L'EARLY WARNING E IL CICLO DELL'EMERGENZA NELLA GESTIONE DEI RISCHI INDOTTI DA EVENTI NATURALI SU IMPIANTI A RISCHIO DI INCIDENTE RILEVANTE

F. Geri[1], L.G. Luccone[2], C.M. Speranza[3]
[1]CNVVF-DPC, Via Ulpiano, 11. Roma
[2]Dipartimento Ingegneria Chimica Università di Roma "La Sapienza"
[3] Ingegnere dell'Emergenza, Piazza Giuseppe Capograssi, 2. 67039 SULMONA (AQ)
Autore di riferimento. F. Geri: francesco.geri@libero.it

1. SOMMARIO E PROPOSITO

La presente memoria si propone di illustrare i vantaggi in termini di sicurezza per gli impianti a rischio di incidente rilevante, e più in generale per i sistemi antropici, dei sistemi di allertamento precoce denominati Early Warning Systems visti come elemento essenziale del Ciclo di Gestione dell'Emergenza.

Il *Disaster Managing* attraverso il Ciclo dell'Emergenza arricchito dai subcicli implementativi di Early Warning (EW) consente un notevole miglioramento in termini di efficienza ed efficacia sia della componente protezione dei beni esposti sia della componente soccorso operativo.

Il precoce allertamento basato su monitoraggi remoti, su microzonizzazioni territoriali modulate sulle grandezze specifico-caratteristiche dell'evento atteso e infine su analisi fenomenologiche statistico-probabilistiche locali permette da una parte di poter precorrere i tempi di attivazione delle fasi di attenzione/preallarme/allarme, anticipando la corrente tempistica del soccorso e dall'altra di poter consentire l'attivazione di procedure impiantistiche di messa in sicurezza e in generale di tutte quelle attività tese alla riduzione degli effetti degli scenari incidentali. La gestione, inoltre, del sistema di comunicazione per l'allertamento precoce induce nella popolazione ad apprendimenti consapevoli delle opportune contromisure di autoprotezione e favorisce processi di responsabilizzazione dell'emettitore con conseguente miglioramento del rapporto affidabilità/fiducia.

Il valore aggiunto del *EARLY WARNING EMERGENCY CYCLE*, nella sua potenzialità di poter attuare mitigazioni progressive e anticipate – fino ad arrivare allo shutdown delle sezioni critiche di impianto in fase *pre impact* –, sta nella possibilità duale di poter limitare il danno specifico all'impianto sia in termini di danno materiale che in termini di danno economico (*inside defence mitigation*) e di marginalizzare la potenzialità di danno ambientale (*outside defence mitigation*).

2. INTRODUZIONE

La classificazione sistematica delle sorgenti di pericolo e dei rischi prevede una ramificazione al primo livello di definizione: i rischi tecnologici e quelli naturali. L'analisi anche dei più completi alberi degli eventi, dimostra come le esigenze di organizzazione, divengano poi, nei fatti, convinzioni concettuali: infatti, generalmente, tra gli eventi iniziatori, nell'ambito delle analisi di rischio per gli impianti a rischio di incidente rilevante (RIR), i rischi naturali non si trovano efficacemente espressi, se non come fattori indiretti e marginali. Conseguentemente, in virtù del predetto convincimento, anche il complesso normativo, non è in grado, ad oggi, di definire procedure e *compulsory steps* nel caso in cui l'effetto dannoso legato al rischio tecnologico non dipenda in maniera diretta da un incidente di tipo impiantistico, ovvero connesso ai processi industriali tipici, ma, invece, abbia legame diretto con un evento naturale, i cui effetti sugli impianti e sui processi configurino l'innesco dell'incidente.

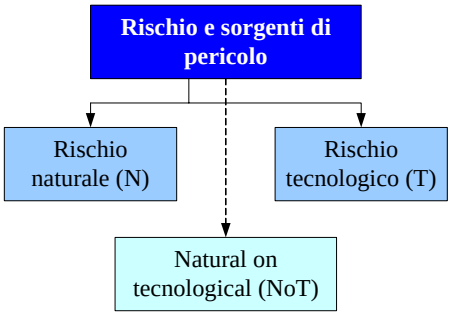

Figura 1. Variazione nel modello gerarchico rappresentativo delle sorgenti di pericolo

In questa ottica è opportuno prevedere una triforcazione nello schema concettuale delle sorgenti di pericolo invece della corrente biforcazione. La necessaria considerazione di questo nuovo ramo, che definiamo *NoT* (***N**atural **o**n **T**echnological)* deve comportare oltre che un necessario e specifico nuovo approccio scientifico; un nuovo orientamento per l'analisi e la classificazione dei pericoli e nuovi schemi concettuali per le analisi di rischio; nuovi e aggiornati sistemi di gestione della sicurezza, nei quali siano cooperanti norme imperative *NoT including*, oltre che dedicati sistemi automatici remoti di controllo e monitoraggio implementati da procedure di *early warning* dotate di alti ed elevati gradi di efficienza, efficacia e affidabilità.

Persino un modesto evento naturale, se viene interessato un impianto RIR, può provocare conseguenze potenzialmente disastrose su scala ambientale con effetti non trascurabili per la popolazione. Per questo la capacità di gestione del rischio, piuttosto che la capacità di risposta alla crisi, sono nodali nella costruzione di appositi sistemi di *disaster managing*.

Peraltro, la definizione di incidente rilevante contenuta nel D.Lgs. 334/99, fa riferimento a "un evento quale un emissione, un incendio o un esplosione di grande entità, dovuto a sviluppi incontrollati che si verificano durante l'attività di uno stabilimento e che dia luogo ad un pericolo grave, immediato o differito per la salute umana o per l'ambiente, all'interno o all'esterno dello stabilimento, e in cui intervengano una o più sostanze pericolose".

In base all'analisi storica risulta che gli eventi naturali che possono più di altri determinare rilasci, per effetto domino, da impianti RIR sono i sismi e gli eventi di natura idrogeologica.

Limitatamente agli eventi alluvionali vanno considerate le seguenti problematiche:

- Un evento di tipo alluvionale può determinare un rilascio di sostanze pericolose dall'impianto con rilascio diretto sui corpi idrici recettori;
- Un evento di tipo alluvionale può determinare un rilascio di sostanze pericolose dall'impianto con inquinamento del soprasuolo e sottosuolo con riferimento sia alla fase solida sia alla fase liquida (zona vadosa, falda sospesa, falda profonda).

