



ID 233

ANALISI DEI RISCHI NATECH IN STABILIMENTI “SEVESO”

Ruffi M.G.¹, Piegai F.², Monnanni G.³

1 ICARO Srl, g.ruffi@icarocortona.it

2 ICARO Srl, f.piegai@icarocortona.it

3 ICARO Srl, g.monnanni@icarocortona.it

Roma 15 Settembre 2016



"NaTech"



**"Natural Hazard Triggering
Technological Disasters"**

European Commission JRC, 2004

Alcuni eventi naturali possono essere la causa di incidenti industriali definiti NaTech, (Natural-Technological), ad indicare la loro doppia origine, naturale e tecnologica.



Analisi dei rischi

Lo sviluppo dell'analisi dei rischi originati da cause naturali ("NaTech") si basa su una ricerca accurata e organizzata dei dati storici sugli eventi naturali, occorsi nel territorio in cui è inserito uno stabilimento Seveso, alla base di una successiva valutazione di tipo probabilistico delle conseguenze.

Tornado



Tsunami



Tornado

Tornado: *una colonna d'aria in violenta rotazione pendente da un cumulonembo e quasi sempre osservabile come una nube a imbuto*

Meteorological Society - AMS 2000

Caratteristiche principali

- Diametro del vortice da poche decine di metri a diametri superiori al km.
- Velocità traslazionali tra i 50 e i 100 km/h.
- Venti di vortice che spirano a velocità da oltre 100 fino ad oltre 320 km/h.
- Notevole componente verticale dei venti.
- Caduta di pressione nell'ordine degli 0,1 bar.
- Creazione di "wind-borne missiles".

Scala Enhanced Fujita

Le informazioni sulle caratteristiche di un tornado si basano tuttora in prevalenza sul danno osservato, piuttosto che su misurazioni fisiche dirette. La stima dell'intensità dei tornado si basa sulla scala Enhanced Fujita, secondo la riformulazione in vigore dal 2007, la quale si compone di 6 livelli (EF0/EF5).



Tornado

Metodologia di valutazione del rischio Tornado adottata

1

- Caratterizzazione del territorio in esame

2

- Individuazione delle strutture e apparecchiature vulnerabili

3

- Calcolo della probabilità di danneggiamento

4

- Confronto della frequenza ottenuta con i criteri normalmente in uso nella analisi di rischio quantitativa

Eventuali Scenari Incidentali



Tornado

1

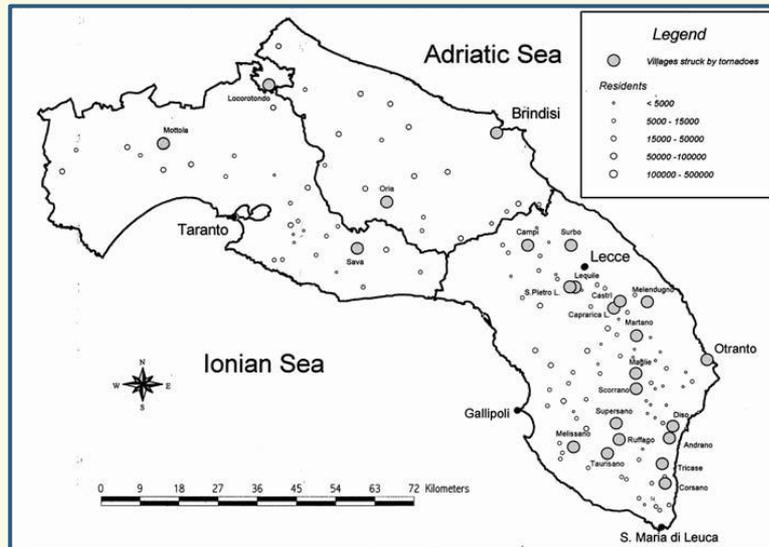
Caratterizzazione del territorio in esame

Bibliografia specializzata in materia

Es. La terra degli uragani, 2006,
Gianfreda, F., Miglietta, M., Sansò, P.

