, ecc.

Essa consente di evidenziare, infine, come incidenti 'rilevanti' possano accadere anche in attività non strettamente soggette alla Direttiva Seveso (come il trasporto di sostanze pericolose), e come incidenti con effetti più devastanti siano meno frequenti, risultando in generale dalla combinazione di un certo numero di circostanze ed eventi sfavorevoli; è comunque necessario non distogliere l'attenzione da quelli più frequenti ma di minore entità.

3. DANNI ED EFFETTI DELLE SOSTANZE TOSSICHE / NOCIVE COINVOLTE NEGLI EVENTI INCIDENTALI.

Data la varietà estesa di incidenti chimici possibili, risulta difficile applicare a tutti un'unica metodologia di valutazione dei danni provocati. D'altra parte è possibile ricavare degli approcci pratici comuni per studiare gli effetti e i danni a persone o cose.

In linea di massima si può affermare che la valutazione delle conseguenze di un evento incidentale, e quindi del danno arrecato, consista nell'evidenziare l'estensione dell'area interessata e, naturalmente, nella stima del danno relativo.

Il presente studio focalizza l'attenzione sui fenomeni incidentali, perlopiù occorsi in stabilimenti chimici, coinvolgenti sostanze tossiche o nocive. È da tener presente che l'oggetto principale di questa fase di analisi si riferisce alle sostanze tossiche e molto tossiche, la cui pericolosità è notevolmente maggiore di quella delle sostanze semplicemente nocive per l'uomo, sia in termini di quantità minime in gioco che di conseguenze arretrate. Tuttavia si è pensato, in un secondo momento, di estendere l'analisi anche ad eventi coinvolgenti sostanze nocive Xn, mantenendoli comunque distinti nelle valutazioni di dettaglio, per ottenere una visione completa sulla panoramica incidentale con effetti sulle persone.

L'impatto delle sostanze tossiche sull'uomo dipende da fattori come la tossicità e la quantità e caratteristiche fisico - chimiche delle sostanze rilasciate, la sensibilità delle classi di popolazione colpite nei riguardi delle sostanze inquinanti, l'efficacia degli interventi di emergenza disposti e le condizioni meteorologiche prevalenti. In base a tutte queste circostanze, l'incidente può variare da trascurabile a rilevante. Ogni tipo di scenario, inoltre, può coinvolgere più sostanze, le quali possono essere disperse attraverso differenti vettori, quali atmosfera, acqua, suolo, ecc. Tale dispersione può comportare in impatto diretto od indiretto, a breve o lungo termine sulle persone, e spesso risulta molto difficile valutare l'entità dei danni arrecati dall'evento alla luce di tali ulteriori variabili che complicano la possibilità di ottenere una stima oggettiva e concreta dell'effetto. Da ultimo c'è da non trascurare la difficoltà, specie per i danni da tossici a lungo termine, di associare l'effettiva entità delle conseguenze, potenzialmente riconducibile a varietà di fattori legati alla persona e al contesto in cui vive, allo specifico incidente chimico in esame.

A fronte delle considerazioni appena esposte, una possibile stima dei danni arrecati dal sottoinsieme di incidenti selezionati si può limitare ad una mera quantificazione delle persone colpite nell'immediato (subito a valle dell'evento).

Detto ciò, appare utile a questo punto citare dei brevi cenni di tossicologia sulle sostanze chimiche caratterizzate dal pericolo di tossicità. Queste diventano dei veleni solamente quando riescono a superare le naturali barriere difensive di un organismo raggiungendo un organo od un tessuto ad una concentrazione tale da determinare degli effetti negativi.

L'**esposizione** è una misurazione quantitativa, ovvero in che quantità un determinato pericolo è presente e la persona, che quindi diventa esposta, potrebbe potenzialmente subire un danno; spesso viene espressa in termini di concentrazione, durata, frequenza o intensità.

L'ammontare totale di una sostanza o di un agente fisico (ad es. radiazioni) che viene assunto da un organismo viene definito **dose**. Nel caso in cui la dose determini l'effetto nocivo nel punto di assorbimento si parla di effetti locali; al contrario gli effetti sono sistemici se si manifestano su uno o più tessuti od organi specifici (detti **bersaglio**). Alcune sostanze tossiche, come i pesticidi organofosfati ed il piombo tetraetile possono causare sia effetti sistemici che locali.

La capacità di provocare effetti dannosi sugli organismi viventi, caratteristica di un agente tossico quando supera un certo livello di concentrazione, viene definita **tossicità**.

In tossicologia industriale la distinzione fra il concetto di tossicità e quello di rischio è molto utile. In termini generali, il pericolo di tossicità è determinato dalle proprietà intrinseche della sostanza, mentre il rischio è legato alle sue condizioni di utilizzo.

Particolare rilievo assumono le concentrazioni limiti delle sostanze tossiche nell'aria, superate le quali possono insorgere malattie o danni all'organismo umano. Ma questi limiti non sono definibili in senso assoluto, in quanto diversi da individuo a individuo. In pratica vengono fissati valori limiti di soglia fino ai quali si ritiene che la quasi totalità delle persone possa rimanere esposta giorno dopo giorno senza effetti dannosi.

In genere si distingue tra sostanze molto tossiche, tossiche e nocive sulla base dei parametri⁴:

- **LC50** (concentrazione letale mediana) e cioè la concentrazione di sostanza in aria che si rivela letale per inalazione nel 50% dei soggetti umani esposti per 30 minuti;
- **LD50** (dose letale media), la dose che determina la morte del 50% degli animali testati.

Al fine di stabilire se le concentrazioni rilevate rispettino le condizioni di salubrità di un ambiente o se, al limite, sussistano le condizioni di sopravvivenza per le persone, occorre effettuare una verifica con degli indici di riferimento che rappresentano i livelli di esposizione accettabili da parte dei soggetti esposti.

Un importante parametro è l'**IDLH** (Immediately Dangerous to Life and Health), Immediatamente Pericoloso alla Vita e/o alla Salute: concentrazione di sostanza tossica fino alla quale l'individuo sano, in seguito ad esposizione di 30 minuti, non subisce per inalazione danni irreversibili alla salute e sintomi tali da impedire l'esecuzione delle appropriate azioni protettive. In realtà tale parametro è stato sviluppato dal NIOSH / OSHA per la selezione dei dispositivi respiratori e corrisponde alla massima concentrazione in aria di una sostanza (ppm e/o mg/m³) in presenza della quale un lavoratore sano ha un tempo massimo di 30' per fuggire. Nella nostra legislazione vengono adottati i parametri LC50 e IDLH anche per la stima degli effetti, ovvero della estensione delle aree di danno relative alla dispersione di gas o vapori tossici.

La maggior parte di eventi incidentali in impianti fissi coinvolgenti sostanze tossiche e/o nocive può essere accomunata alle seguenti tipologie:

- *Rilascio tossico* (anche conseguente a incendio e/o esplosione). Ogni evento incidentale grave è spesso caratterizzato da un rilascio di sostanza pericolosa in fase gassosa, liquida o mista. Ai fini dell'analisi delle conseguenze è importante reperire informazioni su: tipo di sostanza, stato fisico, condizioni di stoccaggio o trasporto, dimensioni della eventuale rottura avvenuta o comunque l'area della sezione di rilascio, presenza di sistemi di blocco che siano stati in grado o meno di intercettare la perdita. A partire da questi dati, e tenendo conto anche della durata del fenomeno e di una eventuale stima delle quantità rilasciate, è possibile quantificare il danno arrecato.
- *Dispersione tossica in atmosfera*. La sostanza rilasciata tenderà a disperdersi in atmosfera, se gassosa, oppure a formare pozze sul terreno se liquida; si avranno i due fenomeni concomitanti in caso di rilasci bifase o di liquidi altamente volatili. In ogni caso si deve valutare, sulla base delle sostanze rilasciate o della eventuale formazione

⁴ DM 20/10/1998, All. IV.

di pozze, la dinamica della nube in atmosfera e quindi le concentrazioni della stessa nei diversi punti considerando il suo eventuale spostamento nell'area circostante il punto di rilascio, anche a grandi distanze. Solitamente si vanno a monitorare soglie di concentrazioni ben definite: nel caso di sostanze infiammabili o esplodibili si individuano le zone in cui si è verificato l'incendio o l'esplosione, che corrispondono alle aree in cui la concentrazione rientra tra i limiti inferiore e superiore di infiammabilità; per quanto concerne i rilasci di sostanze tossiche si fa riferimento alle aree in cui la concentrazione supera i valori di IDLH e la soglia di mortalità LC50. L'area all'interno della quale si supera la soglia LC50 è di certo caratterizzata da una elevata letalità, mentre l'area con concentrazioni comprese tra IDLH e LC50 sono contraddistinte dal verificarsi di lesioni irreversibili anche se non letali. Le aree a concentrazioni inferiori a IDLH possono considerarsi prive di conseguenze irreversibili anche se in esse, spesso, risultano colpite le fasce di popolazione più a rischio (bambini, anziani, malati cronici).

L'entità del rischio e delle relative conseguenze di un incidente è legata alle quantità di sostanze in gioco e dipende dalle caratteristiche di pericolosità delle stesse. Quanto detto trova conferma, in particolare, nel caso di eventi incidentali interessanti sostanze tossiche o nocive, nei quali le quantità e le caratteristiche tossicologiche influiscono notevolmente sulle conseguenze arrecate. Ad esempio poche centinaia di grammi di diossina sono sufficienti a provocare cloracne su persone e ad uccidere un gran numero di piccoli animali, anche se dispersi su un'area estesa, come verificatosi a Seveso nel 1976. Viceversa la fuga di qualche chilogrammo ad es. di anidride solforosa o di cloro, o la combustione di quantitativi importanti di fitofarmaci possono anche risolversi senza danni significativi.

La potenzialità degli incidenti industriali, coinvolgenti sostanze tossiche / nocive, di causare seri danni a persone è dimostrata da una serie di eventi incidentali di larga risonanza come i già citati casi di Seveso (1976), Bhopal (1984) e altri occorsi in passato; elementi su tali incidenti sono riportati nel seguito.

Periodo	Luogo	Descrizione	Effetti / Danni
Luglio 1973	Potchefstroom, SUDAFRICA	Presso la TRIOMF, durante caricamento autocisterna, la rottura di un serbatoio di stoccaggio comporta la fuoriuscita di 38 t di ammoniaca.	La brezza porta la nube verso il centro abitato: 6 vittime fuori impianto, in un raggio di 200 m dal punto di rilascio; bilancio finale di 18 morti, di cui 12 interni allo stabilimento e 65 feriti.
Luglio 1976	Seveso, ITALIA	Dalle ciminiere del complesso chimico dell'ICMESA, una filiale della GIVAUDAN del gruppo svizzero HOFFMANN - LA ROCHE, si sprigiona una nube di tetraclorodibenzo-p-diossina (tcdd), con effetti disastrosi sull'ambiente e sull'uomo.	Pochi giorni dopo l'incidente le piante perdono le foglie, si registrano i primi decessi di animali e sulla pelle degli abitanti della zona compaiono le prime gravi lesioni cutanee. Alla fine si contano oltre 200 feriti e più di 730 persone evacuate.
Settembre 1976	Manfredonia, ITALIA	La torre di lavaggio dei gas di sintesi dell'impianto ammoniaca ANIC - S.C. Dauna esplose con il distacco completo della parte superiore e con la conseguente fuoriuscita di circa 10 t di soluzione di carbonato e bicarbonato di potassio contenente anidride arseniosa.	L'arsenico si spande sullo stabilimento e sulla città contaminando circa duemila lavoratori e non si sa quanti abitanti. Ad oggi una ventina di lavoratori sono morti di cancro e una altra decina ha contratto patologie tumorali. La bonifica del sito è ancora in corso.
Dicembre 1984	Bhopal, INDIA	Presso la UNION CARBIDE INDIA LTD., in seguito ad una immissione di acqua in un serbatoio di isocianato di metile (MIC) fuori specifica, si verifica una 'runaway reaction' con aumento di temperatura. La concomitanza di diversi fattori negativi, quali il fuori servizio dei refrigeratori, il malfunzionamento della torre di neutralizzazione e la torcia fuori uso è causa dell'emissione dei vapori di MIC in atmosfera.	La fuoriuscita di grandi quantità di MIC provoca numerose vittime tra la popolazione degli slums circostanti; si contano circa 2800 morti, quasi 50000 persone intossicate ed oltre 200000 evacuati: è il più grave incidente mai accaduto.
Gennaio 1985	Cubatão, BRASILE	Una condotta ormai logora della fabbrica di fertilizzanti chimici ULTRAFERTIL, si rompe e libera gas ammoniacali velenosi.	La tempestiva evacuazione degli abitanti evita una sciagura. Centinaia di persone riportano comunque ustioni agli occhi.
Dicembre 1985	New Delhi, INDIA	La fuoriuscita di oleum da un serbatoio della SHRIRAM CHEMICAL FERTILIZERS provoca l'emissione di vapori di anidride solforica; in precedenza erano state riscontrate gravi carenze nell'impianto.	La nube si espande sul centro cittadino; le autorità non riescono a far rimanere la popolazione nelle abitazioni: si riversano nelle strade oltre 100000 persone. Si registrano oltre 500 feriti per intossicazione.
Luglio 1986	Miamisburg, Ohio USA	L'esplosione di un vagone ferroviario libera una nube di fosforo bianco sul centro abitato; le operazioni di spegnimento sono così difficili da impegnare le autorità per più di 4 giorni.	La nube stagnante obbliga le autorità a provvedere alla evacuazione di circa 40000 persone su una area di 5 km ² : la più ampia evacuazione in USA a causa di un incidente ferroviario. Gli intossicati sono 400.
Agosto 1988	Saint basile le grand, CANADA	Incendio in un magazzino di stoccaggio di trasformatori e condensatori contenenti 90 m ³ di ASKAREL: si liberano diossine e furani nei fumi.	Evacuate circa 4000 persone, rientrate solo dopo 17 giorni; estesa bonifica e monitoraggio per un costo finale di 7 milioni di dollari.

Marzo 1989	Ionava, RUSSIA	Rottura catastrofica di un serbatoio di ammoniaca e fertilizzanti per sovrappressione dovuta al mancato avvio dei compressori di riserva durante la fase di riparazione dei compressori principali; brucia la maggior parte dell'ammoniaca comportando la dispersione dei vapori e dei fumi fino a 35 km.	Muoiuno una decina di persone e ne rimangono intossicate circa 60. Evacuate circa 30000 persone su una area di 23 km di diametro che presenta concentrazioni di ammoniaca di 10 mg/m ³ .
Febbraio 1993	Griesheim Darmstadt, GERMANIA	Un guasto agli impianti dello stabilimento della HOECHST, multinazionale della chimica, provoca la fuoriuscita di ortonitroanisolo. L'incidente e il comportamento della direzione dell'azienda, reticente a fornire spiegazioni alle autorità competenti, alimentano le polemiche sui danni provocati dalle industrie chimiche.	La sostanza, diffondendosi nella zona residenziale limitrofa, contamina una vasta area.
Aprile 1999	Bellmullet, IRLANDA	Si sprigionano fumi tossici in seguito ad un incendio occorso in uno stabilimento industriale.	Vengono evacuate circa 700 persone a causa del pericolo di intossicazione.
Giugno 1999	Wuppertal, GERMANIA	Nube tossica causata da una esplosione in un impianto agrochimico della BAYER, che non rende noto il motivo della deflagrazione.	Abitanti del circondario dello stabilimento chimico costretti a restare in casa per alcuni giorni. Intossicate più di 90 persone.
Gennaio 2000	Baia Mare – Sasar, ROMANIA	Cede una diga presso la fonderia Aurul della miniera d'oro di Baia Mare a Sasar, in Romania. Secondo le stime, 100000 mc di fanghi e di acque reflue con un tenore di cianuro pari a 126 mg/litro si sono riversati, attraverso i canali di drenaggio, nel fiume Lopus, un affluente del fiume Szamos, e da lì hanno raggiunto il fiume Tibisco e il tratto di Danubio a monte di Belgrado, per sfociare successivamente nel Mar Nero.	Un'ondata contaminata di 30-40 chilometri ha spazzato la flora e la fauna presenti nella parte centrale del fiume Tibisco, con danni stimati in centinaia di migliaia di euro. Scia di cianuro rilevabile nel delta del Danubio a quattro settimane dal disastro e a 2000 chilometri dal punto della fuoriuscita. Grazie al tempestivo scambio di informazioni e alle misure di precauzione adottate dalle autorità rumene, ungheresi e iugoslave, compresa la chiusura temporanea della diga sul lago Tibisco, i rischi e l'impatto dell'incidente sono stati attenuati e ridotti. Grazie agli insegnamenti tratti da questo e da altri incidenti rilevanti, nel 2003 sono stati apportati aggiustamenti alla "Seveso II" mediante la Direttiva Comunitaria 2003/105/CE.
Gennaio 2002	Regione della Murcia, SPAGNA	Una nube tossica si sprigiona da un incendio occorso in una fabbrica di fertilizzanti.	Le autorità ordinano a più di 170000 persone di rimanere in casa.

4. ANALISI DEGLI EVENTI INCIDENTALI.

A livello operativo, alla preliminare revisione generale ed integrazione di dati incidentali già inseriti nella precedente versione del database BIRD, è seguita una fase di aggiornamento della nuova versione dell'archivio informatico con l'inserimento di circa 500 nuovi incidenti che si sono andati ad aggiungere ai circa 1300 già presenti (relativi a casi nazionali ed internazionali). Per ogni incidente è stata poi effettuata un'analisi approfondita dei diversi parametri caratterizzanti un evento incidentale.

Nello specifico, per il periodo di interesse 2000 – 2005, sono stati individuati 480 eventi incidentali occorsi in Italia ed inseriti nel database su cui è stato eseguito un lavoro di filtraggio al fine di valutarne la distribuzione, come già detto in precedenza, secondo:

- a) intervalli temporali di interesse. Fig.1;
- b) tipologia di incidente (incendio, rilascio, esplosione, ecc.). Fig.2;
- c) tipologia di attività coinvolte (chimica, raffineria, stoccaggio, ecc.). Figg.3 - 4;
- d) tipologia di sostanze coinvolte (macroclassi e loro specificazione). Figg.5 – 7;
- e) tipologia di cause generali / specifiche. Figg.8 – 14.

Le elaborazioni grafiche sono riportate in Allegato I - Parte 1.

Si commentano di seguito le diverse distribuzioni ottenute, tenendo presente tuttavia che i dati su cui si basa lo studio sono desunti dalle fonti reperite ed archiviate da APAT fino ad oggi che, sebbene attendibili, non possono rappresentare in maniera esaustiva la panoramica incidentale nazionale.

4.1 Analisi distribuzioni del macro - insieme generale di incidenti occorsi nel periodo 2000-2005 (totale casi 480).

- a) Il grafico in Fig.1 riporta la **distribuzione temporale** dei 480 casi inseriti come eventi italiani nel periodo di interesse. Appare evidente come la maggior parte degli eventi accaduti sia concentrata nel primo triennio, il che fa supporre, almeno in prima approssimazione, che le condizioni di sicurezza delle diverse attività analizzate siano andate migliorando nel tempo, e questo è verosimilmente attribuibile ad una intensificazione e miglioramento del sistema dei controlli (ispezioni, sopralluoghi, ...) operati dalle Autorità Competenti in materia, specie per quanto attiene la verifica dei Sistemi di Gestione della Sicurezza implementati dalle aziende, che rappresenta uno degli aspetti fondamentali ed innovativi su cui si basa la politica di prevenzione degli incidenti rilevanti secondo la direttiva Seveso II.
- b) La rielaborazione dei dati per tipologia di **scenario incidentale** (Fig.2) è stata condotta previo accorpamento delle diverse voci BIRD associate agli scenari di sviluppo (es. fireball, flashfire, incendio, jetfire, poolfire, tankfire rientrano nella voce INCENDIO, ecc.); il numero totale di casi riportati, pari a 572, si discosta dal totale degli eventi effettivamente inseriti poiché un singolo incidente, nella sua evoluzione, può essere interessato da più di uno scenario.
Si rileva una netta prevalenza degli scenari 'incendio' e 'rilascio' a cui, quindi, si può ricondurre la maggior parte degli eventi registrati; è da tener presente che lo scenario incendio molto spesso viene accompagnato da rilascio di sostanze pericolose, il che spiega la "vicinanza" dei due valori. Le stesse esplosioni, sebbene meno frequenti, contribuiscono

notevolmente allo sviluppo di incendi e relativi rilasci, dando origine, nel loro evolversi, a fiamme e fumi.

- c) Nelle analisi delle **attività** coinvolte si è cercato di aggregare in macro - classi il più possibile omogenee le diverse voci (Fig.3), indicate in BIRD in modo piuttosto ampio e differenziato.

Le attività industriali (Fig.4), relative al settore chimico (15%) e, in maniera meno marcata, al petrolchimico (8%) appaiono quelle più a rischio; a livello comparabile si pone l'industria di raffinazione (7%). In realtà questi risultati si possono ancora di più generalizzare effettuando le seguenti considerazioni: le attività chimica, petrolchimica, polimeri, vernici-solventi, gomma-plastica, ognuna con un contributo differente, possono essere raggruppate nel macrosettore dell'industria chimica di processo che, così, assumerebbe un "peso" percentuale elevato (32%), ovvero più di un terzo della casistica incidentale analizzata; lo stesso dicasi, in misura minore, per il macrosettore petrolifero che, con i soli contributi della raffineria, GPL e gas raggiunge il 10%. Annoverando, infine, le voci 'industria' e 'tessile' nel macrosettore dell'industria generica si raggiunge un valore discreto (17%), che deve tuttavia tener conto del fatto che sono state accorpate attività essenzialmente differenti tra loro.

Un ruolo importante viene svolto, come si nota, dal settore dei trasporti (11%), con percentuale di accadimento simile a quella dell'industria (13%). Anche se esclusi dal contesto Seveso, gli incidenti di trasporto sono stati comunque considerati in questa prima fase dell'analisi, dato che possono fornire importanti elementi sul comportamento delle sostanze coinvolte/rilasciate, sulle procedure di emergenza attivate, sui danni a persone o cose, ecc. Il dato percentuale dei trasporti, del resto, si allinea con i risultati di Fig.2: buona parte di questi incidenti, essendo caratterizzati molto spesso dal trasporto di sostanze infiammabili e/o tossiche, danno origine a incendi (con eventuali rilasci conseguenti) o, comunque, a rilasci / dispersioni.

Altra considerazione va fatta per il settore civili, caratterizzato da una percentuale del 6%; questo tipo di attività riguarda soprattutto i cantieri temporanei o mobili, le distribuzioni di gas su rete urbana, i piccoli stoccaggi di gas domestici, ecc. applicando anche qui una generalizzazione dei risultati si può costruire una macroclasse comprendente le voci trasporti, civili e varie, non interessate dalla Direttiva Seveso II, che, pesando con una percentuale del 20% di accadimenti, superiore al valore assunto dal settore chimico, giocano comunque un ruolo di rilievo nella casistica incidentale.

- d) Per quanto riguarda le **sostanze coinvolte/rilasciate**, sono state condotte analisi di maggior dettaglio. Nella distribuzione per macroclassi (Fig.5) si rileva che le sostanze appartenenti alla classe dei non idrocarburi risultano dominanti per il 68%, calcolato su un numero totale di casi pari a 562, superiore a quello generale degli eventi effettivamente inseriti (480), in quanto uno stesso incidente può aver coinvolto più di una sostanza o categoria di sostanze.

Tra i non idrocarburi (Fig.6) i responsabili del maggior numero di casi incidentali registrati risultano essere i solventi/vernici, gli acidi e la gomma/plastiche. Questi dati, se confrontati con i corrispondenti di Fig.4, ottenuti dall'analisi delle attività, devono riferirsi non solo ai singoli casi di attività 'vernici/solventi' e 'gomma/plastica' (che compaiono per il 4%) ma all'intera macroclasse dell'industria chimica di processo, settore in cui le predette sostanze

sono utilizzate in larga quantità; in tale senso va letto anche il contributo, in ordine decrescente, delle classi cloro/cloruri, pvc/polimeri/resine, composti del Sodio/Fosforo/Zolfo, alcoli. Una casistica importante è rappresentata dalla classe dei metalli che, sebbene sia leggermente distanziata dalle posizioni di testa, da sola regge l'intero "peso" dell'industria dell'acciaio che, senza alcun contributo ulteriore, si attesta sul 6% di Fig.4. Tra le posizioni intermedie si ritrovano classi di sostanze riconducibili al macrosettore dell'industria generica, nell'ambito della quale, fermo restando che la voce 'varie' potenzialmente assorbe una parte delle sostanze impiegate nella voce 'industria generica', i 'tessuti' e la 'carta/legnami' assumono un ruolo significativo. Gli esplosivi, che costituiscono una classe a parte ben distinta, presentano anch'essi un valore significativo (23 casi).

