

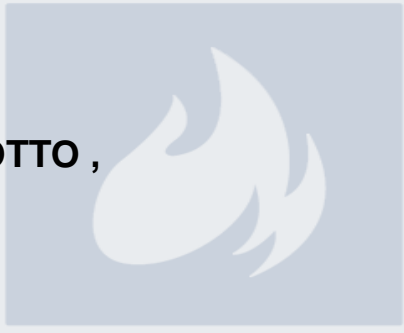
A light blue map of the North Adriatic region, showing the coastlines of Italy, Slovenia, and Croatia.

I servizi per gli impatti e l'adattamento ai cambiamenti climatici nelle zone costiere del Nord Adriatico.

CLIM-RUN

A white icon inside a blue square, depicting a dome and a set of stairs.

**S. TORRESAN, V. GALLINA, A. SPEROTTO ,
A. CRITTO, A. MARCOMINI**

A white icon inside a blue square, depicting a flame.

Workshop CLIM-RUN
Trieste, 28 Maggio 2013



Outline:

- ☐ I servizi per il clima e l'adattamento nelle zone costiere: attività proposte in CLIM-RUN;
- ☐ Presentazione del DSS DESYCO: caratteristiche e funzionalità;
- ☐ Metodologia di Analisi di Rischio Regionale;
- ☐ Presentazione dei servizi per gli impatti e l'adattamento:
 - ✓ Inondazioni dovute all'innalzamento del livello del mare
 - ✓ Discussione con gli attori locali.
- ☐ Inondazioni in aree urbane dovute a fenomeni di precipitazione intensa;
 - ✓ Discussioni con gli attori locali.
- ☐ Analisi dello stress idrico per diverse tipologie agricole;
 - ✓ Discussione con gli attori locali.

SERVIZI PER IL CLIMA

I **servizi per il clima** comprendono una serie di attività che mirano a generare e fornire informazioni sugli impatti dei cambiamenti climatici sui sistemi naturali e umani basate sui dati passati, presenti e futuri (WMO,2011).

I servizi per il clima devono fornire informazioni su:

Parametri di base del clima:

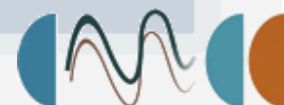
Osservazioni climatiche
(es. frequenza e intensità
di eventi estremi)

Scenari climatici
(es. precipitazione,
temperatura)

Parametri derivati:

Impatti e rischi su sistemi
naturali e antropici
(es. siccità, precipitazioni
intense, ondate di calore)

Scala
regionale/locale



Attività principali del Progetto CLIM-RUN:

- Coinvolgimento degli stakeholders

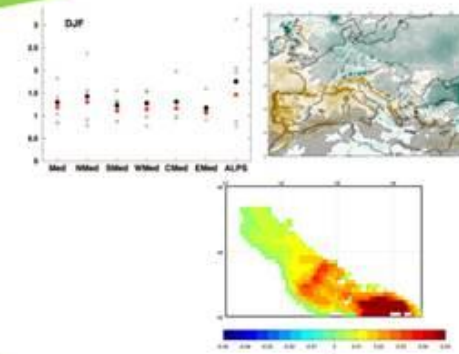
- Osservazioni e proiezioni climatiche



**PROCESSI
PARTECIPATIVI**

**INFORMAZIONI
CLIMATICHE**

**IMPATTI E
VULNERABILITA'
CLIMATICA**



- Valutazione del rischio per diversi ecosistemi naturali ed attività antropiche



COMUNITÀ DI ESPERTI ALL'INTERNO DI CLIM-RUN

ESPERTI CLIMATICI (WP2 e WP3):

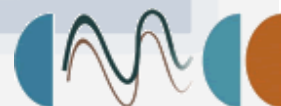
- Analisi **dell'informazione climatica esistente** e sviluppo di nuovi **modelli** per migliorare la rappresentazione spaziale e temporale dei dati climatici e per caratterizzare le **incertezze**;
- Raccolta, elaborazione e documentazione di **osservazioni dei dati climatici** ed esecuzione di **downscaling statistici** delle informazioni climatiche a scala regionale/locale.

SERVIZI PER IL CLIMA

Utili per le **esigenze** degli **attori locali** e per migliorare il **processo decisionale**.

ESPERTI DI RISCHIO AMBIENTALE (WP8):

- Usano i dati forniti dagli esperti climatici;
- Forniscono una valutazione degli **impatti** e dei **rischi** connessi ai cambiamenti climatici.



DES YCO

DEcision support SYstem for COastal climate change impact assessment

OBIETTIVO PRINCIPALE:

Identificare, prioritizzare e visualizzare le aree e i bersagli a rischio in relazione ai cambiamenti climatici nelle aree costiere e negli ecosistemi ad esse correlati.



IMPATTI E
VULNERABILITA'
CLIMATICA

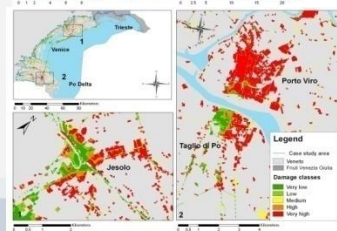
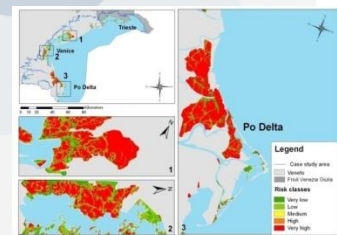
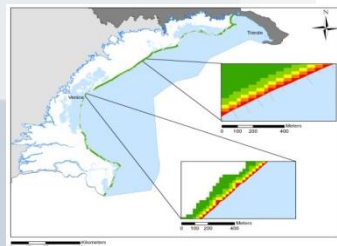
DESYCO



Dati su
scenari e
impatti dei
cambiamenti
climatici

Esigenze
degli utenti

DATI CLIMATICI



FINALITA' DI DESYCO:

Integrare le seguenti componenti:

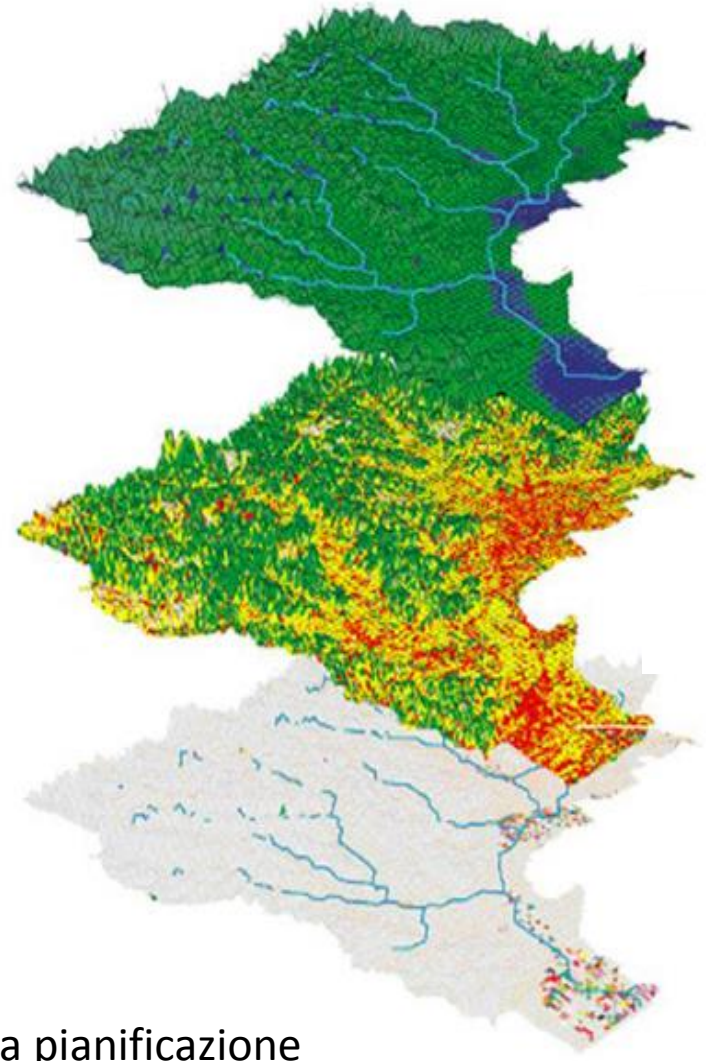
- Caratterizzazione fisica, geologica, e ambientale del territorio
- Scenari climatici futuri (es. innalzamento del livello del mare, variazioni di T e P etc.)

Per produrre informazioni su:

- Impatti dei cambiamenti climatici
- Bersagli esposti ai cambiamenti climatici
- Livello di rischio relativo per i bersagli esposti ai cambiamenti climatici



Fornire ai **decisori politici e tecnici**, responsabili della pianificazione costiera informazioni adeguate per la definizione di **strategie di adattamento**.

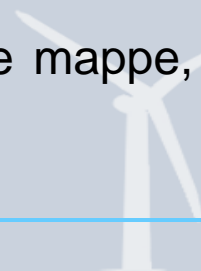
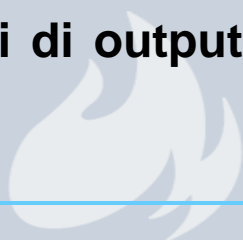


Funzionalità :

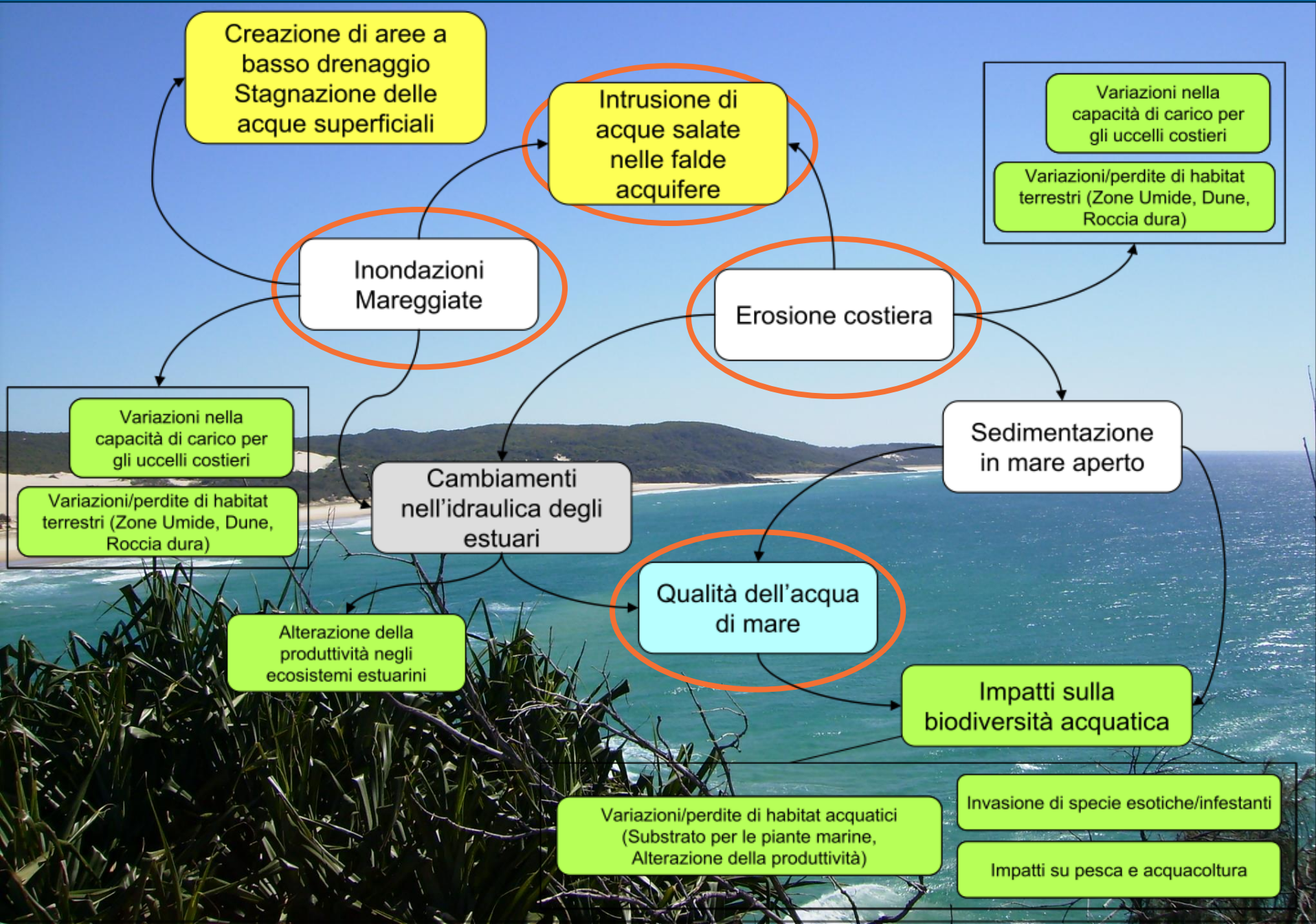
- Analizzare **scenari di pericolo** di cambiamento climatico a lungo termine;
- Classificare i recettori e le **aree costiere vulnerabili** o a **rischio** rispetto ai diversi impatti dei cambiamenti climatici (es. erosione costiera, inondazione dovuta all'innalzamento del livello del mare, variazione della qualità delle acque);
- Valutazione dei rischi su **molteplici bersagli/recettori** di interesse;
- Produrre **mappe GIS interattive** (i.e. mappe di pericolo, suscettibilità, esposizione, rischio e danno) che permettono di individuare le zone più sensibili ai cambiamenti climatici e prioritizzare le strategie di adattamento;
- Integrare l'analisi spaziale basata su strumenti GIS per calcolare **indicatori geografici** (es. calcolo della superficie di aree a rischio) per diverse unità spaziali;
- Trasferire le informazioni sui potenziali impatti dei cambiamenti climatici per implementare delle **strategie di adattamento**.

