

Università degli Studi di Napoli “Federico II”



Corso di Laurea Triennale in
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

TESI DI LAUREA

**«ESPLOSIONI DI POLVERI DELL'INDUSTRIA FARMACEUTICA E ALIMENTARE:
RICOGNIZIONE E ANALISI»**

RELATORE

Ch.mo Prof. Roberto Andreozzi

CANDIDATO

Michele Lerro

Matr. 518/685



ANALISI DEL RISCHIO

Tale analisi comporta la valutazione di:

- tutti i materiali trattati;
- le operazioni effettuate, compresi i sottoprodotti;
- gli spazi coinvolti (compresi quelli nascosti);
- le potenziali fonti di ignizione;



ESPLOSIONE

Una definizione di Esplosione è:

Accensione di una miscela di un materiale infiammabile in aria con conseguente rapida espansione del volume dei gas combusti o aumento della pressione.



CLASSIFICAZIONE DELLE ESPLOSIONI:

- Esplosioni di gas e vapori;
- Esplosioni di polveri;



ESPLOSIONI DI POLVERI

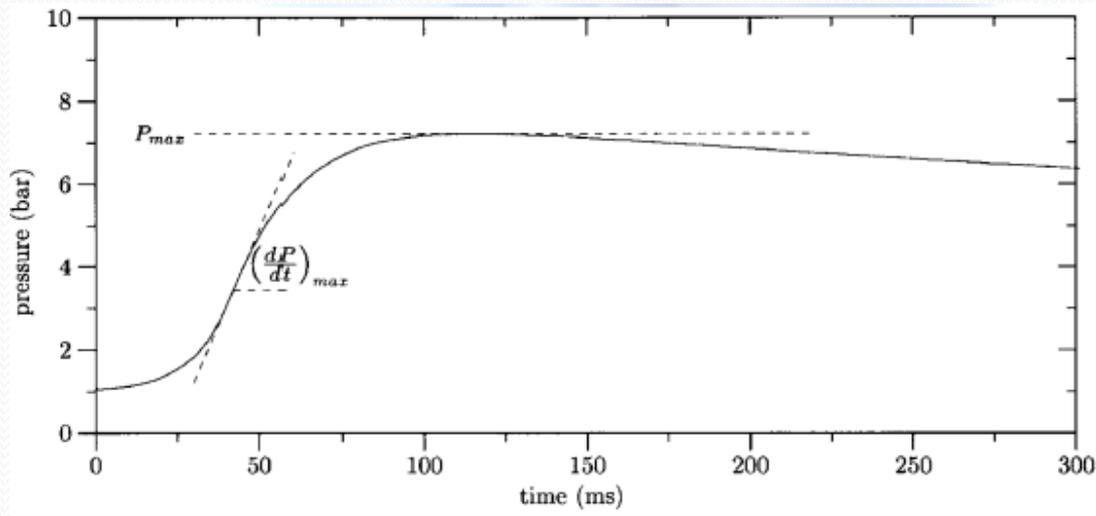
Affinchè si propaghi un'esplosione da polvere devono verificarsi tali condizioni:

- la polvere deve essere combustibile;
- La polvere deve poter formare una nube ovvero una sospensione in aria;
- La polvere deve avere una granulometria capace di propagare la fiamma;
- La concentrazione del combustibile deve essere compresa in un intervallo di infiammabilità;
- Deve essere presente un innesco;
- L'atmosfera entro cui è sospesa la nube deve contenere sufficiente ossigeno;



LEGGE CUBICA

L' espressione è : $(dP/dt)_{\max} \times V^{1/3} = K_{st}$



Sperimentalmente si osserva che la massima derivata della pressione non coincide con il punto di massimo della curva, cioè non si ha in corrispondenza del massimo valore di pressione raggiunto durante l'esplosione.



CLASSI D'ESPLOSIONE DI UNA POLVERE

Tabella 10 - Correlazione tra i valori di K_{st} e la classe di esplosione di una polvere

Classe di esplosione	K_{st} bar.m.s ⁻¹		Tipo di esplosione
	esplosivo, 10 kJ	scariche continue, 10 J	
St0	0	0	nessuna
St1	<200	<100	debole
St2	>200-300	>100-200	forte
St3	>300	>200	molto forte



OBIETTIVO TESI

L'obiettivo della tesi è quello di analizzare in modo sistematico i dati disponibili in letteratura relativi al comportamento esplosivo di polveri farmaceutiche e alimentari nell'industria di processo.