Un discorso a parte meritano alcune sostanze che, sebbene presenti in un numero limitato di eventi, non sono state accorpate, ma sono state lasciate come voci singole: formaldeide, fosgene, metilen-bis-cloroanilina; queste rientrano nell'insieme di sostanze pericolose che, se anche singolarmente presenti in determinate quantità, rendono un determinato stabilimento soggetto al D. Lgs. n. 334/99, così come indicato in All I – Parte 1 del decreto stesso.

Relativamente alla classe degli idrocarburi (Fig.7), sebbene non siano preponderanti nella distribuzione per macroclassi di Fig.5 (32%), c'è da rilevare l'elevata casistica di incidenti che ha interessato gli idrocarburi liquidi, il cui dato supera quello dei solventi/vernici della classe dei non idrocarburi. Importante anche il peso del benzene e suoi composti e, di poco distanziati, GPL, oli minerali e metano. Questo risultato è in linea con le considerazioni fatte sul "peso" del macrosettore petrolifero sul totale della casistica (10%), che oltretutto comprende pochi settori di attività, come visto in Fig.4.

- e) Per l'individuazione delle **cause** più comuni degli eventi incidentali si deve premettere che, per alcuni casi, non è stato possibile individuare chiaramente una causa generale (e tanto meno specifica), dato il numero esiguo di informazioni disponibili, specie per eventi testimoniati da fonti di minor carattere tecnico-specialistico, come quotidiani/periodici, siti internet di informazione, ecc. Per gli altri eventi, per lo più estratti da fonti ufficiali, quali ARPA, ASL, CNVVF, ecc, è stato possibile individuare anche più di una causa generale per singolo evento, data una certa disponibilità di informazioni. L'esempio più ricorrente è il caso di un errore umano che scateni o quanto meno acceleri una situazione già critica di partenza, che può essere ad es. un difetto meccanico.

I risultati in Fig.8 mostrano una netta preponderanza delle cause generali di tipo meccanico ed umano. Si nota, inoltre, una distribuzione simile per le cause legate ad anomalie di processo e di reazione, spiegabile anche con il fatto che si riferiscono a classi di attività molto simili, o comunque legate ai processi industriali. In questa analisi non è da trascurare, però, il dato relativo alla causa 'urto' che "pesa" sulla statistica quanto meno perché si riferisce essenzialmente all'attività di trasporto, che, benché esclusa dal contesto Seveso, riveste un ruolo significativo nella distribuzione per attività (11%).

Passando alle cause specifiche, si sono elaborati tanti grafici quante sono le cause generali indicate in Fig.8, a meno della causa generale relativa all'interruzione dei servizi, per la quale l'unica specifica associata risulta essere l'energia elettrica (tipico il caso di black-out) e della causa 'processo', per la quale non sono state considerate cause specifiche.

Le principali sub-cause meccaniche (Fig.9) sono rintracciabili nel surriscaldamento (24%) e sovrappressione (20%), insieme a problemi legate alle valvole (16%), ad es. in presenza di serbatoi; leggermente staccate risultano problematiche relative a erosione (8%), guarnizione (6%) e saldatura (5%) per es. in corrispondenza di chiusure di tubazioni, condotte, ecc.

Il grafico relativo alle cause specifiche umane (Fig.10) evidenzia la netta preponderanza della carenza nelle 'procedure' (73%), che insieme a problemi di 'manutenzione' (13%) costituisce più dell'85% dei casi analizzati.

Riprendendo il discorso fatto a proposito degli incidenti di trasporto, le cause specifiche di urto (Fig.11) sono legate essenzialmente a incidenti stradali (68%), con una piccola percentuale di incagliamento (relativo al trasporto navale) e urto di macchina operatrice, una delle cause di urto riconducibile ad impianti industriali fissi.

Sostanziale uniformità si riscontra nelle cause specifiche esterne (Fig.12), essendo legate, del resto, per la maggior parte alle condizioni atmosferiche al momento dell'evento (allagamento, fulmine, pioggia, ecc.).

Distribuzione quasi uniforme presentano anche le cause specifiche di reazione (Fig.13), sebbene il dato di questa casistica sia poco significativo, essendoci solo 5 casi su 16 in cui siano state specificate le sub-cause.

Conclude l'elenco delle distribuzioni quella relativa alle problematiche legate agli strumenti in uso (Fig.14), principalmente malfunzionamenti di dispositivi di blocco (40%) e allarme (30%).

4.2 Analisi distribuzioni incidenti in installazioni industriali fisse (totale casi 386).

Nell'analisi delle distribuzioni svolte fin'ora, come già si è avuto modo di sottolineare, sono state incluse anche quelle attività (trasporti, civili, varie) non strettamente relative ad impianti industriali fissi (Fig.3 in All.I). Queste tre classi, non essendo soggette alla Direttiva Seveso II, rivestono minore importanza rispetto a quelle svolte in installazioni industriali fisse ai fini del presente studio; inoltre c'è da ricordare che nella fase di inserimento dati nel BIRD hanno priorità gli eventi occorsi in installazioni fisse, pertanto le informazioni relative alle attività escluse da tale contesto non possono ritenersi esaustive.

Pertanto, dopo aver analizzato l'andamento dei grafici relativi all'intero insieme delle attività individuate, si intende ora concentrare l'attenzione solo su quelle svolte in installazioni industriali fisse, escludendo le tre classi sopra ricordate.

A valle di questa operazione di filtraggio gli eventi incidentali si sono ridotti a 386 che, sul totale di 480 casi inseriti nel BIRD, rappresentano una percentuale comunque elevata (80%), a testimonianza del fatto appena precisato, che la maggior parte della casistica incidentale registrata nel BIRD riguarda le installazioni fisse, come si evince dalla Fig.15 riportata in All.I. Sono state valutate, per i 386 eventi così ottenuti, le stesse distribuzioni viste per il totale dei casi inseriti, le cui elaborazioni grafiche sono riportate in Allegato I - Parte 2:

- f) intervalli temporali di interesse. Fig.16;
- g) tipologia di incidente (incendio, rilascio, esplosione, ecc.). Fig.17;
- h) tipologia di attività coinvolte (chimica, raffineria, stoccaggio, ecc.). Figg.18 - 19;
- i) tipologia di sostanze coinvolte (macroclassi e loro specificazione). Figg.20 - 22;
- j) tipologia di cause generali / specifiche. Figg.23 - 29.

Si commentano di seguito le singole distribuzioni ottenute ricordando che, in relazione alle precedenti già sviluppate, le modalità di realizzazione (tipo di grafico, colori assegnati alle diverse voci, ecc.) sono analoghe, per maggior chiarezza e facilità di confronto, e che le considerazioni effettuate relativamente alle note (discordanza tra numero di casi presenti e totali, accorpamenti tra diverse voci, ecc.) sono da considerarsi tutt'ora valide. Dove non strettamente necessario, inoltre, si è ritenuto di omettere quelle considerazioni che, per distribuzioni ricalcanti andamenti simili già interpretati, potevano costituire un'inutile ripetizione.

- f) Il grafico di Fig.16, relativo alla **suddivisione temporale degli incidenti** inseriti occorsi in impianti fissi negli anni di interesse, appare ricalcare quello visto in Fig.1, sebbene gli eventi si distribuiscano in modo più omogeneo nei due trienni ('00-'02 e '03-'05); risulta, infatti, che i picchi degli accadimenti si sono abbassati, soprattutto se si confrontano quelli dell'anno 2000 (91 rispetto ai 139 di Fig.1). L'andamento generale, comunque, sembra confermare le considerazioni svolte in precedenza: le condizioni di sicurezza sono andate migliorando nel tempo.
- g) La rielaborazione dei dati per tipologia di **scenario incidentale** (Fig.17) fornisce un numero totale di casi, pari a 472, chiaramente differente dal totale degli eventi effettivamente inseriti, pari a 386, per i motivi già detti nelle precedenti distribuzioni. Si rileva ancora una netta prevalenza degli scenari di incendio e rilascio, sebbene quest'ultimo non presenti più un picco tanto vicino allo scenario principale; questo abbassamento si può spiegare tenendo presente che le attività escluse in tale analisi (soprattutto il trasporto di sostanze pericolose) influiscono maggiormente sullo scenario rilascio. Continua ad essere rilevante il dato delle esplosioni, il cui scenario spesso è legato a quello dell'incendio.
- h) Nelle analisi delle **attività** coinvolte, qui aggregate in classi omogenee (Fig.18), si sono escluse, come già detto, quelle civili, di trasporto e varie.

L'assenza delle suddette attività influisce sulla ridistribuzione dei dati percentuali tra le diverse classi, che, nel grafico di Fig.19, assumono valori in generale più elevati rispetto al caso precedente. I settori chimico (18%) e petrolchimico (10%) appaiono quelli più a rischio (a parte la buona fetta rappresentata dal 16% della classe 'industria' in senso generale), seguiti dall'industria di raffinazione (9%), in linea con l'andamento già registrato. Effettuando di nuovo i raggruppamenti per macroclassi di attività, quella dell'industria chimica di processo assume ancora il "peso" percentuale più elevato (40%); la macroclasse petrolifera raggiunge il 13% e l'industria generica, macrosettore che annovera le voci industria e tessile, il 21%, valore che poco si discosta dal picco del solo settore chimico, sempre considerando, però, l'accorpamento di attività fondamentalmente differenti tra loro.

- i) Tra le **sostanze** coinvolte/rilasciate negli eventi incidentali, si rileva che quelle appartenenti alla classe dei non idrocarburi risultano sempre dominanti (74%) nella distribuzione per macroclassi (Fig.20), in maniera ancora più marcata che in Fig.5 (68%); ciò fa supporre, quindi, che buona parte degli eventi occorsi in impianti non fissi, inseriti nel BIRD, abbiano interessato gli idrocarburi.

Tra i non idrocarburi (Fig.21) i responsabili del maggior numero di casi incidentali registrati risultano essere ancora una volta i solventi/vernici, gli acidi e la gomma/plastiche. Scorrendo l'elenco, in realtà, si nota una pressoché totale somiglianza tra questa distribuzione e quella di Fig.6, magari con qualche piccola differenza di unità o di posizionamento per alcune classi, come nel caso dei metalli (da 24 a 21 casi registrati), o del cloro e composti, diminuiti da 20 a 16 casi, ecc.

La differenza sopra evidenziata si fa sentire maggiormente nella distribuzione per tipologia di idrocarburi (Fig.22): quelli liquidi, sebbene ancora preponderanti, sono nettamente diminuiti, essendo passati dai 53 di Fig.7 a 35; passa da 36 a 24 eventi il benzene, mentre diminuiscono di una decina di unità il GPL ed il metano. Tale risultato sembra indicare quanto la presenza di idrocarburi si faccia sentire anche in eventi incidentali occorsi in attività non soggette alla Direttiva Seveso II, e soprattutto nel trasporto che quindi risulta spesso teatro di incidenti, probabilmente a causa di una combinazione di parametri-carenze sia nella fase preventiva (elementi territoriali-morfologici, infrastrutture stradali, densità di circolazione dei mezzi, ecc) che mitigativa (carezza o minore efficacia delle misure di protezione e mitigazione immediate disponibili per la gestione dell'emergenza) dell'evento.

Un discorso simile può essere fatto in riferimento al dato relativo al metano in relazione alla percentuale di eventi occorsi in attività civili (6% di Fig.4): è frequente il caso di scavi in cantieri di fabbricazione che hanno tranciato le condotte cittadine di distribuzione del metano, nonché di esplosioni/incendi di apparecchiature/tubazioni a gas nelle abitazioni civili.

- j) La distribuzione statistica delle **cause** più comuni degli eventi incidentali in impianti fissi (Fig.23) rispecchia l'andamento riportato in Fig.8 con una netta preponderanza delle cause generali di tipo meccanico ed umano; le cause legate ad anomalie di processo e di reazione, essendo riferibili alle sole classi di attività oggetto del nostro interesse, presentano lo stesso valore numerico della distribuzione precedente. È da sottolineare, invece, la netta discordanza tra il dato attuale della causa specifica urto (6) rispetto a quello precedente (28): esso "pesa" sulla statistica molto meno proprio perché è attribuibile prevalentemente all'attività di trasporto.

Per ciò che riguarda le elaborazioni grafiche delle cause specifiche, da cui, come già detto, si sono escluse quelle legate ai servizi e processo, si sono associati, per brevità, alcuni commenti alle stesse.

Le principali sub-cause meccaniche (Fig.24) e quelle relative ad errori umani (Fig.25) si distribuiscono in maniera quasi analoga al caso precedente (Figg.9, 10), sebbene ci siano piccole differenze di percentuale spiegabili con la variazione del numero di casi totali in esame.

Le elaborazioni riguardanti le cause specifiche di reazione (Fig.26) e degli strumenti in uso (Fig.28) sono rimaste invariate rispetto alla distribuzione iniziale poiché sono praticamente ascrivibili ai soli impianti fissi.

Una certa discordanza si evidenzia nelle cause specifiche esterne (Fig.27). Le sub - cause 'terreno' e 'allagamento', in particolare, differiscono dalla elaborazione di Fig.12 per vari punti percentuali (6% in meno); tenendo presente le attività escluse in questa fase dell'analisi, si può ipotizzare una certa correlazione tra la presenza di condizioni climatiche avverse e incidenti di trasporto, come nel caso, ad esempio, di un terreno

sdruciolevole a seguito di allagamento che può compromettere le condizioni di sicurezza durante la guida di mezzi pesanti. Ciò a conferma di quanto osservato sopra sugli incidenti di trasporto di sostanze chimiche, in particolare con riferimento alle carenze nella fase preventiva (elementi territoriali-morfologici).

Anche per gli incidenti che avvengono nei cantieri civili una causa specifica può essere ricercata nel terreno di riporto di uno scavo eccessivamente imbibito di acqua.

Viceversa gli incrementi (se pur minimi) delle voci ‘congelamento’, ‘fulmine’, ‘incendio’, ‘sabotaggio’ fanno pensare ad un maggior coinvolgimento delle installazioni fisse in tali fenomeni.

Le maggiori differenze tra le due distribuzioni si ottengono confrontando le cause specifiche legate agli urti. Nel grafico di Fig.29, rispetto al caso generale (Fig.11), sono assenti le sub – cause relative a problematiche di incagliamento, escavazione ed incidente stradale, con una totale redistribuzione dei dati percentuali delle cause specifiche rimanenti. L’andamento ricavato in Fig.29 è facilmente spiegabile con l’assenza dell’attività di trasporto, considerando quanto la casistica relativa ai soli incidenti stradali influisca sull’andamento generale indicato in Fig.11 (più dei due terzi delle cause specifiche di urto).

4.3 Analisi distribuzioni incidenti generali coinvolgenti sostanze a rischio T, T+ e Xn (totale casi 170).

Nel seguito si analizzano elementi che caratterizzano eventi incidentali che hanno coinvolto sostanze e preparati pericolosi, così come riportato nelle simbologie e indicazioni di pericolo, in termini di tossicità (T), elevata tossicità (T +) e nocività (Xn). Per far ciò è stata effettuata una operazione di filtraggio sul totale dei casi inseriti nel BIRD (480), che ha permesso di ottenere la casistica relativa ad eventi interessati dalla presenza di sostanze che riportino, tra le caratteristiche di pericolosità, almeno una delle indicazioni sopra menzionate.

Nel database risultano essere classificati, sempre in riferimento agli eventi occorsi in Italia nel periodo 2000 – 2005, 170 casi coinvolgenti sostanze con rischio T, T+ o Xn, pari al 35% dell’intera casistica (All.I, Parte 3, Fig.30).

All’interno di questa classe di incidenti, sono state eseguite alcune elaborazioni statistiche e relative rappresentazioni grafiche riportate in Allegato I - Parte 3:

- k) classi di pericolosità. Fig.31;
- l) tipologia di attività coinvolte (chimica, raffineria, stoccaggio, ecc.). Figg.32 – 33;
- m) tipologia di sostanze coinvolte (macroclassi e loro specificazione, stato fisico). Figg.34 – 37;
- n) tipologia di cause generali. Fig.38.

Qui di seguito si commentano le distribuzioni così ottenute, con eventuali commenti riferiti alle elaborazioni grafiche degli eventi occorsi in tutti i tipi di installazioni (All. I - Parte 1), rammentando ancora le indicazioni riportate in precedenza.

- k) Dei 170 incidenti censiti si è operata la distribuzione per **classi di pericolosità** (Fig.31). Si sono messi a confronto, nell’istogramma di Fig.31, il numero di eventi che hanno interessato, nel loro evolversi, quelle sostanze aventi almeno una delle classi di pericolosità su indicate. In particolare risulta che la maggior parte della casistica è da ricondursi alla presenza di sostanze Tossiche (indicazione di rischio T), visto che su 170

casi inseriti 124 hanno coinvolto tali sostanze. Le sostanze Nocive (indicazione di rischio Xn), figurano in 50 eventi mentre l'indicazione di rischio T+ è stata evidenziata in soli 6 casi.

Questo risultato è in linea con la reale tendenza, da parte delle aziende che manipolano tali sostanze, a prestare particolari attenzioni ed adottare misure di sicurezza superiori per lo stoccaggio e trattamento delle sostanze a rischio T+ (numericamente inferiori), piuttosto che per le T. L'incremento di pericolosità alza la soglia di attenzione per una specifica e ristretta classe di sostanze, distogliendola da un'altra molto più numerosa e frequentemente coinvolta in incidenti.

- l) L'aggregazione in classi di diverse tipologie di **attività** è riportata in Fig.32. Facendo riferimento alla Fig.3, si può subito evidenziare come il numero di attività, in generale e per singola classe, sia vistosamente diminuito, come del resto ci si sarebbe potuto aspettare essendo questi eventi pari a poco più di un terzo dei totali (Fig.30); tale riduzione è conseguenza della non pertinenza di alcuni gruppi di attività, quali ad es. il GPL, gas/gas-tecnici, fuochi d'artificio, che non detengono sostanze tossiche o nocive.

La distribuzione percentuale delle attività coinvolte (Fig.33) ricalca quella ottenuta in Fig.4, tenendo presente, come al solito, la differenza di alcuni punti percentuali, tra le stesse categorie appartenenti alle due analisi, dovuta alla ridistribuzione dei dati su una base numericamente inferiore (170 rispetto ai 480 eventi incidentali inseriti), e qualitativamente diversa.

Risulta sempre principalmente a rischio il settore chimico (20%) e, a parte l'industria in generale, il petrolchimico (11%), che appaiono entrambi con valori aumentati a dimostrazione del fatto che le sostanze tossiche si concentrano in tali tipi di attività. È ridotta la presenza dell'industria di raffinazione, della gomma e dell'acciaio (6%, dato facilmente prevedibile per la stessa ragione appena indicata).

In riferimento ai macrosettori visti si può notare come l'industria chimica di processo assuma un "peso" percentuale ancora più elevato (41%, quasi 10 punti percentuali di differenza con il caso generale); il dato del macrosettore petrolifero risente della mancanza del contributo del GPL, sostanza estremamente infiammabile, esplosiva ma non tossica, attestandosi sul 7%, mentre le attività rientranti nella macroclasse dell'industria generica sono interessate da una casistica incidentale del 13%. Le installazioni non fisse, ovvero i trasporti, civili e varie (non interessate dalla Direttiva Seveso II) giocano ancora un ruolo significativo nella casistica incidentale con il 19% degli accadimenti.

Guardando al dato delle attività di trasporto, 12%, valore di rilievo soprattutto se si considera che da solo raggiunge la stessa percentuale dell'intera 'industria' generica, appare confermato il rischio associato al trasporto di sostanze, ancor di più se tossiche o nocive.

La percentuale di accadimento nel settore civili, 3%, invece, appare sensibilmente ridotta nel caso di presenza di sostanze tossiche o nocive.

- m) La distribuzione per macroclassi delle **sostanze** coinvolte/rilasciate (Fig.34) è identica a quella ottenuta nel caso generale (Fig.5); da ricordare, al solito, la presenza di un numero di sostanze più elevato rispetto al numero di eventi registrati. È da evidenziare, come già sottolineato nell'introduzione, che la pericolosità associata alle sostanze esaminate (in particolare gli idrocarburi), è quella dettata dalla simbologia di imballaggio ed etichettatura riportata nelle schede internazionale di sicurezza chimica.

Al fine di approfondire ed affinare l'analisi degli eventi incidentali coinvolgenti sostanze pericolose per la salute umana, si è pensato di effettuare una ulteriore suddivisione del sottoinsieme di incidenti in esame, distinguendo quelli coinvolgenti sostanze tossiche da quelli coinvolgenti sostanze nocive (come già citato in precedenza, l'oggetto principale di questa fase di analisi si riferisce alle sostanze tossiche e molto tossiche, la cui pericolosità è notevolmente maggiore di quella delle sostanze semplicemente nocive per l'uomo, sia in termini di quantità minime in gioco che di conseguenze arrecate).

La differente pericolosità si riscontra infatti anche nella tipologia di sostanze coinvolte: le sostanze tossiche sono da annoverare, per la maggior parte, ancora nella classe dei non idrocarburi, presentando la distribuzione per macroclassi (Fig.34 bis) una percentuale pari all'83%, superiore al 68% del caso generale.

Nel caso della distribuzione delle sostanze nocive (Fig.34 tris), invece, la situazione è completamente ribaltata: gli idrocarburi costituiscono, questa volta, la maggioranza delle sostanze coinvolte/rilasciate in eventi incidentali con il 74% degli accadimenti.

Relativamente alla classe dei non idrocarburi (Fig.35), si notano alcune differenze rispetto alla distribuzione di Fig.6.

I responsabili del maggior numero di casi incidentali registrati continuano ad essere gli acidi e la gomma/plastiche, ma si nota subito come la classe dei solventi e vernici abbia un peso nettamente inferiore, essendo presente solamente 7 volte su 138, rispetto alle 52 precedenti.

Per le sostanze esplosive (gas ed esplosivi vari sono presenti in soli 2 casi), il dato rispecchia l'uso limitato di sostanze tossiche o nocive nel settore.

Valori di rilievo hanno ancora i composti del cloro ed in misura meno marcata quelli del Sodio, Fosforo e Zolfo, a testimonianza, questa volta, delle proprietà di tossicità di questi gruppi di sostanze; ciò è ancora più valido per l'ammoniaca (sostanza tossica oltre che infiammabile e pericolosa per l'ambiente), il cui valore rimane immutato: è presente in entrambe le distribuzioni con 6 casi.

Ancora presenti, date le proprietà di pericolosità, le sostanze riportate nel D. Lgs. Seveso II, Art.2 e All. I, ovvero metilen-bis-cloroanilina e fosgene (T e T+ rispettivamente), mentre scompare la formaldeide.

I non idrocarburi a rischio T e T+ (Fig.35 bis) si distribuiscono secondo un ordine che rispecchia quello riportato in precedenza, con leggere differenze attribuibili alle proprietà delle singole sostanze raggruppate in classi più generali; a tale proposito l'unico caso degno di nota è quello relativo ai solventi/vernici e metalli che si riducono di qualche unità rispetto alla distribuzione generale, mentre risultano diminuiti insieme ai cloruri nella distribuzione relativa alle sole sostanze nocive Xn (Fig.35 tris).

Relativamente alla classe degli idrocarburi (Fig.36), l'aspetto della distribuzione cambia radicalmente rispetto a quella del caso generale (Fig.7); se in questa ultima, infatti, l'elevata casistica di incidenti interessanti gli idrocarburi liquidi costituiva il dato principale, in quella di Fig.36 gli idrocarburi liquidi sono presenti in un numero più ristretto di casi (26 contro i precedenti 53), mentre in testa si trovano il benzene e composti, dato ragionevole viste le loro proprietà di tossicità. Come già accennato il GPL è assente dalla distribuzione, così come l'acetilene ed il metano, non essendo, questi ultimi, tossici o nocivi (le schede di sicurezza riportano l'indicazione F+). Oli minerali ed etilene chiudono l'elenco mantenendo le stesse posizioni, con "pesi" differenti rispetto al caso generale.

La distribuzione degli idrocarburi tossici (Fig.36 bis) presenta una differenza sostanziale rispetto alla precedente: gli idrocarburi liquidi sono presenti in soli 5 eventi incidentali, in netto calo rispetto ai 26 della distribuzione generale. Il resto della distribuzione segue l'andamento precedente a parte una netta riduzione della classe del benzene e composti da 29 a 11 casi, spiegabile con la drastica riduzione di casi incidentali (da 65 a 26) nel passaggio dai T, T+ e Xn ai soli tossici.