Flessibilità dello strumento:

- Possibilità di **selezionare gli impatti** da considerare (es. variazione qualità delle acque, impatti sugli ecosistemi marini e sulle coste);
- Possibilità di selezionare gli **orizzonti temporali** di riferimento (prossimi 20, 30 o 50 anni) e la risoluzione temporale (annuale, mensile, stagionale);
- Possibilità di definire l'insieme di **recettori da analizzare** (es. aree agricole, aree forestali, zone umide) e le diverse scale spaziali (es. regionale, provinciale, locale);
- Possibilità di scegliere i **fattori di vulnerabilità** da considerare, i **punteggi e i pesi** da assegnare loro;
- Possibilità di interagire sui **dati di output** (es. layout delle mappe, scelta delle statistiche più opportune).



Impatti dei cambiamenti climatici sulle aree costiere



Progetti che utilizzano il prototipo di DESYCO

Durante queste attività gli attori locali sono stati consultati:

- Per definire **aspetti di base della metodologia** (framework concettuale, impatti, recettori) (progetto CMCC-FISR, 2010);
- Per definire gli aspetti legati alla **tipologia di output** dello strumento e alle inter-facce grafiche (progetto PEGASO, 2012);
- Per identificare le **tematiche di maggior interesse** (agricoltura, regime idroclima-tico, gestione degli ambienti marini e costieri) per la definizione di servizi per il clima e strategie di adattamento (progetto CLIMRUN, 2011).

▪ KULTURisk
(UNIVE, FP7)

Fiumi

Impatti investigati:

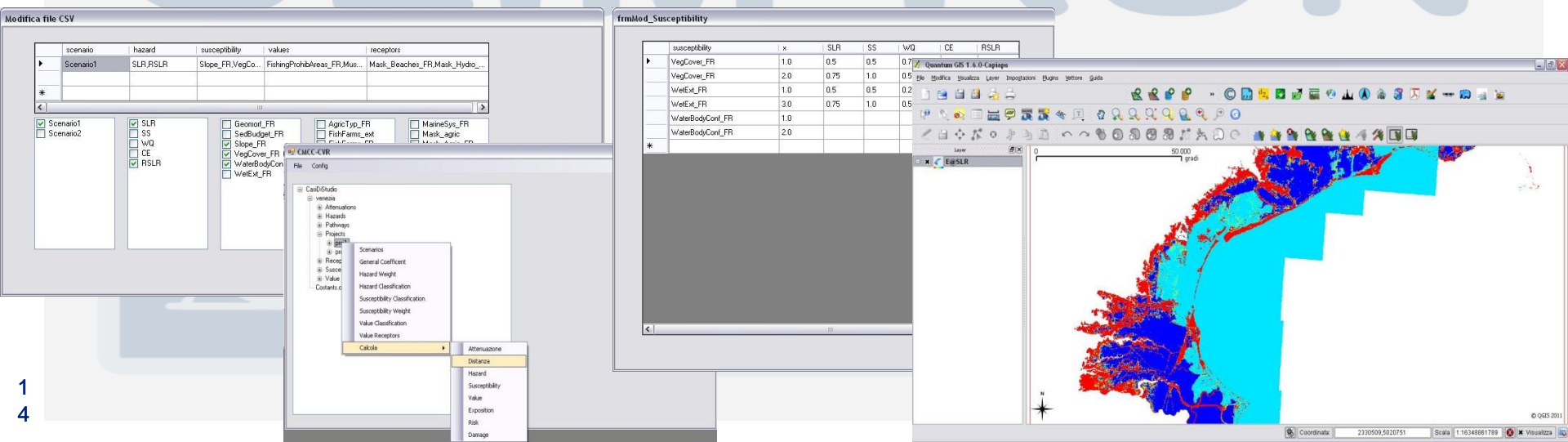
▪ Inondazioni;

Gli obiettivi di questo incontro sono:

- Presentare i **servizi per gli impatti e l'adattamento** ai cambiamenti climatici proposti per le tematiche: 1. innalzamento del livello del mare; 2. rischio di allagamento dovuto a piogge eccezionali; 3. stress idrico in agricoltura;
- Discutere e verificare se i **prodotti proposti sono utili** per le attività degli attori locali;
- Raccogliere **consigli e suggerimenti** in modo che i prodotti proposti possano essere perfezionati e resi più efficaci per i bisogni e le richieste degli attori locali.

La struttura di DESYCO comprende 3 componenti principali:

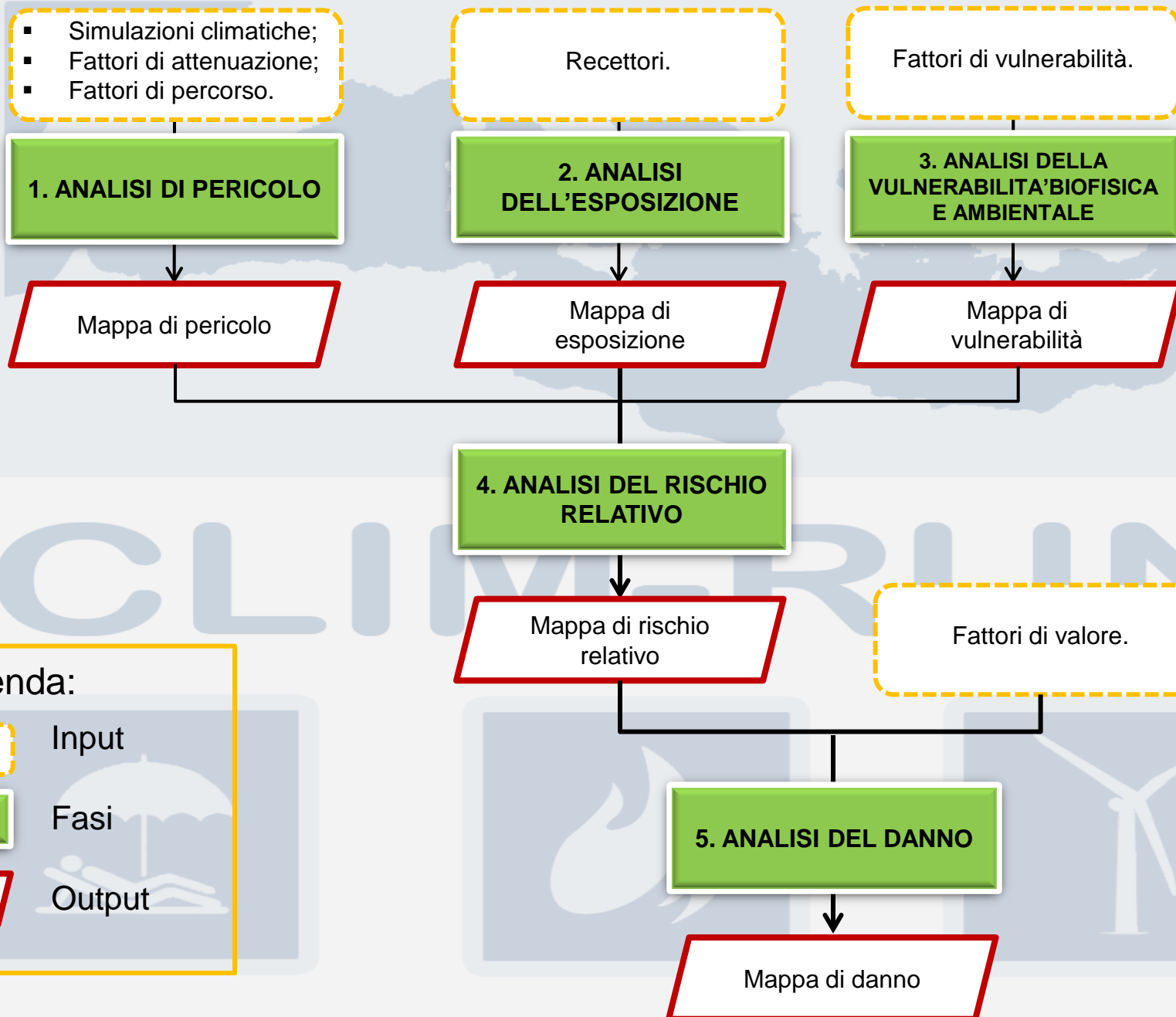
- Un **GEODATABASE** con dati biofisici e socio-economici relativi all'area investigata.
- Un Modulo per l'analisi degli **SCENARI** multi-scala forniti dalle simulazioni dei modelli numerici o dall'analisi di serie temporali.
- Un **Modello di Rischio Relativo (MRR)** per l'applicazione di una metodologia di **Analisi di Rischio Regionale (ARR)**.



OBIETTIVI PRINCIPALI:

- identificare i potenziali **PERICOLI** derivanti da scenari futuri di **cambiamento climatico** (es. innalzamento del livello del mare, variazioni nei fenomeni di mareggiata, ondate di calore, precipitazioni intense);
- Individuare i possibili **recettori** potenzialmente **esposti al pericolo** (es. aree agricole, spiagge, zone umide) e la loro **VULNERABILITA'**;
- identificare il **RISCHIO RELATIVO** (es. rischio di erosione delle spiagge, rischio di perdita di terreno e zone umide) che descrive, a scala regionale, le aree e i bersagli maggiormente colpiti, fornendo ai decisori indicazioni utili per la prioritizzazione degli interventi;
- fornire una **STIMA RELATIVA** delle aree e dei bersagli dove ci potranno essere potenziali perdite sociali, economiche e ambientali maggiori nell'area investigata.

Fasi, dati di input e di output dell'Analisi di Rischio Regionale



Legenda:



Input

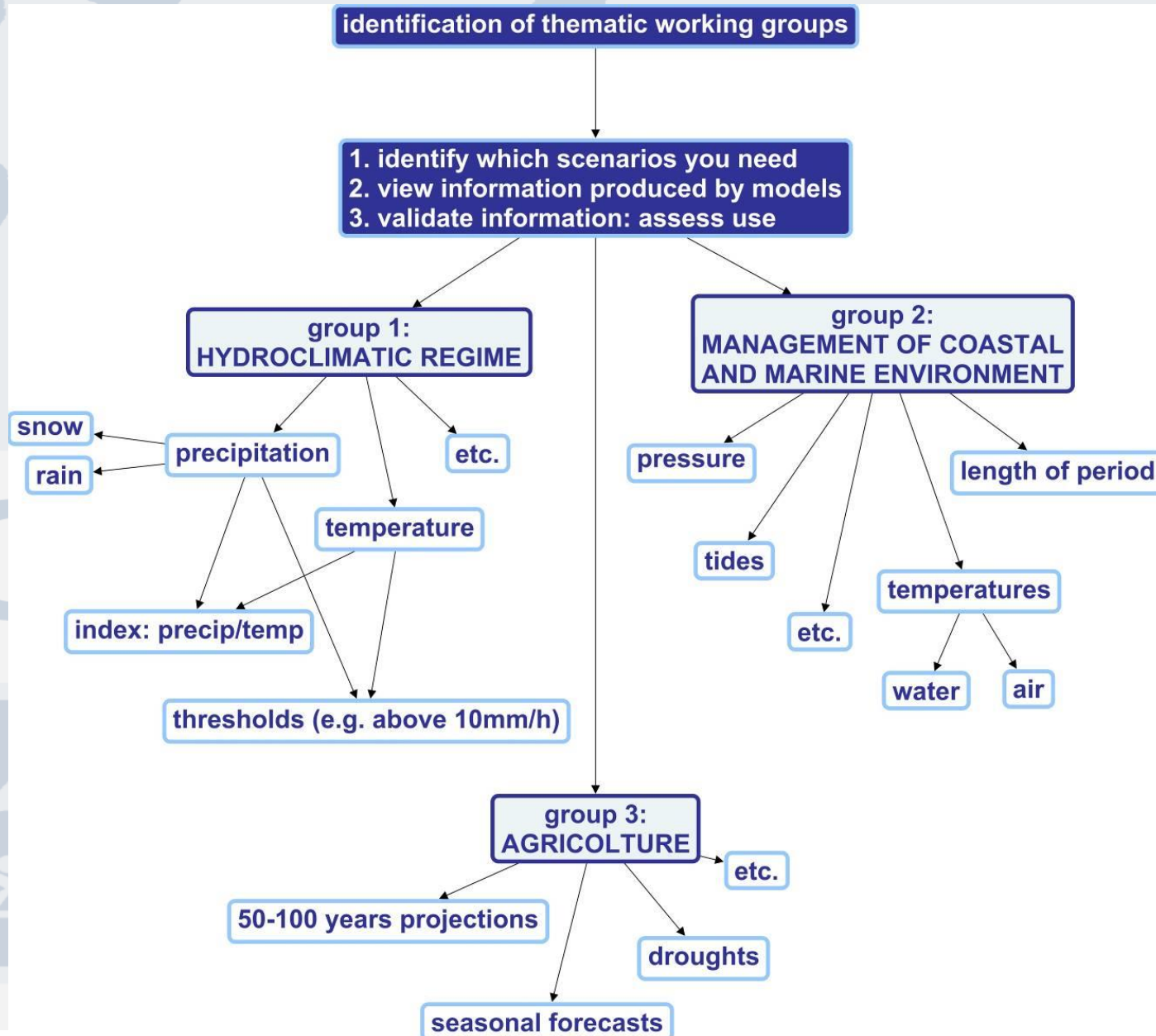


Fasi



Output

Schema delle tematiche rilevanti emerse nel workshop di settembre:



I servizi per gli impatti e l'adattamento ai cambiamenti climatici nelle zone costiere del Nord Adriatico.



1. Analisi di rischio di inondazione dovuta all'innalzamento del livello del mare;

2. Analisi di rischio di allagamento dovuto a precipitazioni intense in aree urbane;



3. Indice di stress idrico per diverse tipologie agricole.



I servizi per gli impatti e l'adattamento ai cambiamenti climatici nelle zone costiere del Nord Adriatico.

