

Paolo Gollo

Idrologo

Centro Funzionale Meteo Idrologico di
Protezione Civile della Regione Liguria
ARPAL

paolo.gollo@arpal.gov.it

Definizioni: Il Rischio Idrogeologico

Cos'è il rischio idrogeologico?

rischio connesso all'instabilità dei pendii e alla
regimazione delle aste torrentizie dovuta a:
conformazione **geologica** e **geomorfologica**
condizioni **meteorologiche** e **climatiche**
con **conseguenze sull'incolumità** della popolazione,
dei servizi e attività sul territorio



Definizioni: La portata

La portata è il **volume d'acqua** che transita in una sezione fluviale **nell'unità di tempo** [m^3/s]

è data dall'area della sezione [m^2] moltiplicata per la velocità con cui transita l'acqua [m/s]



si definisce **portata per assegnato periodo di ritorno N** quella portata che ha probabilità di essere superata in media una volta ogni N anni

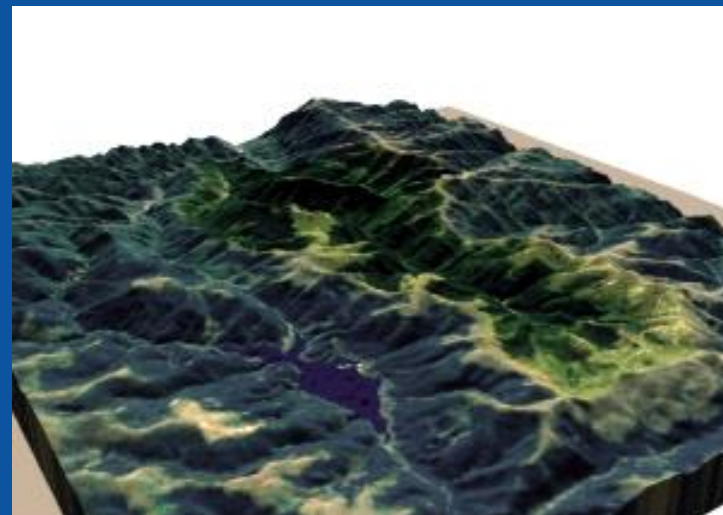
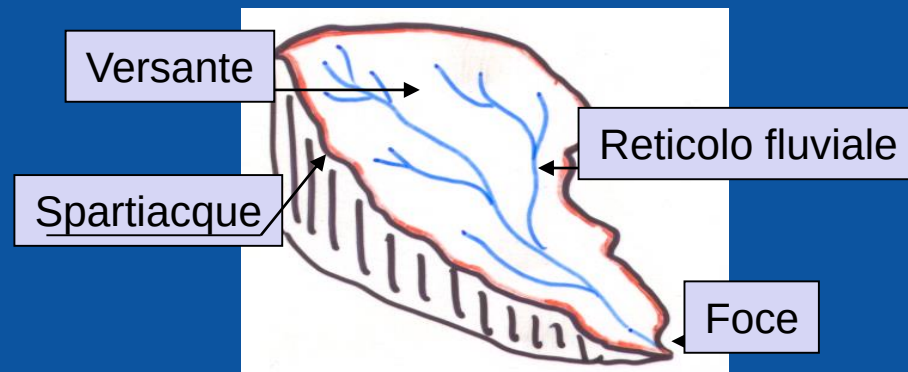
Q_{30}



Portata con probabilità di accadimento MEDIAMENTE di una volta ogni 30 anni

Definizioni: Il Bacino Idrografico

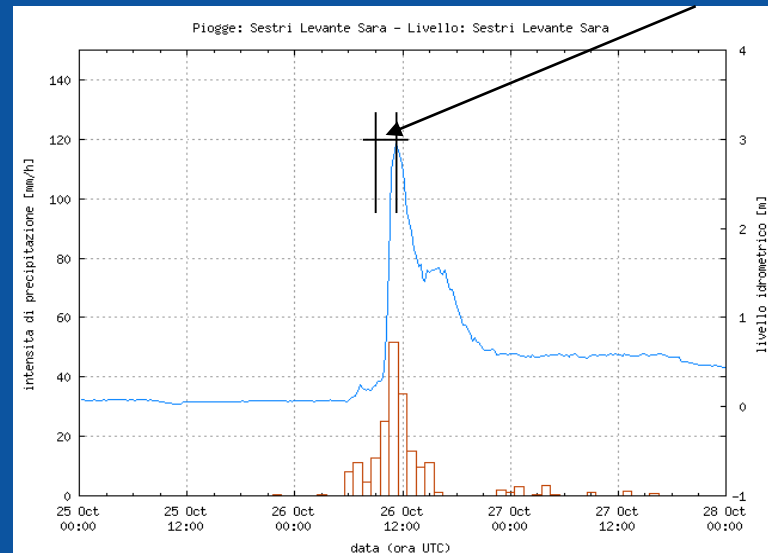
Il *bacino idrografico* è una porzione di territorio che, a causa della sua conformazione orografica, raccoglie *acque meteoriche* o provenienti dalla fusione di *ghiacciai* o *nevai* che scorrono confluyendo tutte verso un solco d'impluvio dando origine ad un *corso d'acqua*, o verso una conca o depressione dando origine ad un *lago* o a una zona *paludosa*.



Definizioni: Tempi caratteristici di un Bacino



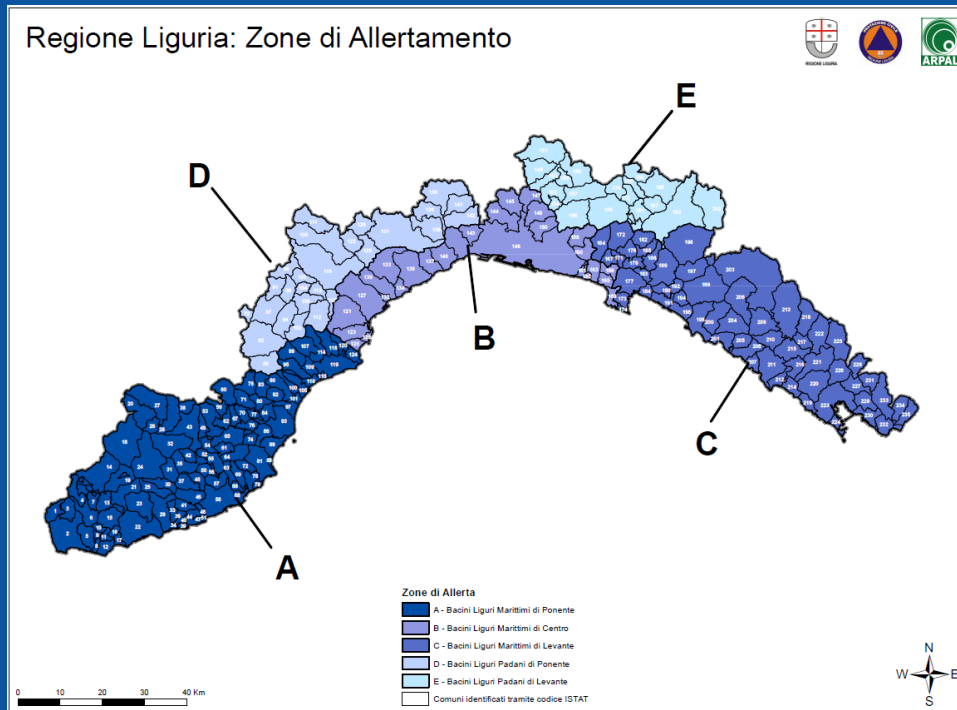
Tempo di risposta



Tempo di corrivazione: rappresenta il tempo che occorre alla particella d'acqua caduta nel punto più distante dalla sezione di chiusura, per arrivare alla sezione stessa

Tempo di risposta caratteristico del bacino: dato dall'intervallo temporale trascorso fra l'inizio dell'evento di precipitazione e l'arrivo del colmo di piena alla sezione di chiusura

Definizioni: Le Zone di Allertamento



Il territorio regionale ligure è suddiviso in 5 zone di allertamento. Non coincide con i limiti amministrativi provinciali, ma osserva un criterio di zonazione fisiografica che rispetta sia gli ambiti territoriali di bacino idrografico che i criteri di congruenza meteorologica. L'unità territoriale minima dal punto di vista amministrativo è il territorio comunale, perciò a ognuno dei 235 Comuni della Regione Liguria corrisponde un'unica zona di allertamento.

tutti i Comuni della provincia di Imperia appartengono alla zona dei **Bacini Liguri Marittimi di Ponente (A)**;

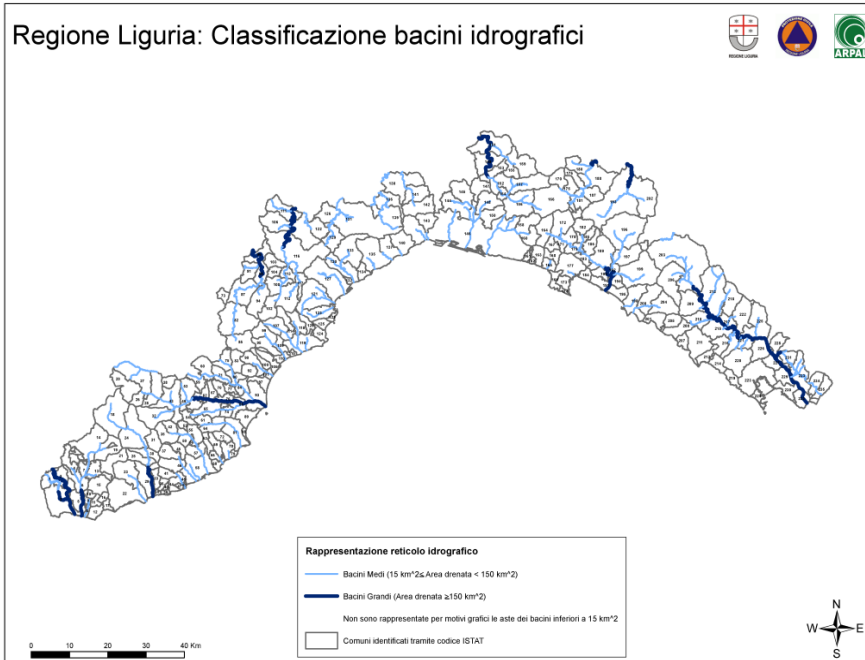
la provincia di Savona sottende tre diverse zone di allertamento (Bacini Liguri Marittimi di Ponente, **Bacini Liguri Marittimi di Centro (B)**, **Bacini Liguri Padani di Ponente (D)**);

la provincia di Genova sottende quattro distinte zone di allertamento (Bacini Liguri Marittimi di Centro, **Bacini Liguri Marittimi di Levante (C)**, Bacini Liguri Padani di Ponente, **Bacini Liguri Padani di Levante (E)**);

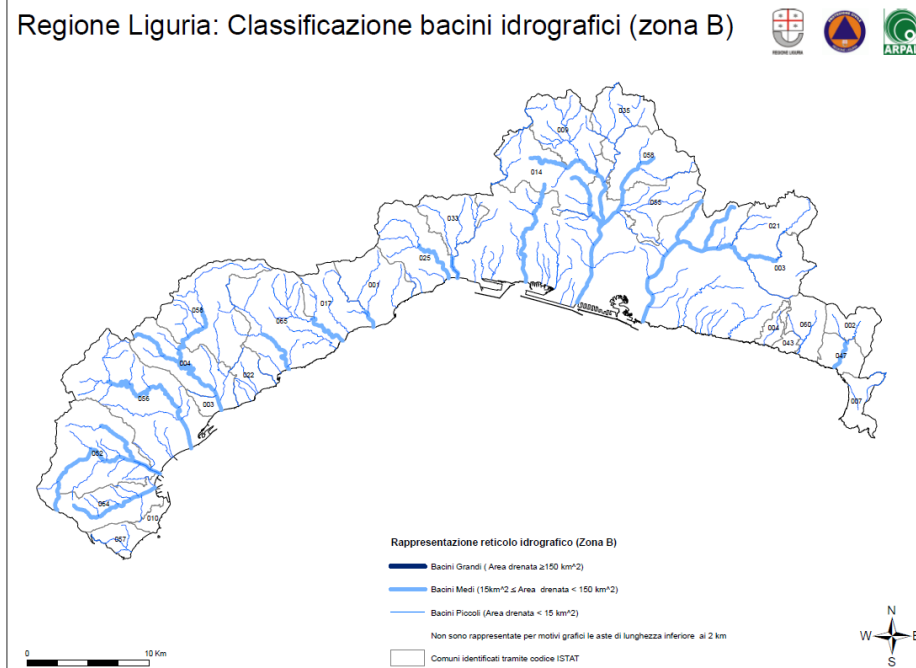
tutti i Comuni della provincia della Spezia appartengono alla zona dei Bacini Liguri Marittimi di Levante.

Definizioni: Le Classi di Bacino

Regione Liguria: Classificazione bacini idrografici



Regione Liguria: Classificazione bacini idrografici (zona B)



I bacini idrografici sono stati distinti in tre classi:

bacini piccoli: bacini idrografici drenanti una superficie inferiore ai 15 km² e reti fognarie (non rappresentati nella figura sottostante per motivi grafici);

bacini medi: bacini idrografici drenanti una superficie compresa tra i 15 e i 150 km²;

bacini grandi: bacini idrografici drenanti una superficie superiore ai 150 km².

All'interno di ogni zona di allertamento coesistono sotto-aree con differenti caratteristiche di risposta agli eventi precipitativi intensi.

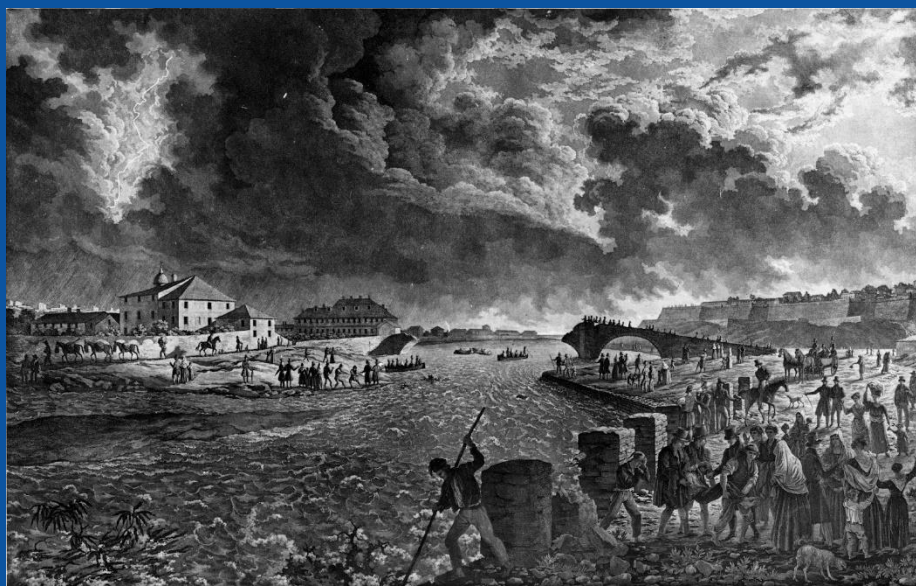
E' pertanto necessario essere in grado di distinguere tali sotto-aree in modo da poter applicare azioni diverse a seconda dello scenario previsto e poter caratterizzare più in dettaglio gli effetti al suolo.

NOTATE DIFFERENZE TRA LE DUE IMMAGINI?



IL RISCHIO ALLUVIONALE IN LIGURIA: UN PO' DI MEMORIA STORICA...

“E circa la fine di ottobre **1407** fu a **Genova** un grandissimo diluvio d'acqua e gettò a terra la Porta di Fontana Marosa e ruinò una parte delle muraglie; ruinò in molti luoghi il condotto sotterraneo di Susilia e entrò l'acqua sotto le case della Fontana Marosa infino al ponte della Mercanzia”...dagli *Annali* di Giustiniani



Veduta del Ponte della Pila sul Bisagno presso alle mura di Genova poco dopo il suo diroccamento per la gran piena de' 26 Ottobre del 1822.
A Sua Eccellenza il Sig. MARCHESE D'YENNE
Governatore, e Comandante Generale del Circolo di Genova, Cavaliere dell'Ordine dell'Alfiere, e Commendatore Gran Croce di S.S. Maurizio e Lazzaro.
Comandatore di quelli di S. Giorgio, di S. Luigi, di Francia, Gran Cordone dell'Ordine di S. Ferdinando e S. Carlo, e Ingegnere Generale di Cavalleria, &c.
Il titolo, in Genova, di Luigi Garibbo, dipinto originale, 1822.

Alluvioni tragiche sono riportate nel **1452** con la distruzione del Ponte di Sant'Agata (ricostruito nel 1545) e nel **1628**.

“Altre inondazioni, comunque la nostra città conobbe nell'arco dei secoli, ma la più grave fu indubbiamente quella del 25 ottobre **1822** in 24 ore erano caduti **su Genova 820 millimetri di pioggia...**” *Storie di Genova* di Michelangelo Dolcino

Luigi Garibbo dis. e inc., *Veduta del Ponte della Pila sul Bisagno presso alle mura di Genova, poco dopo il suo diroccamento per la gran piena de' 26 Ottobre del 1822.*

IL RISCHIO ALLUVIONALE IN LIGURIA: UN PO' DI MEMORIA STORICA...



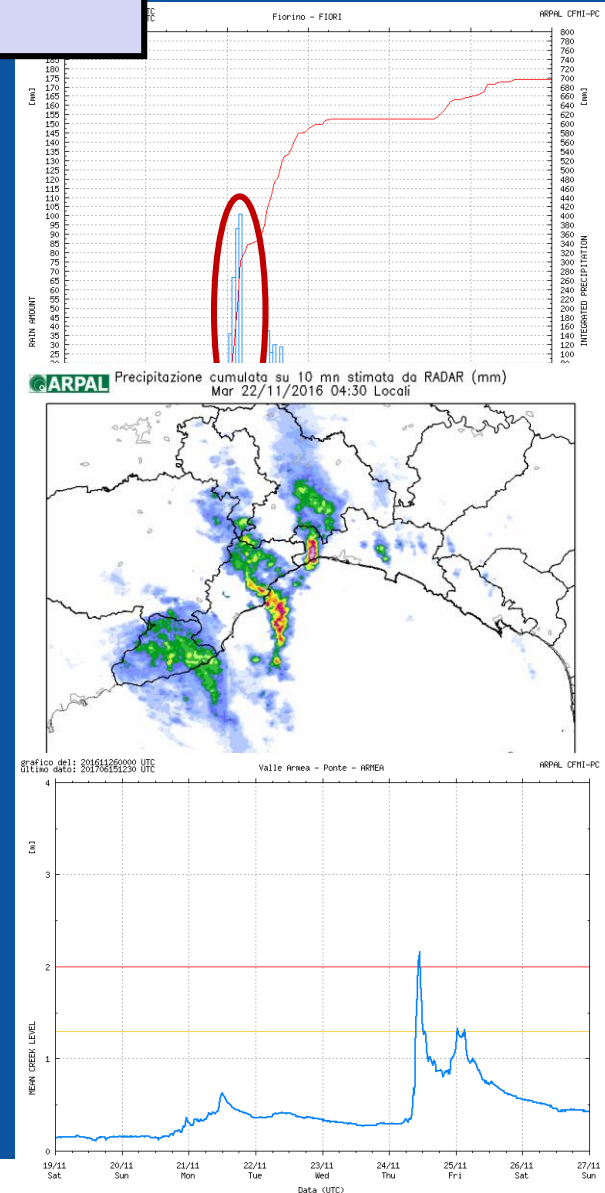
- 8 ottobre 1892
- 7 luglio 1908: (piena Bisagno senza esondazione);
- **29 ottobre 1945: esondazione del Bisagno e del Fereggiano.**
Sommersione del ponte di Sant' Agata. Crollo di alcuni ponti della strada statale 45;
- 25 novembre 1951: "Genova flagellata da un Violento Uragano" (esondazione rii Fereggiano, Geirato);
- 21 settembre 1953: "Paurosa violenza del nubifragio a Genova" (esondazione Bisagno e Trebbia);
- 19-20 ottobre 1959: nubifragio a Nervi e Savona (piogge superiori a 600 mm nei bacini dei torrenti Cerusa e Leira)
- 24 aprile 1961: "Violento nubifragio in Liguria";
- 26 ottobre 1966: "Nubifragio a Genova, tornado a Viareggio";
- **7-8 ottobre 1970:** Alluvione a Genova con esondazione dei torrenti Polcevera, Leiro e Bisagno. 950 mm d'acqua in 24 ore, 120 mm in un'ora (stazione di Bolzaneto), corrispondenti al 90% della pioggia media annua. I danni maggiori si ebbero a Genova, ma ve ne furono anche in altri 20 comuni delle province di Genova ed Alessandria. Le vittime furono 44, di cui 35 morti, 8 dispersi, ed un ferito. Gli sfollati furono oltre 2000, ed i senzatetto almeno 185;
- 13 settembre 1991: "Su Genova l'incubo del Bisagno – rivissuto drammatici momenti dell'alluvione del 1970";
- **27-28 settembre 1992: Alluvione a Genova**, con più di **430 mm in 24h** (esondazione **Bisagno e Sturla**);
- 24 settembre 1993: "Un anno dopo il disastro si ripete" (esondazione Varenna, Leira e altri torrenti ponente);
- 16 ottobre 1996
- 30 settembre 1998: (Sanremo)
- 13-16 ottobre 2000
- 6 e 23 novembre 2000
- 26 novembre 2002: "Bisagno: il giorno della paura. Città bloccata, danni alle scuole, alture isolate"
- **4 ottobre 2010: alluvione a Varazze e Genova Sestri Ponente** (a Monte Gazzo **più di 410 mm in 24h, 120 in un'ora**).
- **4 novembre 2011: alluvione a Genova**, esondazione del **Fereggiano e del Bisagno** con 6 vittime. Piogge fino a **470 mm/24h e 180 mm/1h** (Vicomorasso).
- **9 ottobre 2014: alluvione Montoggio e Genova**, esondazione del **Bisagno** con 1 vittima. Piogge fino a **400 mm/24h e 140 mm/1h** (Geirato).
- **13 Settembre 2015: alluvione Montoggio, Gorreto, Cabanne, Carasco, Bisagno** vicino all'esondazione. Piogge fino a **165 mm/12h** (Colle del Melogno), **103 mm/1h** (Mele)
- **20-27 novembre 2016:** innalzamento corsi d'acqua albenganese

FLASH FLOODS

Sono il risultato di **piogge molto intense**, a carattere prevalentemente temporalesco, concentrate in un **breve periodo di tempo** (tipicamente 3-6 ore)

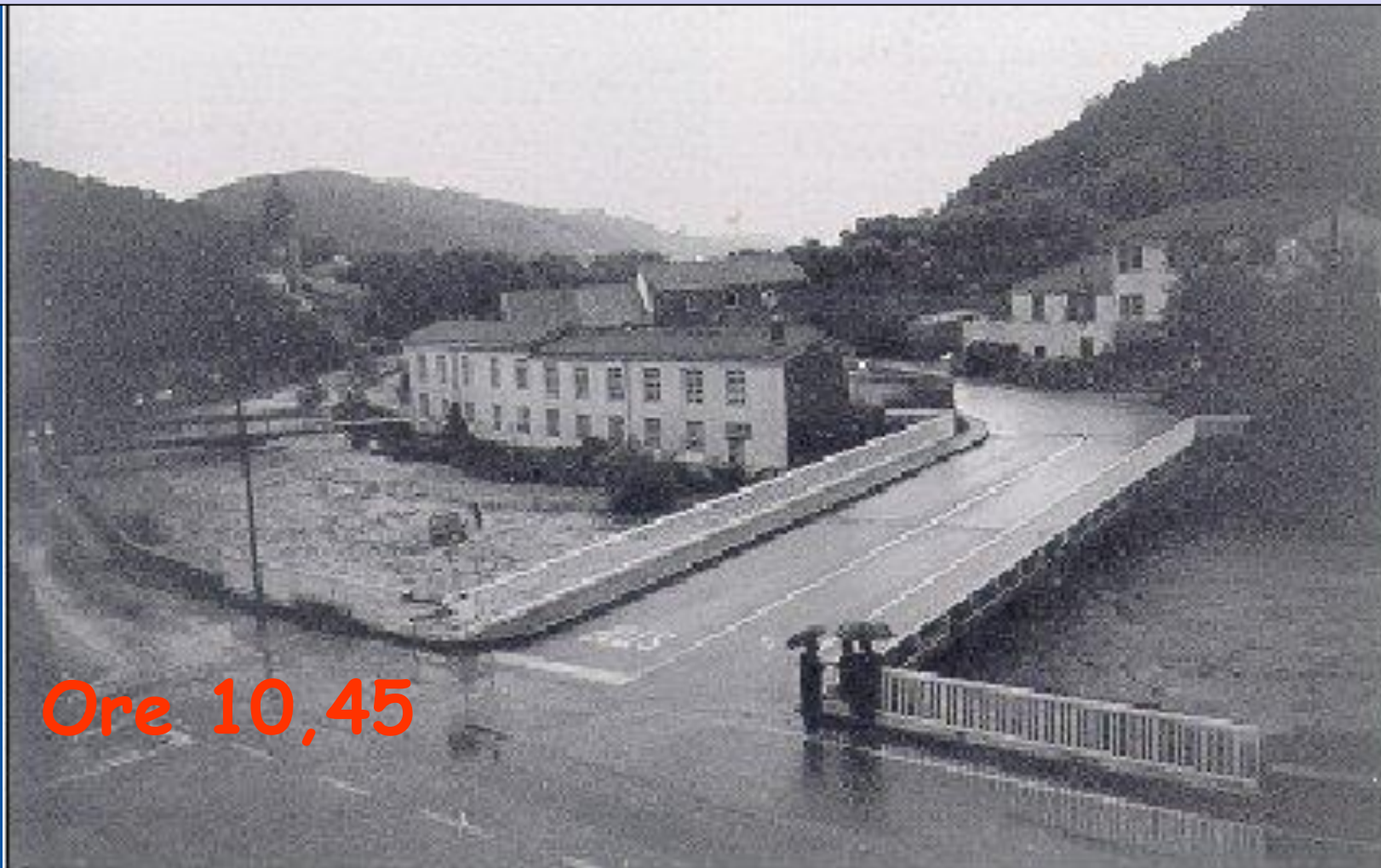
Interessano una **porzione ristretta di territorio** (un quartiere, una vallata, un piccolo bacino...)

