

IL RISCHIO INDUSTRIALE ED I FATTORI ESTERNI
MERCURIO Rocco¹, MERCURIO Antonella², PAGLIONE Giuseppe¹,
TURI Anna¹, VITALE Giovanni¹
(¹) INAIL UOT CVR BARI – r.mercurio@inail.it
(²) ARPA PUGLIA tirocinante

SCOPI ED ASPETTI RILEVANTI DEL LAVORO

Il rischio industriale connesso a fattori esterni alla pericolosità intrinseca del sito è stato sottodimensionato per lungo tempo in molti paesi ed in Italia; ciò è dovuto ad una mancata conoscenza del territorio e delle sue caratteristiche peculiari morfologiche ed idrogeologiche, ad una insufficiente conoscenza tecnica e normativa a valutare ed affrontare il problema, a difetti di informazione e comunicazione e coinvolgimento delle popolazioni per la Prevenzione sul territorio.

Il lavoro si alloca nella Sessione Tematica “Le sfide della Seveso III” e coinvolge l’evoluzione normativa nella valutazione del rischio da fattori esterni, con il progresso dell’informazione quale strumento di Prevenzione.

1 I FATTORI ESTERNI

L’influenza dei fattori esterni nella valutazione del rischio industriale, è determinante per impostare un sistema di protezione delle aree industriali, ove sono presenti attività che possono dar luogo ad eventi incontrollabili. A puro titolo di memoria storica, si riportano nel seguito alcune riflessioni legate agli eventi secondo le intrinseche caratteristiche.

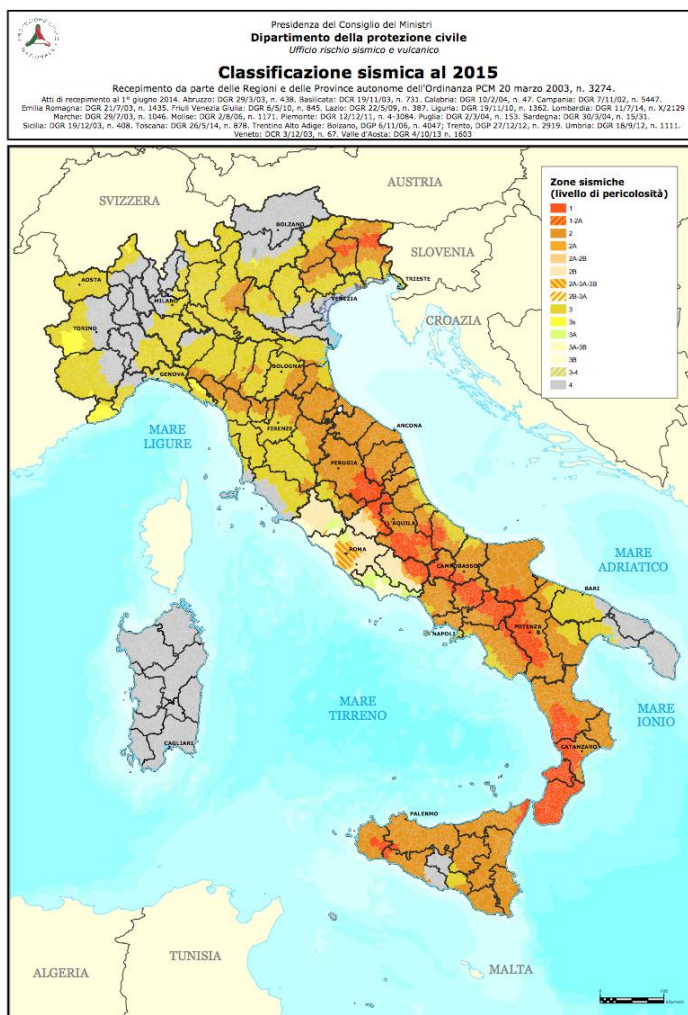
1.1 La pericolosità sismica

La pericolosità sismica in Italia, e le zone considerate come esposte alla **pericolosità sismica** sono state correttamente classificate soltanto recentemente come palesato dalla evoluzione delle aree a classificazione sismica degli anni sessanta, nel 2001 e quella attuale 2015.

E’ facile ipotizzare come molti dei siti RIR ed impianti presenti sul territorio, siano quindi stati progettati secondo codici sismici probabilmente obsoleti o addirittura senza alcuna considerazione per i carichi orizzontali che non siano quelli da vento.

Una ricerca di Legambiente rileva che molti impianti a rischio **sono situati in aree ad alta urbanizzazione per fallite politiche precedenti di sviluppo industriale e per l’estensione, non pianificata, delle zone residenziali.**

In conseguenza del rischio sismico non sono escludibili i fenomeni che provocano inquinamenti di falde acquifere, poiché in tutti i depositi di sostanze tossiche, nocive o infiammabili, sono installati bacini di contenimento o altri sistemi di prevenzione e protezione che non permettono un esteso spargimento sul suolo, ma che diventano deboli contenitori in caso di evento sismico.



1.1.1 La scala Richter

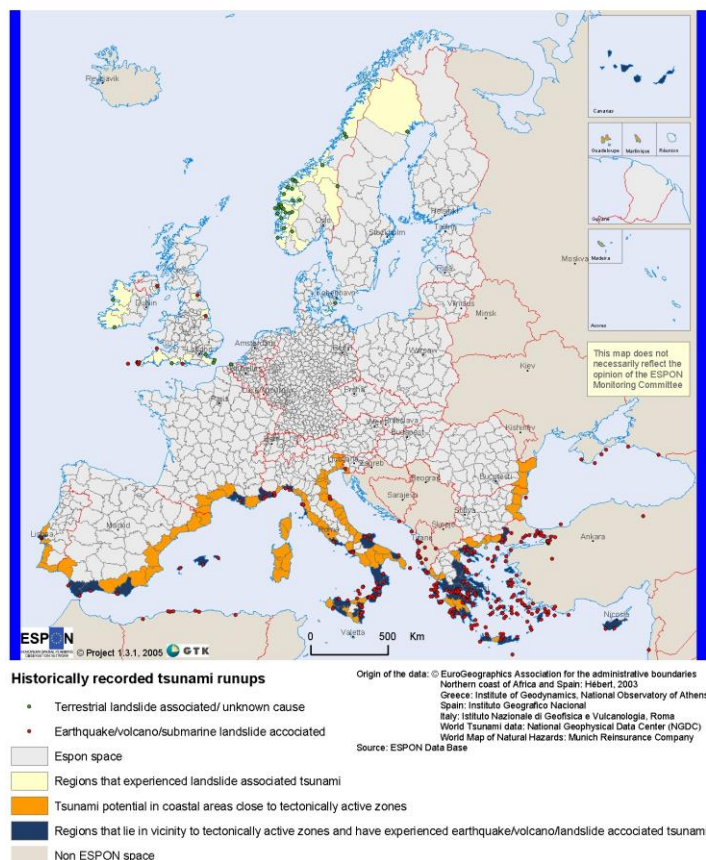
La tabella seguente mostra l'effettiva potenza delle scosse sulla base della scala Richter, rapportata all'esplosione di tritolo (TNT) in quantità tale da ottenere la stessa potenza di una scossa di terremoto, e la frequenza di scosse di questa intensità che avvengono nel mondo.