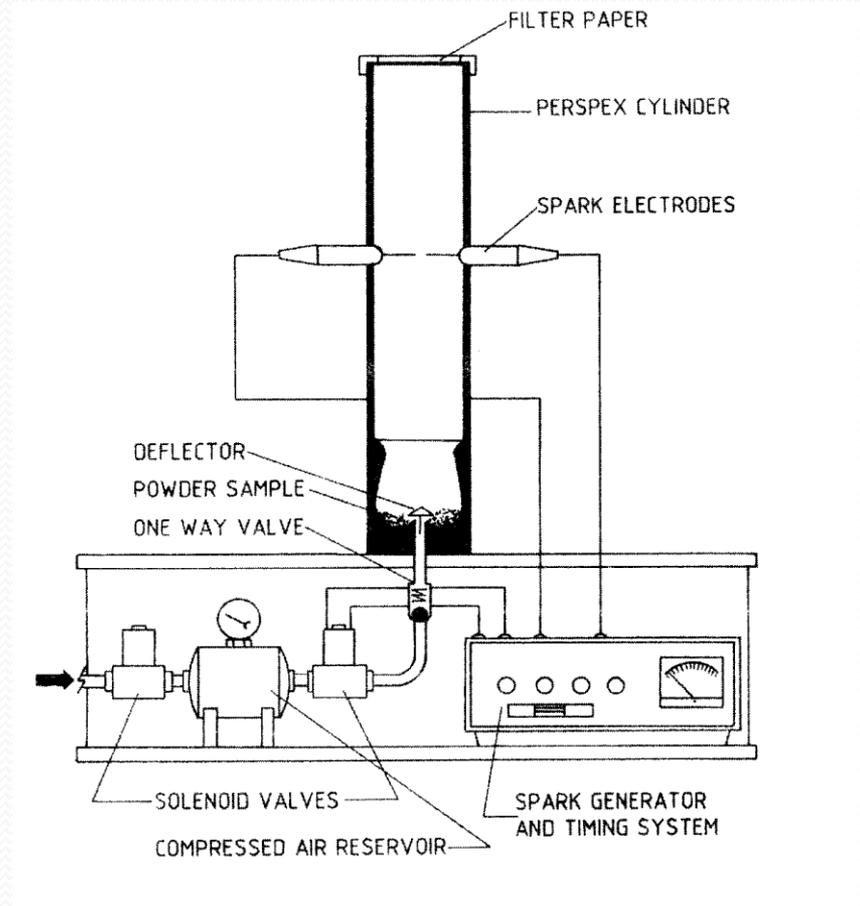
Sperimentazioni

I risultati sono stati elaborati da sperimentazioni effettuate dal CSB(agenzia federale degli Stati Uniti d'America indipendente incaricata di indagare gli incidenti chimici industriali) che ha avviato uno studio di rischi su polveri combustibili