Quanto sopra evidenziato si traduce, ancora una volta, nel grafico relativo alla distribuzione degli eventi incidentali che hanno interessato idrocarburi a rischio Xn (Fig.36 tris): i 21 casi di idrocarburi liquidi sono ascrivibili principalmente al gasolio, mentre risultano assenti gli oli minerali.

Questa analisi presenta una novità rispetto a quelle condotte in precedenza poiché si è cercato di individuare lo stato fisico delle sostanze tossiche/nocive coinvolte negli incidenti (Fig.37), che nel 43% di casi è risultato essere il liquido. Seguono i gas, con il 28%, ed i solidi, riportati nel 16% degli eventi registrati.

Nella distribuzione si notano alcune percentuali non rilevanti, relative alle classi dei gas liquefatti refrigerati e semi - refrigerati, delle soluzioni e degli stati non specificati, risultate poco significative (1 unico caso su 203 totali, corrispondente allo 0,5%).

- n) Per l'individuazione delle **cause** generali più comuni degli eventi in esame (Fig.38) si può, ancora una volta, richiamare quanto già detto a proposito della distribuzione ricavata considerando tutte le tipologie di attività (Fig.8): la netta preponderanza delle cause generali di tipo meccanico ed umano si accompagna ad una casistica simile per le cause legate ad anomalie di processo e di reazione; non trascurabile, inoltre, la causa urto che "pesa" con 10 casi, occupando la terza posizione nell'istogramma.

4.4 Analisi distribuzioni incidenti in installazioni industriali fisse coinvolgenti sostanze a rischio T, T+ e Xn (totale casi 138).

Escludendo anche per questa analisi le attività relative ad installazioni non fisse, quali i trasporti, il settore civile e le varie (tutte non soggette alla Direttiva Seveso II), nel seguito si concentra l'attenzione sulla casistica incidentale che ha interessato, nel periodo 2000 – 2005, le sostanze a rischio T, T+ o Xn.

Gli eventi incidentali con queste caratteristiche rappresentano una discreta fetta del totale di casi, 36%, corrispondente a 138 eventi identificati rispetto ai 386 iniziali, a loro volta epurati delle suddette attività rispetto ai totali 480 (All.I – Parte 4 - Fig.39).

Sono state effettuate nuove distribuzioni relative ai 138 eventi, le cui elaborazioni grafiche sono riportate in Allegato I - Parte 4:

- o) classi di pericolosità. Fig.40;
- p) tipologia di attività coinvolte (chimica, raffineria, stoccaggio, ecc.). Figg.41 – 42;
- q) tipologia di sostanze coinvolte (macroclassi e loro specificazione, stato fisico). Figg.43 – 46;
- r) tipologia di cause generali. Fig.47.

Qui di seguito si commentano le distribuzioni ottenute.

- o) La distribuzione per **classi di pericolosità** (Fig.40), relative al totale di 138 eventi censiti, segue l'andamento evidenziato per la casistica generale (Fig.31). Di questa ultima si mantengono i rapporti tra le classi, riconoscibili attraverso le differenze di altezza tra le barre, che comunque rappresentano valori diversi. L'elemento più interessante che si desume dal grafico è il valore riferito al numero di eventi caratterizzati dalla presenza di sostanze molto tossiche, pari a 6 casi, rimasto invariato nel passaggio dalla casistica generale a quella delle sole installazioni fisse. Da tale risultato sembra emergere che le sostanze molto tossiche, sebbene poco presenti sugli scenari incidentali, sembrano prerogativa, almeno nella realtà industriale italiana, delle installazioni fisse, tra l'altro maggiormente attrezzate a fronteggiare particolari condizioni di emergenza. Va comunque ricordato il fatto che nella fase di inserimento dati nel BIRD hanno priorità gli eventi occorsi in installazioni fisse, pertanto le informazioni relative alle attività escluse non possono ritenersi esaustive.
- p) In Fig.41 è riportata l'aggregazione in classi delle diverse tipologie di **attività**, in cui sono indicate, a differenza di quella di Fig.32, le sole installazioni fisse.

La differenza tra le due elaborazioni, pari a 32 casi (somma degli eventi occorsi in attività civili, di trasporto e varie), si ridistribuisce nel grafico delle attività coinvolte (Fig.42) in maniera più o meno equa tra le classi che, quindi, assumono valori più elevati.

I settori chimico (23%) e petrolchimico (14%) appaiono sempre più a rischio, seguiti dall'industria della gomma-plastica e dell'acciaio (8%), e dalle raffinerie (7%). Valori rilevanti assumono, infine, settori di attività non strettamente connessi ai processi industriali, quali l'attività di smaltimento (10%) e di stoccaggio (7%).

I raggruppamenti per macrosettore sottolineano in maniera ancora più marcata il "peso" dell'industria chimica di processo, a cui va ricondotta la metà dell'intera casistica incidentale (50%); il rimanente 50% è suddiviso tra gli incidenti occorsi in ambito petrolifero (8%), su cui pesa ancora una volta l'assenza della casistica relativa al GPL, e quelli riguardanti l'industria generica (16%).

- q) Relativamente alle **sostanze** coinvolte, buona parte degli eventi occorsi in impianti fissi hanno interessato i non idrocarburi, come si desume dal grafico in Fig.43, risultando la classe dominante con una percentuale, tra l'altro, superiore a quella del caso generale (77% contro i 68% di Fig.34). Con l'85% dei casi registrati (superiore all'83% degli accadimenti tossici del caso generale), i non idrocarburi a rischio T e T+ risultano la classe di sostanze maggiormente coinvolta nella casistica incidentale relativa anche ad installazioni industriali fisse, come si può dedurre dal grafico di Fig.43 bis.
- La situazione cambia se si analizzano i casi incidentali in impianti fissi coinvolgenti le sole sostanze nocive (Fig.43 tris): la macroclasse degli idrocarburi supera i non idrocarburi di 16 punti percentuali, sebbene il distacco si sia ridotto notevolmente rispetto al caso di Fig.34 tris, relativo a tutte le tipologie di installazioni.
- Quindi si conclude, dal raffronto con la situazione generale di Fig.34, che, pur mantenendo risultati analoghi nella suddivisione degli eventi interessati da sostanze a rischio T e T+ da quelle a rischio Xn, la "presenza" dei non idrocarburi soprattutto nocivi si fa maggiormente sentire nelle installazioni fisse.

Se si escludono le differenze di poche unità tra le classi, la distribuzione della casistica incidentale per tipologia di non idrocarburi (Fig.44) rispecchia fedelmente l'andamento di Fig.35, da cui si discosta solo per l'assenza della classe degli esplosivi.

Stesso discorso per i non idrocarburi tossici (Fig.44 bis), la cui distribuzione si discosta dalla precedente e da quella comprendente tutte le installazioni per la diminuzione di casi nella classe dei metalli e dei solventi.

La Fig.44 tris, relativa alla casistica incidentale in impianti industriali fissi riguardante non idrocarburi a rischio Xn, è identica a quella relativa alla casistica generale (Fig.35 tris); si può affermare nuovamente quanto accennato sopra, e cioè che negli incidenti di trasporto, in quelli occorsi in cantieri civili, ecc., i non idrocarburi nocivi per la salute non risultano, almeno in queste distribuzioni, essere coinvolti, essendo sostanze presenti prevalentemente nelle installazioni industriali fisse.

Anche l'aspetto della distribuzione della classe degli idrocarburi (Fig.45) ricorda quella della casistica relativa a tutte le installazioni (Fig.36). Si nota che la classe degli oli minerali e dell'etilene assumono quasi lo stesso valore della distribuzione precedente, mentre i casi con benzene e idrocarburi liquidi sono numericamente inferiori e ciò, probabilmente, è riconducibile all'assenza dell'attività di trasporto.

Se la distribuzione degli idrocarburi a rischio T e T+ (Fig.45 bis) non riveste particolare interesse, presentando una distribuzione analoga a quella riportata in Fig.36 bis, il caso degli idrocarburi nocivi presenta valori nettamente ridotti rispetto a quelli in Fig.36 tris. Da quanto detto si può concludere, allora, che gli idrocarburi maggiormente coinvolti in incidenti occorsi in installazioni non fisse siano proprio quelli appartenenti alla classe di pericolosità Xn.

Analizzando, infine, lo **stato fisico** delle sostanze più frequentemente coinvolte negli incidenti (Fig.46), si possono fare alcune considerazioni interessanti in relazione al caso generale illustrato in Fig.37.

In primo luogo si osserva che lo stato liquido è ancora quello maggiormente diffuso tra le sostanze interessate, sebbene ci sia un sensibile calo percentuale (36% rispetto al 44%), il che fa supporre che le attività escluse siano caratterizzate da una buona presenza di sostanze liquide tossiche/nocive; a tale proposito basti pensare al trasporto su gomma di autocisterne, autobotti o serbatoi di sostanze tossiche prevalentemente effettuato in fase liquida.

Altro dato interessante, che conferma quanto appena detto, è la percentuale delle altre classi che, in modo più o meno marcato, ricalca quello ottenuto in precedenza; i gas e i solidi, del resto, sono meno frequenti in attività quali il trasporto, e per questo si ritrovano con percentuali che differiscono per pochi punti rispetto al caso generale.

- r) L'unica considerazione degna di nota relativamente alla distribuzione delle **cause** più comuni degli eventi incidentali registrati (Fig.47) è l'assenza della classe degli urti rispetto alla Fig.38, poiché il resto del grafico ha un andamento in linea con quello ricavato considerando il totale delle attività. Si può affermare, quindi, che la causa generale urto, relativamente agli incidenti coinvolgenti sostanze a rischio T, T+ o Xn, sia riconducibile ad eventi occorsi in installazioni non fisse, trasporti nel caso specifico.

CONCLUSIONI

L'obiettivo principale del lavoro è stato quello di approfondire, tramite analisi e rielaborazioni di dati su incidenti, alcuni aspetti relativi ad eventi occorsi in installazioni industriali coinvolgenti sostanze pericolose tossiche o nocive e operare un raffronto con elementi ottenuti similmente per incidenti chimici più generali.

Tutto questo è stato effettuato sulla base di dati di eventi registrati nella banca dati BIRD dell'APAT, al fine di poter inquadrare orientativamente la casistica incidentale occorsa in Italia relativamente agli anni 2000 – 2005 nell'ambito della più ampia problematica del controllo del rischio di incidenti rilevanti nella realtà industriale. È da tener presente che i dati di base sono desunti da fonti diverse reperite ed archiviate da APAT ad oggi che, sebbene attendibili, non possono rappresentare in maniera esaustiva la reale situazione incidentale nel nostro paese. Va inoltre ricordato che nella fase di inserimento dati nel BIRD hanno priorità gli eventi occorsi in installazioni fisse, pertanto le informazioni relative alle attività non ricomprese in tale contesto non possono ritenersi esaustive.

La scelta di concentrare l'attenzione su uno specifico intervallo temporale (2000 – 2005) è stata dettata da varie esigenze, prima fra tutte la "vicinanza" (temporale e quindi tecnologica) della casistica incidentale alla data attuale. In particolare, la scelta dell'anno 2000 come una sorta di spartiacque, rispetto agli eventi precedenti comunque presenti all'interno del BIRD, si giustifica con il fatto che, a quella data, gli impianti ed installazioni interessate dagli incidenti oggetto dell'analisi fossero già soggette (con i vari distinguo che la Direttiva Seveso II esplicita) al D. Lgs. n. 334, emanato proprio l'anno precedente (1999).

Dalle informazioni ottenute tramite l'inserimento e rielaborazione dei dati di eventi incidentali occorsi sul territorio nazionale negli anni 2000 – 2005 contenuti nel BIRD, si ricava che:

- **le condizioni di sicurezza** delle diverse attività analizzate **sono andate migliorando nel tempo**, verosimilmente anche per un'intensificazione ed un miglioramento del sistema dei controlli (ispezioni, sopralluoghi, ecc.) operati dalle Autorità Competenti in materia successivamente all'entrata in vigore della Direttiva Seveso II;
- **la maggior parte degli incidenti industriali si possono ricondurre a scenari di incendio e rilascio di sostanze pericolose.**

Lo scenario principalmente rilevato nelle attività non riconducibili ad installazioni industriali fisse è quello del rilascio, soprattutto se si tiene presente che tra tali attività c'è il trasporto di sostanze pericolose, ovvero l'attività il cui rischio principale sta proprio nei rilasci, sversamenti, perdite;

- **le attività industriali più a rischio rientrano nella macroclasse dell'industria chimica di processo**, che racchiude i settori chimico e petrolchimico. In particolare il settore maggiormente colpito da incidenti risulta essere quello chimico, e ciò appare **ancor più evidente se ci si riferisce a casi incidentali coinvolgenti sostanze tossiche o nocive**; in riferimento a questi ultimi c'è da notare la ovvia **scomparsa di attività quali GPL, gas/gas-tecnici, fuochi d'artificio**.
Rispetto al settore petrolchimico, **si pone a livello comparabile il macrosettore petrolifero** (raffinerie, GPL, gas);

Le attività non interessate dalla Direttiva Seveso II giocano comunque un ruolo di rilievo nella casistica incidentale: **la macroclasse trasporti-civili-varie pesa con una percentuale superiore al valore assunto dal singolo settore chimico;**

- **le sostanze maggiormente coinvolte negli eventi incidentali risultano essere i non idrocarburi; tra di essi, in particolare, i responsabili del maggior numero di casi sono i solventi/vernici, gli acidi e la gomma/plastiche.** Questo risultato, in realtà, è coerente con quanto detto sopra: l'industria chimica di processo, settore in cui le predette sostanze sono utilizzate in larga quantità, rappresenta la maggioranza della casistica incidentale.

Spostando l'analisi sugli **eventi caratterizzati dalla presenza delle sole sostanze a rischio tossico e nocivo (circa un terzo della casistica, soprattutto di classe T)**, sebbene non ci si discosti molto dall'andamento generale, si rileva il primato di **acidi e gomma/plastiche**, ed un **peso nettamente inferiore assunto dalla classe dei solventi e vernici.**

Importante risulta il contributo dei composti del cloro, a testimonianza delle proprietà di tossicità di questi gruppi di sostanze, così come quello relativo all'ammoniaca.

I non idrocarburi a rischio Xn risultano essere coinvolti con una frequenza così bassa negli incidenti di trasporto, in quelli occorsi in cantieri civili, ecc., tanto da far supporre che essi siano appannaggio, praticamente, delle **sole installazioni industriali fisse.**

Per gli **idrocarburi**, sebbene non siano preponderanti nella distribuzione per macroclassi, c'è da rilevare che **la più alta casistica di incidenti ha interessato gli idrocarburi liquidi, specie in attività non soggette alla Direttiva Seveso II (trasporti, civili, ecc.),** tra cui essenzialmente il **trasporto di petrolio grezzo, benzene, GPL.** Analogo discorso per il **metano**, essendo tipico il caso di scavi in cantieri di fabbricazione che hanno tranciato le condotte cittadine di distribuzione, nonché di esplosioni ed incendi di apparecchiature e tubazioni a gas nelle abitazioni civili.

Tra gli idrocarburi tossici non rientrano i casi relativi al GPL, sostanza estremamente infiammabile, ed al gasolio, essenzialmente pericoloso per l'ambiente; questa circostanza, in ogni caso, non inficia il ruolo di primo piano che gli idrocarburi liquidi hanno nell'ambito di eventi occorsi in attività non afferenti alla Direttiva Seveso II. Emerge, comunque, il fatto che **gli idrocarburi di pericolosità Xn sono quelli maggiormente coinvolti negli incidenti analizzati, ancor di più in quelli occorsi in installazioni non fisse.**

Risulta, inoltre, che le **sostanze molto tossiche**, sebbene poco presenti sugli scenari incidentali, **sembrano prerogativa delle installazioni fisse** meglio attrezzate a fronteggiare particolari condizioni di emergenza.

Questo risultato è in linea con la reale tendenza, da parte delle **aziende** che manipolano tali sostanze, a **prestare particolari attenzioni ed adottare misure di sicurezza specifiche per lo stoccaggio e trattamento delle sostanze a rischio T+.**

Lo **stato fisico** delle sostanze pericolose per la salute umana (rischio T, T+ e Xn) più frequentemente coinvolte negli incidenti è risultato essere il **liquido**, seguito dai gas ed i solidi.

Gli eventi incidentali occorsi presso quelle classi di attività escluse dal contesto Seveso sono caratterizzati dalla presenza di sostanze allo stato liquido, basti pensare al **trasporto su gomma di autocisterne, autobotti o serbatoi di sostanze tossiche prevalentemente effettuato in fase liquida**.

- una ricerca delle cause determinanti gli eventi incidentali che hanno riguardato gli impianti industriali fissi evidenzia come le **cause generali di tipo meccanico ed umano risultino essere le tipologie più diffuse** (frequente è il caso di un errore umano che scateni o quanto meno acceleri una situazione già critica di partenza, come ad es. un difetto meccanico). **Questo aspetto evidenzia l'importanza dell'implementazione di un corretto sistema di gestione della sicurezza, come misura preventiva, da parte dei gestori stessi, ai sensi del D. Lgs. n. 334/99.**

Si nota, inoltre, una distribuzione simile per le cause legate ad **anomalie di processo e di reazione**, spiegabile anche con il fatto che si riferiscono a **classi di attività** molto simili, o comunque **legate ai processi industriali**.

Più in dettaglio, per le **cause specifiche**, emerge che tra quelle **meccaniche** prevalgono il **surriscaldamento** e la **sovrapressione**, insieme a problemi legate alle valvole di apparecchiature-tubazioni; mentre per le **cause specifiche umane** si evidenzia una netta preponderanza della carenza nelle **'procedure'**, seguita da problemi di **'manutenzione'**.

In questa analisi non è da trascurare, però, il **dato relativo alla causa 'urto' che "pesa" sulla statistica perché si riferisce alla sola attività di trasporto**, esclusa, come già detto, dal contesto Seveso. Uno sguardo alle sub – cause relative agli urti, in particolare, permette di **ipotizzare una certa correlazione tra la presenza di condizioni climatiche avverse e incidenti di trasporto**, come nel caso, ad esempio, di un **terreno sdruciolevole, in seguito ad allagamento**, che può compromettere le condizioni di sicurezza durante la guida di mezzi pesanti.

Ciò a conferma di quanto osservato sugli **incidenti di trasporto** di sostanze chimiche, **attribuibili a una combinazione di parametri-carenze sia nella fase preventiva (elementi territoriali-morfologici, infrastrutture stradali, densità di circolazione contemporanea di mezzi pesanti e civili, ecc) che mitigativa (carenza o minore efficacia delle misure di protezione e mitigazione immediate disponibili per la gestione dell'emergenza) dell'evento**.

Le sub – cause di natura "climatica" influiscono anche su incidenti occorsi in cantieri civili, una cui causa specifica può essere ricercata nel **terreno di riporto di uno scavo eccessivamente imbibito di acqua in seguito ad allagamento**.

Il lavoro svolto, consistente nell'utilizzo della **Banca Dati BIRD dell'APAT** come **valido strumento di supporto per l'individuazione e l'analisi del rischio industriale ed antropico associato agli incidenti rilevanti**, ha condotto a risultati che trovano un sostanziale riscontro nelle informazioni reperite in merito a questa problematica in altre fonti scientifiche.

In questo senso, dunque, la Banca Dati, che peraltro continua ad essere ulteriormente aggiornata ed ottimizzata, **può essere proficuamente utilizzata come riferimento per analisi e controlli nelle attività industriali a rischio** di incidente rilevante. Ciò tanto più a

valle della costituzione della rete informativa a livello nazionale, con il coinvolgimento degli organi tecnici preposti al controllo sul territorio (ARPA, CNVVF, ASL, ecc.), che conferisce ai dati contenuti un livello apprezzabile di qualità ed attendibilità.

Tuttavia, con l'aumentare del numero e della diversità di casi di interesse da inserire nella banca dati, **emerge l'esigenza**, peraltro già considerata nella corrente revisione del BIRD, **di articolare la struttura** con ulteriori suddivisioni interne **in modo da ottenere un sistema più complesso e contemporaneamente più flessibile per una migliore gestione delle informazioni contenute.**

Tali migliorie potrebbero, quindi, **riflettersi positivamente anche sulla completezza dei dati da inserire** al fine di registrare, nel caso specifico di incidenti con sostanze tossiche in esame, maggiori dettagli su tipologia e magnitudo dei danni apportati alle persone, nonché sulla gestione dell'emergenza interna ed esterna applicata.

RIFERIMENTI

Normativa

- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 31/03/1989: Applicazione dell'art. 12 del Decreto del Presidente della Repubblica 17 maggio 1988, n. 175, concernente rischi rilevanti connessi a determinate attività industriali;
- Decreto Ministeriale del 15/05/1996: Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi di gas e petrolio liquefatto (GPL);
- Decreto Legislativo n. 52 del 03/02/1997: Attuazione della Direttiva 92/32/CEE concernente classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose;
- Decreto Ministeriale del 20/10/1998: Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici;
- Decreto Legislativo n° 334 del 17/08/1999: Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incendi rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose;
- Decreto Ministeriale del 09/05/2001: Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante;
- Decreto Ministero della Salute del 14/06/2002: Recepimento della Direttiva 2001/59/CE recante XXVIII adeguamento al progresso tecnico della Direttiva 67/548/CEE del Consiglio concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose;
- Decreto Legislativo n.238 del 21/09/2005: Recepimento della Direttiva Comunitaria 2003/105/CE relativa al controllo dei pericoli di incendi rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose.

Pubblicazioni, Testi, Manuali, ecc.

- “Valutazione dell’impatto sull’ambiente degli incidenti rilevanti”, Rapporti 36/2003, APAT, Roma, 2003;
- “Analisi post - incidentale nelle attività a rischio di incidente rilevante”, Manuali e linee guida 33/2005, APAT, Roma, 2005;
- “Linee guida per lo svolgimento delle verifiche ispettive sui sistemi di gestione della sicurezza in impianti a rischio di incidente rilevante”, Manuali e linee guida 23/2003, APAT, Roma, 2003;
- “Mappatura del rischio industriale in Italia”, Rapporti 22/2002, APAT, Roma, 2002;
- “Annuario dei dati ambientali – Edizione 2004”, APAT, Roma, 2005;
- “Pianificazione del territorio e rischio tecnologico – il D.M. 9 Maggio 2001”, a cura di P. Colletta, R. Manzo, A. Spaziante, CELID, Torino, 2002;
- “Sicurezza delle attività minerarie: situazione dopo i recenti incidenti – Comunicazione della Commissione”, Commissione delle Comunità Europee, COM(2000) 664, Bruxelles, 23.10.2000;
- “Mapping the impacts of recent natural disasters and technological accidents in Europe”, EEA, Copenhagen, 2003;

- F. Lees, “Loss Prevention in the Process Industries – 2° Edizione, Volume III”, Butterworth Heinemann, London, 1996;
- F. Marrazzo, “La Prevenzione Incendi – Le Attività a Rischio di Incidente Rilevante – Volume III”, Edizione Biblion, Foggia, 2004;
- I. Pasquon e G. Pregaglia, “Principi della chimica industriale- 4. Rischi potenziali, sicurezza e protezione ambientale”, CittàStudiEdizioni, Milano, 1996;
- “Manuale dell’Ingegnere”, Nuovo Colombo, Hoepli Editore, Milano, 1997;
- “Manuale di Chimica Industriale”, manuali Cremonese, Cremonese Edizioni, Città di Castello, 1980;
- “Prontuario dell’Ingegnere”, a cura di A. Guadagni, Hoepli editore, Milano, 1999.

Siti Internet

- http://www.scienceinthebox.com/it_IT/safety/riskassprincip_it.html, 21/03/2006;
- <http://10.158.1.221/Bird/index.aspx?ReturnUrl=%2fbird%2fDefault.aspx>, 08/02/2006;
- <http://www.apat.gov.it/site/it-IT/>, 13/12/2005;
- <http://www.arpa.emr.it/reggioemilia/index.htm>, 03/10/2005;
- <http://www.arpat.toscana.it/rischio/index.html>, 14/12/2005;
- <http://www.cdc.gov/niosh/ipcsnitl/nitlsyn.html>, 08/02/2006;
- <http://www.firestop.it/informarsi/inc00.htm>, 04/10/2005;
- <http://www.greenpeace.it/inquinamento/index.htm>, 21/12/2005;
- <http://mahbsrv.jrc.it/mars/Default.html>, 21/12/2005;
- <http://www.nonsoloaria.com/prto1.htm>, 20/12/2005;
- http://www.protezionecivile.it/minisite/index.php?dir_pk=253&cms_pk=1452, 20/12/2005;
- <http://www.uneptie.org/pc/apell/disasters/disasters.html>, 05/01/2006.