European Severe Weather Database

Es. Taranto 28-11-2012



Based on: information from : photo or video of the event, a report by a weather service, a newspaper report, photograph(s) and/or video footage of the inflicted damage, a report on a website

Occurring over: land

Intensity and characteristics: F3

The intensity rating was based on a damage survey by a severe weather expert.

Suction vortices were observed.

The funnel cloud was observed.

Path length: 14 km

Direction of movement: SSW-NNE

Number of people injured: 40

Number of people dead: 1

Report status: event fully verified (QC2)



Tornado

2 Individuazione delle strutture e apparecchiature vulnerabili

Scala Enhanced Fujita: Si basa su 28 Indicatori di danno relativi ad altrettante tipologie di strutture tipo. Per ogni indicatore è fornita la relazione tra velocità del vento (ossia livello di intensità del tornado) e grado di danno.

Grado di Danno

Velocità del vento

| DOD* | Damage description | EXP | LB | UB |
|------|--|-----|-----|-----|
| 1 | Threshold of visible damage | 67 | 54 | 83 |
| 2 | Inward or outward collapsed of overhead doors | 89 | 75 | 108 |
| 3 | Metal roof or wall panels pulled from the building | 95 | 78 | 120 |
| 4 | Column anchorage failed | 117 | 96 | 135 |
| 5 | Buckling of roof purlins | 118 | 95 | 138 |
| 6 | Failure of X-braces in the lateral load resisting system | 138 | 118 | 158 |
| 7 | Progressive collapse of rigid frames | 143 | 120 | 168 |
| 8 | Total destruction of building | 155 | 132 | 178 |

* Degree of Damage

Es. capannoni
con coperture
metalliche →



McDonald j. et al., 2004



Tornado

3

Calcolo della probabilità di danneggiamento

Distribuzione ed intensità degli eventi occorsi nell'area di studio



Stima della Frequenza base:
N°eventi/anno/km2



Tornado

4 Confronto della frequenza ottenuta con i criteri normalmente in uso nella analisi di rischio quantitativa

Frequenza attesa per l'area dello Stabilimento

Area di danno per Tornado EF2-EF3 150 m c.a. ^[1]
[1]: NOAA e National Severe Storms Laboratory, USA