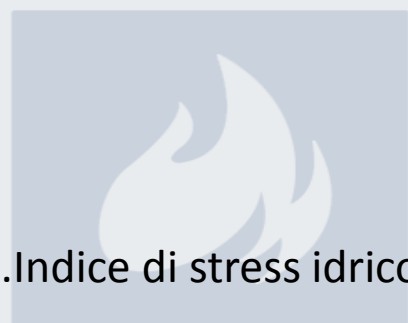


1. Analisi di rischio di inondazione dovuta all'innalzamento del livello del mare;

2. Analisi di rischio di allagamento dovuto a precipitazioni intense in aree urbane;



3. Indice di stress idrico per diverse tipologie agricole.





Prodotto 1: Rischio di inondazione dovuta a innalzamento del livello del mare.

Problematica:

- Potenziale inondazione permanente di aree costiere basse, normalmente asciutte, ad opera di acque marine/salate.
- Se nell'analisi si considerano anche i movimenti verticali della crosta terrestre (es. fenomeni di subsidenza/risalita), si parla di innalzamento relativo del livello del mare.

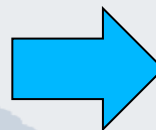
Richieste:

- Conoscere i trend di innalzamento futuri;
- Conoscere le zone e gli elementi che saranno impattati maggiormente in modo da pianificare strategie di adattamento;
- Raccogliere informazioni sull'innalzamento del livello del mare per far fronte alle richieste della cittadinanza.



Obiettivo: Valutare il rischio di inondazione da innalzamento del livello del mare

Area geografica: zona costiera del Nord Adriatico



Recettori:

- Aree umide;
- Spiagge;
- Sistemi biologici terrestri;
- Aree protette;
- Foci dei fiumi;
- Aree urbane;
- Aree agricole.



Simulazioni climatiche utilizzate:

- Modello: PROTHEUS/ENSAMBLES;
- Innalzamento medio del livello del mare;
- Orizzonte temporale: 2041-2050;
- Risoluzione spaziale: 50 km.

Utilità del servizio:

- Identificare e prioritizzare le zone maggiormente a rischio per l'innalzamento del livello del mare;
- Definire delle priorità per pianificare le strategie di adattamento.

- Scenario di innalzamento del livello del mare;
- DEM;
- Subsidenza.

1. ANALISI DI PERICOLO

Mappa di pericolo

- Aree umide;
- Spiagge;
- Sistemi biologici terrestri;
- Aree protette;
- Foci dei fiumi;
- Aree urbane;
- Aree agricole

2. ANALISI DELL'ESPOSIZIONE

Mappa di esposizione

Vulnerabilità = 1

3. ANALISI DELLA VULNERABILITA' BIOFISICA E AMBIENTALE

Mappa di vulnerabilità

4. ANALISI DI RISCHIO RELATIVO

Mappa di rischio relativo

- Tipologia urbana;
- Protezione naturale;
- Tipologia agricola;
- Estensione aree umide;
- Copertura vegetale;
- Densità di popolazione

5. ANALISI DEL DANNO

Mappa di danno

Legenda:



Input



Fasi



Output

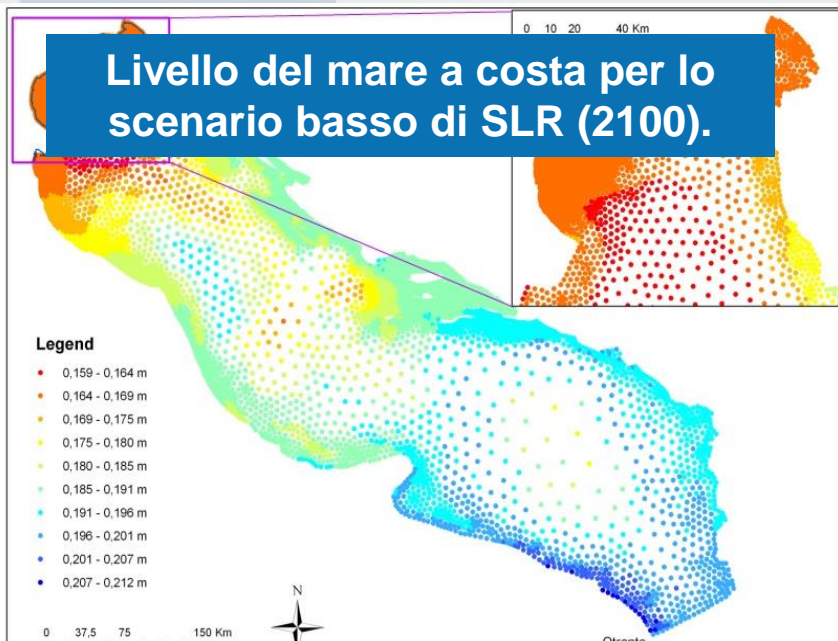
1. ANALISI DI PERICOLO

Il **pericolo** per l'innalzamento del livello del mare aggrega:

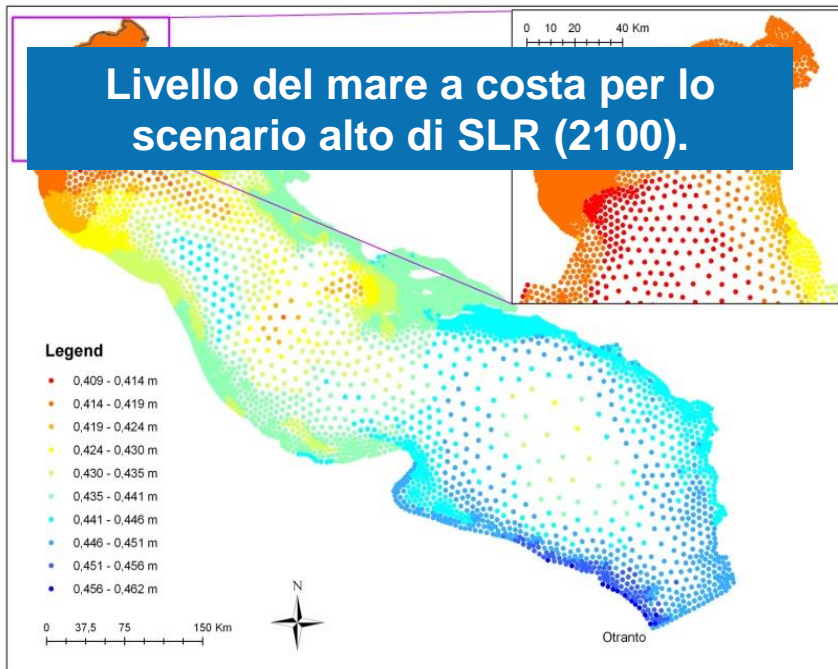
1. Dati forniti da **modelli** accoppiati atmosfera-oceano **su scala Mediterranea** o **modelli idrodinamici a scala regionale** forzati con gli scenari di cambiamento climatico;
2. Dati topografici provenienti dai **Modelli Digitali di Elevazione (DEM)** al fine di calcolare le aree costiere potenzialmente inondate;
3. Dati relativi ai **movimenti verticali** del terreno (mappe di **subsidenza**) che consentono di fare una stima dell'innalzamento relativo del livello del mare (RSLR).

1) ANALISI DI PERICOLO : Dati di input CMCC-FISR.

Livello del mare a costa per lo scenario basso di SLR (2100).



Livello del mare a costa per lo scenario alto di SLR (2100).



MODELLO IDRODINAMICO SHYFEM (CNR-ISMAR):

Forzanti climatiche: simulazioni di EBU-POM (vento, pressione, temperatura e precipitazioni) nell'area dell'Adriatico. Scenario di emissione **A1B** per il periodo **2070- 2100**.

Condizioni al contorno:

Scenari globali A1B dell'IPCC al 2070, assumendo un trend lineare fino al 2100.

Scenario basso:

20 cm SLR ad Otranto.

Scenario alto:

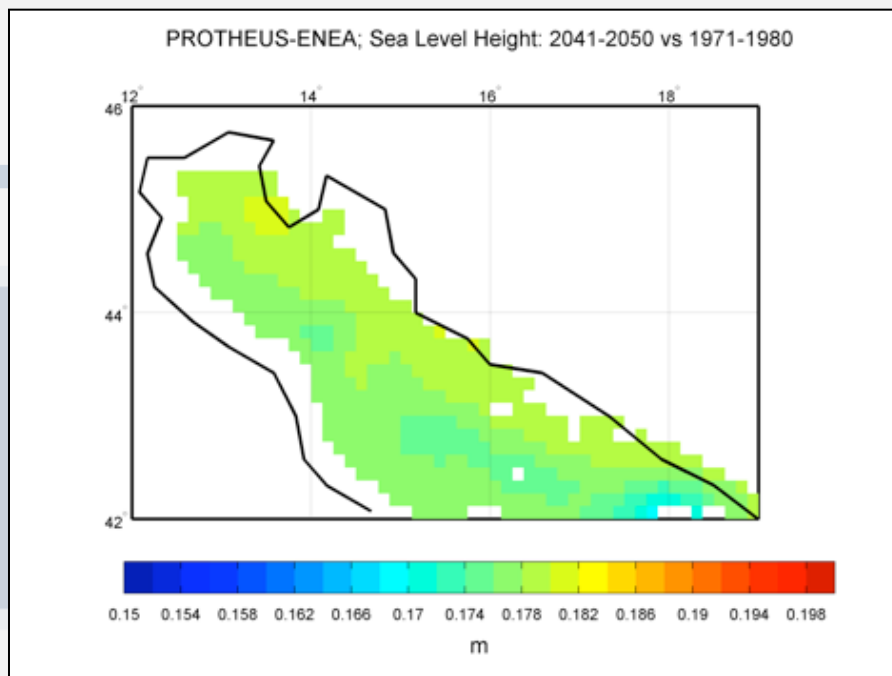
45 cm SLR ad Otranto.

2 mappe di pericolo di SLR per l'anno 2100 (peggiori condizioni del trentennio) nella regione del Nord Adriatico.

1. ANALISI DI PERICOLO-Dati di input CLIM-RUN

1. Dati forniti dai modelli:

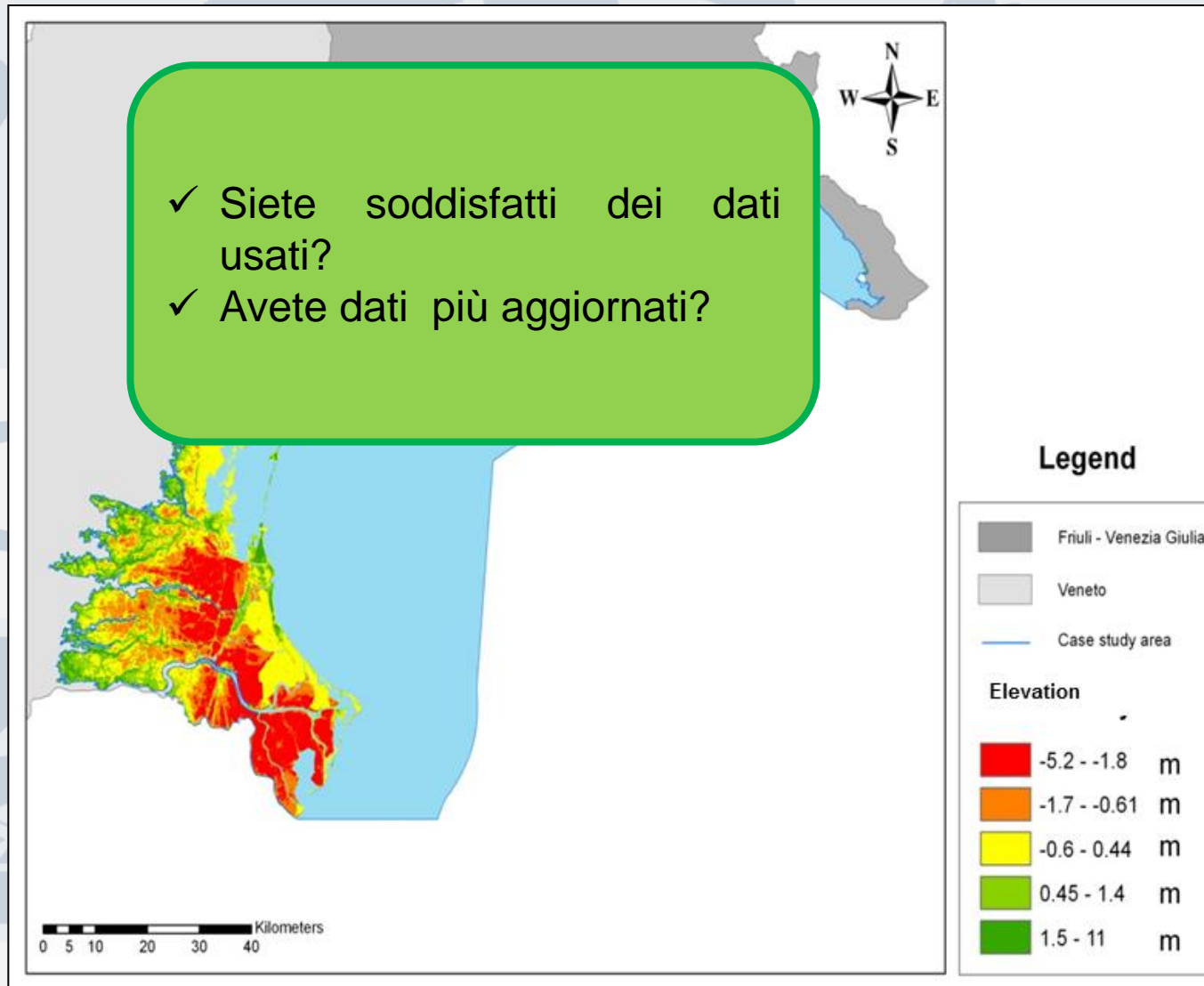
Modello	Scale spaziale	Periodo di riferimento	Orizzonte temporale	Scenario	Fonte
PROTHEUS/ ENSAMBLES	50 km	1971-1980	2041-2050	A1B	ENEA