Apparecchiature

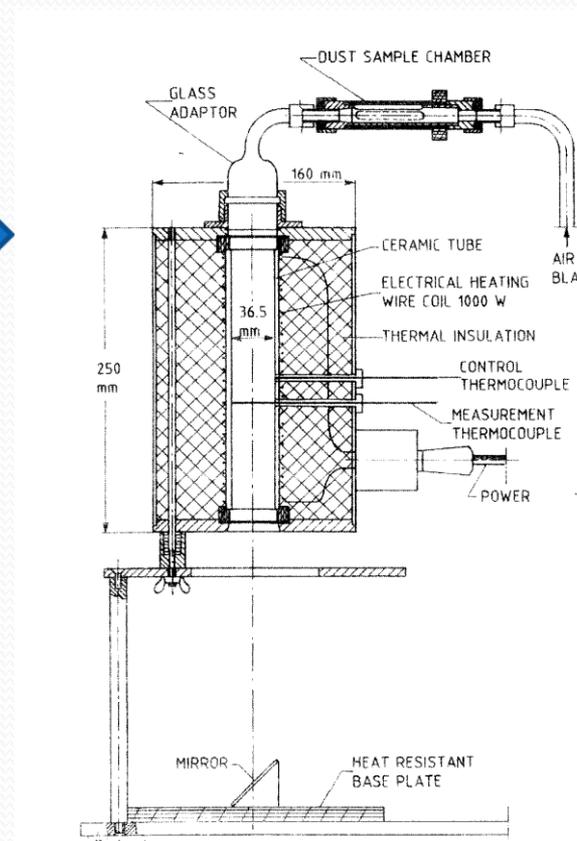
MIE





Apparecchiature

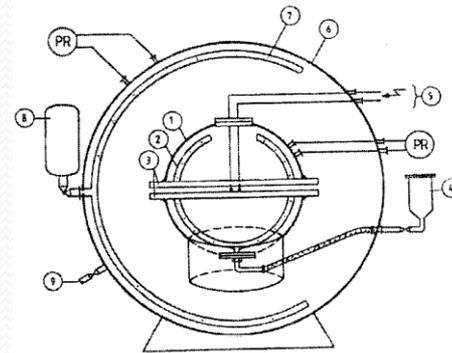
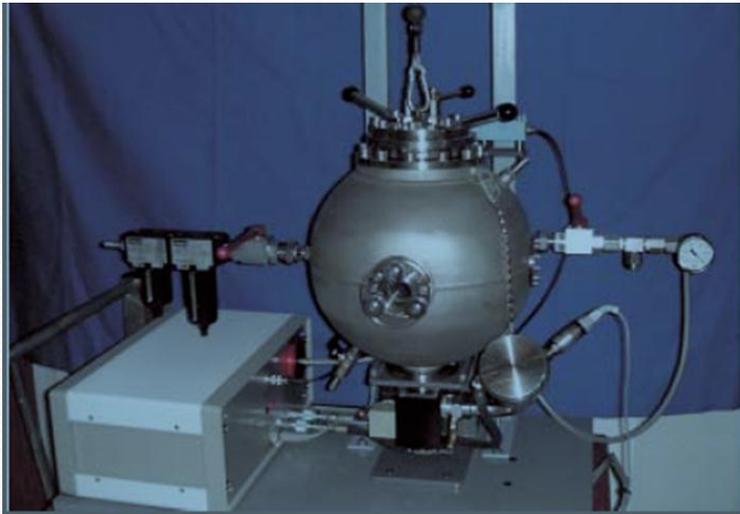
MAIT