Valore soglia credibilità >
 1×10^{-7}

Superficie interessata x frequenza base



Se $F >$ soglia di credibilità, approfondimenti sulle possibili conseguenze



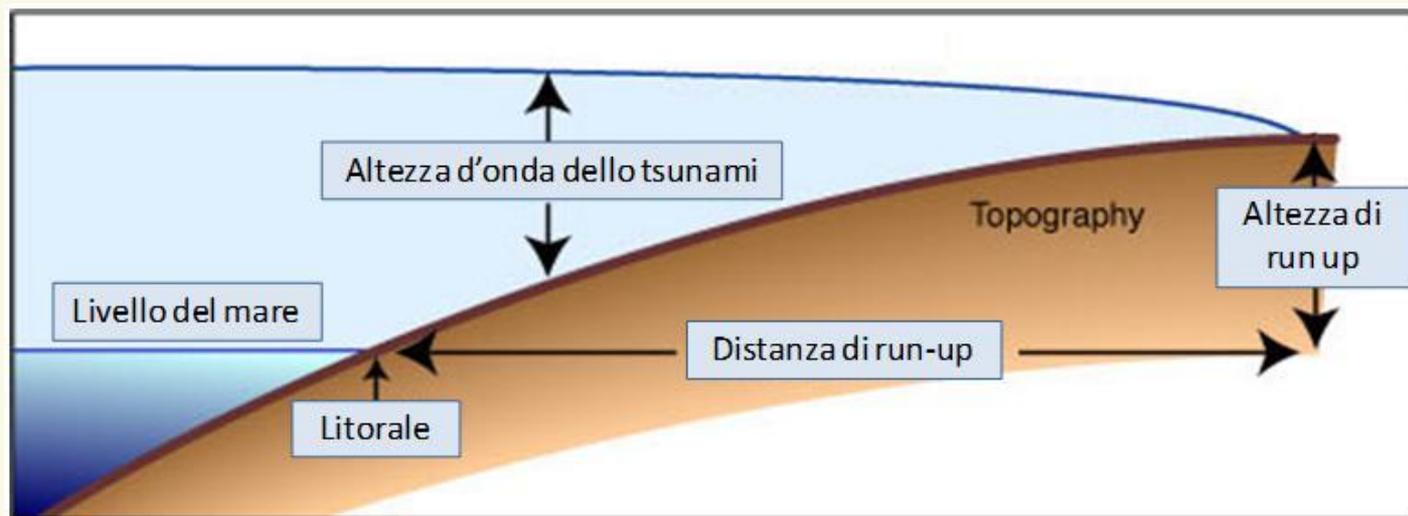
Tsunami

Velocità di propagazione approssimata da:

$$\sqrt{gh}$$

g = l'accelerazione di gravità

h = Profondità del mare



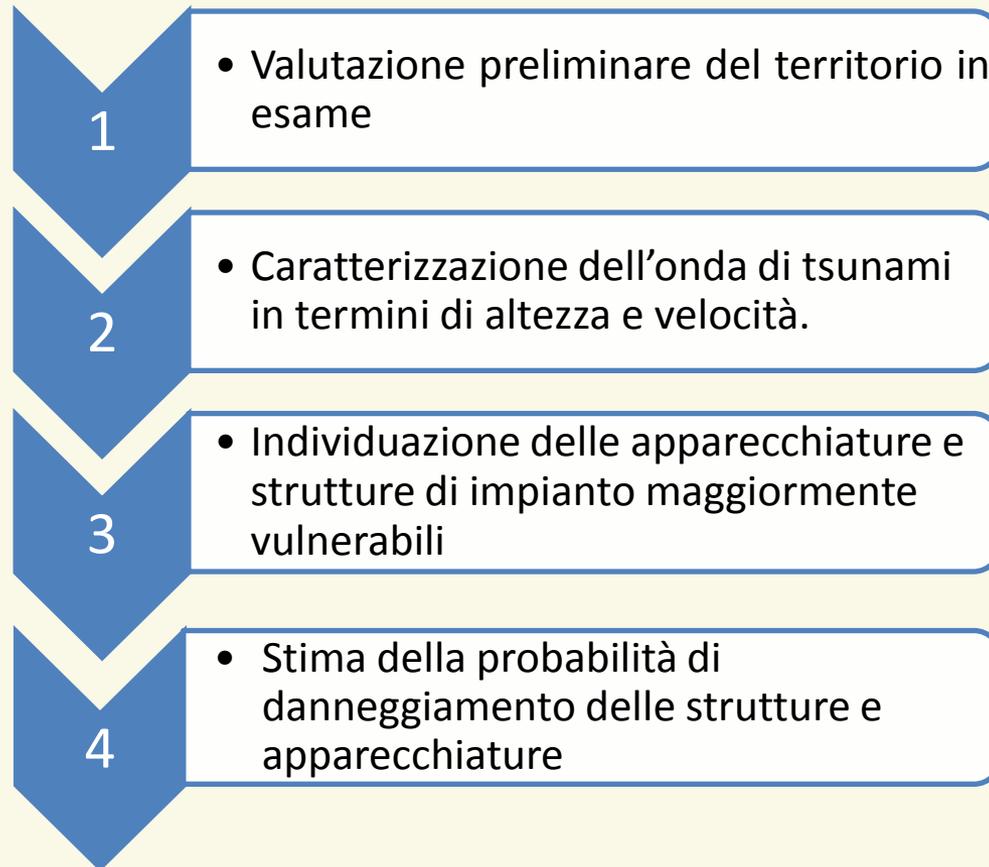
Caratteristiche principali

- Cause principali: Terremoti/Eruzioni vulcaniche/Frane sottomarine.
- Velocità di propagazione fino a 800 km/h.
- Intera colonna d'acqua interessata dal fenomeno.
- Massima ingressione registrata di circa 3.000m
- Massima altezza di run-up raggiunta in Italia 13m.



