



# Post-Emergency, Multi-Hazard Health Risk Assessment in Chemical Disasters PEC

**Deliverable D.G.6**

**Working Group Meeting**



## TABLE OF CONTENTS

1	WORKING GROUP MEETING.....	1
2	ANNEX 1.....	2
3	ANNEX 2.....	6



## 1 WORKING GROUP MEETING

A working group has been active for the entire project duration between Eucentre and the Italian Department of Civil Protection who showed interest in the project activities and results. The main meeting took place the 18<sup>th</sup> of December 2017. Minute of the meeting are here reported.

### Participants:

Barbara Borzi, Fabio Germagnoli (Eucentre)

Italo Giulivo, Mauro Dolce and Claudio Moroni (Italian Department of Civil Protection).

### Theme:

To show the PEC project activity and their exploitation in the Italian context.

Italy is a country having most part of its territory in medium to high hazardous area. The country is hit by a major earthquake every 5 to 10 years. Many of the hazardous estates are in area of high seismic hazard. In this perspective PEC was considered a successful example of collaboration whose aim is to enhance preparedness and prevention in the field of post-emergency and multi-hazard health risk assessment of natural and man-made disasters affecting sensible infrastructures such as chemical plants leading to accidental release of large amounts of toxic chemicals into the environment.

The activities carried out in the frame of PEC contributed to lay the groundwork for a closer and cooperation in natural and man-made disasters management, monitoring and prevention and to institute a dialogue in the wider scientific community and gave us the opportunity to establish strategic connections with the Italian Department of Civil Protection in this research field.

Indeed, on the basis of experience gathered through the PEC projects the Italian Department of Civil Protection decided to fund two projects (see Annex 1 and Annex 2) respectively addressing the following subjects:

Project 1 (see Annex 1): the definition of seismic risk of hazardous estate on the Italian territory. Data on hazardous estate will be collected and the vulnerability of component at risk will be evaluated.

Project 2 (see Annex 2): the definition of the cascading effects on population due to release of hazardous material in the atmosphere and in water.

In this framework the experience to implement the results of the research in GIS platform will be extended to the Italian study as well.



## 2 ANNEX 1

### Nome del progetto finanziato dal Dipartimento di Protezione Civile Italiano:

#### **Piattaforma Web-GIS per il calcolo del rischio sismico e scenari di danno su insediamenti chimici industriali**

#### *Premessa*

##### *Inquadramento tecnico scientifico*

Sin dal 2009 sono state attivate linee di finanziamento che hanno avuto come finalità quella di realizzare strumenti per la definizione del rischio sismico e dello scenario di danno in tempo reale di strutture e infrastrutture (edilizia residenziale, edilizia scolastica, infrastrutture viarie, porti e aeroporti, dighe). Tale finalità si è concretizzata con la realizzazione di piattaforme WebGIS che: costituiscono un'interfaccia grafico per i dati nel DB di esposizione e di vulnerabilità, consentono di visualizzare mappe di rischio con una grafica ad effetto e permettono di calcolare in tempo reale gli scenari di danno nell'ipotesi di accadimento di un terremoto. I citati WebGIS sono stati, nel corso degli anni, continuamente oggetto di integrazioni, in modo da includere tutti i risultati delle attività condotte nelle varie linee di finanziamento, e sono stati estensivamente verificati/validati e utilizzati nel corso di simulazioni di evento e delle crisi sismiche che si sono verificate (Emilia 2012 e Centro Italia 2016). Appare pertanto opportuno finalizzare la messa in produzione in emergenza di questi strumenti in modo da affiancare il SIGE ad oggi utilizzato dal DPC con questa finalità. A partire dal cruscotto di cui al progetto 5, verranno lanciati gli scenari per la produzione di un output di scenario coerente a quello di SIGE utilizzando i sistemi prodotti da Eucentre. Nelle piattaforme Eucentre viene calcolato lo scenario anche per strutture che non sono nel DB di SIGE (infrastrutture viarie, porti, aeroporti, scuole, dighe), a cui si ritiene opportuno aggiungere anche gli impianti industriali rilevanti. È pertanto stata attivata questa nuova linea di finanziamento per la produzione di un WebGIS insediamenti chimici industriali che definirà uno stato dell'arte nazionale ed internazionale su queste tipologie non-standard di strutture con l'obiettivo preliminare di localizzarle sul territorio associando, se possibile, o disponibili, dei valori soglia che possano caratterizzarne l'innescò di criticità, come meglio specificato nel seguito di questo documento.