La costruzione di progetti di *disaster management* per i rischi *NoT* su impianti RIR è sicuramente una impresa assai complessa, specie per quanto riguarda la definizione organizzativa ottima delle strutture di mitigazione, preparazione, risposta e ripristino (Figura 2), nella considerazione che per i rischi *NoT*, devono essere sviluppate specifiche strategie di gestione relative sia all'analisi dei pericoli *NoT*, sia alla capacità di risposta – ambedue connesse intimamente con il sistema gestionale dell'impianto RIR – ad un evento con effetti diretti sull'impiantistica e sui processi, ma indipendente sia dal funzionamento dell'impiantistica che dell'esecuzione dei processi industriali di lavorazione. In pratica la scopo consiste nello studiare un sistema di implementazione sistematica dei sistemi di gestione della sicurezza e dei relativi sistemi di pianificazione e gestione dell'emergeza, operativi nell'impianto RIR, la cui linfa informativa non sia esclusivamente nella misura delle grandezze tipiche dei processi ma si aggravi della misura e del controllo del flusso di grandezze tipiche del rischio naturale. Deve essere sviluppata una azione di reingegnerizzazione focalizzata sulla convinzione che tutti i livelli di protezione e prevenzione devono essere adeguati al rischio *NoT* e convergere verso una nuova soglia di rischio gestibile.

È evidente che le esigenze teoricamente individuabili per effettuare questa necessaria ristrutturazione e reingegnerizzazione del sistema di sicurezza nel suo complesso, almeno nella fase iniziale, devono tenere conto dei sistemi attuali, ma, parallelamente, si deve avere presente che non vi sono, allo stato dell'arte, strutture di sistemi di gestione *NoT oriented.*

3. EMERGENCY MANAGEMENT CYCLE PER IL NoT RISK

Nell'ambito della ristrutturazione e reingegnerizzazione del sistema di gestione complessivo orientato pure ai rischi *NoT* si deve tendere alla definizione di un Sistema di Gestione della Sicurezza di impianto, coordinato con i princìpi applicabili per il progetto di sicurezza integrata derivati dall'applicazione modellistica del sistema complesso del ciclo di gestione dell'emergenaza, che basi suoi fondamenti sul modello di miglioramento continuo secondo la logica PDCA.

Lo schema di ciclo dell'emergenza (Fig.2) è rappresentativo di in sistema dinamico con tanti gradi di libertà GL_{Si}, quanti sono gli step (S_i) che lo compongono. Ogni step (S_i), a sua volta, nella sua definita e autonoma caratterizzazione, comporta l'esistenza di ricerche, organizzazione e processi operativi, ognuno dei quali, caratterizzati da proprio grado di libertà $GL_{Si,j}$ rispetto allo *step* stesso oltre che al ciclo. Di qui, il sistema complessivo acquisisce la complessità multivariabile (V) data da:

$$V = GL_{Si,Si,j} = \sum_i \sum_j S_i \bullet GL_{Si,j} \qquad (1)$$

È del tutto evidente che un siffatto sistema analitico molto difficilmente trova un suo equilibrio e quindi una propria definita soluzione stabile. Per altro, è assolutamente utile che non l'abbia perché, il miglioramento continuo, base concettuale dei sistemi ciclici, deve garantire sempre migliore approfondimento di ogni singola variabile (sia essa legata alla conoscenza fenomenologica, sia essa legata al funzionamento operativo) e quindi garantire il disequilibrio dinamico, compensato da adeguamenti continui.

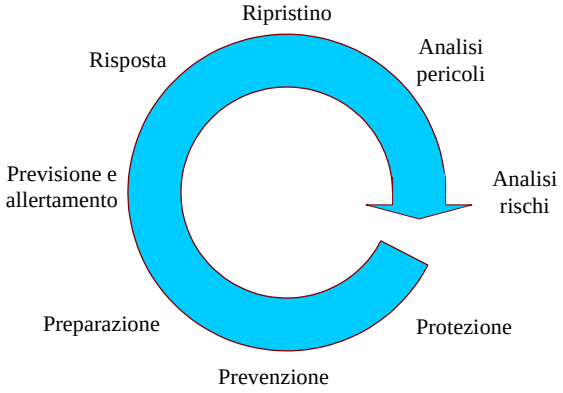

Figura 2. Ciclo gestionale dell'emergenza

Nella consapevolezza, quindi, che la gestione dei sistemi per l'emergenza non deve tendere alla soluzione quantitativa analitica indirizzata di ricerca di un suo equilibrio ma anzi deve essere improntata sulla continua rottura degli equilibri conquistati, cercando di sollecitare, nell'ottica del miglioramento continuo, la ricerca di $GL_{Si,j}$ nuove ovvero portatrici di nuove prospettive, l'idea guida deve indirizzare verso l'ottimizzazione degli step di impianto per la ricerca di massimi relativi della Funzione Utilità complessiva *in peace time* e dei massimi delle Funzioni Efficienza ed Efficacia *in event time*. L'ottimizzazione proposta è nell'implementazione centrifuga degli indirizzi e corrispondenza centripeta del controllo di conformità e affinità, da attuarsi con processi di verifica e congruità all'interno dei singoli step del processo ciclico madre (Fig.3).

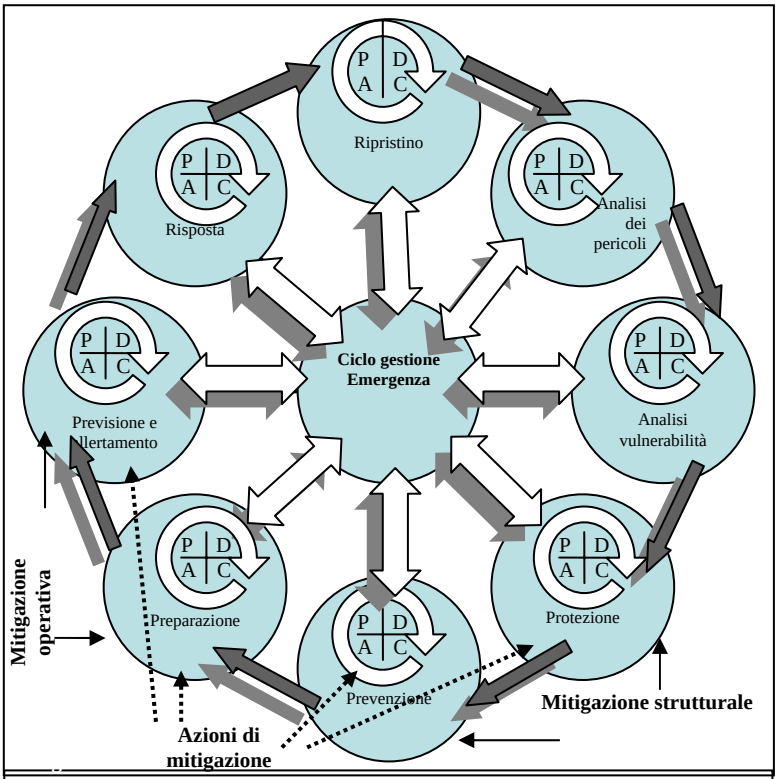

Fig.3. Schema relazionale del Ciclo dell'Emergenza per "NoT Risk

Tutto questo, nel caso di autonoma rilevanza del *Natural on Hazard Risk,* definisce la necessità di dover procedere all'applicazione sul ciclo madre di processi autonomi di controllo interno che, però, siano continuamente correlati e coordinati al ciclo madre stesso. Questo modello complesso di tipo multiprocesso ha il vantaggio che il ciclo madre è in grado di apprendere, vista la costante connessione agli *step*, ogni innovazione e può conseguentemente redistibuirla come nuovo input o immagazzinarla nel proprio database di conoscenze.