Tsunami

Metodologia di valutazione del rischio Tsunami adottata



Eventuali Scenari Incidentali



Tsunami

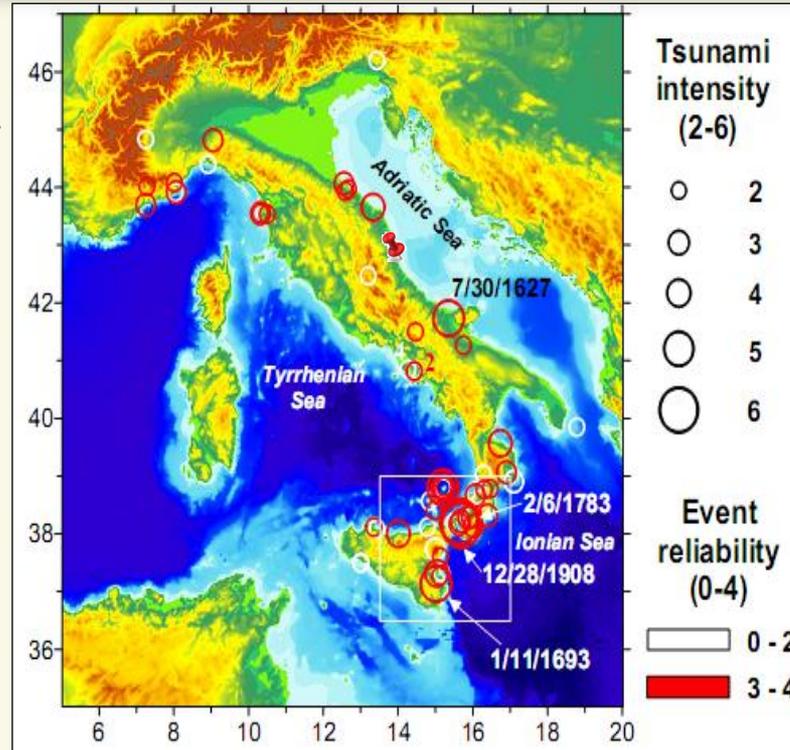
1

Valutazione preliminare del territorio in esame

Dati storici

Catalogo dei Maremoti italiani

(Tinti e Maramai)



Cause principali

- ✓ Terremoti
- ✓ Eruzioni Vulcaniche
- ✓ Frane sottomarine

Attendibilità attribuita alla fonte di dati



Tsunami

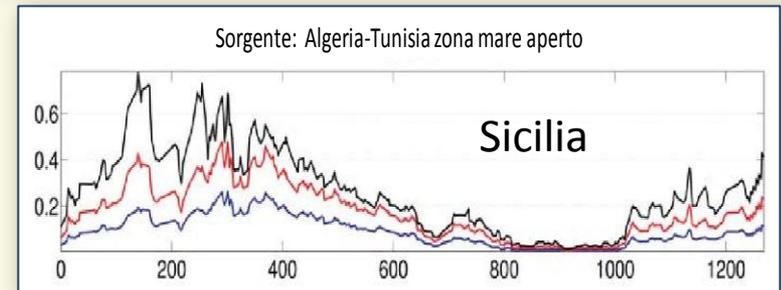
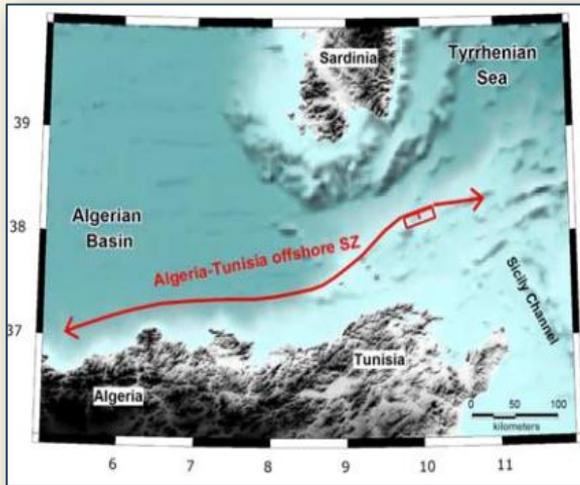
2

Caratterizzazione dell'onda di tsunami in termini di altezza e velocità.