1. ANALISI DI PERICOLO – Dati di input

2. Modello Digitale di Elevazione(DEM)

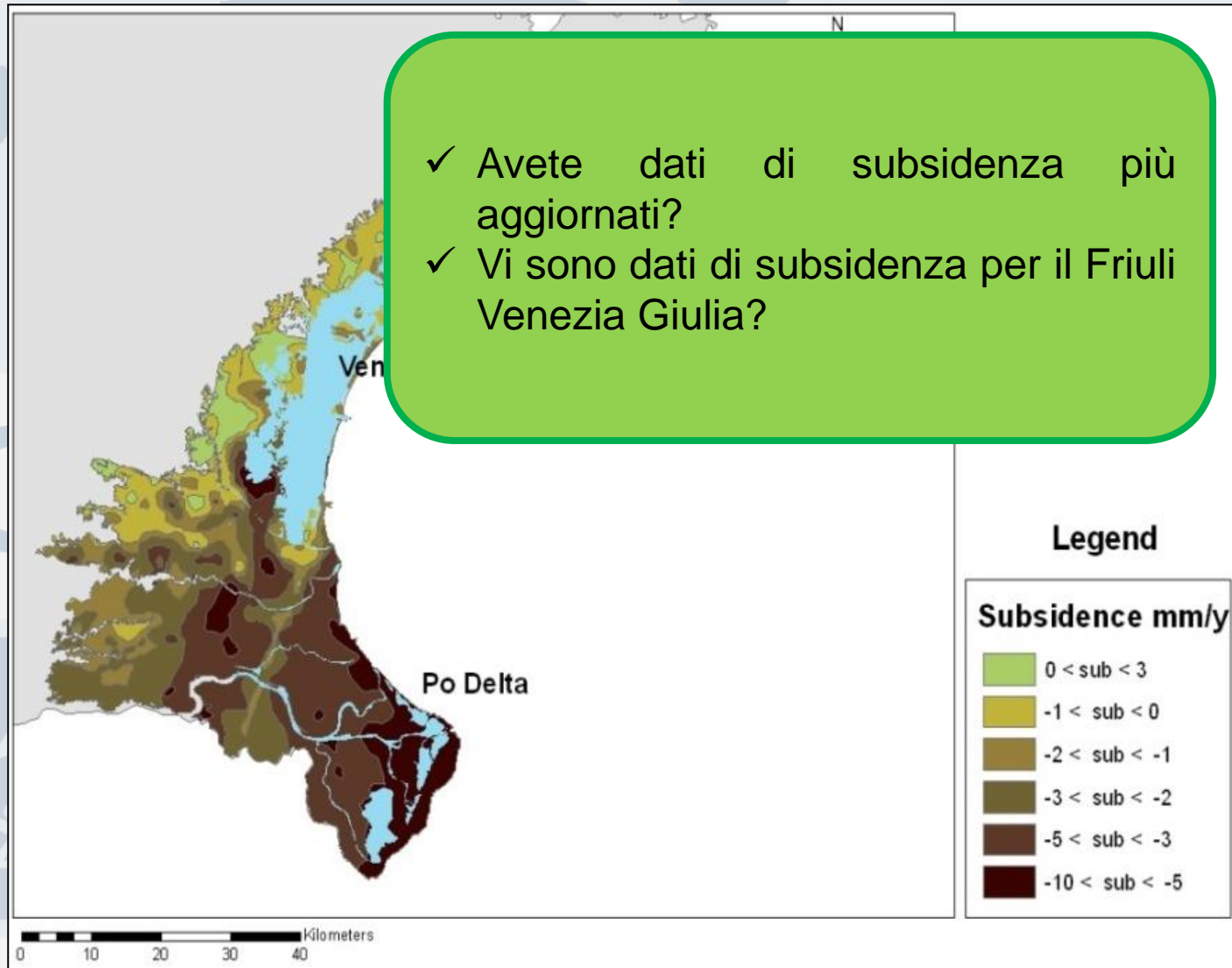
Fonti: 10m Friuli Venezia Giulia (2007); 5m Veneto (2007)



1. ANALISI DI PERICOLO – Dati di input

3. Dati relativi alla subsidenza

Mappa di subsidenza del Veneto Fonte: Carbognin et al.,2009



1. ANALISI DI PERICOLO

- Il valore di pericolo varia da 0 (= no pericolo) a 1 (= la più alto pericolo nell'area considerata).
- I valori di pericolo possono essere suddivisi in classi di pericolo che rappresentano i cm di acqua sopra ogni cella.
- Le classi vengono utilizzate per produrre :
 - Mappa di pericolo per l'innalzamento del livello del mare;
 - Mappa di pericolo per l'innalzamento relativo del livello del mare



Confronto sul formato delle mappe di pericolo:

- ✓ Quante classi per visualizzare la mappa di pericolo?
- ✓ Quali soglie per identificare le classi (es. pericolosità alta, media, bassa)?

24 - 36
36 - 48
> 48

- Scenario di innalzamento del livello del mare;
- DEM;
- Subsidenza.

1. ANALISI DI PERICOLO

Mappa di pericolo

- Aree umide;
- Spiagge;
- Sistemi biologici terrestri;
- Aree protette;
- Foci dei fiumi;
- Aree urbane;
- Aree agricole

2. ANALISI DELL'ESPOSIZIONE

Mappa di esposizione

Vulnerabilità costante
Punteggio = 1

3. ANALISI DELLA VULNERABILITA' BIOFISICA E AMBIENTALE

Mappa di vulnerabilità

4. ANALISI DI RISCHIO RELATIVO

Mappa di rischio relativo

- Tipologia urbana;
- Protezione naturale;
- Tipologia agricola;
- Estensione aree umide;
- Copertura vegetale;
- Densità di popolazione

5. ANALISI DI DANNO

Mappa di danno

Legenda:



Input



Fasi



Output

2. ANALISI DELL'ESPOSIZIONE

Identificazione e selezione degli elementi potenzialmente a rischio (o recettori) rispetto all'innalzamento del livello del mare.

Recettori:

- Rappresentano i **bersagli** su cui si vuole orientare l'analisi di rischio;
- Sono caratterizzati da una specifica **estensione geografica**;
- Possono essere delle **entità fisiche** ben definite (es. spiagge, foci, aree umide, aree agricole, aree urbane) o delle **aree** di particolare interesse (es. territorio comunale, aree protette, etc.).

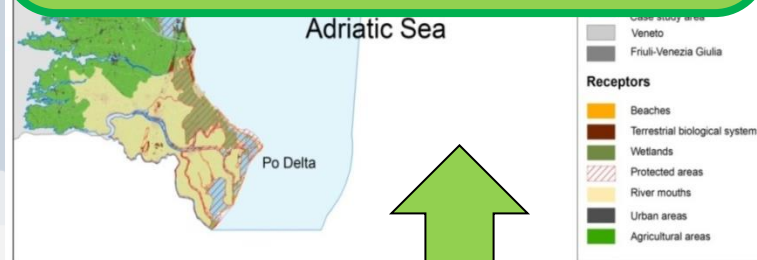


2. ANALISI DELL'ESPOSIZIONE

Recettori:

- Aree umide;
- Spiagge;
- Sistemi biologici terrestri;
- Aree protette;
- Foci dei fiumi;
- Aree urbane;
- Aree agricole.

Il dataset utilizzato è coerente per valutare l'esposizione dei recettori?



Dataset	Dominio	Fonte
Digital Elevation Model (DEM) 10 m	FVG	FVG, 2007
Digital Elevation Model (DEM) 5 m	VE	VE, 2007
Dati di subsidenza	VE	Mappa di subsidenza, 2005
Bacini idrologici, fiumi e canali 1:25000	VE, FVG	VE, FVG, 2000
Corine Land Cover, 1:100.000	FVG, VE	ISPRA, 2006
Aree protette 1:150.000	VE, FVG	VE, 2008, FVG, 2007
Mappe geologiche e geomorfologiche 1:50000	VE, FVG	FVG, VE, Province, Autorità di Bacino
Confini delle unità amministrative	VE	VE, 2005
	FVG	FVG, 2006
Densità di popolazione	VE, FVG	ISTAT, 2010

- Scenario di innalzamento del livello del mare;
- DEM;
- Subsidenza.

1. ANALISI DI PERICOLO

Mappa di pericolo

- Aree umide;
- Spiagge;
- Sistemi biologici terrestri;
- Aree protette;
- Foci dei fiumi;
- Aree urbane;
- Aree agricole

2. ANALISI DELL'ESPOSIZIONE

Mappa di esposizione

Vulnerabilità costante
Punteggio = 1

3. ANALISI DELLA VULNERABILITA' BIOFISICA E AMBIENTALE

Mappa di vulnerabilità

4. Analisi di rischio relativo

Mappa di rischio relativo

- Tipologia urbana;
- Protezione naturale;
- Tipologia agricola;
- Estensione aree umide;
- Copertura vegetale;
- Densità di popolazione

5. Analisi del danno

Mappa di danno

Legenda:



Input



Fasi



Output

3. ANALISI DELLA VULNERABILITA' BIOFISICA E AMBIENTALE

Valutare il grado con cui i recettori possono essere colpiti da un impatto dei cambiamenti climatici basandosi su **informazioni territoriali sito-specifiche**.
Può essere interpretata come la predisposizione dei recettori/elementi a rischio di essere colpiti, danneggiati o distrutti da un pericolo.

Un evento di innalzamento del livello del mare colpisce tutti i recettori allo stesso modo causando una **perdita permanente** di sub-aree dei recettori stessi:

- **Ogni cella del territorio** è stata considerata come **vulnerabile al massimo** per gli impatti SLR e RSLR



Punteggio di vulnerabilità pari ad 1 → mappa di vulnerabilità omogenea per l'area investigata.

- Scenario di innalzamento del livello del mare;
- DEM;
- Subsidenza.

1. ANALISI DI PERICOLO

Mappa di pericolo

- Aree umide;
- Spiagge;
- Sistemi biologici terrestri;
- Aree protette;
- Foci dei fiumi;
- Aree urbane;
- Aree agricole

2. ANALISI DELL'ESPOSIZIONE

Mappa di esposizione

Vulnerabilità costante
Punteggio = 1

3. ANALISI DELLA VULNERABILITA' BIOFISICA E AMBIENTALE

Mappa di vulnerabilità

RISCHIO= PERICOLO X ESPOSIZIONE X VULNERABILITA'

Mappa di rischio relativo

- Estensione aree umide;
- Copertura vegetale;
- Densità di popolazione

5. Analisi del danno

Mappa di danno

Legenda:



Input



Fasi



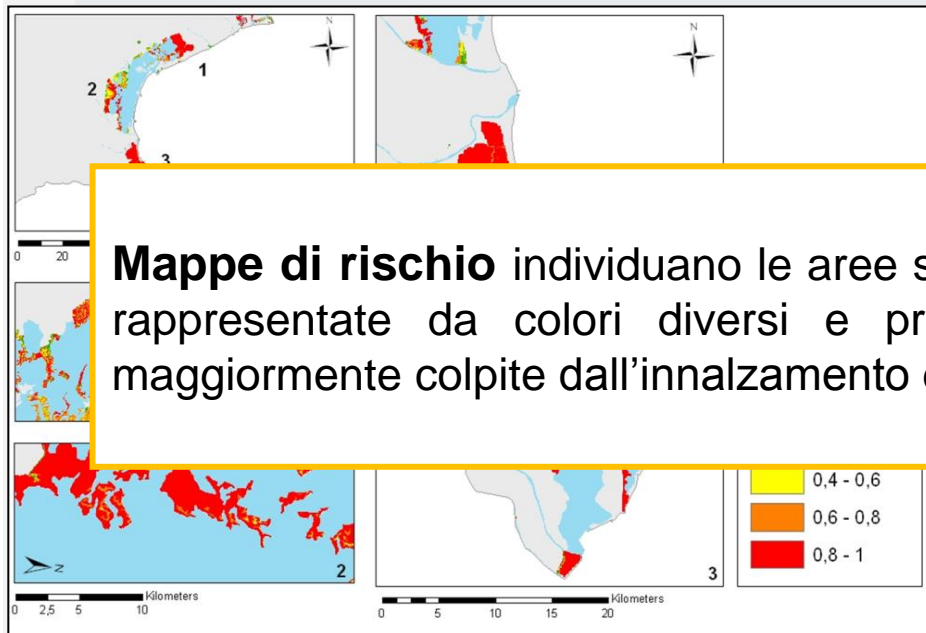
Output

4. ANALISI DEL RISCHIO RELATIVO

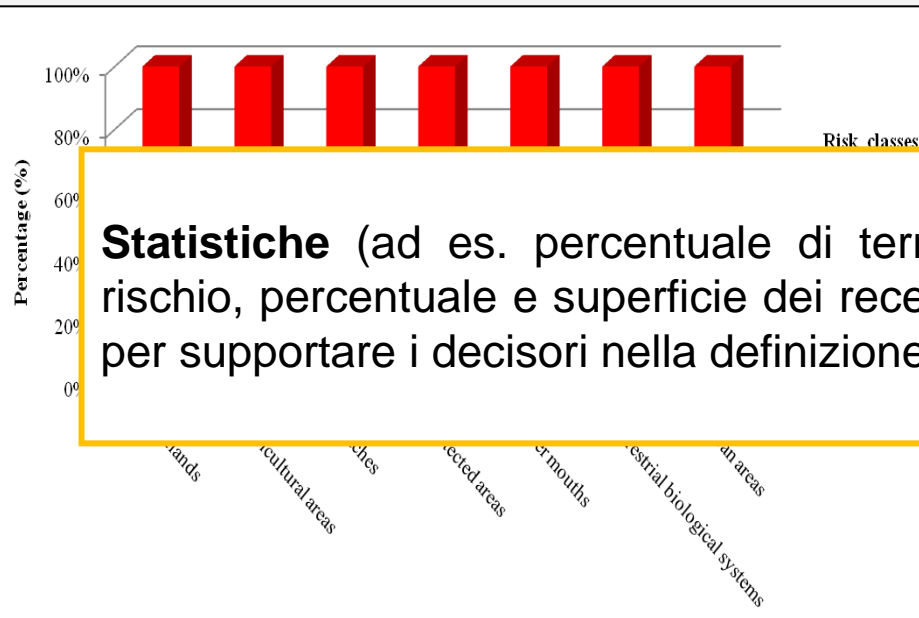
Integra le informazioni sul **pericolo**, sull'**esposizione** e la **vulnerabilità** dei recettori per **identificare** e **prioritizzare recettori** e **aree** costiere rispetto alle inondazioni dovute all'innalzamento del livello del mare.