##### *Obiettivi del progetto*

Nel caso di questa annualità gli Obiettivi che si intende perseguire sono:

La creazione di un WebGIS insediamenti chimici industriali che localizzi queste tipologie di impianti sul territorio, cercando i database dai quali reperire tali informazioni, tra cui una possibile sinergia con i VV.FF anche in relazione alla esistenza di valori soglia di riferimento per le sostanze stoccate. In una prima fase, pertanto, l'approccio sarà quello di restituire esclusivamente l'informazione su quale sia il numero insediamenti presenti nelle aree racchiuse dentro prefissati valori di accelerazione risentita. Se possibile, inoltre, verranno anche associate funzioni di fragilità e/o le matrici di probabilità di danno che sarà possibile reperire in letteratura scientifica nazionale



ed internazionale, facendo preliminarmente uno studio approfondito dello stato dell'arte nell'ambito degli impianti industriali a rischio rilevante.

### ***Descrizione Generale del programma di attività***

#### ***Attività***

Importazione dei dati relativi alla localizzazione degli impianti industriali sul territorio ed eventuale associazione di limite soglia delle sostanze stoccate, anche sulla scorta di una eventuale sinergia con i VV.FF.

Tali dati saranno resi consultabili mediante finestre di dialogo grafico, analogamente a quanto fatto per i dati delle schede di verifica sismica di livello 1 e 2 delle scuole e dei ponti oggetto di altre linee di finanziamento (vedi WebGIS rischio delle scuole e WebGIS viabilità, ora WebGIS infrastrutture).

In questo modo i dati saranno disponibili per le analisi di rischio e scenario di danno. Alle infrastrutture, sia che facciano o meno parte delle industrie a rischio di incidente rilevante, nel corso dell'annualità 2018 saranno associate le curve di fragilità eventualmente reperite da uno stato dell'arte in letteratura internazionale e nazionale. Non sono pertanto previste per l'annualità oggetto di questo documento ulteriori approfondimenti sul tema della vulnerabilità sismica.

#### ***Prodotti Attesi***

- Popolazione del DB sulla localizzazione degli impianti industriali;
- Stato dell'arte nazionale ed internazionale sulla vulnerabilità di questa tipologia di impianti;
- Report sullo stato dell'arte
- Manuali di navigazione del WebGIS insediamenti chimici industriali;
- Manuali per la gestione IT del WebGIS insediamenti chimici industriali;
- Inserimento dei metadati dei dataset e servizi del WebGIS insediamenti chimici industriali;
- Report sulle attività svolte.

### **ENGLISH TRASLATION**

**Name of the project funded by the Italian Department of Civil Protection:**

***Development of a Web-GIS platform for seismic risk and damage scenarios on industrial chemical settlements assessment***

#### ***Introduction***

##### ***Scientific technical framework***

Since 2009 funding lines have been activated aiming at developing tools for the definition of seismic risk and of the real-time damage scenario of structures and infrastructures (residential buildings, school buildings, infrastructures road, ports and airports, dams). This objective has been realized through the development of WebGIS platforms that: constitute a graphical interface for data in the exposure and vulnerability databases, allow to visualize risk maps with advanced



graphics features and allow to calculate real time scenarios of damage in the hypothesis of an earthquake. Over the years the WebGIS have been continuously subject to additions and improvements to include all the results of the activities conducted in the various funding lines and have been extensively verified / validated and used in the course of event and crisis simulations such as the seismic events occurred in Emilia Region in 2012 and in Central Italy in 2016. It appears therefore appropriate to finalize these instruments in order to support the SIGE platform currently used by the Italian Civil Protection Department (DPC) for this purpose. Scenarios will be launched for the production of a scenario output consistent with the one of SIGE through the systems produced by Eucentre. It has to be underlined that in the Eucentre platforms scenarios are calculated for structures that are not in the DB of SIGE (road infrastructures, ports, airports, schools, dams), while a platform for calculating the damage scenario of the relevant industrial plants is not currently available. Therefore, this new funding line it has been activated for the production of a WebGIS for industrial chemical facilities which will import the data stored in the SIGE Database to foresee developments in terms of assessment of vulnerability of these infrastructures as better specified in the continuation of this document.

*Project Objectives:*

In the context of this year, the objectives to be pursued are:

The creation of a WebGIS for industrial chemical facilities which will localize these types of plants in the area looking for the databases where to obtain this information, including a possible synergy with the Fire Department also in relation to the existence of reference threshold values for the substances stored.

In a first phase, therefore, the approach will allow to return only the information about the number of facilities present in the areas enclosed within prefixed values of resentful acceleration. If possible, in addition, fragility functions and / or damage probability matrices will be associated, carrying out a preliminary study of the state of the art in the context of industrial plants at significant risk.

**General description of the activity program**

*Activities*

Import of data related to the localization of industrial plants in the territory and possible association of limit threshold of the substances stored, also on the basis of a possible synergy with the Fire Department.

These data will be made accessible through graphical dialog windows, similarly to what is done for the data of the seismic verification charts of level 1 and 2 of the schools and bridges subject to other funding lines (see WebGIS school risk and WebGIS road, now WebGIS infrastructure).