Ogni giorno si verificano migliaia di scosse impercettibili, mentre mega-terremoti quali quelli del Giappone nel 2011 avvengono invece una volta ogni vent'anni o più. In Italia terremoti di gravità media si manifestano all'incirca una volta ogni decennio.

SCALA RICHTER		
Magnitudo	TNT equivalente	Frequenza
0	1,0 chilogrammo	circa 8.000 al giorno
1	31,6 chilogrammi	
1,5	178,0 chilogrammi	
2	1,0 tonnellata	circa 1.000 al giorno
2,5	5,6 tonnellate	
3	31,6 tonnellate	circa 130 al giorno
3,5	178,0 tonnellate	
4	1.000,0 tonnellate	circa 15 al giorno
4,5	5.600,0 tonnellate	
5	31.600,0 tonnellate	2-3 al giorno
5,5	178.000,0 tonnellate	
6	1,0 milione di tonnellate	120 all'anno
6,5	5,6 milioni di tonnellate	
7	31,6 milioni di tonnellate	18 all'anno
7,5	178,0 milioni di tonnellate	
8	1,0 miliardo di tonnellate	1 all'anno
8,5	5,6 miliardi di tonnellate	
9	31,6 miliardi di tonnellate	1 ogni 20 anni
10	1.000,0 miliardi di tonnellate	Mai registrata

1.2 I maremoti

Sulle coste italiane, negli ultimi mille anni sono state documentate varie decine di maremoti, solo alcuni dei quali distruttivi. Il catalogo dei maremoti italiani mostra che le aree costiere più colpite sono quelle della Sicilia orientale, della Calabria, della Puglia e dell'arcipelago delle Eolie. Maremoti di modesta entità si sono verificati anche lungo le coste liguri, tirreniche e adriatiche. Il più disastroso è stato quello del 28 dicembre 1908. A seguito del terremoto nello Stretto di Messina, le coste della Sicilia orientale e della Calabria furono devastate da onde distruttive che provocarono centinaia di vittime. Il massimo *runup* (massima quota raggiunta dall'acqua rispetto al livello del mare) misurato sulla costa calabrese è stato di 13 metri. Digni di nota sono anche i maremoti del 1627 in Puglia, del 1783 nella Calabria meridionale e del 1694 in Sicilia orientale. Il primo maremoto di questo secolo è accaduto a Stromboli,

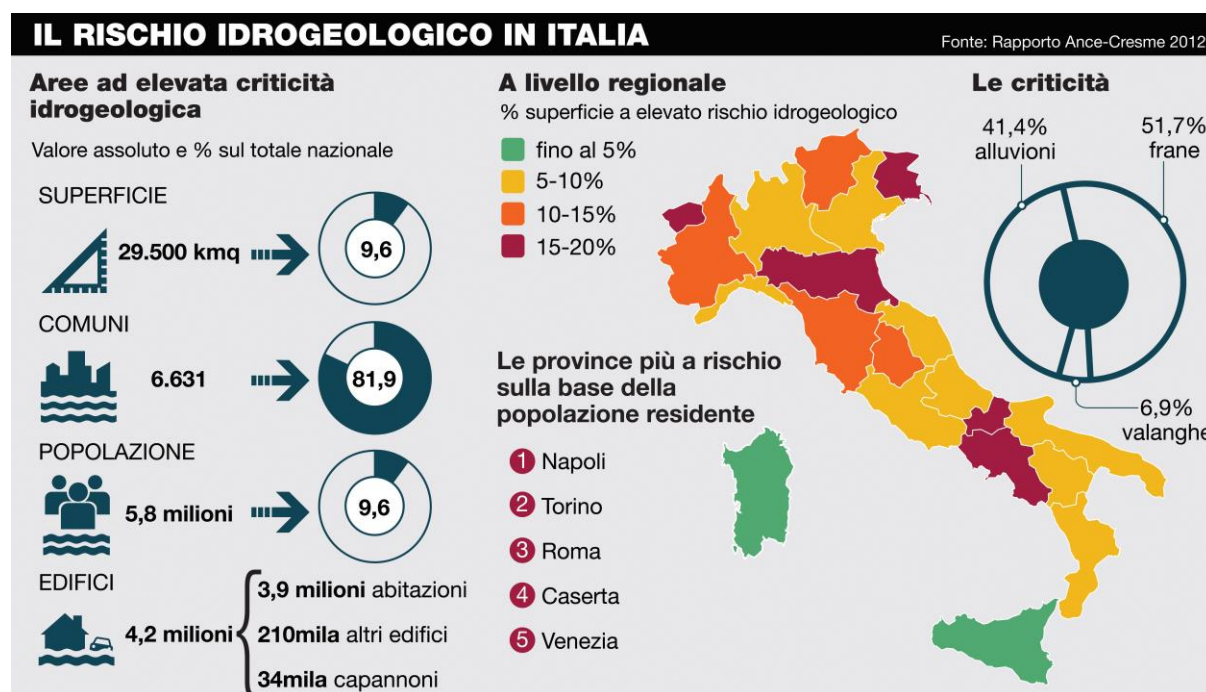


nelle Isole Eolie, il 30 dicembre 2002 ed ha causato gravi danni alle strutture balneari e alle abitazioni lungo le coste dell'isola. Un team di ricercatori europei ha realizzato negli scorsi anni una mappa del rischio tsunami in tutta Europa, utilizzando testimonianze storiche prese da libri e cronache antiche. Da questa mappa emerge che: ad essere maggiormente esposte sono le coste della Grecia e quelle dell'Italia, specialmente quelle calabro- siciliane, colpite in passato dal maggior numero di maremoti.