ALLEGATO I

1. Elaborazioni Grafiche Generali

Fig.1: “Distribuzione Temporale degli Eventi Incidentali Occorsi nel Periodo 2000 - 2005”

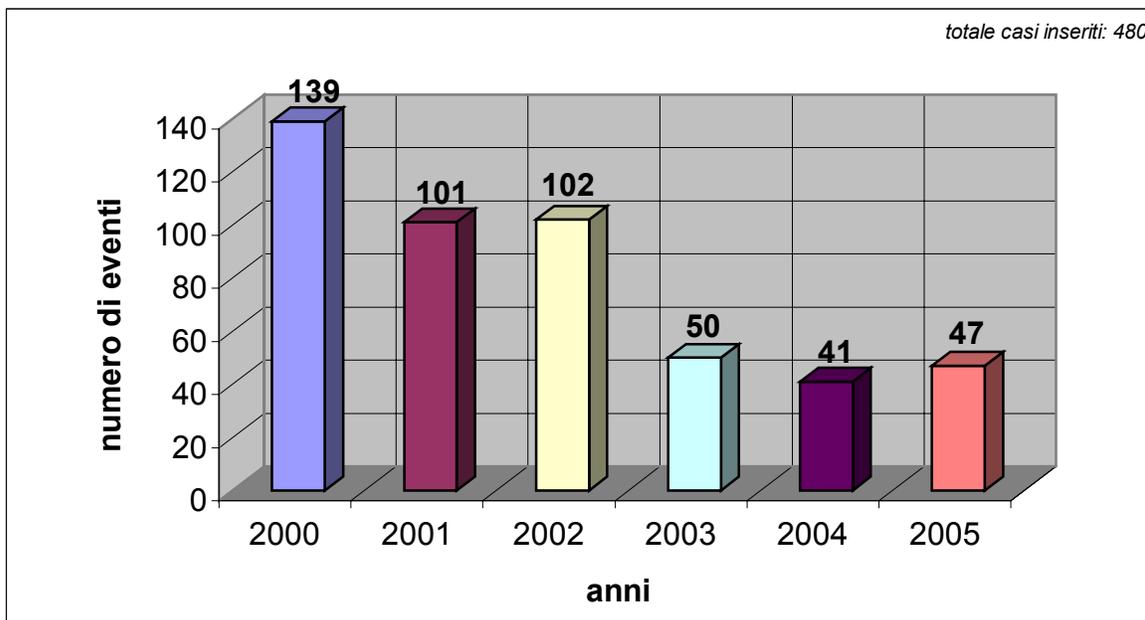


Fig.2: “Distribuzione per Tipologia di Incidente”

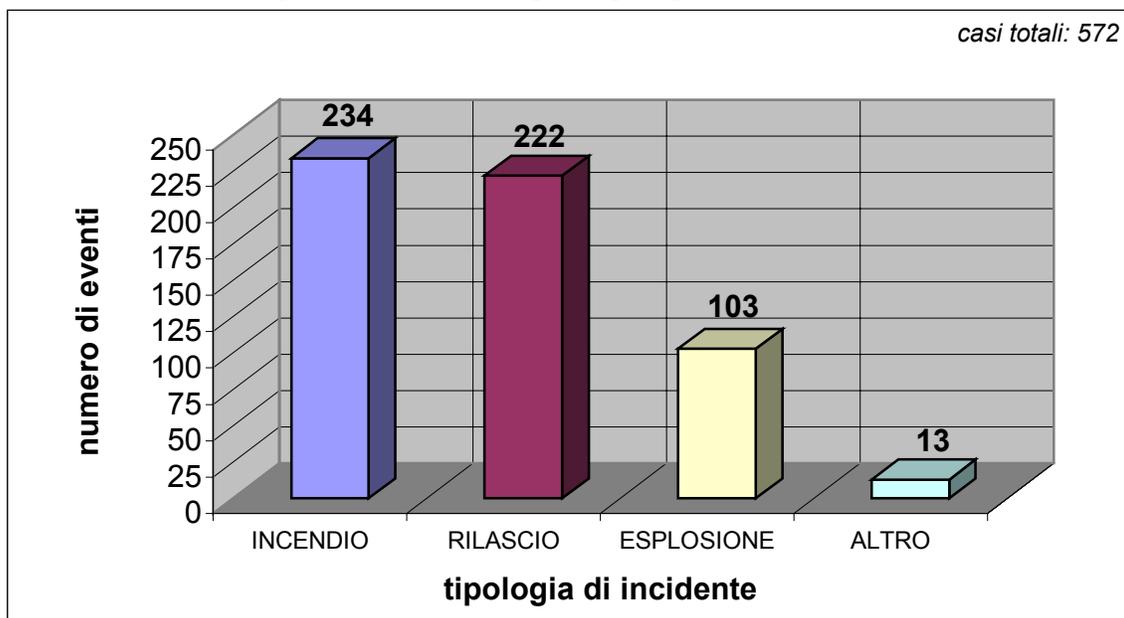


Fig.3: “Dettaglio per Tipologie di Attività e Numero di Casi”

ACCIAIO	15
COKE	1
METALLURGIA	12
RAFFINERIA METALLI	1
RECUPERO METALLI	2
ACCIAIO/METALLURGIA	31

CHEMICALS	3
CHIMICA	54
DETERGENTI	4
FARMACEUTICA	10
CHIMICA	71

PETROLCHIMICO	37
FENOLO	1
PETROLCHIMICA	38

POLIMERI	4
POLIURETANO	2
POLIMERI	6

RESINE	2
SOLVENTI	2
VERNICI	16
COLORANTI STOFFE	1
VERNICI - SOLVENTI	21

GOMMA	4
PLASTICHE	12
PNEUMATICI	3
GOMMA - PLASTICA	19

RAFFINERIA	33
-------------------	-----------

GPL	7
------------	----------

GAS	5
GAS NATURALE	1
GAS TECNICI	3
GAS	9

ESPLOSIVI	3
FUOCHI D'ARTIFICIO	16
MUNIZIONI	1
PESTICIDI	1
PROPELLENTI	1
ESPLOSIVI	22

CEMENTIFICIO	3
LEGNAMI	4
CARTIERA	2
INDUSTRIA	29
ELETTRODOMESTICI	1
ALIMENTARE	13
DISTILLERIA	2
CENTRALE ELETTRICA	4
CENTRALE TERMICA	1
GALVANICA	3
INDUSTRIA	62

CONCERIA	1
FIBRE ARTIFICIALI	2
TESSILE	17
TESSILE	20

MAGAZZINI	2
STOCCAGGIO	23
STOCCAGGIO	25

RECUPERO SOLVENTI	1
TRATTAMENTO ACQUA	2
SMALTIMENTO RIFIUTI	20
SMALTIMENTO	23

CIVILI	28
---------------	-----------

TRASPORTO	51
------------------	-----------

Non specificato	11
RICERCA	2
MINERARIA	1
VARIE	14

Fig.4: "Principali Attività Coinvolte"

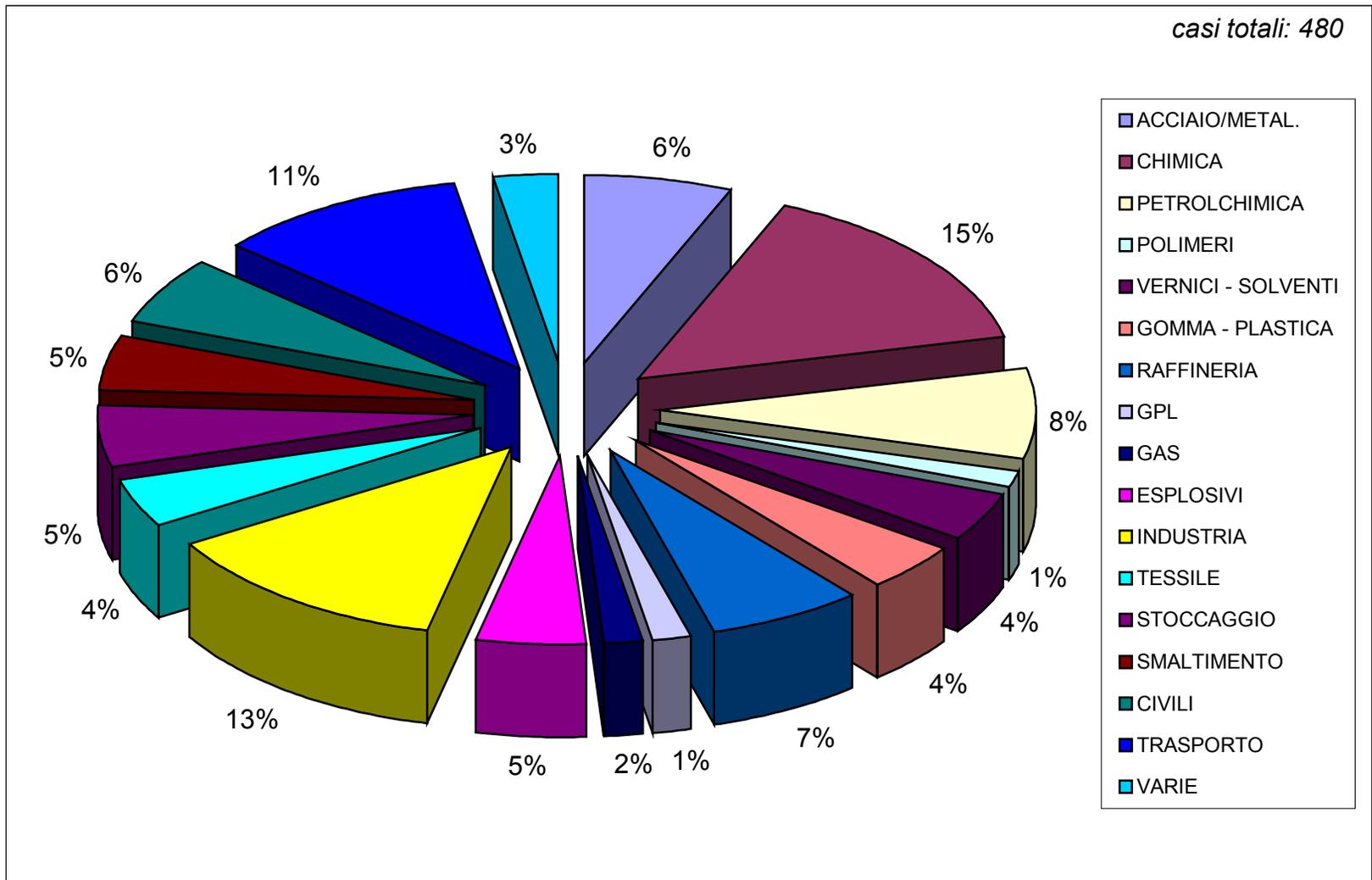


Fig.6: “Tipologie di Non Idrocarburi Interessate”

casi totali: 382

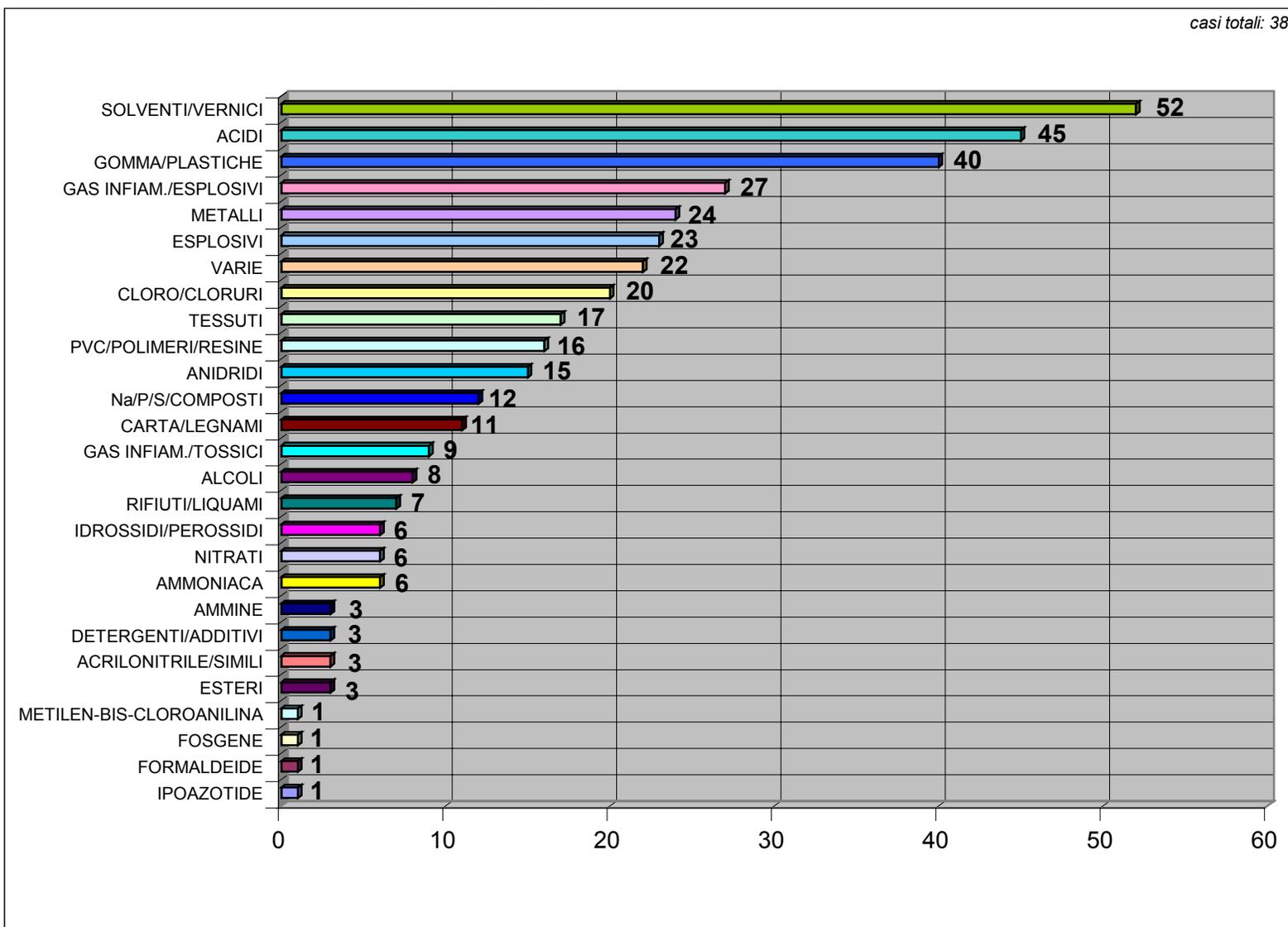


Fig.5: “Macroclassi di Sostanze Coinvolte/Rilasciate”

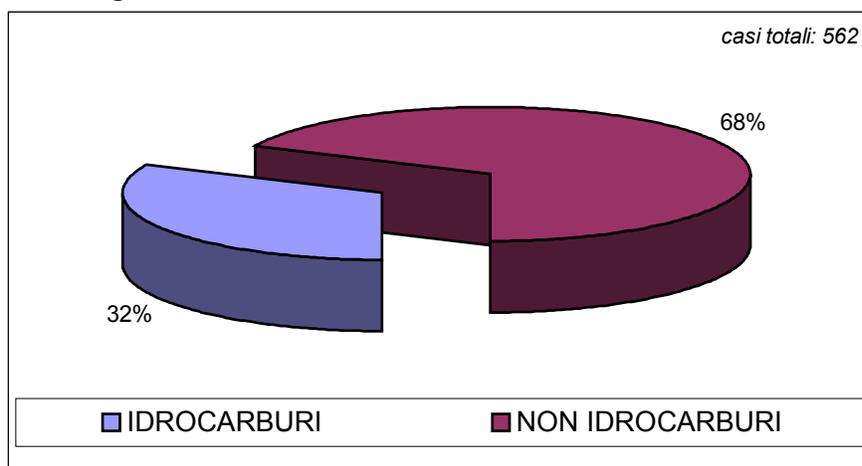


Fig.7: “Tipologie di Idrocarburi Interessate”

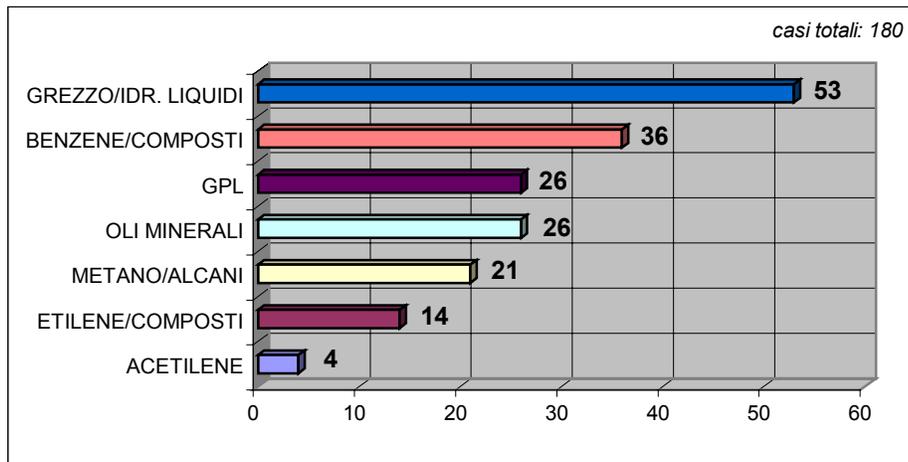


Fig.8: “Distribuzione per Causa Generale”

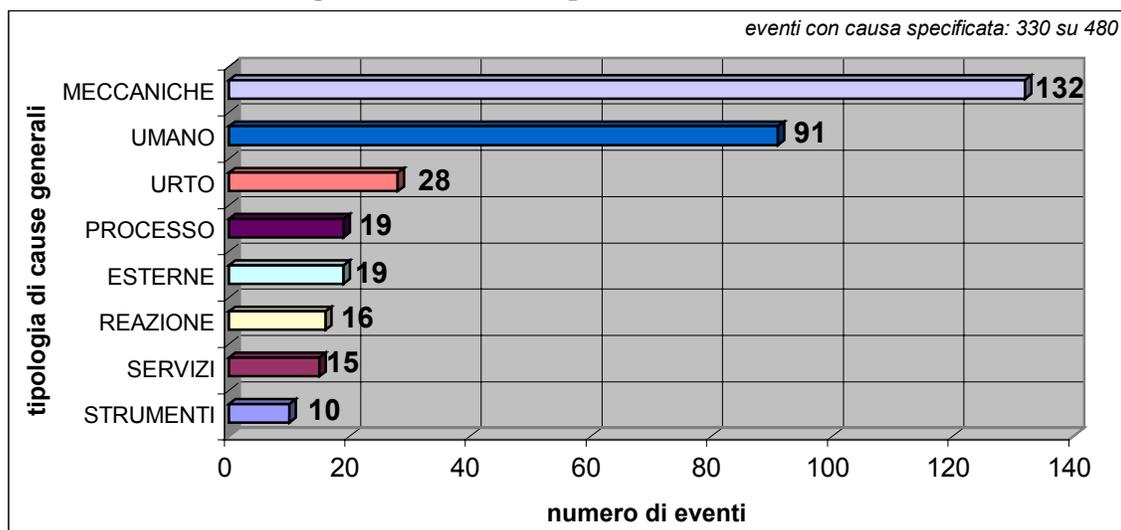


Fig.9: “Cause Specifiche: Meccaniche”

eventi con causa specificata: 96 su 132

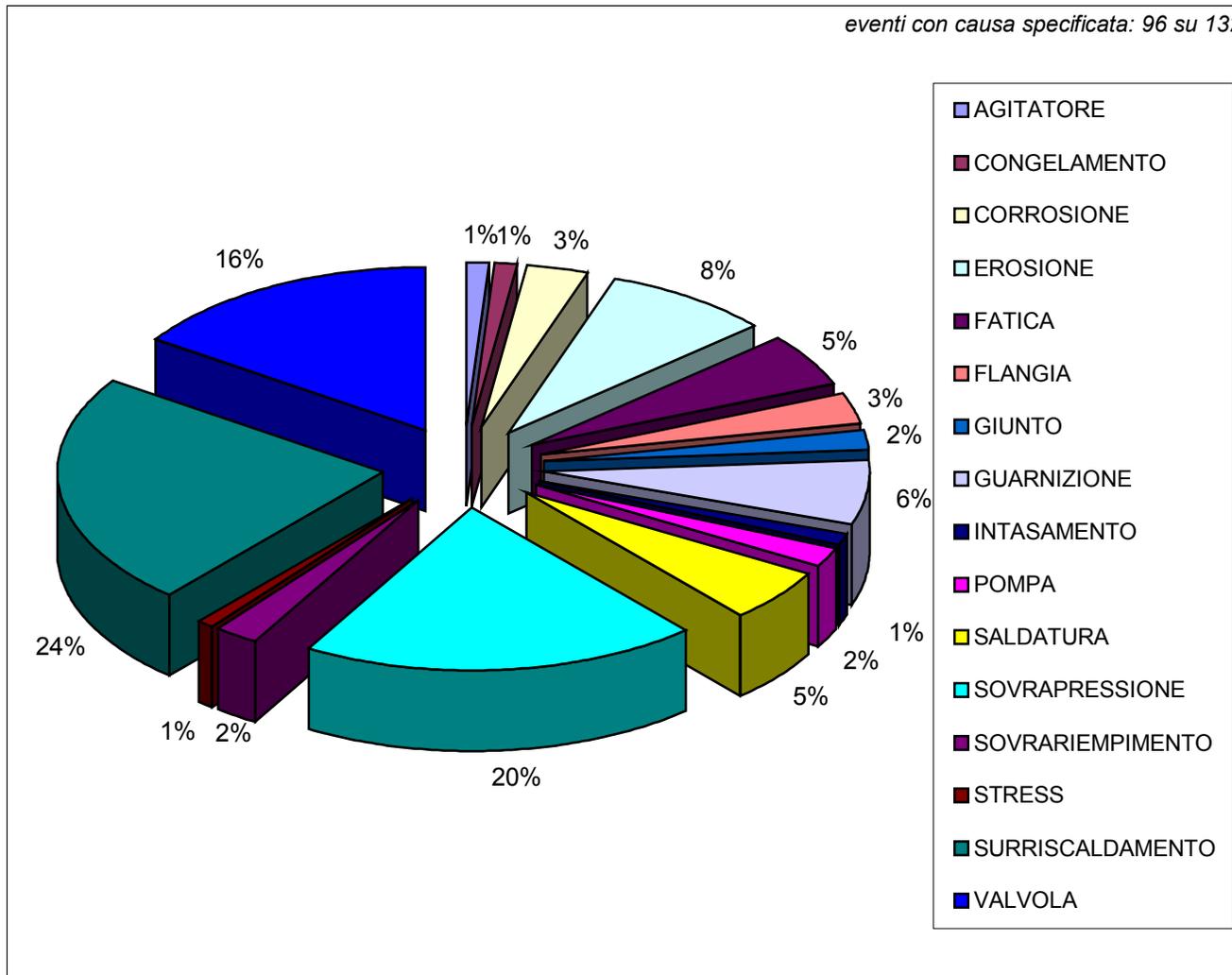


Fig.10: “Cause Specifiche: Umano”

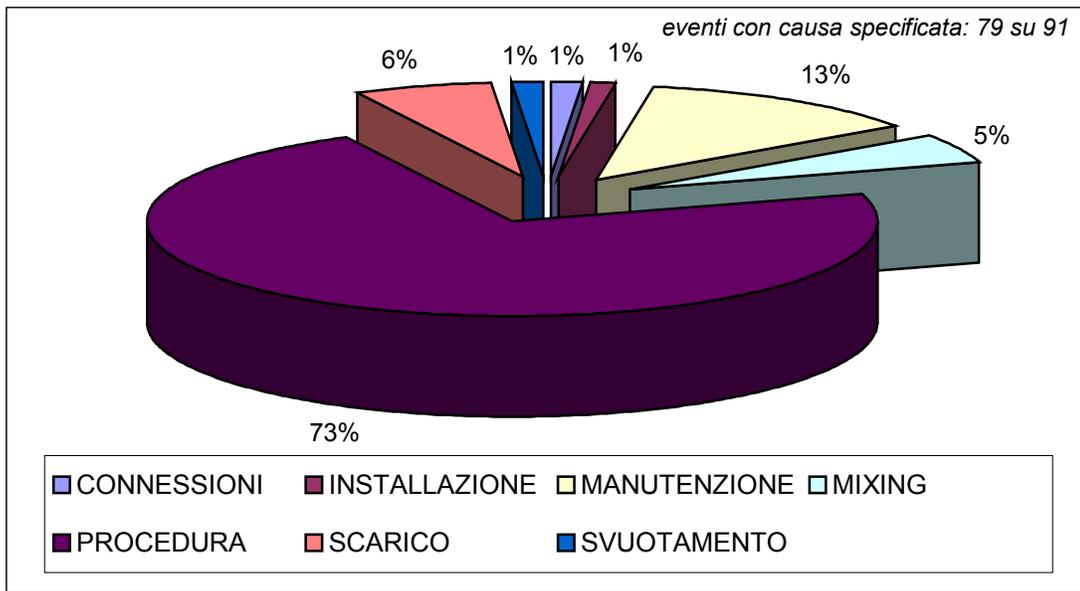


Fig.11: “Cause Specifiche: Urto”