In this way the data will be available for risk analyses and damage scenario. Fragility curves from state of the art international and national literature will be associated to infrastructures, whether or not they are part of industries at risk of major accidents. Therefore, no more detailed information on the topic of seismic vulnerability is foreseen for the year covered by this document.

*Expected Products*

- Population of the DB on the location of industrial plants;
- National and international state of the art on the vulnerability of this type of plants;
- Report on the state of the art





- **User manuals of the WebGIS for industrial chemical facilities;**
- **Manuals for IT management of WebGIS for industrial chemical facilities;**
- **Report on the activities carried out.**





### 3 ANNEX 2

#### Nome del progetto finanziato dal Dipartimento di Protezione Civile Italiano::

#### Stima di danno in cascata a seguito di danni da eventi sismici ad impianti chimici industriali

##### *Premessa*

##### *Inquadramento tecnico scientifico*

L'analisi degli impatti sulla salute associati al rilascio accidentale di sostanze chimiche a seguito di danni in impianti chimici industriali si basa attualmente sulla conoscenza delle proprietà intrinseche dei singoli agenti (tossicità, infiammabilità, esplosività, ecc.) e sulla prevedibile risposta, in termini di effetto sanitario, ad una data dose della sostanza chimica sulla base delle metodologie classiche utilizzate nella valutazione del rischio sanitario. Il quadro metodologico corrente non è basato su un approccio integrato che considera tutta la catena di eventi che partono dal rilascio iniziale e che includono la valutazione del carico ambientale in differenti matrici ambientali, e la quantificazione dell'esposizione umana quale metrica appropriata per la valutazione degli effetti sulla salute umana su diverse scale temporali.

In questo quadro, gli effetti negativi sulla salute umana derivanti dall'esposizione a sostanze chimiche tossiche a seguito di un disastro chimico possono essere:

- effetti locali che si verificano nel sito di contatto con la sostanza chimica, come broncoostrizione da irritanti delle vie respiratorie, o irritazione della pelle e degli occhi da parte di gas, liquidi e solidi;
- effetti sistemici che si manifestano su uno o più tessuti od organi specifici (detti **bersaglio**) **anche** lontani dal sito di assorbimento a seguito del rilascio nei fluidi biologici degli inquinanti da esso veicolato, come la depressione del sistema nervoso centrale in seguito all'inalazione di solventi o la necrosi del fegato dovuta all'inalazione di tetracloruro di carbonio;
- effetti sulla salute mentale derivanti da rilasci reali o percepiti, che dipendono dallo stress psicosociale associato a un incidente.

Il tempo trascorso tra l'esposizione e l'insorgenza dei sintomi può variare. Si parla di effetti acuti o a breve termine quando l'insorgenza dei sintomi avviene in un intervallo di tempo breve successivo all'esposizione e di effetti cronici o a lungo termine quando i sintomi si manifestano a distanza di mesi o anni attraverso un processo di accumulo in una o più matrici ambientali e successivamente nell'organismo umano.

Obiettivo della presente proposta è quello di sviluppare una metodologia integrata per la valutazione degli impatti sulle diverse matrici ambientali (aria, acqua e suolo) e degli effetti sia acuti che cronici sulla salute della popolazione e dei lavoratori presenti e dei soccorritori in seguito a danni in installazioni chimiche.

##### *Obiettivi del progetto*

Nel coso di questa annualità gli Obiettivi che si intende perseguire sono:





Sviluppo di un approccio operativo verso l'implementazione di una catena modellistica applicabile alla valutazione dei rischi per la salute in relazione a catastrofi naturali volto alla stima dell'andamento temporale dei livelli di contaminazione in differenti matrici ambientali, dei profili di esposizione umana e dei danni alla salute (acuti e cronici) che possono risultare, a vari intervalli di tempo dopo il danno strutturale, dall'assorbimento acuto o prolungato di sostanze chimiche pericolose selezionate tra quelle elencate nell'inventario UE delle sostanze tossiche industriali ad alto rischio.

### ***Descrizione Generale del programma di attività***

#### ***Attività***

Per dare attuazione ai sopraccitati Obiettivi questa annualità prevede:

- Identificazione ed analisi della catena modellistica necessaria per la valutazione dell'impatto sulla salute umana (a breve e lungo termine) associato all'esposizione a sostanze chimiche tossiche in seguito ad incidenti in impianti chimici. Tale attività includerà la valutazione di modelli multimediali di dispersione delle sostanze inquinanti nelle diverse matrici ambientali, di modelli di esposizione attraverso differenti vie di esposizione (inalazione, ingestione e contatto dermico) e modelli di dose-risposta per valutare l'impatto sulla salute.
- Applicazione della metodologia sviluppata ad un ipotetico incidente simulato in un impianto chimico industriale volto alla valutazione modellistica dei livelli di contaminazione nelle varie matrici ambientali e della loro interazione, alla stima dei profili di esposizione differenziati per gruppi di età/genere ed all'impatto acuto e cronico finale sulla salute umana. Per la definizione dell'ipotetico incidente potremmo avvalerci dei dati raccolti durante i recenti incidenti che hanno interessato il territorio lombardo in modo da potere validare opportunamente l'applicabilità e i risultati degli strumenti di calcolo e della metodologia proposta.

