



# PROGETTO “CENTRO FUNZIONALE MULTIRISCHI 2.0”

A cura di:

*ing. Salvatore ARCURI*  
*ing. Loredana MARSICO*  
*ing. Roberta ROTUNDO*  
*ing. Gino RUSSO*

**A valere su POR FESR 2014-2020**  
**Asse 5- Prevenzione Rischi, Obiettivo Specifico 5.1**  
**Azione 5.1.4**

## **INDICE**

<b>1</b>	<b>Scenario e scopo del progetto</b>	<b>4</b>
1.1	Introduzione.....	4
1.2	Pianificazione strategica.....	4
1.3	Azioni di potenziamento e completamento tecnologico e strutturale del Centro.....	6
1.4	Pianificazione finanziaria.....	8
1.5	Pianificazione operativa.....	8
1.6	Quadro normativo.....	8
<b>2</b>	<b>Requisiti di ammissibilità e criteri di valutazione</b>	<b>10</b>
2.1	Requisiti di Ammissibilità Generale.....	10
2.2	Requisiti di Ammissibilità Azione 5.1.4.....	10
2.3	Criteri di Valutazione.....	11
2.4	Suddivisione in lotti funzionali.....	13
2.5	Cronoprogramma.....	14
<b>A.</b>	<b>Monitoraggio</b>	<b>16</b>
A.1	Infrastruttura ricetrasmittiva – Evoluzione, assistenza e continuità operativa.....	16
A.2	Rete di monitoraggio meteorologica.....	17
A.2.1	Consistenza attuale.....	17
A.2.2	Ampliamento rete termo-pluviometrica.....	18
A.2.3	Ampliamento rete idrometrica.....	21
A.2.4	Ampliamento rete anemometrica.....	23
A.2.5	Ampliamento rete nivometrica.....	27
A.3	Rete ondometrica e mareografica.....	28
A.4	Rete di monitoraggio geotecnico.....	31
A.5	Rete Lampinet.....	32
A.6	Integrazione acquisizione e archiviazione dati Meteosat.....	33
A.6.1	Interventi previsti.....	36
A.7	Acquisizione e elaborazione dati Radar meteorologici.....	37
A.7.1	Interventi previsti.....	41
<b>B.</b>	<b>Sistema informativo</b>	<b>42</b>
B.1	Realizzazione BIG-DATA.....	43
B.1.1	Modulo Archivio.....	43
B.1.2	Modulo idrografico.....	48

B.2 Modulo Allertamento .....	49
B.2.1 Modelli di analisi dei dati meteo in tempo reale.....	49
B.2.2 Modelli di previsione meteorologica .....	49
B.2.3 Modelli di previsione a breve termine - NOWCASTING .....	53
B.2.4 Modello di suscettività all’innescò e propagazione degli incendi boschivi.....	60
B.2.5 Modelli di analisi idrologica e climatica volti alla redazione di bollettini sulla siccità	61
B.3 Portale Tematico a App #ALLERTACAL.....	63
B.3.1 Web e Social Media .....	63
B.4 Dotazione Hardware.....	65
<b>C Assistenza</b>	<b>66</b>
<b>D Fornitura mezzi e radar mobile</b>	<b>67</b>
D.1 Radar supplementare a copertura limitata.....	67
D.2 Droni .....	68
<b>E. Infrastrutture Operative</b>	<b>71</b>
E.1 Implementazione Sala Meteo e videoconferenze .....	71
E.2 Implementazione Sala Server Area Meteo .....	71
E.3 Adeguamento Sala Server Idro .....	71
<b>F. Stima dei costi</b>	<b>72</b>
F.1. QUADRO ECONOMICO .....	73

# 1 Scenario e scopo del progetto

---

## 1.1 Introduzione

La presente versione, definitiva, del Progetto di fattibilità tecnica ed economica è stato redatto in ottemperanza a quanto disposto dall'art. 6 della Convenzione stipulata tra la Regione Calabria e l'ARPACAL il 20 novembre 2017, la quale prevede, tra l'altro, l'integrazione della prima versione dello stesso già redatto dall'ARPACAL e trasmesso all'Autorità di Gestione del POR Calabria FESR FSE 2014/2020 che ne ha rilasciato **parere positivo** in merito alla coerenza programmatica con i contenuti dell'Accordo di Partenariato per la programmazione dei Fondi Strutturali e di Investimento Europei 2014/2020 e del POR Calabria FESR FSE 2014/2020.

Tale ha riguardato, in particolare, la rimodulazione finanziaria del progetto stesso sulla base dell'importo concesso, giusto art. 7, comma 1, della suddetta Convenzione, oltre che dalle richieste pervenute dagli *stakeholder*, quali Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della protezione civile, Arma dei Carabinieri – Comando Regione Carabinieri Forestale, ISPRA, Regione Calabria – Dipartimento Ambiente, Regione Calabria – *ex* Autorità di Bacino, ai quali è stato presentato il primo Progetto di fattibilità tecnica ed economica.

## 1.2 Pianificazione strategica

Il Centro Funzionale Multirischi dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria svolge, tra l'altro, le funzioni di Centro Funzionale Decentrato nell'ambito del Sistema nazionale dei Centri Funzionali, così come previsto dal combinato disposto dell'Art. 17 c. 2 del D.lgs. n. 1/2018 e dalla Direttiva sul "Sistema di Allertamento regionale per il rischio meteo-idrogeologico e idraulico in Calabria", approvata con D.G.R. n. 535 del 15 novembre 2017.

Il Centro Funzionale ha, come compito principale, il rilevamento sistematico, su tutto il territorio regionale, delle grandezze relative al clima terrestre. Esso effettua anche la validazione dei dati, rilevati in stretta osservanza degli standards nazionali ed internazionali e provvede alla pubblicazione degli stessi sul WEB, oltre che alla fornitura diretta a tutti coloro che ne abbiano interesse.

Il Centro Funzionale, inoltre, svolge la funzione di supporto tecnico-scientifico nell'imminenza o nel corso delle situazioni di emergenze di protezione civile.

Ed è proprio in tali ambiti che si vogliono sviluppare le capacità di previsione e prevenzione del Centro Funzionale, volte alla salvaguardia della pubblica e privata incolumità, operando sostanzialmente in tre ambiti strategici:

**Attività di monitoraggio e sorveglianza:**

- osservazione quantitativa, attraverso la rete di stazioni di monitoraggio in telemisura diffuse su tutto il territorio regionale dei fenomeni in atto;
- previsione a breve dei relativi effetti attraverso il now casting meteorologico e/o i modelli di simulazione afflussi-deflussi inizializzati anche con misure rilevate in tempo reale;
- monitoraggio delle precipitazioni e degli altri fenomeni in atto: la struttura è infatti operativa tutti i giorni dell'anno, ed in caso di allerta meteo opera in H24. Qualora rilevi valori superiori alle soglie di allertamento o ravvisi situazioni che possono avere effetti rilevanti sulle attività umane o mettere in pericolo la vita stessa dei cittadini che si trovano nell'area interessata, il Centro Funzionale avvisa la sala operativa regionale di protezione civile ai fini del successivo allertamento delle strutture comunali e delle altre componenti del sistema di protezione civile;
- in caso di istituzione di unità di crisi o di centro coordinamento soccorsi per la gestione di emergenze in atto, il Centro Funzionale gestisce la funzione tecnico-scientifica (funzione n. 1 prevista dal metodo Augustus, attualmente utilizzato in Italia per la gestione delle emergenze di protezione civile), fornendo informazioni continue sull'evoluzione degli eventi in atto, necessarie ai fini del coordinamento degli interventi per la gestione delle emergenze verificatesi.

**Attività di analisi e studio:**

- costante sviluppo della modellistica previsionale;
- analisi delle principali condizioni di rischio;
- gestione del sistema informativo di interscambio dei dati raccolti per finalità di pianificazione, programmazione e progettazione;
- redazione di rapporti sugli eventi meteorologici più rilevanti sul territorio regionale.

**Attività previsionale:**

- valutazione, sostenuta da modellistica numerica, della situazione meteorologica, idrologica e idraulica attesa e dei previsti effetti al suolo;
- con l'istituenda Area Meteo, il Centro Funzionale assumerà il ruolo di servizio meteorologico regionale ed emetterà quotidianamente un bollettino meteo.

Il Centro Funzionale attualmente svolge anche le funzioni del Servizio Idrografico e Mareografico, trasferito dallo Stato alla Regione ai sensi del D.L.vo n. 112/1998 ed in particolare:

1. provvede al rilievo sistematico ed alle elaborazioni delle grandezze relative al clima terrestre;
2. provvede al rilievo sistematico dei livelli dei principali corsi d'acqua;

3. provvede al rilievo sistematico ed alle elaborazioni delle grandezze relative ai deflussi superficiali;
4. provvede alla pubblicazione sistematica, alla fornitura ufficiale dei dati e degli elementi osservati ed elaborati nonché alla pubblicazione di cartografie tematiche.

Con Decreto del Presidente della Giunta Regionale n° 277 del 07/12/2009 il Centro Funzionale è stato dichiarato attivo e operativo e, dal 1° Marzo 2010, può autonomamente emanare avvisi e bollettini di criticità per rischio idrogeologico sul territorio regionale.

### **1.3 Azioni di potenziamento e completamento tecnologico e strutturale del**

#### **Centro**

##### **Analisi di contesto e fabbisogni regionali**

La Calabria è una regione particolarmente esposta ai rischi naturali a causa del suo assetto geologico, delle sue caratteristiche orografiche, idrografiche e climatiche.

Il regime pluviometrico è caratterizzato da periodi di piogge intense alternate a lunghi periodi di assenza di precipitazioni. Negli ultimi anni, inoltre, a causa dei cambiamenti climatici in atto, si assiste ad un deciso aumento della frequenza degli eventi pluviometrici estremi, caratterizzati da piogge di breve durata ma di elevata intensità, particolarmente pericolosi per l'innescare di fenomeni di dissesto. Un'attività di previsione efficace, unita ad una buona organizzazione del sistema di gestione delle emergenze è fondamentale per la prevenzione dei rischi.

A causa dell'estensione limitata dei bacini idrografici e, di conseguenza, dei brevi tempi di risposta idrologici agli input di precipitazione, la previsione del rischio di piena ed esondazione nei punti critici delle aste fluviali risulta più complessa. Un sistema di previsione, basato solo sulla pioggia misurata dai pluviometri, non garantisce un preannuncio efficace perché la predizione precederebbe di poco l'evento, inoltre allo stato la rete di monitoraggio delle stazioni meteorologiche in uso al Centro Funzionale risulta sottodimensionata ed è pertanto necessario aumentare la densità delle stazioni di monitoraggio. Inoltre a causa delle caratteristiche peculiari dei bacini calabresi oltre che alle indicazioni provenienti dal tavolo tecnico Stato-Regioni è necessario effettuare un potenziamento della rete di radiocomunicazione che riduca i tempi di comunicazione dei dati provenienti dalle stazioni ad un tempo non superiore ai 10 minuti.

La disponibilità di previsioni meteorologiche parametrizzate e tarate sulle caratteristiche del territorio regionale, e non derivanti da analisi di livello nazionale, costituisce un miglioramento notevole nella capacità di risposta del sistema di protezione civile in campo meteorologico, aumentando i tempi di preannuncio ed il livello di affidabilità degli allertamenti ai fini di protezione

civile.

Ed è proprio in tale ambito che si vogliono sviluppare le capacità di previsione e prevenzione del Centro Funzionale, volte alla salvaguardia della pubblica e privata incolumità, operando sostanzialmente in quattro ambiti strategici:

**Implementazione ed evoluzione delle attuali reti di monitoraggio** e creazione di nuove, anche non fisiche, che effettuino il monitoraggio in tempo reale dei parametri ambientali oltre che di informazioni che provengono da fonti diverse ed eterogenee come sopralluoghi effettuati con Aeromobili a Pilotaggio Remoto (APR) o anche informazioni provenienti dalla rete (Web e Social Media). Gli interventi previsti sono stati identificati al fine di realizzare la massima disponibilità di dati in tempo reale e in ogni condizione operativa di funzionamento, garantendo l'acquisizione degli standard di funzionamento operativi fissati dalla nota del Dipartimento per la Protezione Civile Nazionale n. DPC/PRE/34144 del 4 agosto 2003 che consentano al Centro Funzionale Calabro di assolvere correttamente al ruolo previsto ai sensi della Direttiva del Presidente del Consiglio del 27/2/2004.

**Creazione di un adeguato contenitore di dati**, anche molto eterogenei tra loro, che garantisca l'integrità, la sicurezza, la fruibilità, la scalabilità e la velocità di accesso;

**Realizzazione di un sistema informatico (hardware e software)** che possa operare sui dati storici ed in tempo reale e che, anche grazie ad apposita modellistica, restituisca i prodotti che il Centro Funzionale deve garantire, senza soluzione di continuità, quali: alertamenti relativi al rischio idrogeologico ed idraulico in fase di previsione e per evento in corso, oltre che redazione del bollettino durante la campagna regionale Anti Incendio Boschivo, fornitura di dati meteo-climatici grezzi ed elaborati, realizzazione del Bollettino Siccità. La piattaforma utilizzerà le informazioni provenienti da sensori remoti (satellite e radar meteorologico) e le integrerà (stime su scala spaziale elevata e quindi soggette ad incertezza maggiore) con le informazioni rilevate dai sensori a terra (misure con minore incertezza). Nell'ambito del sistema si dovrà provvedere allo sviluppo:

- della modellistica di integrazione delle stime di pioggia tra più sensori (satellite, radar, pluviometri)
- della modellistica per nowcasting (previsione a brevissimo termine), eventi meteorologici estremi, tramite radar meteo (tecniche stormtracking)
- della modellistica idrologica-idraulica con input da sensori remoti (satellite e radar meteo) per aumentare l'orizzonte temporale del preannuncio.

**Attuazione di un sistema di comunicazione delle allerte** di diverso tipo rivolto verso gli altri Enti facenti parte del Sistema nazionale di protezione civile oltre che rivolto ai cittadini, implementato secondo il criterio della multicanalità, cioè la diffusione delle allerte ai diversi soggetti (Istituzioni e cittadini) in forme diverse e personalizzate, garantendo comunque l'univocità del messaggio.

Tali attività sono state progettate nell'ambito della complessa attività di aggiornamento della Direttiva nazionale sul rischio idrogeologico ed idraulico, coordinata dal Dipartimento nazionale della protezione civile anche con il contributo di appositi Gruppi di Lavoro e finalizzato alla ridefinizione degli indirizzi operativi in fase previsionale ed in corso d'emergenza o anche al fine di meglio utilizzare i social media (GdL #SocialProCiv), effettuare attività di monitoraggio ed allertamento in corso d'evento (GdL Monitoraggio) e comunicare in modo omogeneo le allerte (GdL Omogeneizzazione).

**Le attività contemplate in questo paragrafo saranno esplicitate nei successivi capitoli secondo criteri funzionali.**

#### **1.4 Pianificazione finanziaria**

Il presente Progetto di fattibilità tecnico economica si sviluppa nell'ambito della pianificazione POR Calabria 2014-2020, Asse prioritario 5 - Prevenzione dei rischi, Obiettivo specifico 5.1 - Riduzione del rischio idrogeologico e di erosione costiera, Azione 5.1.4 - Integrazione e sviluppo sistemi di prevenzione multirischio, anche attraverso meccanismi e reti digitali interoperabili di allerta precoce, che vede quale tipologie di beneficiari proprio il Centro Funzionale Multirischi dell'ARPACal.

#### **1.5 Pianificazione operativa**

Al fine di tradurre la pianificazione strategica, su meglio descritta, in pianificazione operativa il Centro Funzionale ha partecipato alle numerose riunioni, tenutesi tra gli *stakeholder*, finalizzate alla redazione dell'Asse prioritario 5 - Prevenzione dei rischi, nelle quali è stata realizzata un'apposita Azione, la 5.1.4.. Tale Azione ha avuto una valutazione positiva della Giunta regionale e del Consiglio regionale della Calabria e, successivamente, ha ricevuto anche l'approvazione della Commissione Europea che l'ha quindi classificata come un'Azione strategica da realizzarsi nell'ambito del POR Calabria 2014-2020.

#### **1.6 Quadro normativo**

Di seguito si riportano le principali fonti normative, regolamentari e d'indirizzo poste alla base del presente Progetto di fattibilità tecnico economica:



- Art. 19 del D.Lgs 1/2018 recante Codice della protezione civile”;
- decreto-legge 18 ottobre 2012, n. 179, coordinato con la legge di conversione 17 dicembre 2012, n. 22 recante: “Ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese.” Sezione I Agenda ed Identità Digitale, Sezione II Amministrazione Digitale e Dati di tipo Aperto, Sezione V Azzeramento del Divario Digitale e Moneta Elettronica;
- Decreto Legislativo n. 82/2005 recante “Codice dell’Amministrazione Digitale” (CAD);
- Decreto Legislativo n. 50/2016 recante “nuovo Codice dei Contratti Pubblici” e relative linee guida attuative;
- “Indicazioni operative per l’omogeneizzazione dei messaggi di allertamento e delle relative fasi operative per rischio meteo-idrogeologico e idraulico” emanate il 10 febbraio 2016 dal Capo del Dipartimento della Protezione civile;

## **2 Requisiti di ammissibilità e criteri di valutazione**

Il presente progetto di fattibilità tecnica ed economica ha lo scopo di individuare, tra più soluzioni, quella che presenta il miglior rapporto tra costi e benefici per la collettività, in relazione alle specifiche esigenze da soddisfare e prestazioni da fornire.

### **2.1 Requisiti di Ammissibilità Generale**

La realizzazione del Progetto “Centro Funzionale Multirischi 2.0” seguirà rigorosamente quanto disposto in materia di Contratti pubblici dal D.Lvo 50/2016. Nello specifico il Centro Funzionale Multirischi dell’ARPACal ha provveduto alla redazione del Progetto di fattibilità tecnica ed economica, sulla base dei diversi Requisiti di ammissibilità generale previsti dal POR Calabria FESR-FSE 2014-2020.

I passi necessari alla compiuta realizzazione del Progetto, sono:

- Stipula della Convenzione Regione – ARPACAL finalizzata alla definizione dei rispettivi compiti;
- Nomina del Responsabile dell’Azione 5.1.4;
- Nomina del Responsabile del Procedimento e del gruppo di supporto;
- Revisione del Progetto di fattibilità tecnico economica, secondo le indicazioni contenute in convenzione;
- Nomina del gruppo di lavoro incaricato della progettazione definitiva/esecutiva e degli eventuali consulenti. Redazione degli elaborati di progetto. Validazione ed approvazione del progetto.
- Acquisizione del parere vincolante del Dipartimento programmazione Nazionale e Comunitaria;
- Espletamento delle procedure di gara, curate dalla Stazione Unica Appaltante della Regione Calabria, finalizzate alla realizzazione dell’intero Progetto esecutivo “Centro Funzionale Multirischi 2.0”;
- Nomina del DEC, dei Direttori Operativi, del Responsabile della Sicurezza, dei Collaudatori, etc.;
- realizzazione e collaudo del Progetto “Centro Funzionale Multirischi 2.0”.

Il cronoprogramma delle attività è riportato nel paragrafo relativo a “*Efficienza attuativa*”

### **2.2 Requisiti di Ammissibilità Azione 5.1.4**

La realizzazione del Progetto sarà conforme al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

(2007/60/CE – D.Lgs. n. 49/2010 – D.Lgs. N 219/2010) – Scheda di Inquadramento per UoM R.4.1.F\_1.1 redatta dal Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale.

Nello specifico, il Progetto è finalizzato alla gestione del rischio di alluvioni nelle misure di prevenzione (M2) e preparazione (M4).

Per la Misura M2 si opererà mediante gli aggiornamenti delle misure di portata e delle scale di deflusso di cui è necessaria la revisione (M 24.3: Misure aggiornamento/estensione degli studi a) Aggiornamento della rete idrografica).

Per la Misura M4 si opererà mediante l'aggiornamento e l'estensione dell'attuale rete sensoristica di rilevamento dei dati pluviometrici, termometrici, idrometrici ed anemometrici e della relativa rete di trasmissione dati (M 41.2: Misure per la progettazione, la predisposizione e l'ampliamento dei sistemi di monitoraggio) e la realizzazione di un moderno sistema web di informazione rivolto ai cittadini in merito alle previsioni meteorologiche, ai livelli di allertamento previsti ed in atto per le diverse zone di allertamento della Calabria, delle norme basilari di autoprotezione di protezione civile e dei piani di protezione civile comunali (M 41.2: Misure per di informazione, formazione e comunicazione per far acquisire, incrementare e/o mantenere una sufficiente consapevolezza collettiva in merito al rischio possibile ed alle azioni di autoprotezione e di protezione civile da applicare, M 44.1 Misure per la predisposizione di una piattaforma di comunicazione e diffusione ad accesso pubblico per la gestione del rischio di alluvione).

### **2.3 Criteri di Valutazione**

Sono riportati di seguito l'applicazione dei Criteri di Valutazione dei progetti, così come emanati dal Presidente della Giunta Regionale, sentito il Comitato di Sorveglianza del POR Calabria FESR-FSE 2014-2020, sulla base di quali è stato redatto il presente progetto di fattibilità tecnica ed economica.