Determinano una **rapidissima risposta dei torrenti** e rii di piccole dimensioni (colmo della piena dopo 1-3 ore)



IL “FATTORE TEMPO”

Torrente Quiliano (52 km²), 22 settembre 1992



Ore 10,45

IL “FATTORE TEMPO”

Torrente Quiliano (52 km²), 22 settembre 1992

Ore 15,30



IL “FATTORE TEMPO”

Torrente Quiliano (52 km²), 22 settembre 1992

Ore 15,40



IL “FATTORE TEMPO”

Torrente Quiliano (52 km²), 22 settembre 1992

Ore 15,45



IL “FATTORE TEMPO”

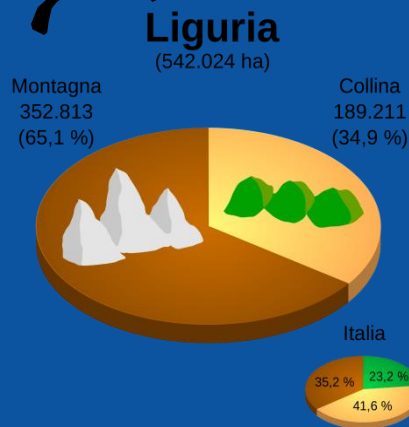
Torrente Quiliano (52 km²), 22 settembre 1992

Il giorno dopo

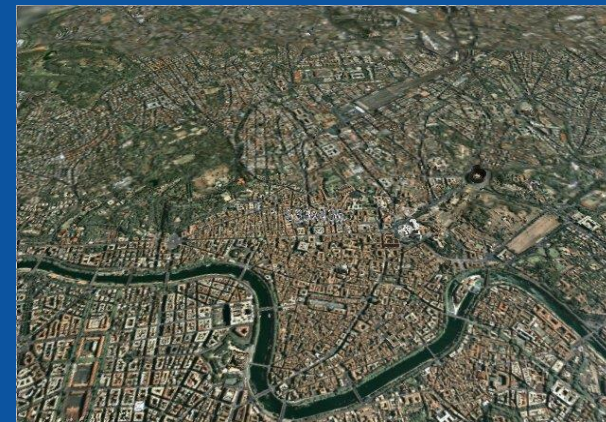


ALCUNE CAUSE

- Posizione geografica all'interno del bacino Mediterraneo influenza la sua "climatologia"



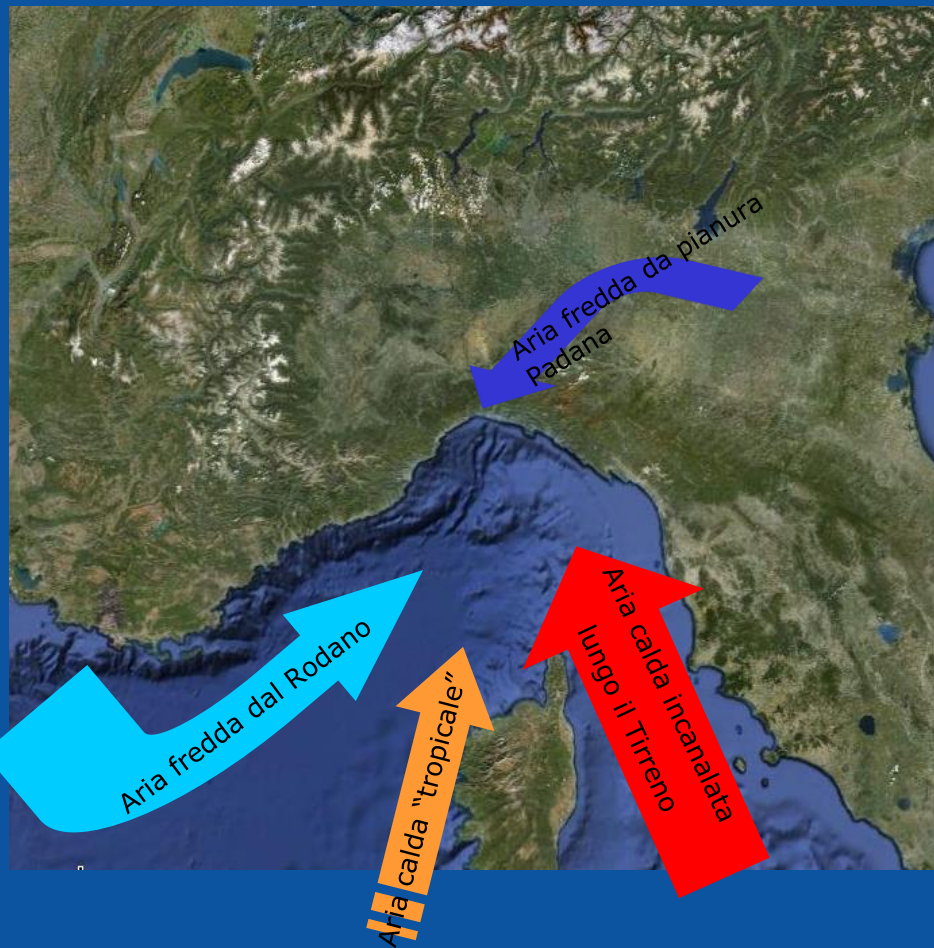
- Conformazione del territorio



- Urbanizzazione e vulnerabilità del territorio

POSIZIONE GEOGRAFICA

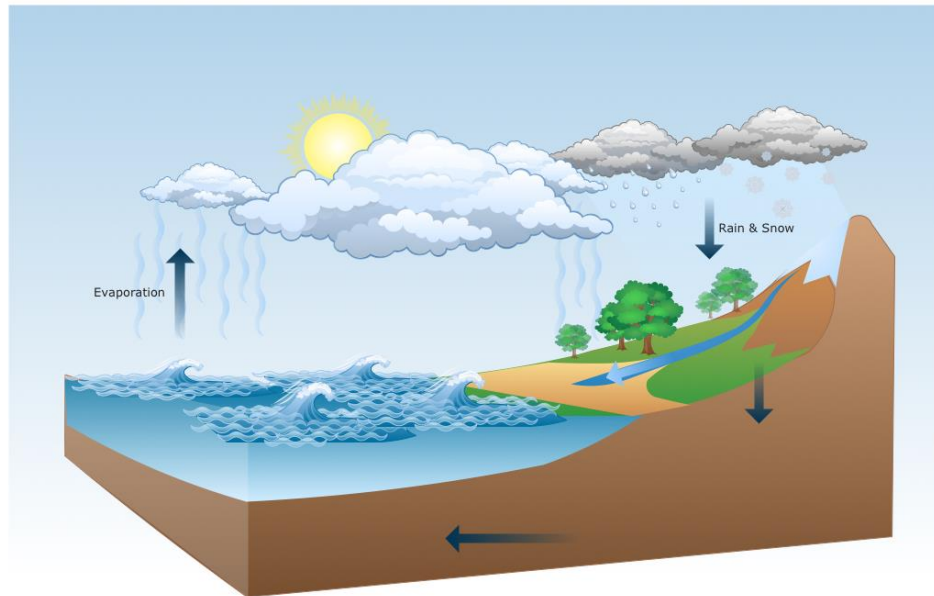
Il Golfo Ligure è caratterizzato da una stretta fascia di terra alle cui spalle incombono ripidi versanti montuosi



- L'aria fredda atlantica che sbocca dal Golfo del Leone incontra le acque più calde del golfo Ligure, per cui il contrasto termico genera forte instabilità. L'aria si carica di enormi quantità di umidità
- Il Tirreno convoglia masse di aria calda e umida dalle regioni più meridionali
- Frequentemente c'è anche un apporto di umidità dall'Africa subtropicale
- L'aria fredda padana contrasta le correnti calde innescando scambi energetici importanti e fasi di convergenza delle correnti molto pericolose

POSIZIONE GEOGRAFICA: CONDIZIONE "AUTUNNALE"

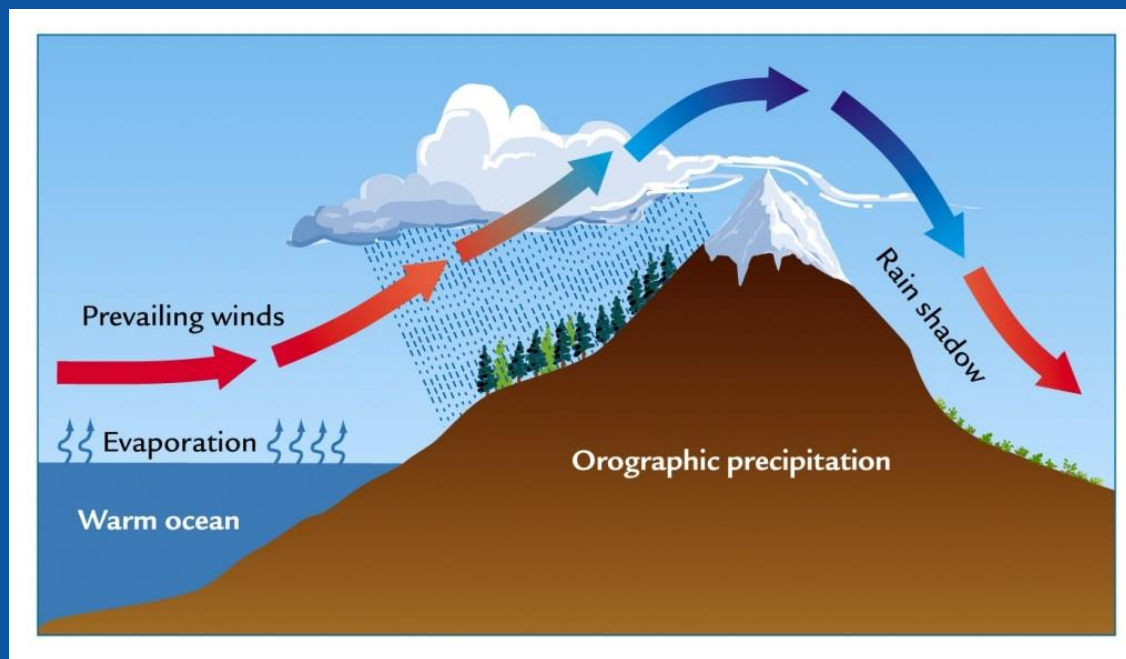
L'anticiclone delle Azzorre si ritira verso l'Atlantico: ingresso nell'area mediterranea di perturbazioni



Alta temperatura superficiale del mare: grandi quantità di energia in scambio tra il mare e l'atmosfera

POSIZIONE GEOGRAFICA

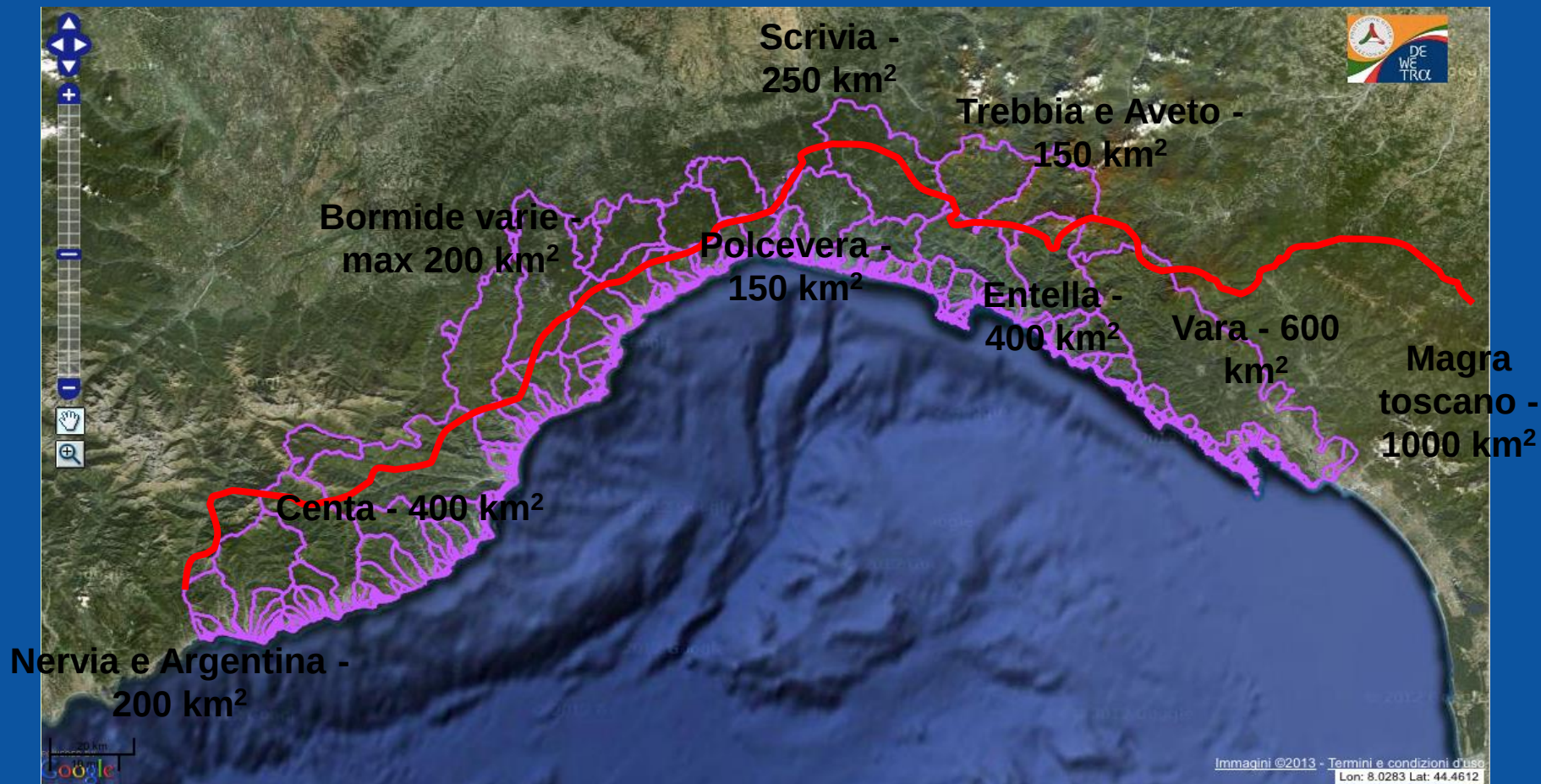
L'umidità si concentra nel "catino" Ligure e incontra un'orografia
RIPIDA e **COMPLESSA**



Monti : forzano i flussi d'aria provenienti dal mare a salire, provocando condensazione dell'umidità, creando nubi a sviluppo verticale portatrici di pioggia

Mare: serbatoio di energia, flussi di aria più calda e più umida rispetto alla terra, potenzialmente più instabili

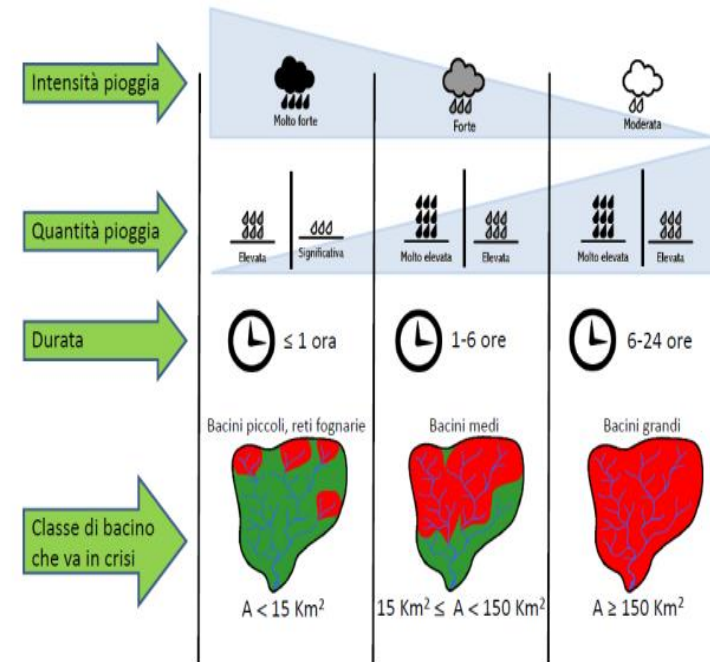
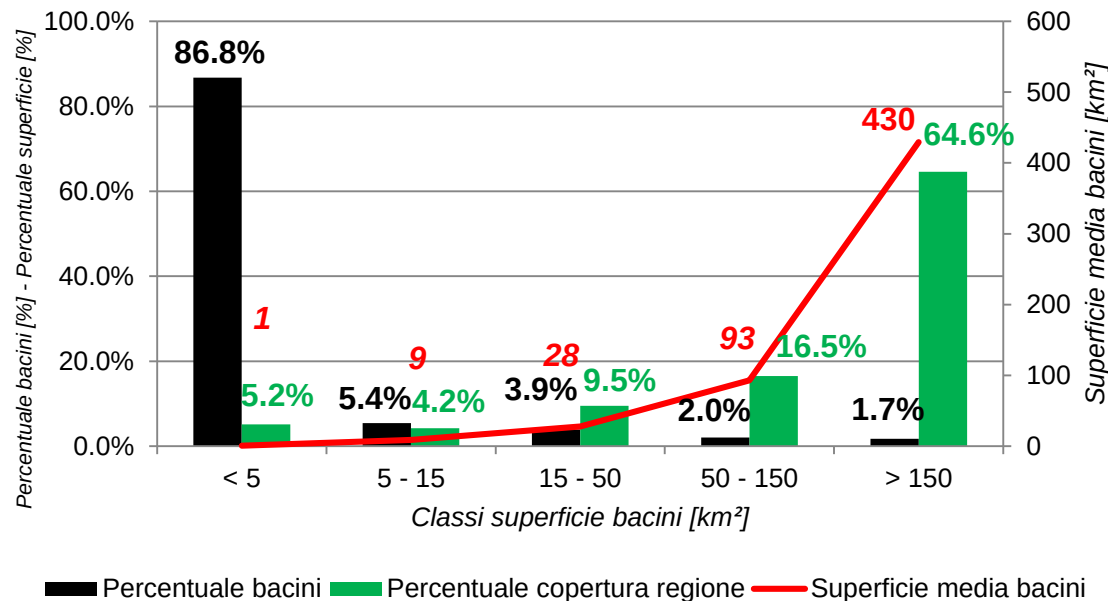
CONFORMAZIONE DEL TERRITORIO



I bacini idrografici in Liguria

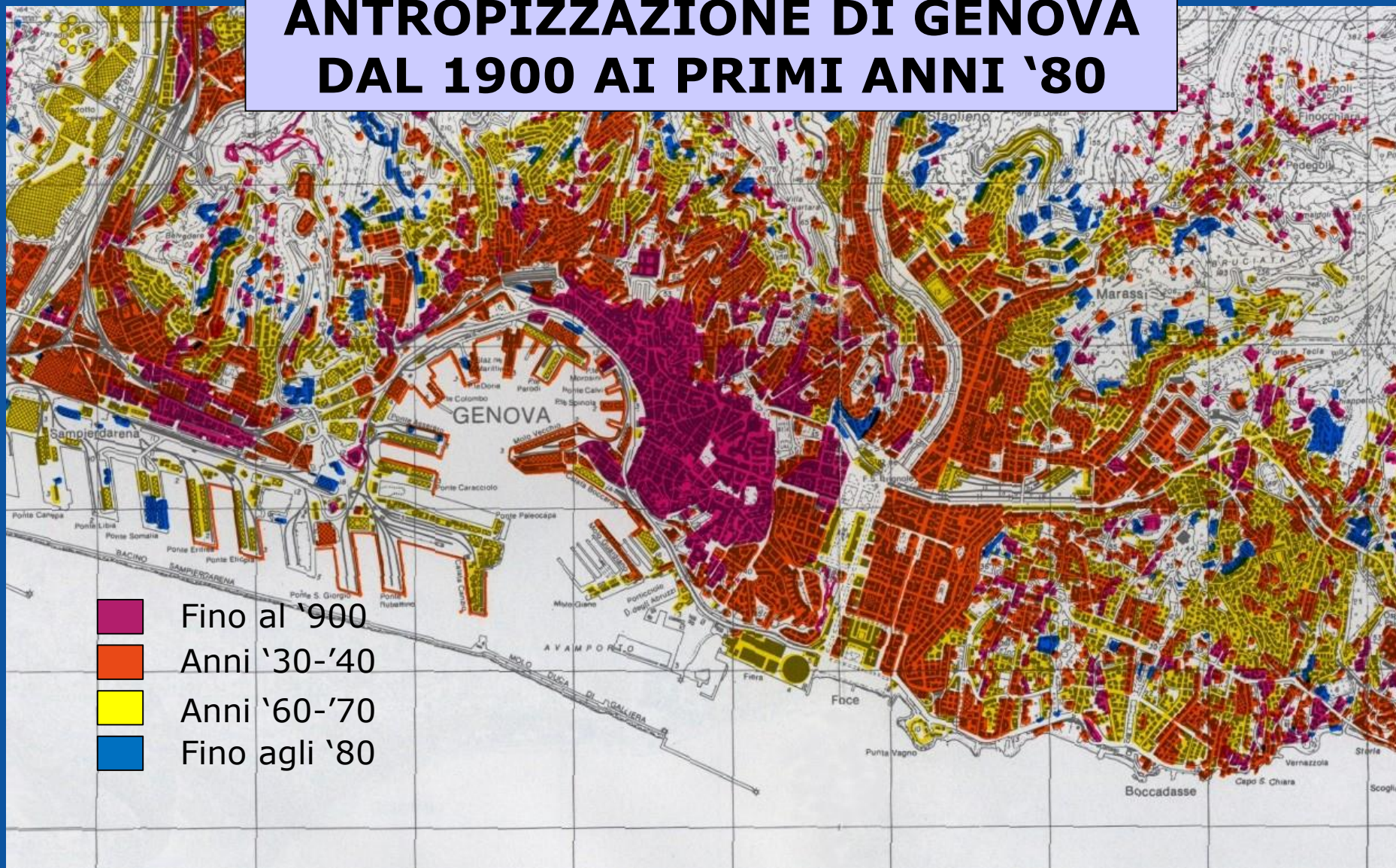
la Liguria ha delle caratteristiche idrogeologiche particolari

Bacini Liguria
(inclusi parte francese Roja e Magra Toscano)

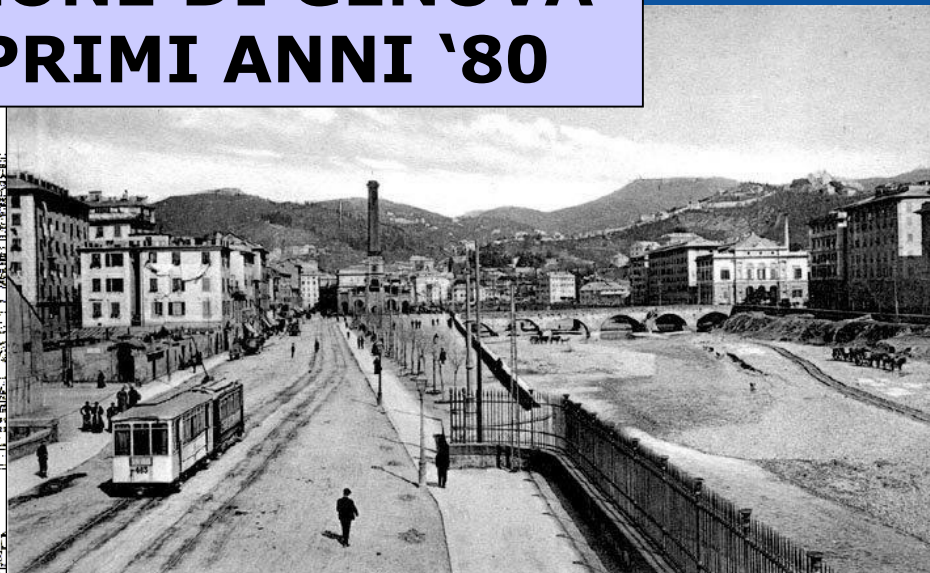


L'87% dei bacini idrografici ha una superficie inferiore ai 5 km²!!!!

ANTROPIZZAZIONE DI GENOVA DAL 1900 AI PRIMI ANNI '80



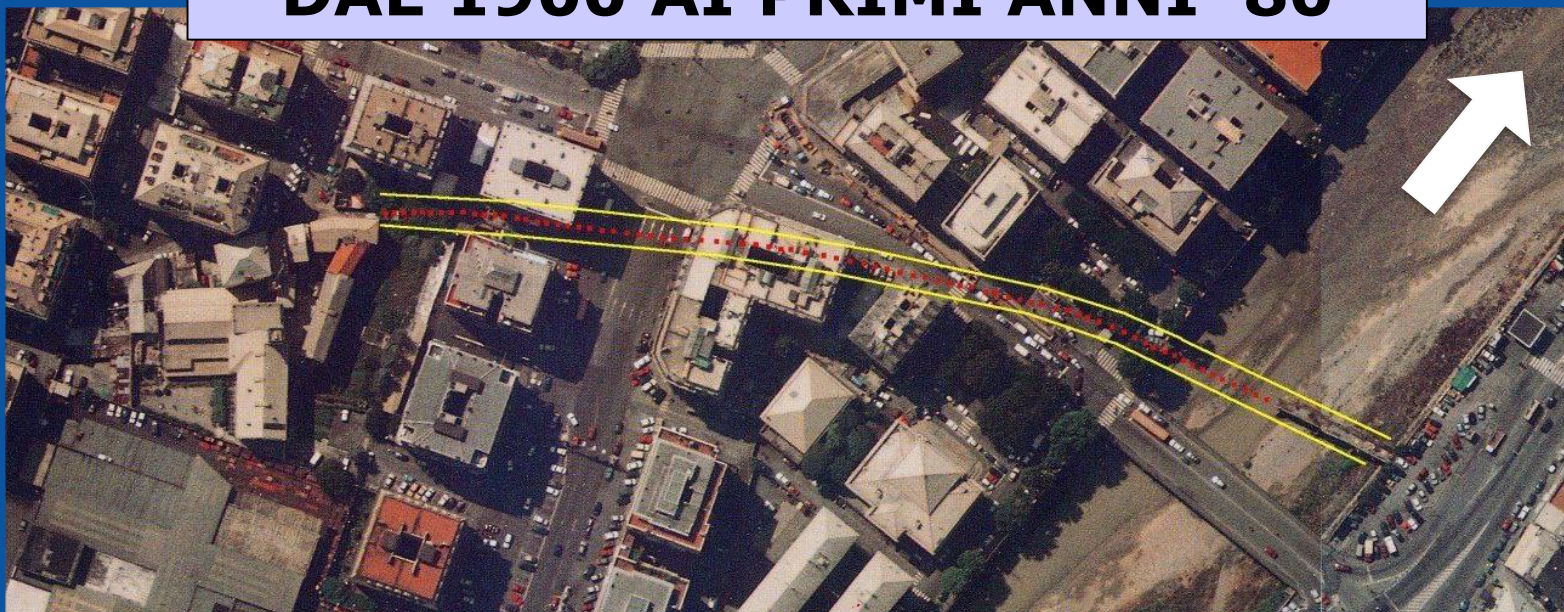
ANTROPIZZAZIONE DI GENOVA DAL 1900 AI PRIMI ANNI '80



E' un ponte molto antico. Originariamente aveva 28 arcate. Nel 1613 divennero 14, infine ridotte a 6, come si può vedere nelle foto in bianco e nero. Nel 1535 venne ricostruito, dopo la sua distruzione causata dalla piena del torrente Bisagno del 1452. Assunse il nome di Sant'Agata in seguito alla costruzione nel 1150 circa della chiesa omonima.