Attualmente non esiste una rete di allerta maremoto nel Mediterraneo e nemmeno lungo le coste Europee dell'Atlantico o del Mar Nero, anche se fonti storiche testimoniano che gli tsunami hanno attaccato tutte queste coste. Gli stati nella zona Mediterranea dell'Europa hanno riconosciuto che tale carenza non è sostenibile proponendo di installare un sistema d'allarme nei prossimi anni.

Al momento è stato costituito un gruppo di coordinamento intergovernativo presso l'IOC-UNESCO denominato ICG/NEAMTWS (Intergovernmental Coordination Group for the establishment of the North East Atlantic, the Mediterranean and connected seas Tsunami Warning System) che per i primi due anni opererà sotto la presidenza italiana, avvalendosi della collaborazione del Gruppo di Ricerca Maremoti Dipartimento di Fisica - Università di Bologna. A differenza delle reti del Pacifico e dell'Oceano Indiano, nel Mediterraneo la maggior parte delle zone sorgente si trovano molto vicino alla costa ed il problema principale è quello di poter allarmare le autorità entro i primi 10 minuti.

1.3 Le alluvioni



1.3.1 14 settembre 2015 – Emilia Nord-Ovest

Nella notte fra il 13 settembre e il 14 settembre 2015 una parte della provincia di Piacenza fu devastata dalle esondazioni improvvise del Nure e del Trebbia, dovute al maltempo e ad ammassi di detriti, che causarono danni ingenti e la morte di tre persone. Le località più colpite furono Roncaglia, Ponte dell'olio Bettola, Farini, Ferriere, Rivergaro e Bobbio.

1.3.2 15 Novembre 2014 – Liguria – Piemonte - Lombardia

Esonda il torrente Polcevera a Pontedecimo e Bolzaneto. Esonda il torrente Cerusa creando gravi disagi a Voltri nella zona di Fabbriiche; esondano molti rii nel comune Serra Riccò, esondano il rio Busalletta e Migliarese nel comune di Busalla, esondano il rio Ruscarolo e il rio Fegino a Borzoli, il rio Torbella a Rivarolo.

Allagamenti ingenti nei quartieri genovesi di Pontedecimo, Bolzaneto, Rivarolo, Certosa, Pegli, Sestri Ponente, Cornigliano, Sampierdarena. Allagamenti anche a Imperia e Savona. Disastri nella piana di Albenga con molti danni alle attività agricole. Problemi e allagamenti anche a Ceriale.

Paura in Piemonte per la piena record di Orba, Stura di Ovada nella zona dell'ovadese e soprattutto per la Bormida gonfiata a dismisura da questi ultimi, che ad Alessandria raggiunge il livello record di 9,20 metri mettendo seriamente a rischio la città e la frazione di Spinetta Marengo; vasti allagamenti a causa dei rii minori sempre nelle frazioni alessandrine di Spinetta Marengo, San Michele, Valmadonna a causa dell'eccezionalità delle piogge cadute nella zona, 238 mm nell'arco della giornata.

A Milano la parte nord della città viene nuovamente colpita nei quartieri Niguarda e Isola dallo straripamento del Seveso; allagamenti nelle campagne a est della città anche per la piena del Lambro.

1.3.3 5 Novembre 2014 – Alta Toscana

Il fiume Carrione a seguito della rilevante ondata di piena rompe l'argine in località Avenza, invadendo d'acqua l'abitato di Marina di Carrara (per un totale di 20.000 abitanti circa). Circa un terzo del territorio è finito sott'acqua: si sceglie di abbattere il muro del porto per consentire il lento deflusso delle acque. Dopo una settimana di ricovero, muore una donna che era stata trovata in casa, in condizioni critiche, a distanza di 48 ore dall'evento alluvionale. Le ditte che operavano lungo il corso del fiume esondato riporteranno danni ingenti, mentre i danni complessivi dei privati cittadini ammonterebbero, secondo una stima a 100 milioni di euro.

1.3.4 18 Novembre 2013 – Sardegna

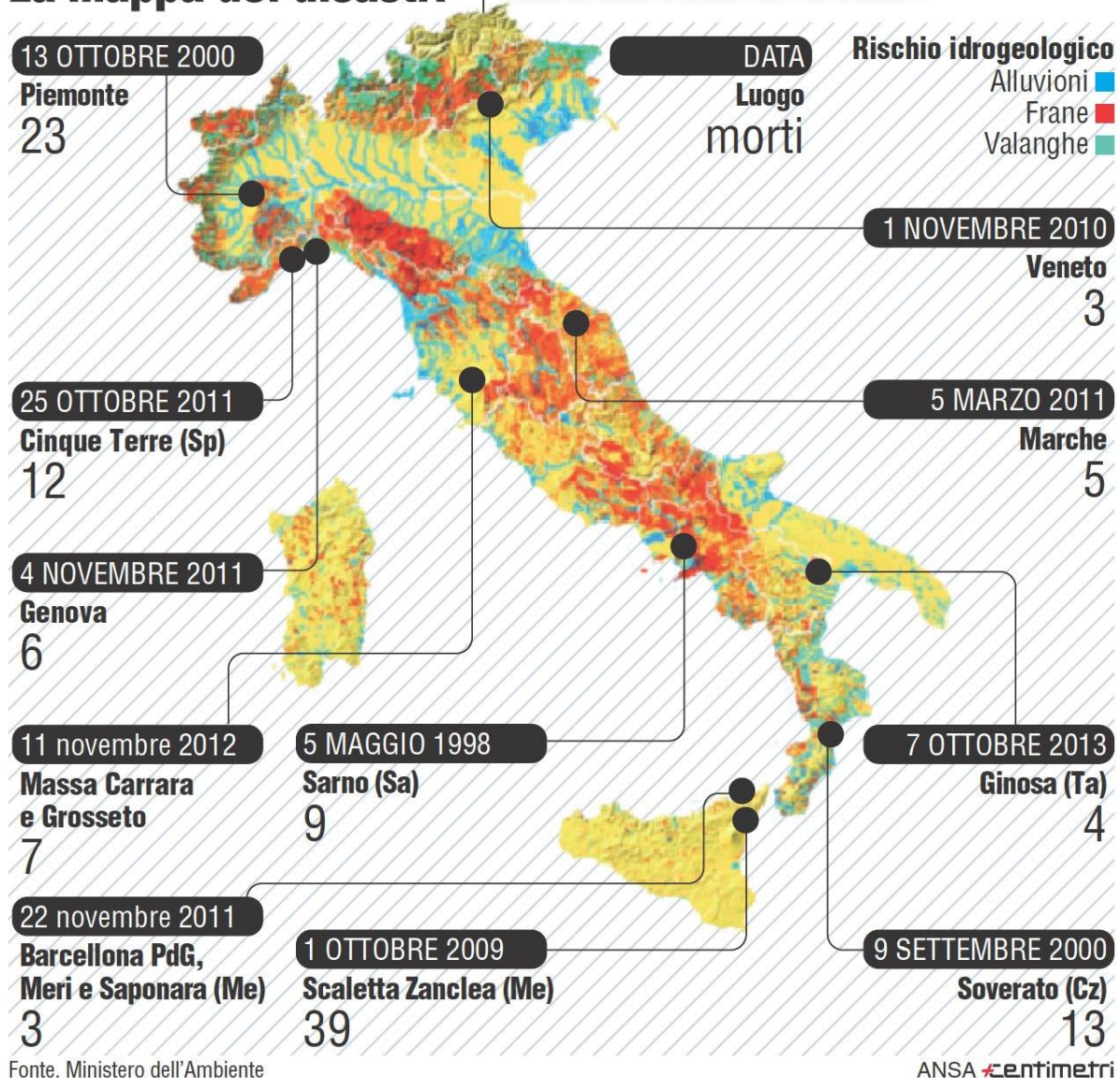
Un fronte temporalesco dal Mar Tirreno si sposta verso la Sardegna Nord-orientale. Precipitazioni molto intense per oltre 20 ore. Si registrarono accumuli pluviometrici record, anche superiori ai 300 millimetri. Ponti crollati, viabilità in tilt, campagne allagate. Nel tardo pomeriggio di lunedì 18 novembre la tempesta si abbatte con particolare violenza su Olbia, città dove si è registrato il maggior numero di vittime. Registrate piene record dei fiumi Cedrino e Posada, in particolare quest'ultimo che con oltre 3.000 m³/s inonda il paese di Torpè.

