



*Autorità di Bacino Distrettuale
dell'Appennino Meridionale*

17 ottobre 2019

Ing. Rocco Bonelli

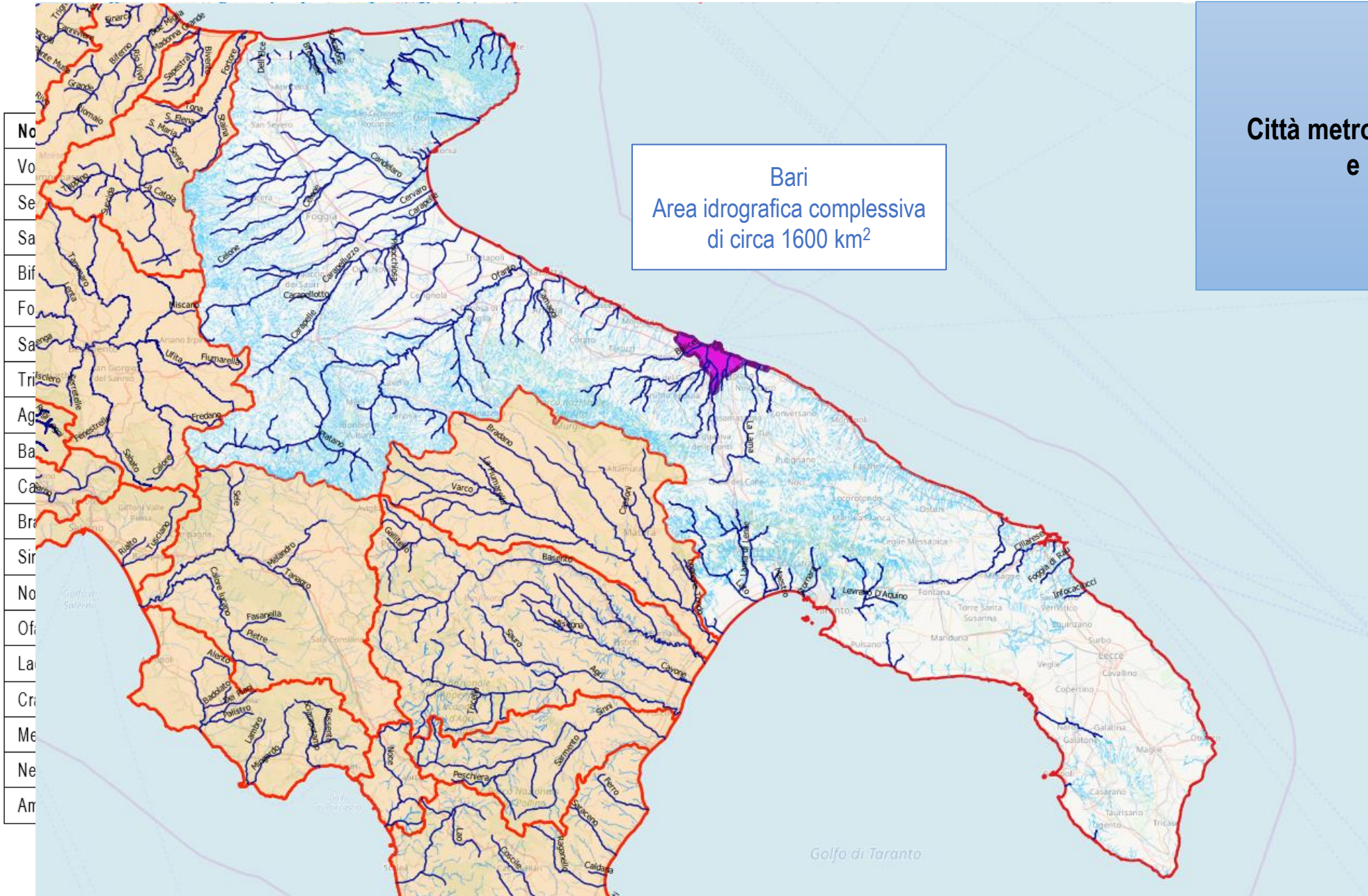
METTIAMOCI IN RIGA



L'applicazione di modelli numerici per la predisposizione e definizione degli strumenti di pianificazione e gestione del rischio alluvioni