ANTROPIZZAZIONE DI GENOVA DAL 1900 AI PRIMI ANNI '80



Ad oggi
sono
rimasti i
resti di soli
3 archi



LE SOLUZIONI

Quindi?
Dobbiamo fare
argini più alti?



Abbatte le case?



LE SOLUZIONI

Imparare ad
accettare e convivere
con il rischio
alluvionale?

Diventare
RESILIENTI



COMUNE DI GENOVA
Direzione Corpo di Polizia Municipale
Settore Protezione Civile e Comunicazione Operativa

Piano Comunale di Emergenza

**Schema Operativo per Rischio
Meteo-Idrogeologico**



Revisione 2015

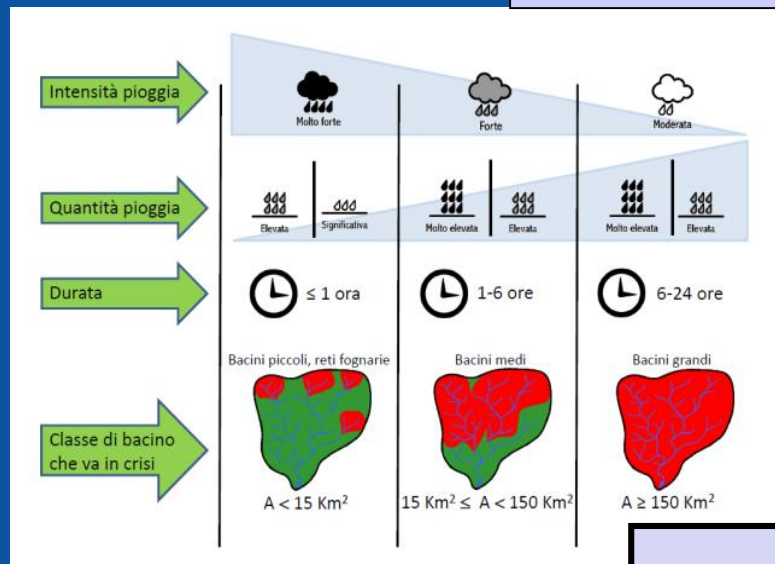
Approvato con Deliberazione di Consiglio Comunale n° 40 del 21/07/2015

LE SOLUZIONI

In psicologia, la **resilienza** è una parola che indica la **capacità di far fronte** in maniera positiva a eventi traumatici, di riorganizzare positivamente la propria vita dinanzi alle difficoltà, di ricostruirsi restando sensibili alle opportunità positive che la vita offre, senza alienare la propria identità. Sono **persone resilienti** quelle che, immerse in **circostanze avverse**, riescono, nonostante tutto e talvolta contro ogni previsione, a **fronteggiare efficacemente** le contrarietà, a dare nuovo slancio alla propria esistenza e persino a raggiungere mete importanti.



LE SOLUZIONI



Strategia:

PREVENZIONE

PREVISIONE

GESTIONE EMERGENZA



LE SOLUZIONI

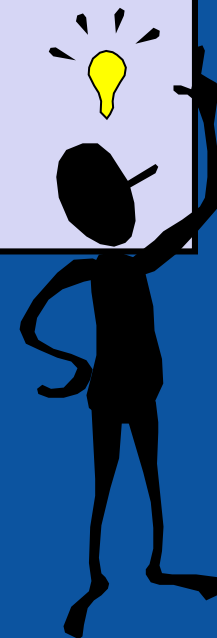


GESTIONE EMERGENZA

Piani di Protezione Civile:

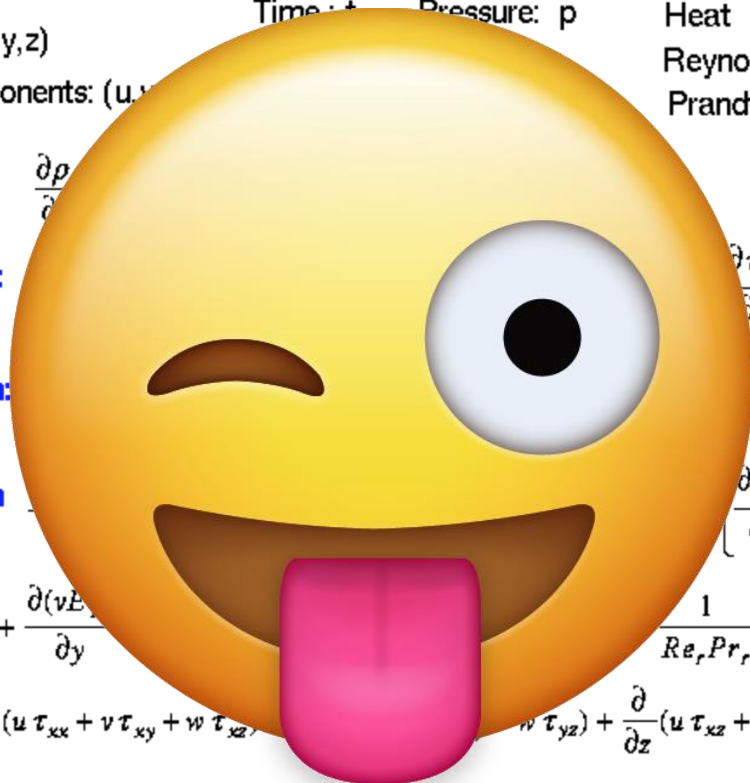
predisposti prima, testati periodicamente,
conosciuti e scanditi secondo

Fasi Operative:
ATTENZIONE
PREALLARME
ALLARME



LA MODELLISTICA METEOROLOGICA

le equazioni di Navier-Stokes non fanno altro che illustrarci il moto dei fluidi, esprimendo il concetto generale per cui l'accelerazione delle particelle fluide è il risultato delle variazioni di pressione e dell'azione delle forze viscosive dissipative che agiscono all'interno di un fluido



Coordinates: (x, y, z)
 Time: t Pressure: p Heat Flux: q
 Velocity Components: (u, v, w) Reynolds Number: Re Prandtl Number: Pr

Continuity: $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial (\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial (\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial (\rho w)}{\partial z} = 0$

X - Momentum: $\rho \left(\frac{du}{dt} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right) = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z}$

Y - Momentum: $\rho \left(\frac{dv}{dt} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} \right) = -\frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z}$

Z - Momentum: $\rho \left(\frac{dw}{dt} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} \right) = -\frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zz}}{\partial z}$

Energy: $\rho \left(\frac{dE}{dt} + u \frac{\partial E}{\partial x} + v \frac{\partial E}{\partial y} + w \frac{\partial E}{\partial z} \right) = -\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{1}{Re_r Pr_r} \left[\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} + \frac{\partial q_z}{\partial z} \right] + \frac{1}{Re_r} \left[\frac{\partial}{\partial x} (u \tau_{xx} + v \tau_{xy} + w \tau_{xz}) + \frac{\partial}{\partial y} (u \tau_{xy} + v \tau_{yy} + w \tau_{yz}) + \frac{\partial}{\partial z} (u \tau_{xz} + v \tau_{yz} + w \tau_{zz}) \right]$

la loro
 risoluzione
 rientra ancora
 tra i **7 Problemi**
per il
millennio. Se
 desiderate
 vincere un
 milione di
 dollari, non resta
 altro che
 cimentarsi!
 Buona fortuna!

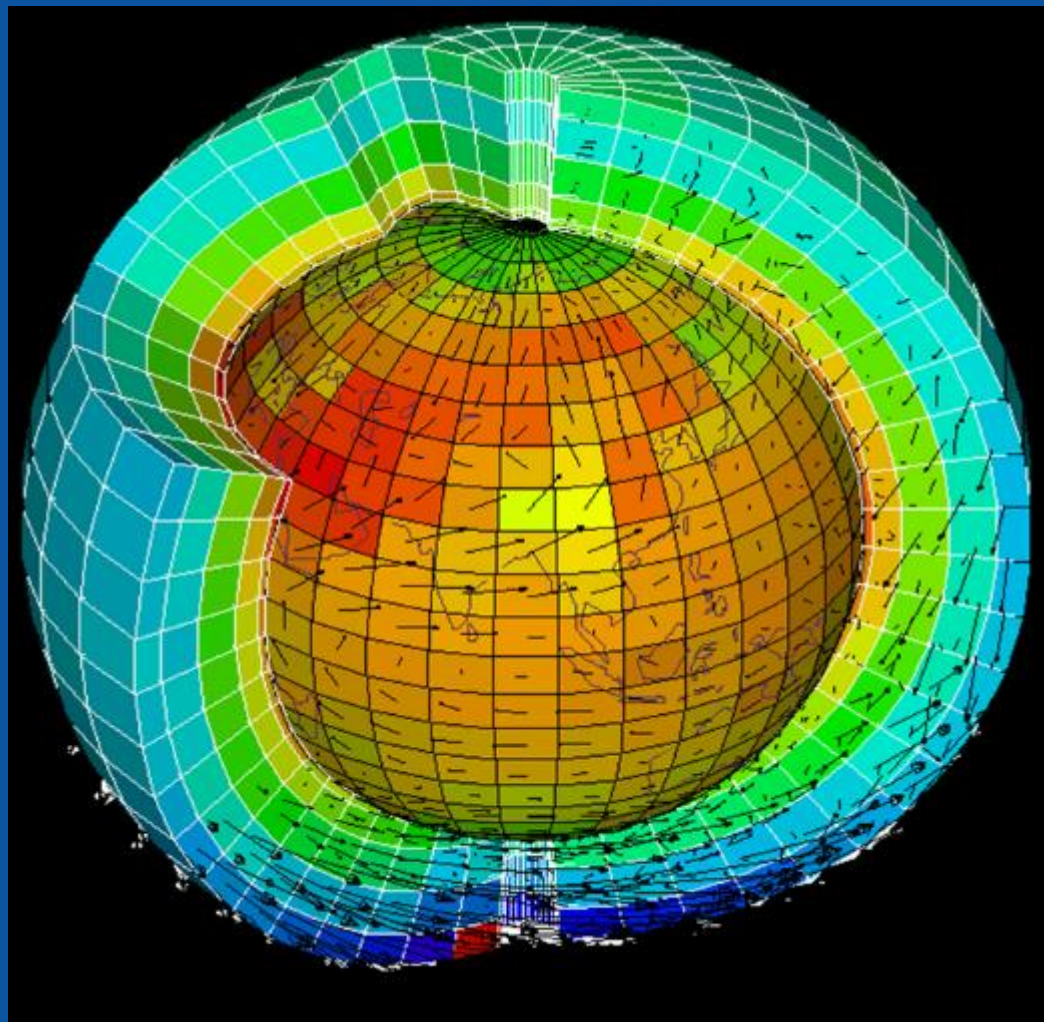
Modelli numerici a diverse risoluzioni

In geofluidodinamica le **equazioni primitive dei moti climatici** sono un sistema di **equazioni differenziali non lineari** che descrive i moti dei fluidi nell'atmosfera e nell'oceano. Esse sono impiegate nella maggior parte dei modelli climatici e meteorologici.

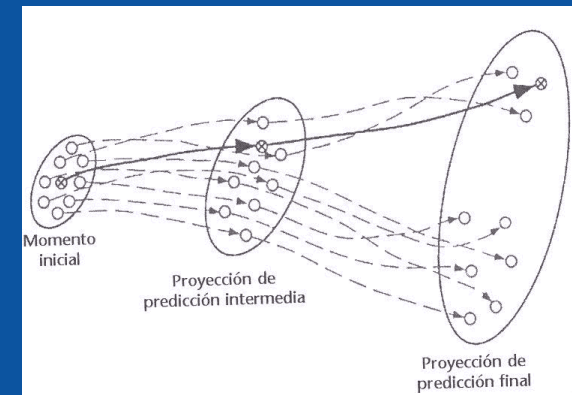
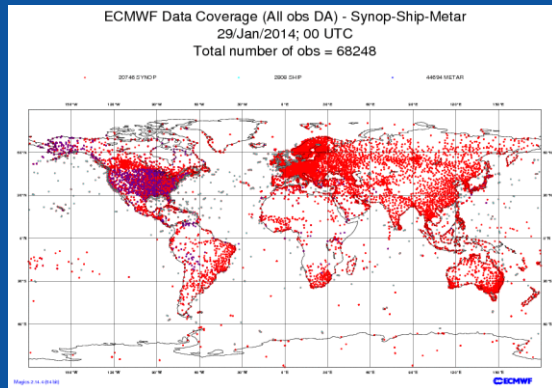
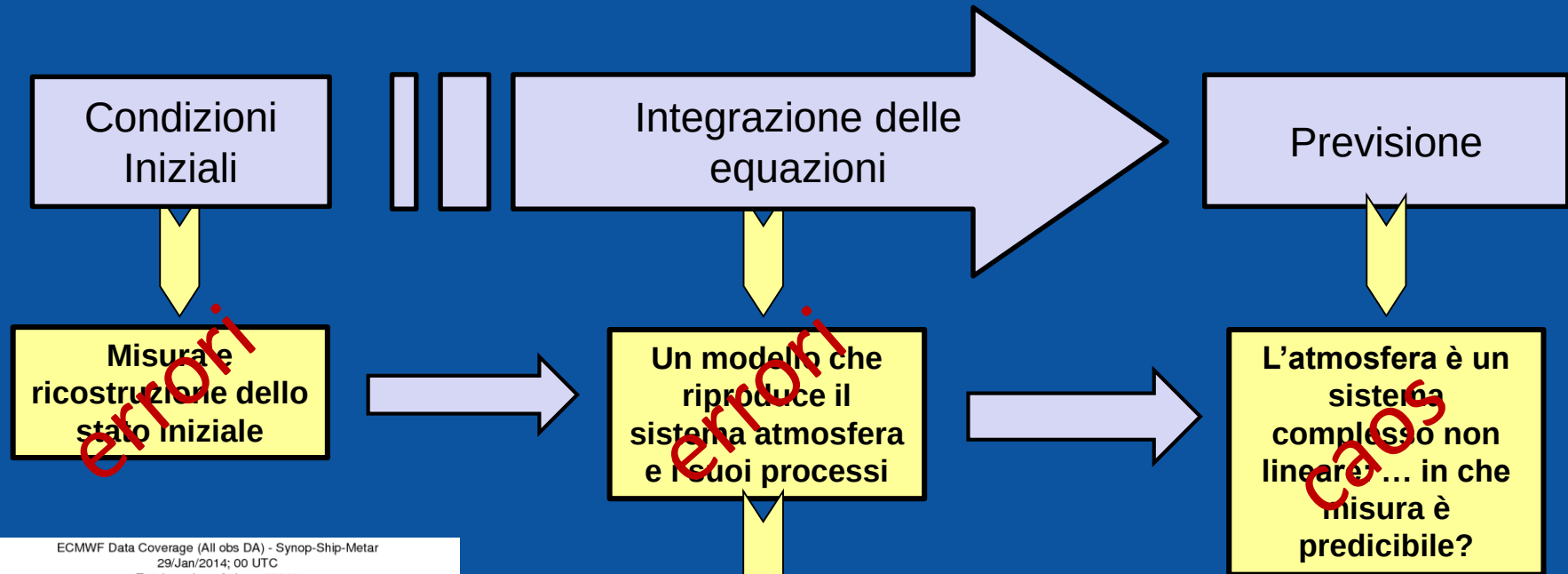
Coincidono in buona sostanza con le **equazioni di Navier-Stokes** e sono espresse nel sistema di riferimento (non inerziale) della superficie rotante del pianeta terra (geofluidodinamica). Pertanto nell'equazione delle forze è presente in modo esplicito il termine relativo alla **forza di Coriolis** che ha importanti conseguenze sui moti climatici.

Prendiamo quindi le equazioni della fluidodinamica e della termodinamica che descrivono i processi atmosferici e le **riscriviamo** in modo che possano essere **implementate** su un calcolatore

Le **risolviamo** numericamente in modo che l'atmosfera virtualmente evolva sul calcolatore

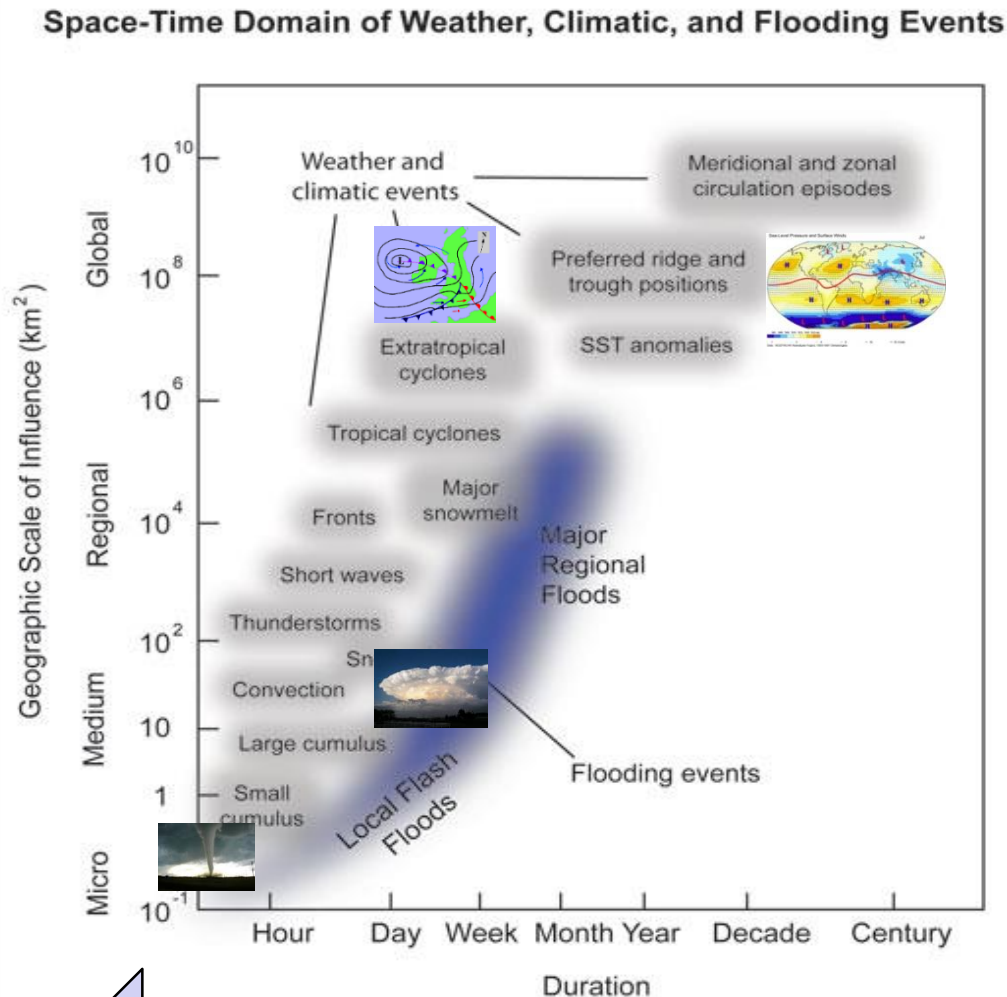


Modelli numerici a diverse risoluzioni



L'INCERTEZZA NELLA MODELLISTICA

La predicibilità diminuisce



La predicibilità diminuisce

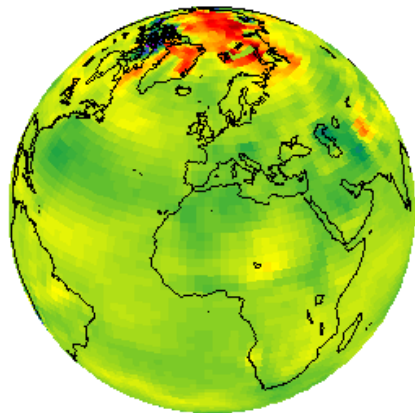
A PROPOSITO DI CAOS....



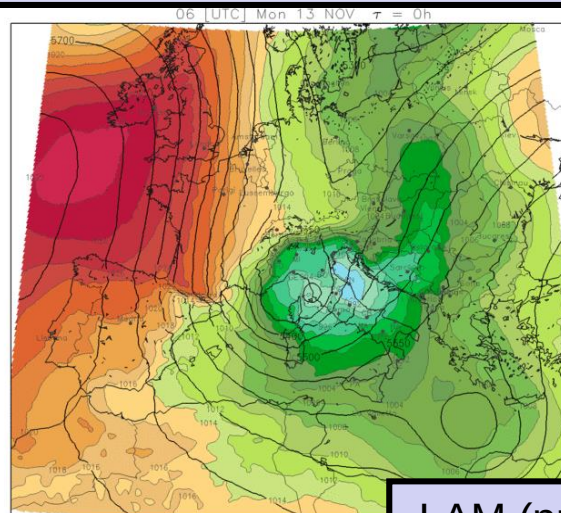
Lorenz (1963): «The atmosphere, like any dynamical system with instabilities, has a finite limit of predictability (about two weeks) even if the model is perfect, and even if the initial conditions are known almost perfectly...»



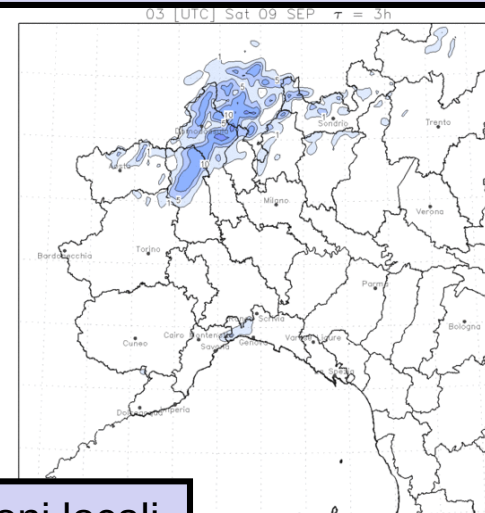
Modelli numerici a diverse risoluzioni



GCM (previsioni globali
a 15 gg)

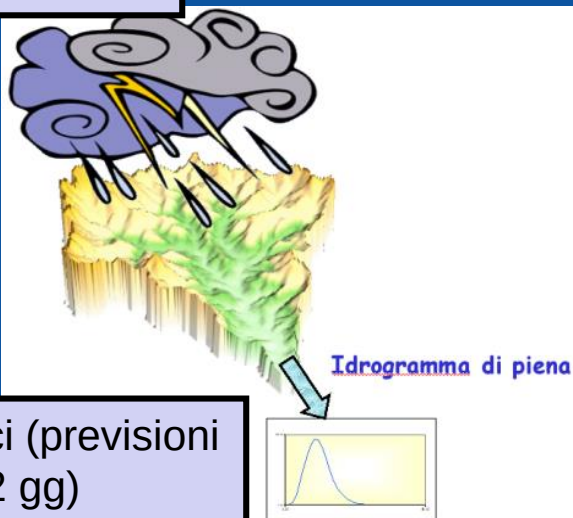


Model: bolam Resolution: 0.127°x0.090°

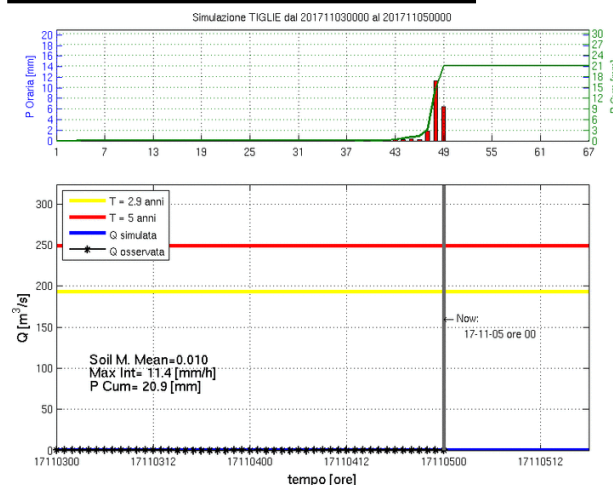


Resolution: 0.028°x0.020° Analysis: 00Z09SEP2017

LAM (previsioni locali
a 3 gg)