Apparecchiature

BOMBA DI BARTKNECHT



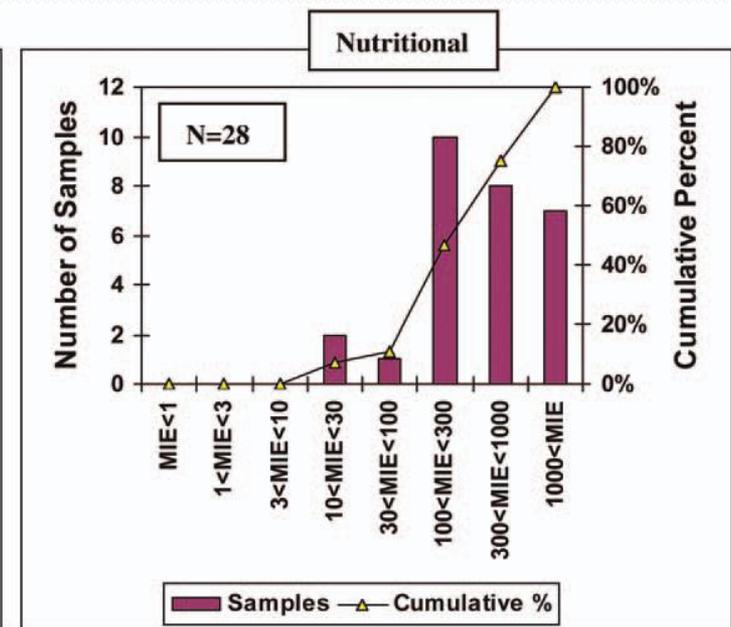
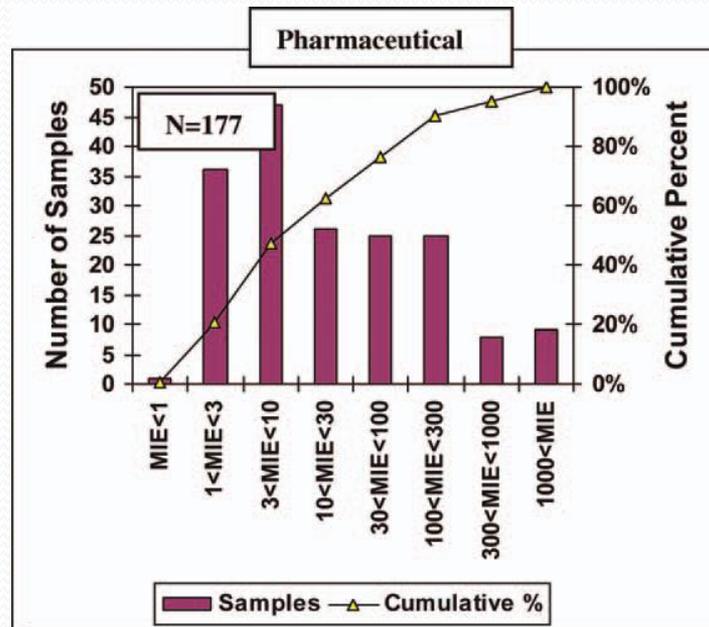
- ① ignition sphere 401
- ② ring nozzle
- ③ flanges
- ④ dust storage chamber
- ⑤ ignition source
- ⑥ secondary container (1m³)
- ⑦ ring nozzle
- ⑧ dust storage chamber
- ⑨ exhaust gas

PR = pressure sensors



RISULTATI CSB

PROVE MIE:

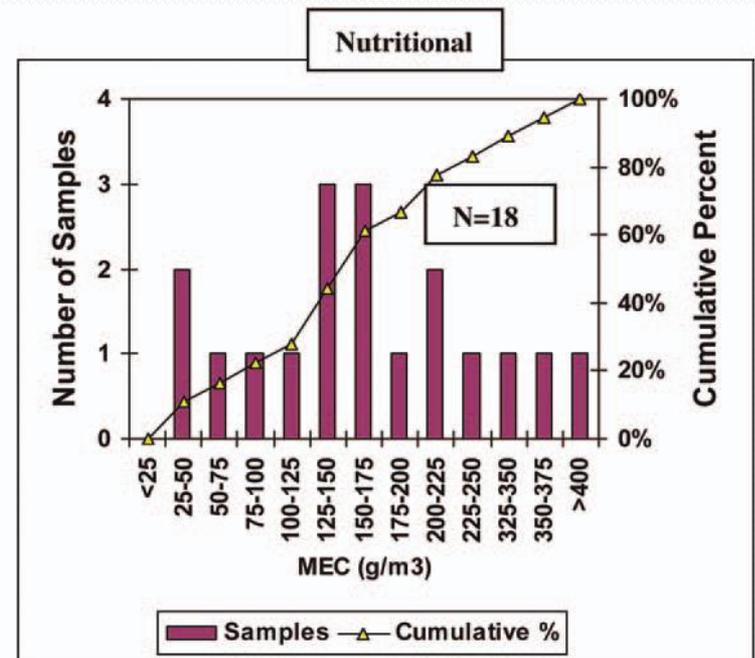
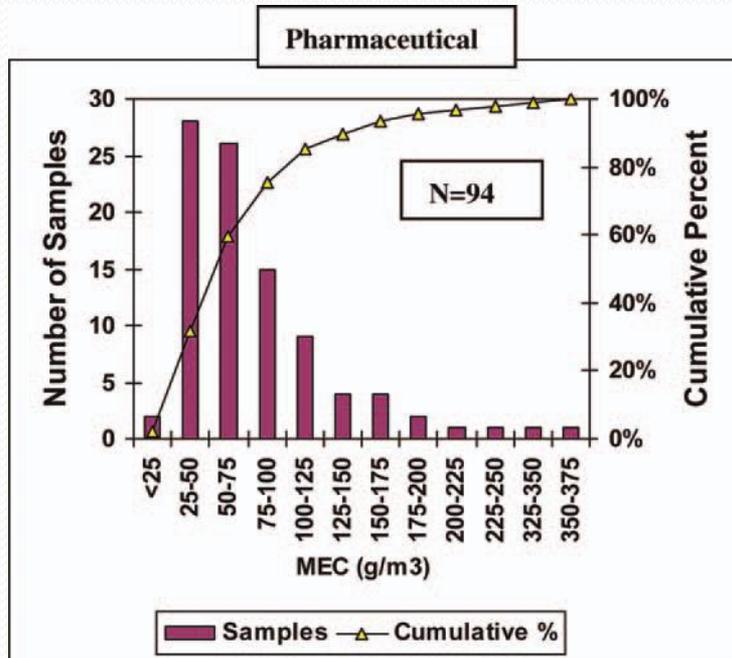