1.3.5 1 – 2 Marzo 2011 – Puglia e Basilicata

La zona più colpita è quella di Marina di Ginosa con danni ingenti a parte della popolazione evacuata e inagibilità permanente degli immobili, infrastrutture, agricoltura per un valore stimato dal Comune di Ginosa di oltre 80 milioni di euro. Nella frazione di Metaponto seri danni alla zootecnia, con capi di bestiame annegati e notevoli danni in agricoltura.

La mappa dei disastri

Recenti alluvioni con vittime in Italia



2 IL RISCHIO

Secondo la visione “classica” degli analisti quantitativi, il rischio è definito dal prodotto della probabilità di circostanza di un evento dannoso per le sue conseguenze, non esaustiva dei complessi fattori e dalla stessa caratterizzazione del sistema tecnologico, definibile come fonte di rischio.

Una tecnologia industriale (un impianto energetico, un'industria chimica, una raffineria), non può essere rappresentata esclusivamente da una dimensione ingegneristica. Si caratterizza principalmente come “organizzazione sociale” (attivazione di forza-lavoro, di competenze specifiche, macchina direzionale e organizzativa) e, aspetto ancor più rilevante, assume nel suo impatto con il tessuto sociale una portata simbolica in grado di rafforzare o distruggere credenze, esprimere significati che rassicurano o che terrorizzano.

La presunzione di determinazione di un rischio “oggettivo” si scontra con la ragione che, nelle valutazioni relative a sistemi complessi, quali grandi impianti petrolchimici, centrali nucleari, ecc., e ai loro impatti sull'ambiente e sulla salute, è consueto il ricorso ad una assegnazione soggettiva di probabilità, in assenza di serie storiche di dati su cui costruire fondate probabilità oggettive.

2.1 Il rischio percepito

Alle disuguaglianze nell'analisi di rischio originate da scelte tecniche contrastanti si aggiungono, nella valutazione, considerazioni di tipo psicologico, culturale, sociale, etico e politico.

A rilevare la poliedricità del concetto di rischio, esibendo le caratteristiche di costruzione sociale e culturale, si aggiunge la varietà delle percezioni/posizioni che emergono socialmente su determinate fonti di rischio, differenze tra diversi soggetti contemporaneamente e nello stesso soggetto in tempi diversi. E' evidente che non tutti i rischi interessano il cittadino. L'attenzione elitaria si concentra su pericoli specifici, trascurandone altri, poiché la "percezione" di ciò che temiamo è mediata dai sistemi di credenze che condividiamo col gruppo di appartenenza, ed in base alla soggettiva formazione culturale.

Per cui l'analisi quantitativa, sebbene di fondamentale importanza a analizzare e ridurre le incertezze degli eventi, non esaurisce appieno la complessità della tematica del rischio, soprattutto in ordine alle problematiche comunicative ad essa connesse.

Sottolineare la presenza già nelle analisi degli esperti di elementi soggettivi di valutazione e il ruolo rivestito, già nella fase di caratterizzazione di un rischio, da soggetti portatori di differenti giudizi di valore, significa non solo evidenziare il carattere multidisciplinare di situazioni tecnologicamente complesse ma giungere a riconoscere la qualità inevitabilmente interattiva che ogni processo comunicativo sul rischio assume.

2.2 Il rischio industriale e le attività a Rischio Rilevante

Le sequenze sismiche che hanno colpito l'Emilia Romagna e marginalmente la Lombardia ed il Veneto il 20 e 29 maggio 2012 hanno interessato una delle aree più redditizie del Paese con un'elevatissima concentrazione di distretti produttivi strategici e di rilevanza, anche internazionale. Molteplici indicatori (certificati di agibilità, ricorso agli ammortizzatori sociali, altre informazioni fornite dalle associazioni di categorie) hanno messo in luce gli ingenti danneggiamenti subiti da alcune migliaia di attività (artigianali, industriali e commerciali), con un danno, diretto e indiretto da mancata produzione, stimato in 2,7 miliardi di euro. Molti edifici industriali, principalmente con strutture prefabbricate, sono collassati o sono stati danneggiati in modo grave.