#### ***Contributo del progetto al conseguimento degli obiettivi dell'Azione***

Seppur nella Programmazione Operativa regionale 2014-2020 è individuato come parametro per l'attività di monitoraggio del territorio comunale 1 pluviometro ogni 70 km<sup>2</sup>, da una più approfondita analisi dei fabbisogni, rapportata alle reali porzioni di territorio antropizzate e alla sostenibilità futura in termini di costi di manutenzione dell'intera rete pluviometrica, si è tarato il sistema sull'aggiunta di 80 nuovi pluviometri, posti generalmente in corrispondenza dei punti nei quali è presente una "Serie storica" significativa.

L'intervento dovrà consentire di adeguare le apparecchiature rice-trasmittenti verso protocolli di connettività e interoperabilità, fisici e logici, aperti, gratuiti, di pubblico accesso, liberi da *royalties*,

per garantire la massima competizione ed apertura possibile al mercato e consentire la piena controllabilità e disponibilità della rete di monitoraggio

### ***Efficienza attuativa***

- a) Aspetto fondamentale che è stato posto alla base del presente Progetto di fattibilità risulta essere la sostenibilità futura dell'intervento previsto. In particolare è stato ridotto il numero dei nuovi pluviometri installati, garantendo comunque una ottimale attività di monitoraggio ed allertamento. Naturalmente, rimarrà in capo al bilancio regionale la manutenzione della rete di monitoraggio ed allertamento volto alla salvaguardia della pubblica incolumità, così come avviene attualmente e disposto dalla normativa vigente.
- b) La *governance* del progetto sarà garantita per lo più dalle risorse umane interne al Centro Funzionale Multirischi dell'ARPACal. Tale personale, oltre ad avere un elevato livello di scolarizzazione (laurea) e, grazie alla natura stessa delle mansioni ricoperte, risulta esperta nelle materie oggetto del presente progetto di fattibilità tecnica ed economica.
- d) L'incremento della sensoristica installata in termini di pluviometri, termometri, idrometri ed anemometri in nuove porzioni di territorio porteranno il monitoraggio della aree antropizzate e quindi della popolazione a circa il 90 %, determinando quindi un miglioramento notevole delle attività di monitoraggio ed allertamento volto alla salvaguardia della pubblica incolumità.
- e) Grazie alla realizzazione del portale web #AllertaCal si potranno raggiungere larghissime fasce di popolazione che saranno messe a conoscenza sia delle previsioni meteorologiche e dei relativi livelli di allertamento, sia della pianificazione di emergenza comunale e delle norme comportamentali.

### ***Qualità della proposta***

- a) Tra gli scopi del Progetto c'è l'innalzamento dei livelli di affidabilità dei sistemi di monitoraggio ed allertamento, volto alla salvaguardia della pubblica incolumità. Si valuterà, inoltre, l'integrazione, nei sistemi di trasmissione dati, della Rete regionale a microonde. Infine la Sala Operativa di ricezione, memorizzazione ed elaborazione dei dati, volta all'allertamento sarà ridondata con una seconda Sala operativa con pari capacità hardware e software. Le due Sale operative, poste a circa 100 km l'una dall'altra, in condizioni normali svolgeranno le funzioni previste dalla normativa vigente di "Area meteo" ed "Area Idro". Nel caso una delle due Sale operative andasse giù, la seconda svolgerà entrambe le funzioni garantendo le attività proprie del Centro Funzionale Multirischi senza soluzione di continuità.
- b) Si è posta grande attenzione, nella progettazione, all'utilizzo delle tecnologie più avanzate nelle diverse componenti previste. Infatti, i protocolli di comunicazione dovranno essere di tipo

open e le reti trasmissive interamente digitali, il sistema di archiviazione dei dati sarà di tipo *big data* e le modalità di divulgazione sfrutteranno i canali più innovativi ed efficaci, come un portale web con architettura web 2.0.

## 2.4 Suddivisione in lotti funzionali

Così come stabilito dalle norme comunitarie in tema di partecipazione delle microimprese e delle piccole e medie imprese, recepito dall'Art. 51 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i., si intende suddividere l'appalto oggetto del presente Progetto di fattibilità tecnica ed economica, in lotti funzionali secondo la definizione di cui l'Art. 3, comma 1, lettera qq del suddetto D.Lgs. 50/2016 e s.m.i..

Tale suddivisione in lotti funzionali si realizza in modo tale da “non eludere” l'applicazione del presente Codice [n.d.r.: D.Lgs. 50/2016 e s.m.i.], nonché di aggiudicare tramite l'aggregazione artificiosa degli appalti”:

<b>LOTTO 1</b>	<b>MONITORAGGIO</b>	Infrastruttura ricetrasmittiva – Evoluzione e continuità operativa
		Rete di monitoraggio meteorologica
		Rete ondometrica e mareografica
		Rete di monitoraggio geotecnico
		Rete Lampinet
		Integrazione, acquisizione e archiviazione dati Meteosat
		Acquisizione e archiviazione dati radar meteorologici
	<b>SISTEMA INFORMATIVO</b>	Realizzazione BIG-DATA
		Modulo Allertamento
		Portale tematico ed App #AllertaCAL
		Dotazione Hardware
	<b>ASSISTENZA</b>	Start-up e continuità operativa
	<b>LOTTO 2</b>	<b>FORNITURA MEZZI E RADAR MOBILE</b>
Droni		
<b>LOTTO 3</b>	<b>INFRASTRUTTURE OPERATIVE</b>	Implementazione Sala Meteo e videoconferenza
		Implementazione Sala Server Area Meteo
		Adeguamento Sala Server Idro

## 2.5 Cronoprogramma

Di seguito viene ipotizzato il cronoprogramma per la realizzazione del Progetto comprendente le fasi di gara e di realizzazione, che si articola in 33 mesi. La data di inizio e fine è indicativa mentre resta definita la durata.

<b>Lotto</b>	<b>Data d'inizio</b>	<b>Data di fine</b>	<b>Durata</b>
<b>Lotto 1</b>	<b>01/03/2018</b>	<b>31/08/2020</b>	<b>915</b>
Predisposizione progetto definitivo/esecutivo	01/03/2018	31/05/2018	92
Verifica e Validazione del Progetto	01/03/2018	30/06/2018	122
Svolgimento gara	01/07/2018	30/11/2018	153
Avviamento tecnico del sistema	01/12/2018	31/05/2020	548
Realizzazione degli interventi previsti	01/12/2018	30/11/2019	365
Start Up area meteo, testing e calibrazione sistemi hardware e software	01/12/2019	31/05/2020	183
Collaudo e rendicontazione	01/06/2020	31/08/2020	92
<b>Lotto 2</b>	<b>01/03/2018</b>	<b>30/11/2018</b>	<b>275</b>
Predisposizione progetto definitivo/esecutivo	01/03/2018	30/03/2018	31
Validazione del progetto	01/04/2018	30/04/2018	30
Svolgimento gara	01/05/2018	31/07/2018	92
Realizzazione interventi/forniture	01/08/2018	31/10/2018	92
Collaudo e rendicontazione	01/11/2018	01/12/2018	31
<b>Lotto 3</b>	<b>01/05/2018</b>	<b>30/03/2019</b>	<b>334</b>
Predisposizione progetto definitivo/esecutivo	01/05/2018	31/05/2018	31
Validazione del progetto	01/06/2018	30/06/2018	30
Svolgimento gara	01/07/2018	30/09/2018	92
Realizzazione interventi/forniture	01/10/2018	28/02/2019	151
Collaudo e rendicontazione	01/03/2019	30/03/2019	30



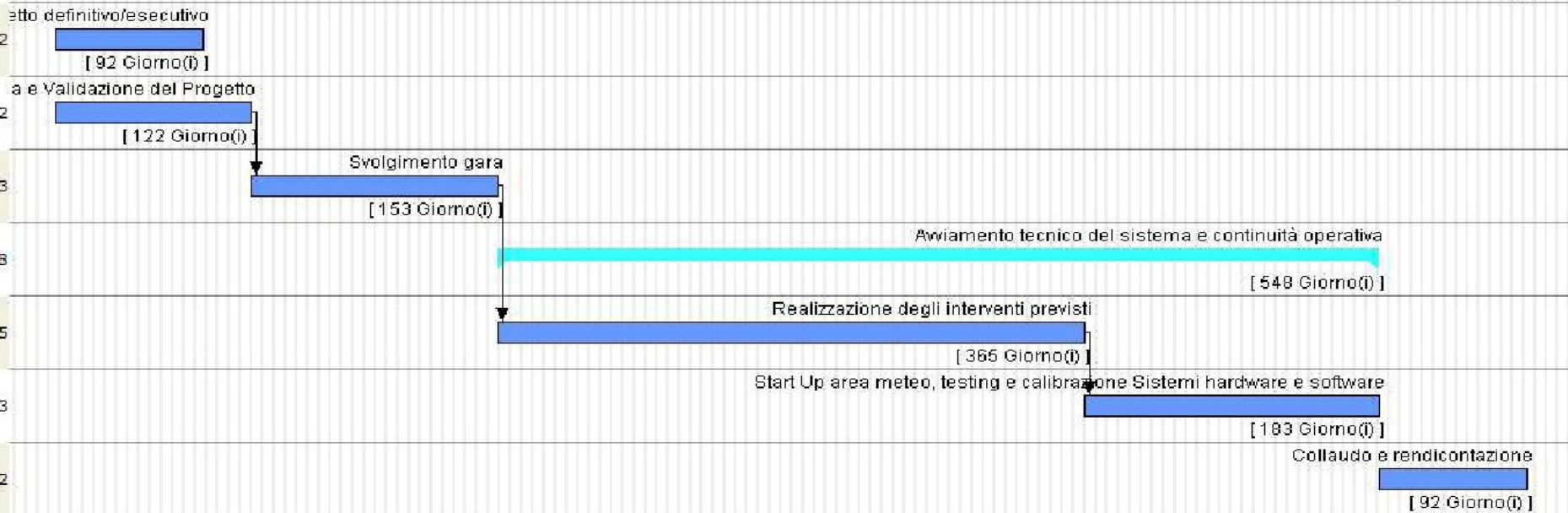
2018 2019 2020

feb mar apr mag giu lug ago set ott nov dic gen feb mar apr mag giu lug ago set

Nome	Data d'inizio	Data di fine	D...
<b>Lotto 1</b>	01/03/18	31/08/20	915
Progetto definitivo/ese...	01/03/18	31/05/18	92
Verifica e Validazione del ...	01/03/18	30/06/18	122
Svolgimento gara	01/07/18	30/11/18	153
Avviamento tecnico del si...	01/12/18	31/05/20	548
Realizzazione degli int...	01/12/18	30/11/19	365
Start Up area meteo, ...	01/12/19	31/05/20	183
Collaudo e rendicontazione	01/06/20	31/08/20	92
<b>Lotto 2</b>	01/03/18	01/12/18	276
Progetto definitivo/ese...	01/03/18	31/03/18	31
Validazione del progetto	01/04/18	30/04/18	30
Svolgimento gara	01/05/18	31/07/18	92
Realizzazione interventi/f...	01/08/18	31/10/18	92
Collaudo e rendicontazione	01/11/18	01/12/18	31
<b>Lotto 3</b>	01/05/18	30/03/19	334
Progetto definitivo/ese...	01/05/18	31/05/18	31
Validazione del progetto	01/06/18	30/06/18	30
Svolgimento gara	01/07/18	30/09/18	92
Realizzazione interventi/for...	01/10/18	28/02/19	151
Collaudo e rendicontazione	01/03/19	30/03/19	30

Lotto 1

[ 915 Giorno(i) ]



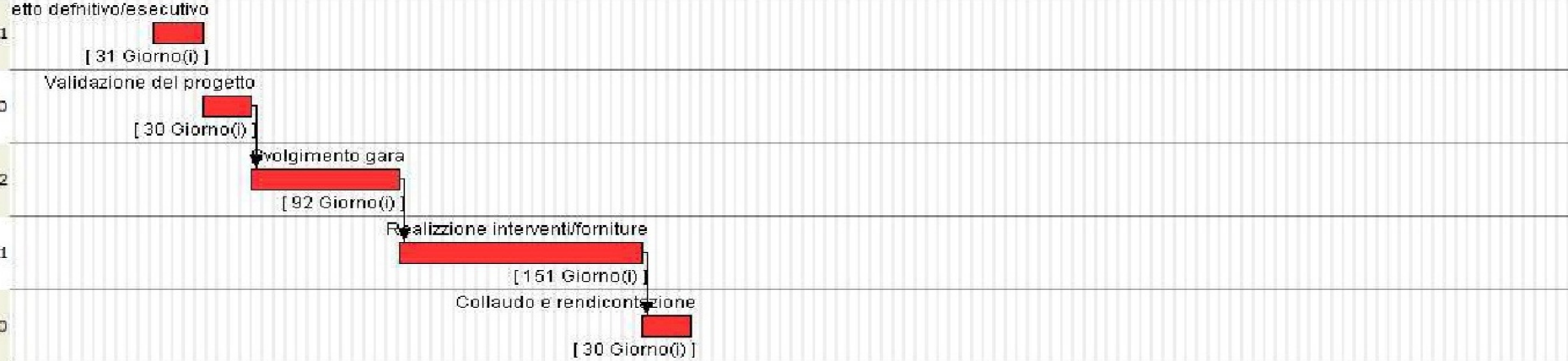
Lotto 2

[ 276 Giorno(i) ]



Lotto 3

[ 334 Giorno(i) ]



## **A. Monitoraggio**

---

Lo scopo del presente progetto è quello di rendere più efficiente il Sistema di monitoraggio ed allertamento per il rischio idrogeologico ed idraulico della Calabria, di integrarlo con ulteriori sensori per l'acquisizione di parametri meteoambientali al fine di rendere tutto il sistema aperto recependo le raccomandazioni contenute nelle Linee Guida n.8 emesse dall'ANAC e approvate dal Consiglio dell'Autorità nell'Adunanza del 13 settembre con Deliberazione n. 950.

In particolare si propone:

- intraprendere un'attività di evoluzione e potenziamento delle infrastrutture ricetrasmittive della rete meteo regionale mediante l'utilizzo di tecnologie e protocolli di tipo OPEN;
- infittire la rete termo-pluviometrica sull'intero territorio calabrese,
- posizionare stazioni di rilevamento idrometrico in corrispondenza di sezioni fluviali sensibili;
- installare un numero di anemometri sufficiente per determinare le caratteristiche del regime eolico locale;
- realizzazione rete Ondametrica Regionale;
- infittire la rete di rilevamento nazionale Lampinet, gestita dall'Aeronautica Militare, mediante l'installazione di un sensore di osservazione sul territorio regionale;
- infittire la rete POLLInet, di cui l'Agenzia fa parte, mediante l'installazione di nuove stazioni di rilevamento di pollini e spore fungine;
- realizzazione di una rete per la sorveglianza della radioattività ambientale;
- integrazione acquisizione e archiviazione dati Meteosat;
- acquisizione ed elaborazione dati radar meteorologico.

### **A.1 Infrastruttura ricetrasmittiva – Evoluzione, assistenza e continuità operativa**

Il Centro Funzionale intende effettuare un Potenziamento ed Evoluzione dell'intera rete meteo-idrogeologica, sia in termini di rete di acquisizione dei dati che di densità di sensori di rilevazione dei parametri meteo-climatici.

Nello specifico, al termine dell'intervento, l'intera rete di trasmissione aria/aria (nuovo ed esistente), dovrà essere interamente di tipo digitale, trasmettere in banda UHF e dovrà prevedere sistemi di comunicazione sicura come l'autenticazione e la cifratura.

Gli apparati radio dei ripetitori e delle stazioni di monitoraggio, nuove e già installate,



dovranno adottare protocolli di comunicazione aria/aria **tipo open, liberi da royalties e tali da garantire la piena interoperabilità** dei sistemi. Dovranno, altresì, essere forniti i manuali relativi agli stessi protocolli, al montaggio ed alla manutenzione.

Per le nuove stazioni di monitoraggio i data logger dovranno essere dotati di un sistema di sviluppo e personalizzazione volto a garantire la realizzazione di elaborazioni *in situ* e/o l'installazione di sensori di diversa natura e provenienza. Dovranno, altresì, essere forniti i manuali relativi alla programmazione, alle comunicazioni I/O, al montaggio ed alla manutenzione. La sensoristica installata sulle nuove stazioni ed i nuovi data logger dovranno adottare protocolli di comunicazione di **tipo open, liberi da royalties e tali da garantire la piena interoperabilità** dei sistemi. Dovranno, altresì, essere forniti i manuali relativi agli stessi protocolli, al montaggio ed alla manutenzione.

La rete trasmissiva dovrà essere in grado di trasmettere dati a pacchetto e dovranno essere predisposti opportuni sistemi di monitoraggio dello stato della rete che garantiscano, in tempo reale, l'ottimale instradamento, dei pacchetti dati.

Verrà, inoltre, integrata nella rete di trasmissione l'attuale Dorsale a microonde di proprietà della Regione Calabria quale sistema trasmissivo di back up.

Sia per l'infrastruttura ricetrasmissiva che per le forniture descritte nei paragrafi A.2, A.3, A.4 e A.5, è prevista una fase di avviamento tecnico del sistema e assistenza per la continuità operativa per la durata di 18 mesi.

## **A.2 Rete di monitoraggio meteorologica**

### **A.2.1 Consistenza attuale**

Il Centro Funzionale Multirischi dell'ARPACAL svolge un'attività di monitoraggio e sorveglianza in tempo reale dei fenomeni meteo-idrogeologici, con la conseguente valutazione degli effetti al suolo previsti sull'intero territorio calabrese. Ciò si realizza attraverso la rete di monitoraggio meteorologica della Regione Calabria finalizzata alla raccolta dei dati meteo-climatici sul territorio regionale, alla loro archiviazione ed elaborazione con scopi inerenti analisi, diffusione, pianificazione del territorio nonché, in via prioritaria, per il monitoraggio di fenomeni idrometeorologici intensi per fini di protezione civile.

Attualmente la rete è costituita da 182 stazioni di monitoraggio, 36 ripetitori ed 1 centrale di acquisizione. In particolare sulle 182 stazioni sono installati 159 pluviometri, 106 termometri, 39 idrometri, 27 anemometri ed altri sensori che non saranno oggetto di questo intervento.

### **A.2.2 Ampliamento rete termo-pluviometrica**

L'acquisizione delle precipitazioni nel caso di eventi convettivi è particolarmente importante oltre che sensibile alla configurazione della rete pluviometrica. Se il pluviometro ricade all'interno del nucleo della cella temporalesca, l'applicazione dei tradizionali metodi di ragguaglio (topoietici, geostatistica) possono condurre ad una sovrastima dell'afflusso areale. Al contrario, se il pluviometro è al di fuori della cella, quale che sia il metodo utilizzato per la stime degli afflussi, non avendo lo strumento registrato alcuna precipitazione significativa, si incorre in una sicura sottostima. Il problema diventa particolarmente delicato in presenza di piccoli bacini con superfici fino a 20÷50 kmq. In questo caso la posizione dei pluviometri rispetto alle celle temporalesche è particolarmente critica nella determinazione degli afflussi.

Considerata la distribuzione dei pluviografi dell'ex Servizio Idrografico Italiano (SII) che avevano una densità media di uno strumento ogni circa 250 km<sup>2</sup>, e quindi con scarsa probabilità di essere sempre stati interessati dai nuclei di eventi convettivi, emerge che le serie storiche dei massimi annuali delle piogge di breve durata sono sicuramente sottostimate. Le piogge di 1-3 ore raccolte dall'ex SII a partire dal 1916, ed utilizzate nelle inferenze statistiche per la valutazione dei massimi annuali delle precipitazioni di assegnato periodo di ritorno, potrebbero essere quindi poco rappresentative nel descrivere eventi estremi.

Si vuole, quindi, realizzare una rete pluviometrica che abbia un numero di sensori tali che venga coperto almeno il 90% del territorio regionale abitato mediante la nuova installazione di 79 pluviometri. Tali nuovi sensori saranno, in parte, posti in corrispondenza di stazioni storiche dismesse, in modo da poter riprendere il popolamento delle serie storiche.

Analogamente si prevede l'ampliamento della rete termometrica regionale finalizzata ad una migliore copertura del territorio in modo da consentire analisi più esaustive di tutti i fenomeni meteorologici.

Verranno installati 23 nuovi termometri congiuntamente a nuovi pluviometri.