- tutti i campioni analizzati presentano un MIEs maggiore di 1 mJ
- Il 47% dei campioni farmaceutici presenta un MIE inferiore di 10 mJ
- Tutti i 28 campioni nutrizionali presentano un MIE maggiore di 10 mJ
- il 54% dei campioni nutrizionali presenta un valore di MIE maggiore di 100 mJ rispetto a solo il 10% dei campioni farmaceutici



RISULTATI CSB

PROVE MEC:

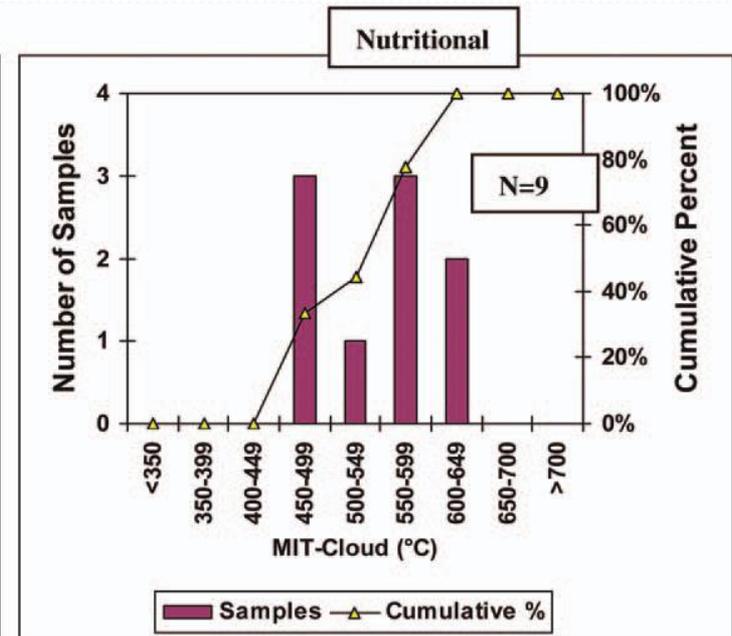
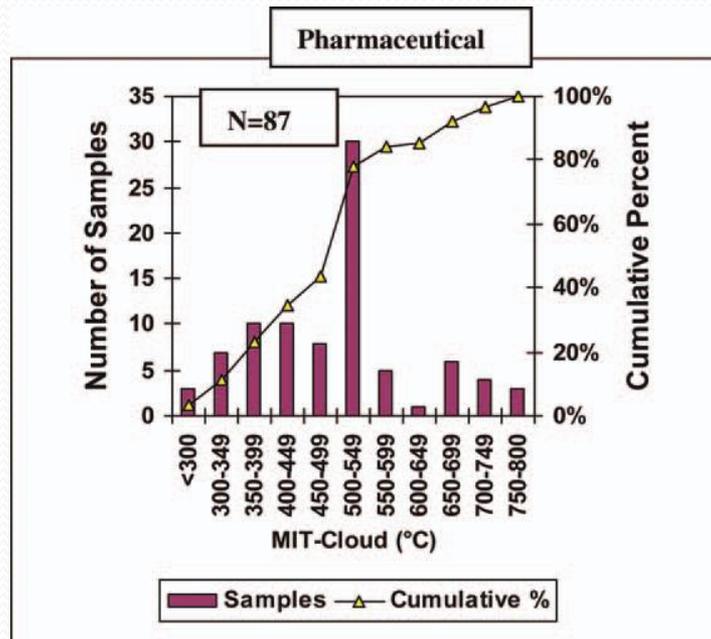