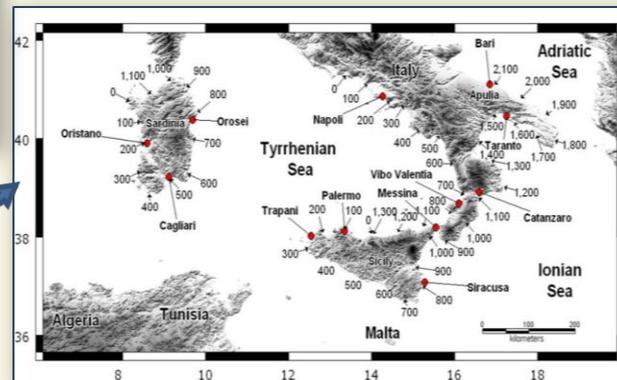
Bibliografia Specializzata:

Es. Studio modellistico: *INGV-Earthquake-generated tsunamis in the Mediterranean Sea*
(Lorito et al., 2008)

1. Individuazione sorgente tsunamigenica



2. Chilometriche costiere



3. Altezze d'onda stimate (livello medio e altri livelli statistici)



Tsunami

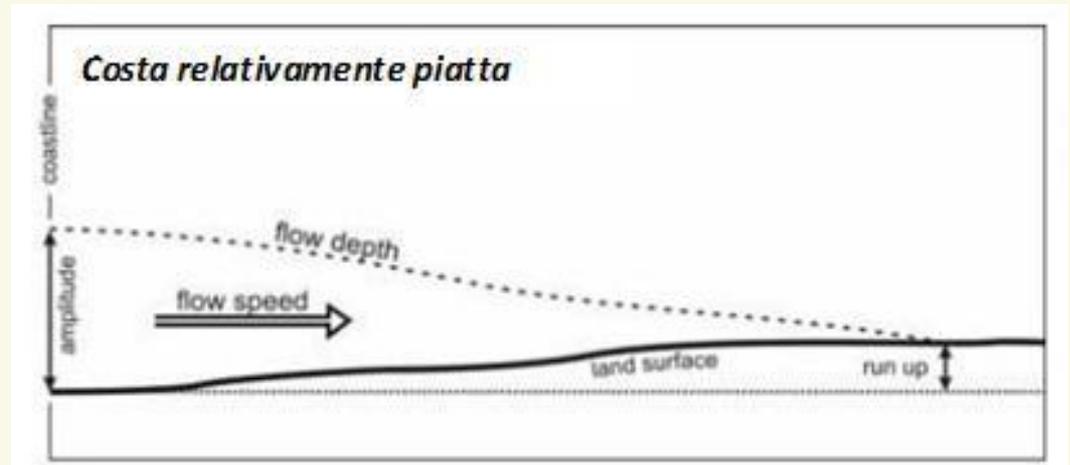
2

Caratterizzazione dell'onda di tsunami in termini di altezza e velocità.