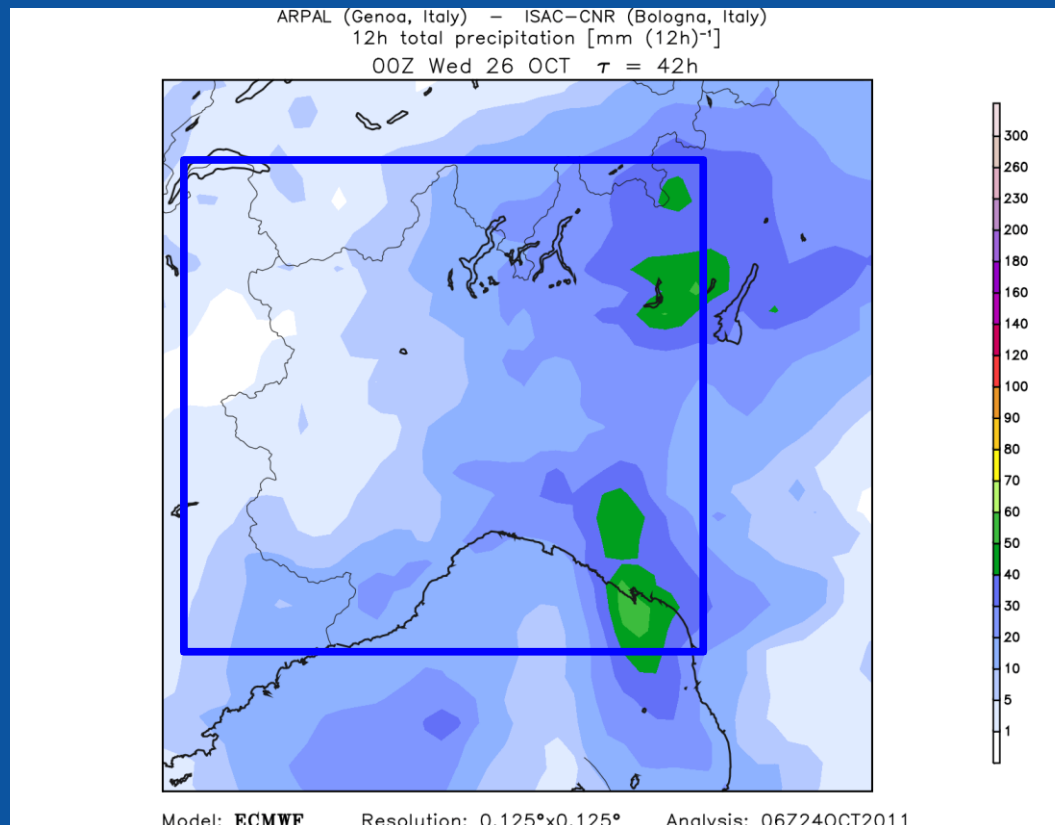


Modelli idrologici (previsioni
locali a 2 gg)



La previsione dell'evento del 25 Ottobre 2011

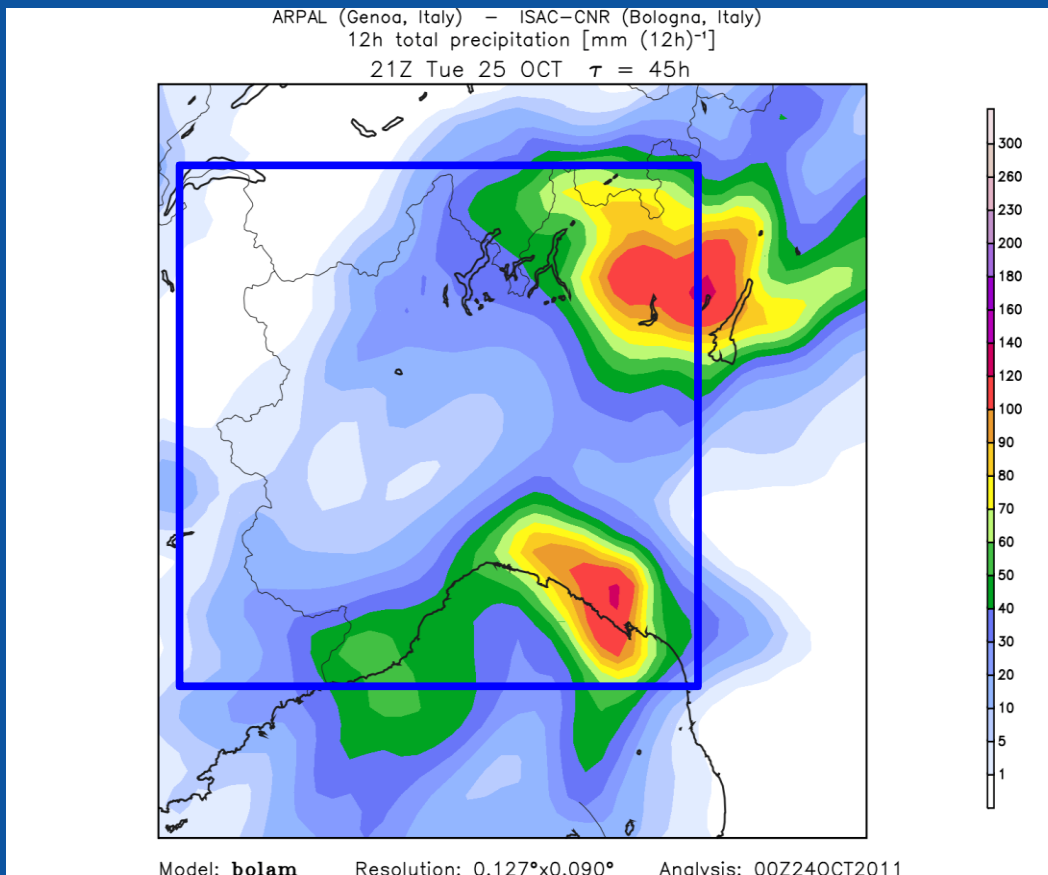
Centro Europeo, risoluzione 16 km – run del 24/10/2011 00:00



**Una applicazione della modellistica LAM:
Precipitazione prevista da ECMWF**

La previsione dell'evento del 25 Ottobre 2011

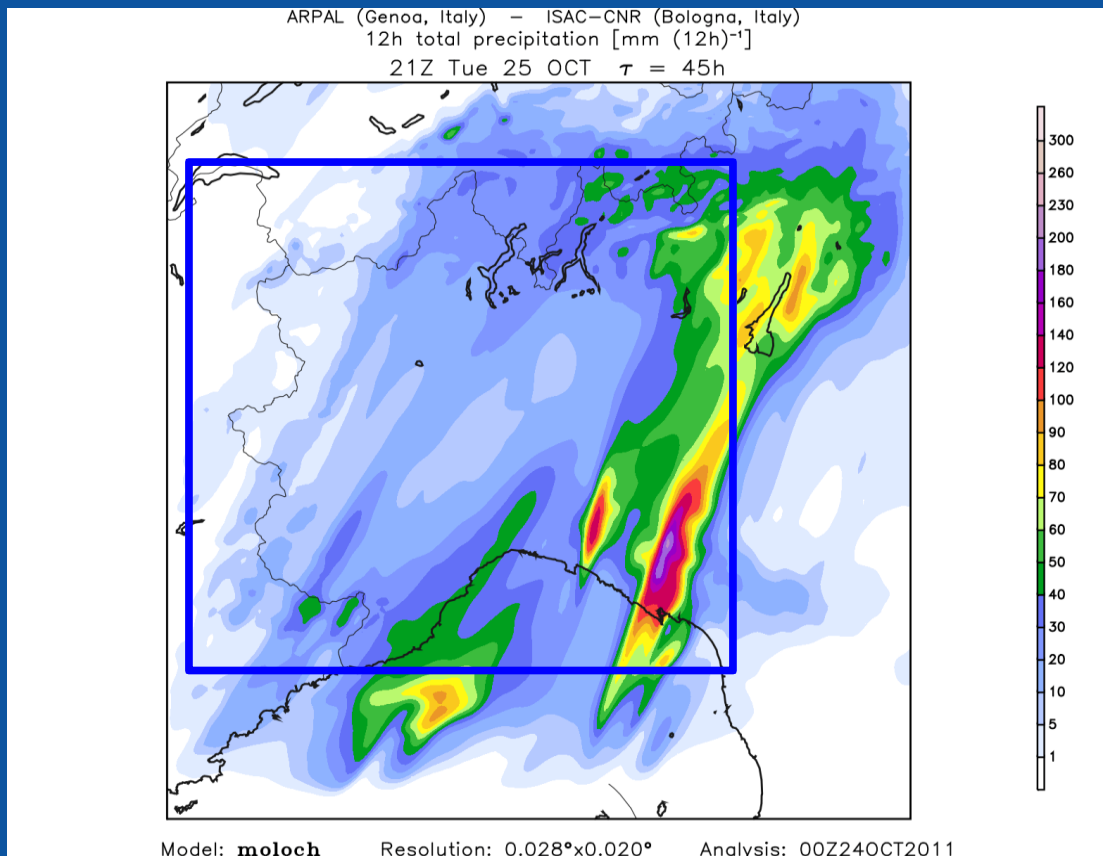
Modello BOLAM, risoluzione 10 km – run del 24/10/2011 00:00



**Una applicazione della modellistica LAM:
Precipitazione prevista da ECMWF**

La previsione dell'evento del 25 Ottobre 2011

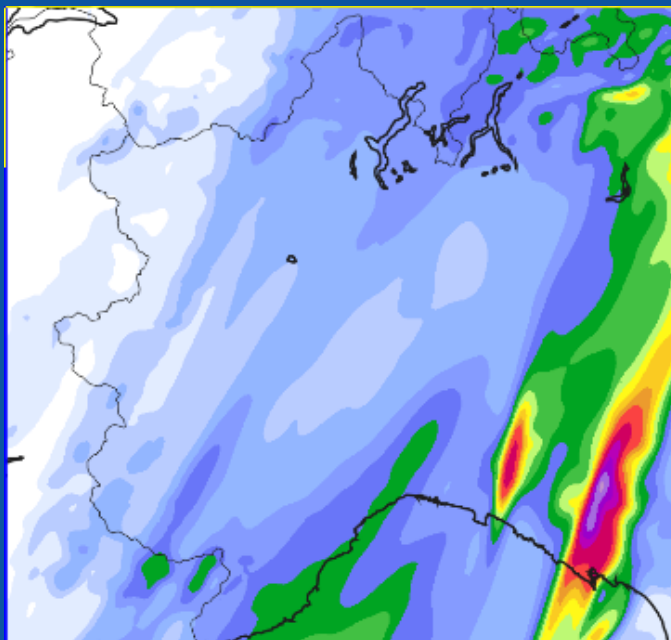
Modello MOLOCH, risoluzione 2.3 km – run del 24/10/2011 00:00



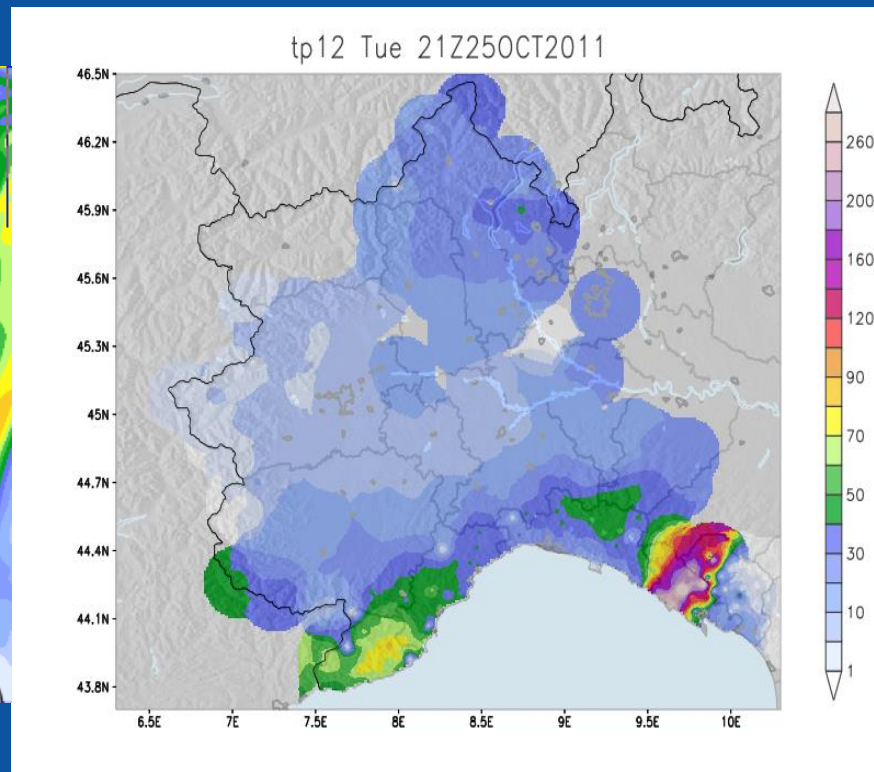
Una applicazione della modellistica LAM:
Precipitazione prevista da ECMWF

La previsione dell'evento del 25 Ottobre 2011

**Modello MOLOCH, risoluzione 2.3
km – run del 24/10/2011 00:00**



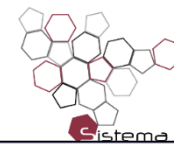
**Pioggia osservata dalla rete
pluviometrica**



**Una applicazione della modellistica LAM:
Precipitazione MOLOCH e osservata**

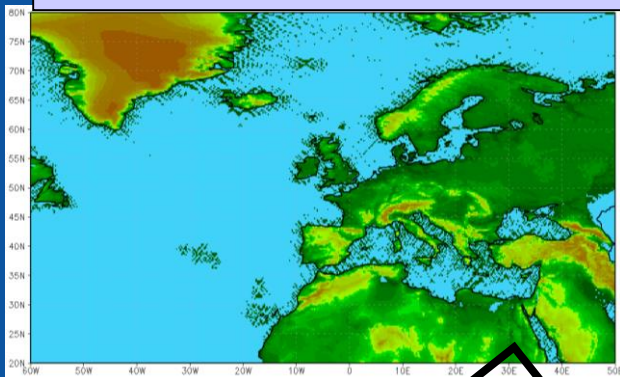


ARPAL



Sistema Nazionale
P
nte

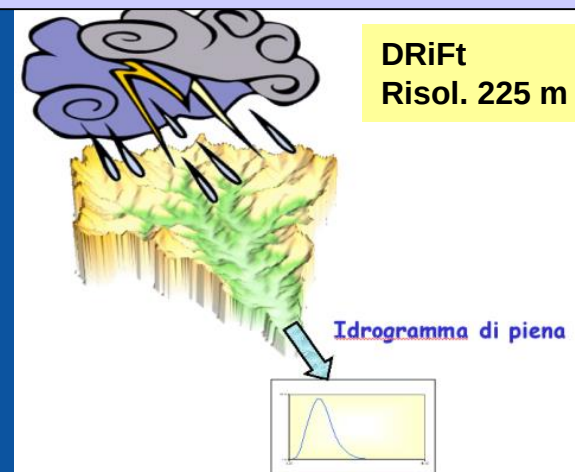
LA CATENA DI PREVISIONE METEO-IDROLOGICA



Previsioni a medio termine
(15 giorni)

ECMWF
Risol. 10 km

INPUT



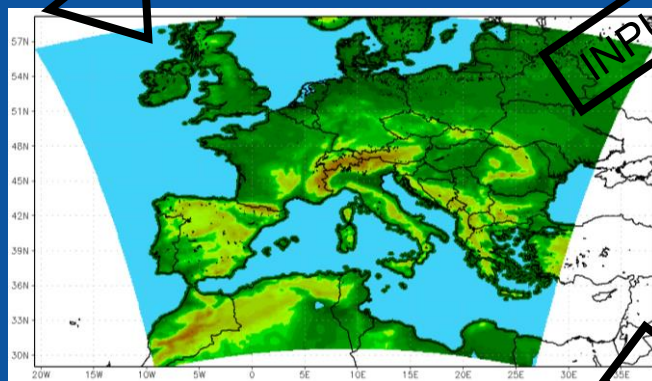
Modellistica
IDROLOGICA

Previsioni a breve termine
(3 giorni)

BOLAM8
Risol. 8 km

COSMO5
Risol. 5 km

INPUT

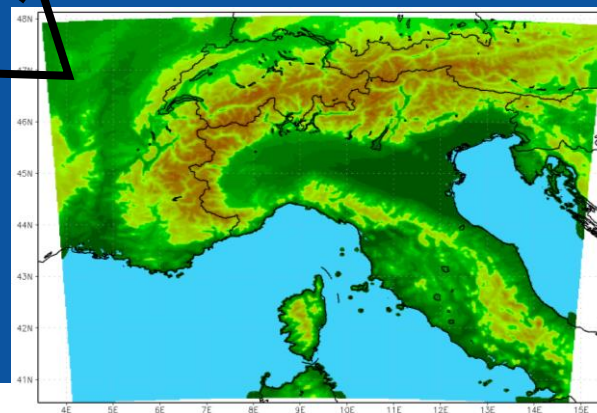


Previsioni a breve termine
(2 giorni)

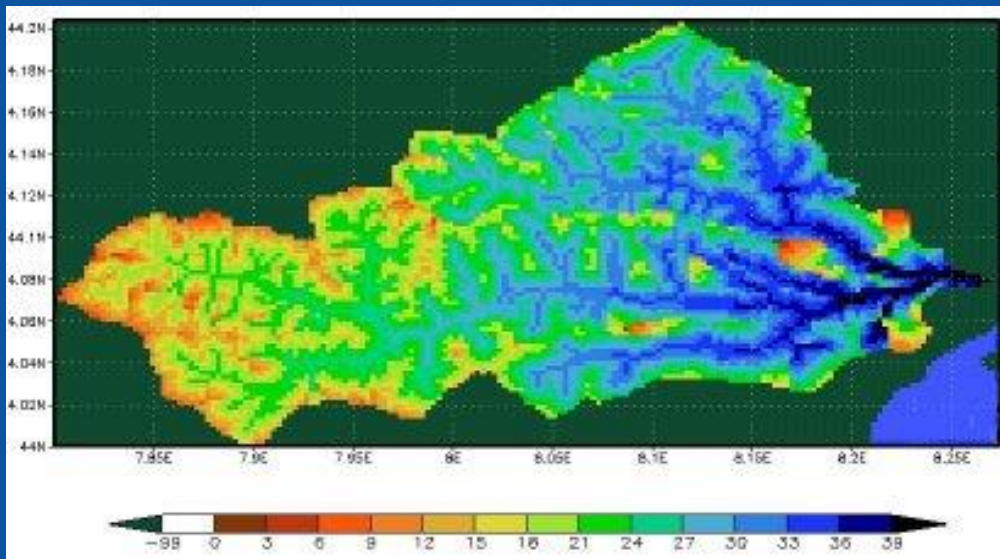
MOLOCH
Risol. 1.5 km

COSMO2.2
Risol. 2.2 km

Modellistica
METEOROLOGICA



LA CATENA DI PREVISIONE METEO-IDROLOGICA



Il modello idrologico attualmente utilizzato al CMIRL si chiama DRiFt (Discharge River Forecast) ed è stato sviluppato presso il CIMA di Savona.

E' un modello di tipo semidistribuito, cioè un modello a **parametri distribuiti** in input ma ad **output concentrato**

E' ottimizzato per bacini con dimensioni spaziali ridotte, la cui parte montana risulta preponderante nei processi di formazione della piena rispetto alla parte valliva

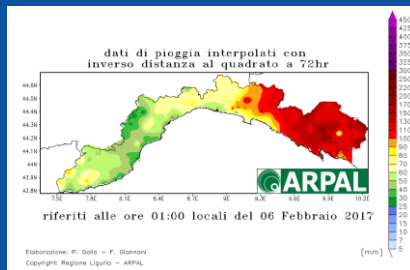
Il modello ha 5 parametri: 2 di tipo morfologico per individuare della rete di drenaggio e la distinzione canali-versanti; 2 di tipo cinematico (velocità in canale e velocità in versante), ed uno di tipo fisico (stato di umidità del terreno ad inizio run)

DRiFt: processi modellati

Afflussi

TRAFORMAZIONE

Deflussi



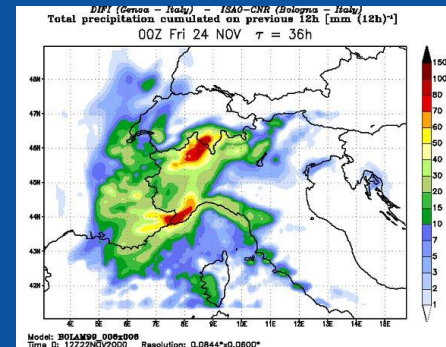
Infiltrazione

Precipitazione
prevista

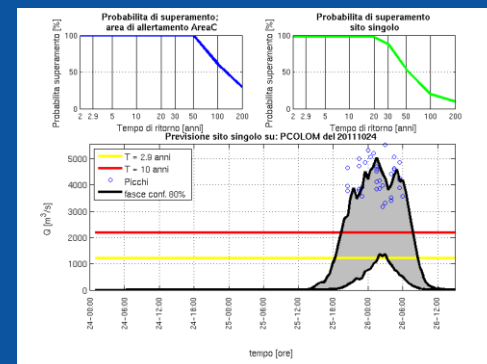
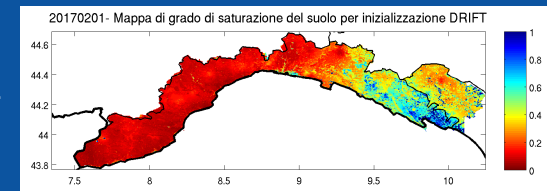
Spazializzazione del
campo di pioggia

Scorrimento
superficiale

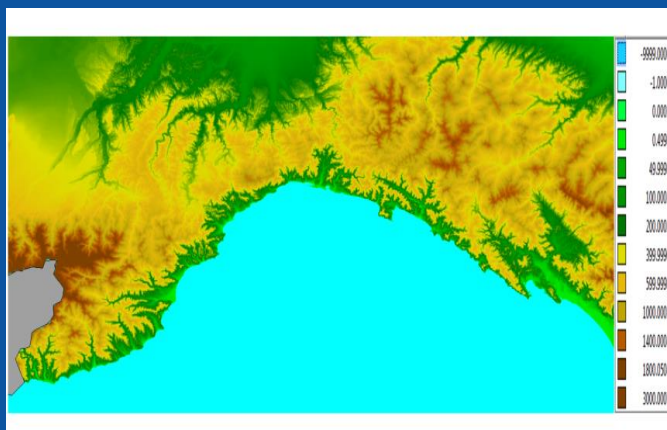
Deflusso in alveo
previsto
(idrogrammi di piena)



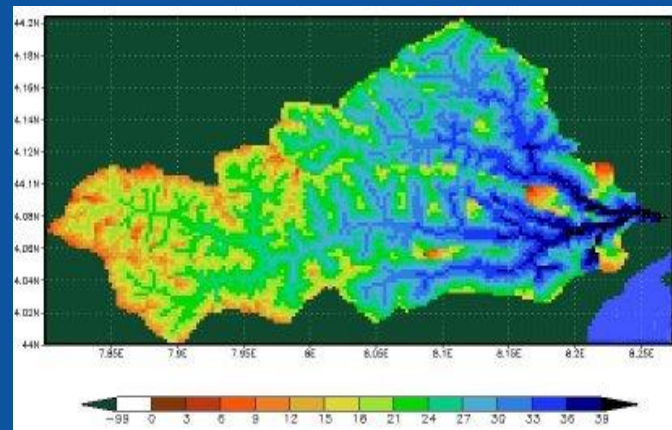
Condizioni iniziali



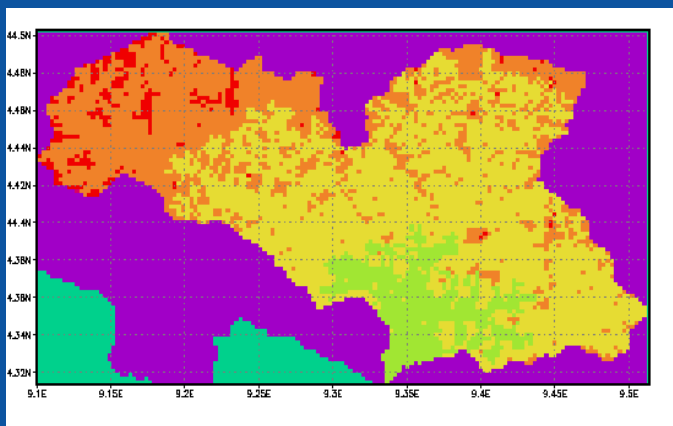
DRiFt: input tempo invarianti (statici)



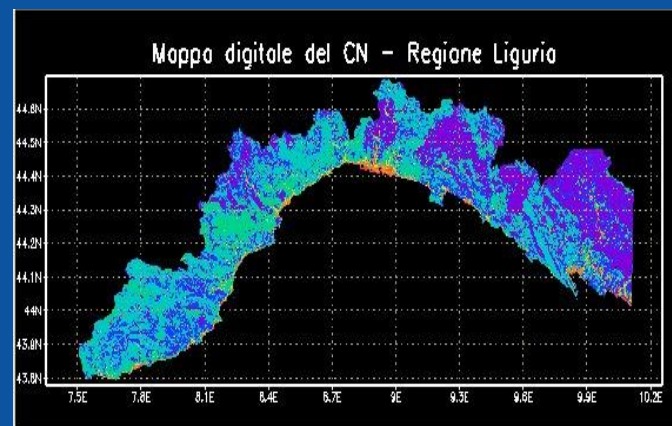
Modello Digitale del Terreno - 225m (DTM)



Individuazione reticolo idrografico attraverso un filtraggio sulla pendenza delle celle del DTM



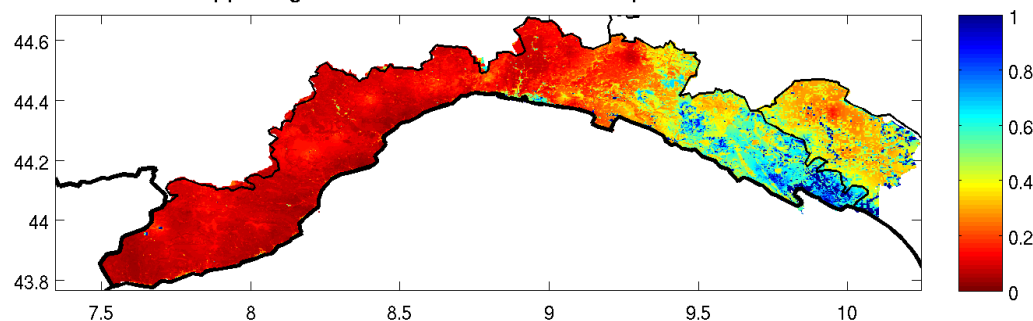
Suddivisione bacino idrografico in celle versante e celle canale con assegnazione di diverse velocità di drenaggio



Definizione del parametro descrittivo della capacità di infiltrazione del terreno (Curve Number)