Di seguito le mappe con il posizionamento di massima dei pluviometri (**Figura 1**) e dei termometri (**Figura 2**). Sono riportate sia le stazioni di progetto che quelle esistenti

## CENTRO FUNZIONALE MULTIRISCHI 2.0 Dislocazione spaziale rete pluviometrica

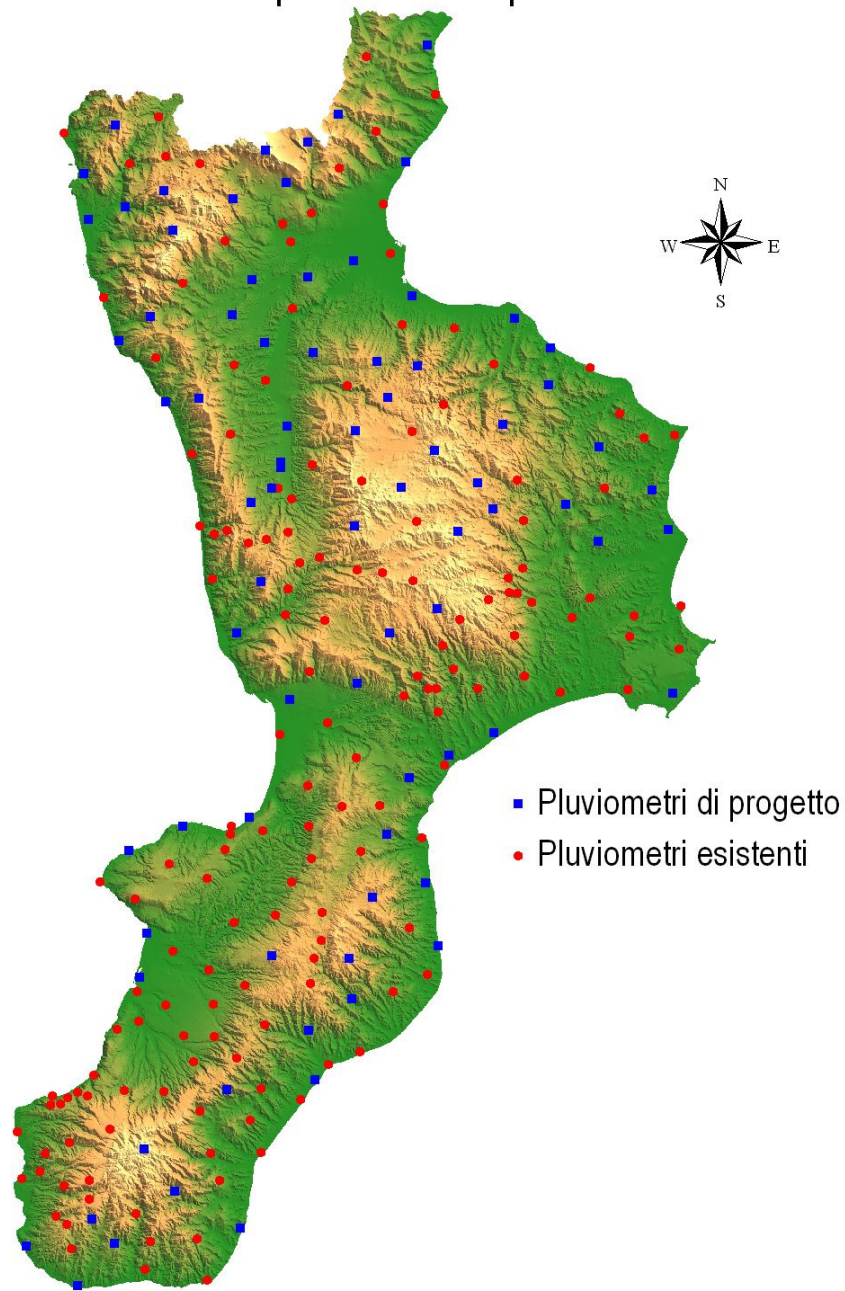


Figura 1

## CENTRO FUNZIONALE MULTIRISCHI 2.0 Dislocazione spaziale rete termometrica

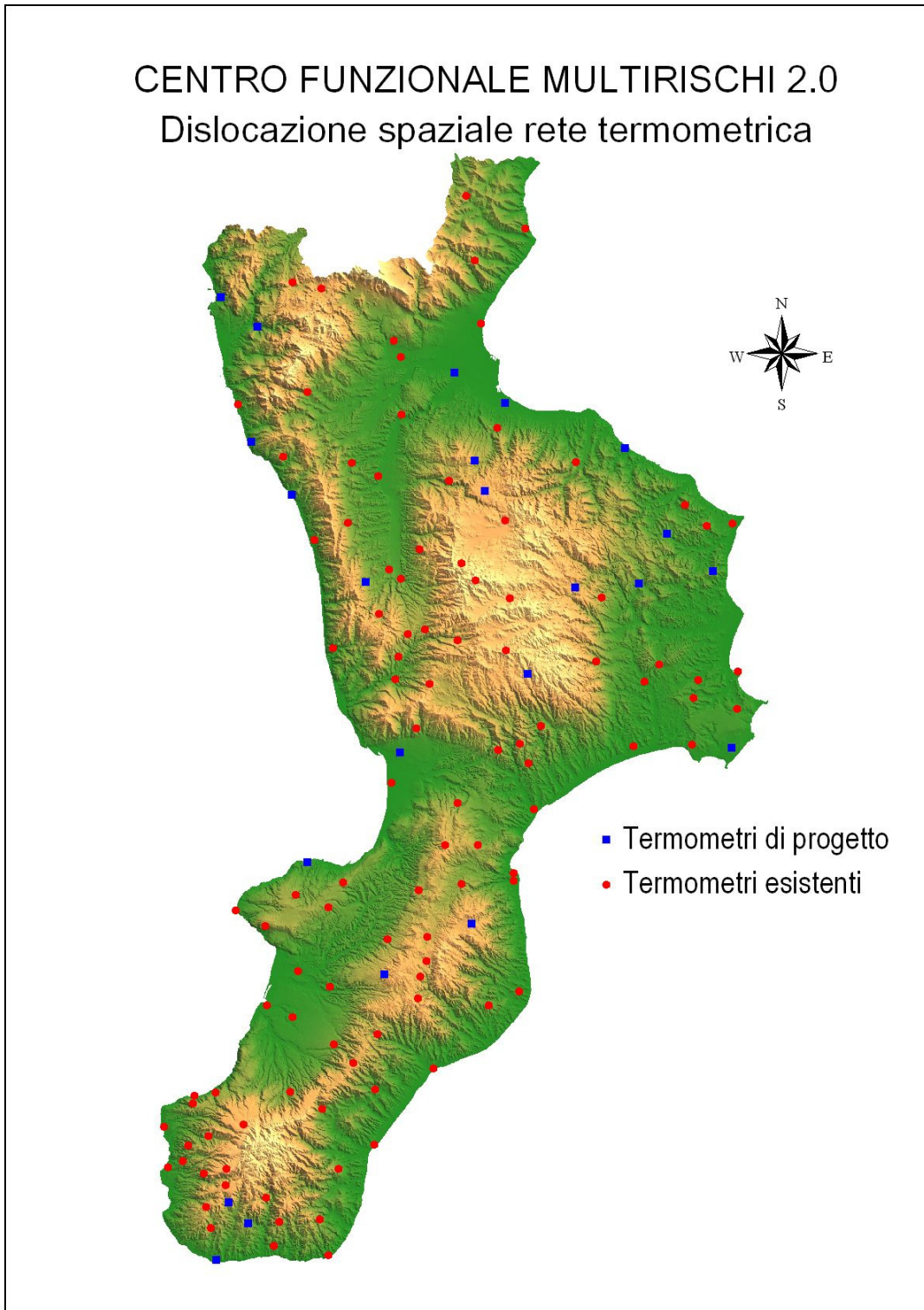


Figura 2

### **A.2.3 Ampliamento rete idrometrica**

Si intende installare n. 7 nuove stazioni idrometriche in corrispondenza di sezioni fluviali di interesse. La scelta dei punti ove ubicare le nuove stazioni idrometriche si basa sullo storico degli eventi severi e sulla densità della popolazione che insiste in determinate aree della regione.

Nell'ambito delle attività legate al sistema di allertamento regionale, particolare importanza riveste la stima delle portate transitanti negli alvei fluviali. Per questo motivo è necessario periodicamente redigere delle curve di corrispondenza tra il livello idrometrico rilevato in alveo e la portata transitante, denominate *scale di deflusso*. A tal scopo è stata prevista la redazione delle scale di deflusso relative alle nuove stazioni idrometriche di progetto.

A completamento dell'attività è prevista una campagna di misure di portata da effettuarsi in corrispondenza di tutte le stazioni idrometriche della rete di monitoraggio.

Nella **Figura 3** sono posizionati gli idrometri attualmente presenti (rossi) ed i nuovi di progetto (blu)

– Stato di fatto e di progetto:

## CENTRO FUNZIONALE MULTIRISCHI 2.0 Dislocazione spaziale rete idrometrica

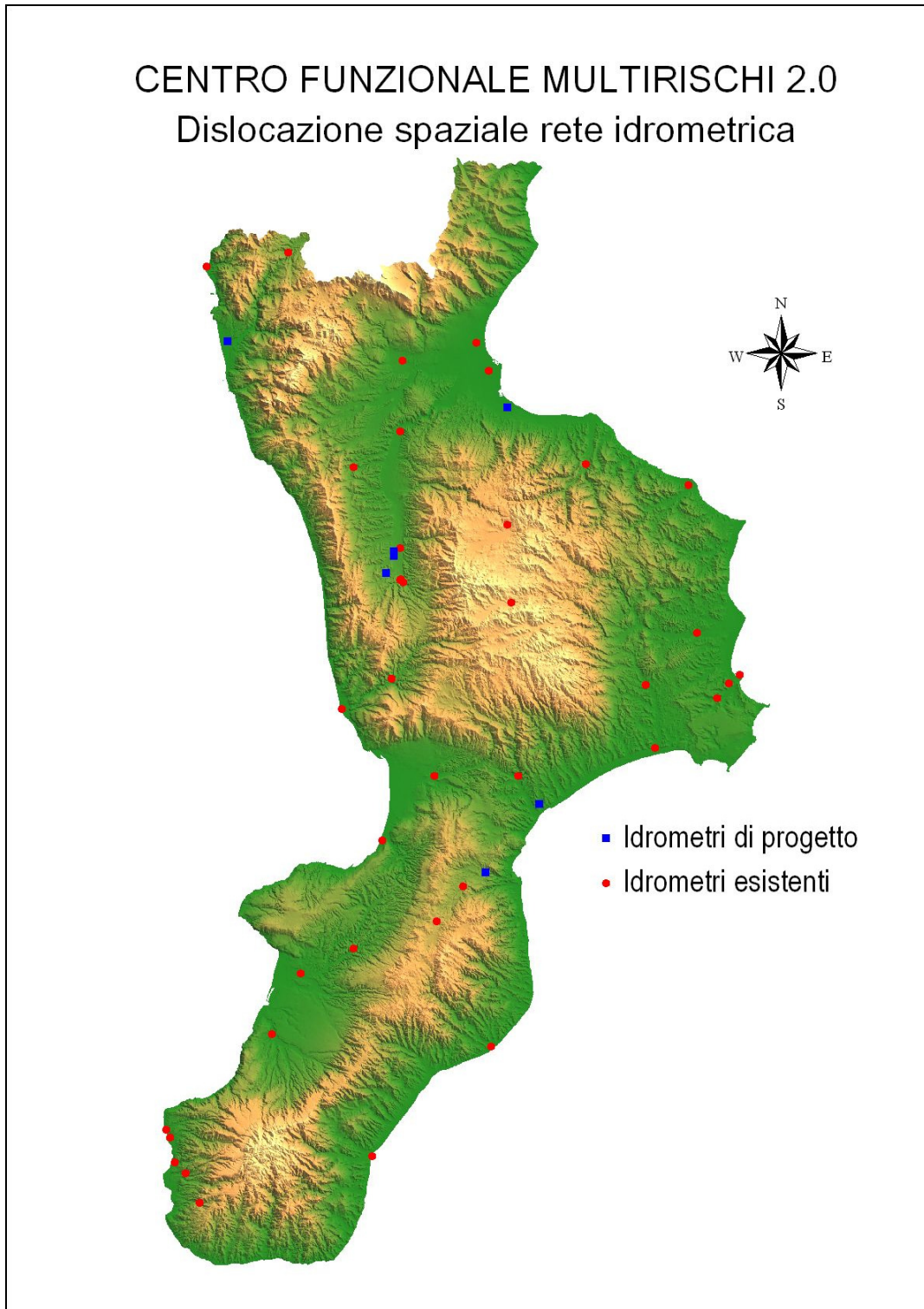


Figura 3

#### **A.2.4 Ampliamento rete anemometrica**

Si intendono installare 13 nuove stazioni anemometriche in modo da infittire la rete regionale che al momento non si presenta omogeneamente diffusa.

Il posizionamento di tali stazioni avverrà prevalentemente lungo le coste, in modo da caratterizzare al meglio il regime eolico dei versanti.

Saranno posizionate, così come indicato nella mappa allegata, in corrispondenza di 13 stazioni pluviometriche tra le nuove installate.

Nella **Figura 4** sono posizionati gli anemometri attualmente presenti (rossi) ed i nuovi di progetto (blu) – Stato di fatto e di progetto:

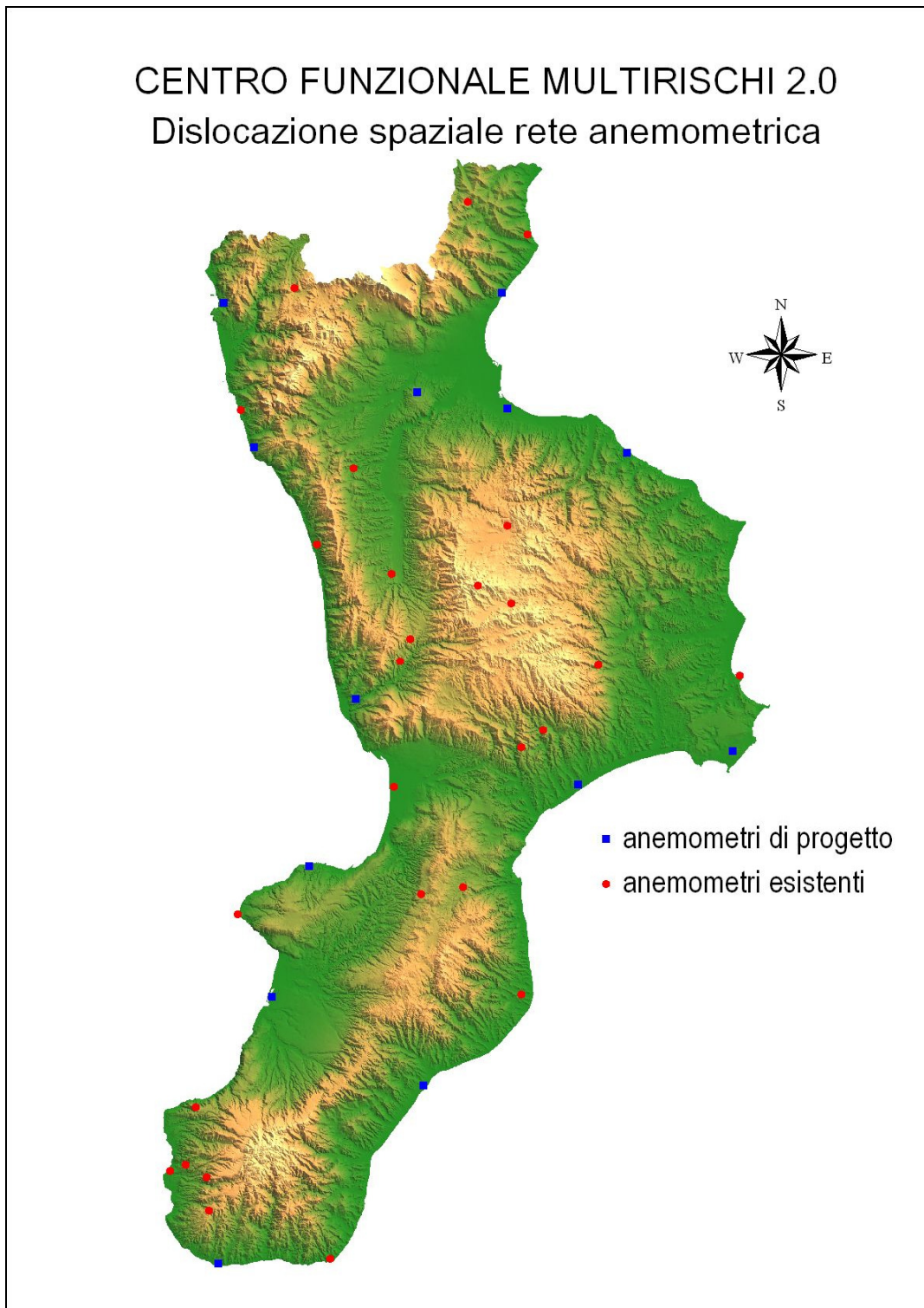


Figura 4



Nella **Tabella 1** che segue viene riportato sinteticamente l'elenco delle nuove 80 stazioni previste, di cui è stata individuata l'ubicazione di massima.

**Tabella 1**

<b>LOCALIZZAZIONE NUOVE STAZIONI DI MONITORAGGIO</b>						
<b>P – Pluviometro</b>						
<b>PR – Riscaldatore</b>						
<b>T – Termometro</b>						
<b>A – Anemometro</b>						
<b>I – Idrometro</b>						
<b>COMUNE</b>	<b>P</b>	<b>PR</b>	<b>T</b>	<b>A</b>	<b>I</b>	<b>PROVINCIA</b>
ACRI	1	1	1	-	-	CS
AIELLO CALABRO	1	-	-	-	-	CS
AIETA	1	1	-	-	-	CS
ALESSANDRIA DEL CARRETTO	1	1	-	-	-	CS
ALTOMONTE	1	-	-	-	-	CS
APRIGLIANO	1	1	-	-	-	CS
BAGALADI	1	1	1	-	-	RC
BELVEDERE DI SPINELLO	1	-	1	-	-	KR
BOCCHIGLIERO	1	1	-	-	-	CS
BONIFATI	1	-	1	1	-	CS
BRIATICO	1	-	1	1	-	VV
CAMPAGNANO A CASTROLIBERO	1	-	-	-	1	CS
FIUMARELLA A CATANZARO	1	-	-	-	1	CZ
CASABONA	1	-	-	-	-	KR
CAULONIA	1	-	-	-	-	RC
CELICO	1	1	-	-	-	CS
CERCHIARA DI CALABRIA	1	1	-	-	-	CS
CERISANO	1	-	1	-	-	CS
CIMINA'	1	-	-	-	-	RC
CLETO	1	-	-	1	-	CS
CONDOFURI	1	-	1	-	-	RC
CORIGLIANO CALABRO	1	-	1	-	-	CS
CORIGLIANO CALABRO	1	-	1	1	1	CS
CROSIA	1	-	-	-	-	CS
EMOLIA RENDE	1	-	-	-	1	CS
FERRUZZANO	1	-	-	-	-	RC
FRASCINETO	1	-	-	-	-	CS
FUSCALDO	1	1	-	-	-	CS
GIOIA TAURO	1	-	-	1	-	RC
GUARDIA PIEMONTESE	1	-	1	-	-	CS
ISOLA DI CAPO RIZZUTO	1	-	1	1	-	KR
LAMEZIA TERME	1	-	1	-	-	CZ
LONGOBUCCO	1	1	-	-	-	CS
MANDATORICCIO	1	-	-	-	-	CS
MARTONE	1	-	-	-	-	RC
MELISSA	1	-	1	-	-	KR
MELITO DI PORTO SALVO	1	-	1	1	-	RC
MONTALTO UFFUGO	1	-	-	-	-	CS
MORMANNO	1	1	-	-	-	CS
MOTTA SAN GIOVANNI	1	-	-	-	-	RC
NICOTERA	1	-	-	-	-	VV
ORSOMARSO	1	-	1	-	-	CS

COMUNE	P	PR	T	A	I	PROVINCIA
PETRIZZI	1	-	-	-	1	CZ
PIANOPOLI	1	-	-	-	-	CZ
PIETRAPAOLA	1	-	1	1	-	CS
PIZZO	1	-	-	-	-	VV
ROCCA IMPERIALE	1	-	-	-	-	CS
ROGGIANO GRAVINA	1	-	-	-	-	CS
S. GIOVANNI IN FIORE	1	1	1	-	-	CS
S. MARCO ARGENTANO	1	-	-	-	-	CS
SAMO	1	1	-	-	-	RC
SAMO	1	-	-	-	-	RC
SAN DONATO DI NINEA	1	1	-	-	-	RC
SAN GIOVANNI IN FIORE	1	1	-	-	-	CS
SAN GIOVANNI IN FIORE	1	1	-	-	-	CS
SAN LORENZO BELLIZZI	1	1	-	-	-	CS
SAN NICOLA ARCELLA	1	-	1	1	-	CS
SAN PIETRO DI CARIDA'	1	1	1	-	-	RC
SAN SOSTENE	1	1	1	-	-	CZ
SANGINETO	1	1	-	-	-	CS
SANTA CATERINA DELLO IONIO	1	-	-	-	-	CZ
SANTA SOFIA D'EPIRO	1	-	-	-	-	CS
SANT'ANDREA APOSTOLO DELLO IONIO	1	-	-	-	-	CZ
SARACENA	1	-	-	-	-	CS
SCALEA	1	-	-	-	1	CS
SELLIA MARINA	1	-	-	1	-	CZ
SERRA PEDACE	1	1	-	-	-	CS
SUIDERNO	1	-	-	1	-	RC
SORBO SAN BASILE	1	1	-	-	-	CZ
SPEZZANO ALBANESE	1	-	-	1	-	CS
SPEZZANO DELLA SILA	1	1	-	-	-	CS
SQUILLACE	1	-	-	-	-	CZ
STILO	1	1	-	-	-	RC
STRONGOLI	1	-	-	-	-	KR
SURDO a RENDE	1	-	-	-	1	CS
TAVERNA	1	1	1	-	-	CZ
TREBISACCE	1	-	-	1	-	CS
TROPEA	1	-	-	-	-	VV
UMBRIATICO	1	-	1	-	-	KR
<b>TOTALE</b>	<b>80</b>	<b>26</b>	<b>23</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	

### **A.2.5 Ampliamento rete nivometrica**

Al fine di migliorare l'attività di monitoraggio ed allertamento del rischio valanghe è in corso di redazione un protocollo d'intesa tra l'ARPACAL e l'Arma dei Carabinieri, volta ad integrare le informazioni provenienti dalla piattaforma MeteoMont mediante l'installazione di 6 nuove stazioni nivometriche dotate anche di pluviometro riscaldato in corrispondenza dei campi di misura facenti parte della stessa rete MeteoMont.