In questo schema funzionale si legge chiaramente come ogni processo interno ai singoli step sia un processo ciclico multidisciplinare e come ogni step, pur nella sua autonomia di assetto, si debba adeguare incessantemente con i profili di autoregolazione al processo di miglioramento continuo, vero e unico gestore primario della sicurezza integrata.

La ricerca applicativa che si propone nel presente lavoro è relativa allo sia agli step di Preparazione e di Previsione e Allertamento che definiamo *Mitigazione Operativa* sia a quelli di Protezione e Prevenzione che

definiamo *Mitigazione strutturale* intendendo in modo più appropriato la prevenzione, la protezione e i preparativi come azioni di difesa del target, e la Predizione e Allertamento come fase dedicata ai sistemi di *Early Warning*.

4. *EARLY WARNIG* PER IL NoT RISK

Il presupposto concettuale imprescindibilmente legato all'*Early Warning*, e che si vorrebbe introdurre come parte costitutiva del NoT Risk Management, sta nella trasmissione immediata dell'avviso di rischio incombente alle tre componenti interessate:

1. Sistema di gestione impianto RIR;
2. Sistema di gestione dell'emergenza territoriale;
3. Popolazione.

affinché ogni funzione possa intraprendere le necessarie azioni di risposta in termini di protezione, di soccorso urgente e autoprotezione.

Dal punto di vista dell'analisi dei tempi risulta del tutto evidente che maggiore è la capacità previsonale dell'evento maggiori sono le possibilità che il sistema complessivo di risposta abbia alti coefficienti di efficienza ed efficacia ai fini della riduzione del danno diretto alle persone, alle "proprietà" e all'ambiente.

Sotto questa ipotesi, quindi, l'interesse principale deve essere rivolto al *NoT* A*ssesment* ovvero agli step del Ciclo dell'Emergenza in cui le analisi di pericolo e di rischio si fondono per definire la vulnerabilità (sismica, idraulica, eolica…). L'impostazione della fase di *assesment* nella costruzione di un sistema di gestione dell'emergenza del *NoT risk* basato sull'*Early Warning* è di fondamentale importanza specie nella parte in cui si deve connettere il livello scientifico, deputato allo studio dei rischi naturali – conoscitivo dei parametri di riconoscibilità e delle relative soglie, oltre che pienamente consapevole delle cronodinamiche proprie del fenomeno naturale – con il livello tecnologico, deputato alla conoscenza del rischio tecnologico, nel cui know-how sono presenti sia tutti gli elementi capaci di poter individuare le criticità dell'impianto nel contesto in cui è inserito, sia i tempi di reazione, con i relativi margini, per poter porre in un sufficiente stato di sicurezza l'impianto intero o le unità critiche.

In questa ottica il *NoT assesment* acquisisce caratteristiche di referenzializzazione cronoterritorializzata del rischio naturale: il che vuole dire che la definizione della vulnerabilità per il *NoT risk* si deve necessariamente ottenere attraverso la tipologizzazione del danno tecnologico atteso in funzione delle due variabili:

1. *reale tempo di impatto* (lasso temporale effettivo tra la rilevazione delle grandezze caratteristiche presso la sorgente del fenomeno naturale e l'impatto con l'impianto);
2. *reale efficacia di impatto* (valutazione territorializzata del fenomeno naturale attraverso la caratterizzazione locale delle proprie grandezze fisico-energentiche impattanti).

Queste necessità comportano, di conseguenza, l'esigenza di procedere a processi di pianificazione locale a bassissima scala, per i quali, a monte, siano condotte precise e dettagliate microzonizzazioni del pericolo da cui derivi una una mappatura del rischio locale circostanziata ed espressa in termini di magnitudo locale e in termini di *time on target* per sorgenti di rischio individuate e localizzate (sisma, frana, …) ovvero per precursori derivabili da modelli previsionali/predittivi (esondazioni, uragani, trombe d'aria, …). La sovrapposizione di questa interpretazione territoriale cronoriferita, con una aggiornata rappresentazione dello status quo, definisce la carta di vulnerabilità cronografica attraverso la quale i correnti modelli matematici rappresentativi dei fenomeni disastrosi indicheranno la dimensione del danno per le varie magnitudo con i relativi tempi di impatto.

Per un impianto RIR avere disponibile una definizione di dettaglio dell'analisi che permetta di disporre una forma matriciale in termini di magnitudo/tempo, definita per ogni singolo pericolo naturale ipotizzabile per il territorio di interferenza rappresenta uno strumento indispensabile al fine di stabilire, al proprio interno, la programmazione e la pianificazione di procedure e modalità operative per la messa in sicurezza integrale o parziale dei propri impianti/processi.

Inoltre, l'interpretazione territoriale cronoriferita, consente, in via principale:

1. di emettere norme imperative *NoT including* appositamente definite per gli impianti RIR;
2. al *management/designer* di impianto di confrontare i tempi di attivazione dei propri sistemi di sicurezza – attivi, semi-attivi e passivi – con i tempi del fenomeno naturale e, quindi, provvedere a far sì che vi sia congruità quantitativa, sia provvedendo all'istallazione di nuovi sistemi di sicurezza, sia al miglioramento di quelli presenti, sia ottimizzando le procedure e il modello di intervento del proprio piano di emergenza interno;

3. All'autorità politica territoriale responsabile di poter adottare specifiche procedure per il controllo (VIA, VAS) con uno strumento raffinato e simil reale;
4. Il coordinamento concordato tra le fasi di attivazione tipiche del sistema nazionale di Protezione Civile (attenzione, preallarme, allarme, emergenza) e le fasi di messa in sicurezza dell'impianto RIR;
5. La possibilità di avere la dimensione massima (espressa in ordine di tempi) oltre la quale l'implementazione dei sistemi di mitigazione risulta ancora efficace;
6. La definizione di un sistema organico di interventi di mitigazione/protezione in fase di pianificazione;
7. La realizzazione di un sistema di comunicazione di allertamento precoce per avvisi alla popolazione.

5. PRINCÌPI PER L'APPLICAZIONE DELL'EW

Un sistema di EW consiste generalmente di quattro componenti:

- Un sistema di monitoraggio formato da una rete di sensori opportunamente dislocati sull'area di interesse;
- Un sistema di comunicazione real-time che trasmette i dati dai sensori agli elementi distribuiti di un sistema di registrazione ed elaborazione centrale;
- Un sistema di processamento dei dati che converte i dati provenienti dai vari elementi;
- Sistema di inoltro del segnale d'emergenza a tutti i centri di interesse.