- Il **rischio** varia da 0 (i.e. no rischio) a 1 (i.e. più alto rischio per l'area considerata);
- Fornisce una **classificazione relativa** delle aree e target che possono essere maggiormente colpite dall'innalzamento del livello del mare rispetto ad altre nella stessa regione;



Mappe di rischio individuano le aree soggette alle diverse classi di rischio rappresentate da colori diversi e prioritizzano le zone che verranno maggiormente colpite dall'innalzamento del livello del mare.



Statistiche (ad es. percentuale di territorio associato ad ogni classe di rischio, percentuale e superficie dei recettori a rischio per ogni comune) utili per supportare i decisori nella definizione di misure di adattamento

- Scenario di innalzamento del livello del mare;
- DEM;
- Subsidenza.

1. ANALISI DI PERICOLO

Mappa di pericolo

- Aree umide;
- Spiagge;
- Sistemi biologici terrestri;
- Aree protette;
- Foci dei fiumi;
- Aree urbane;
- Aree agricole

2. ANALISI DELL'ESPOSIZIONE

Mappa di esposizione

Vulnerabilità costante
Punteggio = 1

3. ANALISI DELLA VULNERABILITA' BIOFISICA E AMBIENTALE

Mappa di vulnerabilità

4. ANALISI DEL RISCHIO RELATIVO

Mappa di rischio relativo

- Tipologia urbana;
- Protezione naturale;
- Tipologia agricola;
- Estensione aree umide;
- Copertura vegetale;
- Densità di popolazione

5. ANALISI DEL DANNO

Mappa di danno

Legenda:



Input



Fasi



Output

5. ANALISI DEL DANNO

Stima
ambi
e alle

Lo stakeholder è chiamato ad esprimere il proprio interesse per ciascun fattore di valore preso in esame:

Fatt

Ident
econ
ogni re

- ✓ Quali altri fattori di valore vanno considerati?
- ✓ Quali punteggi assegnereste?

Per valutare la vulnerabilità i fattori vengono:

- Suddivisi in classi (categoriche o numeriche);
- Normalizzati attraverso l'assegnazione di punteggi e dei pesi (0-1);
- Aggregati secondo una funzione Multicriteriale

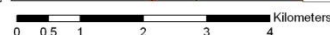
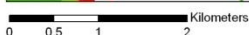
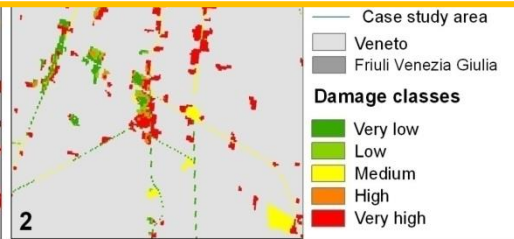
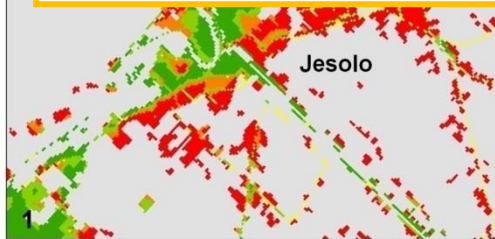
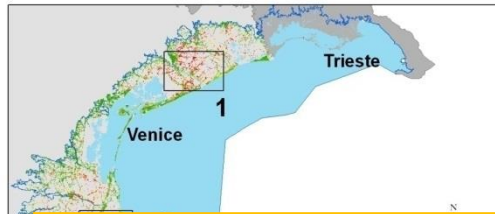
FATTORI	CLASSE	SCORE
Area naturale	Area nazionale	
	Area regionale	
	Area Natura 2000	
Area urbana	Edifici residenziali	
	Edifici commerciali	
	Infrastrutture	
Area agricola	Colture permanenti	
	Prati stabili	
	Seminativi	
Estensione delle aree umide (Km ²)	0 – 19,9	
	19,9 – 39,8	
	39,8 – 59,8	
	59,8 – 79,7	
	79,7 – 99,6	
Copertura vegetale	Prati	
	Arbusti	
	Foresta	
Densità di popolazione	< 100 abitanti per regione	
	100-300 abitanti per regione	
	> 300 abitanti per regione	

% e km² di tipologie agricole (i.e. colture permanenti, prati stabili, seminativi) per i 15 comuni delle coste del Veneto interessati dalla classe di danno “molto alto” per l’impatto di innalzamento del livello del mare.

Municipality	Prov.	RSLR 17 cm						RSLR 42 cm					
		Permanent culture		Stable meadow		Arable		Permanent culture		Stable meadow		Arable	
		Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
		0,14											
		0,03	0,09	0,00									
		0,74	0,04	0,02									
		0,09	0,04	0,00									
		0,05	28,96	0,42									
		0,22	0,04	0,01									
		0,58	68,99	25,97									
Agna	PD	6,71	0,54	0,21	0,02			8,06	0,65	0,33	0,03		
Meolo	VE	6,56	0,34	1,04	0,05			8,13	0,42	1,17	0,06		
Portogruaro	VE	6,48	1,65	0,72	0,18			8,26	2,11	0,98	0,25		
Conselve	PD	6,31	0,03			11,33	0,05	9,27	0,04			20,33	0,10
Pettorazza Grimani	RO	6,09	0,89	0,01	0,00			6,32	0,92	0,01	0,00		
Eraclea	VE	5,67	4,41	0,99	0,77	0,01	0,01	5,99	4,65	1,13	0,87	0,01	0,01

Statistiche: rappresentano le percentuali e i km² dei vari recettori soggetti alle diverse classi di danno.

Mappe di danno: rappresentano le aree interessate dalle diverse classi di danno



OUTPUT PRINCIPALI

- **Mappe di pericolo:** mostrano la aree del territorio soggette alle diverse classi di pericolo per l'innalzamento del livello del mare;
- **Statistiche:** superficie o % di territorio che ricadono in ogni classe di pericolo con relativo istogramma.

ESPOSIZIONE:

- **Mappe di esposizione** che mostrano gli elementi (recettori) potenzialmente esposti al pericolo associato all'innalzamento del livello del mare ;

RISCHIO:

- **Mappe di rischio** che per ogni recettore individuano le aree soggette alle diverse classi di rischio di innalzamento del livello del mare;
- **Statistiche:** km² o % di territorio/recettore che ricade in ogni classe di rischio di innalzamento del livello del mare e relativo istogramma organizzate per diverse unità geografiche (Comune, Regione, Provincia, Bacino);

DANNO:

- **Mappe di danno:** rappresentano le aree o i recettori che ricadono nelle diverse classi di danno in relazione all'innalzamento del livello del mare;
- **Statistiche:** km² o % di territorio/recettore che ricade in ogni classe di danno e relativo istogramma;

I servizi per gli impatti e l'adattamento ai cambiamenti climatici nelle zone costiere del Nord Adriatico.

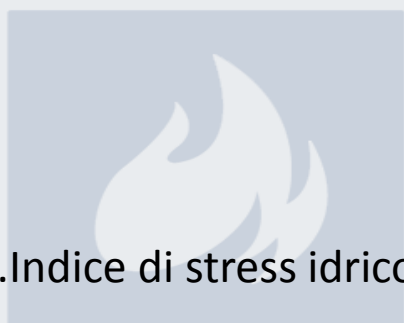


1. Analisi di rischio di inondazione dovuta all'innalzamento del livello del mare;

2. Analisi di rischio di allagamento dovuto a precipitazioni intense in aree urbane;



3. Indice di stress idrico per diverse tipologie agricole.

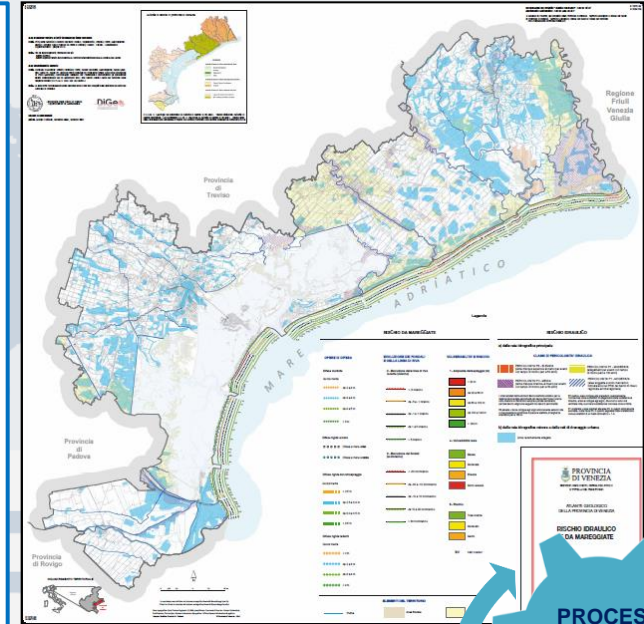




Prodotto 2: Analisi di rischio di allagamento dovuto a precipitazioni intense in aree urbane

Problematica:

- Allagamento causato da precipitazioni intense che a causa della bassa permeabilità del terreno non riescono ad essere convogliate nei corsi d'acqua o nelle reti di drenaggio;
- Nelle zone urbane l'incidenza di questi fenomeni è maggiore a causa della grande superficie urbanizzata.
- Fenomeno accentuato dai cambiamenti climatici che possono causare un aumento degli eventi estremi di precipitazione.



PROCESSI
PARTECIPATIVI

Richiesta :

- Conoscere le caratteristiche dei fenomeni che causano allagamenti in aree urbane;
- Valutare oltre quali soglie di precipitazione si ha il collasso della rete di drenaggio urbana;
- Definire quali zone verranno allagate negli scenari futuri e con quale frequenza;
- Conoscere l'entità delle precipitazioni future per progettare sistemi di smaltimento efficaci e per prevenire le emergenze.

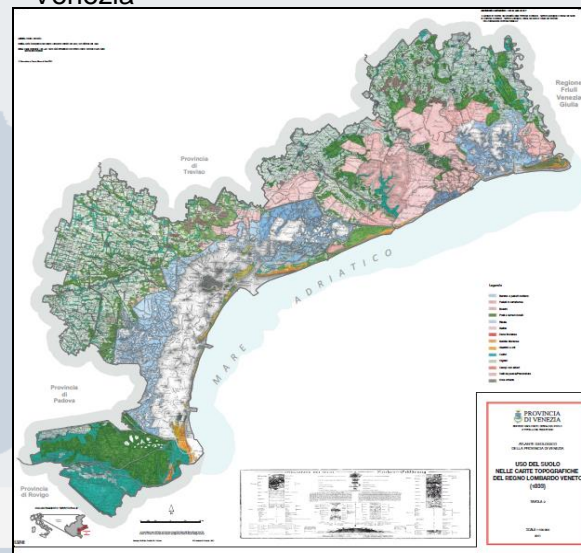
Obbiettivo: Valutare il rischio di allagamento in aree urbane dovuto a eventi di precipitazione estrema

✓ Siete soddisfatti dell'area geografica considerata?

- Edifici Pubblici e privati



Fonte: Atlante geologico della provincia di Venezia



Simulazioni climatiche utilizzate:

- Modello: MED-CORDEX;
- Precipitazioni giornaliere;
- Orizzonte temporale: 2041-2050;
- Risoluzione spaziale: 12 km.

Utilità:

- Conoscere le aree urbane che in futuro saranno maggiormente colpite da eventi piovosi che determinano situazioni di criticità idraulica;
- Valutare le zone in cui progettare sistemi di drenaggio più efficienti.

- Scenari di precipitazione 2041-2050;
- Soglie pluviometriche massime puntuali.

1. ANALISI DI PERICOLO

Mappa di pericolo

- Popolazione;
- Infrastrutture;
- Edifici pubblici e privati

2. ANALISI DELL'ESPOSIZIONE

Mappa di esposizione

- Pendenza del terreno;
- Uso del suolo;
- Zone allagate in passato.

3. ANALISI DELLA VULNERABILITA' BIOFISICA E AMBIENTALE

Mappa di vulnerabilità

4. ANALISI DEL RISCHIO RELATIVO

Mappa di rischio relativo

Legenda:



Input



Fasi



Output



1. ANALISI DI PERICOLO

Individua e classifica le aree che saranno maggiormente interessate dai fenomeni di allagamento (criticità idraulica) in relazione con gli scenari futuri di precipitazione stimati per il decennio 2041-2050.

1. Scenario di precipitazione che fornisce i dati giornalieri di precipitazione per lo scenario futuro 2041-2050.

2. Soglie pluviometriche massime puntuali utilizzate dal Centro Funzionale Decentrato del Veneto per definire situazioni di criticità idraulica.