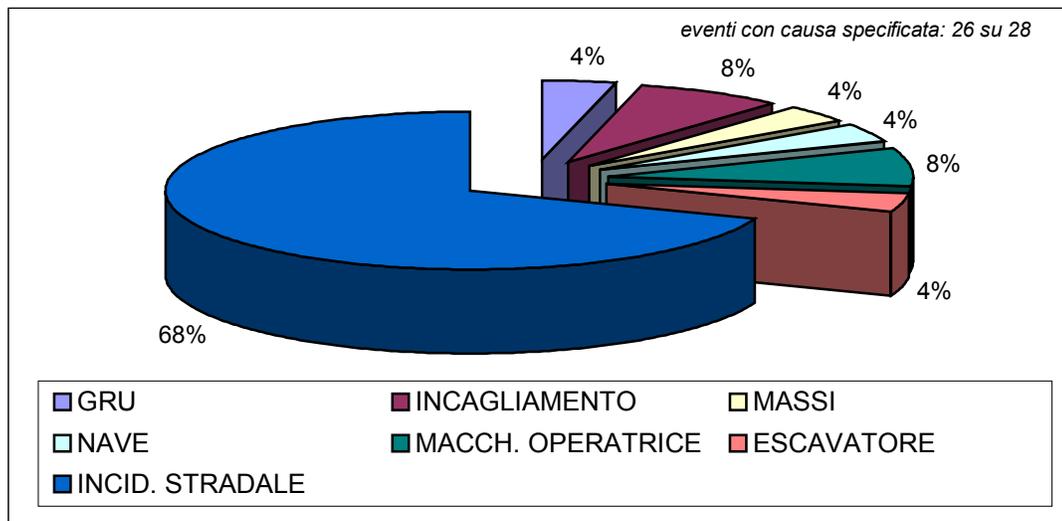


Fig.12: “Cause Specifiche: Esterne”

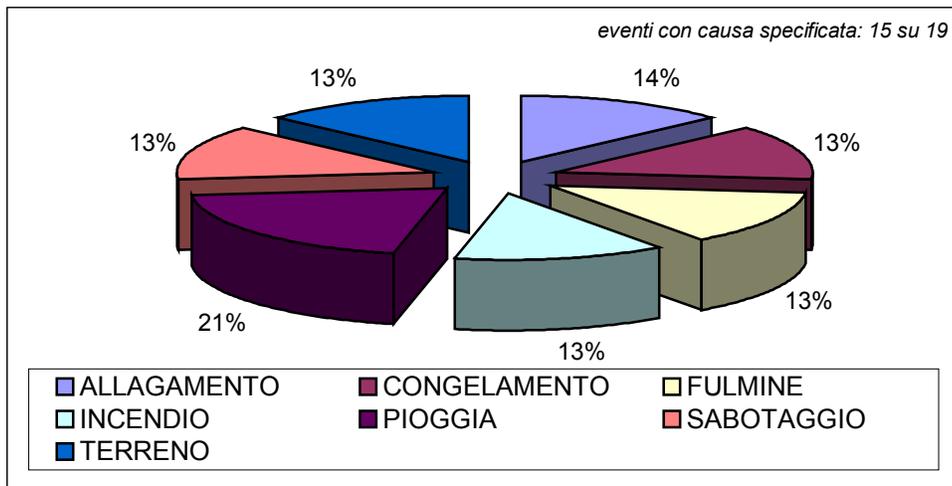


Fig.13: “Cause Specifiche: Reazione”

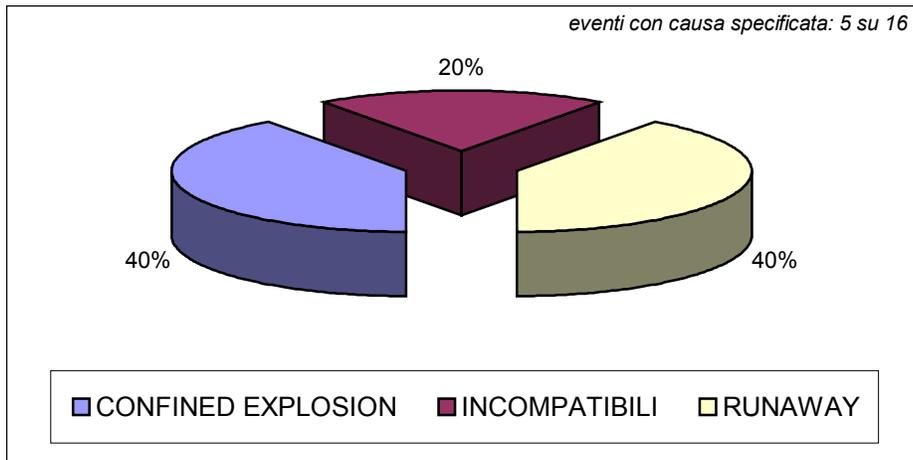
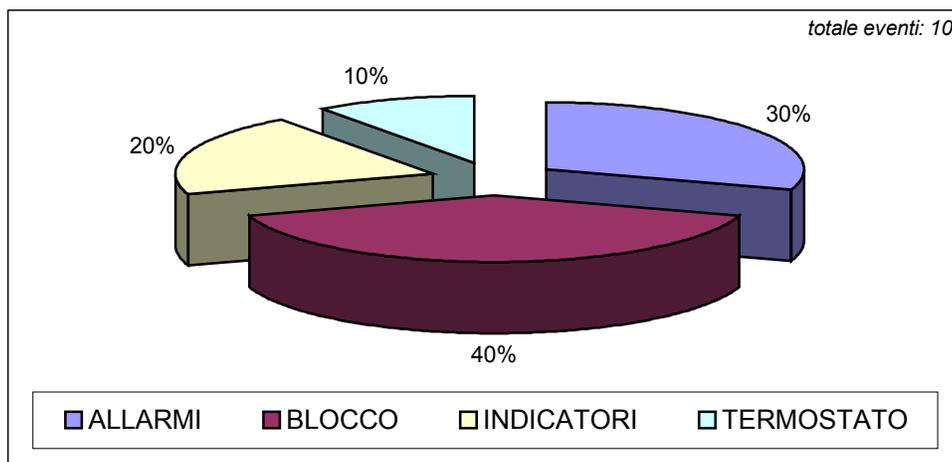


Fig.14: “Cause Specifiche: Strumenti”



2. Elaborazioni Grafiche Impianti Industriali Fissi

Fig.15: “Percentuale Eventi Incidentali”

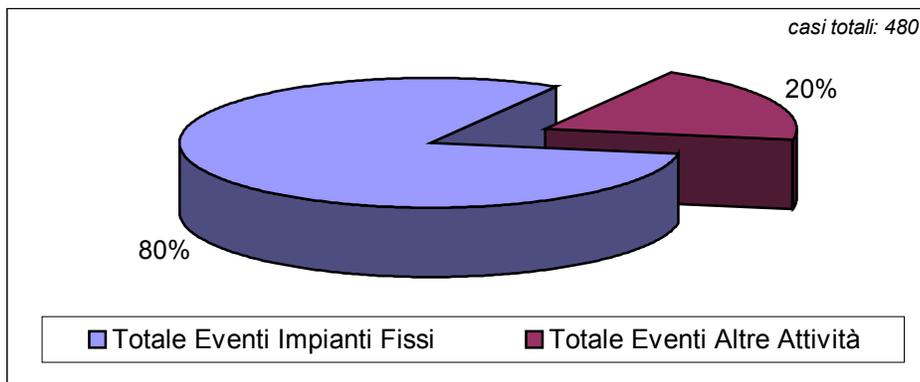


Fig.16: “Distribuzione Temporale degli Eventi Incidentali Occorsi nel Periodo 2000 - 2005”

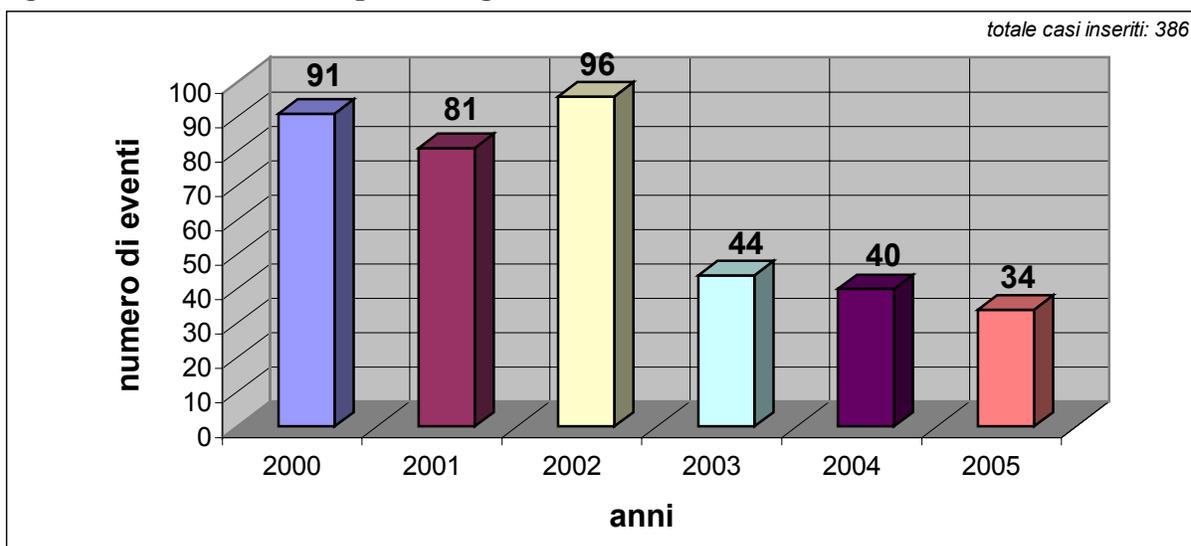


Fig.17: “Distribuzione per Tipologia di Incidente”

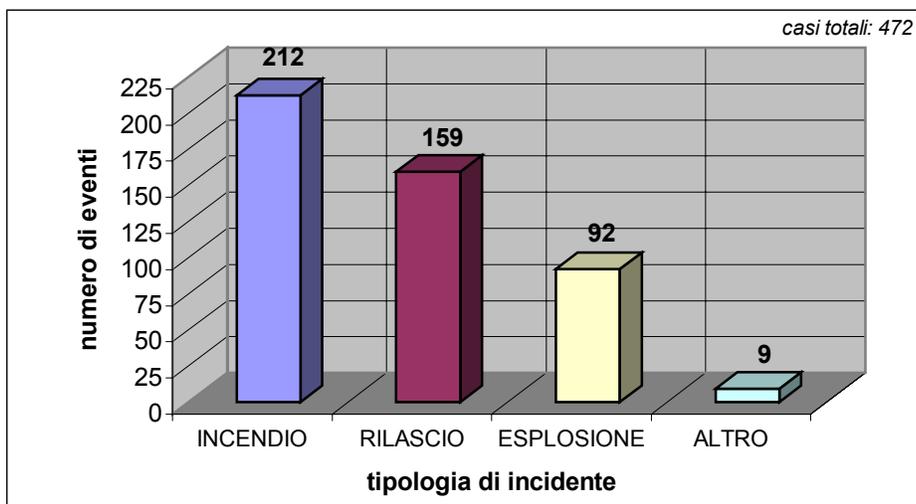


Fig.18: "Dettaglio per Tipologie di Attività e Numero di Casi"

ACCIAIO	15
COKE	1
METALLURGIA	12
RAFFINERIA METALLI	1
RECUPERO METALLI	2
ACCIAIO/METAL.	31

CHEMICALS	3
CHIMICA	54
DETERGENTI	4
FARMACEUTICA	10
CHIMICA	71

PETROLCHIMICO	37
FENOLO	1
PETROLCHIMICA	38

POLIMERI	4
POLIURETANO	2
POLIMERI	6

RESINE	2
SOLVENTI	2
VERNICI	16
COLORANTI STOFFE	1
VERNICI - SOLVENTI	21

GOMMA	4
PLASTICHE	12
PNEUMATICI	3
GOMMA - PLASTICA	19

RAFFINERIA	33
-------------------	-----------

GPL	7
------------	----------

GAS	5
GAS TECNICI	3
GAS	8

ESPLOSIVI	3
FUOCHI D'ARTIFICIO	16
MUNIZIONI	1
PESTICIDI	1
PROPELLENTI	1
ESPLOSIVI	22

CEMENTIFICIO	3
LEGNAMI	4
CARTIERA	2
INDUSTRIA	29
ELETTRODOMESTICI	1
ALIMENTARE	13
DISTILLERIA	2
CENTRALE ELETTRICA	4
CENTRALE TERMICA	1
GALVANICA	3
INDUSTRIA	62

CONCERIA	1
FIBRE ARTIFICIALI	2
TESSILE	17
TESSILE	20

MAGAZZINI	2
STOCCAGGIO	23
STOCCAGGIO	25

RECUPERO SOLVENTI	1
TRATTAMENTO ACQUA	2
SMALTIMENTO RIFIUTI	20
SMALTIMENTO	23

Fig.19: "Principali Attività Coinvolte"

casi totali: 386

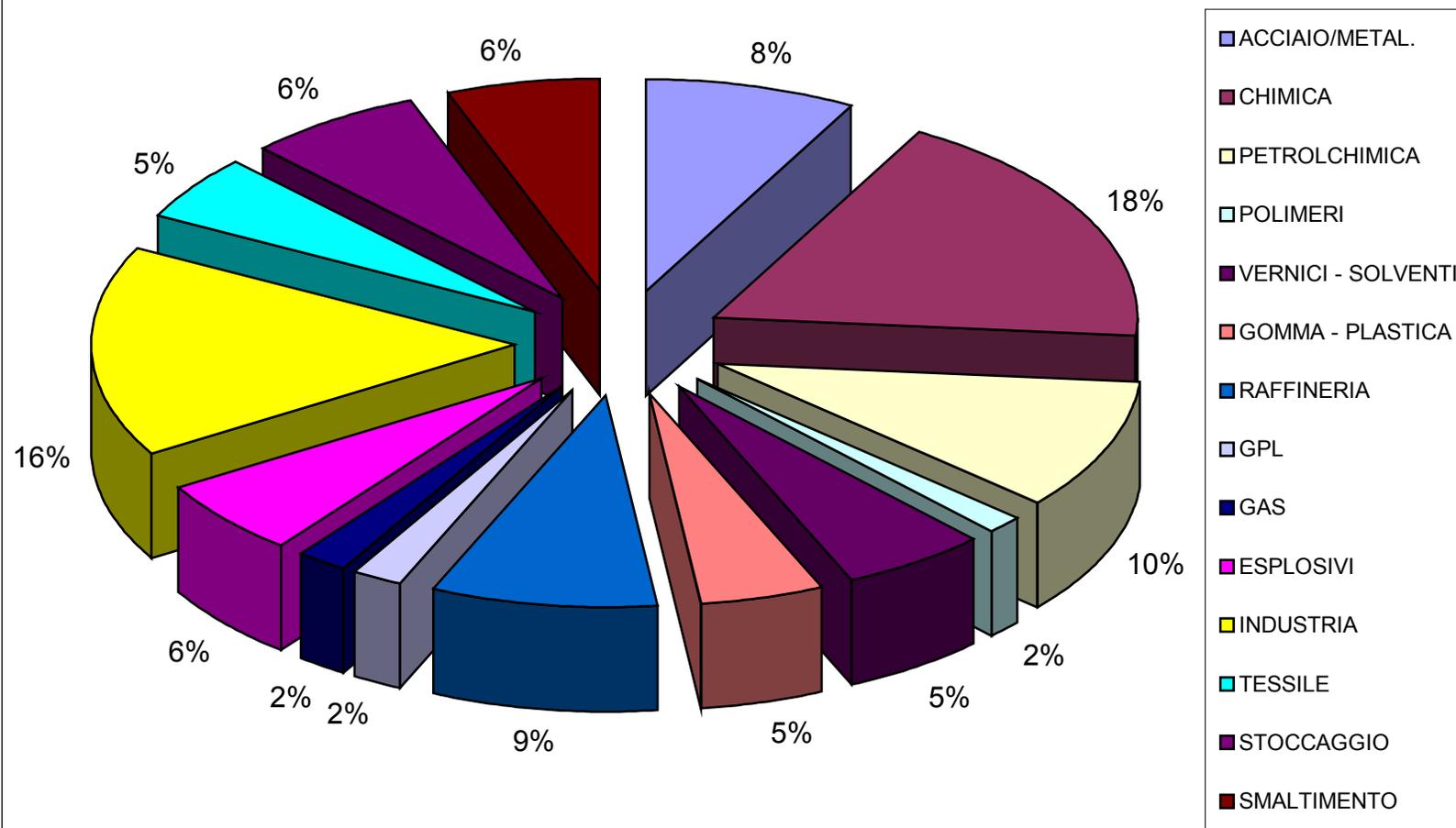


Fig.21: “Tipologie di Non Idrocarburi Interessate”

casi totali: 350

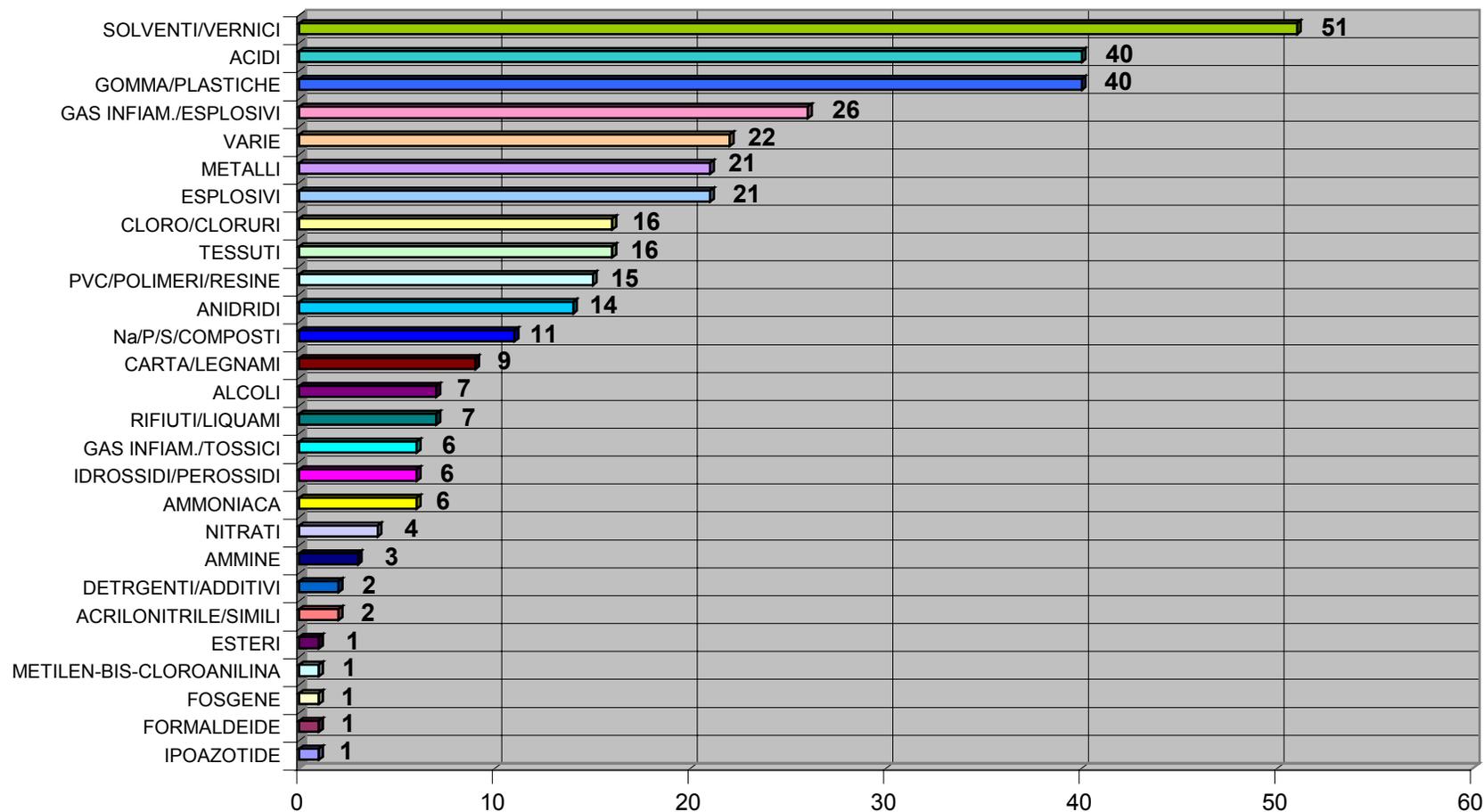


Fig.20: “Macroclassi di Sostanze Coinvolte/Rilasciate”

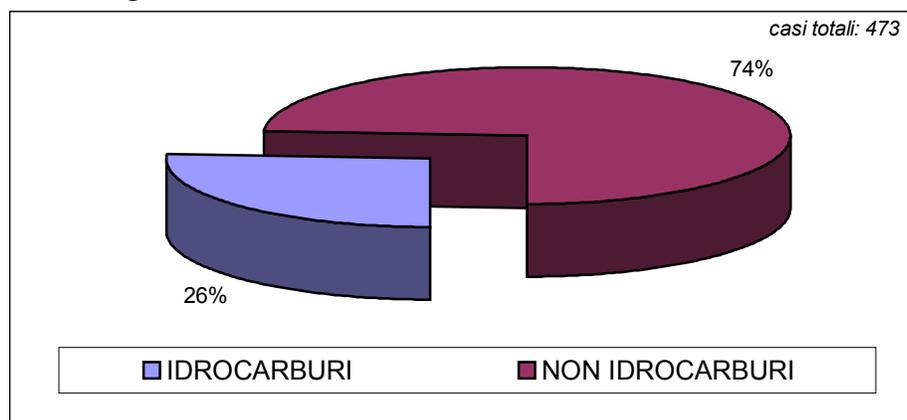


Fig.22: “Tipologie di Idrocarburi Interessate”

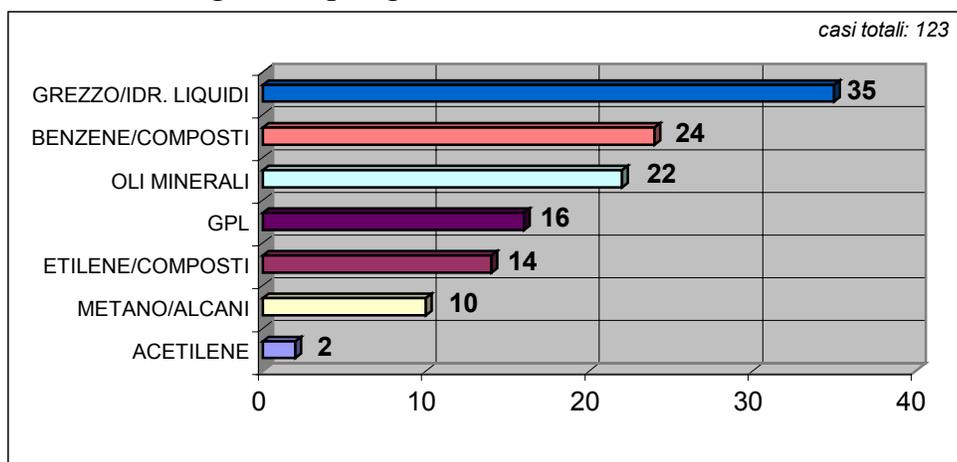


Fig.23: “Distribuzione per Causa Generale”