I princìpi che governano il sistema sono:

1°. L'*EW* ha bisogno di un sistema coordinato di connessione sia a livello nazionale che a livello locale con definite responsabilità e individuate autorità. Per essere realmente efficace, l'*EWS* deve essere uno dei componenti di un più articolato programma di mitigazione e riduzione di vulnerabilità;
2°. Devono essere identificati autorevoli *decision-maker* e a livello locale devono essere individuate le responsabilità in modo che possano essere attivate le risposte basate su procedure di gestione di emergenza prestabilite in opportune pianificazioni di dettaglio a seguito di *EW*;
3°. Gli *EW* spesso sono tecnicamente specializzati per ogni singolo pericolo. Per essere applicati efficacemente hanno bisogno di essere chiaramente compresi oltre che essere messi operativamente in atto dal sistema locale di Protezione Civile;
4°. Gli *EWS* sono completati da procedure definite per la comunicazione sia del *warning* che delle informazioni relative a tutta le popolazione vulnerabile in modo che esse stesse possano prendere tutte le azioni adatte alla mitigazione dei danni;
5°. Localmente, gli eventi a maggiore probabilità di accadimento devono essere ricondotti nel processo di *EW* a modelli di pianificazione su piccola scala, in particolare modo per il rischio idrometereologico devono essere fatti precisi riferimenti ai modelli antropici di sfruttamento economico e/o ambientale;
6°. È necessario che in modo continuo vengano esaminati e previsti aggiornamenti dei mutamenti dei modelli di vulnerabilità locale;
7°. Le responsabilità primarie di comando e controllo deve essere delegata ai livelli locali di coinvolgimento, al fine di fornire al sistema generale informazioni particolareggiate sugli avvenimenti e sulla conoscenza dei rischi territorializzati, basando le decisioni sugli avvisi ricevuti e gestendo gli *EW* alle popolazioni *upper target* per favorire azioni di comunità utili a prevenire e ridurre i danni. Un alto grado di conoscenza locale e la sviluppata conoscenza dei rischi locali, oltre che la buona conoscenza delle procedure decisionali spettanti le autorità sono essenziali per il buon funzionamento in emergenza sia dell'efficacia della comunicazione degli avvisi alla popolazione che dell'applicazione delle opportune strategie operative;
8°. Adatti *EWS* locali offriranno una serie di metodi di comunicazione necessari a innescare le strategie multiple applicabili per le azioni di protezione e riduzione di rischio;
9°. Perché il sistema sia "sostenibile", tutti gli aspetti di pianificazione e realizzazione di EWS richiedono di essere inseriti in un processo di miglioramento continuo che coinvolga tutti gli stakeholder sia locali che nazionali. Questo include l'analisi e la verifica delle informazioni sui rischi, l'accordo sui processi decisionali di tutti i protocolli e standard operativi di ogni attore coinvolto. Altrettanto importante è la selezione dei media comunicativi scelti per il programma di diffusione degli avvisi che deve essere fatta in modo da assicurare un livello efficiente ed efficace di attività per la diffusione degli avvisi.

6. CARATTERIZZAZIONE DELL'*EARLY WARNING EMERGENCY CYCLE* COME IPOTESI SISTEMICA DI *DISASTER PLANNING SYSTEM*;

L'adozione dell'*Early Warning* (*EW*) all'interno del Sistema di Gestione dell'Emergenza, almeno per il caso di *NoT Risk* per impianti RIR, comporta la reingegnerizzazione dell'intero sistema. Infatti la scala di dettaglio a cui deve essere spinta la conoscenza del fenomeno naturale, il territorio di insediamento, le caratteristiche atmosferiche, del soprassuolo del suolo e del sottosuolo, la vulnerabilità territoriale e sociale locale, comportano la predisposizione di Cicli locali di Gestione dell'Emergenza tali da poter offrire azioni di risposta – in termini preventivi e operativi – con elevate componenti di specializzazioni sebbene inserite nel più ampio e complesso campo, imprescindibile, del modello gestionale complessivo.

La novità che si prefigura nell'impostazione di un Sistema di Gestione dell'Emergenza basato su sistemi di Early Warning sta nella consapevolezza che la variabile "tempo" rappresenta il valore sul quale è necessario lavorare al fine di poter ottimizzare ogni intervento di mitigazione del danno tecnologico generato dall'evento naturale disastroso e per poter mettere in atto le opportune procedure per una tempestiva comunicazione alla popolazione coinvolta in modo che, massivamente, essa possa prendere atto della situazione e attivarsi per le procedure di autoprotezione.

La variabile tempo deve essere fermamente connessa:

- a monte, con le soglie critiche, scientificamente definite e strettamente connesse non solo con il tipo di pericolo ma con il territorio scenario dell'evento disastroso;
- a valle, con i range di tempo precedentemente stimati come necessari per la proceduralizzazione della messa in sicurezza progressiva dell'impianto RIR.

Sotto queste condizioni il *time in target* e il *time for safe*, a meno di un sovra tempo di sicurezza, coincidono in quello che potremmo definire il *time out severe damage*, che rappresenta il lasso di tempo necessario al gestore dell'impianto per porsi sulla soglia che differenzia un danno atteso da un danno rilevante atteso. È evidente che quanto maggiore è la capacità del Sistema Previsionale e Scientifico di poter allungare l'arco temporale *time in target* quanto più raffinate e numerose potranno essere le azioni mitigatrici.

In questa ottica, quindi, una conoscenza dell'evoluzione specifica e territorializzata del fenomeno naturale consente di stabilire il "*minimum time in target*" come il lasso di tempo minimo necessario per procedere alla messa in sicurezza, mentre l'analisi di *NoT hazard* condotta sull'impianto RIR, nella sua componente di crono proceduralizzazione delle attivazioni delle sicurezze, consente di conoscere il *maximum time out severe damag*e come il lasso di tempo massimo utile per considerare scongiurato l'incidente rilevante.

Quando *minimum time in target* e *maximum time out severe damage* hanno lo stesso valore, si è in condizioni di dire che sia operativo un *EWS.*

La ricerca di questo equilibrio comporta che l'*EMS* stimoli lo step scientifico per la definizione e la ricerca di opportune distanze (in funzione sia del tipo di rischio naturale che della sua velocità caratteristica) alle quali istallare sistemi di monitoraggio e rilevamento delle grandezze fisiche ed energetiche peculiari dell'evento di danno atteso.