La valutazione del rischio sismico assume particolare rilevanza e criticità con riferimento alle attività che ai sensi della direttiva Seveso sono classificate "a rischio di incidente rilevante". Si tratta di attività riconducibili per lo più ad aziende strategiche per il Paese (ovvero raffinerie, acciaierie, aziende farmaceutiche, stabilimenti chimici e petrolchimici, ecc.), che, per il fatto che detengono sostanze pericolose (quali sostanze tossiche, infiammabili, esplosive, comburenti) in quantitativi superiori a determinate soglie, nonché svolgono determinate attività industriali, sono soggette a particolari adempimenti in materia di sicurezza. Per "incidente rilevante" si intende un evento quale un incendio, un'esplosione o un'emissione di sostanze tossiche, in cui intervengano una o più sostanze pericolose, che dia luogo a un pericolo grave, immediato o differito, per l'uomo o per l'ambiente, all'interno o all'esterno dello stabilimento. È indubbio che un sisma, qualora colpisca uno stabilimento c.d. "Seveso", può comportare il rilascio di ingenti quantità di sostanze pericolose con il possibile verificarsi di eventi incidentali concomitanti. Il terremoto, pertanto, costituisce una delle possibili cause di incidente rilevante, il cui rischio associato non dipende unicamente dagli effetti diretti su persone e strutture, ma comprende anche gli effetti conseguenti a eventuali rilasci di sostanze pericolose da impianti e stoccaggi colpiti dall'evento naturale stesso. Gli incidenti così generati sono nominati eventi **NaTech** (*Natural-Technological Event*), ad indicare la loro doppia composizione, naturale e tecnologica. Gli eventi NaTech possono essere causati da diversi fattori naturali tra i quali, oltre ai terremoti, fulmini, alluvioni, fenomeni vulcanici, uragani, forte vento e trombe d'aria.

In particolare, in questo contesto, nell'ambito dell'intervento del Servizio nazionale della protezione civile in caso di eventi emergenziali di rilevanza nazionale per il rischio sismico indotto su impianti RIR in Basilicata, un obiettivo è quello di testare la resilienza del sistema di risposta rispetto al rischio NaTech, focalizzando l'interesse sugli incidenti industriali indotti da eventi sismici, sulla loro natura e le relative conseguenze e la verifica delle vulnerabilità di tipo funzionale ed organizzativo.

2.2.1 Il Rischio Natech

Il rischio associato ad un evento incidentale derivante da "cause interne lo stabilimento", è dato dal prodotto della probabilità di occorrenza dell'evento (p) per la magnitudo (M) gravità delle conseguenze attese

$$R = (p \times M)$$

Il rischio associato ad un evento incidentale derivante da "cause naturali" (NaTech), quali il sisma, deve tenere conto

- della probabilità associata al verificarsi dell'evento naturale di determinata intensità (p)
- della propensione delle apparecchiature / tubazioni a subire danneggiamenti (Vulnerabilità V);
- dell'estensione dei danni con particolare riferimento al numero di persone, beni, infrastrutture, servizi potenzialmente coinvolti dagli effetti degli eventi incidentali (Esposizione E)

$$\text{Rischio NaTech} = f(p \times V \times E)$$

Nella analisi preliminare in base all'**Esposizione (E)** di edifici strategici si considerano le strutture presenti nella realtà industriale, il cui eventuale danneggiamento in caso di evento sismico, potrebbe comportare un pericolo immediato. Più specificatamente:

- le strutture imponenti, quali per esempio le ciminiere, il cui collasso potrebbe determinare il cedimento di apparecchiature circostanti definite critiche;
- le strutture e gli edifici la cui funzionalità durante un evento sismico assume rilievo fondamentale ai fini degli interventi di emergenza quali le centrali antincendio, le sale controllo, gli edifici sede di unità di gestione dell'emergenza
- i servizi ausiliari strategici per il contenimento delle conseguenze quali riserva idrica, stazione di pompaggio;
- la possibile dispersione ambientale in funzione delle condizioni climatiche, venti, temperatura, conformazione del suolo etc..

La **Vulnerabilità (V)** è definita da:

- Caratteristiche delle sostanze contenute e relativo hold-up - sono da considerarsi preliminarmente gli items il cui collasso può comportare l'inquinamento di acque superficiali, serbatoi installati in bacini di contenimento non pavimentati e/o impermeabilizzati e contenenti sostanze classificate pericolose per l'ambiente in quantità tali da compromettere potenzialmente l'integrità delle acque superficiali, tenendo conto delle caratteristiche idrogeologiche dei siti - pontili;
- Rischi generali di processo connessi con le condizioni di esercizio;
- Rischi particolari di processo quali le reazioni esotermiche, esplosioni per sovrappressione, esplosioni di nubi confinate, irraggiamento da incendi, sviluppo di gas tossici ed infiammabili.
- Layout (congestione degli impianti, difficoltà di avvicinamento , ecc.).

2.3 Analisi di eventi NaTech – Lezioni apprese

Il terremoto, del 17 agosto 1999 nei pressi della località di Koceali, uno dei disastri naturali più devastanti della storia moderna della Turchia, causò più di 17000 morti e oltre 44000 feriti, senza contare le innumerevoli distruzioni che esso comportò. L'area interessata, infatti, è una delle più industrializzate del paese, e produce il 35% dell'intero prodotto nazionale lordo. Il terremoto ha causato danni strutturali e la distruzione di attrezzature e impianti industriali con la conseguente generazione di molti eventi **NaTech**, rilascio di sostanze pericolose e giganteschi incendi.

Tra questi eventi, due sono particolarmente degni di nota a causa delle loro estensioni e conseguenze:

- il massiccio incendio alla raffineria Tupras di Izmit in Korfez - Kocaeli, durato 5 giorni e spento grazie anche agli aiuti internazionali;
- la fuoriuscita di 6500 tonnellate di acrilonitrile presso lo stabilimento di produzione di fibre acriliche presso la fabbrica AKSA in Ciftlikkoy – Yalova, che ha portato alla morte di animali domestici e danneggiato le attività agricole, causando un inquinamento ambientale che ha richiesto cinque anni di trattamento continuo di bonifica. I danni agli edifici ed alle reti di distribuzione idrica ed elettrica, unitamente a problemi logistici ed organizzativi fanno di questo evento catastrofico un caso da studiare per le possibili catene di eventi e danni.

La raffineria Tupras di Izmit in Korfez - Kocaeli, è di proprietà dello stato, il più grande del paese, il settimo impianto in Europa per dimensione con 270.000 metri cubi in stoccaggio. Più precisamente gli idrocarburi stoccati erano: 860.000 ton. di greggio contenute in 14 serbatoi di grandi dimensioni ed 86 medi e piccoli, nafta, kerosene e benzene.



In raffineria si innescò un **primo incendio** nel magazzino chimico, poco dopo il terremoto di dimensioni limitate innescando un **secondo incendio** nell'impianto di trasformazione del petrolio greggio Plant 25. Uno dei due stack dell'impianto avente altezza di 115 metri e diametro di 10,5 metri crollò danneggiando la centrale termica dell'impianto ed i tubi di collegamento.