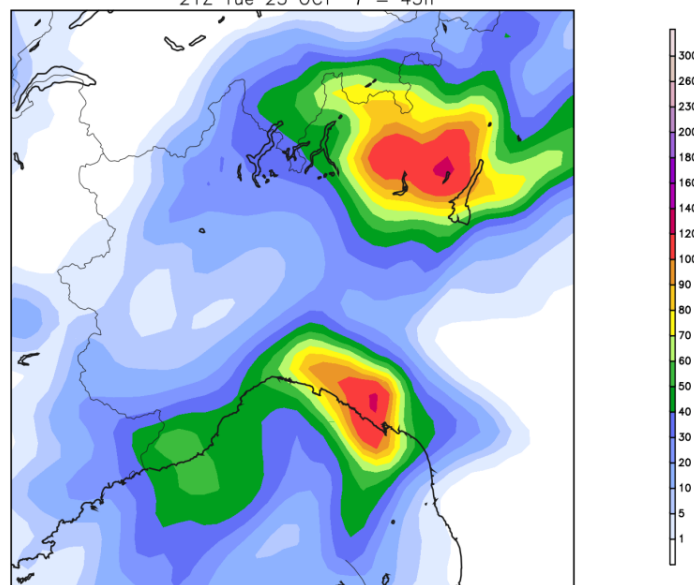
DRiFt: input tempo varianti (dinamici)

20170201- Mappa di grado di saturazione del suolo per inizializzazione DRIFT



Condizioni iniziali: grado di saturazione del suolo regionali determinato sulla base delle precipitazioni antecedenti

ARPAL (Genoa, Italy) - ISAC-CNR (Bologna, Italy)
12h total precipitation [mm (12h)⁻¹]
21Z Tue 25 OCT $\tau = 45h$



Model: **bolam** Resolution: 0.127°x0.090° Analysis: 00Z24OCT2011

Input dinamico: campo di precipitazione previsto a scala spaziale e temporale variabile a seconda del modello METEO in input

LA CATENA DI PREVISIONE METEO-IDROLOGICA

RISOLUZIONE SPAZIALE DIVERSA

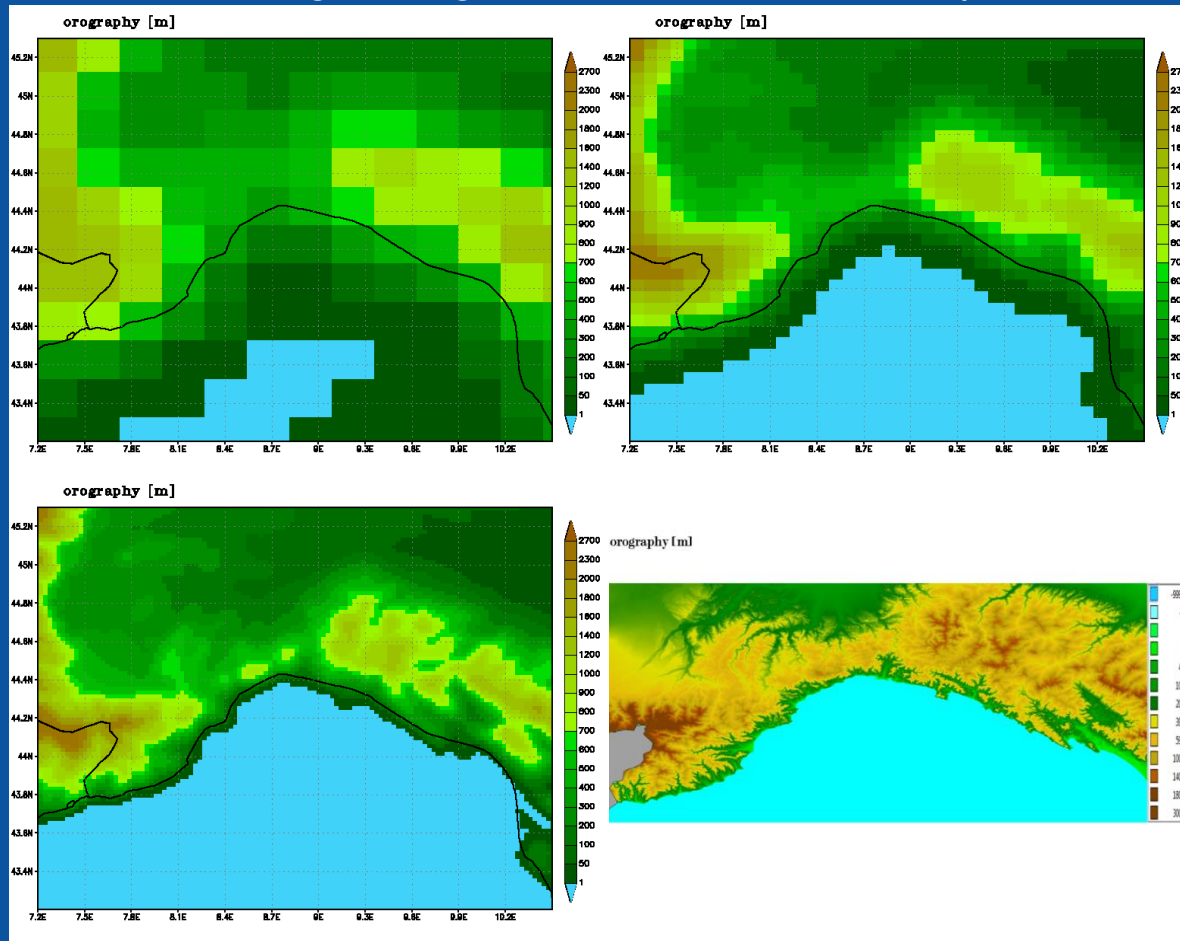


PROBLEMI DI SCALA

Incompatibilità scale spaziali e temporali tra modelli METEO e le caratteristiche dei bacini idrografici liguri nella formazione delle piene

GCM

MOLOCH

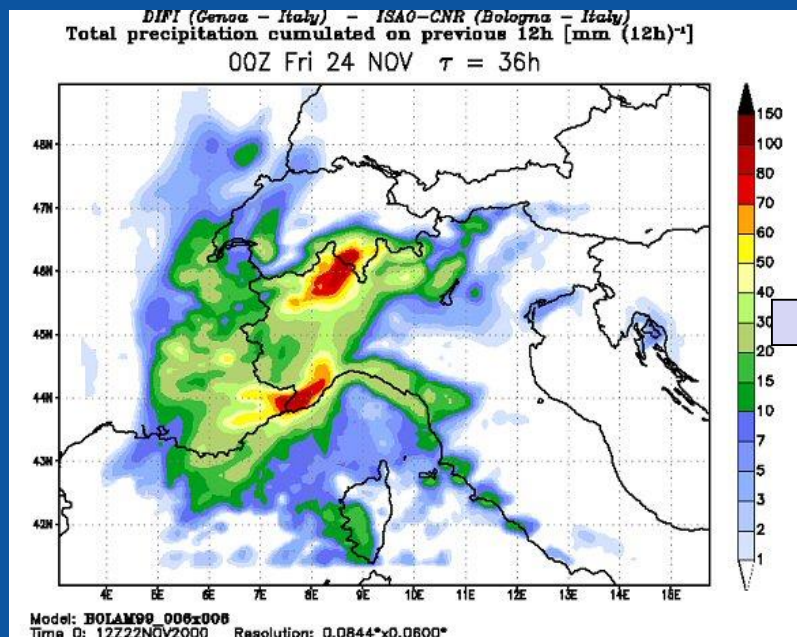


BOLAM

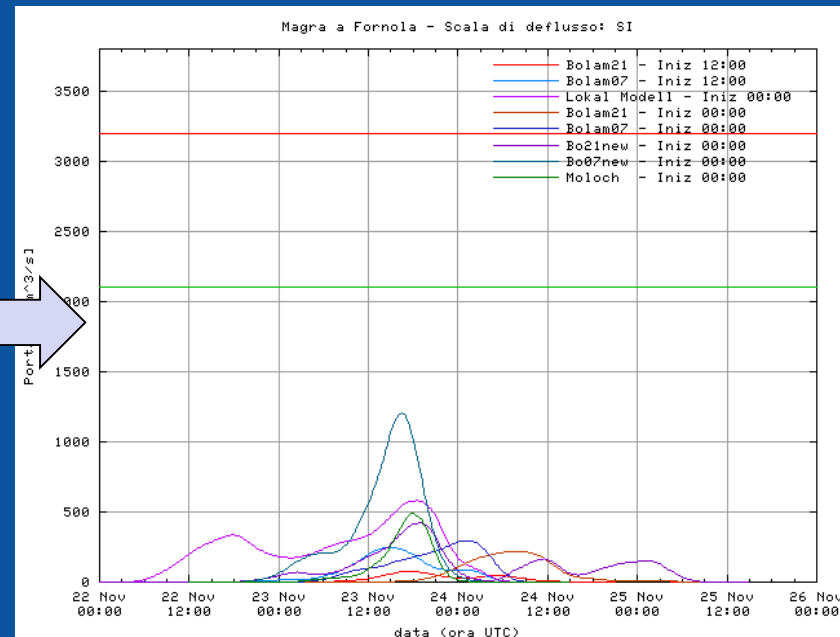
DRIET

LA CATENA DI PREVISIONE METEO-IDROLOGICA

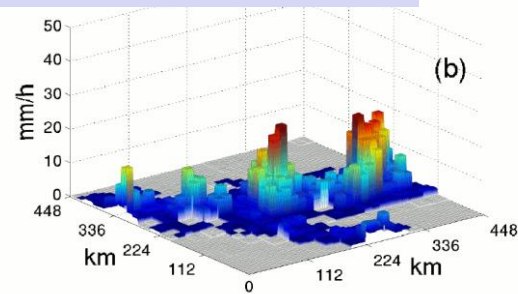
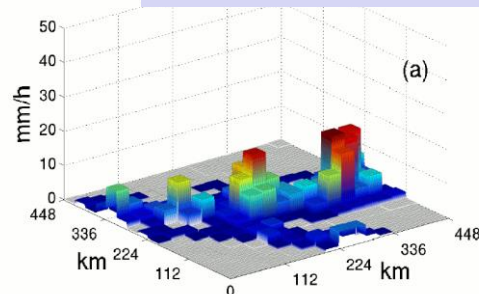
Previsione Meteorologica



Previsione Idrologica Deterministica

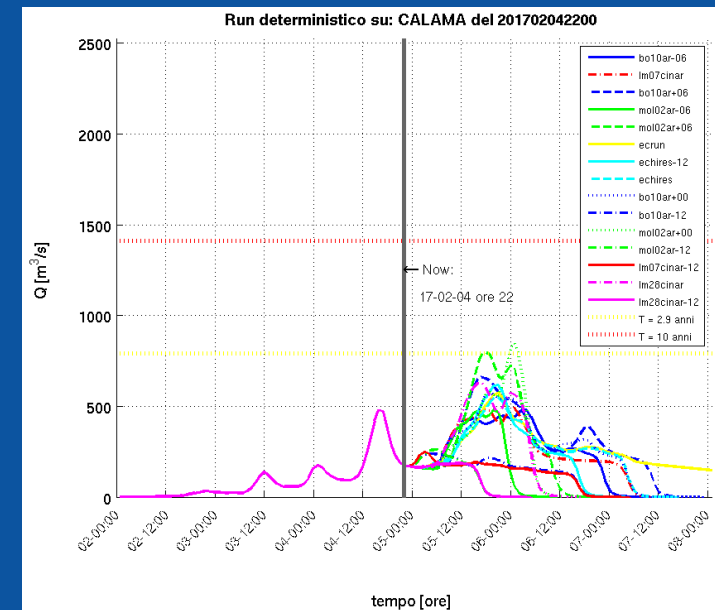
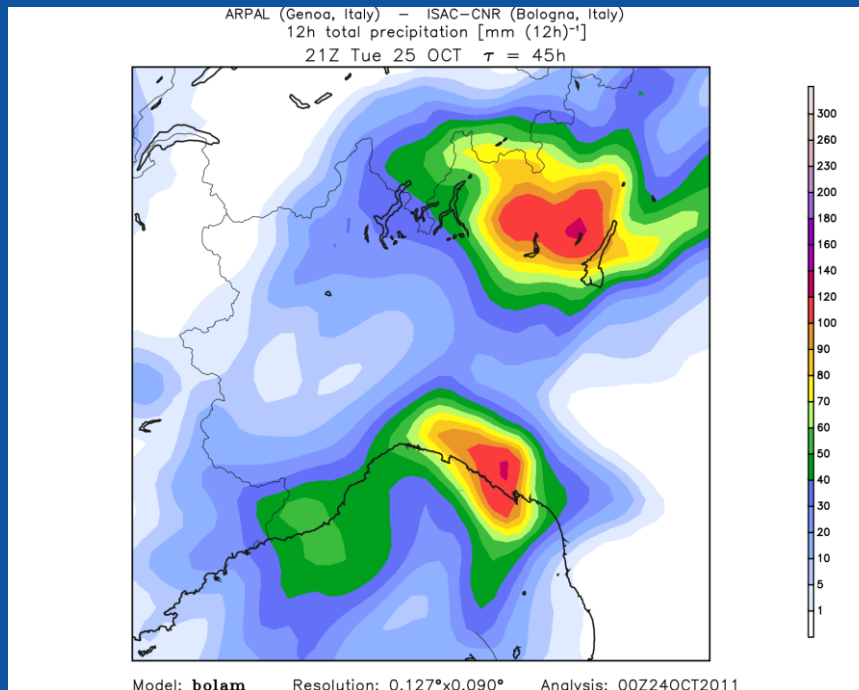


Previsione Idrologica Statistica



LA CATENA DI PREVISIONE METEO-IDROLOGICA

Previsione Idrologica Deterministica



Partendo dal campo di precipitazione previsto dai modelli meteorologici si ricava



la portata prevista in una determinata sezione del corso d'acqua

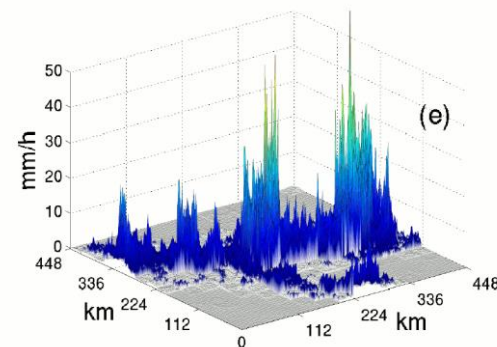
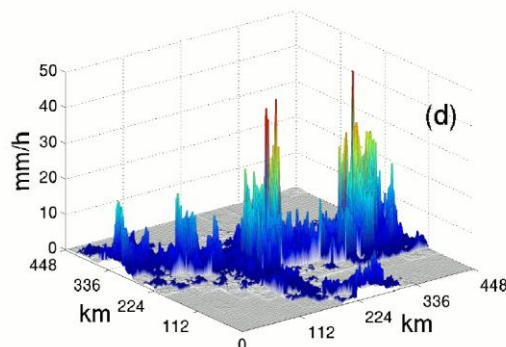
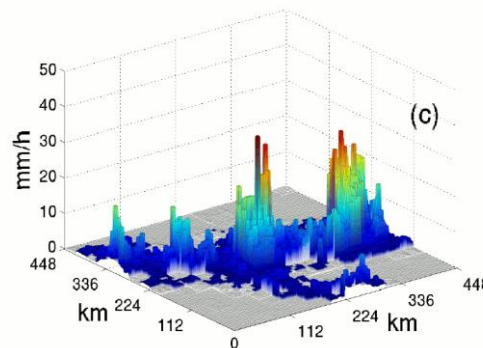
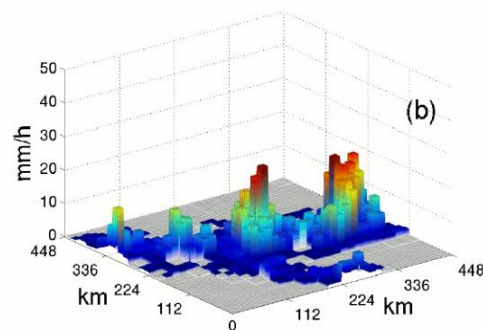
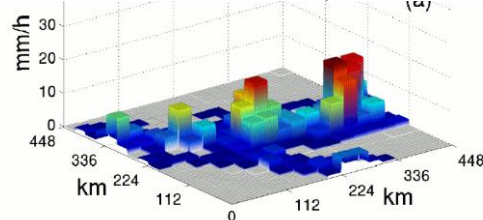
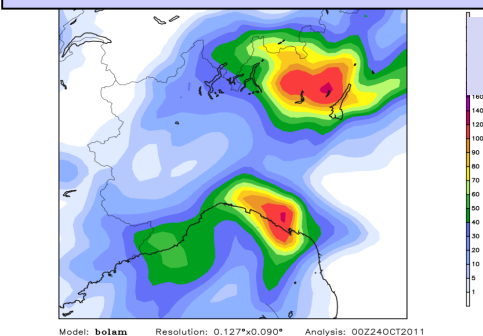
Previsione Idrologica Statistica

A partire dal campo di precipitazione previsto dai modelli meteorologici si ricavano centinaia di campi di pioggia sintetici (cioè generati numericamente) riportati a

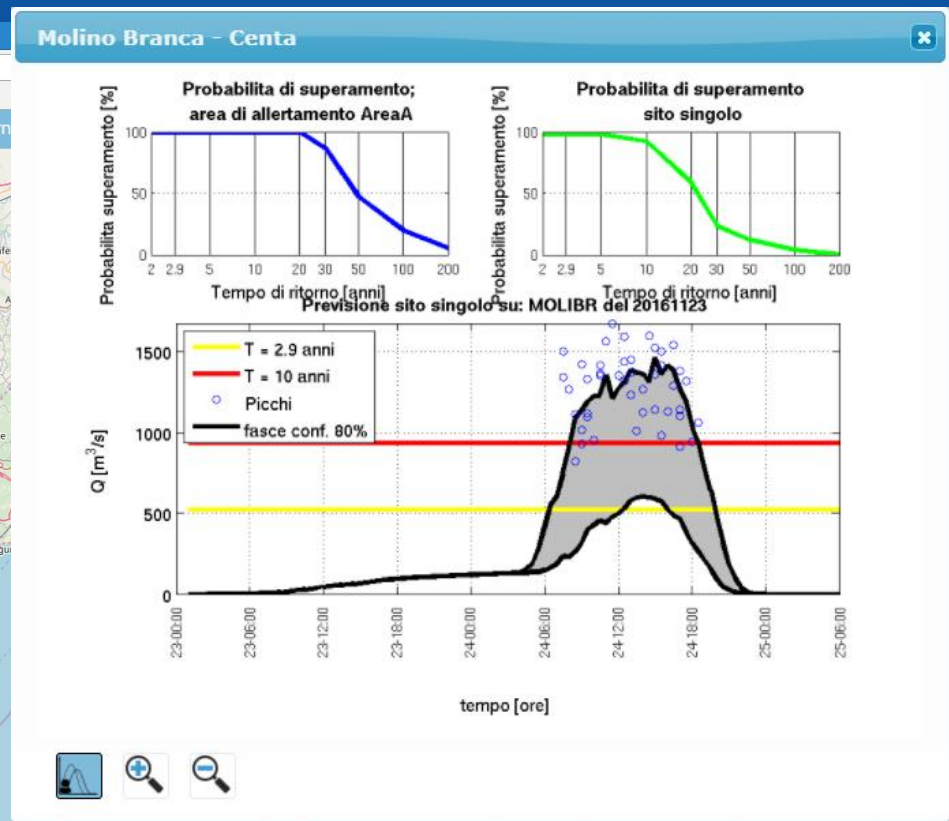
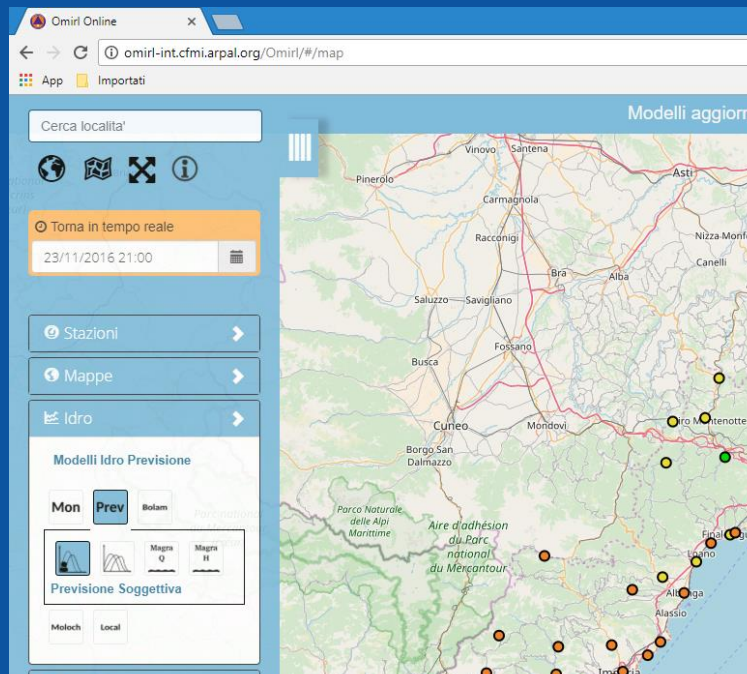
scale spazio-temporali coerenti con quelle dei bacini idrografici liguri

L'approccio probabilistico si concretizza attraverso il downscaling dell'informazione meteo a scala spazio/tempo tipica dell'idrologia ligure: RainFARM (Rainfall Filtered AutoRegressive Model) modello stocastico di disaggregazione che riproduce le caratteristiche dei campi di pioggia osservati a piccola scala (radar) ed è legato in modo semplice alle caratteristiche del campo di pioggia a larga scala, che si assume ben risolto dal modello meteo

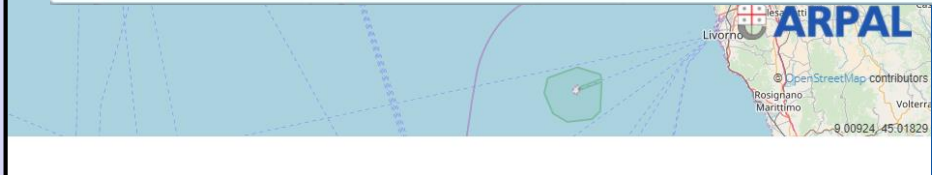
Questi campi, utilizzati come input indipendenti, forniscono altrettanti SCENARI EQUIPROBABILI di portate di piena



LA CATENA DI PREVISIONE METEO-IDROLOGICA



La previsione idrologica statistica di **downscaling** colma il gap di scale spazio-temporali tra modelli meteo e idro e consente di fare previsioni più realistiche per tipo di bacino e area



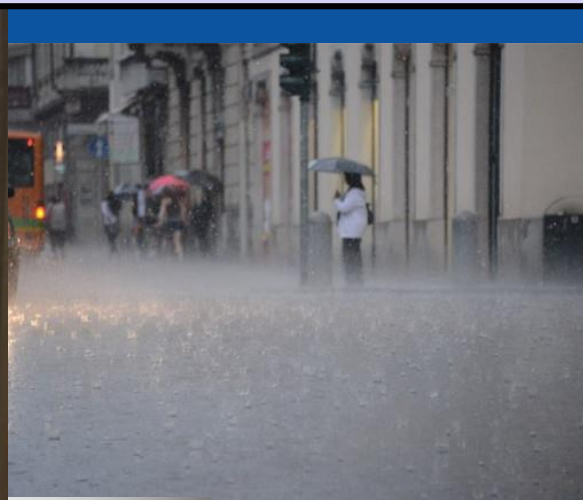
Il risultato della catena previsionale
meteo-idro consiste nell'indicazione di
uno **SCENARIO** di **CRITICITA'**
IDROLOGICA

Criticità GIALLA

Criticità ARANCIONE

Criticità ROSSA

Dagli scenari derivano le allerte



**EFFETTI
LOCALI**



**PERICOLO
OCCASIONALE**



Dagli scenari derivano le allerte



FENOMENI
DIFFUSI



PERICOLO



Genova, 9 ottobre 2014

Dagli scenari derivano le allerte



**EFFETTI
INGENTI**



**GRAVE
PERICOLO**



LA NUOVA MESSAGGISTICA DI ALLERTA



www.arpal.gov.it

Agenzia Regionale Protezione Ambiente. Centro Funzionale Meteo-Idrologico di Protezione Civile della Regione Liguria

BOLLETTINO DI VIGILANZA METEOROLOGICA REGIONALE per la REGIONE LIGURIA



EMISSIONE DEL : 10/09/2014 ORE: 09:11

www.allertaliguria.gov.it



Regione Liguria - Settore Protezione Civile

TRASMISSIONE MESSAGGIO DI ALLERTA IDROGEOLOGICA e/o NIVOLOGICA EMESSA IL: 09/06/2014 alle ore: 10:29 Comunicazione n° 1



www.arpal.gov.it

Agenzia Regionale Protezione Ambiente – U.O. Centro Funzionale Meteo-Idrologico di Protezione Civile della Regione Liguria

AVVISO di CRITICITÀ IDROLOGICA ⁽¹⁾ per la REGIONE LIGURIA



EMISSIONE DEL: 20/12/2016 ORE: 10:56

www.allertaliguria.gov.it



www.arpal.gov.it

Agenzia Regionale Protezione Ambiente – U.O. Centro Funzionale Meteo-Idrologico di Protezione Civile della Regione Liguria

AVVISO di CRITICITÀ IDROLOGICA per TEMPORALI ⁽¹⁾ per la REGIONE LIGURIA



EMISSIONE DEL: 20/12/2016 ORE: 11:32

www.allertaliguria.gov.it



www.arpal.gov.it



Centro Funzionale Meteo-Idrologico di Protezione Civile della Regione Liguria

MESSAGGIO DI MONITORAGGIO METEO-IDROLOGICO



EMISSIONE DEL: 11/12/2017 ORE: 20:28

www.allertaliguria.gov.it



ARPA

Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente ligure

LA CATENA OPERATIVA



**Previsione meteo
Centro Funzionale**



**Previsione idrologica
Centro Funzionale**



**Allerta
Emanazione: Centro
Funzionale**



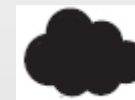
**Diffusione:
Protezione Civile
Regione Liguria**