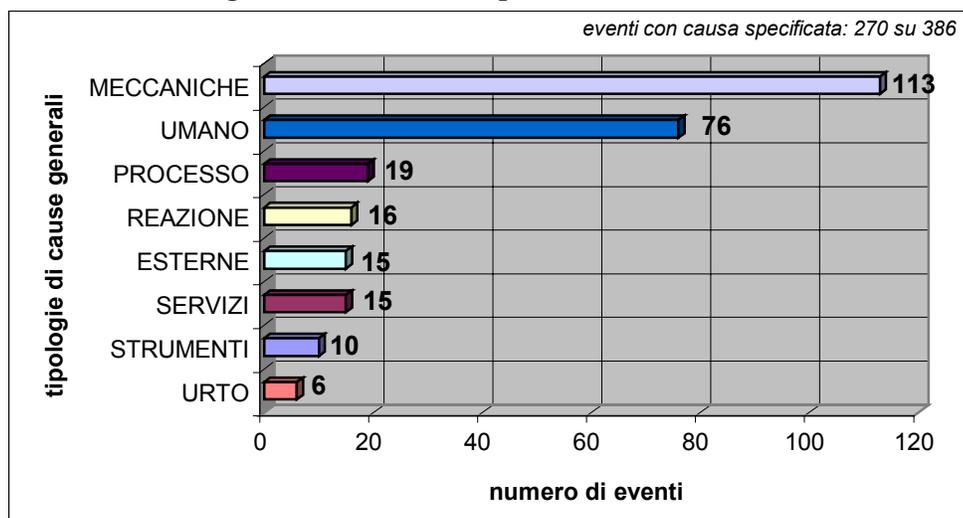


Fig.24: "Cause Specifiche: Meccaniche"

eventi con causa specificata: 87 su 113

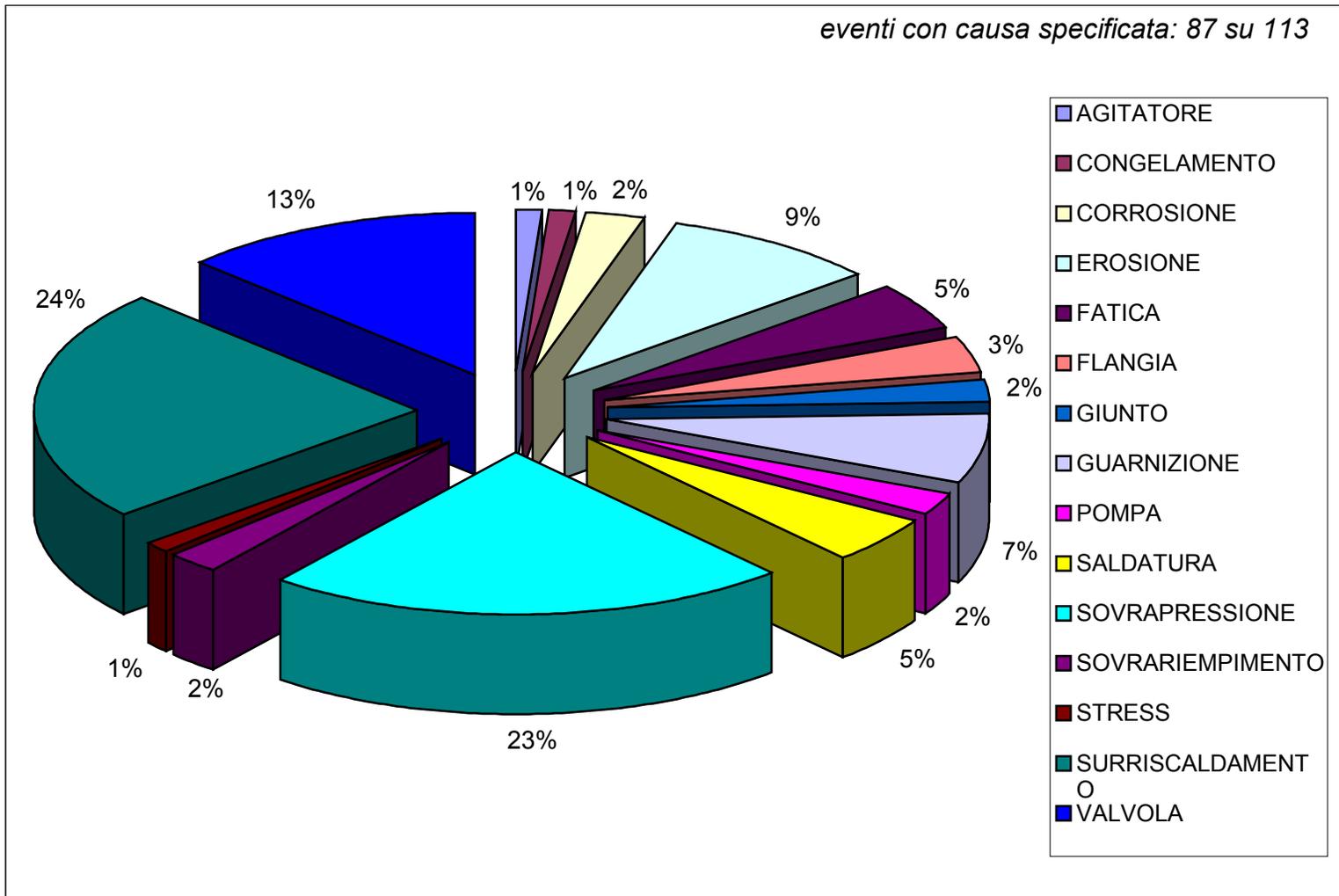


Fig.25: "Cause Specifiche: Umano"

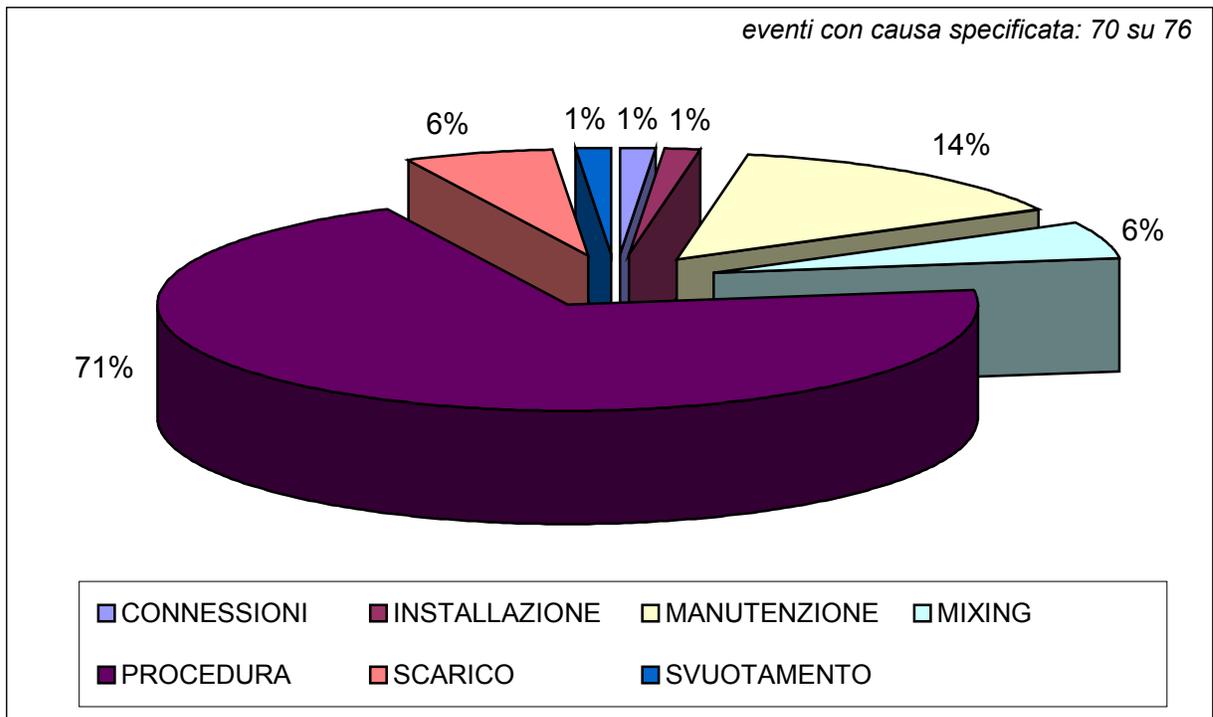


Fig.26: "Cause Specifiche: Reazione"

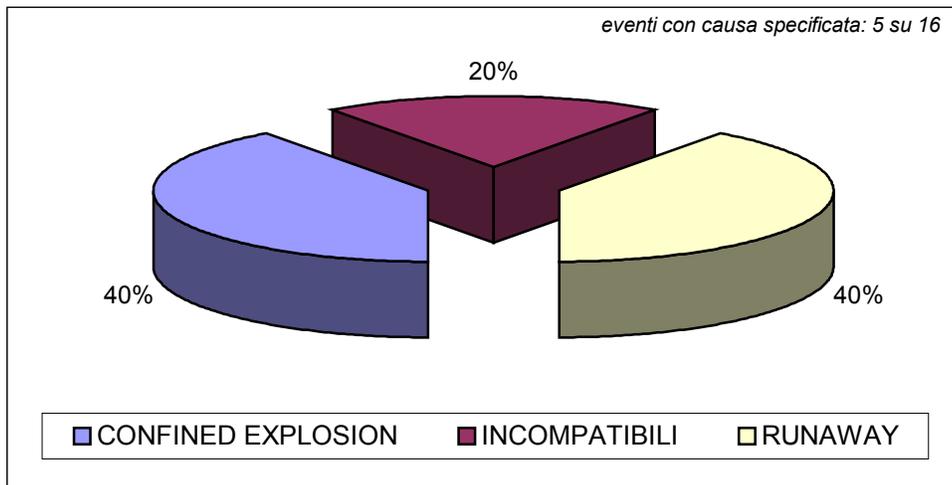


Fig.27: “Cause Specifiche: Esterne”

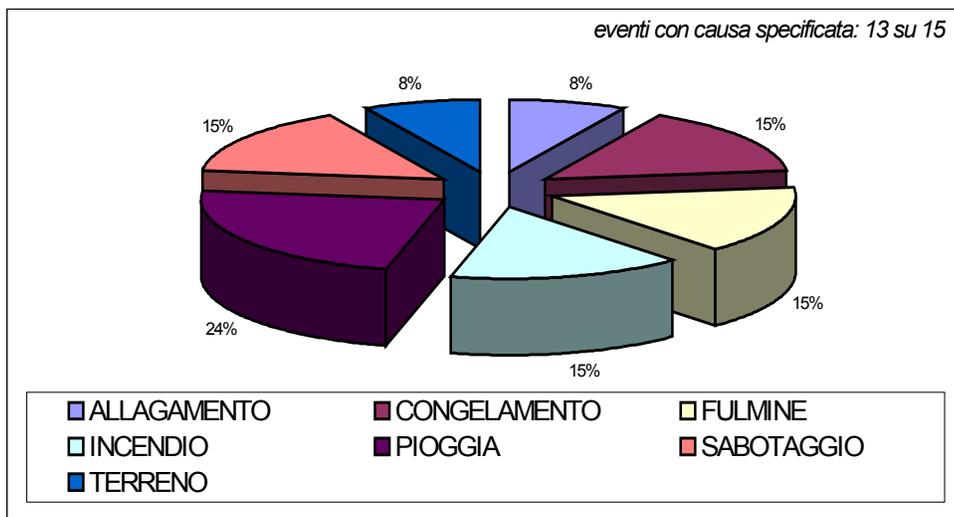


Fig.28: “Cause Specifiche: Strumenti”

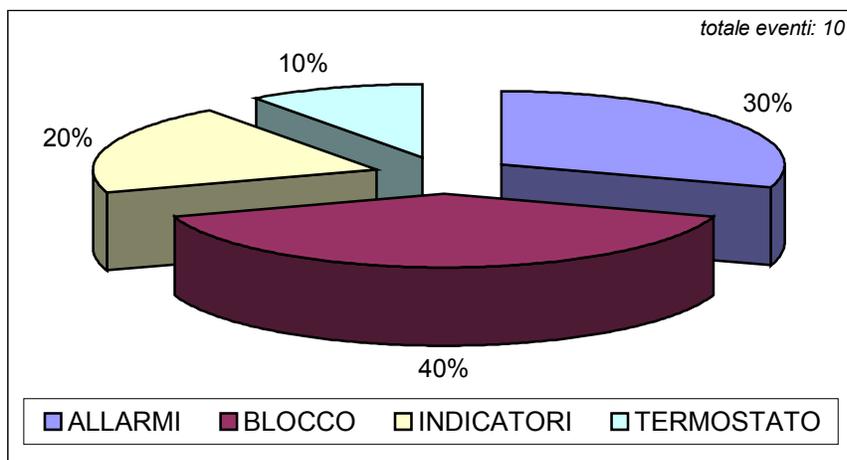
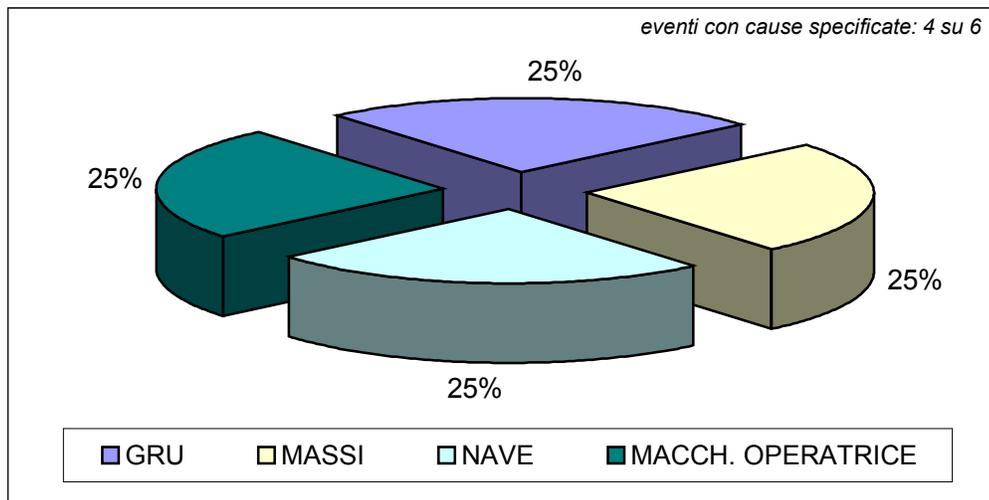


Fig.29: “Cause Specifiche: Urto”



3. Elaborazioni Grafiche Generali - Sostanze a Rischio T, T+, Xn.

Fig.30: "Percentuale Eventi Incidentali"

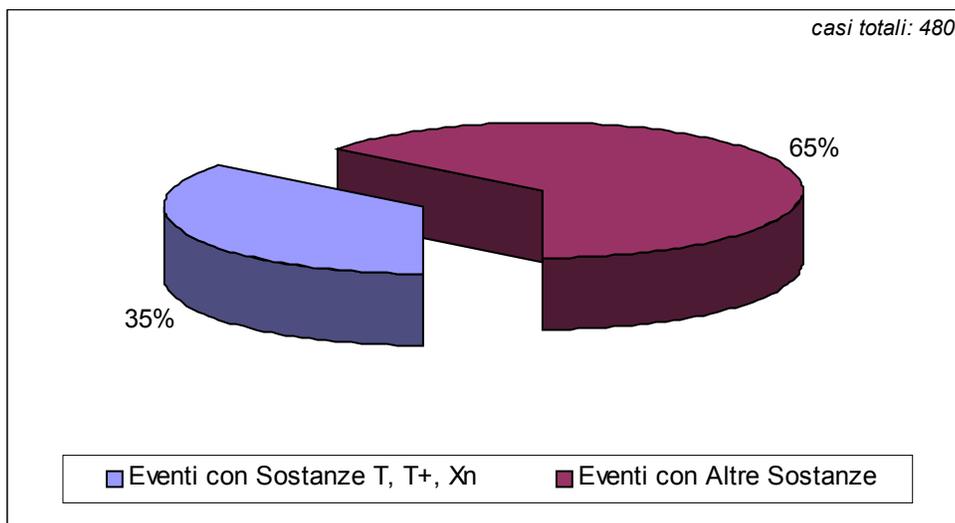


Fig.31: "Distribuzione degli Eventi per Classi di Pericolosità"

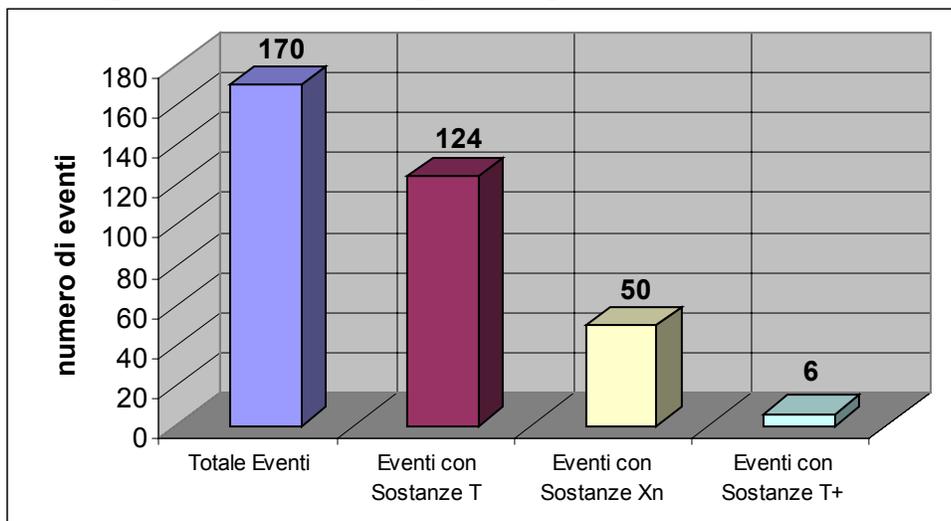


Fig.32: “Dettaglio per Tipologie di Attività e Numero di Casi”

ACCIAIO	5
METALLURGIA	3
RAFFINERIA METALLI	1
RECUPERO METALLI	2
ACCIAIO/METAL.	11

CHEMICALS	3
CHIMICA	26
FARMACEUTICA	3
CHIMICA	32

PETROLCHIMICO	18
FENOLO	1
PETROLCHIMICA	19

POLIMERI	1
POLIURETANO	1
POLIMERI	2

RESINE	1
VERNICI	3
COLORANTI STOFFE	1
VERNICI - SOLVENTI	5

GOMMA	2
PLASTICHE	9
GOMMA - PLASTICA	11

RAFFINERIA	10
-------------------	-----------

GAS	1
GAS	1

PESTICIDI	1
ESPLOSIVI	1

CEMENTIFICIO	1
INDUSTRIA	11
ELETTRODOMESTICI	1
ALIMENTARE	6
CENTRALE ELETTRICA	1
GALVANICA	1
INDUSTRIA	21

TESSILE	2
TESSILE	2

MAGAZZINI	2
STOCCAGGIO	7
STOCCAGGIO	9

TRATTAMENTO ACQUA	1
SMALTIMENTO RIFIUTI	13
SMALTIMENTO	14

CIVILI	5
---------------	----------

TRASPORTO	21
------------------	-----------

Non specificato	5
RICERCA	1
VARIE	6

Fig.33: "Principali Attività Coinvolte"

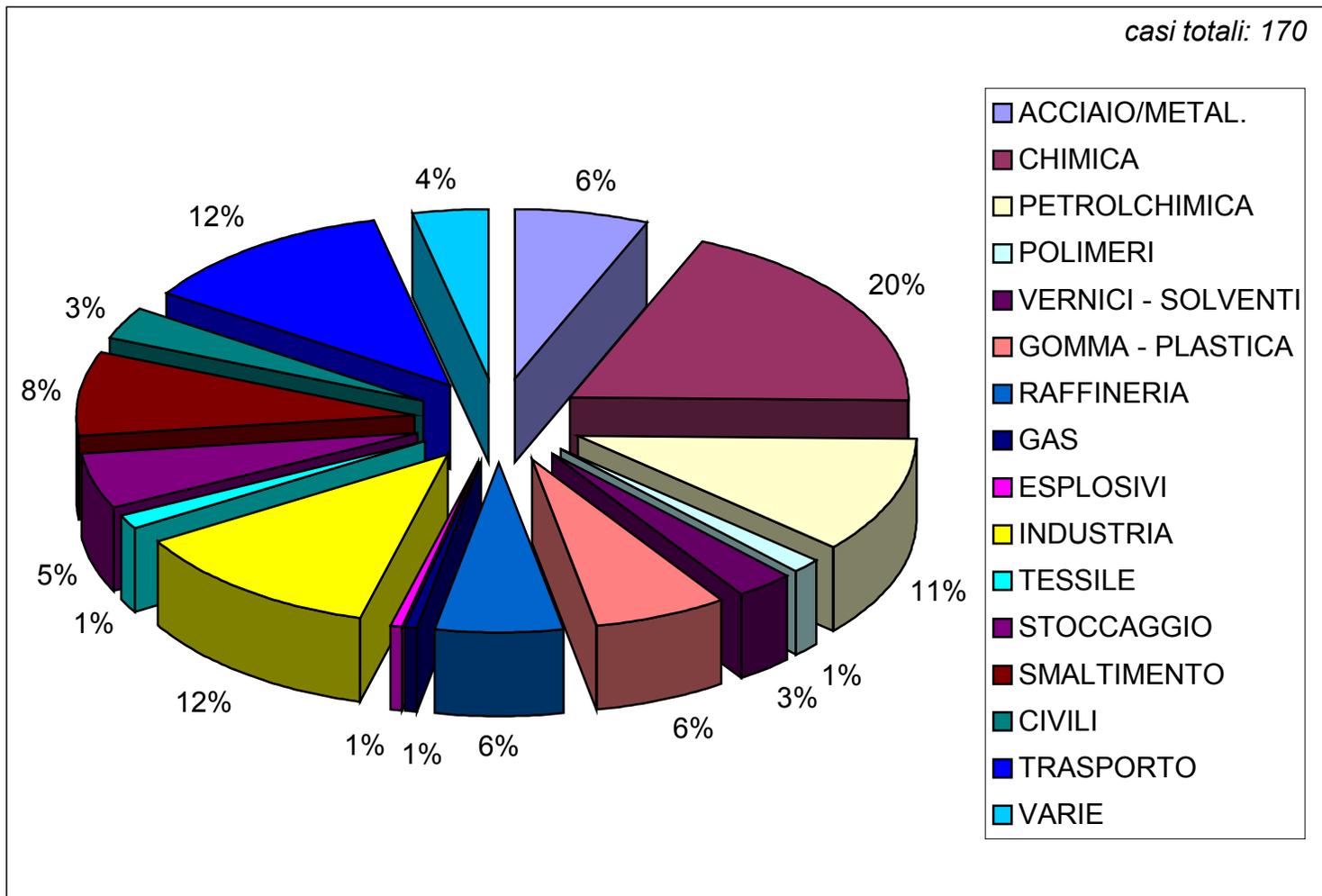


Fig.34: “Macroclassi di Sostanze Coinvolte/Rilasciate”

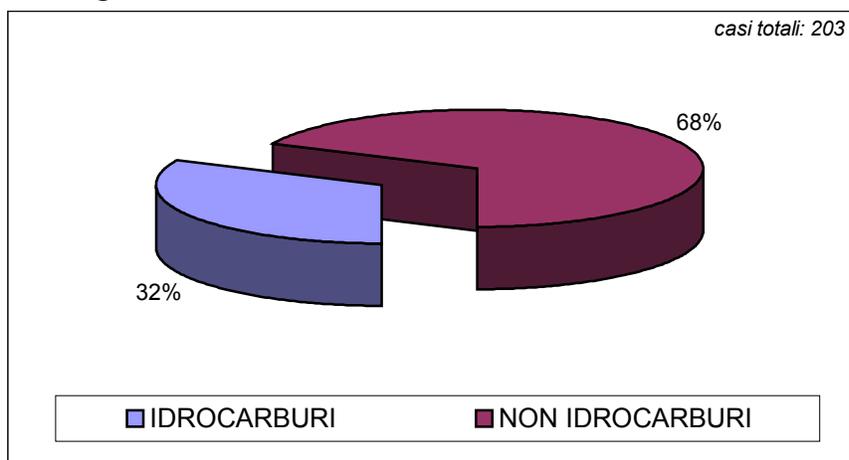


Fig.34 bis: “Macroclassi di Sostanze a Rischio T e T+ Coinvolte/Rilasciate”

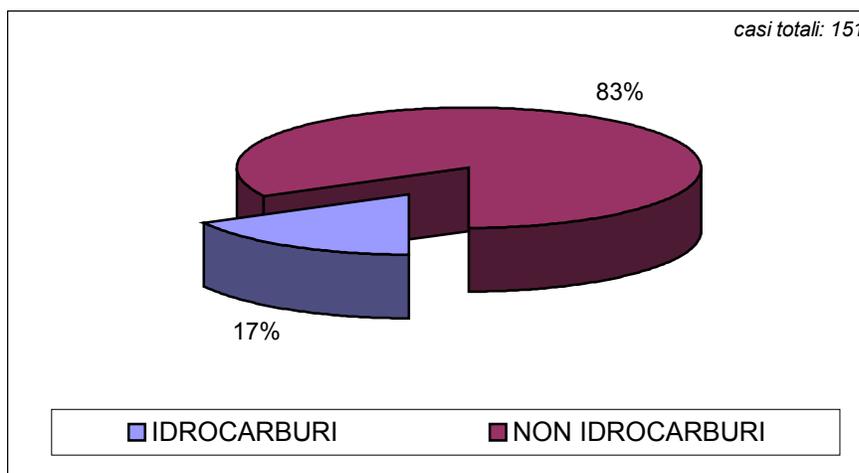


Fig.34 tris: “Macroclassi di Sostanze a Rischio Xn Coinvolte/Rilasciate”