Il **terzo e più grave incendio** avvenne presso il serbatoio della nafta posto in

posizione centrale rispetto ai serbatoi raffineria. Il fuoco si propagò a 4 serbatoi di nafta. La maggior parte dei serbatoi era stata costruita nel 1962 secondo il codice della California per un terremoto di livello 4 (l'azienda costruttrice era americana). Serbatoi sferici fuori terra nell'impianto, non subirono danni.

Dalle analisi post evento è emerso che:

1. il crollo dello "stack" della "Plant-25" non è stato causato da errori di progettazione. Una teoria addebita la rottura a flessione, per la presenza di strutture di sostegno nella zona che ha poi ceduto. Una seconda teoria suppone che il collasso di questa torre fosse dovuto al degrado dei materiali per corrosione dagli alcali;
2. l'incendio della nafta distrusse completamente 6 serbatoi ed altri 5 furono danneggiati seriamente dal flusso di fuoco che li investì (effetto domino). Per pura casualità non si è esteso l'effetto domino sui serbatoi di benzina, di GPL e ammoniaca pur presenti nell'impianto. L'incendio si considera iniziato dallo sfregamento della copertura flottante dei serbatoi, con surriscaldamento e produzione di scintille;
3. la maggioranza dei tetti dei serbatoi (30 su 45) è stata danneggiata dallo sloshing causato dal terremoto, con notevole inquinamento da petrolio (sia terrestre sia marino), dovuto alla rottura delle tubazioni di ingresso e travaso;
4. la mancanza di energia elettrica e la carenza di schiuma ostacolarono le attività di spegnimento.

Per la cronaca la situazione, oramai senza controllo comportò l'abbandono delle attività e ordine di evacuazione per un raggio di 5 km., attorno alla raffineria.

2.3.1 I danneggiamenti osservati

Le tipiche modalità di rottura o danneggiamento di un serbatoio osservate sono:

- *elephant foot buckling*, deformazione a zampa di elefante. Questa deformazione si manifesta in corrispondenza del perimetro di appoggio dei serbatoi non ancorati;
- *diamond shape deformation*, deformazione del mantello del serbatoio che lo fa assomigliare vagamente ad un diamante;
- incendio (*torch fire*) del serbatoio causato dal movimento relativo tra tetto galleggiante e mantello indotto dal sisma. Tale movimento, se a contatto diretto, produce scintille che innescano un incendio che può coinvolgere tutto il contenuto del serbatoio;
- rottura del cordone di saldatura tra il fondo ed il mantello spesso a causa delle ingenti forze che si manifestano durante il sollevamento del fondo;
- *sloshing*, cioè il formarsi di onde di fluido sopra il pelo libero, che può portare ad un notevole danneggiamento del tetto galleggiante con conseguente fuoriuscita del fluido contenuto e a deformazioni ingenti sul mantello;

- *buckling*, cioè il fenomeno dell'instabilità alla compressione, delle colonne di supporto dei serbatoi a tetto fisso;
- rottura delle tubazioni di connessione sulla sommità o sul fondo del serbatoio, dovuta all'incapacità di sopportare il movimento relativo del serbatoio con perdita di sostanze pericolose;
- lacerazione del mantello del serbatoio o del fondo dovuto alla deformazione della scala e/o delle tubazioni ancorate alle fondazioni o al mantello stesso;
- lacerazione del mantello dovuto alla deformazione o allo spostamento differenziale della passerella di collegamento tra due serbatoi;
- elementi di connessione non deformabili che portano alla lacerazione del mantello del serbatoio o ad una rottura dell'ancoraggio;
- perdita di contenuto dal fondo per fenomeni di liquefazione, conseguente perdita dell'assetto e manifestazione di interessanti deformazioni meccaniche del fondo e del mantello.

2.4 Effetto dinamico dei liquidi in condizione sismica

2.4.1 Sloshing

Lo "Sloshing" è dato dall'oscillazione del liquido contenuto in un serbatoio in seguito ad un'eccitazione sismica che provoca un'accelerazione orizzontale del contenitore. In tale situazione, le azioni idrodinamiche esercitate dal liquido sulle pareti del contenitore possono essere catalogate in tre tipologie:

- azioni impulsive: dovute alla quota di massa di liquido che si può pensare rigidamente connessa alla struttura;
- azioni convettive: dovute all'oscillazione della massa del liquido;
- azioni impulsive di breve durata: dovute (all'eventuale) deformazione delle pareti del contenitore.

Esistono diversi approcci numerici per affrontare questo tipo di problematiche, fra i quali il modello di Bratu, i modelli a masse concentrate, a masse distribuite e i modelli basati su formulazioni Lagrangiane, Euleriane e Lagrangiane-Euleriane. Queste ultime tre tipologie si basano su formulazioni complesse, che non possono prescindere dall'utilizzo di particolari elementi finiti per la massa fluida che trascendono i normali obiettivi del calcolo strutturale.

L'approccio che normalmente rappresenta il miglior compromesso per le applicazioni industriali è sicuramente quello a masse concentrate, che prevede l'utilizzo di una massa singola o di masse multiple per la rappresentazione della massa liquida. I modelli a masse concentrate prevedono, in sostanza, l'utilizzo di elementi link di opportuna rigidità per rappresentare le varie masse del liquido e di analisi dinamiche ad integrazione diretta per la valutazione dei relativi effetti sulla struttura.

In letteratura sono presenti molti lavori che si occupano del problema di "Sloshing" e della sua schematizzazione mediante modelli a masse concentrate, anche attraverso l'utilizzo di software appositi. I serbatoi saldati possono mostrare, per effetto della azione sismica, rottura degli ancoraggi, collasso delle fondazioni, eccessiva tensione nel mantello e nelle giunture. Il meccanismo di danno più comune è l'instabilità del mantello noto come "*elephant foot buckling*". Esso è causato dal momento ribaltante che agisce alla base del serbatoio per lo sbattimento del liquido all'interno della struttura.