**Monitoraggio Centro
Funzionale**



**Fasi Operative
Protezione Civile
Regione Liguria**



*In caso di rischio
idrologico-idraulico*



Allerta
Gialla

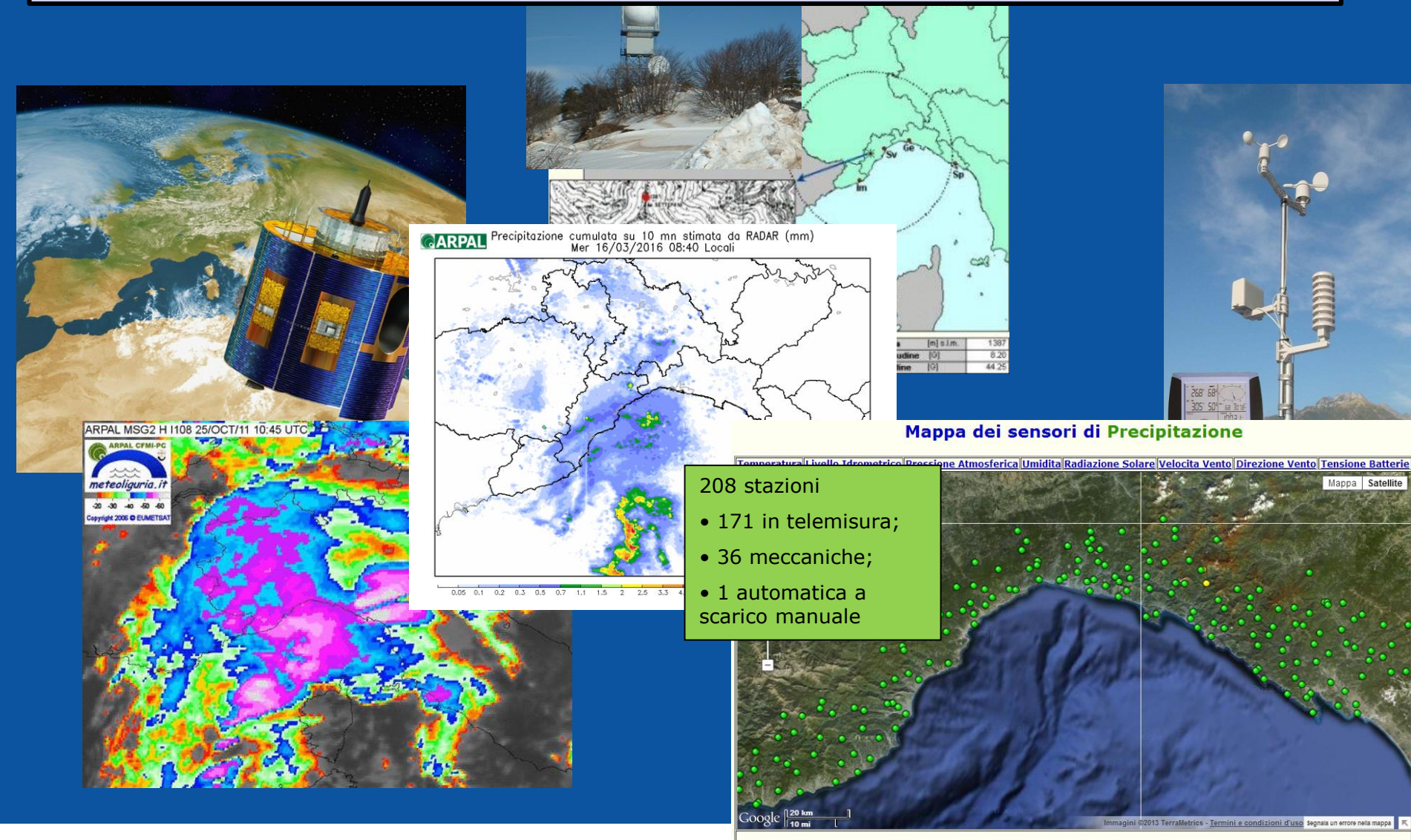
Allerta
Arancione

Allerta
Rossa



Monitoraggio – Presidio SOR

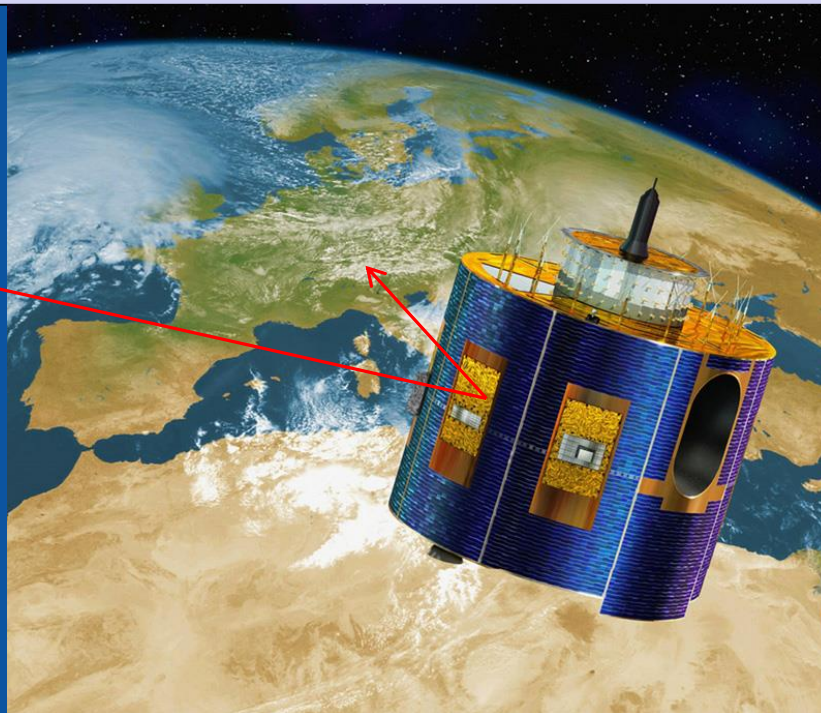
MONITORAGGIO strumentale regionale



MONITORAGGIO: I SATELLITI



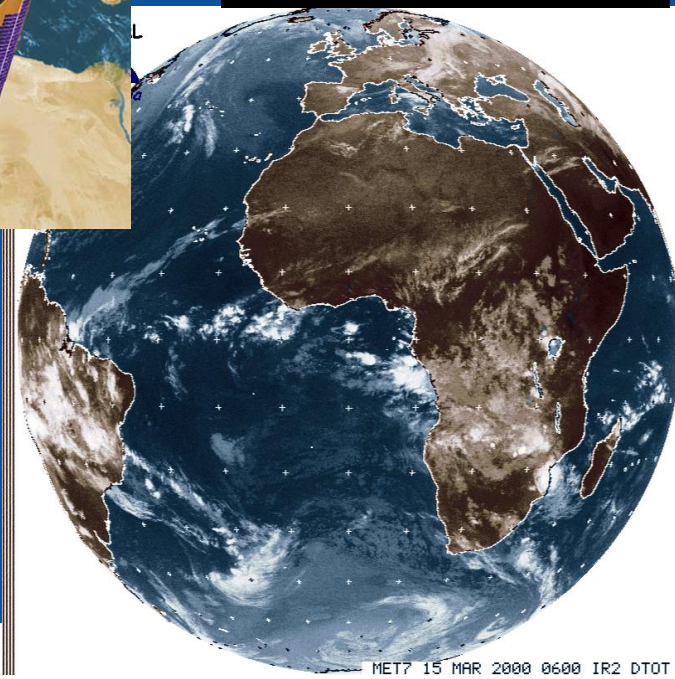
MONITORAGGIO: METEOSAT SECOND GENERATION



distanza dalla superficie terrestre: 36.000 km

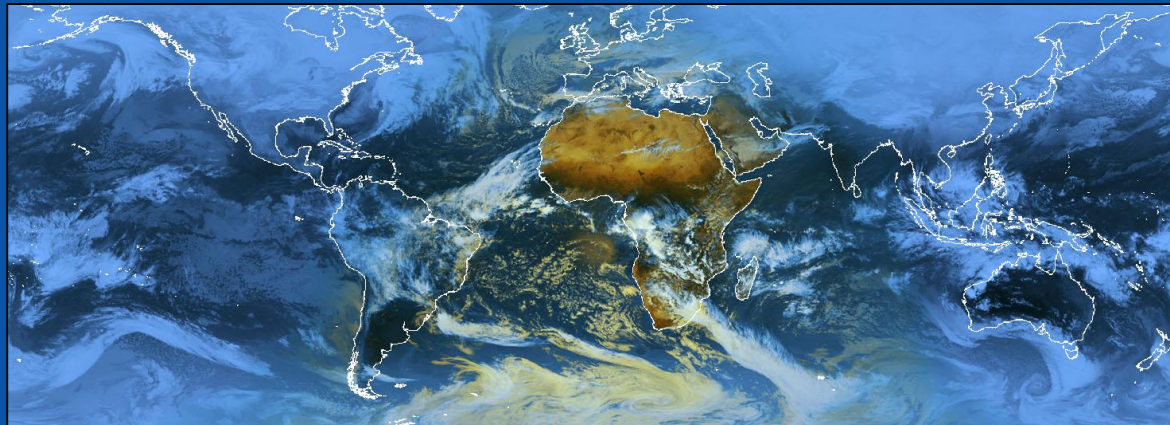
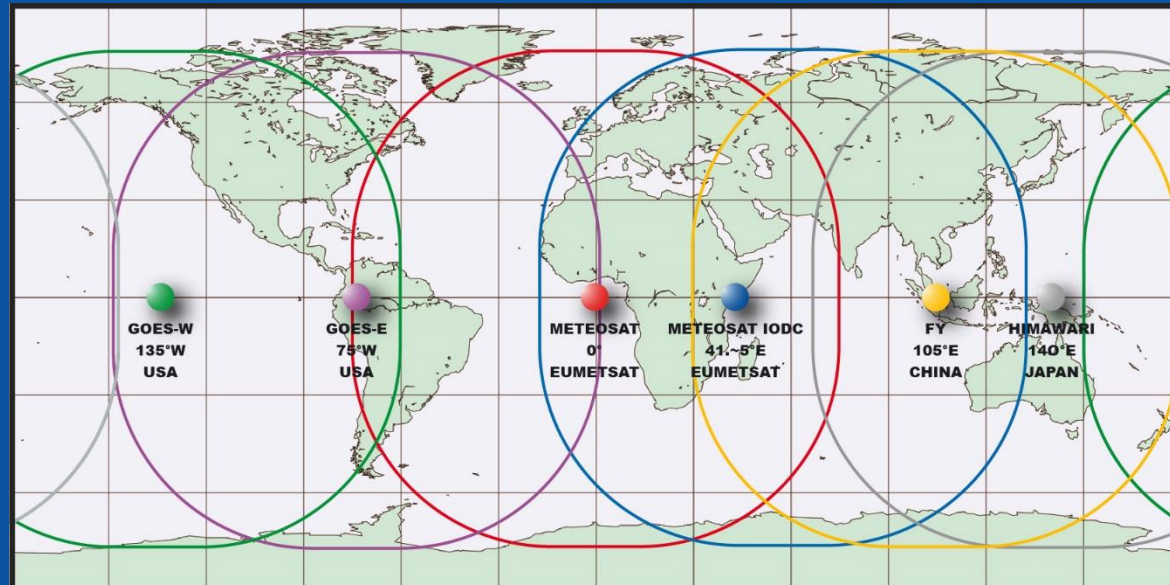
risoluzione spaziale: 1-3 km circa

copertura temporale: 1 immagine ogni 15
minuti



MONITORAGGIO: METEOSAT SECOND GENERATION

Uno svantaggio dei satelliti geostazionari è l'essere posizionati ad alta quota con limitazioni della risoluzione spaziale delle immagini. Un altro svantaggio dei satelliti geostazionari è la copertura geografica incompleta. Sono ciechi oltre i 65° e quindi non sono utili per l'osservazione dei poli



Canali MSG

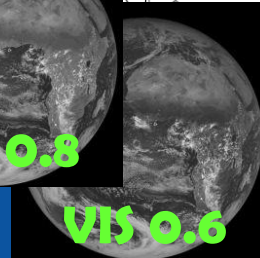
**ozone
lower
strat**



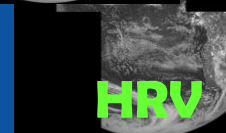
IR 9.7



VIS 0.8



VIS 0.6



HRV

**cloud detection,
cloud tracking,
scene identification,
land surfaces,
vegetation indices**

**split-window thermal
infrared channels, temp of
cloud/ surface, cloud
tracking, atmospheric winds,
atmospheric instability**



IR 12.0



IR 10.8

**thin cirrus clouds,
ice vs water clouds.**



IR 8.7

**Snow vs cloud, ice vs
water clouds, aerosol**



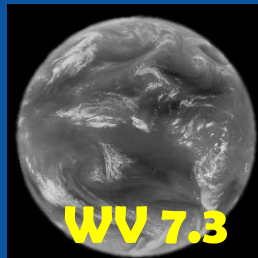
NIR 1.6

**CO2 absorption,
atmospheric
instability,
lower trop temp,
atm motion**

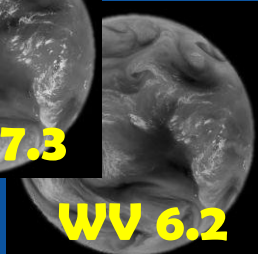


IR 13.8

**mid and low
atm Water
Vapour, tracers
for
atmospheric
winds.**

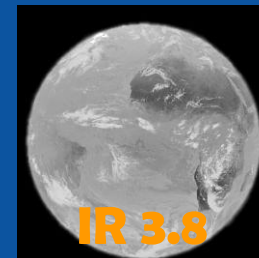


WV 7.3



WV 6.2

**low cloud;
@night:: fog and
land/sea temp., forest
fires, low level atm
motion vectors over
sea.**



IR 3.8

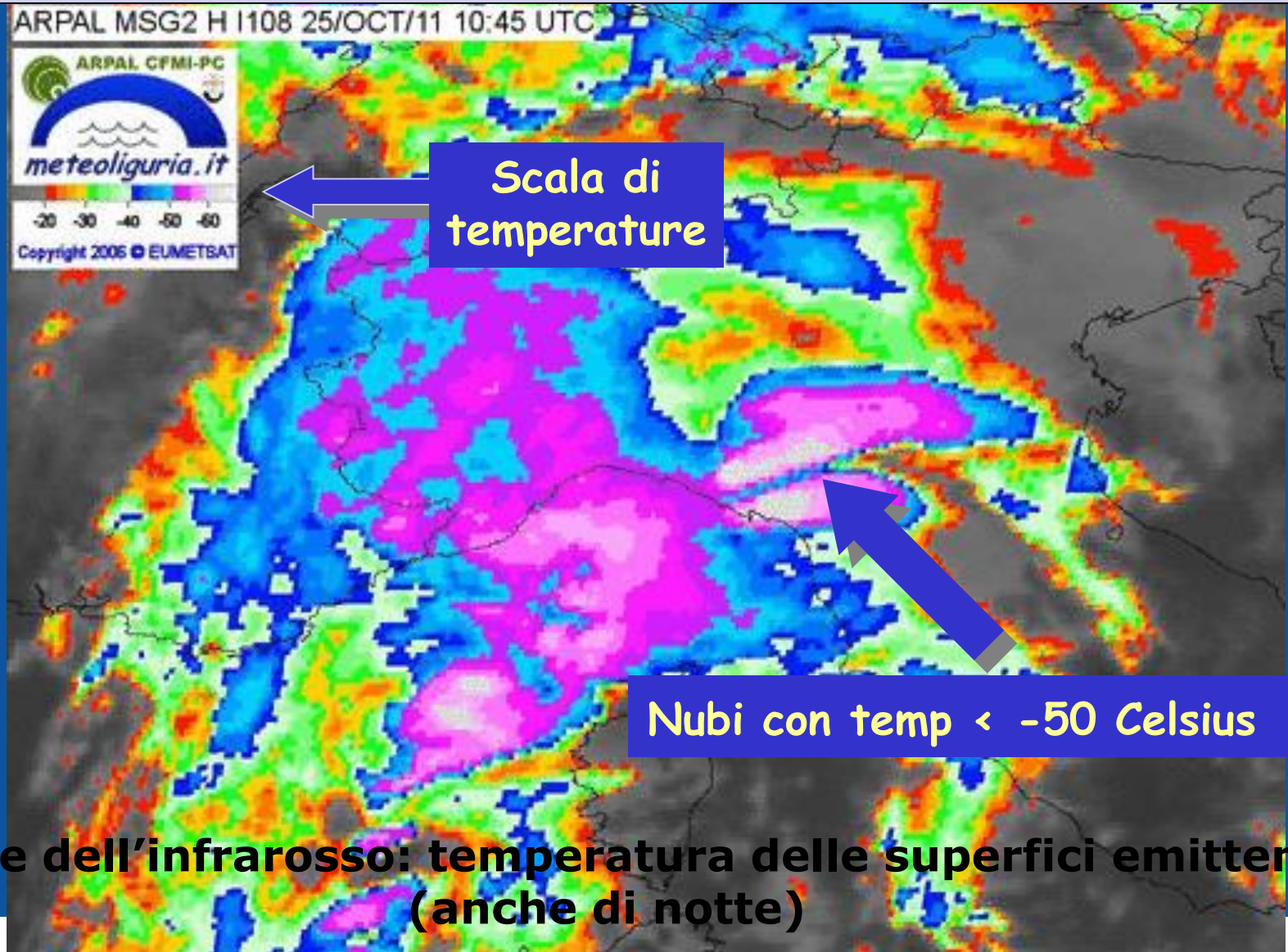
MONITORAGGIO: METEOSAT SECOND GENERATION

ARPAL MSG3 H HRV 19/JUN/13 13:30 UTC

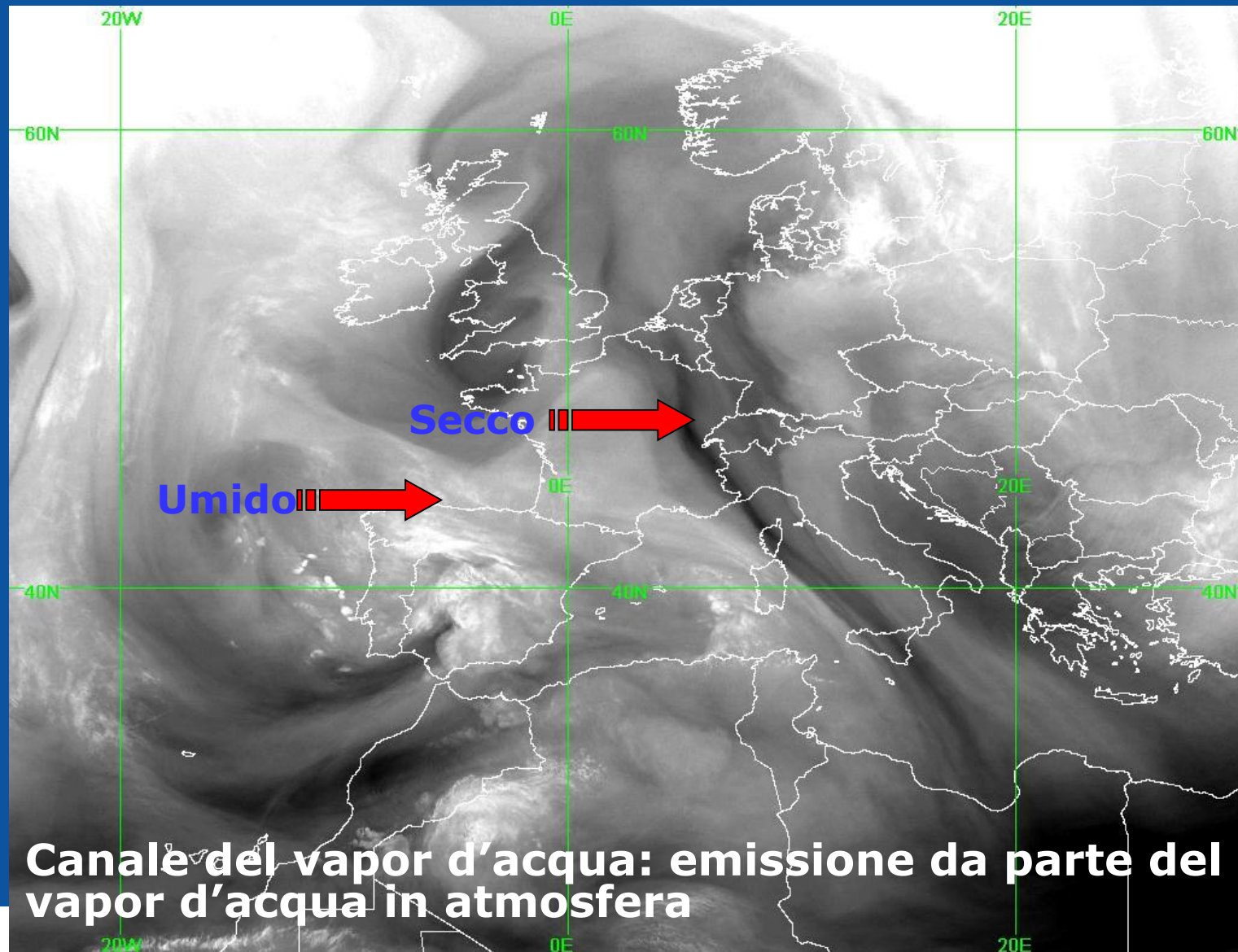


Canale del visibile: radiazione solare riflessa

MONITORAGGIO: METEOSAT SECOND GENERATION



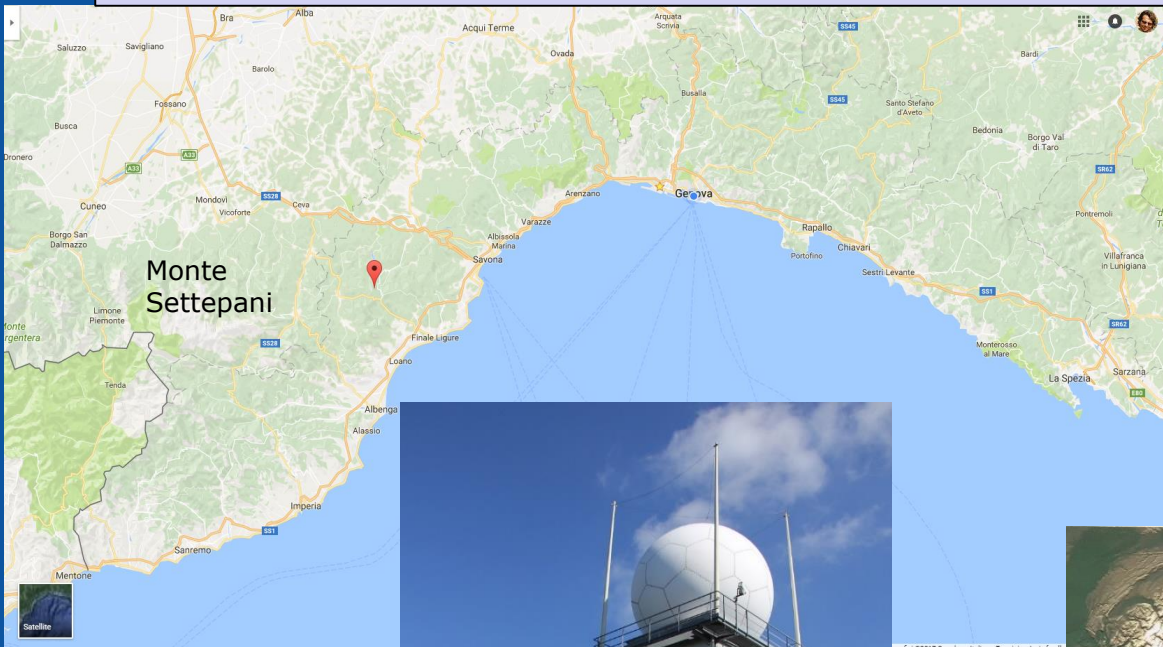
MONITORAGGIO: METEOSAT SECOND GENERATION



MONITORAGGIO: RADAR METEOROLOGICO



MONITORAGGIO: RADAR METEOROLOGICO



Il radar meteorologico di Monte Settepani, di proprietà congiunta delle regioni Liguria e Piemonte, è un radar GPM250C, in banda C, doppler, polarimetrico.

E' installato alla quota di circa 1400 metri s.l.m (latitudine 44.247, longitudine 8.199).

Il sistema di trasmissione e ricezione dei dati in tempo reale è di tipo a ponte radio.