Propagazione tsunami

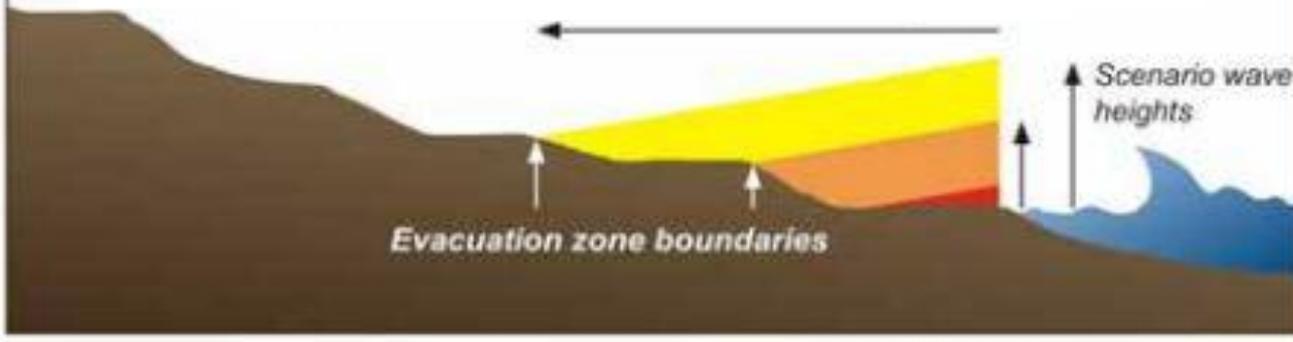
Per pendenze lievi risulta evidente un decremento costante dell'altezza d'onda lungo il suo propagarsi nella terra ferma

Leonard G.S. et al., 2001



Regola di attenuazione: Massimo run-up potenziale

$$2 * H * \exp(-\ln(2) / \alpha * X)$$



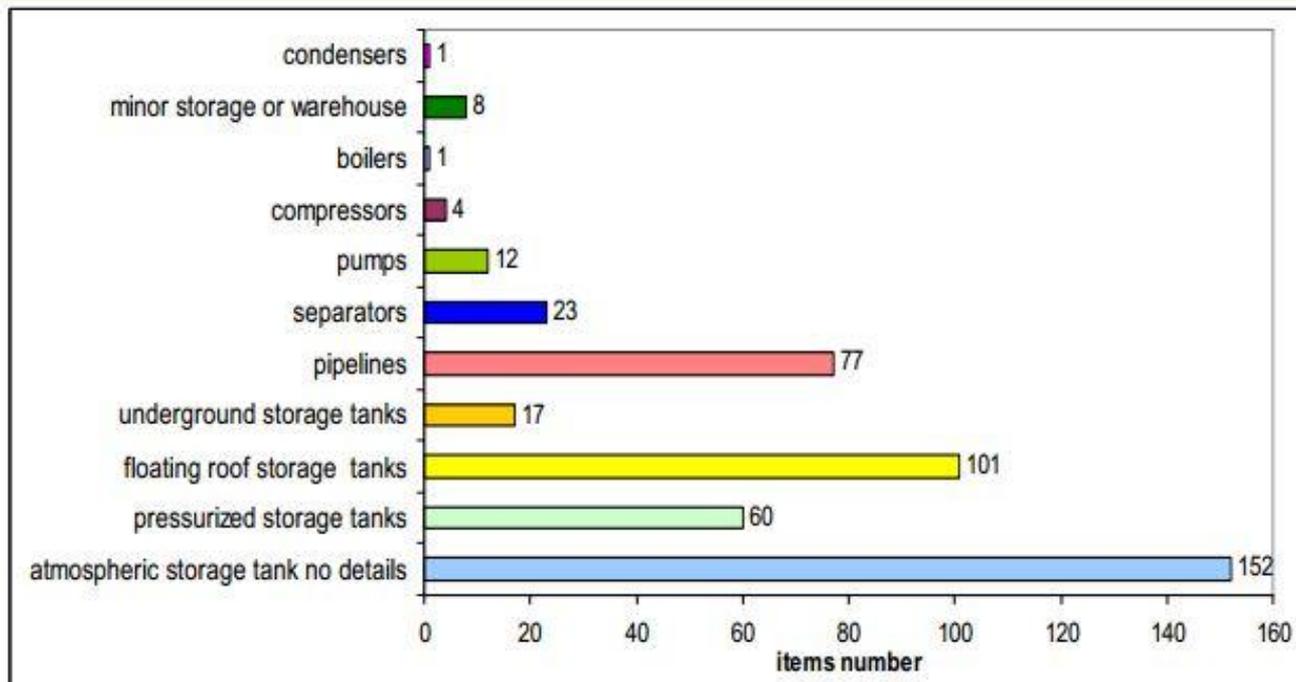
Genericamente è possibile prevedere un **decremento di run-up** di circa 1m ogni 200 m