Vengono utilizzati per definire:

Numero di eventi che supereranno la soglia massima nel decennio 2041-2050

Definizione di classi di pericolo (es. **Alto, Medio, Basso**) in base al numero di eventi che superano la soglia;

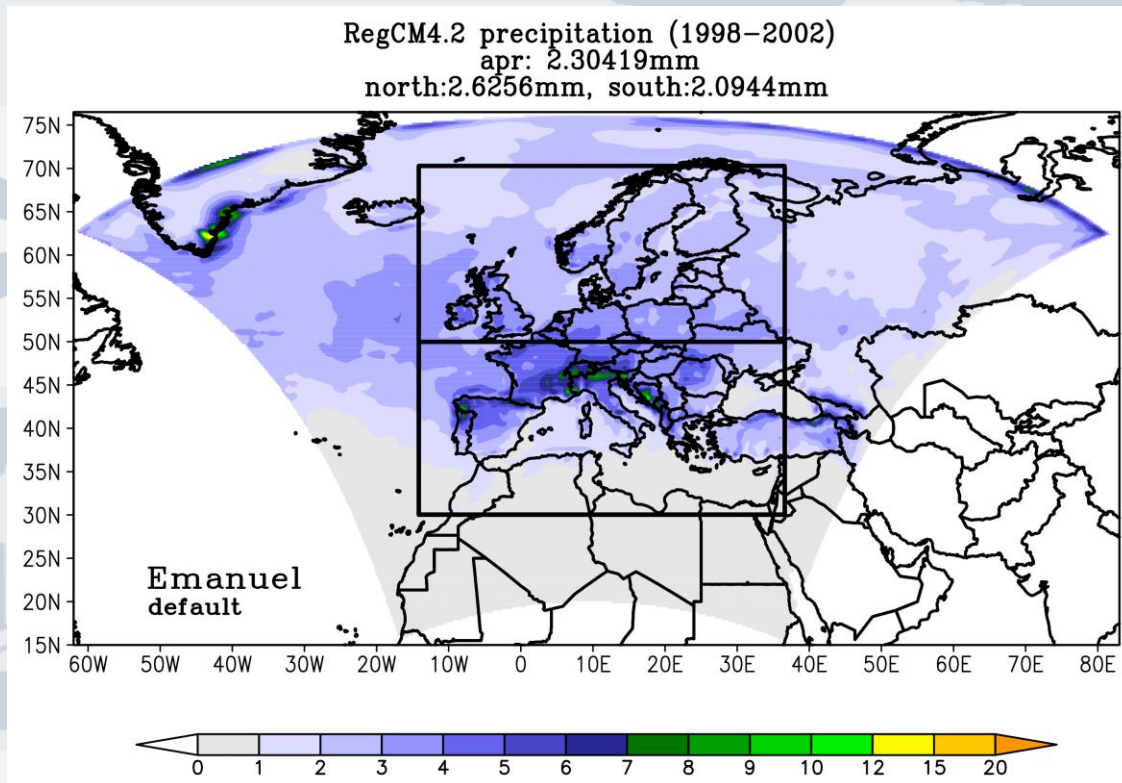
Assegnazione di un **valore di pericolo** (0,1) ad ogni classe;

Visualizzazione dei risultati ottenuti attraverso una **mappa di pericolosità**.

1. ANALISI DI PERICOLO

1.Scenari di precipitazione

Modello	Scale spaziale	Periodo di riferimento	Orizzonte temporale	Scenario	Fonte
MED-CORDEX	12 km	1970-2005	2041-2050	RCP 8.5	ICTP



1. ANALISI DI PERICOLO

Scelta dello scenario di criticità da considerare:

Criticità ordinaria: interruzione della viabilità in conseguenza dello scorrimento superficiale delle acque piovane lungo le sedi stradali. Possibile difficoltà di smaltimento della rete fognaria con conseguenti possibili allagamenti improvvisi;

Criticità moderata: limitati fenomeni di inondazione dovuti a passaggio di piene, probabile difficoltà di smaltimento delle acque della rete fognaria;

Criticità elevata: Estesi fenomeni di inondazione dovuti al passaggio di piene di origine fluviale, intensi fenomeni di **Viene presa in considerazione** umidità delle persone.

Viene presa in considerazione la prima classe in quanto riguarda fenomeni di criticità e allagamenti improvvisi legati alle acque piovane.

		la prima classe in quanto riguarda fenomeni di criticità e allagamenti improvvisi legati alle acque piovane.							H03	H06	H12	H24	
Vene-E	Ordinaria									38,4	45,6	56,0	69,6
	Moderata									48,0	57,0	70,0	87,0
	Elevata									65,0	77,0	94,0	117,0
Vene-F	Ordinaria									40,8	48,0	60,8	76,0
	Moderata		29,0	38,0	46,0	58,0	73,0		38,0	51,0	60,0	76,0	95,0
	Elevata		38,0	51,0	60,0	76,0	95,0		52,0	69,0	82,0	101,0	127,0
Vene-G	Ordinaria		24,8	36,0	47,2	63,2	84,0		33,6	48,0	61,6	83,2	108,8
	Moderata		31,0	45,0	59,0	79,0	105,0		42,0	60,0	77,0	104,0	136,0
	Elevata		42,0	60,0	77,0	104,0	136,0		57,0	82,0	105,0	139,0	182,0

1. ANALISI DI PERICOLO

Scelta della durata temporale:

Verrà utilizzata la soglia corrispondente alle 24 ore di durata in quanto la risoluzione dei modelli fornisce dati di precipitazione con risoluzione giornaliera.

S O G L I E P U N T U A L I											
Criticità		Stato del suolo UMIDO					Stato del suolo SECCO				
		H01	H03	H06	H12	H24	H01	H03	H06	H12	H24
Vene-E	Ordinaria	21,6	28,8	34,4	43,2	53,6	28,8	38,4	45,6	56,0	69,6
	Moderata	27,0	36,0	43,0	54,0	67,0	36,0	48,0	57,0	70,0	87,0
	Elevata	36,0	48,0	57,0	70,0	87,0	49,0	65,0	77,0	94,0	117,0
Vene-F	Ordinaria	23,2	30,4	36,8	46,4	58,4	30,4	40,8	48,0	60,8	76,0
	Moderata	29,0	38,0	46,0	58,0	73,0	38,0	51,0	60,0	76,0	95,0
	Elevata	38,0	51,0	60,0	76,0	95,0	52,0	69,0	82,0	101,0	127,0
Vene-G	Ordinaria	24,8	36,0	47,2	63,2	84,0	33,6	48,0	61,6	83,2	108,8
	Moderata	31,0	45,0	59,0	79,0	105,0	42,0	60,0	77,0	104,0	136,0
	Elevata	42,0	60,0	77,0	104,0	136,0	57,0	82,0	105,0	139,0	182,0

1. ANALISI DI PERICOLO

Determinazione dello stato del suolo:

- **Stado umido:** vi sono state precipitazioni cumulate nei 15 giorni precedenti;
- **Stado secco:** non vi sono state precipitazioni cumulate nei 15 giorni precedenti

S O G L I E P U N T U A L I													
Criticità			Stato del suolo UMIDO					Stato del suolo SECCO					
			H01	H03	H06	H12	H24	H01	H03	H06	H12	H24	
Vene-E	Ordinaria		21,6	28,8	34,4	43,2	53,6		28,8	38,4	45,6	56,0	69,6
	Moderata		27,0	36,0	43,0	54,0	67,0		36,0	48,0	57,0	70,0	87,0
	Elevata		36,0	48,0	57,0	70,0	87,0		49,0	65,0	77,0	94,0	117,0
Vene-F	Ordinaria		23,2	30,4	36,8	46,4	58,4		30,4	40,8	48,0	60,8	76,0
	Moderata		29,0	38,0	46,0	58,0	73,0		38,0	51,0	60,0	76,0	95,0
	Elevata		38,0	51,0	60,0	76,0	95,0		52,0	69,0	82,0	101,0	127,0
Vene-G	Ordinaria		24,8	36,0	47,2	63,2	84,0		33,6	48,0	61,6	83,2	108,8
	Moderata		31,0	45,0	59,0	79,0	105,0		42,0	60,0	77,0	104,0	136,0
	Elevata		42,0	60,0	77,0	104,0	136,0		57,0	82,0	105,0	139,0	182,0

1. ANALISI DI PERICOLO

Output:

- **Mappa di pericolo** per il decennio futuro 2041-2050: permette di visualizzare le aree dove si verificherà un maggior numero di eventi che superano la soglia di criticità ordinaria secondo diverse classi di pericolo (es. alto, medio, basso);
- **Statistiche** sul numero di superamenti che si verificano ogni anno, mese o stagione del decennio 2041-2050 (es. anno/mese/stagione peggiore, migliore o medio per lo scenario futuro).

✓ Siete soddisfatti della scala temporale utilizzata (decennio) o ritenete più utile una scala diversa (mensile, annuale, stagionale)?

- Scenari di precipitazione 2040-2050.
- Soglie pluviometriche massime puntuali

1. ANALISI DI PERICOLO

Mappa di pericolo

- Popolazione;
- Infrastrutture;
- Edifici pubblici e privati

2. ANALISI DELL'ESPOSIZIONE

Mappa di esposizione

- Pendenza del terreno
- Uso del suolo
- Zone allagate in passato

3. ANALISI DELLA VULNERABILITA' BIOFISICA E AMBIENTALE

Mappa di vulnerabilità

4. ANALISI DEL RISCHIO RELATIVO

Mappa di rischio relativo

Legenda:



Input



Fasi



Output



2. ANALISI DELL'ESPOSIZIONE

Individua e classifica gli elementi (o recettori) esposti al pericolo di allagamento e potenzialmente soggetti agli impatti di questo nell'area di studio.

Recettore	Fonte
Popolazione	ISTAT,2010, CTR
Infrastrutture	Corine Land Cover, 1:100000, Uso del suolo, 1:25000 ISPRA, 2006
Edifici pubblici e privati	Corine Land Cover, 1:100000, Uso del suolo, 1:25000 ISPRA, 2006, CTR

✓ Quali altri recettori potrebbero essere considerati?



3. ANALISI DELLA VULNERABILITA' BIOFISICA E AMBIENTALE

Valutare il grado con cui i recettori possono essere colpiti da eventi climatici basandosi su **informazioni territoriali sito-specifiche**.

Può essere interpretata come la predisposizione dei sistemi ad essere affetti, danneggiati o distrutti da un pericolo.

✓ Scelta dei fattori di suscettibilità da considerare;

Definizione dei fattori di suscettibilità:

- **Pendenza del terreno** che determina le aree di scorrimento/ristagno idrico

- Terreno piano **Alta vulnerabilità**;
- Terreno pendente **Bassa vulnerabilità**.

- **Uso del suolo**: che contribuisce a determinare il grado impermeabilizzazione del suolo :

- Aree verdi **Bassa Vulnerabilità**;
- Aree urbanizzate **Alta Vulnerabilità**

- **Dati storici sulle zone allagate in passato**: le zone che hanno già subito allagamenti vengono considerate più vulnerabili di quelle che non li hanno avuti.

Normalizzazione dei fattori di vulnerabilità:

I fattori vengono:

- Classificati in classi (categoriche o numeriche);
- Normalizzati con l'assegnazione dei punteggi e dei pesi per ogni classe (0-1);
- Aggregati secondo una funzione Multicriteriale

- Scenari di precipitazione 2040-2050.
- Soglie pluviometriche massime puntuali

1. ANALISI DI PERICOLO

Mappa di pericolo

- Popolazione;
- Infrastrutture;
- Edifici pubblici e privati

2. ANALISI DELL'ESPOSIZIONE

Mappa di esposizione

- Pendenza del terreno
- Uso del suolo
- Zone allagate in passato

3. ANALISI DELLA VULNERABILITA' BIOFISICA E AMBIENTALE

Mappa di vulnerabilità

RISCHIO= f (PERICOLO, ESPOSIZIONE, VULNERABILITA')

Mappa di rischio relativo

Legenda.



Input



Fasi



Output



4. ANALISI DEL RISCHIO RELATIVO

Integra le informazioni sul **pericolo** associato ad uno specifico scenario di cambiamento climatico, sull'**esposizione** e la **vulnerabilità** dei recettori per **identificare** e **prioritizzare recettori e aree** a rischio di **allagamento pluviale**.

- Valore di rischio che va da 0 a 1 viene normalizzato in classi di rischio:
 - 0 nessun rischio di allagamento (**Rischio Basso**);
 - 1 massimo rischio di allagamento (**Rischio Alto**).
- Fornisce una **classificazione relativa** delle aree e dei bersagli che possono essere colpiti da allagamenti **pluviali**;
- Permette di produrre **Mappe di rischio di allagamento** in cui le zone soggette alle diverse classi di rischio sono rappresentate da colori diversi e **statistiche** che rappresentano la superficie e percentuale di recettore interessato dalle diverse classi di rischio di allagamento.

OUTPUT PRINCIPALI

PERICOLO:

- **Mappa di pericolo** per il decennio 2041-2050 permette di visualizzare le aree dove si verificherà un maggior numero di eventi che superano la soglia di criticità ordinaria secondo 3 classi di pericolo (es. alto, medio, basso);
- **Statistiche** sull'anno, mese o stagione in cui si verificherà il maggiore numero di superamenti nel decennio 2041-2050.

ESPOSIZIONE:

- **Mappa di esposizione** che illustra gli elementi (recettori) potenzialmente esposti al pericolo di allagamento;

VULNERABILITA':

- **Mappe di vulnerabilità** che mostra la distribuzione spaziale della suscettibilità biofisica ed ambientale dei singoli recettori nei confronti del pericolo di allagamento.

RISCHIO:

- **Mappa di rischio di allagamento** che rappresenta le zone o i recettori interessati dalle diverse classi di rischio di allagamento;
- **Statistiche** (superficie e percentuale di recettore interessato dalle diverse classi di rischio di allagamento e relativo istogramma);

I servizi per gli impatti e l'adattamento ai cambiamenti climatici nelle zone costiere del Nord Adriatico.