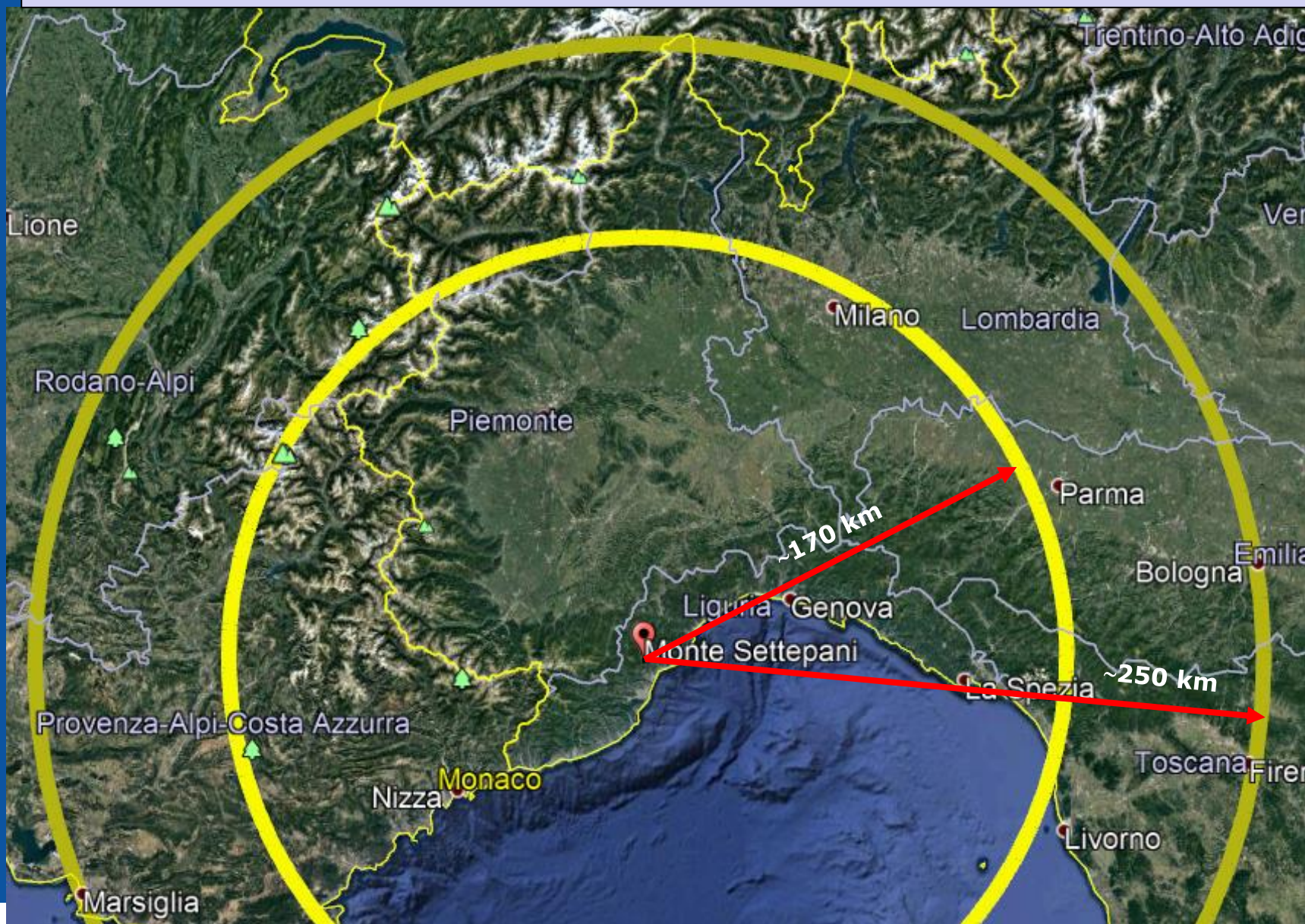
ARPAL

Agenzia regionale

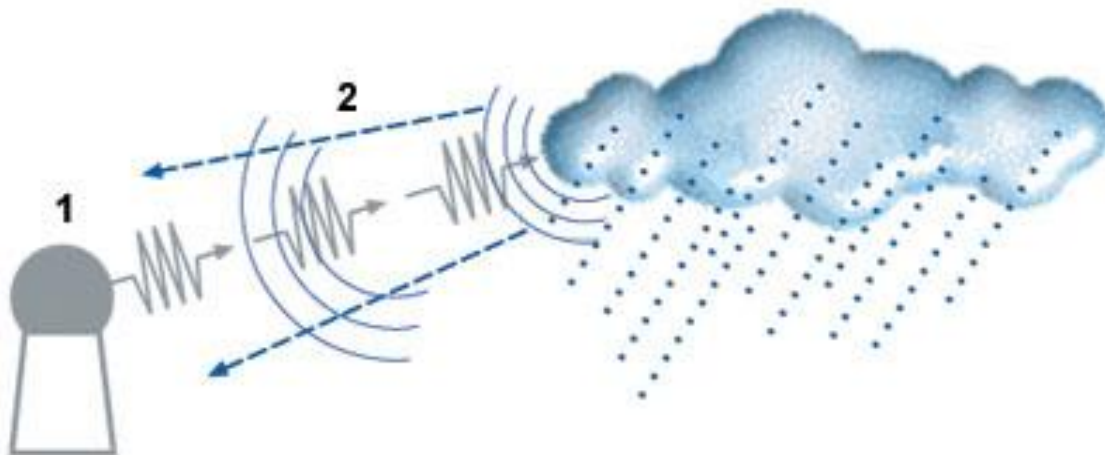


Sistema Nazionale
per la Protezione Civile

MONITORAGGIO: RADAR METEOROLOGICO

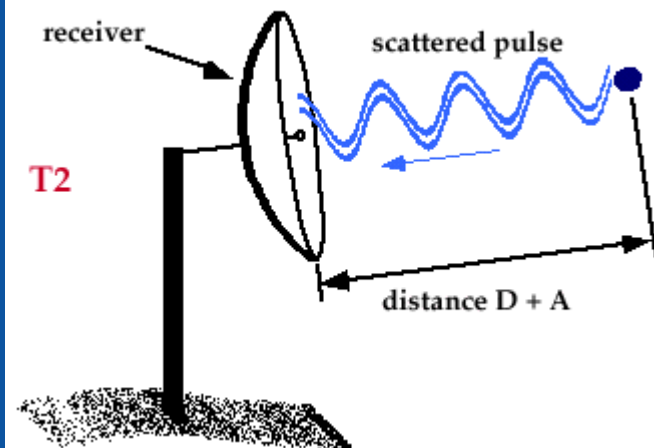
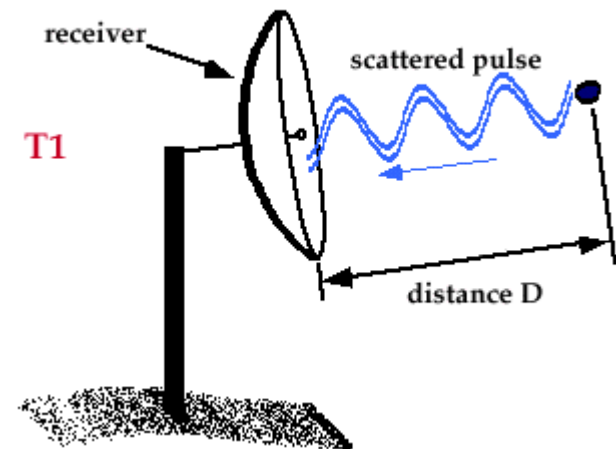


MONITORAGGIO: RADAR METEOROLOGICO

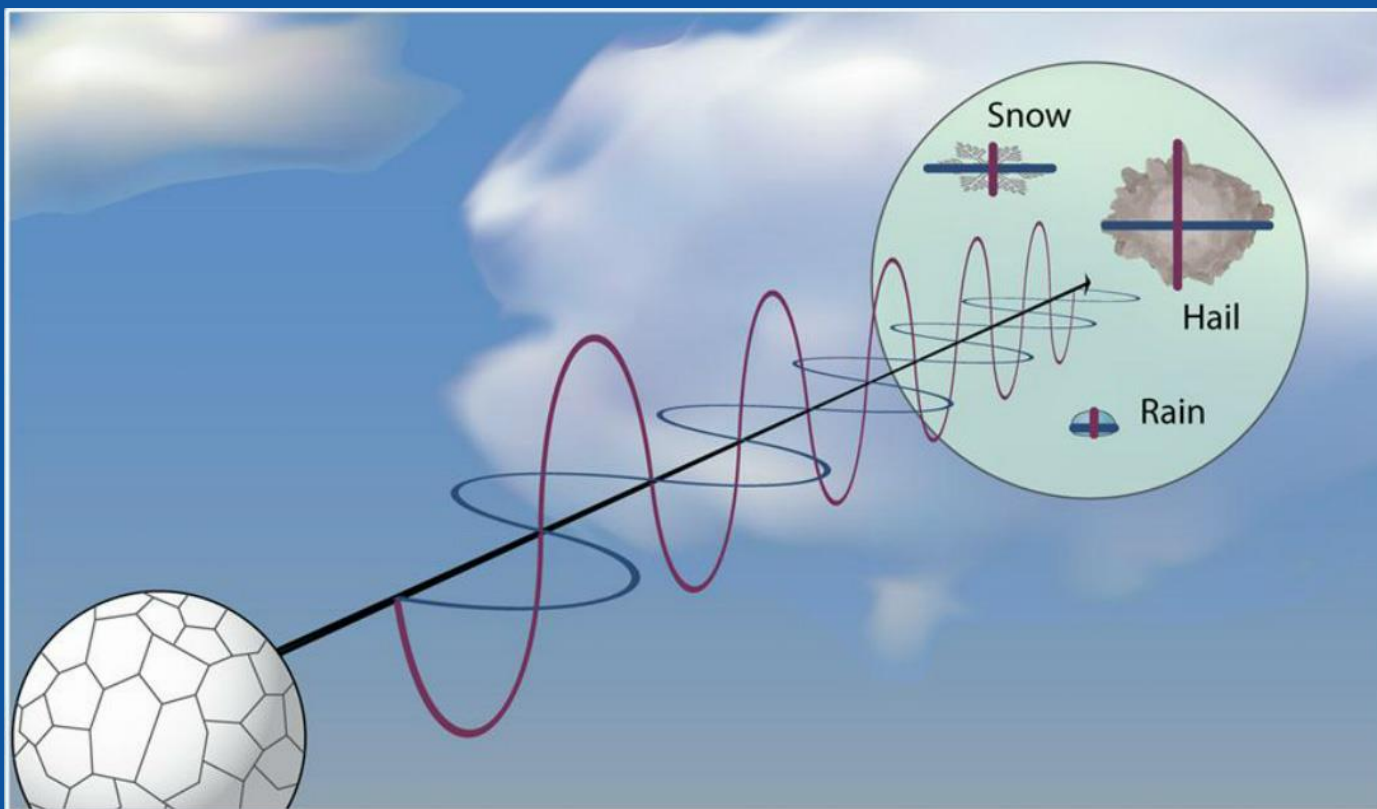


Radar “doppler” significa che è in grado di misurare, attraverso l’elaborazione della fase del segnale, la componente radiale della velocità e la sua varianza.

Conoscendo lo sfasamento, la lunghezza d'onda e l'intervallo di tempo da T1 a T2, è possibile calcolare la velocità con cui il bersaglio si è spostato verso o lontano dal radar

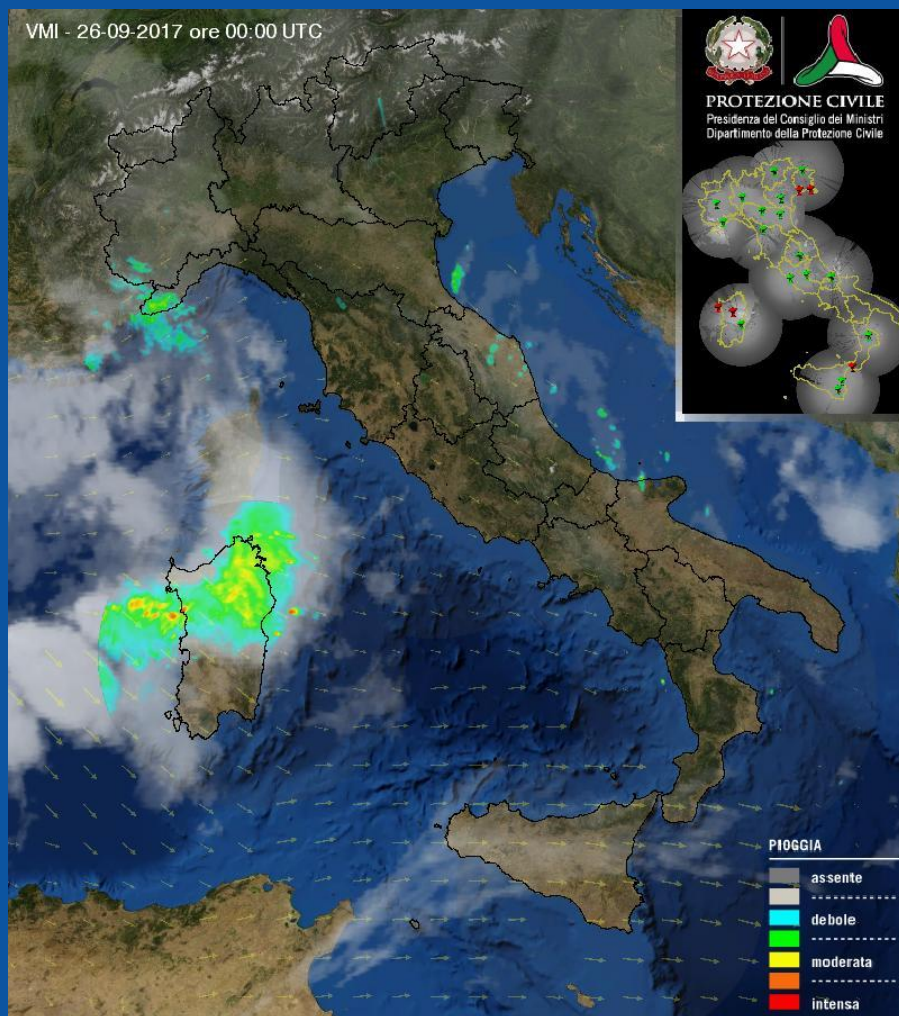


MONITORAGGIO: RADAR METEOROLOGICO

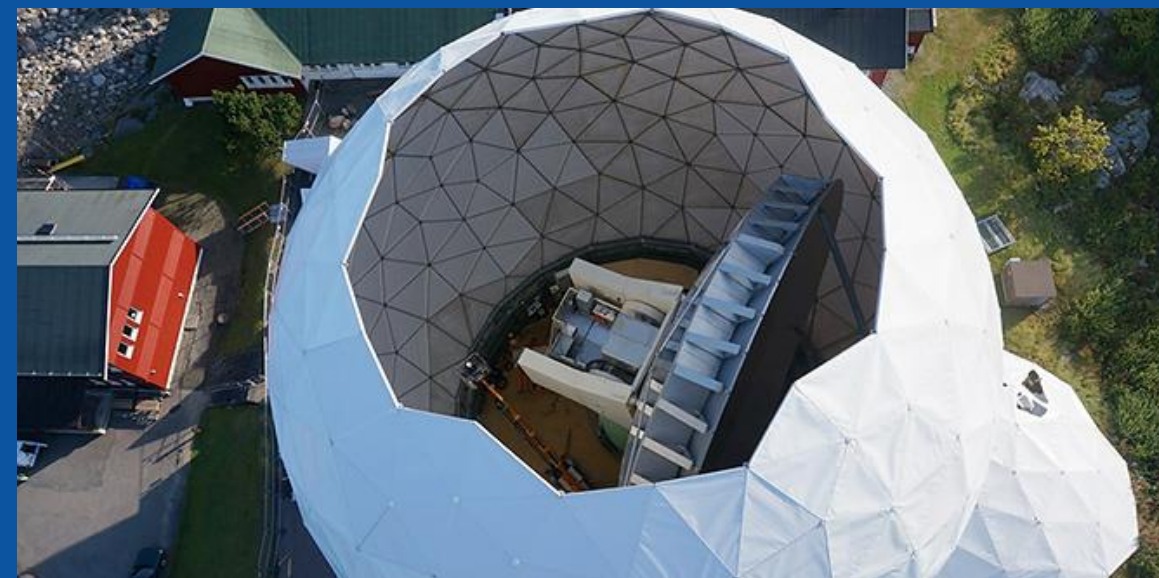


Radar “polarimetrico” significa che il segnale elettromagnetico emesso non è polarizzato solo orizzontalmente (come nei comuni radar meteorologici) ma anche verticalmente: questo permette di avere a disposizione una serie di grandezze che danno la possibilità di ottenere una descrizione più dettagliata delle idrometeore osservate e di effettuare una stima più precisa dell'intensità di precipitazione.

MONITORAGGIO: RADAR METEOROLOGICO



RADAR METEOROLOGICO: RADOME



Un **radome** (parola composta da **radar** e **dome**) è una struttura usata per proteggere le antenne dalle condizioni meteorologiche avverse (come vento, pioggia, sabbia, raggi ultravioletti, ghiaccio, etc.) e/o per nascondere l'equipaggiamento elettronico usato per l'antenna. Una struttura di tipo radome si distingue da altre strutture per il materiale usato nella costruzione (tipicamente materiali dielettrici) che permette la propagazione di segnali elettromagnetici non attenuati fra l'antenna all'interno della struttura e l'equipaggiamento esterno.

Essi proteggono inoltre il personale che lavora nei dintorni evitando che possa essere colpito accidentalmente dall'antenna in movimento.

I radome possono essere costruiti in varie forme (sferica, a cupola geodetica, planare, etc.) e, a seconda della particolare applicazione a cui devono essere destinati, può essere impiegato vario tipo di materiale per la costruzione (fibra di vetro, PTFE, polifenilene, etc.)

RADAR METEOROLOGICO: SHELTER



RADAR METEOROLOGICO: LA PIOGGIA

L'importanza del termine di riflettività sta nel fatto che tale termine è legato, in maniera empirica, alla quantità d'acqua che cade.

La riflettività Z è proporzionale alla precipitazione secondo la relazione empirica:

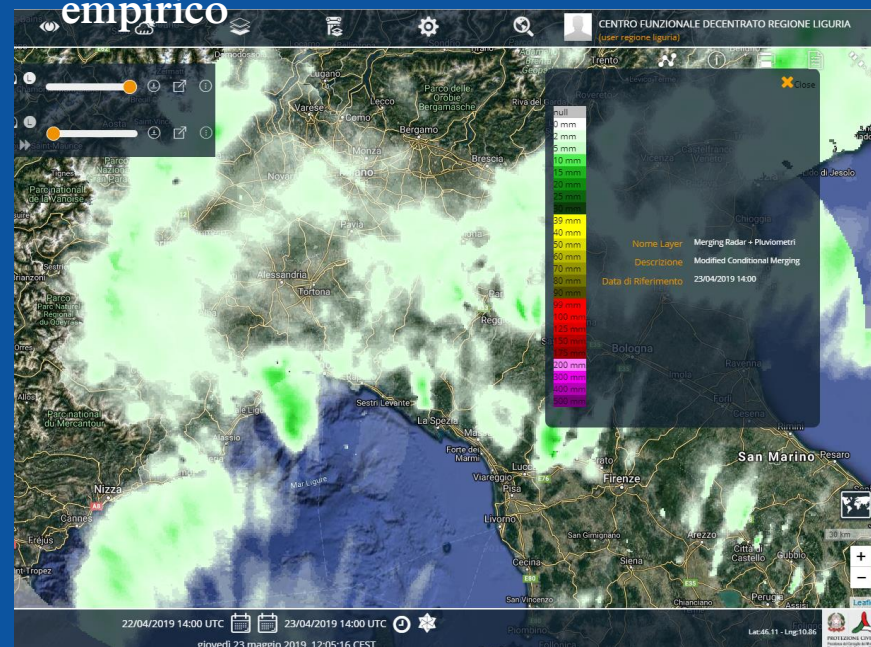
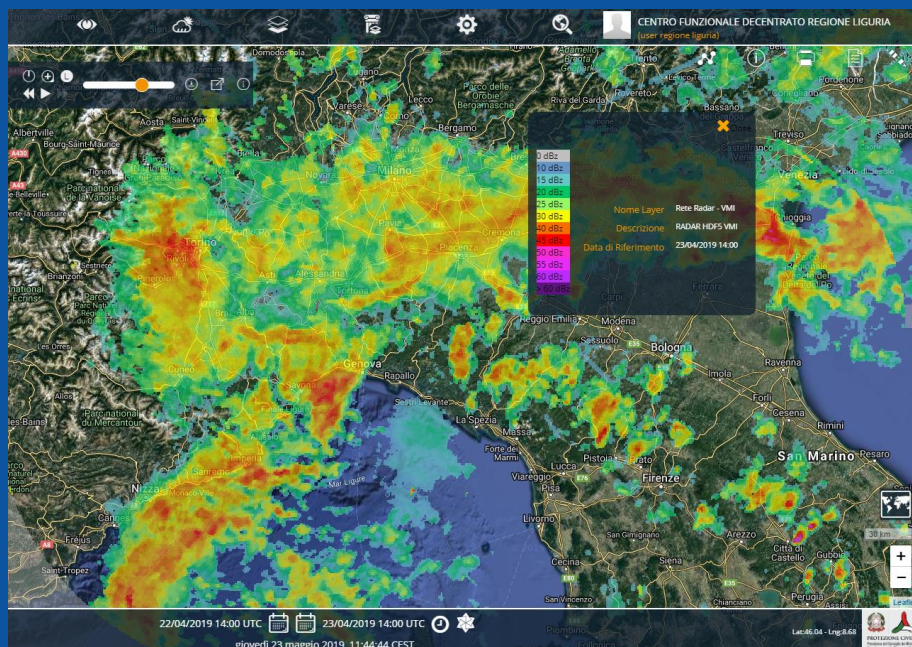
$$Z = aR^B$$

dove:

R rainfall rate (pioggia)

a, B coefficienti di tipo

empirico

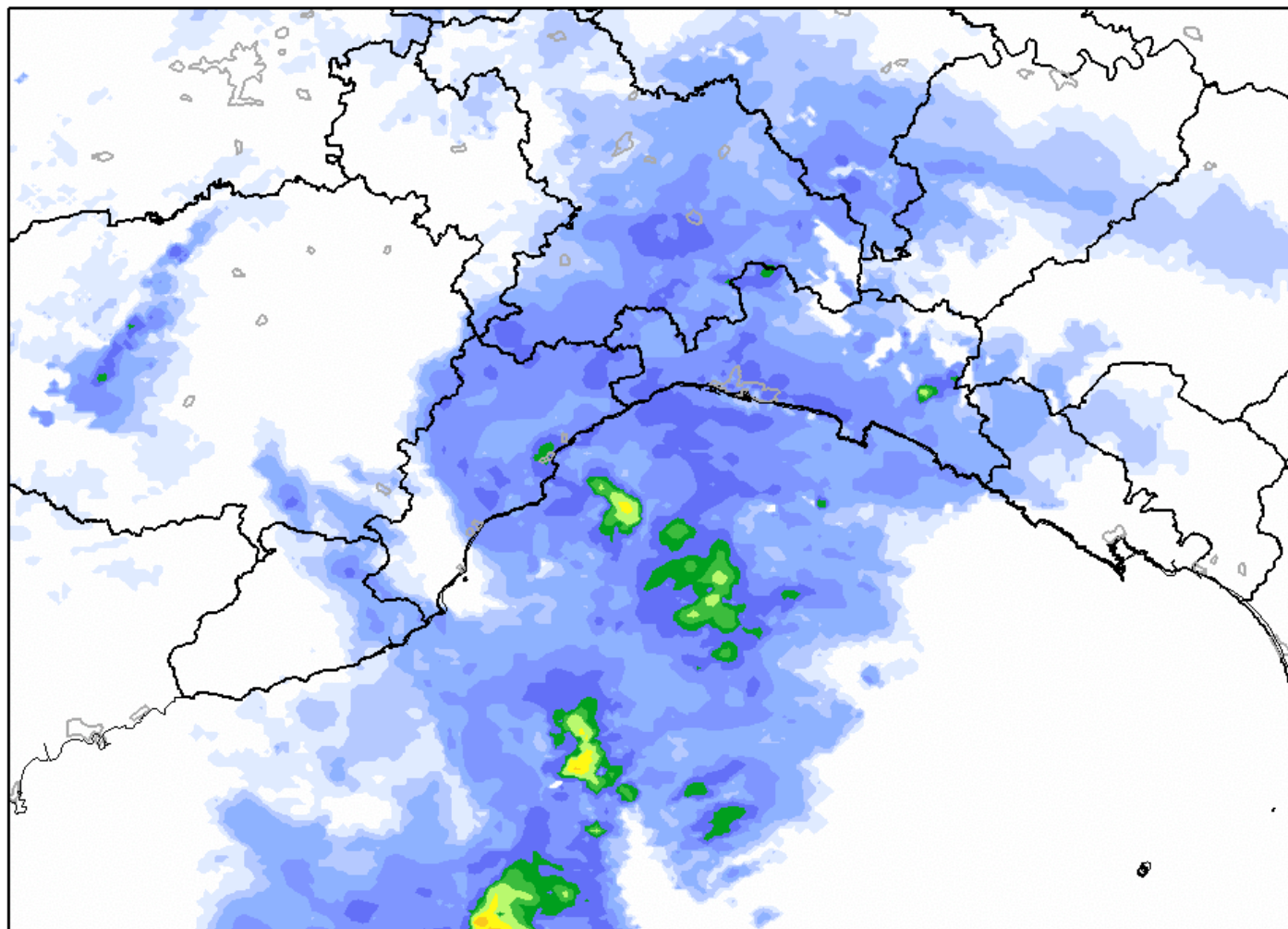


il radar meteorologico stima la precipitazione, non la misura

RADAR METEOROLOGICO: PRODOTTI



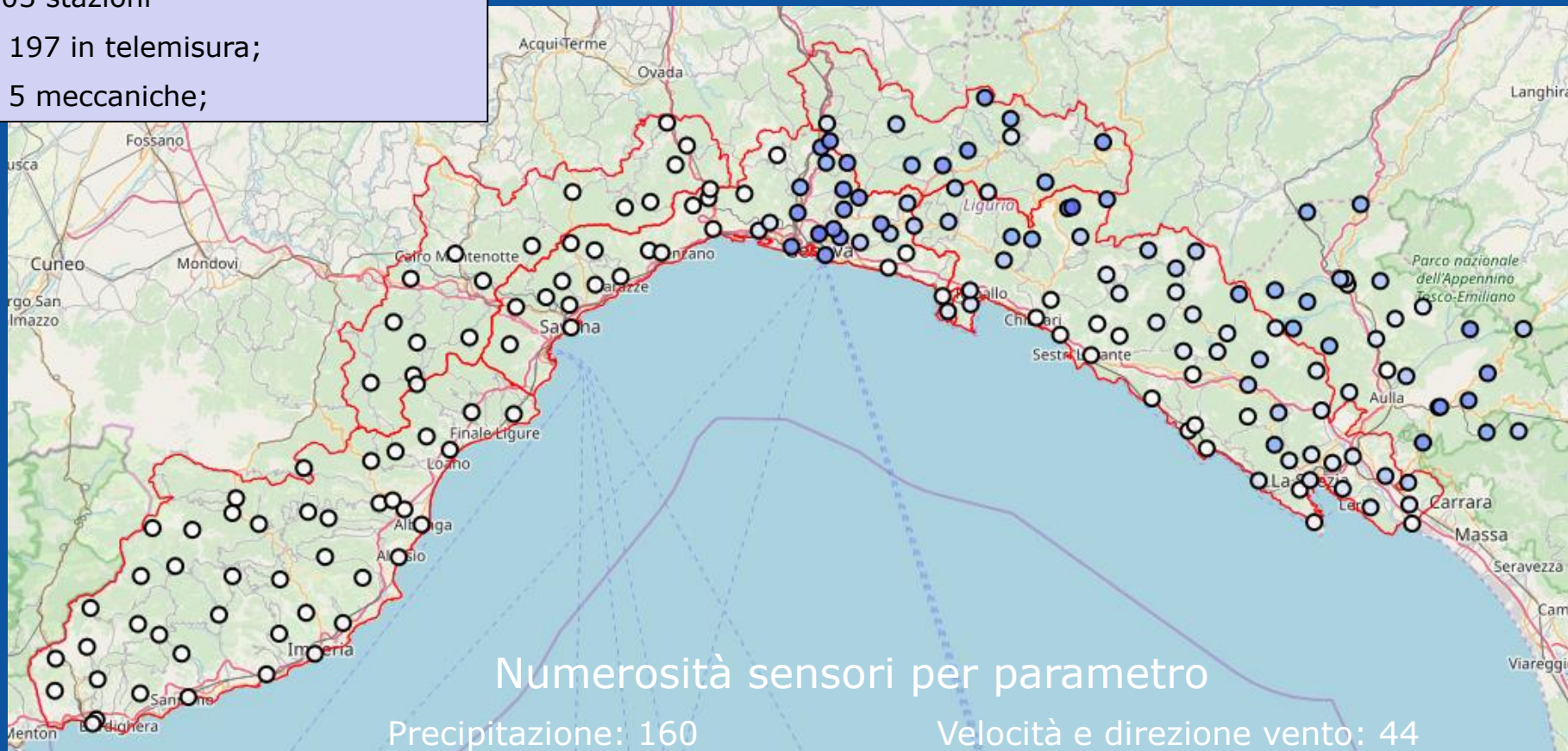
Precipitazione cumulata su 10 mn stimata da radar (mm)
Sab 09/09/2017 17:50 Locali