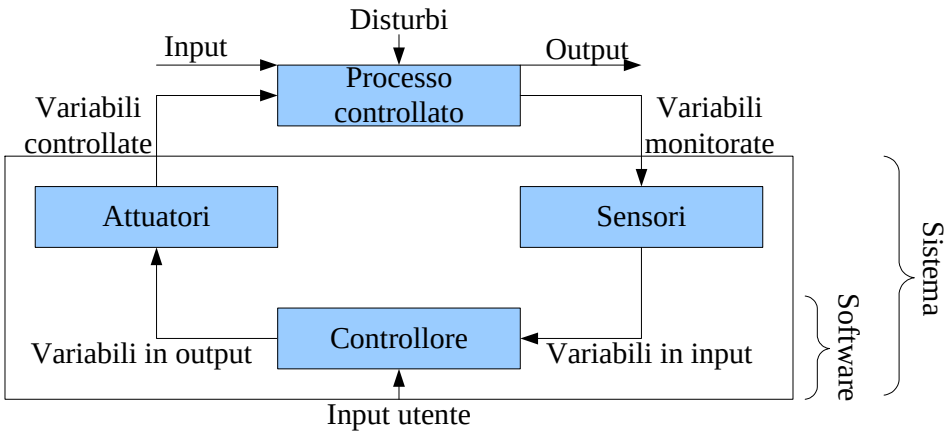

Figura 4. Schema relazionale per i sistemi reattivi tipo EW pwe il *NoT Risk*

Le grandezze rilevate sul territorio da adeguati sensori – processi in ingresso – subiscono un processo di controllo opportunamente predisposto e settato su soglie definite in modo che l'EWS, sia in grado di attivare gli attuatori di allarme direttamente in impianto. In questo modo l'SGS dell'impianto ha il tempo di potere

attivare le procedure di sicurezza interne quando conseguentemente all'avviso precoce conseguente ad una rilevazione profonda.

7. MODELLO DEFINIZIONALE DI UN EARLY WARNING SYSTEM PER *NATURAL HAZARDS* SU IMPIANTI RIR;

Abbiamo dimostrato come sia basilare per il *NoT Risk EWS based* la focalizzazione del Sistema di Gestione dell'Emergenza sull'interesse di porre in essere ricerche indirizzate sui tempi specifici di impatto e di come sia basilare stabilire, con sufficienti margini di sicurezza, sia il *minimum time in target e maximum time out severe damage* al fine di stabilire quali sia il raggio minimo per la creazione di opportune cinture di rilevamento e controllo strumentale.

Ogni evento naturale in grado di arrecare danno ha un tempo caratteristico di sviluppo e, in linea del tutto generale, si può pensare di potersi riferire al seguente quadro sinottico, nel quale al tipo di rischio sono associati i tempi di preallarme (considerati quasi coincidenti con il *lasso temporale di vita* del fenomeno) e le analisi procedurali critiche che devono essere messe in atto per una corretta, efficiente ed efficace gestione dell'emergenza.

RISCHIO	TEMPI DI PREALLARME	ANALISI PROCEDURE CRITICHE
sismico	secondi -minuti	· rapida valutazione danni edifici e numero feriti/morti; · necessità di provvedere rapidamente all'allestimento delle aree di emergenza; · rapidi soccorsi sanitari; · verifica preventiva aree emergenza e centri operativi; · gestione emotività popolazione colpita · …
eolico	Minuti-ore	· rapida valutazione danni edifici e numero feriti/morti; · necessità di provvedere rapidamente all'allestimento delle aree di emergenza; · rapidi soccorsi sanitari; · gestione emotività popolazione · colpita corretta valutazione preventiva delle soglie e dei livelli delle fasi di allarme; · condizioni meteo; · evacuazione popolazione coinvolta; · mantenimento delle attività produttive · …
idrogeologico	Minuti-giorni	· corretta valutazione preventiva delle soglie e dei livelli delle fasi di allarme; · condizioni meteo; · evacuazione popolazione coinvolta; · mantenimento delle attività produttive · …
vulcanico	Minuti-settimane	· evacuazione popolazione coinvolta · …
incendi boschivi	Secondi-giorni	· condizioni meteo; · cartografia di riferimento · squadre volontari preparati per l'AIB · censimento mezzi disponibili · …

Tab.1 Quadro sinottico Rischi Naturali

D'altro canto l'esito di impatto di uno qualunque di detti eventi naturali disastrosi è un danno da rischio tecnologico che nella medesima forma matriciale comporta le seguenti caratterizzazioni:

RISCHIO	TEMPI DI PREALLARME	ANALISI PROCEDURE CRITICHE
tecnologici	minuti - ore	· tempestiva valutazione sostanze coinvolte nell'evento; · condizioni meteo; · conoscenza e verifica del piano di emergenza interno all'azienda · condivisione piano emergenza esterno; · …

Tab.2 Quadro sinottico Rischi Tecnologici

La novità che deve essere evidenziata è che per il rischio *Natural on Technological* i tempi di preallarme, avendo presenti i tempi di preallarme di tabella 2 che supportano esiti dannosi tipici del rischio tecnologico, devono essere sommati ai tempi di preallarme di tabella 1 che sono tipici, invece, del rischio naturale. Se a questa considerazione, a favore di *maximum time out severe damage* si addiziona il tempo che si può guadagnare con una rilevazione remota dei generatori del danno naturale, così come previsto dalla gestione

dell'emergenza con l'implementazione di un efficace/efficiente *EWS*, ulteriore tempo si aggiunge al *minimum time in target*.
Altra novità di rilievo dell'impostazione di una relazione di specificità tra causa naturale e danno tecnologico risiede nella necessità di studiare l'impianto RIR con questa innovativa dipendenza causa/effetto e per esempio modellare su questa specifica procedure come l'TFMEA (*Territorial Failure Modes and Effects Analysis for NoT risk*) che considerino la vulnerabilità tecnologico-operativa, nella gradazione a raffinatezza crescente, di Sistemi, Sottosistemi, Componenti, Sotto assiemi, Parti come sottoposti alle sollecitazioni-azioni delle grandezze tipiche del fenomeno naturale nella consapevolezza che esse hanno tempi, modalità e dinamiche assolutamente differenti da quelle che sostanziano le grandezze tipiche dell'evento incidentale tecnologico. Questa analisi, inoltre, sarà in grado anche di poter considerare spazi/aree dell'impianto, che nella visione tecnologica sono indifferenti al rischio, come spazi/aree vulnerabili agli eventi naturali e quindi come spazi/aree con propria specifica rilevanza nella visione *Natural on Technological Risk* con derivati gradi di pericolosità e propri *time in target* e il *time for safe*. Uno schema riassuntivo di quanto detto è presente in Figura 5.