- il 33% dei prodotti farmaceutici presenta un MEC inferiore 50 g/m^3
- il 76% dei prodotti farmaceutici presenta un valore di MEC inferiore 100 g/m^3
- in contrasto si ha che:
- il 22% dei prodotti nutrizionali presenta un valore inferiore a 100 g/m^3



RISULTATI CSB

PROVE MAIT:

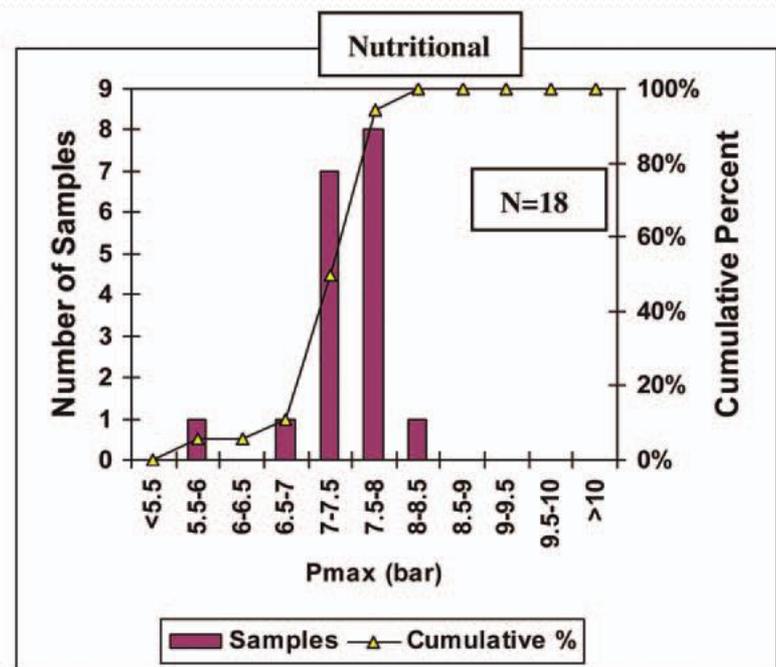
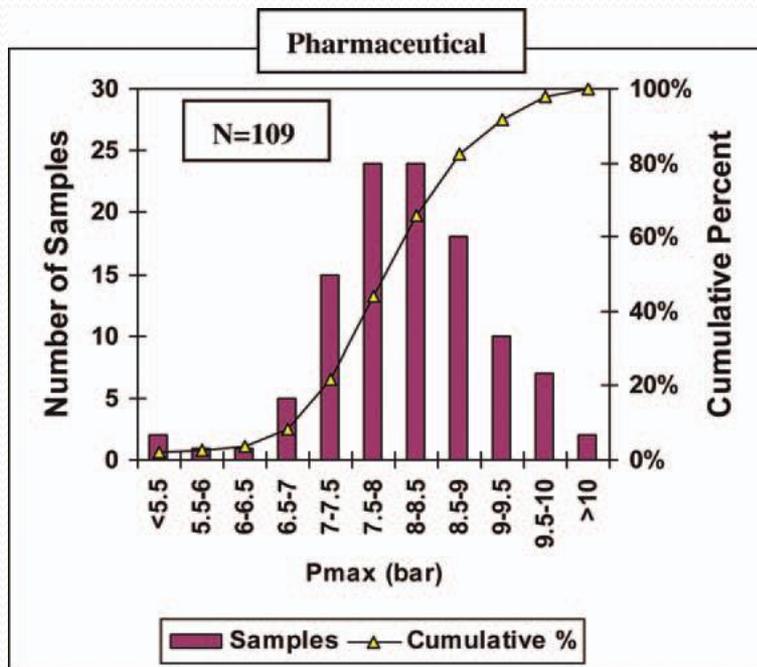


- l'80% degli 87 prodotti farmaceutici presenta un valore di MAIT compreso tra 500 e 550 gradi centigradi;
- i risultati ottenuti sui campioni nutrizionali sono limitati;