MONITORAGGIO: RETE OMIRL

203 stazioni

- 197 in telemisura;
- 5 meccaniche;



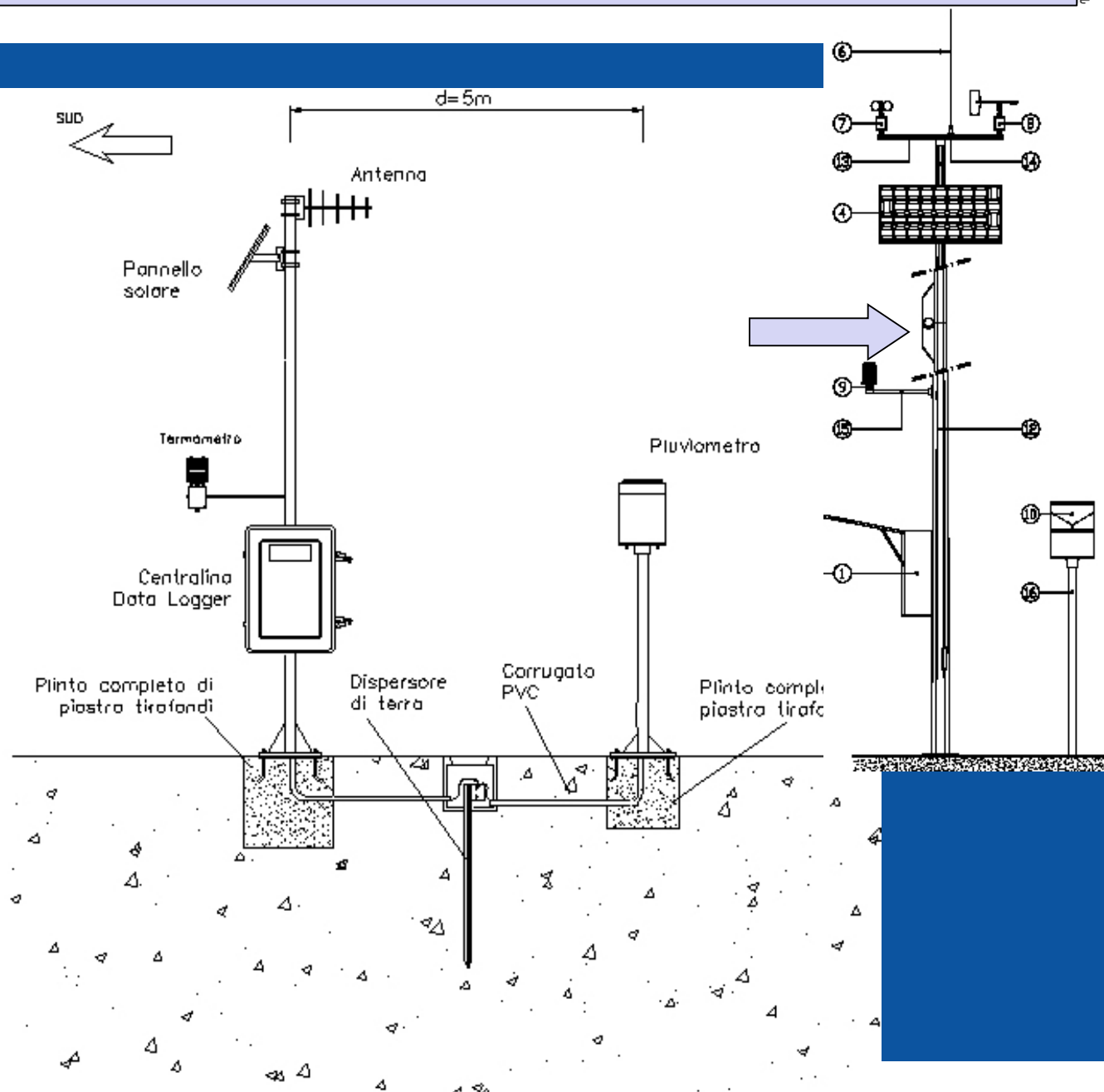
Numerosità sensori per parametro

Precipitazione: 160
Temperatura: 139
Umidità relativa: 70
Pressione atmosferica: 9
Radiazione solare globale: 25

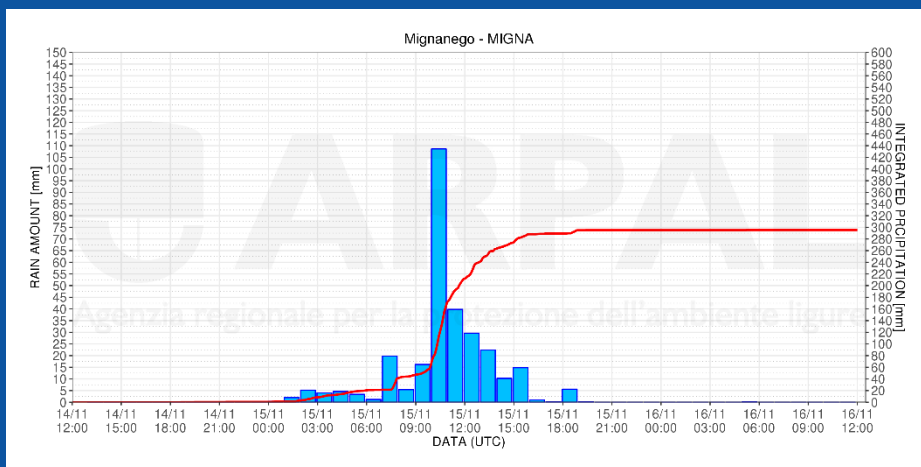
Velocità e direzione vento: 44
Livello idrometrico: 44
Altezza della neve: 7
Bagnatura fogliare: 17
Altezza Onda: 1

MONITORAGGIO: STAZIONE TERMO-PLUVIO

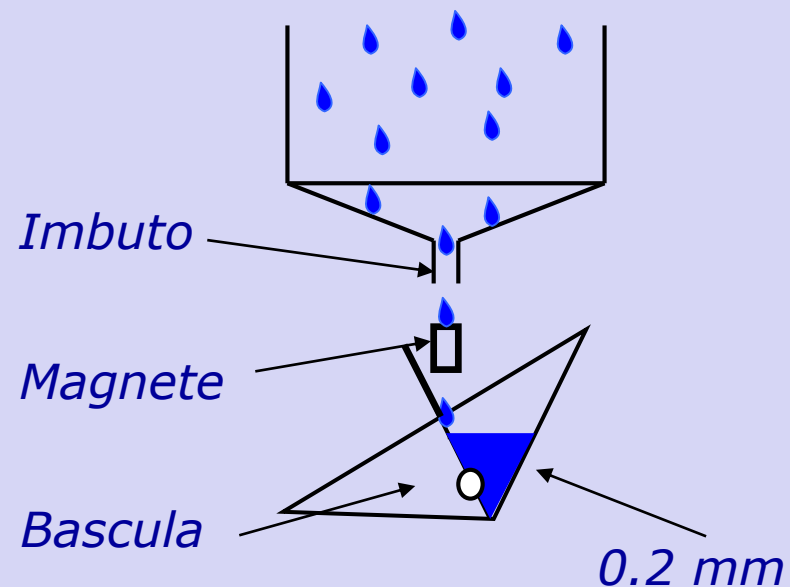
Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente figure



Definizioni: la misura della pioggia



La pioggia contenuta in
 un volume prefissato



La misura della pioggia
 consente di determinare le
intensità [mm/h] e le
 altezze **cumulate** [mm] delle
 precipitazioni atmosferiche

MONITORAGGIO: COSA MISURA UN PLUVIOMETRO

Imbuto del pluviometro



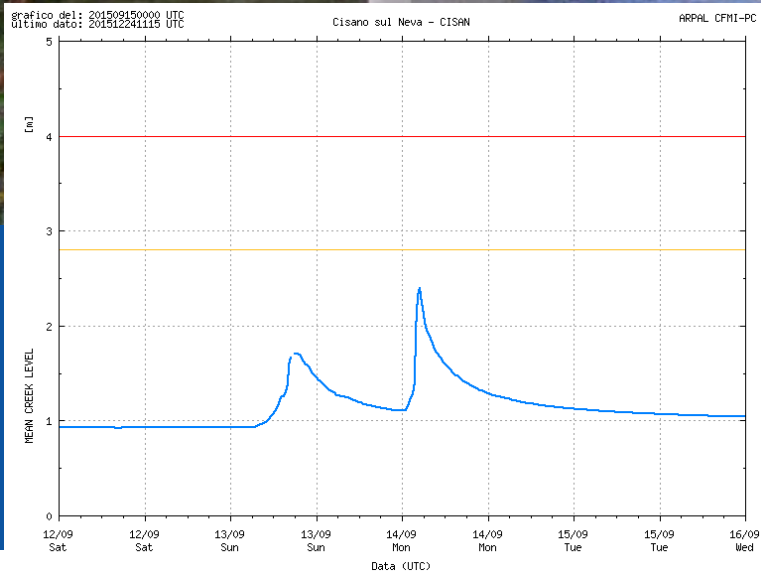
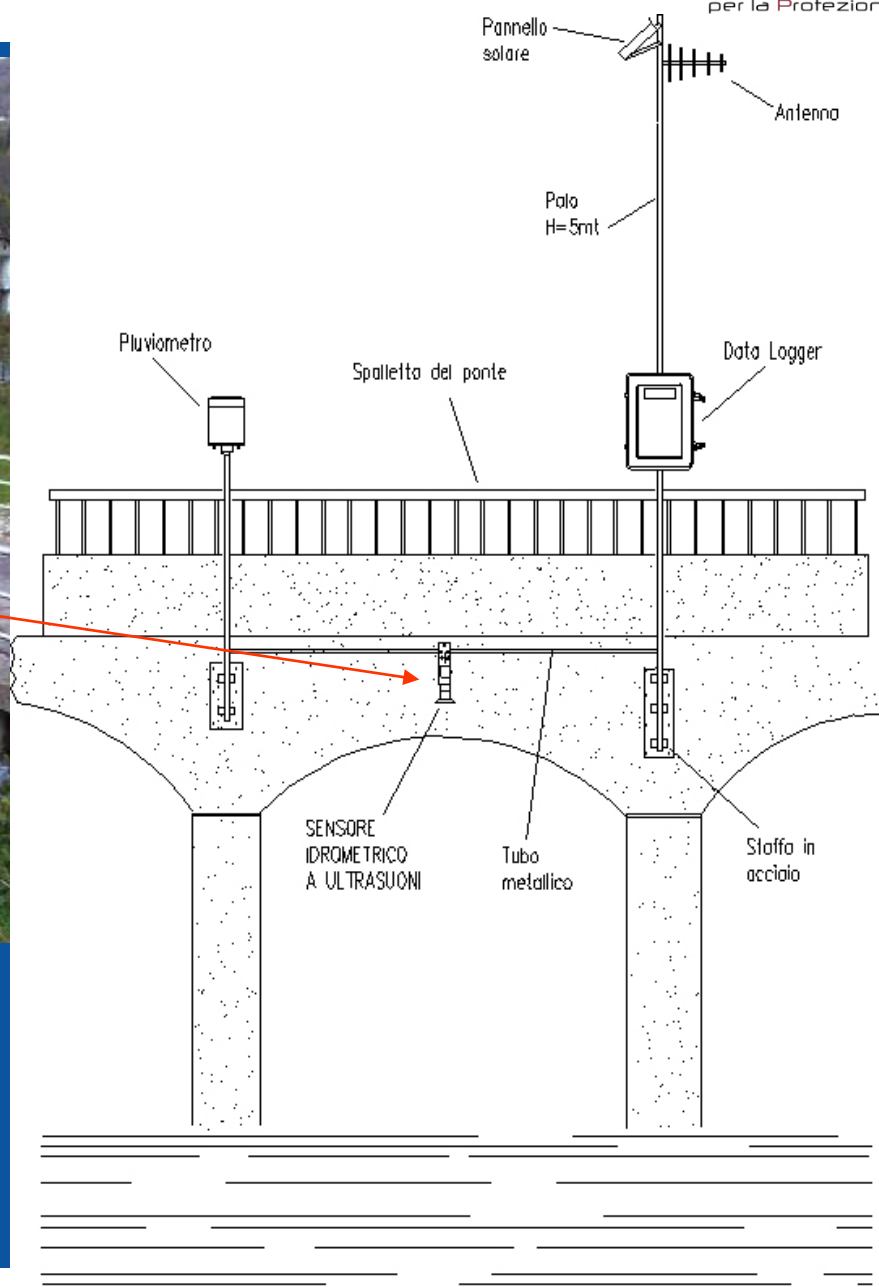
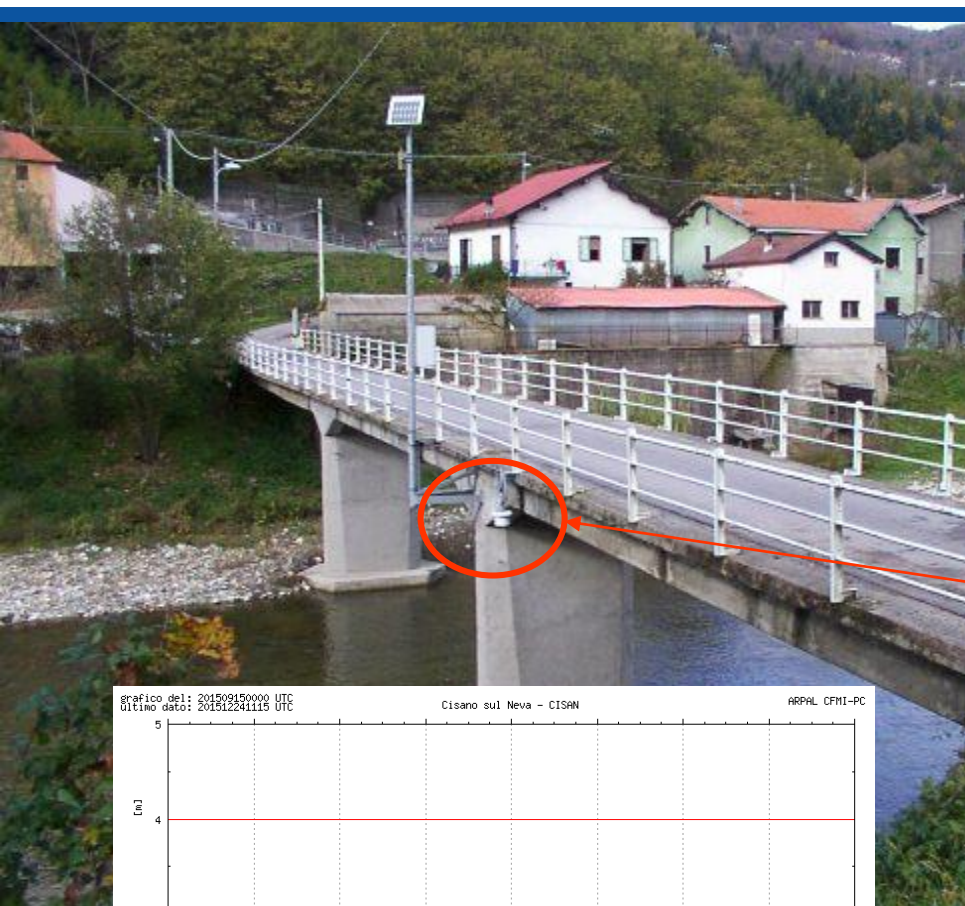
Meccanismo a bascula



MONITORAGGIO: STAZIONE IDRO-PLUVIO

Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente figure

per la Protezione
te



Sensore
piezometrico



Sensore a
ultrasuoni



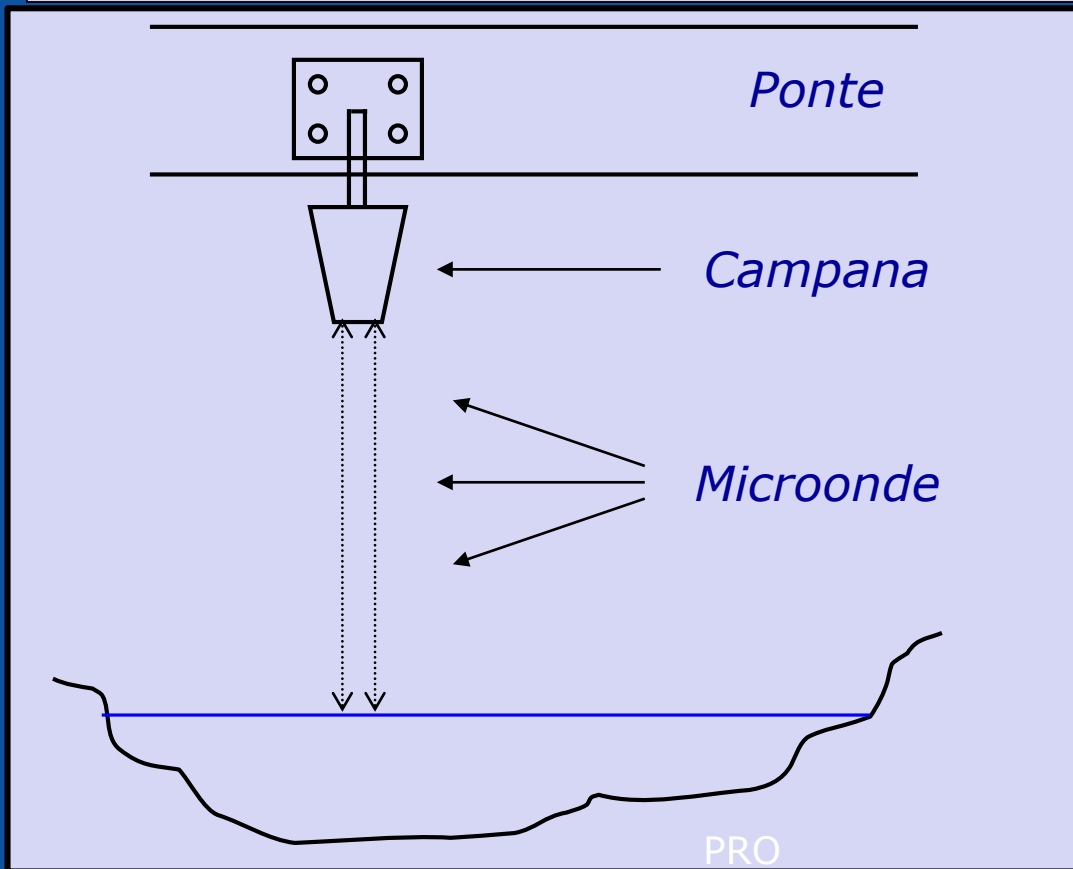
Sensore a
bollicine



Sensore
radar



MONITORAGGIO: IDROMETRO RADAR



registra l'andamento del livello
idrometrico nel tempo
non è a diretto contatto con l'acqua
le microonde non risentono dei
cambiamenti di umidità e temperatura



CONTRO:
se la struttura sulla quale è
montato viene divelta...
molto sensibile alla posizione in
cui è installato (**se messo male
funziona male!**)

MONITORAGGIO: RETE OMIRL

In ogni centralina: *datalogger* con DOPPIA trasmissione:

- **GPRS** (ogni 10 minuti circa)
- **Radio** in backup (ogni 30 minuti circa)

Trasmissione
via **GPRS** (())



Centralina

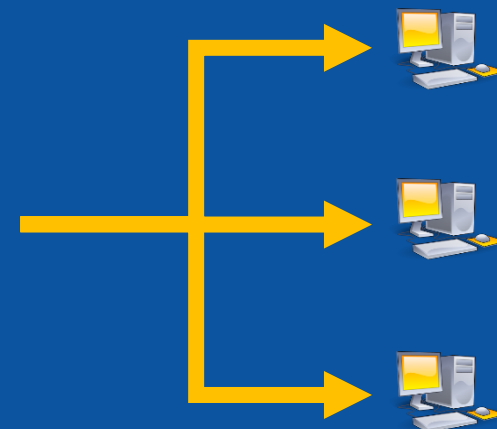


Trasmissione
via **radio**

4 master + 12 submaster



**Accentratore e
DB presso il CF**



**PC Client,
visualizzatori**

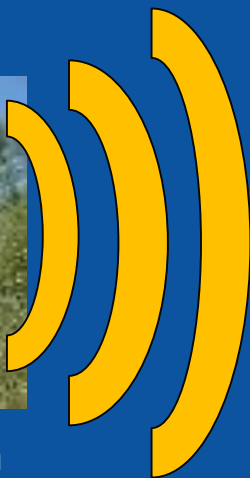
Attualmente GPRS su tutte le centraline, con backup radio completo

MONITORAGGIO: ALLARMI RETE OMIRL

Al superamento di soglie prefissate pluvio-idrometriche
parte telefonata, sms, mail al reperibile di turno



Centralina



**Accentratore e
DB presso il CF**



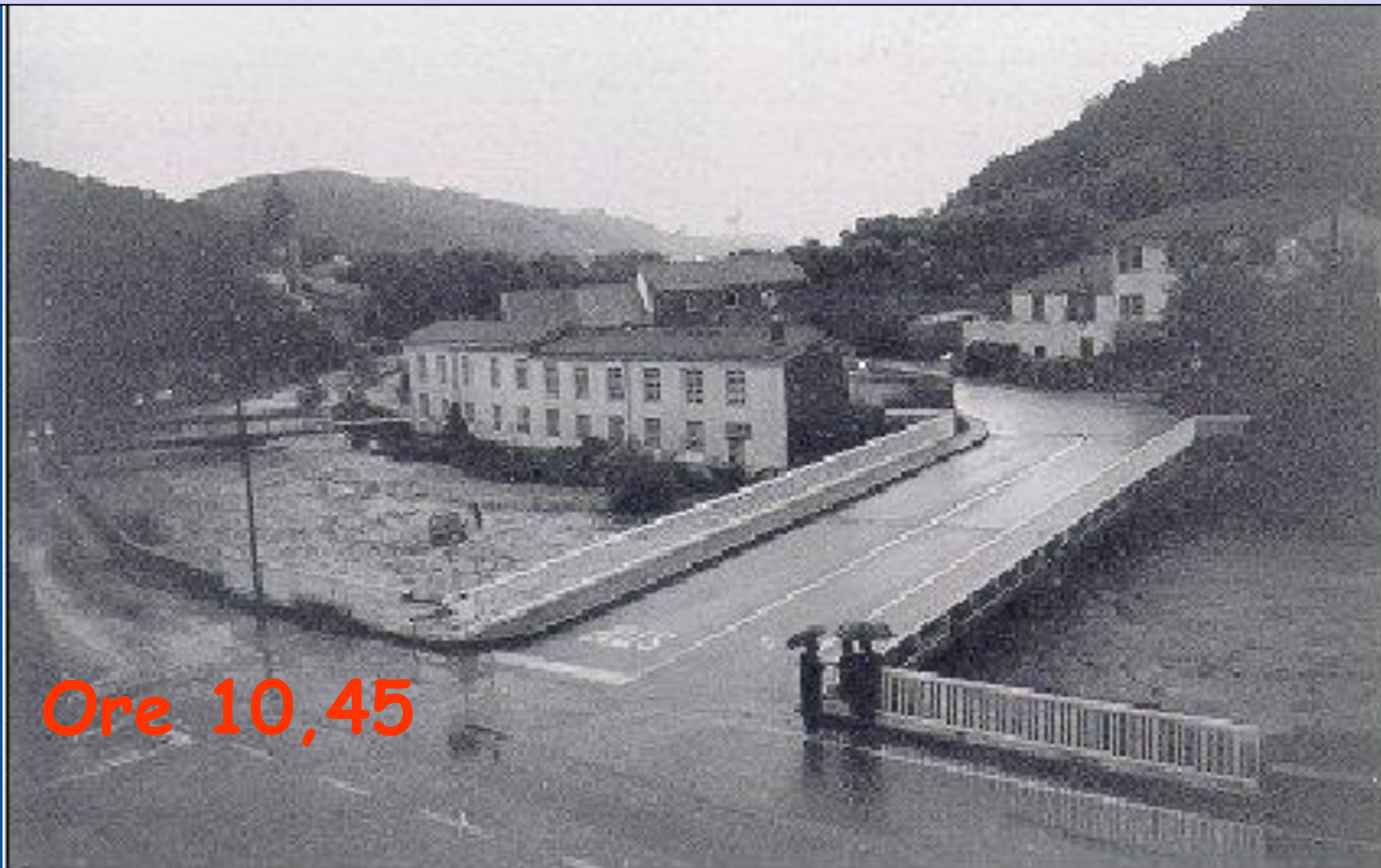
Che strumenti abbiamo noi cittadini per osservare questi eventi?

il più importante di tutti è il web:



IL “FATTORE TEMPO”

Torrente Quiliano (52 km²), 22 settembre 1992



Ore 10,45

IL “FATTORE TEMPO”

Torrente Quiliano (52 km²), 22 settembre 1992

Ore 15,30



IL “FATTORE TEMPO” Torrente Quiliano (52 km²), 22 settembre 1992

Ore 15,40



IL “FATTORE TEMPO”

Torrente Quiliano (52 km²), 22 settembre 1992

Ore 15,45



IL “FATTORE TEMPO”

Torrente Quiliano (52 km²), 22 settembre 1992

Il giorno dopo





"That's 'all Folks!'"



pe0051394 fotosearch.com ©