2.5 La Banca dati MHIDAS

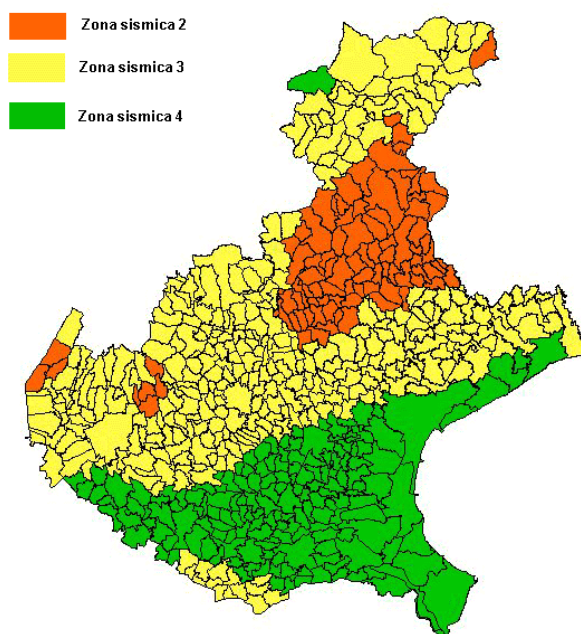
La banca dati MHIDAS (*Major Hazard Incident Data Service*) sugli incidenti in stabilimenti industriali rileva 7.109,00 eventi incidentali accaduti in siti industriali nell'arco di venticinque anni, di cui 215 (3%) sono stati causati da eventi naturali (terremoti, fulmini, alluvioni, fenomeni vulcanici, uragani, forte vento, trombe d'aria); di questi l'8% è stato causato da terremoti. Pertanto il terremoto, al pari degli altri eventi naturali, influisce sui risultati della valutazione di rischio comportando un incremento della frequenza di accadimento di eventi accidentali e un'estensione delle aree di danno.

2.6 Stabilimenti Seveso in Veneto

Se si confronta poi la localizzazione degli impianti soggetti alla Direttiva Seveso III con la nuova classificazione sismica del territorio italiano, si ricavano alcuni dati interessanti, che fanno riflettere sulla rilevanza del problema.

Uno di questi è la regione Veneto. Da un'indagine censitaria degli stabilimenti "Seveso" presenti sul territorio Veneto è emerso, infatti, che le attività a rischio di incidente rilevante soggette all'articolo 6 del decreto legislativo n. 334/1999 ("attività a soglia bassa") sono 52 e le attività soggette all'articolo 8 ("attività a soglia alta") sono 60 (Dati ARPAV – Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, aggiornati a dicembre 2012). Di queste, circa la metà sono ubicate nelle prime tre zone sismiche (zona sismica 2 – colore arancio). Il territorio posto a sud (zona sismica 4 colore verde), al riparo dal rischio sismico, in realtà è una pianura alluvionale (!). Considerato che, per effetto della direttiva Seveso, il rischio potenziale è direttamente legato alla tipologia e alla quantità di sostanze pericolose detenute dall'azienda – e non al tipo di lavorazioni o attività svolte dall'azienda stessa, la rilevanza del problema nella regione Veneto appare ancor più significativa.

Dai dati (ARPAV, livello di rischio di incidente rilevante in base a quantità e tipo di sostanze pericolose detenute dalle aziende RIR del Veneto, aggregato a livello comunale; aggiornamento novembre 2013), emerge come il comune di Venezia, sede del polo chimico di Porto Marghera, sia di gran lunga il comune Veneto con il livello di rischio "aggregato" più elevato, per tutte e tre le categorie di sostanze pericolose (1. infiammabili, esplosive e comburenti che possono dare origine ad incendi ed esplosioni; 2. tossiche e molto tossiche, che possono avere effetti chimici dannosi per l'uomo; 3. pericolose per l'ambiente).



3 LA NUOVA DIRETTIVA COMUNITARIA

La nuova Direttiva Comunitaria per gli stabilimenti a rischio di incidente rilevante, la Direttiva 2012/18/UE del 4 luglio 2012 sul controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose, la cosiddetta «Seveso III», è entrata in vigore il 13 agosto 2012, richiedendo agli Stati membri dell'Unione Europea, inclusa l'Italia, di attivare le necessarie procedure ed emanare gli atti legislativi ed amministrativi per renderla operativa a partire dal 1° giugno 2015. L'Italia, in attuazione della suddetta Direttiva, ha dunque emanato il decreto legislativo 26 giugno 2015, n. 105.

3.1 Il Coordinamento art 11 D.lvo 105/2015

Il Coordinamento per l'uniforme applicazione sul territorio nazionale, previsto dall'articolo 11 del decreto legislativo 26 giugno 2015, n. 105, è istituito presso il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (MATTM). Il Coordinamento è composto da rappresentanti del MATTM, del Dipartimento di protezione civile presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri, del Ministero dell'interno, delle infrastrutture e trasporti, dello sviluppo economico, della salute, delle regioni e province autonome, dell'Associazione nazionale comuni d'Italia (ANCI). Partecipano, inoltre, al Coordinamento rappresentanti del Corpo nazionale dei vigili del fuoco, dell'INAIL, dell'Istituto superiore di sanità nonché, in rappresentanza del Sistema nazionale per la protezione ambientale, esperti dell'ISPRA e, su indicazione della regione o provincia autonoma di appartenenza, delle agenzie regionali e provinciali per la protezione dell'ambiente. Il Coordinamento opera attraverso l'indizione di riunioni periodiche e la creazione di una rete di referenti per lo scambio di dati e di informazioni.

Il Coordinamento assicura, anche mediante gruppi di lavoro, l'elaborazione di indirizzi e di linee guida in relazione ad aspetti di comune interesse e permette un esame congiunto di temi e quesiti connessi all'applicazione del decreto legislativo 26 giugno 2015, n. 105, anche al fine di garantire un'attuazione

coordinata e omogenea delle nuove norme e di prevenire situazioni di inadempimento e le relative conseguenze.

3.1.1 Analisi Natech applicata ad un deposito di prodotti fitosanitari

Un chiaro esempio di come il coordinamento possa promuovere è il recepimento e le esperienze nei paesi europei, è l'analisi di rischio Natech in un centro di stoccaggio di prodotti fitosanitari.

I prodotti fitosanitari sono sostanze attive e preparati, contenenti una o più sostanze attive, destinati a proteggere i vegetali, a favorire e regolare i loro processi vitali, a conservarli, a eliminare le parti non necessarie, a frenare o evitare un loro indesiderato accrescimento, ad eliminare le piante indesiderate. Il prodotto fitosanitario è composto normalmente da tre tipologie di sostanze: sostanza attiva, coadiuvante e coformulante. Le sostanze attive rappresentano la parte del prodotto fitosanitario che serve a combattere l'avversità che si vuole controllare, cioè la sostanza tossica che, a seconda della pericolosità e della concentrazione presente nella formulazione, concorre a determinare la classe di tossicità e quindi di pericolosità del prodotto.

Gli stabilimenti che detengono fitosanitari sono suddivisi in depositi e siti produttivi.

Secondo la classificazione dell'ISPRA, i depositi di fitosanitari costituiscono una delle 15 categorie di attività a rischio di incidente rilevante, mentre, i siti produttivi rientrano nella categoria degli stabilimenti chimici e/o petrolchimici.