Nel progetto esecutivo verranno individuate le posizioni definitive delle stazioni nivometriche così come indicate dall'Arma dei Carabinieri.

### **A.3 Rete ondometrica e mareografica**

Il monitoraggio ondometrico, allo stato attuale, viene effettuato attraverso l'utilizzo di due boe ondometriche, gestite dall'ISPRA, appartenenti alla RON (Rete Ondometrica Nazionale) posizionate rispettivamente nelle acque prospicienti le cittadine di Cetraro e di Crotona.

Con questo progetto si vuole implementare lo studio del moto ondoso in modo tale da rilevare le grandezze meteo-marine lungo tutta la costa calabrese.

Tale studio è di fondamentale importanza ai fini della creazione di una banca dati per la caratterizzazione meteo-marina dei litorali regionali e per la realizzazione di un sistema di allertamento in tempo reale che consenta, attraverso lo studio degli elementi a rischio, la valutazione dei possibili scenari di evento.

Inoltre è imprescindibile l'utilizzo di tali dati nella progettazione e successiva gestione delle opere di difesa costiera e ricostruzione del litorale. In tali attività, infatti, riveste importanza strategica l'utilizzo dei dati ondometrici e l'analisi statistica delle relative serie storiche ai fini della definizione del regime del moto ondoso, riferito alle coste oggetto di intervento, e delle sue caratteristiche principali.

Per implementare la rete ondometrica regionale si vogliono installare quattro nuove boe, posizionate rispettivamente nelle acque prospicienti le cittadine di Tropea, Capo Spartivento, Roccella Jonica e Corigliano Calabro.

Tali boe dovranno essere ormeggiate in fondali relativamente profondi e in posizione aperta in modo da fornire informazioni dettagliate sugli eventi al largo.

Si rimanda al progetto definitivo per la localizzazione esatta, fermo restando che la distanza dalla costa non deve essere superiore alle 10 miglia nautiche e che la profondità dei fondali su cui ormeggiarle non deve superare i 100 metri.

In fase progettuale occorre inoltre tenere conto di alcuni fattori:

vincoli imposti dalle capitanerie di porto;

traffico marittimo;

esigenze specifiche del Settore di Protezione Civile.

Le boe ondometriche dovranno essere dotate di sistema per il rilevamento dei principali parametri meteo marini, ed in particolare:

- Hs (metri) altezza d'onda significativa spettrale;
- Tp (secondi) periodo di picco;
- Tm (secondi) periodo medio;
- Dm (gradi N) direzione media di propagazione.

Le Boe dovranno essere dotate di un sistema di rilevamento satellitare GPS in modo da consentirne la localizzazione continua e di un sistema di trasmissione dati tramite vettore GSM/UTMS.

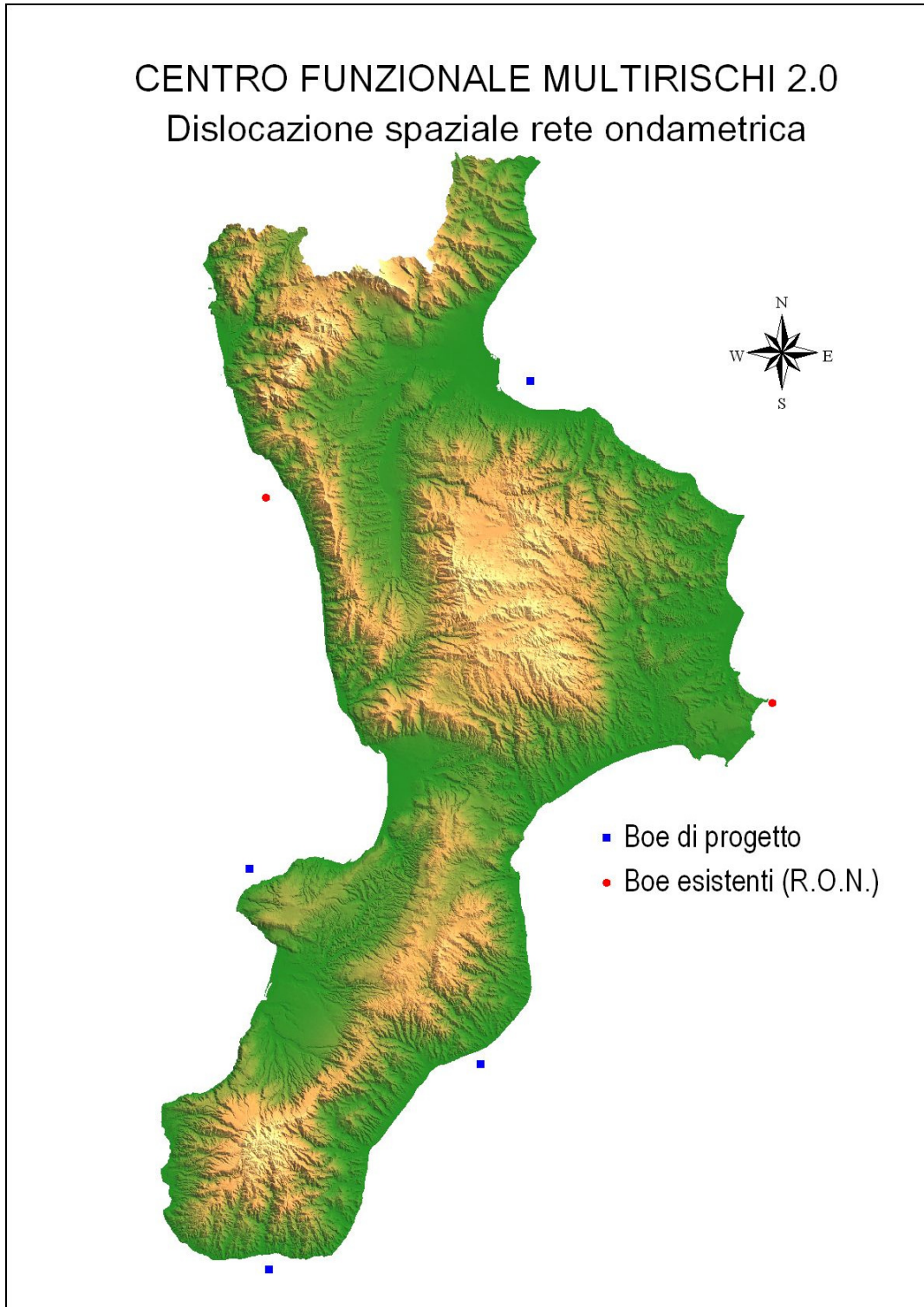
La trasmissione dati dovrà avvenire a cadenza almeno trioraria a meno di altezze d'onda superiori una data soglia, oltre la quale la trasmissione verrà ridotta automaticamente a 30 minuti.

E' prevista l'installazione di quattro nuove stazioni mareografiche la cui ubicazione sarà definita in fase di progettazione esecutiva, di comune accordo con l'ISPRA che gestisce l'attuale Rete Mareografica Nazionale.

La sensoristica installata sulle stazioni mareografiche, oltre a misurare le grandezze del moto ondoso sottocosta, rileverà le seguenti grandezze meteo-climatiche:

- temperatura aria;
- direzione e velocità del vento;
- pressione atmosferica;
- temperatura dell'acqua.

Di seguito (**Figura 5**) la mappa di localizzazione di massima delle nuove boe ondametrichie integrate con quelle della RON.



**Figura 5**

#### **A.4 Rete di monitoraggio geotecnico**

Nel corso degli anni diversi Enti (ABR, CNR-IRPI, ISPRA ecc.) hanno realizzato nel territorio regionale alcune reti di monitoraggio conoscitivo e di controllo geotecnico di situazioni di dissesto che, oltre ad interessare zone antropizzate e/o impianti a rete di particolare rilevanza, hanno destato e spesso continuano a destare particolare allarme sociale. A causa della frammentazione delle competenze, spesso è risultato impossibile procedere con una corretta attività evolutiva e di potenziamento, mentre in altri casi la loro efficienza è stata compromessa dal normale logorio del tempo. In particolare, spesso le installazioni inclinometriche non sono più utilizzabili a causa della rottura delle verticali mentre in altri le conoscenze acquisite nel corso degli anni consentirebbero di orientare in maniera più appropriata l'installazione di nuova attrezzatura, magari indirizzando il monitoraggio verso parametri più specifici, ritenuti rappresentativi dell'intero dissesto. A tal fine, in fase di progettazione esecutiva, valutate le eventuali indicazioni fornite dagli Enti che hanno realizzato le reti di monitoraggio (frana di Lago, frana di via San Francesco nel comune di San Pietro in Guarano, frana "Savuto" nel comune di Cleto ecc.), saranno definite le possibili integrazioni e/o installazioni, con particolare riferimento alla possibilità di trasformare le attuali reti di monitoraggio manuali, in reti di monitoraggio in continuo; in relazione al limitato traffico di dati previsto ed al fatto che questi sistemi di monitoraggio non sono direttamente collegati a sistemi di allertamento, ma hanno esplicitamente lo scopo di approfondire le conoscenze tecniche delle situazioni di dissesto, si prevede di non far transitare i dati sulla rete radio del Centro Funzionale, ma di appoggiarsi alle normali reti commerciali di comunicazione dati.

Al fine di potenziare queste reti di monitoraggio, si prevede la realizzazione di nuove verticali inclinometriche, alcune delle quali strumentalizzate con sensori in continuo, altre da monitorare con tradizionali misure manuali, installare capisaldi geodetici per misure periodiche GPS, ed acquistare almeno 5 ricevitori GPS e relative antenne per l'acquisizione dei dati.

## **A.5 Rete Lampinet**

Le informazioni sull'attività di fulminazione consentono di identificare le aree d'instabilità convettiva, di formulare previsioni meteo per il brevissimo termine ed eventuali allerta meteo per possibili intense precipitazioni. Particolare interesse, a tal riguardo, la rete di rilevamento Lampinet, gestita dall'Aeronautica Militare.

L'Aeronautica Militare, al fine di implementare il sistema Lampinet, promuove la stipula di appositi Protocolli d'intesa per l'acquisizione dei dati rilevati e la diffusione delle elaborazioni fatte.

Lampinet consiste in una rete composta da 15 sensori di osservazione, distribuiti sul territorio nazionale, in grado di misurare l'intensità del campo elettromagnetico e dotati di apparati elettronici per il campionamento, il trattamento e la trasmissione remota dell'informazione all'Unità centrale, formata da più elaboratori installati presso il Cnmca. Ciò permette l'accentramento dei dati, l'elaborazione e l'archiviazione delle caratteristiche radioelettriche e geometriche delle scariche atmosferiche e la distribuzione dell'informazione in modo testuale e grafico verso l'utenza. Lampinet è in grado di osservare scariche elettriche atmosferiche tra nube e suolo CG (Cloud to Ground) con un'efficienza nominale di rilevazione superiore al 90% per intensità di corrente di 50 kA, e con un'accuratezza massima, in localizzazione orizzontale, di 500 metri su un'area corrispondente al suolo nazionale, alle acque territoriali e alle zone limitrofe. Le prestazioni della rete nella rilevazione delle scariche nube-nube CC (Cloud to Cloud) o intranube IC (Intra Cloud), a causa di una limitazione nella tecnologia osservativa impiegata, risultano inferiori, mediamente intorno al 30-40%. La metodologia d'osservazione delle scariche elettriche di Lampinet, basata su misurazioni in radiofrequenza VLF (3-30 kHz, bassissime frequenze) e LF (30-300 kHz, basse frequenze), è ancora oggi fondamentale per gli aspetti di sorveglianza operativa. Inoltre, l'integrazione del dato di attività con altre sorgenti di informazione, quali immagini da satellite e radar, consente di avere una migliore comprensione delle varie tipologie di nubi presenti in un agglomerato temporalesco, aiutando il previsore a distinguere tra le zone in sviluppo, in fase matura e in dissipazione.

Dall'analisi dell'attuale rete, su descritta, al fine di migliorare il rilevamento dei fulmini si vuole integrare la rete attualmente installata, che in Calabria conta soltanto la stazione di Crotona, con l'installazione di una nuova stazione posta lungo la costa tirrenica.



## **A.6 Integrazione acquisizione e archiviazione dati Meteosat**

Tra i diversi utilizzi delle informazioni trasmesse dai satelliti meteorologici Meteosat, una delle principali applicazioni riguarda il monitoraggio e la previsione di corpi nuvolosi a sviluppo verticale, i cumulonembi, capaci di produrre elevate intensità di precipitazione su aree di pochi chilometri quadrati, difficilmente prevedibili attraverso la modellistica meteorologica.

### **Caratteristiche dei satelliti Meteosat**

I satelliti geostazionari Meteosat, percorrono un'orbita quasi circolare attorno alla terra, e sono posizionati sul piano dell'equatore. La loro caratteristica principale è quella di viaggiare alla stessa velocità angolare della terra, cioè con il suo stesso periodo di rotazione; quindi un osservatore solidale con la terra a circa 36000 km di distanza dall'equatore.

Dall'agosto 2002 è in orbita il Meteosat di Seconda Generazione (MSG). Dopo circa due anni dal lancio è diventato il satellite operativo principale, fra i geostazionari dell'EUMETSAT. La disseminazione delle immagini avviene tramite il sistema EumetCast e utilizza la tecnologia Digital Video Broadcast (DVB). Il SEVIRI (Spanning Enhanced Visible Infrared Imager), a bordo di MSG, opera su 12 bande spettrali e permette di mandare a terra 12 diverse immagini del nostro pianeta ogni quarto d'ora. 11 di queste immagini hanno una risoluzione spaziale di 3 km (all'equatore), mentre quella corrispondente al canale 12 (HRV, High Resolution Visible) ha una risoluzione di 1 Km. L'aumentata risoluzione temporale di MSG, ogni 5 minuti in modalità RSS, rispetto al Meteosat di prima generazione, che trasmetteva invece immagini ogni mezzora, permette di monitorare più efficientemente fenomeni che evolvono rapidamente nel tempo, come le celle convettive temporalesche, che mediamente nell'arco di 1-2 ore nascono si sviluppano e poi decadono.

I canali spettrali 1, 2, 3 e 12 sono relative a radiazione solare, i canali da 5 a 11 contengono la radiazione termica terrestre, infine il canale 4 a 3.9 micron, contiene di giorno sia radiazione solare che termica terrestre, di notte naturalmente solo questa ultima. Dei canali termici il 5 ed il 6 operano su bande di assorbimento del vapore acqueo, il canale 8 nella banda di assorbimento dell'Ozono a 9.7 micron, il canale 11 nella banda di assorbimento dell'anidride carbonica a 13.4 micron. Infine i rimanenti canali 7, 9 e 10 operano su cosiddette finestre dello spettro, ossia su bande dove la radiazione terrestre raggiunge il SEVIRI senza subire significativo assorbimento da parte dei costituenti atmosferici, purché non venga intercettata da nubi.

### **Nowcasting e previsione a brevissimo tempo mediante MSG**

Il ruolo primario dei satelliti Meteosat è quello di aiutare a rilevare e prevedere il rapido sviluppo di eventi temporaleschi o nebbia.

I dati forniti dallo strumento SEVIRI di MSG consentono una vasta gamma di applicazioni di nowcasting:

- monitoraggio della convezione, che può portare allo sviluppo di forti temporali dettagliate.
- La rilevazione di nebbia, tempeste di polvere o cenere.
- La valutazione delle caratteristiche delle masse d'aria.

Le immagini Meteosat sono utilizzate anche dai meteorologi per controllare che i risultati dei modelli di previsione meteorologica siano in linea con ciò che sta realmente accadendo in atmosfera, e di adeguare le loro stesse previsioni aggiungendo alla inizializzazione del sistema anche le informazioni trasmesse da MSG (Modelli Laps).

### **Piogge convettive**

MSG permette il monitoraggio continuo di tutte le fasi di convezione, che vanno dalla instabilità iniziale nell'atmosfera, indicando la possibilità di convezione, allo sviluppo e proprietà di temporali maturi.

La frequenza degli aggiornamenti ogni cinque minuti è uno strumento importante per i meteorologi per monitorare il rapido sviluppo di temporali convettivi.

### **Il Meteosat di terza generazione (MTG)**

Nel progetto relativo alla stazione ricezione dati Meteosat, si è tenuto conto della prossima operatività dei satelliti MTG di terza generazione il cui lancio è iniziato nel 2017, e saranno operativi dal 2020. L'incremento del numero di canali e la risoluzione che in alcuni casi arriva a 0.5 km, costituiranno un sicuro punto di riferimento per la previsione di eventi estremi.

Il programma Meteosat di terza generazione prevede due linee separate di satelliti (imaging e sounding) e sarà operativo nel periodo 2020-2040 per supportare in tempo reale le previsioni di eventi meteo ad alto impatto su Europa e Africa. I satelliti di osservazione (imaging) avranno a bordo il nuovo sensore Lightning Imager, realizzato per il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare Italiana.

### **Flexible Combined Imager**

Il Flexible Combined Imager (FCI) a bordo del MTG effettua misurazioni in 16 canali, di cui otto sono posizionati nel dominio spettrale solare tra 0,4 micron e 2,1 micron, fornendo i dati con una risoluzione spaziale di 1 km. Gli ulteriori otto canali sono nel dominio spettrale termico tra 3,8 micron a 13,3 micron, fornendo dati con una risoluzione spaziale di 2 km. Nel modo RRS ci saranno due canali aggiuntivi nel dominio solare, con una risoluzione spaziale pari a 0,5 km, e due nel dominio termico, con una risoluzione spaziale di 1 km.

Il sensore a infrarossi (IRS) su MTG-S sarà in grado di fornire dettagliate informazioni orizzontali, verticali e temporali (4-dimensionali) sul contenuto del vapore acqueo, temperatura e strutture dell'atmosfera.

Il riconoscimento di strutture verticali ad alto contenuto di umidità (~ 2 km risoluzione con il 10% di precisione) e la temperatura (~ 1 km con 0.5 ° -1.5 ° precisione) mediante tecniche di

telerilevamento potrà essere proficuamente utilizzato nell'identificare e tracciare eventi capaci di produrre intense precipitazioni.

### **Il sensore LIGHTNING IMAGER**

Il Lightning Imager (LI) offrirà la possibilità di effettuare sensibili miglioramenti per il Nowcasting, fornendo informazioni sulla fulminazione tra le nubi (IC) e nubi terra (CG)).

Il vantaggio della missione LI è che sarà possibile osservare in continuo e simultaneamente la fulminazione totale. La missione LI sarà in grado di rilevare, monitorare, tracciare e estrapolare, nel tempo, lo sviluppo delle aree attive convettive e i cicli di vita delle celle convettive critici per nowcasting nel corso di eventi meteorologici severi.

### **A.6.1 Interventi previsti**

La stazione per la ricezione dei dati Meteosat mediante il sistema Eumetcast, trasmessi dal satellite Eutelsat W2A, posizionata presso la Sala Operativa di Catanzaro, si comporrà dei seguenti elementi:

1. Parabola diametro 1.80 mt
2. Ricevitore DVB2
3. Server rack
4. Server rack octa-core
5. NAS Rack
6. Software di acquisizione in continuo, gestione, archiviazione ed elaborazione delle immagini acquisite. E' prevista adeguata formazione on site.

L'hardware è dimensionato per ricevere il maggiore flusso informativo disseminato dal prossimo satellite MTG ad alta risoluzione. La gestione della stazione sopra configurata dovrà essere effettuata con un software *ad hoc* tale da rendere fruibile i dati acquisiti in tutti i formati e proiezioni al resto del sistema mediante un web-service. In particolare, il server 3.) è finalizzato all'acquisizione delle immagini in formato HRIT compresso mediante il ricevitore DVB2 USB collegato. Questo non appena ricevuta l'immagine completa di ciascuna banda la trasmette al server 4.) che svolge le seguenti funzioni attraverso il software previsto al punto 6.:

- Storage immagini grezze nel NAS (HRIT, NOAA, ed altre)
- decompressione formato HRIT
- traduzione immagine in formato ASCIIGRID
- proiezione dell'immagine in coordinate geografiche e WGS84
- correzione dell'errore di parallasse mediante profilo verticale delle temperature dedotto da dati ECMWF o GFS.
- Conversione dell'immagine georeferita e corretta per ciascuna proiezione, (geografica e WGS84) nei seguenti formati: HDF5, GeoTiff, ASCIIGRID (zip 12 immagini)
- Storage delle immagini sopra in elenco nel DB indicizzato del NAS
- Storage nelle immagini sopra in elenco, delle ultime 48 ore, nella memoria DSS del server secondo un buffer circolare
- Webservice per la disseminazione delle immagini pre-elaborate all'interno del centro di elaborazione.
- Visualizzatore in continuo delle immagini selezionate su base Google Earth nell'intervallo 0-48 ore ad incrementi di 5 min.