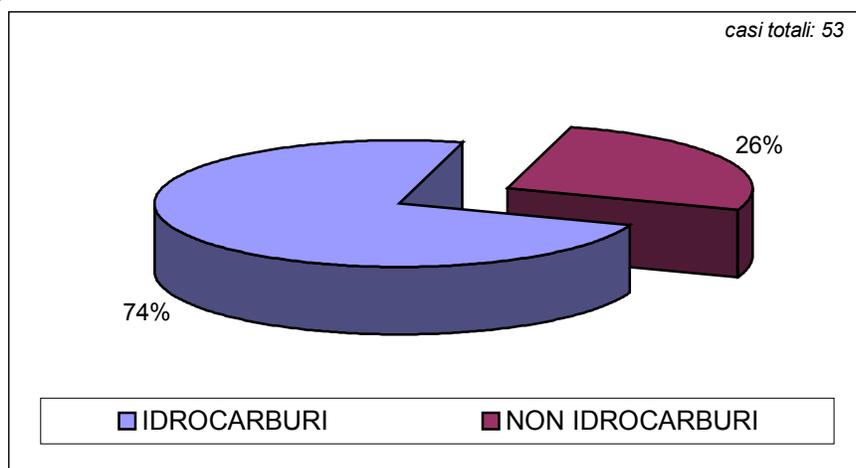


Fig.35: “Tipologie di Non Idrocarburi Interessate”

casi totali: 138

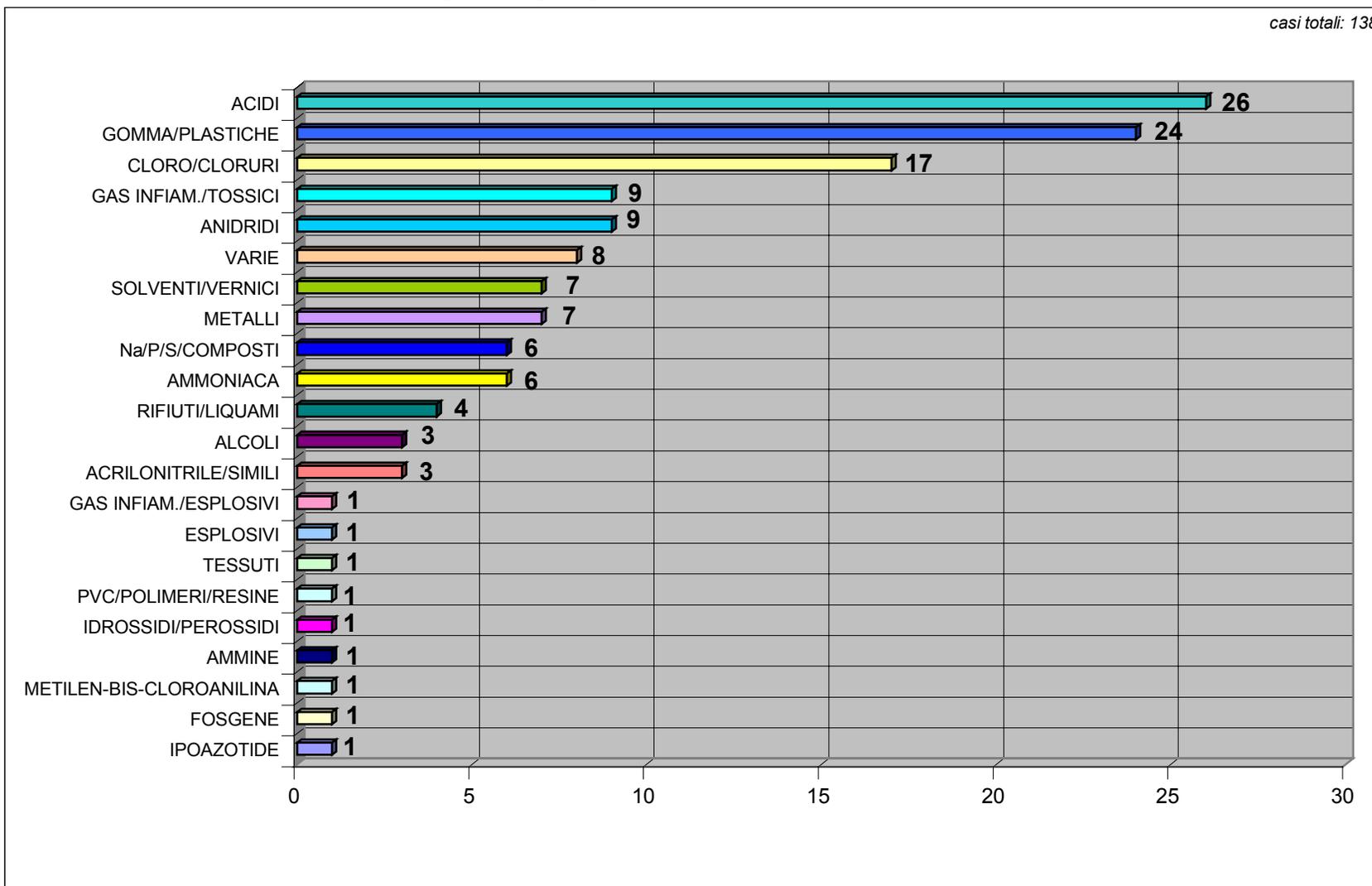


Fig.35 bis: “Tipologie di Non Idrocarburi a Rischio T e T+ Interessate”

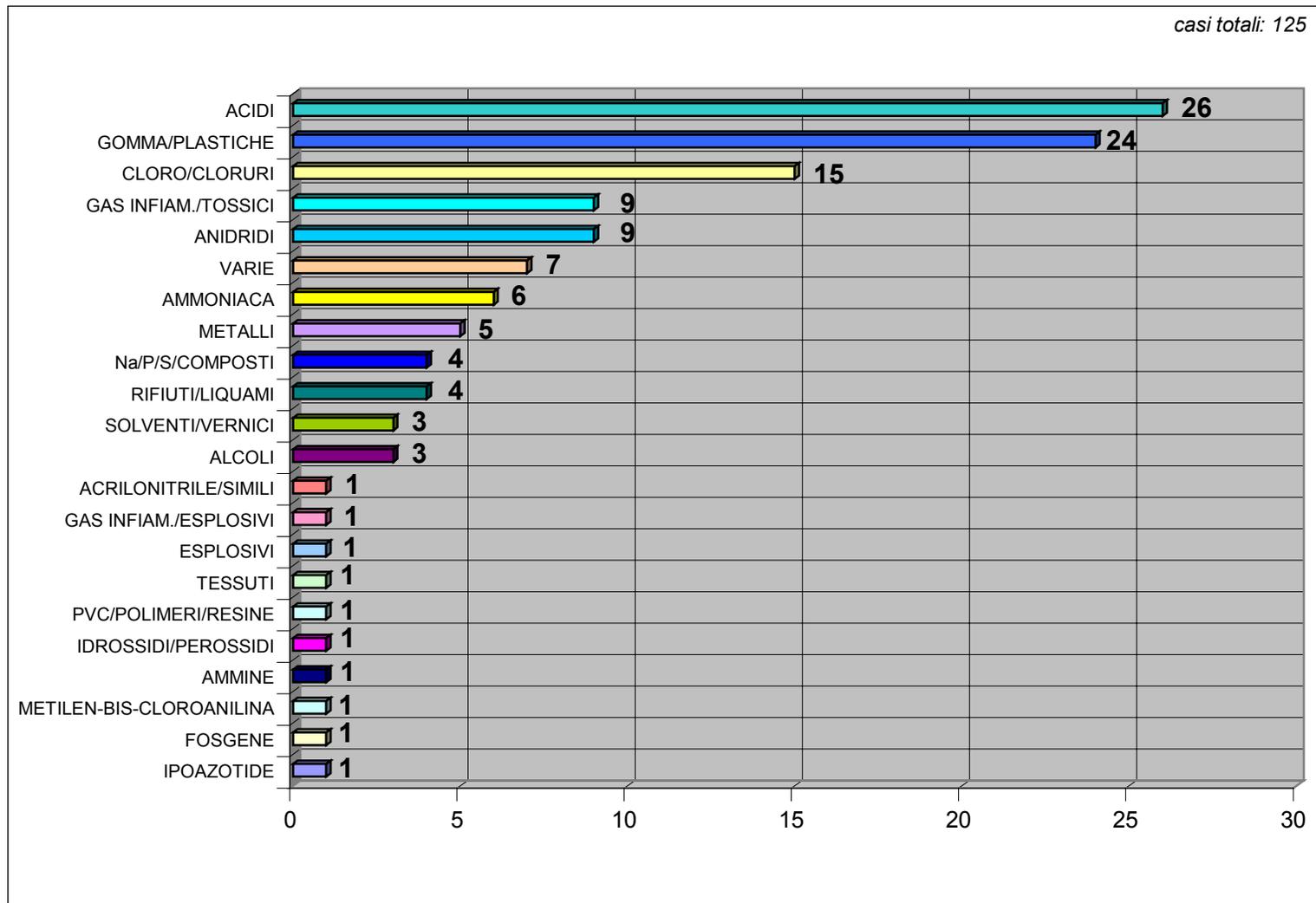


Fig.35 tris: “Tipologie di Non Idrocarburi a Rischio Xn Interessate”

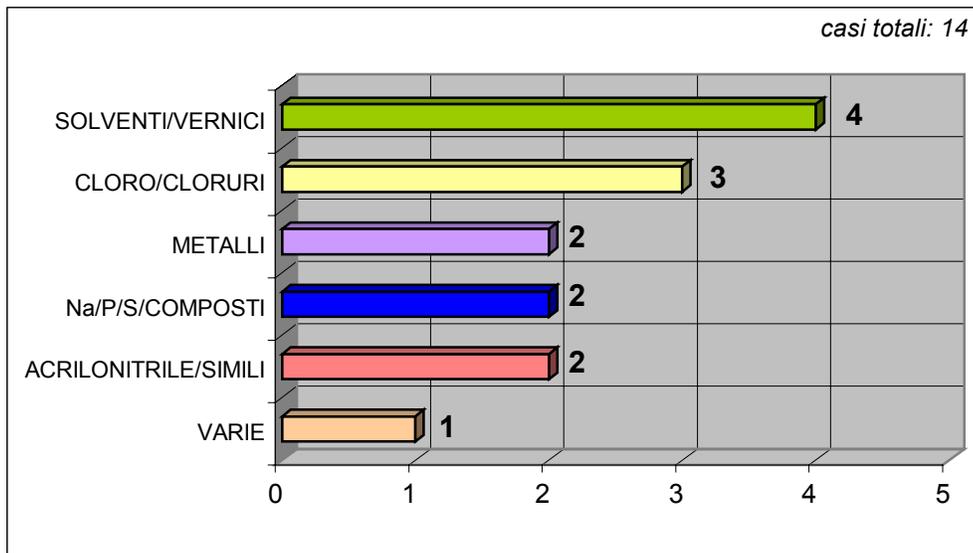


Fig.36: “Tipologie di Idrocarburi Interessate”

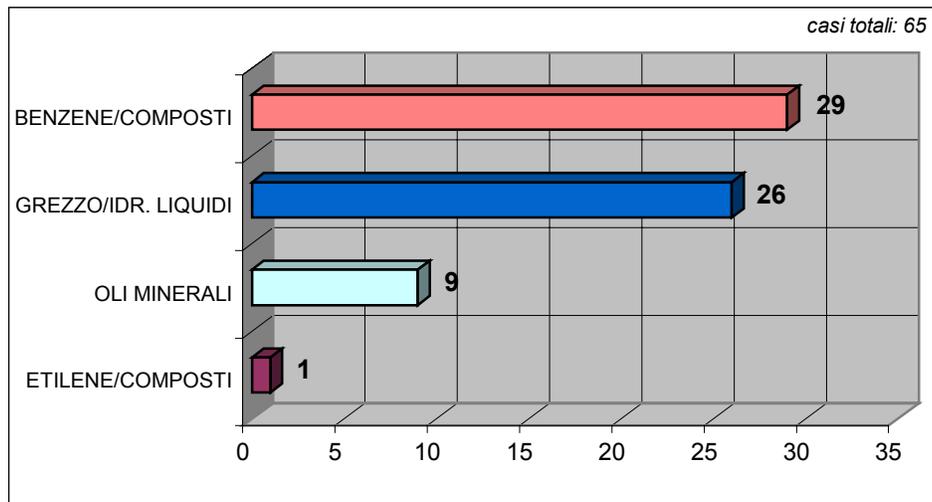


Fig.36 bis: “Tipologie di Idrocarburi a Rischio T e T+ Interessate”

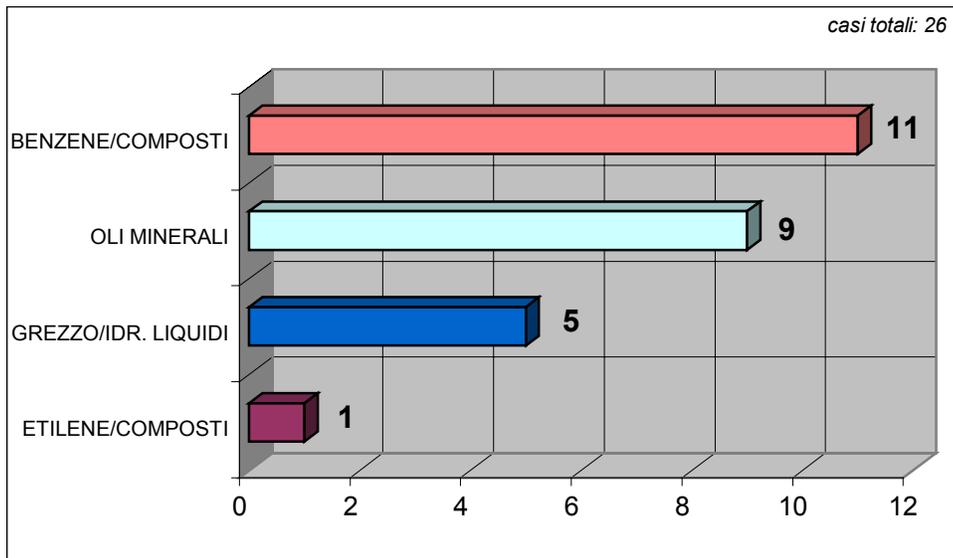


Fig.36 tris: “Tipologie di Idrocarburi a Rischio Xn Interessate”

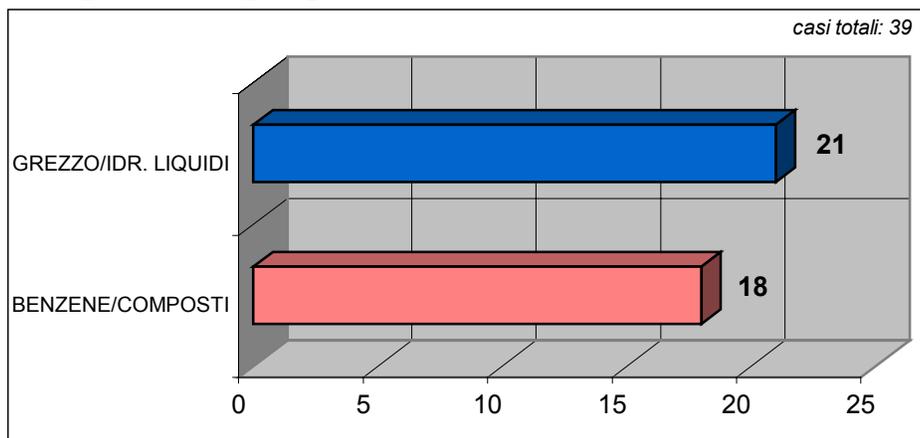


Fig.37: “Stato Fisico delle Sostanze Coinvolte/Rilasciate”

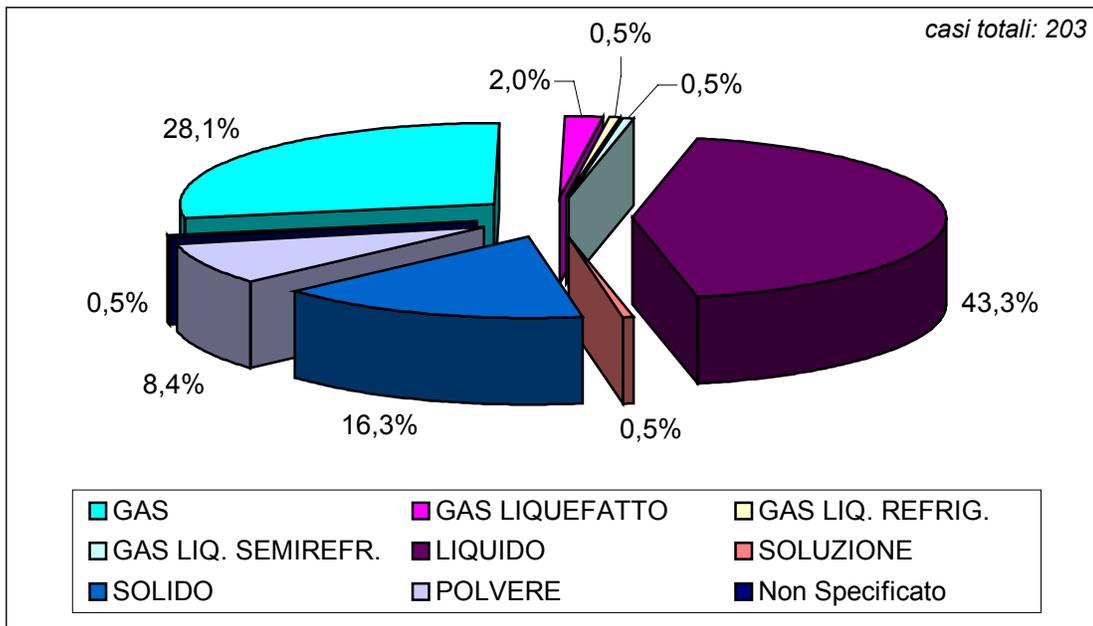
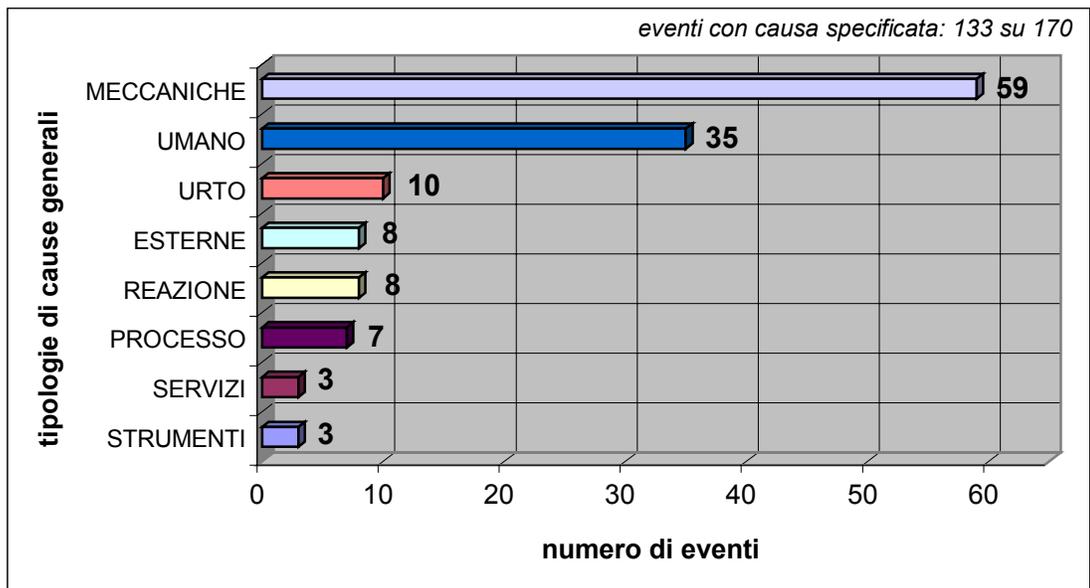


Fig.38: “Distribuzione per Causa Generale”



4. Elaborazioni Grafiche Impianti Industriali Fissi - Sostanze a Rischio T, T+, Xn.

Fig.39: "Percentuale Eventi Incidentali"

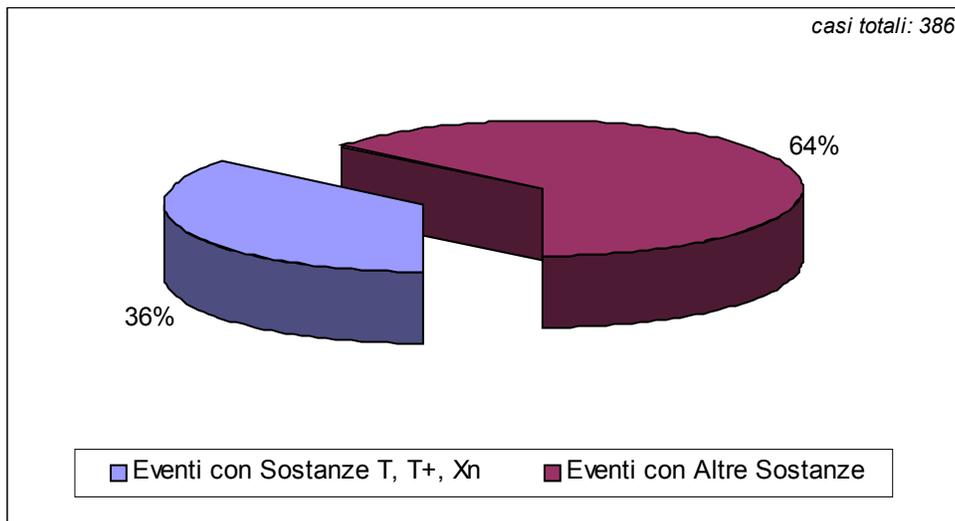


Fig.40: "Distribuzione degli Eventi per Classi di Pericolosità"

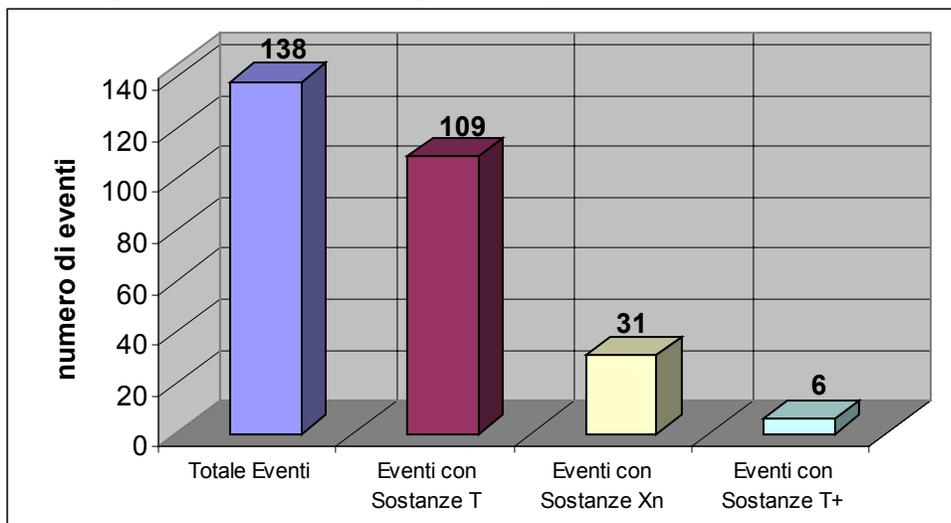


Fig.41: “Dettaglio per Tipologie di Attività e Numero di Casi”

ACCIAIO	5
METALLURGIA	3
RAFFINERIA METALLI	1
RECUPERO METALLI	2
ACCIAIO/METAL.	11

CHEMICALS	3
CHIMICA	26
FARMACEUTICA	3
CHIMICA	32

PETROLCHIMICO	18
FENOLO	1
PETROLCHIMICA	19

POLIMERI	1
POLIURETANO	1
POLIMERI	2

RESINE	1
VERNICI	3
COLORANTI STOFFE	1
VERNICI - SOLVENTI	5

GOMMA	2
PLASTICHE	9
GOMMA - PLASTICA	11

RAFFINERIA	10
-------------------	-----------

GAS	1
GAS	1

PESTICIDI	1
ESPLOSIVI	1

CEMENTIFICIO	1
INDUSTRIA	11
ELETTRODOMESTICI	1
ALIMENTARE	6
CENTRALE ELETTRICA	1
GALVANICA	1
INDUSTRIA	21

TESSILE	2
TESSILE	2

MAGAZZINI	2
STOCCAGGIO	7
STOCCAGGIO	9

TRATTAMENTO ACQUA	1
SMALTIMENTO RIFIUTI	13
SMALTIMENTO	14

Fig.42: "Principali Attività Coinvolte"