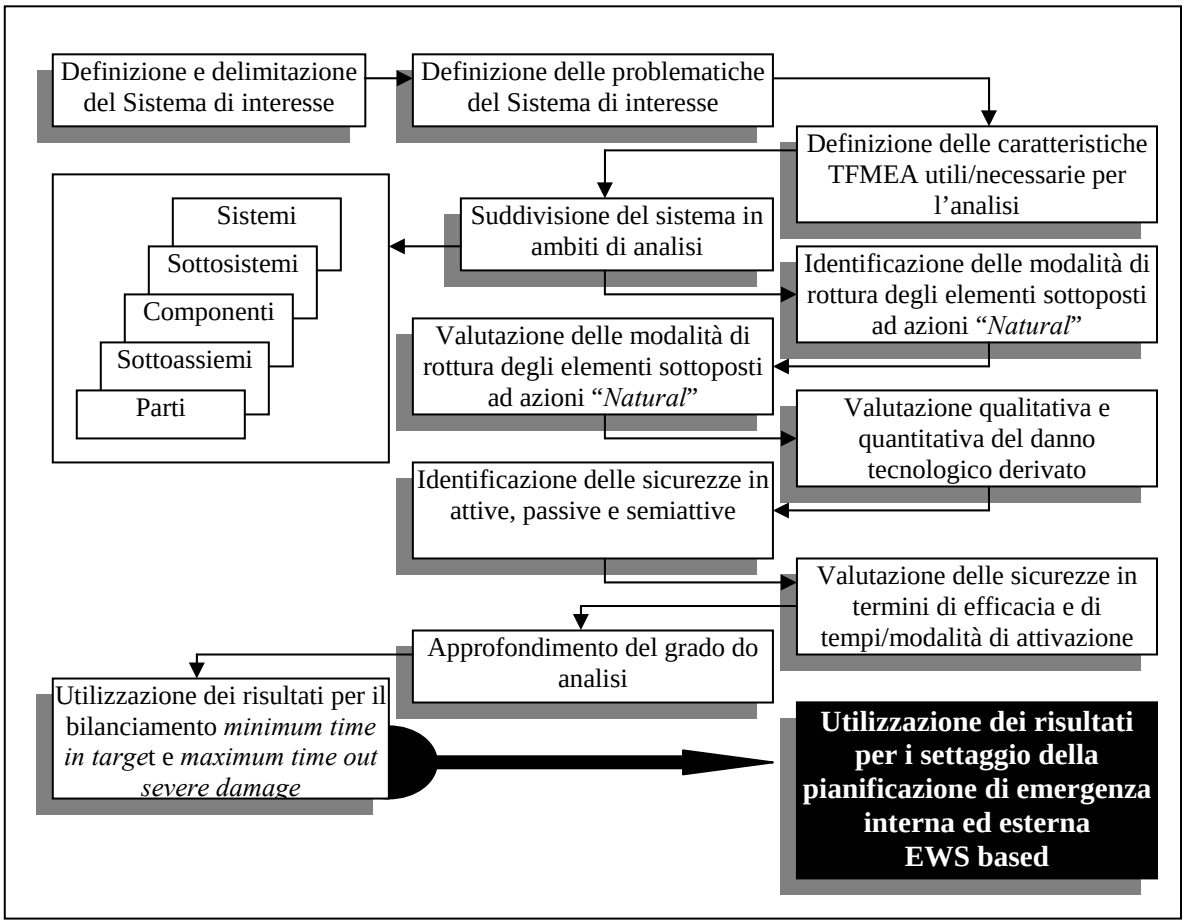

Figura 5. Schema di TFMEA per la realizzazione di un EWS per il *NoT Risk*

8. LA GESTIONE DELL'EMERGENZA PER IL RISCHIO IDRAULICO: EWS PER IL NoT RISK IN ACCORDO ALLE NUOVE DISPOSIZIONI DI LEGGE RELATIVE ALLA STRUTTURA DI RISPOSTA MEDIANTE CENTRI FUNZIONALI

Gli indirizzi operativi sono il risultato di un lungo lavoro di confronto a seguito dell'emanazione delle Ordinanze 3134/01 e 3260/02 che hanno accompagnato la realizzazione della rete meteo-radaristica nazionale e dei Centri Funzionali, nonché dei progetti di ottimizzazione e manutenzione delle reti idro-meteo pluviometriche.
Il sistema di allerta nazionale prevede:

- **una fase previsionale** costituita dalla valutazione della situazione meteorologica, nivologica, idrologica, idraulica e meteoidrologico attesa, nonché degli effetti che tale situazione può determinare sull'integrità della vita, dei beni, degli insediamenti e dell'ambiente;

- **una fase di monitoraggio e sorveglianza**, articolata in:
    i. osservazione qualitativa e quantitativa, diretta e strumentale, dell'evento meteoidrologico e idrogeologico in atto;
    ii. previsione a breve dei relativi effetti attraverso il *now casting* meteorologico e/o modelli afflussi-deflussi inizializzati da misure raccolte in tempo reale.

Le suddette fasi attivano:

- **la fase di prevenzione del rischio** attraverso sia azioni, anche di contrasto dell'evento, incluse nei Programmi regionali di previsione e prevenzione, che interventi urgenti anche di natura tecnica, così come previsto dall'art. 108 del D.Lgs. 112/1998;
- **le diverse fasi della gestione dell'emergenza**, in attuazione dei Piani d'emergenza regionali, provinciali e comunali, redatti sulla base di indirizzi regionali, relativi anche all'organizzazione funzionale degli stessi interventi urgenti.

La fase di Emergency Management è "assicurata dal Dipartimento di Protezione Civile, dalle Regioni e dalle Province autonome attraverso la rete dei **Centri Funzionali**, nonché le strutture regionali e i centri di competenza chiamati a concorrere funzionalmente ed operativamente a tale rete…"(Direttiva P.C.M. 27.02.2004).

Compito della rete dei Centri Funzionali è quello di far confluire, concentrare e integrare tra loro:

1. I dati qualitativi e quantitativi rilevati dalle reti meteo-idro-pluviometriche, dalla rete radarmeteorologica nazionale, dalle diverse piattaforme satellitari;
2. I dati territoriali, geologici e geomorfologici;
3. le modellazioni meteorologiche, idrologiche, idrogeologiche e idrauliche.

Ai fini delle attività di previsione e prevenzione, le regioni e le province autonome, anche cooperando tra loro e d'intesa con il Dipartimento della Protezione Civile:

- suddividono e/o aggregano i bacini idrografici di propria competenza, o parti di essi, in ambiti territoriali significativamente omogenei per l'atteso manifestarsi nel tempo reale della tipologia e della severità degli eventi meteoidrologici intensi e dei relativi effetti;
- stabiliscono un insieme di valori degli indicatori che, singolarmente o concorrendo tra loro, definiscono, per ogni tipologia di rischio, un sistema di soglie articolato almeno sui due livelli di moderata ed elevata criticità, oltre che ad un livello base di situazione ordinaria, in cui le criticità possibili sono ritenute comunemente ed usualmente accettabili dalle popolazioni.
- Così come si è detto in precedenza, l'aspetto principale dell'attività di Protezione Civile è il fattore tempo*:* questo aspetto diventa esiziale dell'azione di preparazione e risposta nel *NoT risk* su impianti RIR.