## **A.7 Acquisizione e elaborazione dati Radar meteorologici**

Il radar meteorologico è uno strumento che sfrutta impulsi di onde elettromagnetiche per rivelare la presenza in atmosfera di idrometeore (goccioline d'acqua, cristalli di neve o grandine). Il radar scansiona un'ampia porzione di atmosfera emettendo impulsi nelle microonde. Se il fascio di onde emesse incontra un ostacolo lungo il suo percorso parte della radiazione viene riflessa verso lo strumento. Grazie all'analisi del segnale riflesso è possibile ottenere informazioni sia sulla posizione dell'oggetto rilevato che sulla sua direzione e velocità (radar Doppler).

I radar operano nello spettro delle microonde e vengono distinti a seconda della banda di frequenze in cui lavorano in S-band (da 2 a 4 GHz), C-band (da 4 a 8 GHz) e X-band (da 8 a 12 GHz). L'atmosfera è in gran parte trasparente a questo tipo di radiazioni, il che permette al fascio radar di percorrere grandi distanze prima di essere attenuato. In presenza di idrometeore la radiazione emessa dal radar viene invece diffusa, in parte anche in direzione del radar stesso, secondo la teoria dello scattering di Rayleigh. La dimensione degli oggetti che il radar riesce a “vedere” dipende dalla lunghezza d'onda del fascio radar stesso; per poter utilizzare le leggi di Rayleigh è infatti necessario che la lunghezza d'onda sia molto maggiore del bersaglio. Lunghezze d'onda minori permettono di vedere quindi oggetti di dimensione minore a fronte però di una maggiore attenuazione del segnale. Il radar emette impulsi compiendo una scansione a 360° a diverse elevazioni e contemporaneamente rileva il segnale “riflesso”. Ostacoli fissi, come la presenza di barriere orografiche, danno luogo ad una forte eco riflessa che non corrisponde ovviamente ad un segnale di precipitazione.

Il segnale direttamente misurato dal radar è detto riflettività ( $Z$ ) e non corrisponde direttamente all'intensità della precipitazione. I valori di riflettività possono essere convertiti in valori di intensità di precipitazione ( $R$ ) utilizzando la relazione  $Z$ - $R$  di Marshall-Palmer che lega tra loro le due grandezze mediante parametri empirici. Questi coefficienti variano a seconda del tipo di precipitazione, stratiforme o convettiva, e al luogo in cui si verificano.

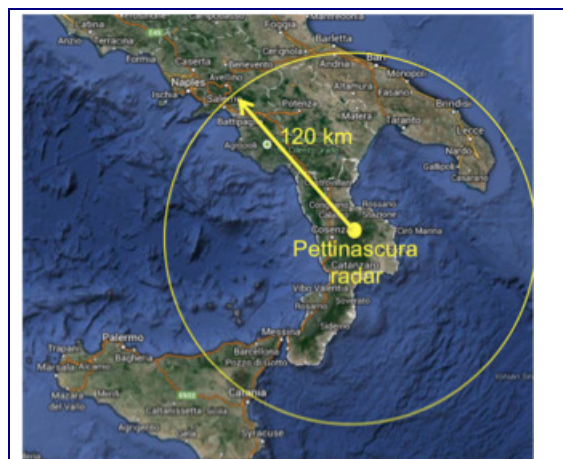
Quando il radar intercetta la grandine in una nube temporalesca, il valore di riflettività aumenta molto e il calcolo dell'intensità di precipitazione può dare come risultato valori irrealisticamente elevati. Per tale ragione per calcolare la probabilità di presenza di grandine si utilizzano informazioni aggiuntive come la quota dello zero termico. Una stima più accurata della precipitazione utilizza algoritmi complessi che cercano di compensare gli effetti dell'attenuazione dell'eco, in particolare quando le precipitazioni sono molto intense, o che tengono conto dell'intensificazione del segnale con la quota, la cosiddetta banda brillante, nella zona di passaggio dalla fase solida (neve) a quella liquida (pioggia).

### **Il radar di Monte Pettinascura.**

In Calabria è già installato ed operativo il radar di Monte Pettinascura (Cosenza) che è un sistema Doppler in doppia polarizzazione che opera in banda C (5.6 GHz) (lon 16.6183°, lat 39.3698°,

quota 1.725 m slm). Il sistema radar fa parte del mosaico della Rete radar nazionale ed è direttamente gestito dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile.

-



Copertura teorica del radar di Monte Pettinascura

Di seguito le principali caratteristiche tecniche e modalità operative tipiche del radar di Monte Pettinascura.

-

<b>Potenza di picco [kW]</b>	<b>660</b>
Risoluzione in distanza H [m]	150
Risoluzione in distanza L [m]	780
Risoluzione trasversale [deg]	1
Risoluzione temporale [min]	5
Numero di elevazioni	12
Copertura massima [km]	120

### Trasmissione dei volumi radar di Monte Pettinascura al Centro funzionale

I dati attualmente trasmessi dal Dipartimento della Protezione Civile, riguardano solo le matrici SRI, VMI e CAPPI a 2000,3000,5000 mt. Questi, attualmente hanno una latenza di 20 minuti a partire dalla fine delle registrazioni per cui, si può presumere un ritardo di circa 25 minuti dalla lettura dello stato dell’atmosfera. Considerato che l’obiettivo del nowcasting è di effettuare una previsione a 30-60 minuti, l’attuale ritardo con cui vengono trasmessi i dati pregiudica buona parte della previsione. Per diminuire tale ritardo, si rende necessaria una lettura diretta dei dati rilevati dal

radar. Una acquisizione diretta dei dati consentirebbe, inoltre, di realizzare specifici algoritmi tarati al clima ed all'orografia della Calabria escludendo la necessità di operazioni di mediazione per la mosaicatura a scala nazionale.

Il radar di Monte Pettinascuro colleziona dei volumi radar costituiti da una serie di scansioni a 360 deg in azimut con l'elevazione dell'antenna, rispetto al suolo, costante per l'intera scansione in azimut. Una tipica scansione del radar di Monte Pettinascuro prevede dodici elevazioni d'antenna, precisamente agli angoli nominali 0.5, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 7, 9, 11, 13.5, 16 e 90 deg. L'insieme delle acquisizioni per le dodici elevazioni costituisce un volume radar. Un volume è acquisito tipicamente ogni 5 minuti (10 in modalità di bel tempo). Essendo il radar di Monte Pettinascuro un sistema Doppler in doppia polarizzazione, per ogni intervallo elementare di acquisizione, oltre al volume di riflettività radar in singola polarizzazione vengono collezionati più volumi riferiti alle diverse misure e indicatori di qualità che il sistema è in grado di estrarre tramite i sistemi di elaborazione presenti in loco. Il sistema radar di Monte Pettinascuro può produrre un totale di 10 grandezze per ogni volume di acquisizione, ognuno dei quali è tipicamente etichettato come segue: CZ, KDP, PHIDP, RHOHV, UZ, V, W, ZDR, P\_quality, Quality. A ciò si aggiunge uno header con varie informazioni relative alla scansione. La tabella seguente riassume la loro occupazione in termini di MB nelle modalità di acquisizione in alta (H) e bassa (L) risoluzione come pure il loro significato.

<b>Variabile radar</b>	<b>H [MB]</b>	<b>L [MB]</b>	<b>Unità</b>	<b>Significato</b>
CZ	3.8	1.2	dBZ	Corrected reflectivity
UZ	3.8	1.2	dBZ	Uncorrected Reflectivity
KDP	7.6	2.2	deg/km	Specific differential phase
PHIDP	7.6	2.2	deg	Unfiltered differential phase
RHOHV	3.8	1.2	[-]	Dual pol. correlation coefficient
ZDR	3.8	1.2	dB	Riflettività differenziale
V	3.8	1.2	m/s	Mean Doppler velocity spectrum
W	3.8	1.2	m/s	Standard deviation Doppler velocity
P_Quality	3.8	1.2	[-]	Quality index 1
Quality	3.8	1.2	[-]	Quality index 2
header info	4	2	[-]	Additional info

Variabile radar	H [MB]	L [MB]	Unità	Significato
TOTALE ogni 5 min	46	15		
TOTALE ogni 60 min	552	180		
TOTALE ogni giorno	13248	4320		

Dai suddetti dati e con i dati provenienti da altri radar, il DPC genera i prodotti meteorologici e idrologici su scala nazionale (il cosiddetto “mosaico”) che vengono diffusi ai Centri Funzionali decentrati, che li ricevono con un ritardo temporale oltre che riorganizzati in un sistema di riferimento cartesiano. I prodotti attualmente disponibili sono:

**CAPPI** (Costant Altitude Plan Position Indicator) a 2000, 3000 e 5000m – Frequenza di 15 min: Riflettività riferita ad un’altitudine costante.

**VMI** [dBz] Vertical Maximum Intensity. – Frequenza di 15 min: riportati i massimi valori assunti dalla riflettività:

**SRI** [mm/h] (Surface Rainfall Intensity) – Frequenza di 15 min.: stima dell’intensità di precipitazione al suolo.

**SRT** [mm] (Surface Rainfall Total) – Frequenza di 60 min.: precipitazione totale al suolo con riferimento al periodo di integrazione. Le cumulate generate sono relative a 1h; 3h, 6h, 12h e 24h.

Nel processo di elaborazione necessario per la generazione dei prodotti sono rimossi errori, questo a scapito delle prestazioni in termini di risoluzione spaziale e temporale.



### **A.7.1 Interventi previsti**

Considerando i tempi di risposta molto rapidi di molti dei corsi d'acqua calabresi, la tempestiva disponibilità di dati ad alta risoluzione spaziale e temporale consente una riduzione dei tempi di allertamento, una più precisa localizzazione dei fenomeni a rischio, nonché un miglioramento delle previsioni a brevissimo termine (nowcasting). L'elaborazione presso il Centro funzionale della Calabria dei dati nativi provenienti da Pettinascuro consentirebbe di disporre dei dati con la migliore risoluzione possibile. Una generazione di prodotti locale richiede il trasferimento, nel caso di massima risoluzione e di trasmissione di tutte le misure disponibili, di 46 Mbyte in 5 minuti, che possono essere ottenuti realizzando almeno un collegamento 2 Mbit/s, supponendo un flusso continuo di dati.

Si intende, pertanto, dotarsi di risorse hardware e software atte a ciò.

Le risorse hardware necessarie alla elaborazione dei dati radar sono:

1. Server rack
2. NAS Rack

Il software dovrà permettere il controllo e la gestione del trasferimento dati, nonché l'elaborazione degli stessi dati grezzi al fine di essere utilizzati anche ai fini di nowcasting o di monitoraggio, integrato alla rete pluviometrica, delle precipitazioni. E' prevista adeguata formazione on site.

In particolare, il server 1.) è finalizzato all'acquisizione mediante rete dei dati descritti in tabella 2, provvede alla memorizzazione nel NAS in formato RAW di quanto acquisito secondo una struttura a file indicizzata ed accessibile da DB. In ultimo trasferisce gli ultimi dati nella memoria DSS del server 2) per le dovute elaborazioni.

## **B. Sistema informativo**

---

Le attività relative a questa fase progettuale riguardano le seguenti implementazioni:

- Realizzazione di un “contenitore” tipo BIG-DATA distribuito sulle due sedi dell’Area Meteo e dell’Area Idro, destinato a contenere tutti i metadati prodotti e gestiti dal Centro Funzionale;
  - Realizzazione di infrastrutture e routines volte alla ricezione, analisi, validazione e archiviazione dei dati (Modulo ARCHIVIO),
  - Realizzazione di routines ed interfaccia di estrazione e pubblicazione dei dati archiviati (Modulo IDROGRAFICO);
- Realizzazione di un MODULO ALLERTAMENTO. Si tratta di implementare routines e algoritmi volti alla produzione di strati informativi utili al sistema di allertamento quali :
  - modelli di analisi dei dati meteo in tempo reale,
  - modelli di previsione meteorologica,
  - modelli di previsione a breve termine – nowcasting,
  - modelli di analisi ed interpretazione dei dati satellitari,
  - modelli di suscettività e propagazione degli incendi boschivi,
  - modelli di analisi idrologica e climatica volti alla redazione di bollettini sulla siccità.
- Realizzazione di un portale tematico e dell’app #AllertaCal per dispositivi mobili;
- Realizzazione di un sistema volto all’analisi del web e dei Social Media

## **B.1 Realizzazione BIG-DATA**

Oggi lo scenario tecnologico e di mercato è diventato molto articolato e complesso, soprattutto per quanto riguarda la raccolta e la gestione delle enormi quantità di dati generate da fonti diverse ed eterogenee (sensori, fonti web, metadati, ecc.).

Il sistema che si vuole realizzare dovrà essere in grado di acquisire due categorie macroscopiche di fonti: «esterne» rispetto al sistema che si vuole progettare (es. Social e web) e «interne» (es. sensori ambientali, output di modelli, elaborazioni provenienti da server, etc).

In sintesi, è necessario che il sistema da progettare sia in grado principalmente di:

- Estrarre informazioni utili da fonti altamente eterogenee,
- Integrare correttamente le informazioni estratte, eventualmente eseguendo anche una procedura di «arricchimento» dei dati (per es. deducendo informazioni nascoste)
- Individuare e visualizzare informazioni utili.
- Generare allerte al verificarsi di determinate condizioni (es. superamento soglie).

Attività fondamentale, inoltre, sarà quella dell'acquisizione, della validazione, dell'elaborazione e dell'analisi dei dati provenienti dal monitoraggio ambientale.

Esso dovrà permettere di acquisire nuove tipologie di informazioni e applicare sui dati acquisiti nuove logiche di calcolo in modo agevole e con il minimo impatto.

Tale sistema costituirà il BACK-END di tutte le piattaforme informative da realizzare, quindi, oltre all'attività di archiviazione, dovrà prevedere l'erogazione dei servizi verso le strutture di FRONT-END.

### **B.1.1 Modulo Archivio**

Come detto il sistema di back-end sarà composto da un modulo di acquisizione che si occupa di leggere i dati dalla rete esterne, un modulo che elabora tali informazioni ed un modulo che effettua sui dati acquisiti delle analisi.

Il modulo di Acquisizione deve garantire alti livelli di:

- Scalabilità
- Affidabilità
- Disponibilità

al fine di collezionare, aggregare, pre-processare e muovere grandi quantità di dati.

Queste proprietà possono essere garantite dall'utilizzo di «agenti» installati sui vari nodi del cluster che implementano la logica di lettura dei dati, realizzano eventuali meccanismi di cache e di pre-lavorazione del dato.

La necessità di implementare sistemi di cache è richiesta al fine di garantire l'acquisizione di tutti i dati pervenuti dalle fonti anche in caso di picchi o rallentamento dei tempi di acquisizione.

La trasformazione dei dati prelevati in ingresso ha sia la funzione di pulizia che di standardizzazione ed arricchimento delle informazioni prelevate.

I vari agenti di acquisizione dovranno effettuare lo scarico dei dati in un sistema di archiviazione centralizzato.

Il sistema dovrà essere predisposto affinché sia agevole definire nuovi agenti di acquisizione laddove nasca l'esigenza di modificare e/o integrare nuove fonti.

I dati caricati dovranno subire una prima elaborazione che avrà il compito di ripulire ulteriormente i dati ricevuti ed eventualmente aggregare tra loro informazioni provenienti da fonti diverse.

I dati saranno archiviati pertanto in un formato pre-lavorato che dovrà garantire alti livelli di efficienza nell'estrazione ed analisi.

Sui dati archiviati dovranno essere applicate delle logiche di storicizzazione ma dovrà sempre essere consentita l'analisi dei dati storicizzati.

Dovrà inoltre essere prevista la migrazione dei dati storici attualmente presenti sui server del Centro Funzionale.

I dati archiviati andranno ad alimentare il modulo di analisi.

Questo modulo sarà suddiviso in una serie di sotto-moduli, ognuno dei quali preleverà dei dati e, applicando dei modelli, restituirà un output specifico.

Il sistema dovrà mettere a disposizione gli strumenti necessari per la definizione in modo autonomo e semplificato di nuovi sotto-moduli.

Ogni sotto-modulo definito acquisirà le informazioni di cui ha bisogno per il suo funzionamento e delegherà ad un dispatcher la comunicazione dei suoi risultati.

Il dispatcher sarà configurato in modo tale da conoscere, per ogni tipo di informazione ricevuta, quali sono i sistemi target a cui inviare l'informazione

Il sistema dovrà mettere a disposizione gli strumenti per poter definire nuove logiche di distribuzione delle informazioni nel dispatcher.

Per il sistema in oggetto dovranno essere previsti, sulla base delle logiche sopra descritte, i flussi per l'acquisizione delle seguenti fonti:

- 1) Rete monitoraggio idrogeologico
- 2) Rete monitoraggio Meteo, rete boe ondametriche e mareografi;
- 3) Altre reti di monitoraggio esistenti o aggiunte in futuro;
- 4) Output modelli di previsione meteo;
- 5) Social
- 6) Motori di ricerca

## 7) RSS

Il nuovo sistema di archiviazione dovrà essere corredato da un bus di comunicazione a cui saranno delegate tutte le funzioni di comunicazioni tra il repository dell'informazione ed i sistemi che dovranno utilizzare/integrare i dati presenti.

A titolo esemplificativo i servizi esposti sul BUS dovranno permettere lo scambio di file e contenuti multimediali (foto, filmati ecc):

- Dovranno alimentare sistemi periferici di archiviazione in cui sarà possibile portare porzioni di dati per analisi e studi anche per enti terzi.
- Fornire le info necessarie e tutti i servizi WEB ed ai sistemi di pagamento.
- Mettere a disposizione dei servizi ad alta efficienza per alimentare i sistemi di monitoraggio realtime.

Sotto il profilo delle modalità di comunicazione, i servizi adotteranno i protocolli JSON over HTTPS (JavaScript Object Notation) e SOAP (Simple Object Access Protocol) e XML (eXtended Markup Language).

Nel caso di realizzazione dei servizi basati su JSON over HTTPS verranno applicati i principi previsti dal paradigma architetturale REST (REpresentational State Transfer).

In merito alle caratteristiche di interoperabilità per i servizi esposti su protocollo SOAP, verranno adottati gli standard definiti dall'OASIS e dal W3C, con particolare riferimento ai seguenti profili definiti dal primo:

- WS-I Basic Profile 1.2 e 2.0
- WS-I Basic Security Profile 1.0 e 1.1
- WS-I Reliable Secure 1.0

Per ciascun servizio realizzato saranno generati i codici sorgente di base, a partire da un modello concettuale del servizio, per Proxy e Stub, nonché quelli relativi a unit test, integration test e stress test, che dovranno essere eseguiti secondo una dettagliata pianificazione.

I servizi corrisponderanno ai seguenti principi di progettazione:

- autoconsistenza: i servizi dovranno esporre funzioni di business complete ed indipendenti
- idempotenza: i servizi dovranno garantire il corretto funzionamento in caso di richieste duplicate
- stateless: i servizi non dovranno fare affidamento su informazioni conservate nella session dell'Application Server per l'elaborazione della risposta

Qualora risulti necessario nella fase di progettazione esecutiva derogare a tali principi per uno ovvero più servizi esposti, saranno motivate le esigenze tecniche da cui deriva tale scelta e dettagliate le soluzioni tecnologiche adottate per ovviare agli inconvenienti che da tale deroga

possono derivare, sia in termini di affidabilità della soluzione sia di scalabilità della stessa.

Il sistema hardware deve rispettare i seguenti requisiti di alta affidabilità:

- utilizzo di hardware classe superiore, con prestazioni elevate ed elementi ridondanti (dischi RAID, alimentatori ridondanti);
- protezione dell'alimentazione elettrica mediante gruppo di continuità e gruppo elettrogeno;
- protezione fisica mediante localizzazione in un locale apposito ad accesso ristretto ("sala server")
- connessione di rete preferenziale, di capacità superiore, ridondante; climatizzazio
- configurazioni del sistema operativo volte a garantire maggiore affidabilità e sicurezza (hardening);
- gestione da parte di funzionari formati *ad hoc*.

Vista la sensibilità dei dati trattati ma soprattutto dei servizi erogati si richiede che il nuovo sistema sia ridonato geograficamente nelle due sedi di ARPACAL site in Catanzaro ed in Cosenza.

Pertanto i dati stessi saranno ridonati nei due centri (Area Meteo a Cosenza e Area Idro a Catanzaro), permettendo agli stessi centri di essere autonomi secondo una logica MASTER/SLAVE per ciascuna funzione.

In particolare ogni sede avrà delle funzioni principali, ma nel caso di indisponibilità di una sede l'altra potrà svolgere entrambe le funzioni.

Dovranno essere previste adeguate sessioni di formazione per il personale che dovrà utilizzare il sistema.

Tale formazione sarà erogata tramite corsi specifici on site e strumenti di help on-line.

Dovrà essere previsto un periodo di affiancamento allo scopo di:

- Gestire tutti gli incidenti e i problemi di carattere tecnico inerenti all'utilizzo della piattaforma.
- Valutare ed implementare soluzioni che migliorano l'usabilità e le performance dell'applicativo e di tutte le sue componenti.
- Aggiornare la documentazione a corredo dell'applicazione con la possibilità di organizzare sessioni di training.