#### ***Prodotti Attesi***

- Report sulla metodologia per l'analisi e la valutazione quantitativa degli effetti sulla salute umana associati all'esposizione a sostanze tossiche in seguito alla contaminazione ambientale causata da un disastro chimico.
- Report sui risultati in termini di livelli di contaminazione ambientale, profili di esposizione e impatti acuti e cronici sulla salute della popolazione, dei lavoratori e dei soccorritori presenti, causati da rilasci accidentali di sostanze chimiche in seguito ad un ipotetico incidente simulato in un impianto chimico industriale.
- Report sulle linee guida riguardo l'uso ottimale delle risorse dedicate alla protezione civile in modo tale che l'intervento delle autorità e dei principali attori coinvolti possa essere risultare più efficace.

### **ENGLISH TRASLATION**

**Name of the project funded by the Italian Department of Civil Protection:**

***Assessment of cascade damages following seismic events in industrial chemical plants***



## Introduction

### *Scientific technical framework*

Analysis of the health impacts associated with the accidental release of chemicals as a result of damage in industrial chemical plants is currently based on the knowledge of the intrinsic properties of individual agents (toxicity, flammability, explosiveness, etc.) and on the foreseeable response, in terms of health effect, at a given dose of the chemical substance on the basis of the classical methods used in the assessment of health risk. The current methodological framework is not based on an integrated approach that considers the whole chain of events that start from the initial release and which include environmental load assessment in different environmental matrices, and the quantification of human exposure as an appropriate metric for the evaluation of effects on human health on different time scales.

In this context, the negative effects on human health deriving from exposure to toxic chemicals following a chemical disaster can be:

- local effects occurring at the site of contact with the chemical, such as bronchoconstriction from respiratory tract irritants, or irritation of the skin and eyes by gases, liquids and solids;
- systemic effects that occur on one or more specific tissues or organs (called targets) also far from the absorption site, such as the depression of the central nervous system following the inhalation of solvents or liver necrosis due to inhalation of carbon tetrachloride;
- effects on mental health deriving from real or perceived releases, which depend on the psychosocial stress associated with an accident.

The time between exposure and the onset of symptoms may vary resulting in acute or short-term effects when the onset of symptoms occurs within a short time after exposure and in chronic or long-term effects when symptoms occur months or years later through a process of accumulation in a or more environmental matrices and subsequently in the human organism.

The aim of this proposal is to develop an integrated methodology for assessing the impacts on the various environmental matrices (air, water and soil) and the acute and chronic effects on the health of the population, workers and rescuers following damage in chemical installations.

### *Project Objectives:*

In the context of this year, the objectives to be pursued are:

Development of an operational approach towards the implementation of a chain modeling applicable to the assessment of health risks in relation to natural disasters aimed at estimating the time course of contamination levels in different environmental matrices, profiles of human exposure and damage to health (acute and chronic) which may result, at various time intervals after structural damage, from acute or prolonged absorption of hazardous chemicals selected from those listed in the EU inventory of high-risk industrial toxic substances.

### **General description of the activity program**

#### *Activities*

To implement the aforementioned objectives, the following activities are foreseen:

- Identification and analysis of the chain modeling necessary for the health impact assessment (short and long term) associated with exposure to toxic chemicals due to accidents in chemical plants. This activity will include the evaluation of multimedia dispersion models of polluting



substances in various environmental matrices, of exposure models through different exposure routes (inhalation, ingestion and dermal contact) and dose-response models to assess the impact on human health.

- Application of the methodology developed to a hypothetical accident simulated in an industrial chemical plant aimed at modeling the levels of contamination in the various environmental matrices and their interaction, the estimation of exposure profiles differentiated by age / gender groups and the acute and chronic impacts on human health. For the definition of the hypothetical accident we might use of the data collected during the recent incidents that have affected the Lombardy territory (Italy) in order to be able to appropriately validate the applicability and the results of the calculation tools and the proposed methodology.

### *Expected Products*

- Report on the methodology for the quantitative analysis and evaluation of the effects on human health associated with exposure to toxic substances due to environmental contamination caused by a chemical disaster.
- Report on the results in terms of levels of environmental contamination, exposure profiles and acute and chronic impacts on the health of the population, workers and rescuers.
- Guidelines on the optimal use of resources dedicated to civil protection so as intervention of the authorities and of the main actors involved can be more effective.