Figura 6. Torrente Quiliano, 22 settembre 1992

L'architettura generale del funzionamento del Sistema Nazionale di Protezione Civile (SNPC) in tempo reale così come basato sulla nuova impostazione dei Centri Funzionali (fig. 7) assume, nell'ottica del *NoT risk*

EWS based, una basilare garanzia per il raccordo tra centro funzionale (monitoraggio-rilievo), le sale operative regionali e/o provinciali (sede operativa di scenario), nonché le altre strutture preposte alla sintesi di tutte le informazioni necessarie all'attività decisionale e operativa ai fini di protezione civile, dandone successiva informazione al dipartimento nazionale della Protezione Civile.

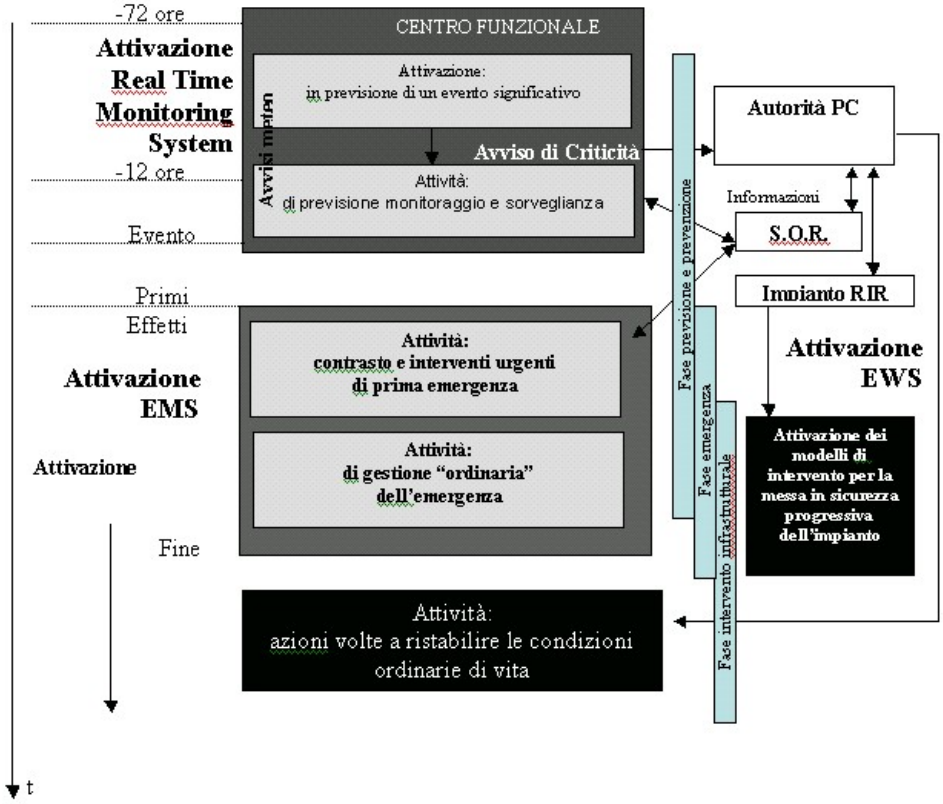

Figura 7. Schema del funzionamento del SNPC in tempo reale

Il sistema di allertamento distribuito, statale e regionale, per il rischio idrogeologico e idraulico ovvero per la diramazione di previsioni meteorologiche, avvisi e allarmi in condizioni meteo avverse e di rischio idrogeologico e idraulico effettuato sulla base delle previsioni meteorologiche a scala sinottica predisposte dal Gruppo Tecnico e adottate dal Dipartimento, emette avvisi meteo regionali. Tali avvisi meteo avranno efficacia, a meno di specifici accordi tra le regioni limitrofe, solo sul territorio regionale in cui ha sede il Centro Funzionale decentrato e verranno trasmessi dalle regioni agli uffici territoriali di governo, alle province e ai comuni e agli impianti RIR interessati secondo proprie procedure, nonché al Dipartimento della Protezione Civile (Figura 8).
L'effetto di un avviso meteo regionale è quello di attivare presso il Centro Funzionale decentrato le attività di presidio e sorveglianza, secondo le procedure adottate autonomamente dalla regione stessa.
Le regioni interessate da un Avviso nazionale, alle quali non sia stata preventivamente riconosciuta la capacità di emettere avvisi meteo regionali, oppure nelle quali il Centro funzionale decentrato non sia operativo, provvederanno, nei modi ritenuti più opportuni e adeguati, a trasmettere tale avviso alle province e ai Comuni e agli impianti RIR del territorio, nonché a prendere contatto con gli uffici territoriali di governo interessati, ai fini di indirizzare e predisporre le attività di coordinamento e le iniziative ritenute necessarie, tra le quali si devono necessariamente considerare procedure specifiche e modelli preventivi circa gli impianti RIR (Figura 9).
Da questa impostazione innovativa, basata sul Centro Funzionale, in grado di poter perseguire il massimo relativo della funzione efficacia sul tema della previsione sia in termini di comprendere la severità dell'evento sia in termini di tempistica di rilevazione, analisi e avviso, se relazionata con un sistema di EW appositamente studiato per il singolo impianto RIR, potrebbe porre le reali condizioni affinché l'effetto del rischio naturale risulti, all'impatto, mitigato con il massimo di efficacia e, quindi, potrebbe rappresentare lo strumento in grado di poter ridurre sostanzialmente non solo in danno diretto all'impianto industriale, ma, cosa assolutamente prevalente, l'innesco di catene incidentali ed effetti domino in seno all'impianto con effetti imprecisabili sia in termini di danno ambientale che di tempi per il rientro alla normalità (è bene avere presente che ogni azione di riposta da doversi condurre in condizione di evento naturale impattato è sicuramente caratterizzata da modalità e tempi assolutamente maggiori di quanto non si abbia in condizioni standard).