La valutazione del rischio di incidente rilevante per i depositi di fitosanitari, deve avere particolare attenzione al rischio associato alla produzione di composti tossici a seguito di scenari incidentali di incendio.

Pertanto deve essere effettuata una ricerca approfondita finalizzata a classificare i prodotti fitosanitari, e quali sono i rischi ad essi associati.

Si deve procedere successivamente all'analisi storica sulle banche dati MHIDAS, E-MARS ed ARIA, al fine di individuare gli eventi incidentali che hanno interessato depositi e siti produttivi di fitosanitari.

Successivamente, si può provare ad analizzare la regolamentazione comunitaria. In particolare il Regolamento CPR-15, quale metodo raccomandato dal ministero olandese VROM (Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu) per la valutazione del rischio associato a depositi di fitosanitari.

Nella applicazione della metodologia per la valutazione del rischio descritta dal Regolamento CPR 15, è possibile effettuare la modellazione di uno scenario di incendio in un deposito reale di fitosanitari attraverso software specifici, definendo con la simulazione l'estensione delle aree di danno associate alla dispersione dei fumi tossici prodotti dall'incendio.

4 CONCLUSIONI

Maggiore impulso deve essere dato all'informazione degli stessi organi di vigilanza, con scambi proattivi di notizie tra le varie Agenzie sul territorio nazionale, europeo e mondiale, con la formazione **continua altamente specialistica degli operatori in seno alle commissioni di vigilanza.**

In particolare non si può demandare ai progettisti, consulenti, esperti incaricati dalle aziende a Rischio di Incidenti Rilevanti la gestione delle simulazioni poiché, oltre i condizionamenti comunque presenti, gli scenari tecnici ed ambientali conosciuti dagli stessi possono essere insufficienti a valutare il complesso sistema degli eventi catastrofici naturali.

Questi incidenti pongono, nelle aree soggette a catastrofi naturali, un rischio addizionale, di rilevante entità, poiché la sinergia negativa degli effetti dell'evento naturale concorre a potenziare la probabilità che la popolazione sia esposta a conseguenze dannose per la salute o per la vita.

Per tali ragioni la peculiarità dei problemi posti dall'interazione tra catastrofi naturali e aziende a RIR conduce alla necessità di elaborare specifiche valutazioni e la gestione del rischio NaTech, demandata al coinvolgimento del Dipartimento di Protezione Civile, con un pool di tecnici formati a gestire le informazioni e simulazioni mediante software specifici, obbligando le aziende RIR ad un approccio di sicurezza globale.

L'obiettivo è quello di applicare una metodologia, su scala nazionale che restituisce un indice rappresentativo della pericolosità dell'industria in esame, dato dalla quantità e dalla molteplicità delle sostanze stoccate, dalla vastità dell'area industriale e dalla compresenza di più rischi nel territorio in cui è ubicato l'impianto, stimando la vulnerabilità territoriale considerando la densità demografica

nell'area di interesse i centri vulnerabili, la capacità del sistema – territorio, e le possibili catastrofi naturali.

Infine, affinché la cultura della prevenzione inverta il suo senso di diffusione, oggi dall'alto verso il basso, le popolazioni che convivono in un'area potenzialmente pericolosa, devono interagire attivamente mediante la diffusione delle **tematiche informative** in grado di diffondere, con correttezza e rispetto, la cultura della Prevenzione nella popolazione.

4.1 Qualità delle informazioni

In questo percorso si inserisce la Direttiva Seveso III, che si propone di migliorare la qualità delle informazioni alla popolazione, e il modo in cui tali informazioni sono raccolte, gestite, rese disponibili, aggiornate e condivise.

Ciò allinea la norma alla Convenzione Aarhus sull'accesso alle informazioni, la partecipazione dei cittadini e l'accesso alla giustizia in materia ambientale" firmata nella cittadina di omonima, in Danimarca, nel 1998 ed è entrata in vigore nel 2001.

In particolare le procedure di informazione dovranno essere aggiornate per tener conto degli avanzamenti nel campo della tecnologia dell'informazione (*internet, sistemi europei SEIS = Shared Environmental Information System e Direttiva INSPIRE 2007/02/CE Infrastructure for Spatial Information in Europe = Infrastruttura per l'Informazione Territoriale in Europa*).

BIBLIOGRAFIA

- [1] F.Geri – “Indirizzi di pianificazione ed attuazione di mitigazione in riferimento ad evento NaTehc su impianti RIR” Dottorato di Ricerca in rischio sismico – Università degli studi di Napoli Federico II .
- [2] G.Smanio – C.Modena – “Valutazione della vulnerabilità sismica degli impianti industriali”. tesi di laurea – Università di Padova – anno accademico 2012 - 2013
- [3] I.Iervolino – “Analisi quantitativa di Rischio Sismico nelle attività di Processo” Dottorato di Ricerca in rischio sismico – Università degli studi di Napoli Federico II .
- [4] <http://meteoweb.eu> - blog realizzato da Lorenzo Pasqualini
- [5] F.Dattilo – C.Rafanelli – P.De Nictolis - R.Emanuele – “Le attività a rischio di incidente rilevante in Italia” Corpo Nazionale VV.F – Area Rischi Industriali .
- [5] G.Brunelli – “Verifica degli effetti sismici su tubazioni di impianti industriali” – Società Italiana Costruzioni Industriali – Impiantistica Italiana Luglio- Agosto 2013
- [6] G.Brunelli – “Verifica sismica degli apparecchi industriali di processo” – Società Italiana Costruzioni Industriali – Impiantistica Italiana Novembre - Dicembre 2014
- [7] C.De Petris – “Il ruolo di INAIL alla luce delle novità introdotte dal Decreto di recepimento della Direttiva Seveso III - Settembre 2015
- [8] A.Ricchiuti – M Caparresi – “Sintesi novità Seveso III_testo_appendice_rev_3” – ISPRA - Servizio Rischio Industriale - Agosto 2012
- [9] E.Galatola – “Il recepimento della Direttiva Seveso III” – Sistemi industriali ambientali e Relazionali – Lodi – www.sindar.it
- [9] APAT – “Linea Guida per lo svolgimento delle verifiche ispettive sui sistemi di gestione della sicurezza in impianti a rischio di incidente rilevante” anno 2003
- [10] G. Spadoni, S. Contini, D. Egidi – “AIPAR-GIS: un supporto per le attività di previsione e prevenzione dei rischi e la preparazione delle emergenze in aree industriali e portuali a rischio di incidente rilevante”