- Garantire un servizio on site durante gli orari lavorativi per ciascun centro ed un servizio di reperibilità h24 X 7 tramite un numero di telefono dedicato ed una casella di posta elettronica.

Il Sistema deve essere progettato per consentire, laddove nel corso dell'operatività se ne ravvisasse l'esigenza, di aumentare le prestazioni mediante l'implementazione delle risorse computazionali disponibili.

La soluzione applicativa sviluppata deve essere dotata di misure in grado di garantire un adeguato livello di sicurezza.

Le funzioni di sicurezza hanno lo scopo di prevenire accessi non autorizzati -volontari o accidentali- sia ai programmi sia ai dati e saranno progettate e realizzate opportune soluzioni atte ad assicurare i seguenti requisiti, di carattere generale, in merito agli aspetti di sicurezza:

- *Identificazione ed Autenticazione*: verifica dell'identità allo scopo di prevenire accessi non autorizzati al sistema e alle risorse di rete;
- *Autorizzazione*: controlla quale sistema, informazione e applicazione può essere dato ad un utente;
- *Integrità*: assicura che sia i dati presenti negli archivi sia quelli che transitano sulla rete non vengano cambiati o compromessi da manipolazioni non autorizzate, anche mediante l'adozione diffusa di meccanismi di firma digitale dei dati ed apposizione di timestamp certificati;
- *Riservatezza*: prevenzione dell'utilizzo indebito delle informazioni. Tale requisito presuppone che l'accesso alle informazioni venga controllato attraverso adeguate misure di protezione;
- *Protezione della privacy*: previene la lettura di dati privati da parte di utenti non autorizzati;
- *Disponibilità*: intesa come prevenzione dei pericoli di occultamento e/o di impossibilità

Tutte le funzionalità del nuovo sistema dovranno rispettare la normativa emessa dall'Agenzia per l'Italia Digitale specificata nel Codice Amministrativo Digitale

Come detto il sistema dovrà prevedere una ridondanza geografica pertanto il sistema presentato dovrà essere replicato in entrambi i centri.

Ogni centro avrà pertanto una capacità elaborativa sovra-dimensionata rispetto alle funzioni svolte normalmente in quanto potrebbe dover sopperire alle funzioni svolte dal secondo.

L'hardware sarà costituito da una batteria di nodi che costituiscono il cluster di back-end ed il cluster di middleware.

Come detto il sistema dovrà essere realizzato in modo tale da poter aumentare le sue capacità a

fronte di mutate esigenze.

A tale scopo si consiglia una soluzione modulare che prevede una configurazione costituita da modulo base con la seguente configurazione:

- 1 Data Collector
- 4 Nodi Memorizzazione
- 2 Nodi Elaborazione

Per la configurazione iniziale dovranno essere previsti tre moduli base per ciascun centro.

Inoltre dovrà essere presente uno strato di gestione composto da 2 nodi che si occuperanno del ciclo di vita di tutte le applicazioni.

Le procedure WEB dovranno seguire le line guide di OWASP per la scrittura ed il testing del software. In particolare dovranno essere seguite:

- Le indicazioni di OWASP presenti nella top 10 vulnerabilities, come descritto in [http://www.owasp.org/index.php/Category:OWASP\\_Top\\_Ten\\_Project](http://www.owasp.org/index.php/Category:OWASP_Top_Ten_Project)
- Gli sviluppi devono seguire le line guida di OWASP per la scrittura di codice sicuro come descritto in [http://www.owasp.org/index.php/Category:OWASP\\_Guide\\_Project](http://www.owasp.org/index.php/Category:OWASP_Guide_Project)
- L'applicazione deve essere testata dal punto di vista della sicurezza seguendo le line guida di OWASP descritte in sicurezza nell'accesso ai dati e della configurazione della piattaforma.

## **B1.2 Modulo idrografico**

Tale modulo dovrà occuparsi della gestione in tempo differito dei dati provenienti dalla rete meteorologica, al fine di renderli disponibili per i compiti istituzionale del Centro Funzionale.

Dovrà essere definita un'interfaccia e delle routine che, a partire dai dati provenienti dalla rete effettuino una serie di controlli automatici, provvedendo ad una preliminare classificazione qualitativa del dato, per poi consentirne una definitiva validazione e una successiva archiviazione e pubblicazione.

L'interfaccia dovrà consentire l'estrazione dei dati archiviati, secondo diverse aggregazione temporali e spaziali ed anche secondo criteri definiti dall'utente.

Il Modulo dovrà essere interfacciato e gestibile, mediante tecnologia "WEB" e "WEB-GIS", dal portale tematico descritto in seguito.

Le routines e l'interfaccia relative alla procedura di validazione dei dati dovranno essere realizzate in modo da consentire la conformità alle Linee Guida in materia emanate dall'ISPRA.



## **B.2 Modulo Allertamento**

Il modulo di Allertamento sarà composto da un insieme di routines e modelli, che utilizzeranno le risorse hardware già in dotazione affiancate a quelle previste al punto **B.4**, i cui output alimenteranno il Sistema di Supporto alle Decisioni che sarà destinato alla gestione del Sistema di Allertamento della Regione Calabria.

Di seguito si illustrano le principali caratteristiche previste per tali modelli.

### **B.2.1 Modelli di analisi dei dati meteo in tempo reale**

Il Centro Funzionale utilizza, allo stato attuale, diversi software e routines volti all'emissione dei diversi livelli di criticità e allertamento previsti dalla Direttiva per il Sistema di Allertamento della Regione Calabria.

Tali software sono stati realizzati dal personale interno al Centro, pertanto tutti i codici sono completamente aperti.

Si prevede di ingegnerizzare e riorganizzare il funzionamento dei suddetti software. Essi utilizzano i dati provenienti in tempo reale dalla rete meteo idro-pluviometrica, ne analizzano le caratteristiche ed i valori ed effettuano elaborazioni di tipo statistico-geografico con lo scopo di determinare eventuali situazioni di rischio di tipo idrogeologico e idraulico, classificandole in base a diversi livelli di pericolosità.

E' prevista, inoltre, la realizzazione di un modello di propagazione dell'onda a partire dai dati provenienti dalla rete delle boe ondametriche e dai mareografi.

### **B.2.2 Modelli di previsione meteorologica**

Un primo compito dell'Area Meteo del Centro Funzionale a Cosenza consisterà nell'acquisire e mettere a sistema le informazioni, intese in termini di output numerici, provenienti da tutti i modelli di previsione meteorologica disponibili, sia globali che ad area limitata. Tali informazioni, quando possibile, saranno acquisite autonomamente tramite il web, oppure in alternativa per mezzo del Settore Meteo del Centro Funzionale Centrale per il rischio meteo-idrogeologico e idraulico del Dipartimento della Protezione Civile, e saranno omogeneizzate in modo da fornire un ensemble previsionale focalizzata sul territorio regionale, attraverso opportune metodologie numeriche in grado di fornire adeguate indicazioni circa la probabilità di accadimento di eventi meteorologici ad alto impatto e la conseguente emissione dei bollettini di criticità regionale.

L'Area Meteo non si limiterà tuttavia all'aggregazione e rielaborazione di dati forniti da enti o

agenzie esterne, ma provvederà anche allo sviluppo autonomo di previsioni meteo-idrologiche attraverso modelli numerici avanzati. In particolare sarà adottato un approccio integrato che mirerà alla modellazione completamente accoppiata (fully coupled) dei processi di trasferimento dell'acqua tra la superficie terrestre e l'atmosfera

L'esigenza di continuo perfezionamento delle previsioni idro-meteorologiche e di maggiore accuratezza delle proiezioni dell'impatto idrologico del cambiamento climatico ha recentemente condotto allo sviluppo di nuovi sistemi di modellazione atmosferico-idrologica completamente accoppiati in modalità dinamica (two-way o fully coupling). La possibilità di considerare le dinamiche di redistribuzione laterale dell'umidità del suolo consente di migliorare la rappresentazione dell'evoluzione delle caratteristiche dell'interfaccia superficie-atmosfera, la quale dal punto di vista dei modellisti dell'atmosfera è considerata come una condizione al contorno inferiore. Tale miglioramento conduce in teoria ad una modellazione più accurata dei fenomeni di trasporto d'acqua tra la superficie terrestre e l'atmosfera, aumentando l'affidabilità e l'accuratezza delle previsioni. D'altro canto, un unico e coerente sistema di modellazione, che accorpa la descrizione di tutti i processi fisici a partire dagli strati alti dell'atmosfera (almeno una ventina di km, anche se risulta più corretto parlare in termini di superfici isobare piuttosto che di quote) fino alla sezione di chiusura di un qualsiasi corso d'acqua, si candida come un potente strumento per la modellazione dell'intero ciclo idrologico, con particolare riferimento alla previsione degli effetti idrologici di eventi meteorologici estremi, quindi nelle analisi a breve termine, rivolte in particolare ai sistemi di preannuncio ed alle attività di protezione civile.

Tra i pochi sistemi di modellazione fully-coupled esistenti, particolarmente appropriato per i sistemi di preannuncio e le attività di protezione civile è il modello *WRF-Hydro*. Dopo molti anni di attività sperimentale in numerosi bacini diffusi in varie regioni del mondo, esso ha raggiunto un sufficiente livello di maturazione, al punto da essere stato selezionato per l'implementazione operativa (che partirà nel mese di giugno 2016) a supporto del National Weather Service (NWS) National Water Center (NWC) negli Stati Uniti d'America.

Il pacchetto *WRF-Hydro* è rilasciato al Public Domain come estensione del sistema di modellazione atmosferica *WRF* (Weather Research and Forecasting). Il sistema *WRF*, anch'esso rilasciato al Public Domain dal National Center for Atmospheric Research (NCAR), è gestito e supportato come un community model per facilitarne l'uso a livello internazionale, ai fini della ricerca, delle applicazioni operative e per l'attività didattica. È adatto per una vasta gamma di applicazioni a diverse scale variabili dalle large eddy simulations (LES) alle simulazioni globali. Tali applicazioni includono le previsioni meteorologiche in tempo reale, sviluppo e studi sulle tecniche di data assimilation, simulazioni climatiche regionali, modellazione della qualità dell'aria, accoppiamento delle dinamiche atmosfera-oceano. *WRF* non è un singolo modello, ma piuttosto un sistema che

gestisce la modellazione integrata di più processi fisici, attraverso diverse opzioni modellistiche. Le categorie di processi fisici per le quali scegliere le opzioni di modellazione sono: (1) microfisica, (2) parametrizzazione dei cumuli da convezione, (3) strato limite (PBL), (4) land-surface model, e (5) radiazione. Inoltre, vi sono anche metodi per l'assimilazione dati quadridimensionale (FDDA), che applicano forzanti esterne alle equazioni del modello, e sono trattati come ulteriori modelli fisici.

Il sistema WRF-Hydro è stato sviluppato per facilitare una migliore rappresentazione dei processi idrologici terrestri relativi alla redistribuzione spaziale delle acque superficiali (di versante ed alveate) e sotterranee, e per facilitare l'accoppiamento dei modelli idrologici con modelli atmosferici. I moduli attivati attraverso appositi switch in WRF-Hydro permettono il trattamento di diversi processi fisici, che sono stati appositamente creati oppure adattati da modelli idrologici distribuiti esistenti. L'architettura concettuale di WRF-Hydro si colloca come una architettura di accoppiamento o strato *'middle-ware'* tra modelli meteo e climatici e modelli idrologici terrestri (ed eventualmente sistemi di assimilazione dati).

WRF-Hydro è progettato per permettere una migliore simulazione sia dei fenomeni idrologici superficiali che degli stati e flussi energetici ad una risoluzione spaziale piuttosto elevata (tipicamente da  $10^3$  a  $10^4$  m), utilizzando una varietà di approcci concettuali e fisicamente basati. In tal modo, il sistema è inteso per l'uso in configurazioni sia stand-alone (uso *'disaccoppiato'* o *'offline'*) che fully-coupled (ovviamente accoppiato ad un modello atmosferico). Le varie componenti del modello WRF-Hydro calcolano sia i flussi di energia e di umidità verso l'atmosfera o anche, nel caso di flussi di umidità, verso i corsi d'acqua ed i serbatoi. A seconda delle opzioni di modellazione selezionate, le variabili in output principali includono: flusso di calore latente; flusso di calore sensibile; flusso di calore al suolo; temperatura superficiale e/o della vegetazione; componenti dell'evaporazione superficiale; umidità del suolo; temperatura nel suolo; percolazione; deflusso superficiale; contenuto di umidità della vegetazione; copertura nivale; deflusso verso le celle canale; portata nelle celle canale; altezza del tirante; livelli idrici e portate in uscita dai serbatoi.

WRF-Hydro è attualmente utilizzato operativamente presso alcuni servizi idrologici, come ad esempio il Servizio Idrologico Israeliano (IHS). Come accennato in precedenza, tuttavia, l'esempio di applicazione operativa più significativo è in corso negli USA, dove il National Weather Service (NWS) National Water Center (NWC) sta collaborando con i NWS National Centers for Environmental Prediction (NCEP) ed il National Center for Atmospheric Research (NCAR) all'implementazione operativa, prima nel suo genere, del modello WRF-Hydro per l'intero territorio degli Stati Uniti continentali e relative aree contribuenti. Il sistema, operativo dal prossimo mese di giugno, fornirà senza soluzione di continuità e ad alta risoluzione previsioni di portata e di altre variabili idrologiche d'interesse derivate da simulazioni di tipo sia deterministico che ensemble.

WRF-Hydro costituirà il nucleo della strategia di modellazione idrologica nazionale del NWC, supportando le azioni di previsione idrologica del NWS così come le attività operative di previsione e prevenzione del rischio, nonché la gestione della risorsa idrica da parte di agenzie partner. Nell'implementazione progettata dal NWS la configurazione operativa di WRF-Hydro sarà caratterizzata da diversi orizzonti temporali di previsione, dal breve al lungo termine. Tutte le configurazioni sono eseguite ad una risoluzione spaziale a terra di 1 km per quanto riguarda il modello meteo, e di 250 m per il modello idrologico, che simula il deflusso su 2,67 milioni di bacini su tutto il territorio di afferenza. Input e output del sistema saranno costantemente validati tramite appositi sistemi di benchmarking.

### ***Implementazione operativa del sistema WRF-Hydro in Calabria***

Tramite opportune analisi di parametrizzazione e metodologie di validazione, il sistema di modellazione fully-coupled opererà secondo una configurazione ottimale sul territorio calabrese.

La risoluzione spaziale del modello meteorologico sul dominio calabrese sarà pari o superiore a 2 km, esso sarà eseguito in modalità deterministica, utilizzando per le condizioni iniziali e al contorno il modello globale più appropriato, con previsioni su una finestra temporale di almeno 3 giorni, aggiornate almeno ogni 12 ore. Saranno inoltre adottate le più appropriate tecniche di nudging e data assimilation, in particolare sfruttando al meglio le misure in tempo reale fornite dai diversi sensori puntuali e areali della rete di monitoraggio gestita dal Centro Funzionale.

La componente idrologica del sistema di modellazione avrà una risoluzione dell'ordine almeno delle centinaia di metri e sarà applicata operativamente su tutte le sezioni dei corsi d'acqua strumentate per cui saranno disponibili misure di portata in tempo reale. Anche in questo caso si provvederà all'esecuzione off-line del modello per le opportune analisi di parametrizzazione, e saranno adottate tecniche di nudging e data assimilation per fornire di volta in volta le condizioni iniziali ottimali e per migliorare le prestazioni del modello. Un sistema di validazione automatico monitorerà in continuo la qualità dei dati in input e delle previsioni eseguite per tutte le variabili più significative. In particolare dovrà essere previsto un sistema di benchmarking automatico che produca un report periodico (almeno stagionale) circa il livello di affidabilità delle previsioni integrate meteo-idrologiche, in particolare per quanto riguarda la temperatura (valori minimi e massimi giornalieri), la precipitazione (intensità oraria e giornaliera, ora di accadimento e durata degli eventi) e la portata nelle sezioni dei corsi d'acqua strumentate.

Nella fase sperimentale di un anno l'output del modello affiancherà le informazioni fornite dall'ensemble di modelli globali e ad area limitata, contribuendo all'emissione dei bollettini di criticità regionale e di specifici bollettini di criticità idrologica, relativamente almeno alle sezioni monitorate. Successivamente, il sistema integrato atmosferico-idrologico assumerà un ruolo di riferimento ai fini dell'emissione di bollettini di criticità meteo-idrologica, all'interno dei quali il

dettaglio spaziale potrebbe essere aumentato rispetto alle attuali zone di allerta.

### **B.2.3 Modelli di previsione a breve termine - NOWCASTING**

Negli ultimi anni, una serie di eventi di piogge eccezionali ha causato, nel territorio della regione Calabria, un acuirsi del dissesto idrogeologico conseguenti a precipitazioni molto intense e di breve durata (da 15 minuti a 2 ore circa) sia in forma isolata (Vibo 2006) sia all'interno di un fronte instabile con una successione e/o rigenerazione di eventi convettivi (Rossano 12 agosto 2015, Basso Ionio, 31 ott. 1 nov. 2015). Questi eventi meteorici si verificano in concomitanza di instabilità atmosferiche che portano alla formazione di nubi temporalesche a rapido sviluppo verticale, denominate *cumulonembi*. Tali fenomeni, tipicamente, agiscono su aree molto limitate e con cicli vitali estremamente ridotti: sebbene risultino talvolta prevedibili a scala regionale con sufficiente anticipo, essi sono purtroppo difficilmente localizzabili a scala locale, anche utilizzando i più sofisticati modelli numerici di previsione.

Per i bacini di piccola estensione (pochi km<sup>2</sup>), ciò comporta problemi di notevole rilevanza quando le precipitazioni interessano aree antropizzate o comunque attraversate da infrastrutture di trasporto (rete stradale e ferroviaria). Basta pensare alla rete viaria e ferroviaria che si sviluppano lungo tutta la costa Tirrenica (ss 18, linea ferroviaria Battipaglia-Reggio C.) e lungo la costa Jonica (ss106, linea Metaponto-Reggio C.). Lungo tali tratte, l'Autorità di Bacino della Calabria ha censito circa 900 piccoli bacini che confluiscono direttamente a mare. Questi sono caratterizzati da *tempi di corrivazione* di durata simile alla durata delle celle convettive, condizione questa che favorisce lo sviluppo di flash-flood che impattano direttamente sulle infrastrutture di comunicazione. A quanto sopra è da aggiungere che le opere di attraversamento fluviale della rete stradale provinciale e comunale, realizzata nel corso dell'ultimo secolo, nella gran parte dei casi è sottodimensionata in particolar modo nei piccoli attraversamenti/tombini, che entrano in crisi anche per precipitazioni non particolarmente intense. Una ulteriore criticità delle infrastrutture viarie, in special modo della rete stradale, è costituita dalla fragilità dei versanti soggetti a smottamenti localizzati che, in occasione di precipitazioni intense, causano numerosissime interruzioni stradali (Provincia di Cosenza inverni 2008-2010, Basso Jonio 31 ott.-1 nov. 2015)

Eventuali sistemi di allerta, basati sostanzialmente su misure della rete pluviometrica, sebbene puntuali e affidabili, non sono, in numerosi casi, idonei a garantire l'adozione di misure di mitigazione mirate e tempestive.

Una possibile soluzione al problema può essere ricercata nell'integrazione di più sistemi di misura e osservazione in grado di individuare, caratterizzare e prevedere, con adeguata risoluzione spaziotemporale, l'origine e la propagazione di tale tipo di fenomeni. Nei limiti di finestre predittive di 15-60 minuti, simili previsioni sono tecnicamente realizzabili, affinando ed integrando opportunamente

gli strumenti di osservazione e di modellazione disponibili. Tralasciano la modellistica meteo, attualmente ritenuta non idonea e/o precisa per previsioni inferiori all'ora, quando è richiesta la localizzazione spaziale delle meteore il nowcasting, basato sull'inferenza statistica di quantità derivabili da: pluviometri, radar e satellite Meteosat, è sicuramente uno strumento capace di garantire la migliore previsione possibile.

La DIRETTIVA del “Sistema di Allertamento regionale per il Rischio idrogeologico e idraulico in” Calabria, a pag. 7 mette in evidenza quali sono i possibili limiti degli strumenti attualmente utilizzati per l'Allerta in caso di eventi di tipo temporalesco.

*“E' importante sottolineare che l'occorrenza temporale e spaziale dei vari Scenari di Rischio non è sempre prevedibile con gli attuali strumenti di previsione meteorologica e di modellistica idrologica. Pertanto, non può essere escluso che possano verificarsi eventi senza che il Sistema di Allertamento sia stato in grado di prevederli. Questa incertezza è particolarmente rilevante nel caso di fenomeni, anche molto intensi, che si sviluppano in tempi brevi e in aree ristrette. In tal caso, infatti, l'intervallo temporale occorrente tra la manifestazione di precursori e gli effetti al suolo può risultare troppo breve per consentire una efficace attivazione del Sistema di Allertamento. Inoltre, per le ridotte scale spaziali in gioco, la stessa rete di monitoraggio idropluviometrica potrebbe non essere in grado di rilevare l'occorrenza di questo tipo di eventi. .... “*

Gli attuali limiti del sistema di allertamento, possono essere in parte mitigati ricorrendo a tecniche di nowcasting. Come meglio descritto di seguito, l'utilizzo integrato di tutte le informazioni fornite dalla rete idro-pluviometrica, radar e Meteosat, unitamente a modelli inferenziali capaci di riconoscere e tracciare eventi in atto, consente di anticipare di 30-60 minuti l'evoluzione di celle convettive capaci di dar luogo a precipitazioni intense ed attivare i vari livelli di Allertamento previsti dalla Direttiva.