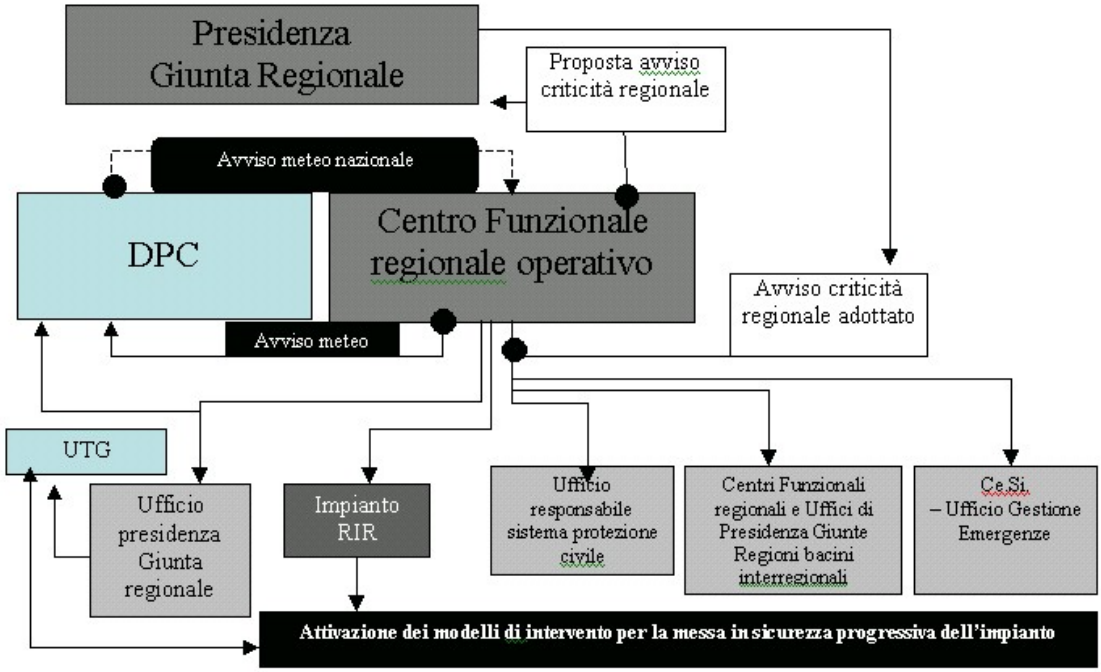

Figura 8. Avviso di criticità regionale – centro funzionale regionale operativo

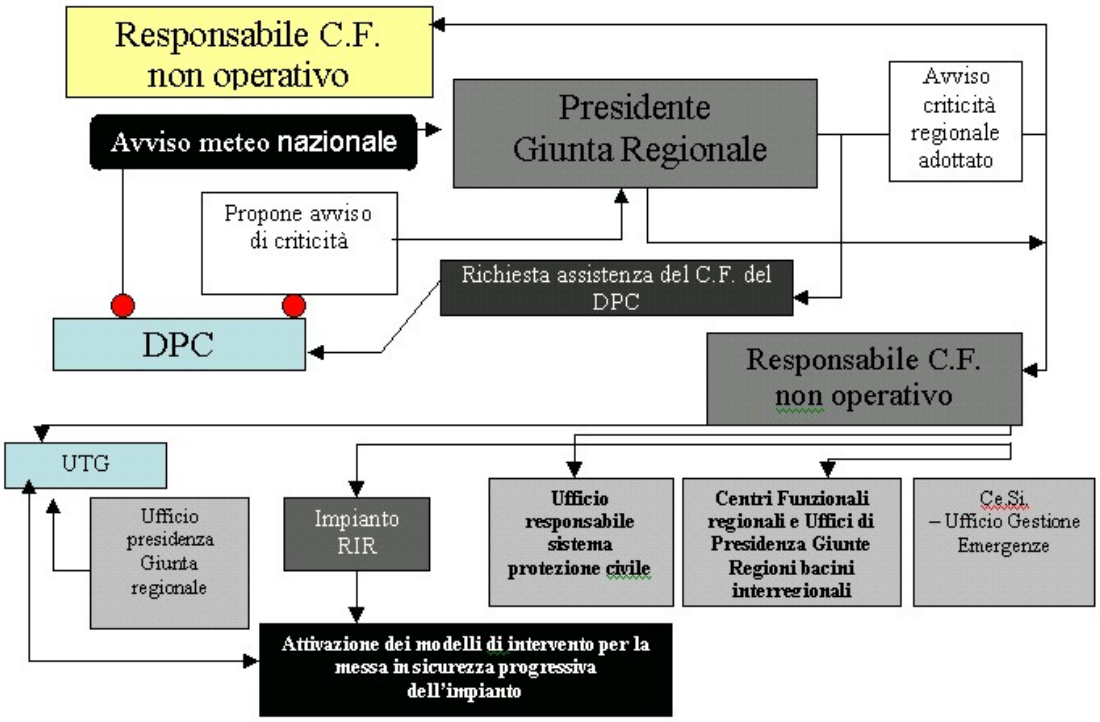

Figura 9. Avviso di criticità regionale – Centro Funzionale regionale non operativo

Da quanto mostrato il sistema di Early Warning per un impianto a rischio di incidente rilevante si configura come un sistema real time per il rilievo di segnali direttamente alla sorgente dell'evento di danno all'interno di un'area di controllo che comprende l'impianto RIR. Il sistema è realizzato in modo da poter ottenere un immediato processamento dei segnali, mediante confronto con soglie dimensionali predefinite, ed assicurare, quindi, un allarme precoce utile ad anticipare, mediante opportune e verificate manovre, l'attivazione delle sicurezze e l'allertamento dell'emergenza sia per l'invio di avvisi pubblici necessari per l'attivazione di azioni di autoprotezione della popolazione.

9. CONCLUSIONI

L'analisi effettuata in questo lavoro, circa l'efficacia sia teorica che pratica, dei sistemi di Early Warning ha mostrato con chiarezza come per i rischi naturali di grande intensità con tempi di preallarme anche piccolissimo, come nel caso del rischio sismico, si può organizzare una strategia di intervento che può portare senza dubbio a una mitigazione dei danni e alla riduzione sistematica delle possibilità di effetti domino. Molto lavoro deve essere ancora fatto nell'ambito degli impianti a rischio di incidente rilevante nella definizione operativa e nella successiva implementazione di sistemi di shutdown, per i quali la tecnologia è già esistente, e più in generale delle strategie di messa in sicurezza connesse con il sistema centrale d'allarme.

10. BIBLIOGRAFIA

[1] Y. Nakamura, *Real time information system for hazard mitigation*, Proc. 11th World Conference on Earthquake engineering, Acapulco (1996);

[2] S. Noda, K. Meguro, *A new horizon for sophisticated real-time engineering*, Journal of Natural Disaster Science, vol. 17(2), pp. 13-46 (1995);

[3] R. Hamilton, *Early Warning Capabilities for Geological Hazard*, U.N. International Decade for Natural Disaster Reduction, IDNDR Early Warning Programme, IDNDR Secretariat, Geneva (1997);

[4] AAVV, Acts of Postdam *Early Warning Conference ,U.N. International Decade for Natural Disaster Reduction*, IDNDR Early Warning Programme, GeoForschungsZentrum, Postadam (1998);

[5] AAVV, *Development On Earthquake Rapid Reporting: One Minute After- Intensity Map, Epicenter, And Magnitude*, acts on Commemoration of 100 Years of Weather Observation in the Taiwan Area, Conference on Weather Analysis and Forecasting, Proceedings of Marine Meteorology and Seismology, March 3-5, Taipei, Taiwan (1997);

[6] C. Lacave, P. Yves Bard, G.M. Koller, *Microzonation: techniques and examples*, Science, May (2003);

[7] M. Wieland, L. Griesser, C. Kuendig, Seismic Early *Warning System For A Nuclear Power Plant*. SMiRT 14 Post Conference,Seminar No. 16, Vienna.