1. Analisi di rischio di inondazione dovuta all'innalzamento del livello del mare;

2. Analisi di rischio di allagamento dovuto a precipitazioni intense in aree urbane;



3. Indice di stress idrico per diverse tipologie agricole.



Prodotto 3 Indice di stress idrico futuro per diverse tipologie agricole.

Problematica:

I cambiamenti climatici potranno provocare in futuro:

- Alterazioni nel regime pluviometrico con conseguenti periodi siccitosi in certe zone.
- Impatti negativi sull'agricoltura per quelle colture che richiedono apporti d'acqua elevati e costanti con riduzione della resa e perdite economiche.

Richieste:

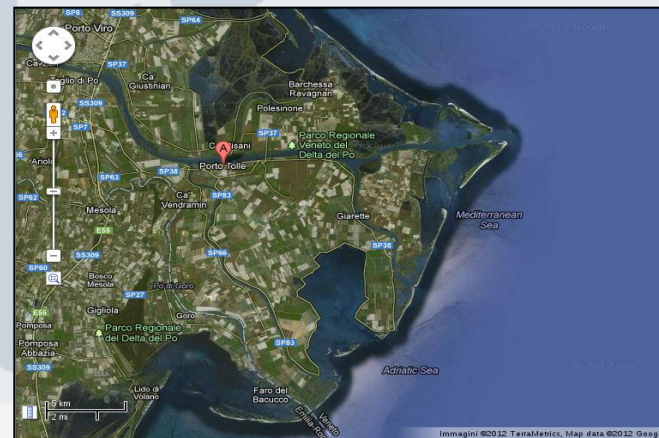
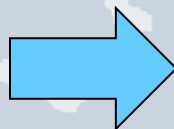
- Conoscere i trend futuri di fenomeni siccitosi;
- Prevedere come varierà il regime pluviometrico al fine di regolare i sistemi di irrigazione;
- Valutare quali saranno le aree maggiormente impattate dalla carenza idrica.



Obbiettivo:

Calcolare un indice di stress idrico per le differenti tipologie colturali presenti nell'area del delta del Po che consideri gli scenari di precipitazione previsti per la decade 2041-2050.

- ✓ Siete soddisfatti dell'area geografica considerata?



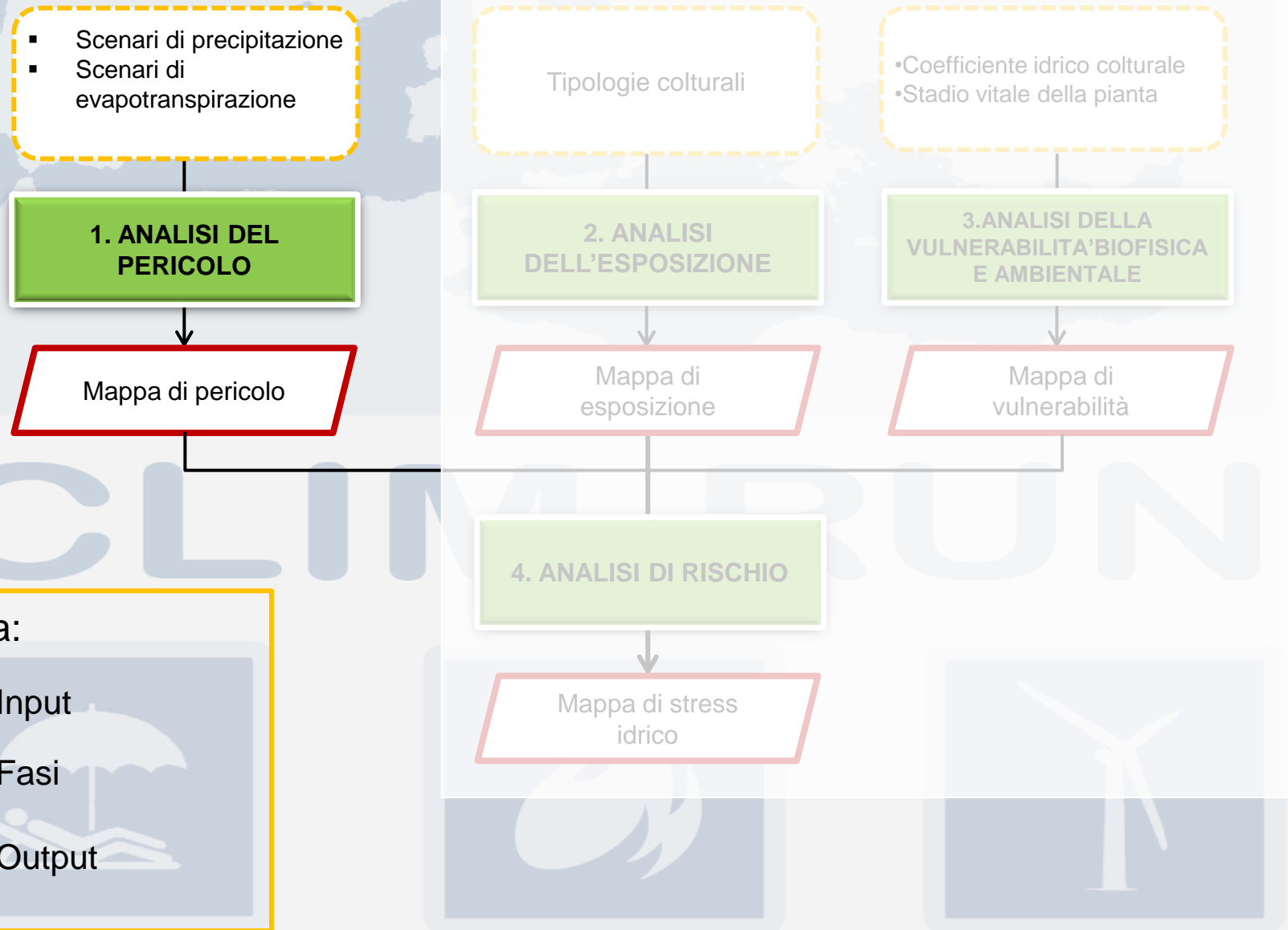
Simulazioni climatiche utilizzate:

- Modello: Med-CORDEX;
 - Precipitazioni giornaliere;
 - Orizzonte temporale: 2041-2050;
 - Risoluzione spaziale: 14 km.
- Modello: Med-CORDEX
 - Evapotraspirazione giornaliera;
 - Orizzonte temporale: 2041-2050;
 - Risoluzione spaziale: 14 km.

Utilità:


- Conoscere quali attuali colture saranno sottoposte a stress idrico più elevato in futuro;
- Valutare quali colture potranno continuare ad essere coltivate nella zona oggetto di studio ai fini di una futura pianificazione agricola.

Fasi della metodologia applicata all'analisi dell'Indice di Stress Idrico futuro




1. ANALISI DEL PERICOLO

- Valuta la **disponibilità idrica futura** per le colture;
- È funzione delle **precipitazioni** e dell'**evapotraspirazione**.



Riduzione del contenuto idrico del suolo determina una riduzione dell'acqua assorbita dalla pianta → non più sufficiente a bilanciare le perdite per traspirazione → riduzione dell'attività vegetativa e della qualità dei prodotti.

- Disponibilità idrica: **piogge utili** per l'agricoltura (**PU**)  quota di precipitazione al netto della parte persa per ruscellamento ed evapotraspirazione;
- Metodo empirico (50 anni di misure in 22 stazioni sperimentali):

$$PU = fc \times (1.253 \times P^{0.824} - 2.935) \times 10^{(0.001 \times ET)}$$

PU = piogge utili future mensili (mm);

fc = fattore di correzione correlato alla riserva d'acqua del suolo. È pari a 1 nella condizione pedologica standard con una riserva di 150 mm per metro di suolo ed una profondità radicale di 50 cm, equivalente ad una riserva utile di 75 mm;

P = precipitazione futura mensile (mm);

ET = evapotraspirazione futura mensile (mm).

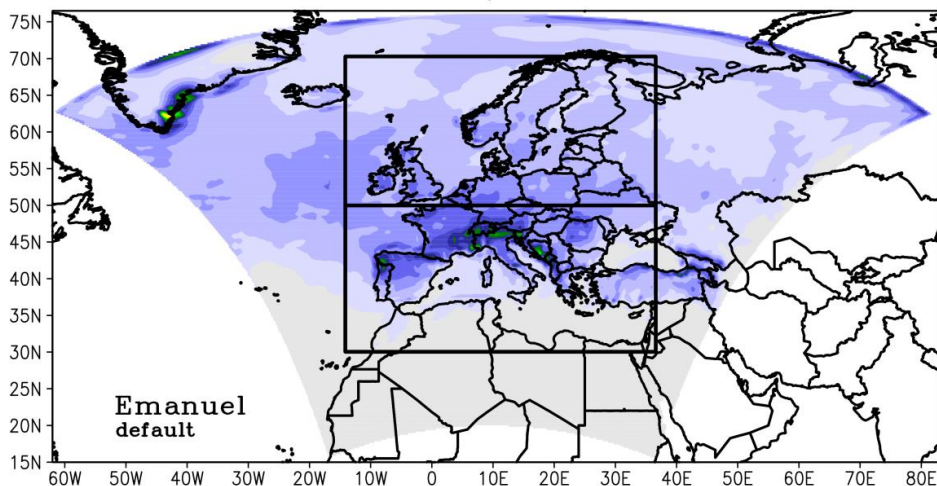
metodo USDA –SCS (USA, 1967).

1. ANALISI DEL PERICOLO Input

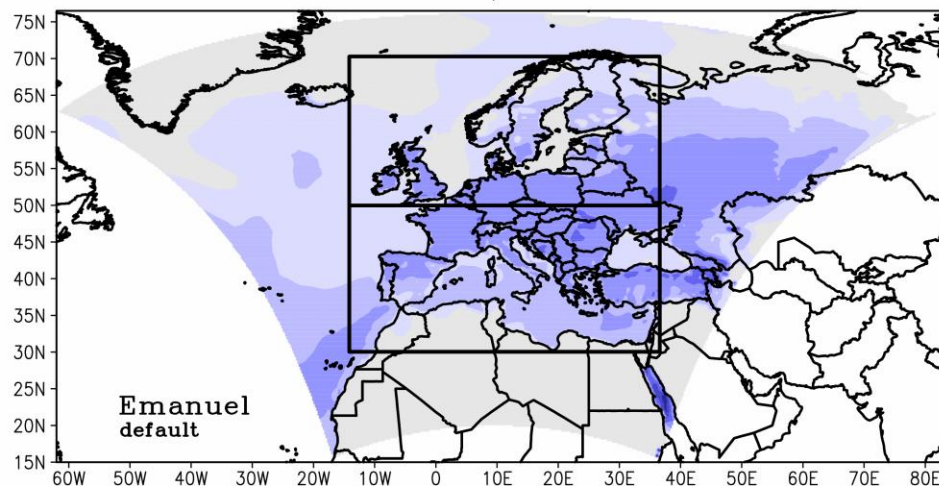
Scenari di precipitazione ed evapotraspirazione futuri

Modello	Scale spaziale	Periodo di riferimento	Orizzonte temporale	Scenario	Fonte
MED-CORDEX	14 km	1970-2005	2041-2050	RCP 8.5	ICTP

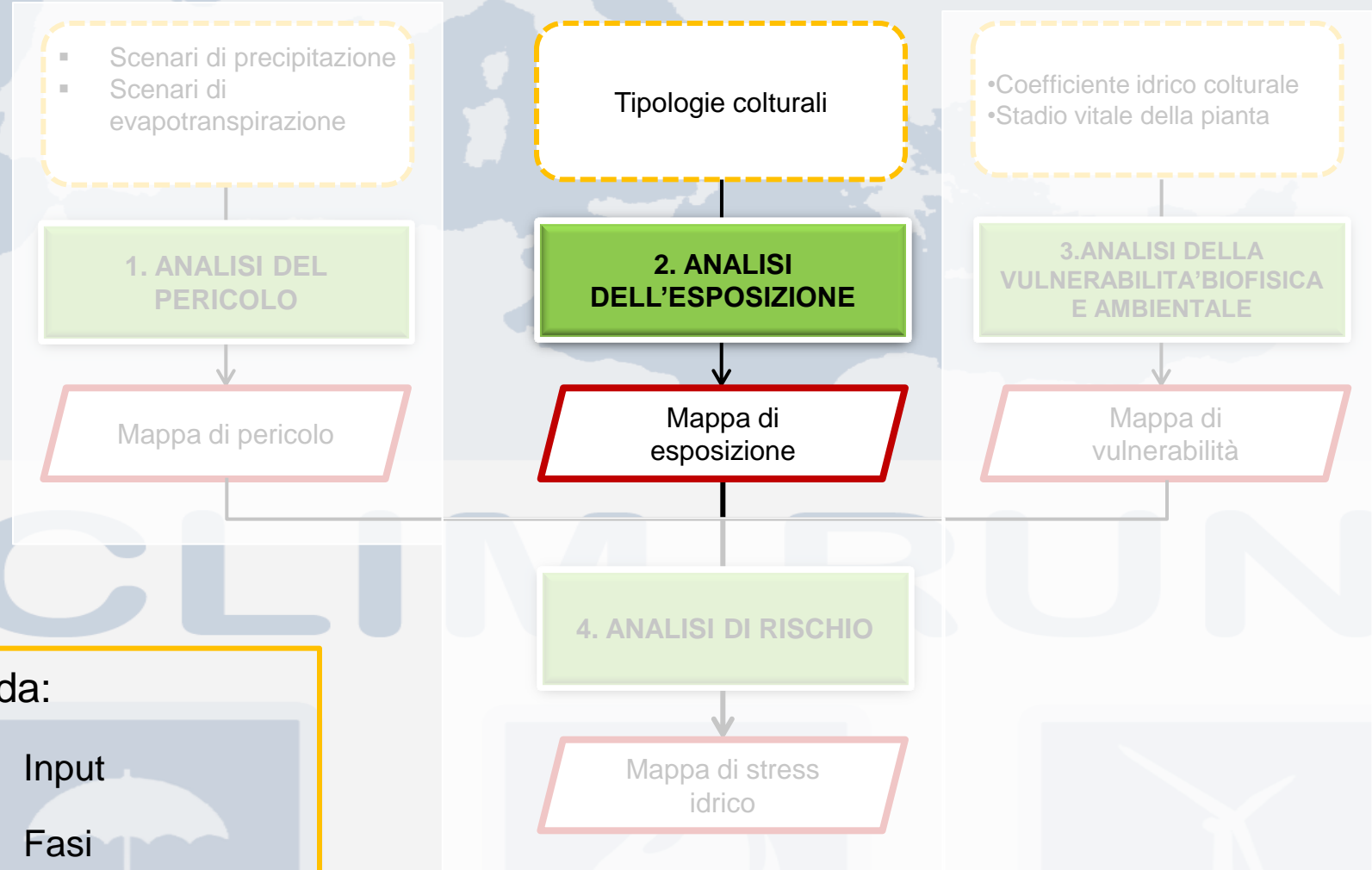
RegCM4.2 precipitation (1998–2002)
apr: 2.30419mm
north:2.6256mm, south:2.0944mm