### **Approcci per il Nowcasting di Strutture Convettive**

Col termine *nowcasting* si intende una previsione di poche ore della situazione meteorologica. Previsioni di questo tipo risultano di grande utilità, ad esempio, per la gestione dei trasporti, la pianificazione di eventi sportivi e sociali, l'allertamento. Riguardo quest'ultimo punto, negli ultimi decenni si è assistito in Italia ad un incremento di eventi pluviometrici estremi di origine convettiva, caratterizzati da breve durata (da 10 min a 2-3 h) e forte intensità, che hanno provocato danni di varia entità sulle infrastrutture e causato disagi e vittime. La crescita di questi eventi estremi appare un trend condiviso a scala planetaria.

Sebbene lo scenario di instabilità nel qual tali eventi possono svilupparsi sia solitamente prevedibile con buona affidabilità dai modelli a breve termine, la localizzazione puntuale di un evento convettivo è attualmente al di fuori della portata anche dei più sofisticati modelli numerici, anche a

causa dei tempi-scala in gioco. In effetti la complessità dei processi fisici che sottendono la nascita e lo sviluppo delle celle convettive rende la previsione della loro evoluzione dinamica un problema arduo, tuttora al centro di un gran numero di ricerche. Sono quindi stati sviluppati altri approcci che, partendo dalle informazioni disponibili da sorgenti diverse ad un dato istante, tentano di estrapolare lo scenario atmosferico futuro.

In particolare, all'interno di un processo integrato di *nowcasting* di eventi convettivi estremi che possa essere operativamente parte integrante di un sistema di supporto decisionale (*Decision Support Systems - DSS*), possono essere individuati i seguenti elementi fondamentali:

- individuazione della convezione in atto (*detection*);
- tracciamento delle celle convettive (*tracking*);
- previsione della posizione e dell'intensità future della struttura convettiva (stima).

Altro aspetto fondamentale è inoltre la:

- caratterizzazione dei precursori della convezione (*Convective Initiation - CI*).

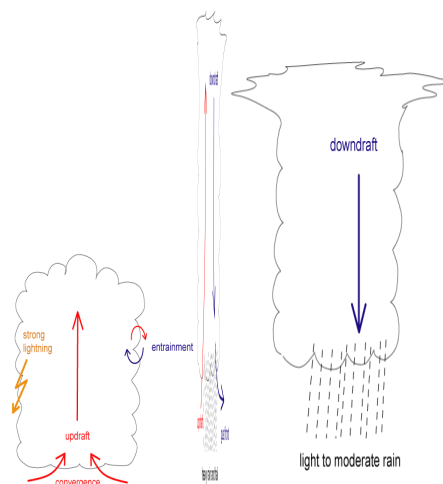
Questi ultimi possono anche essere analizzati con tecniche di *statistical learning*.

### **Struttura ed Evoluzione di una Cella Convettiva**

La formazione nuvolosa tipicamente associata al rilascio di instabilità convettiva con conseguente instaurarsi di forti moti ascensionali è il cumulonembo, nube a sviluppo verticale sostenuta al suo interno da una forte corrente di aria caldo-umida in salita, detta *updraft*, con velocità tipiche, alle nostre latitudini, di 6-8 m/s con punte anche di 30 m/s.

Il forte flusso ascensionale crea un risucchio d'aria dall'ambiente, sia dai lati della nube sia da sotto la stessa base nuvolosa. Questa corrente caldo-umida che alimenta dal basso la nube è detto *inflow*. Giunta a quote elevate, l'aria in ascesa, raffreddatasi, risulta più densa dell'ambiente circostante e si crea allora una corrente discendente secca all'interno della nube, detta *downdraft*.

Per gli eventi più energetici la sommità della nube (*top*) può raggiungere la stratosfera (12-13 km), dove l'inversione termica rende impossibile una continuazione del moto ascensionale e il flusso diverge allora in senso orizzontale. Il *top* del cumulonembo si espande quindi in una forma detta "ad incudine" (*anvil*), una struttura composta prevalentemente da ghiaccio, modellata dai forti venti in quota. In Figura 7 è mostrata una schematizzazione del ciclo vitale di un cumulonembo. La base piatta di queste nuvole indica in modo chiaro il livello di condensazione dell'atmosfera.



**Figura 7** - Schematizzazione del ciclo vitale di un cumulonembo.

Il processo di alimentazione ai bordi della nube è essenziale per l'ulteriore sviluppo del cumulonembo, e solo un adeguato apporto di umidità dai livelli più bassi rende possibile la crescita della cella temporalesca. Il cumulonembo raggiunge la fase di maturità quando origina un sistema di circolazione interna ben organizzato. Tale sistema di correnti, sede di turbolenza, può essere molto complesso e condiziona la distribuzione al suolo della precipitazione, che ovviamente dipende anche dal moto orizzontale del cumulonembo.

Si distingue, inoltre, tra strutture ad asse verticale, che possono essere di breve durata, in quanto *updraft* e *downdraft* sono molto vicini tra di loro e si disturbano a vicenda, e cumulonembi ad asse obliquo, potenzialmente più longevi in quanto le correnti non si sovrappongono.

Le cellule temporalesche si presentano spesso in successione: l'aria fredda discendente di una struttura attiva può infatti incunearsi sotto l'aria calda e umida dei bassi strati, sollevandola e innescando un nuovo cumulonembo.

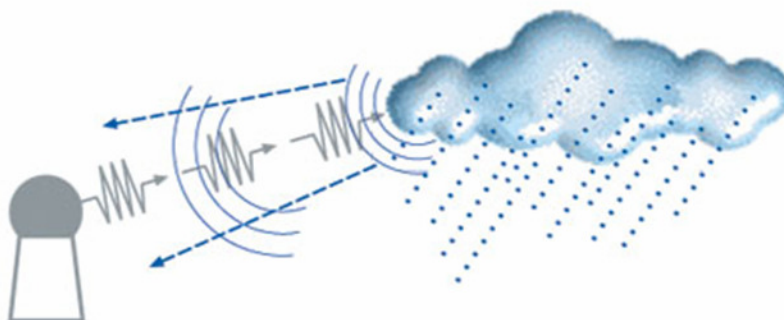
### **Individuazione delle Strutture convettive**

Gli strumenti principali per l'individuazione dei temporali di origine convettiva sono costituiti dai radar meteorologici, le immagini satellitari e i rilevatori di fulminazioni [13]. Storicamente, i radar sono stati i primi strumenti impiegati sistematicamente per il monitoraggio dei temporali

#### Radar

Il radar è in grado di lanciare un impulso elettromagnetico in una certa direzione e rilevare l'energia riflessa dall'insieme delle idrometeore (gocce d'acqua, fiocchi di neve, chicchi di grandine) incontrate dal fascio radar.





Misure di riflettività eseguite da un radar meteorologico.

Il radar esegue dunque misure di riflettività  $Z$ , la quale dipende fortemente dal diametro delle idrometeore che popolano il volume di atmosfera e dalla loro densità, cioè il contenuto d'acqua della nube. Solitamente valori di  $Z > 10-15$  dBZ indicano una precipitazione al suolo, che diventa intensa nelle zone con riflettività superiori ai 40 dBZ e molto intensa quando vengono raggiunti e superati i 50 dBZ (tipicamente in corrispondenza ai nuclei temporaleschi).

Nota la velocità di propagazione del segnale elettromagnetico e il tempo impiegato per raggiungere il bersaglio e tornare al radar, si riesce a calcolare l'esatta distanza e posizione dell'oggetto rispetto all'antenna radar. Inoltre l'impulso di ritorno contiene altre indicazioni che consentono di risalire alla natura e alla struttura del bersaglio incontrato (ad esempio tramite l'impiego dell'effetto Doppler si possono effettuare misure di velocità e analisi della turbolenza, mentre facendo uso di segnali a polarizzazione variabile si possono stimare forma, grandezza e fase dell'acqua contenuta nelle nubi).

Caratteristica importante di un radar meteorologico è la sua frequenza di lavoro, dalla quale dipende la capacità di rilevare idrometeore di diversa composizione. In teoria più piccole sono le goccioline di nubi, minore deve essere la lunghezza d'onda del radar per la loro risoluzione.

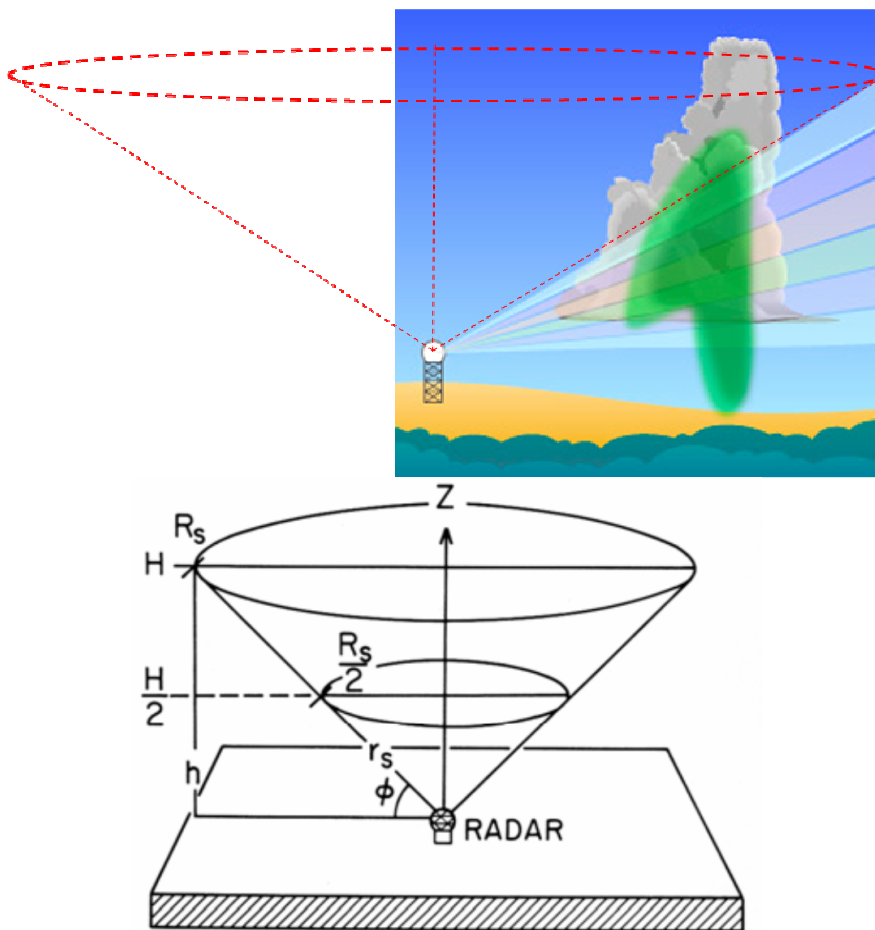
I radar doppler possono essere suddivisi in diverse categorie a seconda della frequenza di funzionamento. Le differenti bande sono così identificate:

- banda L:  $\nu = 1-2$  GHz (utilizzata prevalentemente per studi di turbolenza con aria chiara)
- banda S:  $\nu = 2-4$  GHz (per via della bassa attenuazione in questa frequenza, radar in banda L possono essere utilizzati per monitorare la condizione meteo anche lontana; di contro, richiedono antenne di grandi dimensioni)
- banda C:  $\nu = 4-8$  GHz (il segnale richiede piccole antenne, ma è fortemente attenuato, quindi il *range* di tali radar è relativamente corto)
- banda X:  $\nu = 8-12$  GHz (per via della lunghezza d'onda più piccola, il radar in banda X risulta più sensibile e può rilevare particelle più piccole. Tali radar sono pertanto utilizzati per studi

sullo sviluppo della meteora perché possono rilevare particelle di acqua anche molto piccole. Il segnale è comunque fortemente attenuato, per cui il range di monitoraggio è piccolo. Grazie alle ridotte dimensioni dell'antenna possono essere strumenti portatili)

- banda K: operate on a wavelength of .75-1.2 cm or 1.7-2.5 cm and a corresponding frequency of 27-40 GHz and 12-18 GHz. This band is split down the middle due to a strong absorption line in water vapor. This band is similar to the X band but is just more sensitive. This band also shares space with police radars.

I radar effettuano una scansione di tipo volumetrico ad intervalli di tempo prefissato  $\Delta T$ , acquisendo i dati su superfici coniche corrispondenti a predeterminate elevazioni.



Volume di acquisizione di un radar meteorologico.

Il volume risultante in formato polare (distanza, azimuth, elevazione) viene elaborato per ottenere i prodotti finali. I più comuni in meteorologia sono il PPI (plan position indicator), il RHI (range height indicator), il CAPPI (constant altitude PPI) e il MaxCAPPI (o VMI, vertical maximum

intensity).

3. PPI (*plan position indicator*): si ottiene con misurazioni con azimut variabile (il radar ruota, di solito da 1 a 6 volte al minuto), ma ad elevazione costante.
4. RHI (*range height indicator*): si ottiene con misurazioni con azimut costante (il radar non ruota), ma con elevazioni variabili; si ottiene una sezione trasversale.
5. CAPPI (*constant altitude PPI*): è una rappresentazione PPI per un certo livello.
6. VMI (Vertical Maximum Intensity): si proietta il massimo di riflettività di una colonna d'aria su un piano

I radar sono dunque in grado di rilevare la convezione quando essa si innesca, mentre risultano molto meno utili per la caratterizzazione della Convection Initiation.

### **Tracciamento e previsione della dinamica di strutture convettive**

La capacità di predire il movimento di strutture convettive associate ad eventi pluviometrici estremi costituisce un aspetto essenziale nel quadro delle attività atte a mitigarne gli effetti, permettendo ad esempio di allertare prontamente sia gli organi preposti alla gestione delle varie infrastrutture di trasporto interessate (strade e autostrade, reti ferroviarie, aeroporti, ecc.), sia le forze di pronto intervento e soccorso agli eventuali centri abitati coinvolti.

Gli algoritmi di *storm tracking* si basano sulla stima del campo di velocità di un dato scenario e forniscono una previsione, in base alla storia passata e al trend dell'evento, della posizione e dello stadio di sviluppo della cella convettiva in un istante successivo. Tale approccio è basato su tecniche avanzate di filtraggio e stima, come ad esempio quelle che fanno uso del filtro di *Kalman* [15] o, per problemi di natura intrinsecamente non lineare, dei cosiddetti *Ensemble Kalman Filters* (EnKFs).

In tale contesto l'insieme delle variabili che rappresentano lo stato del sistema forma un vettore  $X$  che viene stimato attraverso  $N$  misure affette da errore, e lo scopo è quello di fornire una stima ottimale del vettore di stato del sistema  $X_k$  al  $k$ -esimo passo temporale, utilizzando le precedenti osservazioni e un modello dinamico per lo sviluppo temporale del suddetto vettore di stato del sistema. Nel caso del tracking delle celle convettive, ad esempio, il vettore delle osservazioni può includere informazioni di vario tipo (radar, satelliti, modelli numerici, ecc.).

Anche i cosiddetti *Particle Filters*, o Sequential Monte Carlo (SMC), si sono dimostrati efficaci nel problema del tracking [18]. Tali metodi traggono origine da idee provenienti dalla statistica, control theory e computer vision. Essi presentano una grande flessibilità e sono adatti al trattamento di fenomeni non lineari e con distribuzioni non gaussiane. Il principio guida è quello di procedere a campionature iterative per stimare dinamicamente lo stato di interesse. Ogni passo iterativo infatti coinvolge sempre tre parti: campionamento, predizione e misura.

#### **B.2.4 Modello di suscettività all’innescò e propagazione degli incendi boschivi**

Si realizzerà un software applicativo finalizzato alla previsione multiscala del pericolo di incendio, inteso come suscettività all’innescò, ed alla modellazione della propagazione del fuoco. Tale software, per le sue peculiarità, dovrà costituire un sistema autonomo di preannuncio.

L’obiettivo generale del software applicativo di preannuncio è di fornire ai tecnici operanti nelle strutture Regionali uno strumento per la valutazione dinamica del pericolo d’incendio a scale di riferimento variabili, da quella più generale di tipo regionale a quella di maggior dettaglio a scala locale.

Il sistema di preannuncio dovrà integrare un set di procedure volte sia al monitoraggio che alla previsione del rischio incendio.

Per quanto riguarda l’aspetto del monitoraggio, sarà determinata una catena operativa attraverso cui, a partire dall’acquisizione diretta e conseguente archiviazione in appositi database dei dati idrometeorologici provenienti dalla rete di monitoraggio, si perviene alla valutazione dinamica del pericolo di incendio a scala regionale e, con un livello di maggiore dettaglio, in aree campione selezionate.

Il sistema, ad intervalli di tempo prestabiliti (passo temporale almeno giornaliero), valuterà il pericolo d’incendio effettivo attraverso vari indici elaborati a diverse scale di dettaglio (variabili dal livello regionale a quello più particolareggiato) e distribuirà i risultati spazialmente distribuiti attraverso un applicativo WebGIS per la consultazione delle informazioni georeferenziate, insieme a tabelle sintetiche che forniranno risultati aggregati.

Per quanto concerne la modellazione, il cuore del sistema per la prevenzione ed il monitoraggio degli incendi sarà rappresentato da due differenti tipologie di modelli:

- modelli per la valutazione della pericolosità del rischio incendi;
- modelli di propagazione degli incendi.

Entrambe le tipologie di modelli saranno sviluppate su piattaforma GIS, in modo da consentire la consultazione degli output, spazialmente distribuiti, secondo mappe e tabelle georeferenziate. Gli

stessi output saranno inoltre trasformati in informazioni fruibili ad una utenza più generalizzata, rappresentata dalla rete internet, secondo uno sviluppo integrato in ambiente WebGIS.

L'intera modellazione sarà realizzata secondo approcci orientati alla creazione di un sistema di supporto alle decisioni finalizzato all'ottimizzazione delle risorse nella lotta attiva agli incendi boschivi. La stima distribuita degli indici di pericolo d'incendio a scala regionale dovrà essere eseguita ad una risoluzione dell'ordine del km, nelle aree campione selezionate ad una risoluzione dell'ordine delle centinaia di metri. Il modello di propagazione degli incendi, deve prevedere l'erogazione di mappe che consentono di visualizzare l'avanzamento nel tempo del fronte del fuoco con una risoluzione dell'ordine delle decine di metri.

La stessa catena operativa utilizzata nella fase del monitoraggio sarà riproposta, almeno per quel che concerne il livello regionale, nella fase previsionale, in cui i dati meteo-idrologici forniti dalla rete di monitoraggio e necessari al calcolo degli indici di pericolo d'incendio saranno sostituiti dagli output spazialmente distribuiti dei modelli meteorologici.

Più specificatamente, il sistema di preannuncio dovrà integrare il set di modelli per la valutazione della pericolosità del rischio incendi con un modello meteorologico alla mesoscala alla risoluzione di almeno 2 km (da re-interpolare attraverso opportune tecniche di downscaling alla scala di 1 km). Il sistema potrà anche prevedere l'integrazione dell'output di ulteriori modelli di previsione meteorologica disponibili, in modo da fornire un ensemble di previsioni.

### **B.2.5 Modelli di analisi idrologica e climatica volti alla redazione di bollettini sulla siccità**

Un efficace monitoraggio della siccità è indispensabile per il tempestivo preannuncio delle condizioni di crisi idrica, e per una accurata valutazione del rischio di siccità e desertificazione; l'azione di controllo permette la scelta cosciente degli interventi atti a ridurre la vulnerabilità alla siccità dei sistemi di approvvigionamento idrico e a mitigare gli impatti dei fenomeni di siccità e desertificazione, accrescendo la percezione del fenomeno nell'opinione pubblica e favorendo l'adozione di criteri condivisi nella gestione delle acque in condizioni di scarsità idrica.

Il "Bollettino Siccità" si propone, pertanto come uno strumento operativo il cui scopo è la diffusione di tutte le informazioni quantitative inerenti le condizioni di siccità del territorio calabrese. Si fornisce così alla popolazione ed a tutte le figure professionali interessate alla gestione delle risorse idriche una serie di strumenti per il monitoraggio, a scala mensile, delle carenze idriche stimate per mezzo di indici sintetici e statistiche sulle forzanti meteorologiche che concorrono alla definizione del bilancio idrologico del territorio calabrese.

Per ciò che concerne le forzanti meteorologiche (Precipitazione, Temperatura, ecc.) il bollettino

mostrerà con cadenza mensile i valori delle grandezze medie e cumulate, unitamente alle corrispondenti anomalie osservate per un periodo di riferimento non inferiore a 50 anni.