*Fraser, S.A. et al.
2013*

Tsunami

3

Individuazione delle apparecchiature e strutture di impianto maggiormente vulnerabili



Campedel, M., 2008

Incidenti industriali causati da inondazioni in impianti contenenti sostanze pericolose, condotta sui principali database Europei e Statunitensi. **272 casi considerati.**

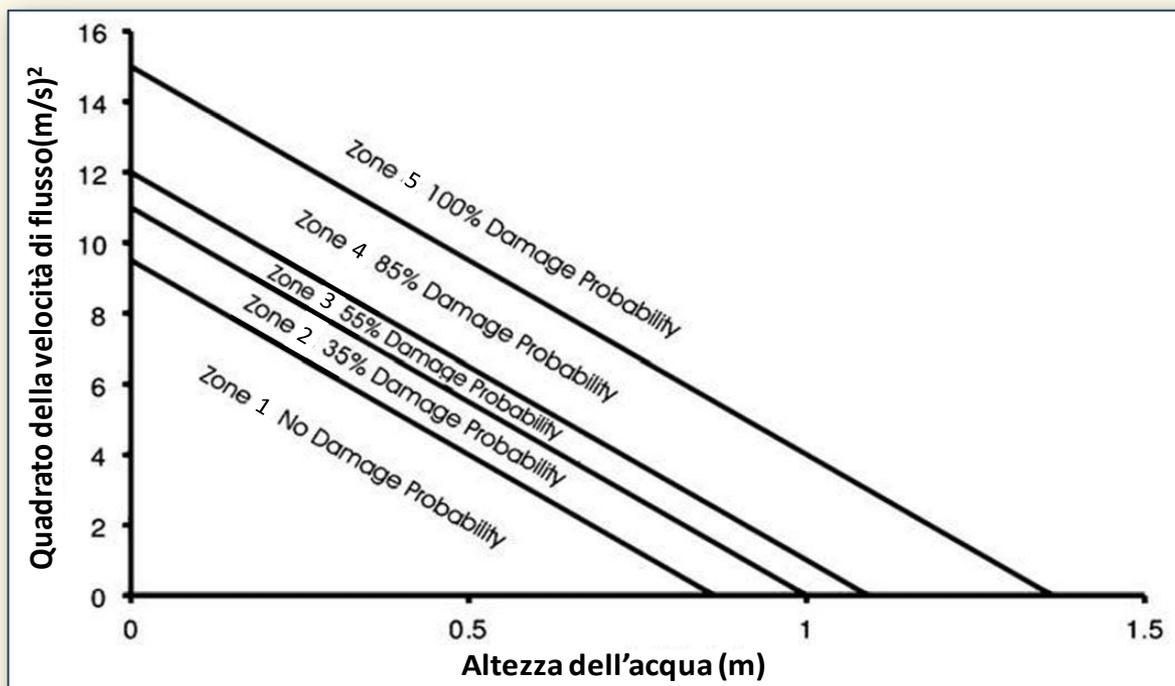
Il **74%** delle apparecchiature coinvolte in incidenti causati da eventi di inondazione risultano **serbatoi di stoccaggio.**



Tsunami

4

Stima della probabilità di danneggiamento delle strutture e apparecchiature



Definizione di un indice di vulnerabilità correlato al superamento di definite soglie di probabilità di danneggiamento a seguito dell'onda di tsunami.

Antonioni et al. 2009



Se $P > 0\%$
approfondimenti sulle
possibili conseguenze



Grazie per l'attenzione