RegCM4.2 evapotranspiration (1998–2002)
may: 2.10163mm
north:1.85952mm, south:2.25966mm



Fasi della metodologia applicata all'analisi dell'Indice di Stress Idrico futuro



Legenda:



Input



Fasi



Output

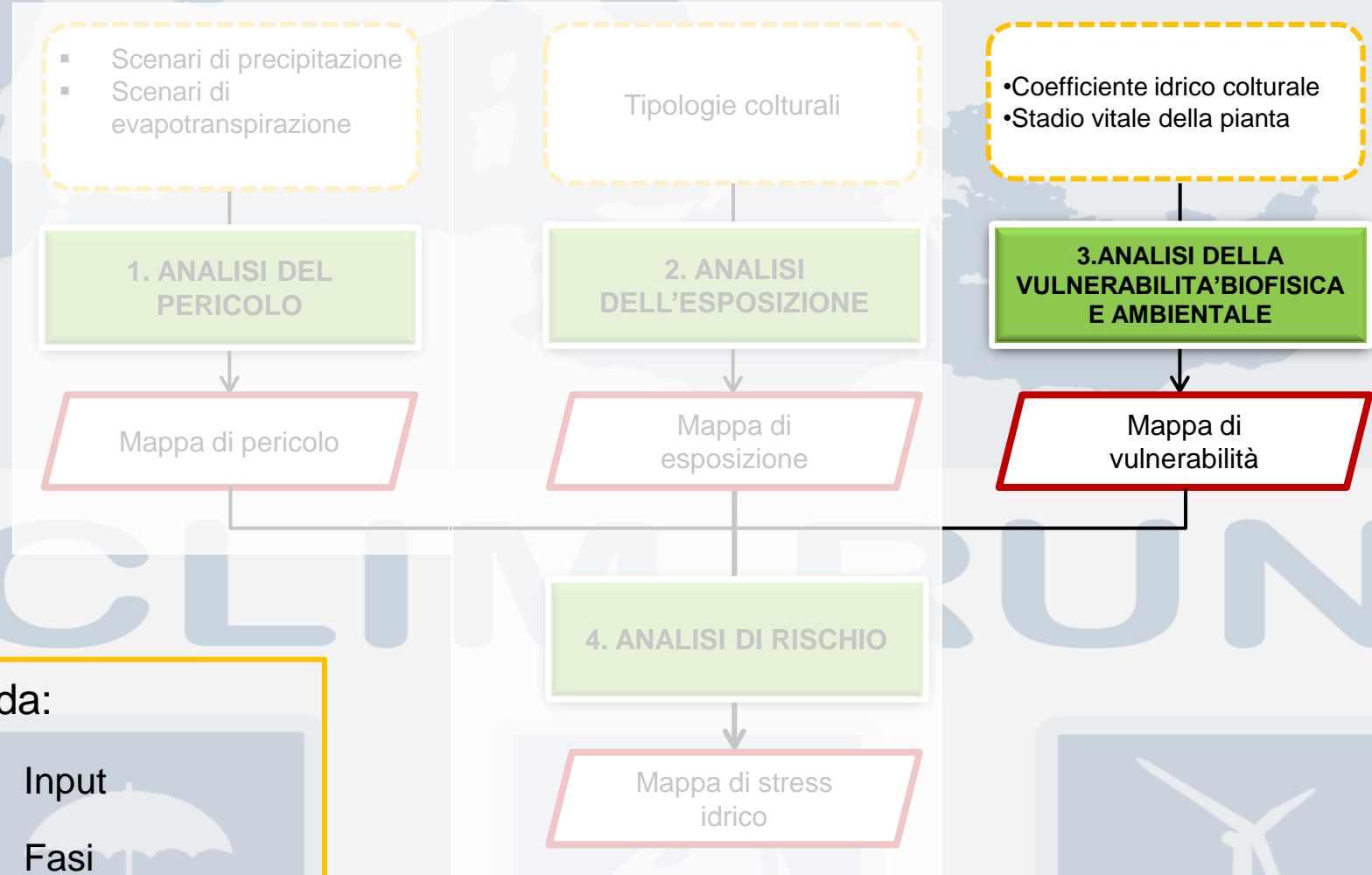
2. ANALISI DELL'ESPOSIZIONE

Individua e classifica gli elementi (o recettori) esposti al pericolo e potenzialmente

Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4
Superfici agricole utilizzabili	2.1. Seminativi	2.1.1. Seminativi in aree non irrigue 2.1.2. Ser	2.1.1.1. Colture intensive 2.1.1.2. Colture estensive
	2.2. Colture permanenti	2.2.1. Vigna 2.2.2. Frutteto 2.2.3. Olivo 2.2.4. Arboree	(gine) lie e conifere
	2.3. Prati stabili (foraggiere permanenti)	2.3.1. Prati stabili (foraggiere permanenti)	
	2.4. Zone agricole eterogenee	2.4.1. Colture temporanee associate a colture permanenti 2.4.2. Sistemi colturali e particellari complessi 2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti 2.4.4. Aree agroforestali	

✓ Scelta delle colture da studiare in modo prioritario

Fasi della metodologia applicata all'analisi dell'Indice di Stress Idrico futuro



Legenda:



Input



Fasi



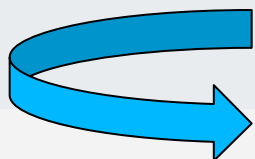
Output

3.ANALISI DELLA VULNERABILITA' BIOFISICA E AMBIENTALE

È rappresentata dalla **domanda idrica colturale** che influenza il modo in cui i diversi recettori (colture) reagiscono alla carenza idrica:

- Elevata domanda idrica → **Vulnerabilità alta**;
- Bassa domanda idrica → **Vulnerabilità bassa**.

Considera l'**evapotraspirazione colturale (Etc)**.



Rappresenta la **quantità d'acqua dispersa** nell'atmosfera, attraverso i processi di **evaporazione del suolo** e **traspirazione vegetale** di una specifica coltura.



$$Etc = Kc \times ET$$

Etc= evapotraspirazione colturale futura;

Kc= coefficiente colturale tipico di ogni specie e periodo di crescita che riassume le caratteristiche idriche della coltura;

ET= evapotraspirazione futura.

FAO (1998)

3.ANALISI DELLA VULNERABILITA' BIOFISICA E AMBIENTALE

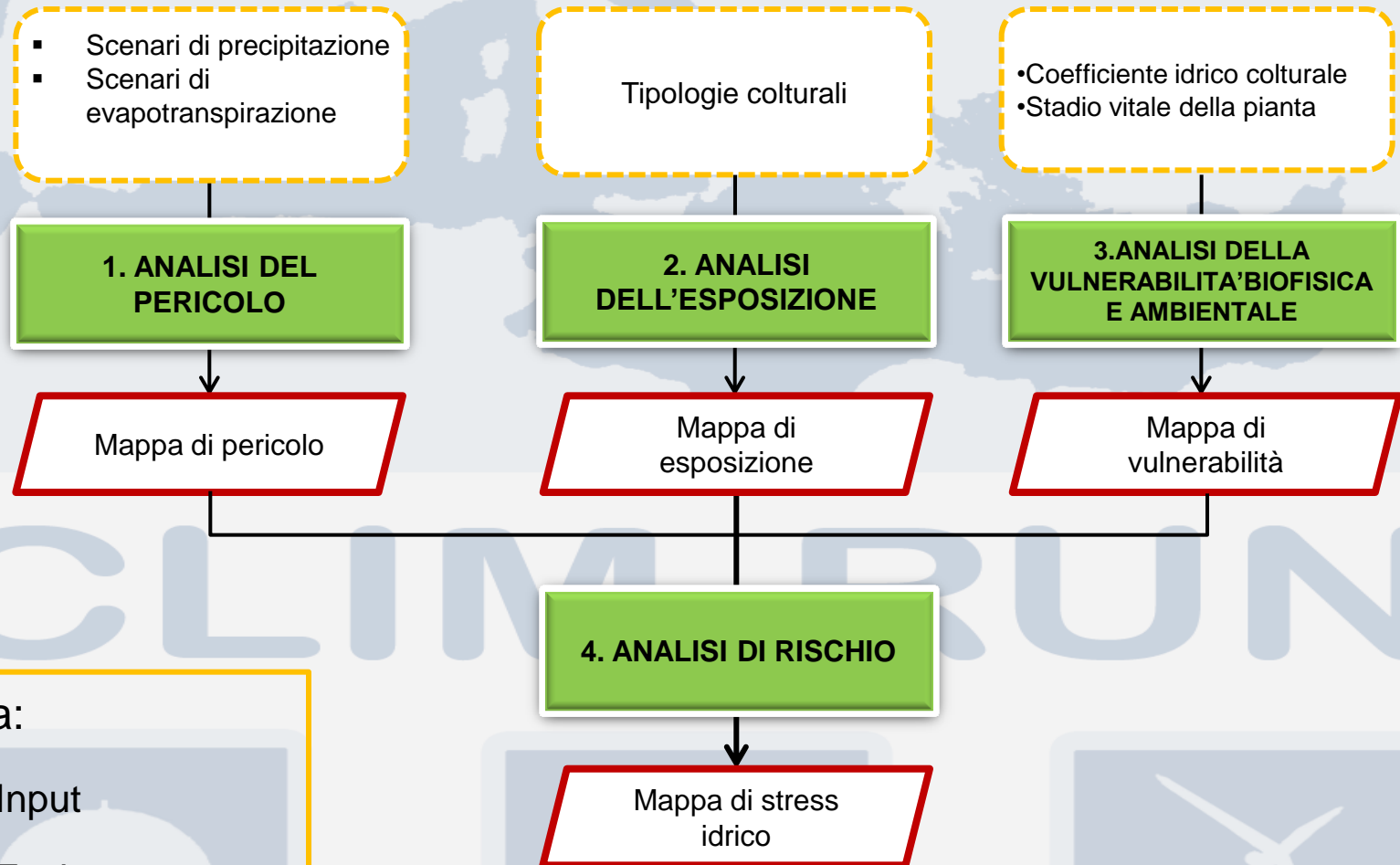
Scelta del Kc (Coefficiente culturale):

ingloba e sintetizza tutti gli effetti sull'evapotraspirazione legate alle caratteristiche morfo-fisiologiche delle diverse specie e alle loro alle fasi di crescita, alle caratteristiche del suolo.

Valori di kc mensili per diverse colture Fonte: (Lacovara)

[illegible]

Fasi della metodologia applicata all'analisi dell'Indice di Stress Idrico futuro



Legenda:



Input



Fasi



Output

4. ANALISI DI RISCHIO

Valutare quali colture saranno maggiormente impattate dallo scenario di precipitazione futuro.

Indice di Stress Idrico (Is) proposto da Lacovara:

$$Is = 1 - PU/Etc$$

Is= indice dei stress idrico;

PU = piogge utili future;

Etc= evapotraspirazione colturale futura.

Normalizzazione e
classificazione in
classi di stress idrico:
Alto-Basso-Medio

Is = 0 totale soddisfacimento della domanda idrica;

Is = 1 totale mancanza idrica

- ✓ Scelta del periodo e della risoluzione temporale da rappresentare;
- ✓ Scelta delle statistiche da considerare.

- Mappa che permette di rappresentare lo stress idrico futuro per ogni singola coltura o area;
- Statistiche sulla variazione idrica, stagionale, annuale (es. anno medio, peggiore, migliore) dell'Indice di Stress per il periodo 2041-2050;
- Confronto tra lo stress idrico attuale (2001-2010) e quello futuro (2041-2050).

OUTPUT PRINCIPALI

PERICOLO:

- **Mappa di pericolo** che mostra la distribuzione delle precipitazioni utili per il decennio 2041-2050;

ESPOSIZIONE:

- **Mappa di esposizione** che illustra gli elementi potenzialmente al rischio per il pericolo di stress idrico;

VULNERABILITÀ:

- **Mappa di vulnerabilità** che illustra la domanda idrica colturale;

RISCHIO:

- **Mappe di stress idrico** che permettono la visualizzazione spaziale dello stress idrico per ogni singola coltura o per tutte le tipologie agricole analizzate;
- **Statistiche** sulla variazione annuale (es. anno medio, peggiore, migliore), mensile, stagionale dell'Indice di Stress per il periodo 2040-2050;
- Confronto tra lo stress idrico attuale (2001-2010) e quello futuro (2041-2050).

- ✓ I prodotti proposti sono utili per le vostre attività?
- ✓ Quali suggerimenti potete darci al fine di migliorarli?