Al fine di valutare gli impatti idrologici dei fenomeni siccitosi, sarà realizzato anche un modello di bilancio idrico distribuito, opportunamente validato sul territorio calabrese. Utilizzando tale modello, che avrà un passo temporale mensile, il bollettino sarà dotato di una sezione relativa alla stima distribuita dell'evapotraspirazione potenziale ed effettiva, unitamente alla distribuzione sull'intero territorio calabrese della stima dei deflussi superficiali e sub-superficiali.

Inoltre, attraverso mappe, aggiornate mensilmente, relative ad indici meteorologici (es. Standardized Precipitation Index - SPI) ed indici idrologici derivati dalla modellazione di bilancio idrico (es. Groundwater Resource Index - GRI) si forniranno i livelli di persistenza e l'intensità degli eventi siccitosi che incidono sia sulla risorsa idrica superficiale che sotterranea.

Infine, per un ampio supporto alle attività agricole e di gestione del rischio anti-incendio, lo stesso bollettino sarà dotato di mappe mensili relative alla stima di indici satellitari quali l'NDVI (Normalized Difference Vegetatio Index) e/o EVI (Enhanced Vegetation Index) utili ai fini della definizione dello stress della vegetazione conseguente al fenomeno siccitoso.

### **B.3 Portale Tematico a App #ALLERTACAL**

La strategia mira a sfruttare le possibilità offerte dal web 2.0 ed in particolare dal paradigma della programmazione dinamica intesa come interazione con l'utente/utilizzatore.

Nello specifico si vuole personalizzare il più possibile l'informazione fornita a seconda delle esigenze dell'utente. Infatti, il portale tematico offrirà la possibilità di visualizzare: le previsioni meteorologiche e gli avvisi meteo, attualmente emanati dal Dipartimento nazionale della protezione civile; gli Avvisi di criticità emanati dal Centro Funzionale Multirischi ed i Messaggi di Allertamento emanati dalla U.O.A. della protezione civile regionale.

Inoltre, scegliendo il Comune d'interesse, il portale restituirà le informazioni relative ai diversi livelli di criticità (verde, giallo, arancione e rossa), il relativo piano d'emergenza comunale, una bacheca virtuale a disposizione del Sindaco ed i contatti utili.

Inoltre, sul portale, saranno presenti le principali norme comportamentali, già elaborate dal Dipartimento della protezione civile, le FAQ che spiegheranno sinteticamente “chi fa che cosa” e spiegheranno il significato dei diversi documenti pubblicati (Avvisi meteo, Avvisi di criticità e Messaggi di allertamento).

Il portale tematico dovrà rispettare i dettami previsti dal “Codice dell'Amministrazione Digitale” e delle altre norme inerenti le politiche web che devono adottare le pp.aa.

L'App, che sarà integrata nella App Regione Calabria di prossima realizzazione, avrà gli stessi contenuti del portale, adattati alla visualizzazione da smartphone, con la possibilità di visualizzare i piani comunali di protezione civile in modalità “realtà aumentata”.

Nello specifico, sulla base della localizzazione geospaziale del terminale mobile, sarà possibile visualizzare le aree d'emergenza, le vie di fuga, le aree a rischio, etc.

#### **B.3.1 Web e Social Media**

Le pagine web ed i Social media sono una fonte di informazioni che non può essere ignorata da parte di soggetti che si occupano del monitoraggio del territorio, tanto al fine di avere contezza dell'evolversi delle situazioni in atto tramite testimonianze, anche multimediali, che provengono dal territorio.

Tramite tali fonti, analizzate con appositi strumenti, è possibile effettuare la raccolta e la valorizzazione di informazioni e produrre, quindi, della “conoscenza” utile finalizzata al supporto delle decisioni, anche nell'ambito del monitoraggio ed allertamento del rischio idrogeologico ed idraulico.

Naturalmente, un rete sono presenti molteplici fonti, anche difficilmente classificabili come attendibili. Pertanto si vuole implementare un sistema informativo che, partendo dalla ricerca per

parole chiave utilizzando i principali motori di ricerca, software finalizzati alla ricerca automatica e predisposti per svolgere funzioni statistiche e di correlazione dati.

Al fine di minimizzare il problema dei falsi positivi il sistema implementato dovrà far uso della tecnica del web semantico. Inoltre sarà opportuno integrare degli algoritmi di intelligenza artificiale che permettono, ad esempio, partendo da un testo non strutturato che riporta una notizia di un evento calamitoso, di individuare la struttura dell'intero testo associando ad esso altre informazioni semantiche come: il luogo dove il fatto è avvenuto, le persone coinvolte, etc.

Sarà organizzata un'azione di comunicazione social sfruttando le attuali pagine Facebook dell'Agenzia, del canale Youtube e dell'account Twitter del Centro Funzionale, proponendo un workflow per la creazione, autorizzazione e pubblicazione dei contenuti sui suddetti canali, con l'obiettivo di accrescere la partecipazione e il coinvolgimento dei diversi target (adulti e ragazzi).

Sarà, inoltre, realizzata, sulla pagina Facebook un'applicazione ludica con l'obiettivo di accrescere l'interesse dei più giovani sulle tematiche della previsione e prevenzione di protezione civile.



## **B.4 Dotazione Hardware**

Le risorse hardware necessarie, elencate separatamente nei precedenti paragrafi vengono computate con voce unica come “Dotazione Hardware” nel quadro economico dettagliato al seguente capitolo F.

In fase di progettazione esecutiva si dovrà tenere conto dell’innovazione tecnologica nel frattempo raggiunta, adeguando le forniture hardware agli scopi del progetto, ma anche alle nuove disponibilità sul mercato.

## **C Assistenza**

---

Tutte le installazioni e forniture hardware e software previste dovranno essere corredate da un servizio di start up, assistenza e instradamento alla continuità operativa garantito e somministrato dalle ditte fornitrici o da tecnici e professionisti da esse delegati.

### **C.1 Start-up e continuità operativa**

Quanto descritto in premessa viene computato in un'attività di assistenza al fine di garantire l'avviamento e formazione dei tecnici del Centro Funzionale all'utilizzo e alla gestione dell'intera fornitura prevista in progetto.

## **D Fornitura mezzi e radar mobile**

---

### **D.1 Radar supplementare a copertura limitata.**

Il radar di Monte Pettinascura è posto ad una quota 1725 mslm che, da un lato ne facilita la copertura fino alla massima distanza non ambigua di 120 km ma, dall'altro, ne limita le prestazioni, non consentendo la rivelazione degli eventi di precipitazione intensi prossimi al suolo. Pertanto, in queste condizioni, l'uscita degli algoritmi di nowcasting che sfruttano il dato radar del Monte Pettinascura potrebbe essere affetta da incertezze a causa della tardiva, parziale rilevazione degli eventi di precipitazione con modesta estensione verticale.

A ciò si aggiunge la complessità della Calabria, caratterizzata da corsi d'acqua a risposta idrologica molto rapida per i quali una previsione idrologica affidabile potrebbe richiedere disponibilità di dati a frequenza maggiore del volume ogni 5 minuti del radar di Pettinascura e maggiore risoluzione spaziale, ottenibile da misure di un radar installato in una postazione più vicina al bacino o ai bacini di interesse. Per ovviare a queste limitazioni, la capacità osservativa del sistema di Pettinascura si integrerà con uno sistema radar a copertura limitata (36 – 72 km) posti a quote più basse del radar di Monte Pettinascura per il monitoraggio dei bacini più esposti al rischio idrogeologico.

Questo radar utilizzerà la banda X (9.3 GHz) che consente di realizzare sistemi più piccoli ed economici, sia in termini di acquisto che di manutenzione rispetto ai sistemi in banda C come quello di Pettinascura.

Tale Sistema Radar sarà posto su un carrello stradale e verrà spostato di volta in volta al fine di monitorare perturbazioni previste particolarmente severe o grandi e momentanei assembramenti di persone. Tanto al fine di effettuare un allertamento precoce e puntuale e dare la possibilità a chi effettua la gestione delle emergenza di essere in possesso delle giuste informazioni per tempo.

### **Fornitura prevista**

Acquisto Radar mobile in Banda X

Acquisizione carrelli per trasporto.

Acquisizione mezzo fuoristrada per traino carrello.

## **D.2 Droni**

L'utilizzo di robot volanti (o droni nel seguito) ha, da qualche anno, preso piede in svariati campi d'applicazione civili (e militari), quali il monitoraggio e la sorveglianza ambientale, l'ispezione di edifici e infrastrutture, la ricerca e il salvataggio di persone in difficoltà. Generalmente, l'utilizzo di un singolo drone apporta notevoli vantaggi in termini di flessibilità e rapidità di esecuzione delle specifiche missioni, nonché in termini di costi. Infatti, specialmente nel contesto di applicazioni per il monitoraggio ambientale a seguito di catastrofe naturale, un drone permette di raggiungere luoghi che, a causa del disastro, potrebbero non essere accessibili; assicura una rapida convergenza e copertura di aree che potrebbero essere vitali per l'apporto di cure e sostegno a persone isolate; e infine, garantisce dei costi di qualche ordine di grandezza inferiori agli attuali sistemi di monitoraggio e soccorso.

Esistono differenti tipologie di drone utilizzabili in contesti differenti e che assicurano prestazioni molto diverse tra loro. Essi variano nel formato da piccoli aerei che rientrano nel palmo di una mano a dispositivi che possono essere comparati a veri aeromobili per la loro apertura alare, peso e potenza. La tipologia di drone varia anche in modo significativo per quanto riguarda la progettazione, infatti esistono droni che usano rotori, come i quadricotteri, droni ad ala fissa di solito di dimensioni più grandi, e droni "più leggeri dell'aria".

Ogni tipologia di drone ha delle capacità uniche che sono valorizzabili in differenti ambienti operativi. Mentre un piccolo quadricottero è perfetto per penetrare in area molto dense in uno scenario di disastro urbano, grandi velivoli ad ala fissa sono i più adatti per il monitoraggio dei danni di un uragano su ampie distese di terreno.

La tipologia di drone detta la capacità del dispositivo ad accedere a determinati ambienti, il suo carico utile determina il tipo di operazione che esso può eseguire. Sensori e fotocamere ad alta risoluzione o a infrarossi permettono all'operatore di definire con precisione i danni procurati o assistere la ricerca di sopravvissuti. Inoltre, come citato precedentemente, la presenza di interfacce di comunicazione permette ai droni di agire come stazioni base e offrire accesso alla rete internet, o ai servizi dei sistemi cellulari. Nel carico utile si può infine considerare anche il materiale che il drone può trasportare per assistere i sopravvissuti e fornire loro un kit di primo soccorso.

Per le applicazioni alle quali questa proposta mira è necessario affidarsi a dei dispositivi con delle caratteristiche particolari in termini di stabilità e affidabilità, in quanto dobbiamo immaginare che essi possano volare in condizioni atmosferiche avverse (pioggia, vento, etc.). Inoltre, una particolare attenzione va posta anche alla sensoristica che essi devono montare, in quanto potrebbe essere necessario che i droni possano riprendere immagini e video anche in condizioni di visibilità scarsa, o geolocalizzarsi in assenza di GPS

Alla fase di progettazione esecutiva si demanda la scelta specifica della tipologia di drone da acquisire.

Per quanto riguarda la sensoristica da montare, in fase di progettazione esecutiva, la scelta ricadrà tra i sensori elencati di seguito:

### **Sensori elettro-ottici/infrarossi (EO/IR)**

I sensori EO/IR sono parte essenziale e basilare di tutte le piattaforme di droni.

- Electro-Optical – Usati principalmente per operazioni diurne, sono relativamente economici e usati massicciamente. Includono video camere e fotocamere ad alta risoluzione
- Infrarossi – Eccellenti per operazioni notturne. I sensori infrarossi possono rilevare gli spettri di calore degli oggetti e, per questo, sono molto utili nella gestione dei disastri per identificare i punti dove potrebbero esserci incendi o per localizzare persone sopravvissute al disastro.
- Dual EO/IR – Utilizzati per operazioni diurne e notturne.
- EO900 – L'EO900 abilita l'intelligenza EO per sorveglianza e riconoscimento (ISR) a grande distanza.

### **Sensori per il mapping**

I sensori per il mapping consentono una scansione dell'ambiente circostante per la creazione di mappe in 2 o 3 dimensioni. Attualmente, è possibile creare mappe geo-referenziate che sono facilmente trasferibili su sistemi GIS esistenti.

- Hyper/Multi Spectral imagers – Gli spectral imagers potrebbero essere usati per identificare la perdita di sostanze chimiche o di altro tipo pericolose per la salute.
- LiDAR – Crea mappe topografiche altamente dettagliate e mappe in 3 dimensioni di aree urbane. Un utilizzo specifico potrebbe essere pensato per creare la mappa dei punti di esondazione/alluvione.
- Synthetic Aperture Radar (SAR) – Fornisce immagini dettagliate del territorio sottostante in qualsiasi condizione di visibilità e atmosferica. SAR può anche rilevare metallici o materiali di altro tipo. Inoltre il SAR è in grado di monitorare fenomeni che modificano i rilievi geografici, come frane, innalzamento del livello dell'acqua, etc.

### **Sniffers**

Gli sniffers rilevano la presenza di sostanze particolari o radiazioni nell'aria. Sono molto utili se montati sui droni in situazioni CBRNE (Chemical, Biological, Radiological, Nuclear, or Explosive).

- Methane Sniffer – Questi sniffers valutano la qualità dell'aria per verificare le alte concentrazioni di metano.

- Radiation Sensor – Questi sensori rilevano la presenza di alti livelli di radiazione. Sono strumenti essenziali per monitorare gli ambienti a radiazione elevata e allertare il personale onde evitare situazioni di pericolo radioattivo.

E' prevista adeguata formazione all'utilizzo della strumentazione descritta e specifico affiancamento ai fini dell'ottenimento della "Licenza" o "Attestato" di pilota di Aeromobili a Pilotaggio Remoto.

**Fornitura prevista**

Acquisizione di due droni corredati di sensoristica specializzata.

Acquisizione carrello per trasporto.

Acquisizione mezzo fuoristrada per traino carrello.

## **E. Infrastrutture Operative**

---

### **E.1 Implementazione Sala Meteo e videoconferenze**

Bisognerà implementare la Sala meteo e videoconferenza dotandola di n. 3 PDL dotate di workstation, di adeguata potenza di calcolo e di visualizzazione, bisognerà inoltre dotarla di almeno 4 monitor di visualizzazione delle uscite meteosat, radar meteorologico, modelli previsionali e rete di monitoraggio. Sarà installato anche un proiettore con relativo schermo per la proiezione d'insieme di tutte le informazioni più rilevanti che garantiscano ai previsori la visione unitaria delle informazioni più rilevanti. Sarà presente anche una zona videoconferenza con sistema iP, relativo schermo, sistema audio e tavolo conferenze, mediante la quale si possano realizzare i quotidiani *briefing* con il Servizio di protezione civile la fine della realizzazione delle previsioni sinottiche.

Tali attività saranno corredate dai lavori (impiantistica, realizzazione reti interne ed eventuali opere edili di modesta entità) e dalle forniture (mobilio, accessori) necessari, dettagliati in successivo progetto esecutivo.

### **E.2 Implementazione Sala Server Area Meteo**

Bisognerà dotare la Sala server di un adeguato impianto elettrico, opportunamente sezionato con interruttori del tipo “start/stop”, gruppo elettrogeno ed UPS. E' necessario, altresì, installare un sistema di rilevazione incendi e di condizionamento con macchine refrigeranti appositamente realizzate per sale CED.

Tali attività saranno corredate dai lavori (impiantistica, realizzazione reti interne ed eventuali opere edili di modesta entità) e dalle forniture (mobilio, accessori) necessari, dettagliati in successivo progetto esecutivo.

### **E.3 Adeguamento Sala Server Idro**

L'attuale Sala Server dell'Area Idro risulta non adeguata dal punto di vista impiantistico al fine di garantire il servizio senza soluzione di continuità. A tal riguarda bisognerà dotare la Sala server di interruttori del tipo “start/stop”. E' necessario, altresì, installare un sistema di rilevazione incendi e di condizionamento con macchine refrigeranti appositamente realizzate per sale CED, che sostituisca l'attuale sistema di raffreddamento di tipo a split.

Tali attività saranno corredate dai lavori (impiantistica, realizzazione reti interne ed eventuali opere edili di modesta entità) e dalle forniture (mobilio, accessori) necessari, dettagliati in successivo progetto esecutivo.

## **F. Stima dei costi**

---

Di seguito viene dettagliato il Quadro Economico di massima del Progetto su descritto. I costi unitari ed a corpo espressi sono stati desunti da un'analisi dei costi correnti di mercato ed un'analisi dei singoli elementi che concorrono alla formazione del prezzo finale.

Naturalmente, i prezzi unitari sono soggetti a variazioni continue dovute all'andamento del mercato delle cosiddette “materie prime” e alle variazioni dei costi della manodopera, per questo motivo potrebbero insorgere delle variazioni, variazioni in minus o addendum, in fase di redazione del Computo Metrico Estimativo. Le eventuali variazioni saranno comunque effettuate a saldi invariati



## F.1. QUADRO ECONOMICO

Lotto	Intervento di progetto		Costo Unitario	Quantità	Costo	
LOTTO 1	A. MONITORAGGIO	A.1 - Infrastruttura ricetrasmittiva – Evoluzione, assistenza e continuità operativa	€ 2.100.000,00	a corpo	€ 2.100.000,00	
		A.2 Rete di monitoraggio meteorologica	Allestimento nuove stazioni	€ 22.000,00	80	€ 1.760.000,00
			A.2.2 - Ampliamento rete termo- pluviometrica (pluviometri)	€ 2.000,00	80	€ 160.000,00
			A.2.2 - Ampliamento rete termo- pluviometrica (termometri)	€ 2.000,00	23	€ 46.000,00
			A.2.2 - Ampliamento rete termo- pluviometrica (riscaldatori)	€ 2.500,00	25	€ 62.500,00
			A.2.3 - Ampliamento rete idrometrica	€ 12.000,00	7	€ 84.000,00
			A.2.3 - Ampliamento rete idrometrica (misure di portata)	€ 150.000,00	a corpo	€ 150.000,00
			A.2.4 - Ampliamento rete anemometrica	€ 10.000,00	13	€ 130.000,00
			A.2.5 - Ampliamento rete nivometrica	€ 4.000,00	6	€ 24.000,00
		A.3 Rete ondametria e mareografica	€ 125.000,00	4	€ 500.000,00	
		A.4 Rete di monitoraggio geotecnico	€ 200.000,00	a corpo	€ 200.000,00	
		A.5 Rete Lampnet	€ 10.000,00	a corpo	€ 10.000,00	
		A.6 Integrazione, acquisizione e archiviazione dati Meteosat	€ 10.000,00	a corpo	€ 10.000,00	
		A.9 Acquisizione e archiviazione dati radar meteorologici	€ 10.000,00	a corpo	€ 10.000,00	
	B. SISTEMA INFORMATIVO	B.1 Realizzazione BIG-DATA	B.1.1 Modulo archivio	€ 700.000,00	a corpo	€ 700.000,00
			B.1.2 Modulo idrografico	€ 200.000,00	a corpo	€ 200.000,00
		B.2 Modulo Allertamento	€ 700.000,00	a corpo	€ 700.000,00	
		B.3 Portale tematico ed App #AllertaCAL	€ 200.000,00	a corpo	€ 200.000,00	
		B.4 Dotazione Hardware	€ 520.000,00	a corpo	€ 520.000,00	
	C. ASSISTENZA	C.1 Start-up e continuità operativa	€ 235.400,00	a corpo	€ 235.400,00	
<b>Totale Interventi Lotto 1</b>					<b>€ 7.801.900,00</b>	
<b>Oneri Sicurezza (calcolati sugli interventi A.1, A.2, A.3, A.4 e A.5)</b>					<b>€ 80.000,00</b>	
<b>Totale Lotto 1</b>					<b>€ 7.889.900,00</b>	

Lotto		Intervento di progetto	Costo Unitario	Quantità	Costo
LOTTO 2	D. FORNITURA MEZZI E RADAR MOBILE	D.1 Radar Supplementare a copertura limitata	€ 260.000,00	a corpo	€ 260.000,00
		D.2 Droni	€ 250.000,00	a corpo	€ 250.000,00
	<b>Totale Lotto 2</b>				

LOTTO 3	E. INFRASTRUTTURE OPERATIVE	E.1 Implementazione Sala Meteo e videoconferenza	€ 200.000,00	a corpo	€ 200.000,00	
		E.2 Implementazione Sala Server Area Meteo	€ 40.000,00	a corpo	€ 40.000,00	
		E.3 Adeguamento Sala Server Idro	€ 30.000,00	a corpo	€ 30.000,00	
	<b>Totale Interventi Lotto 3</b>					<b>€ 270.000,00</b>
	<b>Oneri Sicurezza (calcolati sugli interventi E.1, E.2, E.3)</b>					<b>€ 10.000,00</b>
<b>Totale Lotto 3</b>					<b>€ 280.000,00</b>	

**TOTALE LOTTI 1+2+3** € 8.671.900,00

Incentivi per lo svolgimento di funzioni tecniche 2% € 173.438,00

Somme a disposizione dell'Amministrazione (Imprevisti, ANAC, Disseminazione, etc.) € 264.844,00

IVA 22% € 1.907.818,00

<b>Totale</b>	<b>€ 11.018.000,00</b>
---------------	------------------------