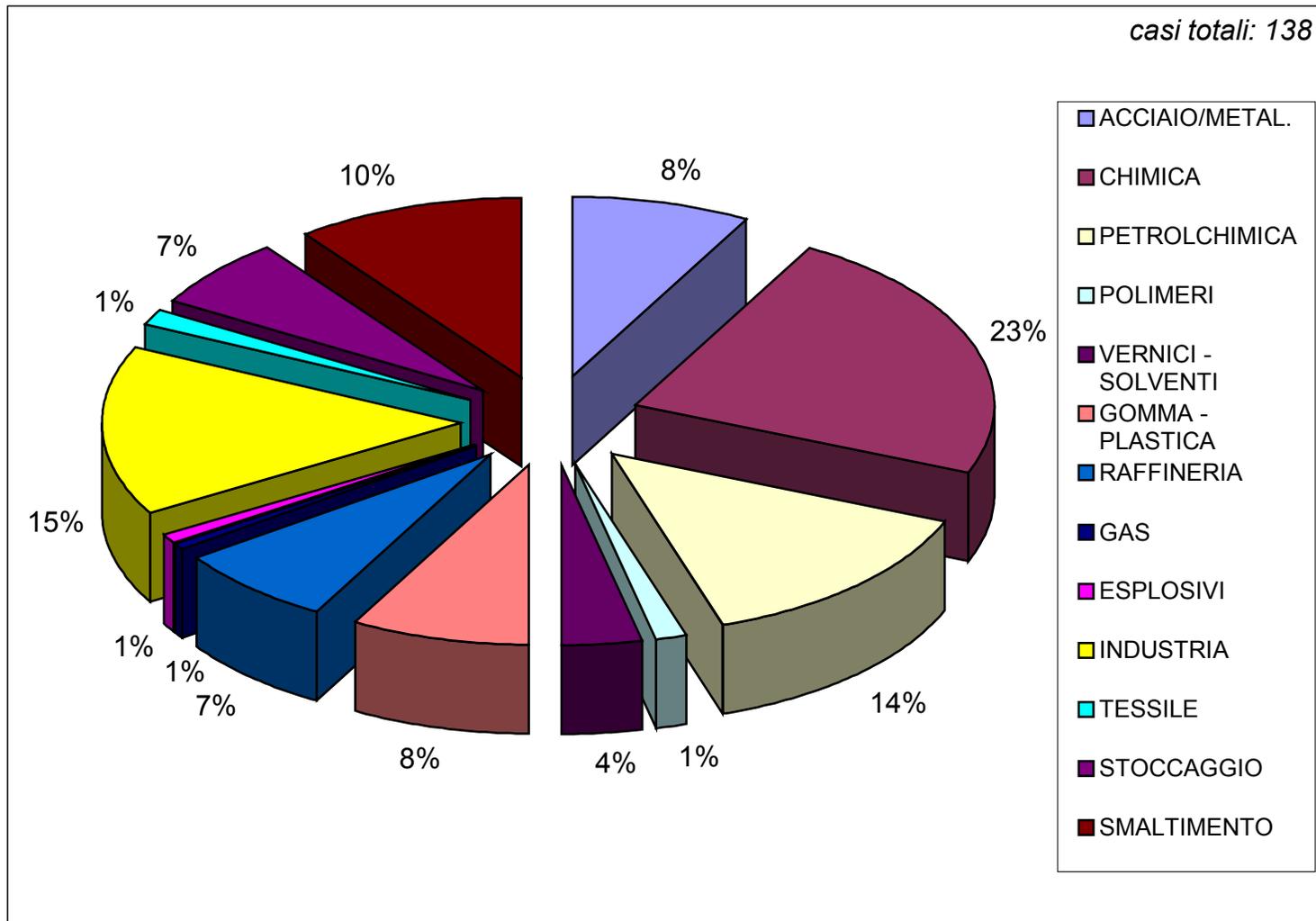


Fig.43: “Macroclassi di Sostanze Coinvolte/Rilasciate”

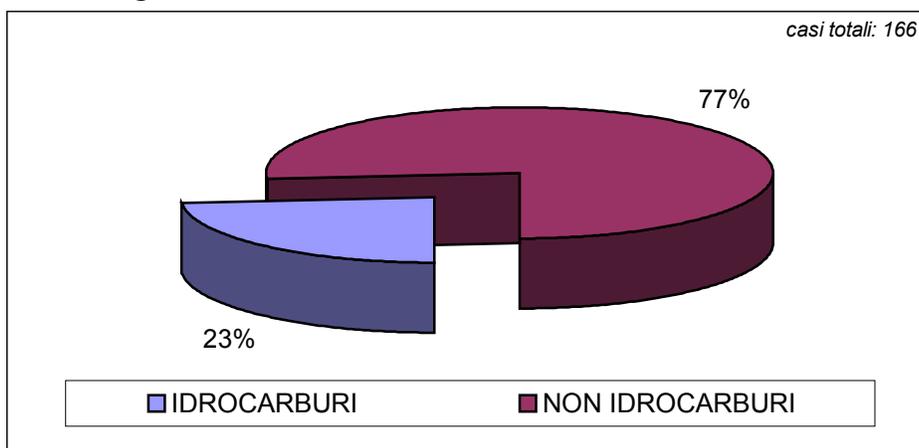


Fig.43 bis: “Macroclassi di Sostanze a Rischio T e T+ Coinvolte/Rilasciate”

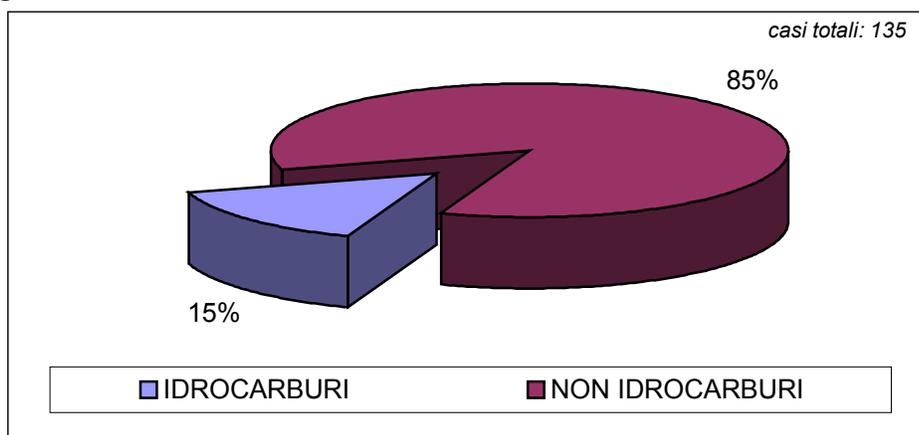


Fig.43 tris: “Macroclassi di Sostanze a Rischio Xn Coinvolte/Rilasciate”

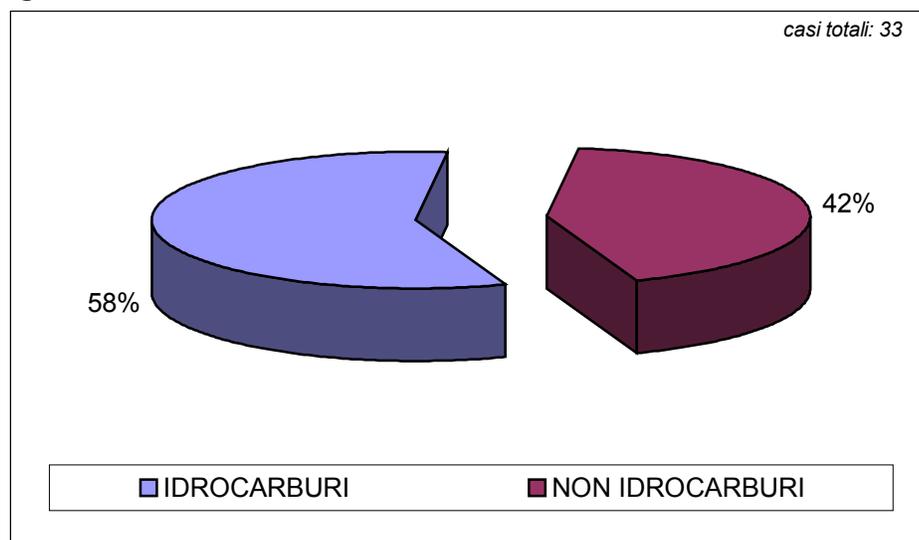


Fig.44: “Tipologie di Non Idrocarburi Interessate”

casi totali: 127

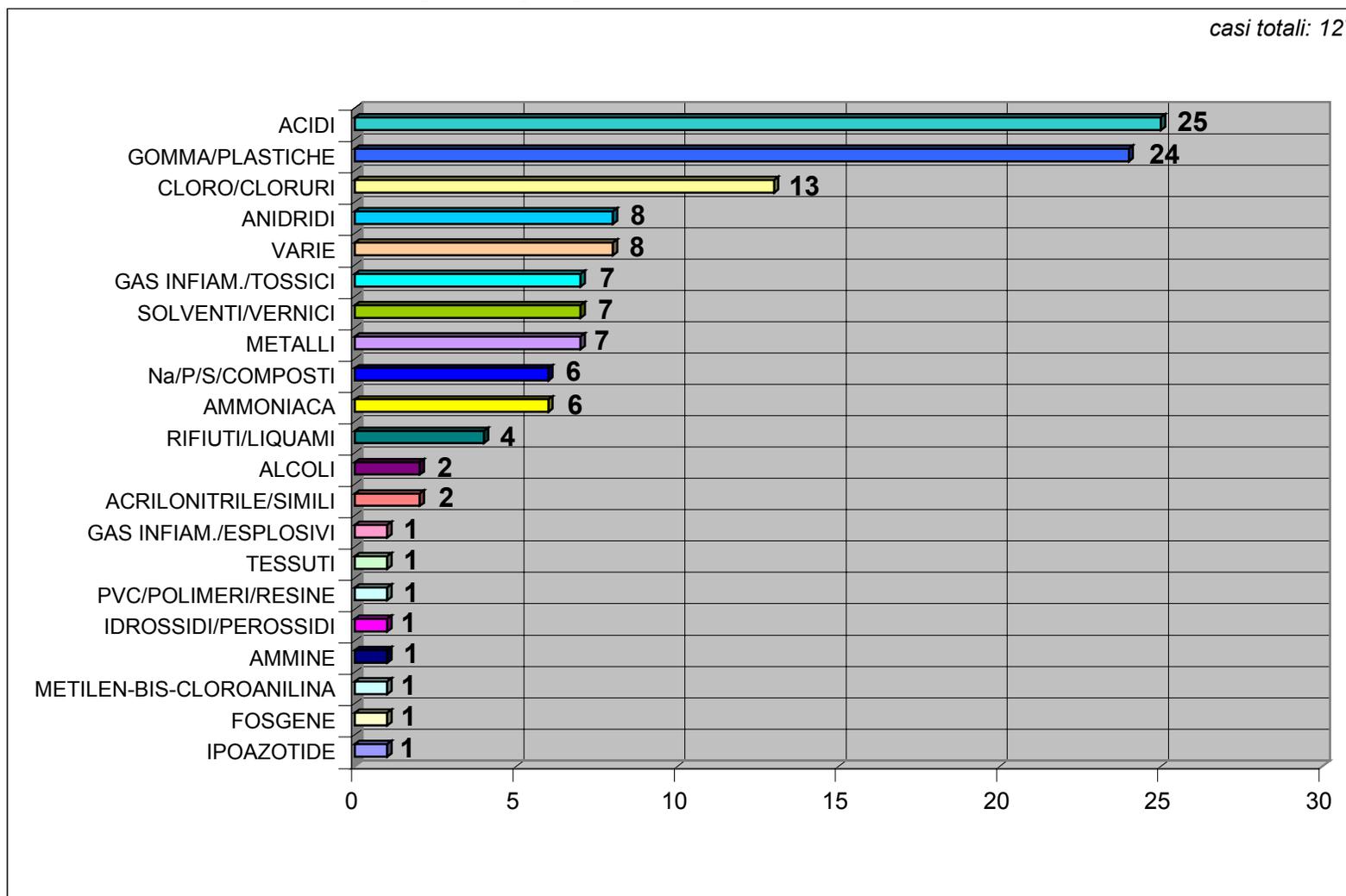


Fig.44 bis: “Tipologie di Non Idrocarburi a Rischio T e T+ Interessate”

casi totali: 115

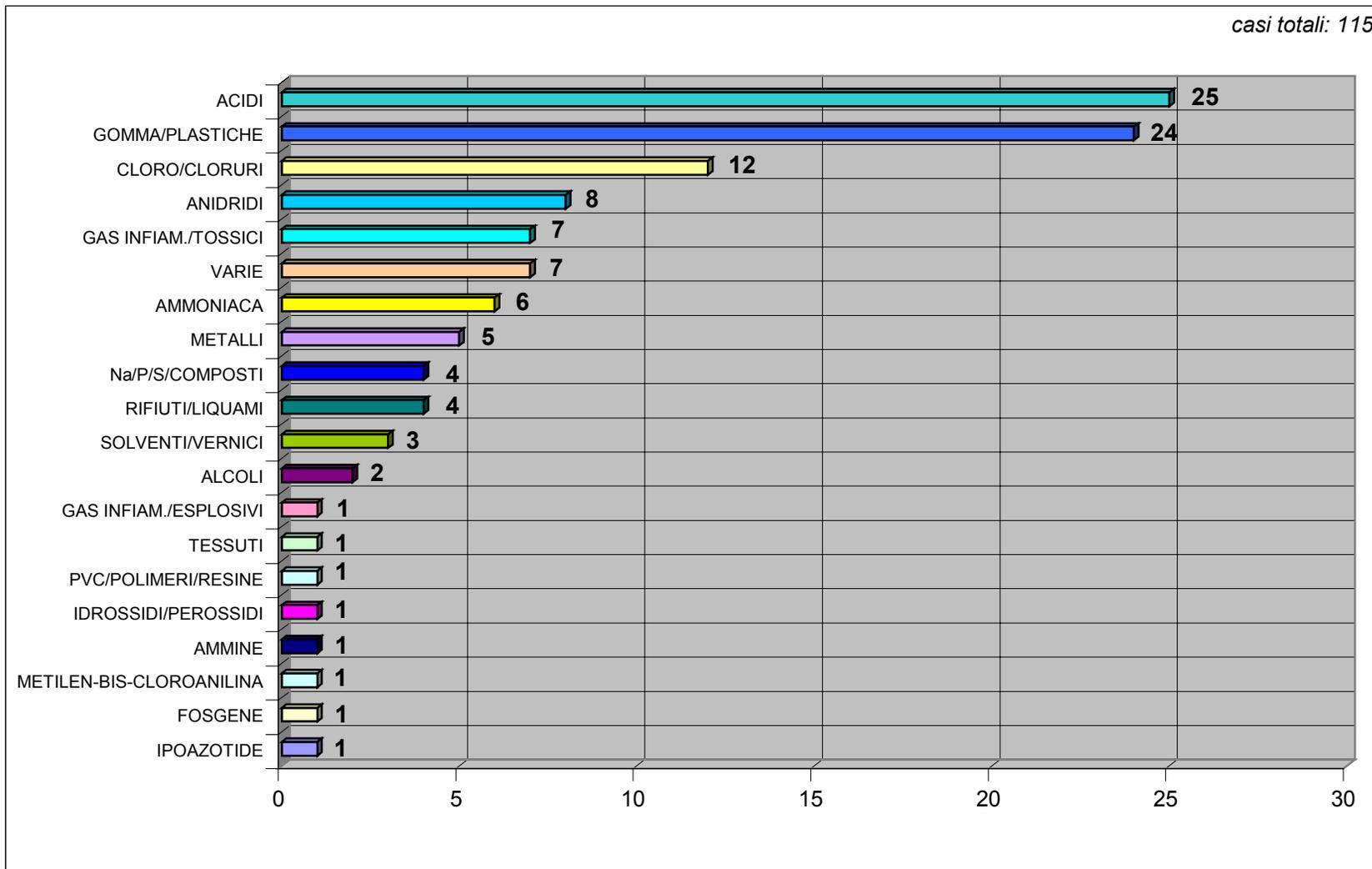


Fig.44 tris: “Tipologie di Non Idrocarburi a Rischio Xn Interessate”

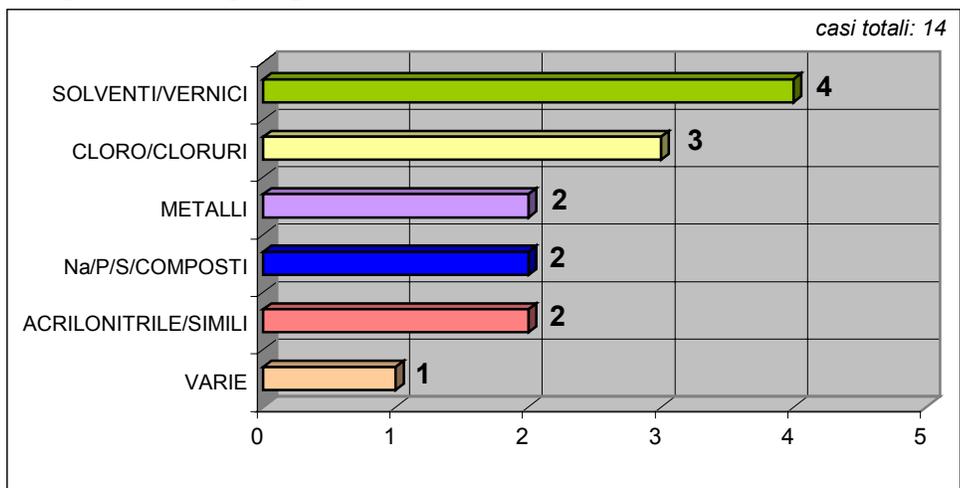


Fig.45: “Tipologie di Idrocarburi Interessate”

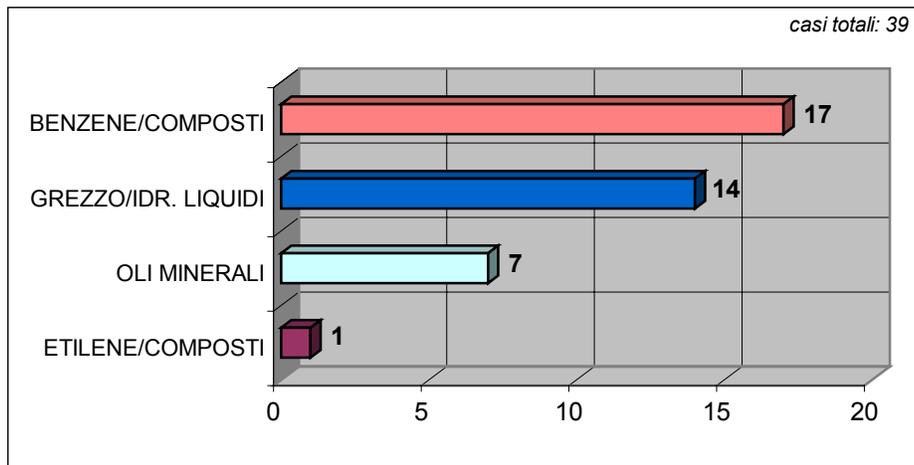


Fig.45 bis: “Tipologie di Idrocarburi a Rischio T e T+ Interessate”

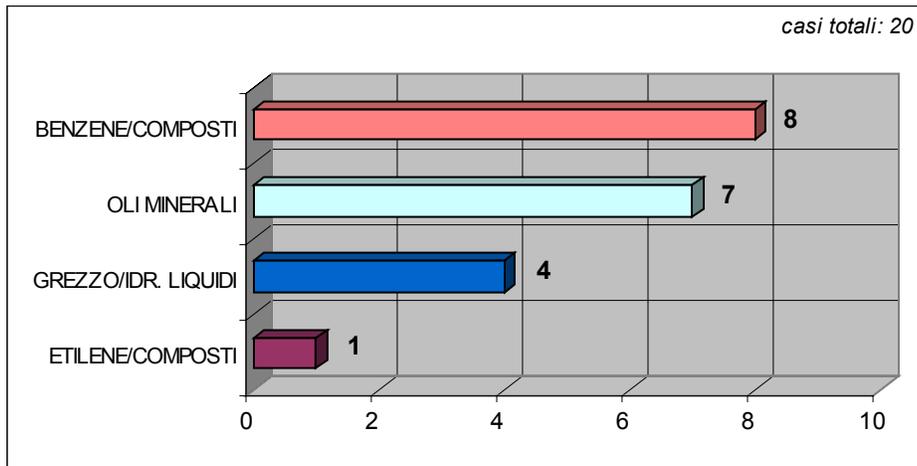


Fig.45 tris: “Tipologie di Idrocarburi a Rischio Xn Interessate”

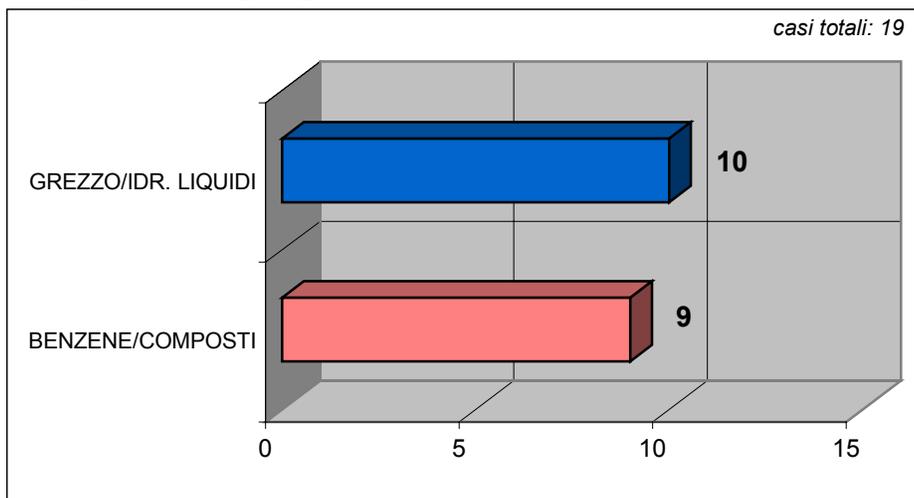


Fig.46: “Stato Fisico delle Sostanze Coinvolte/Rilasciate”

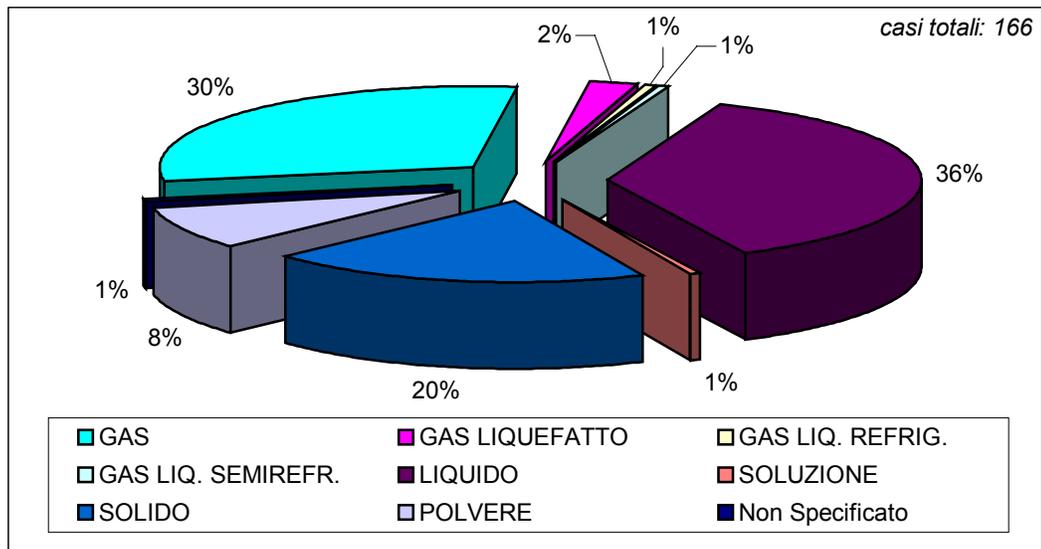


Fig.47: “Distribuzione per Causa Generale”