RISULTATI CSB

MASSIMA PRESSIONE DI PROVA DI ESPLOSIONE :

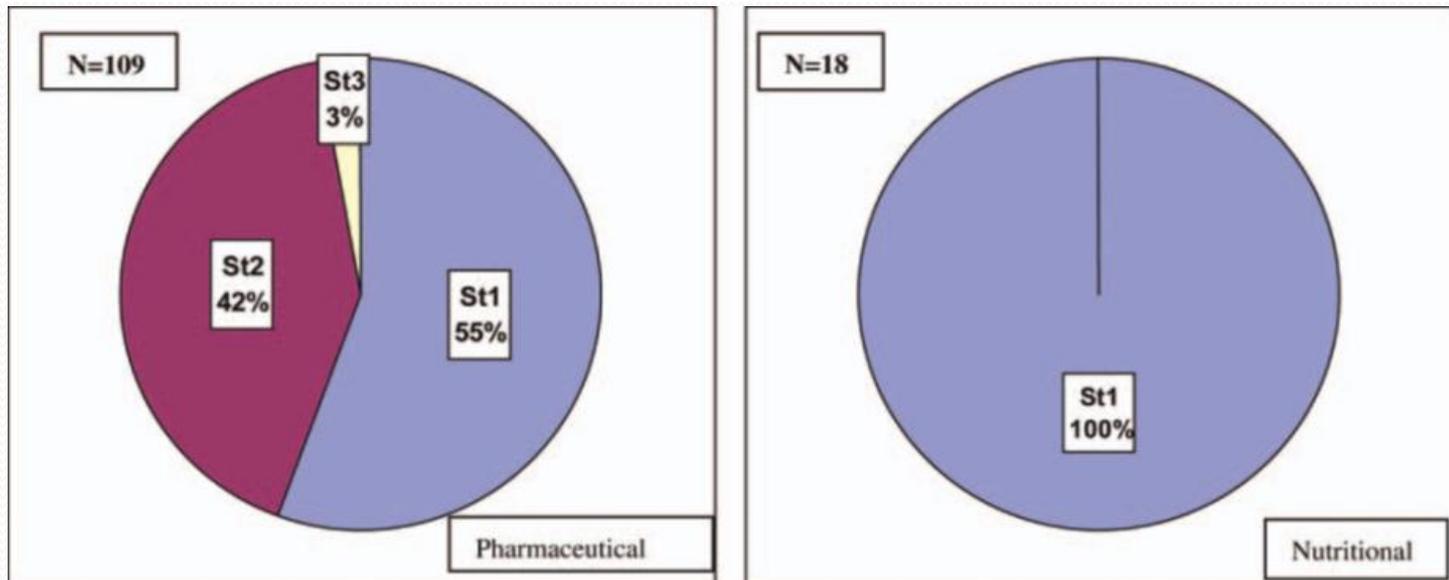


- il 34% dei 109 prodotti farmaceutici presenta una P_{\max} maggiore di 8,5 bar
- il 98% dei prodotti farmaceutici presenta una P_{\max} inferiore di 10 bar
- tutti i prodotti nutrizionali presentano una P_{\max} inferiore di 8.5 bar



RISULTATI CSB

CLASSI D'ESPLOSIONI:



- il 3% dei prodotti farmaceutici presenta una classe d'esplosione St3
- il 42% dei prodotti farmaceutici presenta una classe St2
- il 55% dei prodotti farmaceutici presenta una classe d'esplosione St1
- Tutti i campioni analizzati nutrizionali analizzati sono classificabili come St1



CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Sulla base di quanto riportato si può concludere che:

- i test sulle polveri sono costosi e possono richiedere l'utilizzo di grandi quantità di materiale;
- i risultati ottenuti non sono esaustivi;

Relativamente ai dati analizzati si ha che:

- I campioni nutrizionali hanno una probabilità di accensione e una violenza d'esplosione minore rispetto a quelli farmaceutici;

È evidente che:

- bisogna aumentare la dimensione del set di dati per avere maggiore sicurezza;



GRAZIE

PER

L'ATTENZIONE