Reticolo idrografico e pericolosità idraulica



**Città metropolitane interne al Distretto
e Reticolo Idrografico**

No
Vo
Se
Sa
Bif
Fo
Sa
Tri
Ag
Ba
Ca
Br
Sir
No
Of
La
Cr
Me
Ne
An

Modellistica idraulica: timeline

Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

2006

Modelli monodimensionali

2007

Modelli bidimensionali

2008

CTR 1:5000

2010

Rilievi LIDAR

2011

Modelli bidimensionali distribuiti

2015

Modelli bidimensionali GPU solver

Distretto dell'Appennino Meridionale

Elementi che caratterizzano la modellazione matematica

Elementi che caratterizzano la modellazione: schema di calcolo

E' applicabile quando la direzione di propagazione della piena è univocamente determinabile. Questa condizione è generalmente rispettata per alvei molto incisi, in cui è possibile di

Schema monodimensionale

Schema bidimensionale

Caratteristiche	Vantaggi	Svantaggi
Modelli 1D <ul style="list-style-type: none"> Geometria costruita con sezioni discretizzate ad intervalli regolari Output per ogni sezione di tirante e velocità 	<ul style="list-style-type: none"> Tempi computazionali rapidi Geometria relativamente rapida da modificare Files di output di piccole dimensioni e facilmente gestibili 	<ul style="list-style-type: none"> Geometria dipendente dalle sezioni di input, da rilevare in campo o da estrarre da un DEM La geometria è frutto di molte interpolazioni Il tempo necessario per la costruzione del modello può essere considerevole
Modelli 2D <ul style="list-style-type: none"> Griglia o Mesh di calcolo aderente alla topografia di input Output per ogni cella o elemento della mesh di calcolo che include tiranti e velocità 	<ul style="list-style-type: none"> Si possono modellare situazioni reali caratterizzate anche da deflussi trasversali Interpolazione del dato topografico limitata Non è necessario determinare preventivamente le direzioni di propagazione Si possono modellare situazioni complesse Meccanismi di storage implicitamente integrati nel modello Input e Output definiti spazialmente in GIS 	<ul style="list-style-type: none"> Richiede un dato topografico dettagliato ed uniformemente distribuito Tempi di implementazione della geometria del modello generalmente bassi, ma per situazioni complesse possono diventare anche maggiori di quelli necessari per i modelli 1D Tempi computazionali considerevoli Files dei risultati mediamente grandi

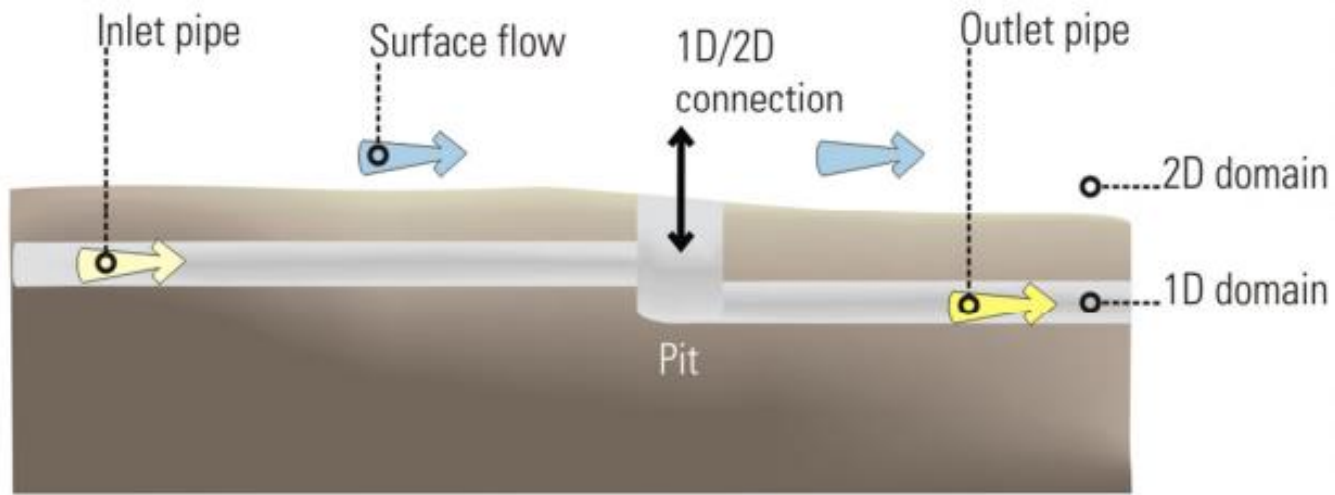
$$\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = F_x$$

$$\frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} = F_y$$

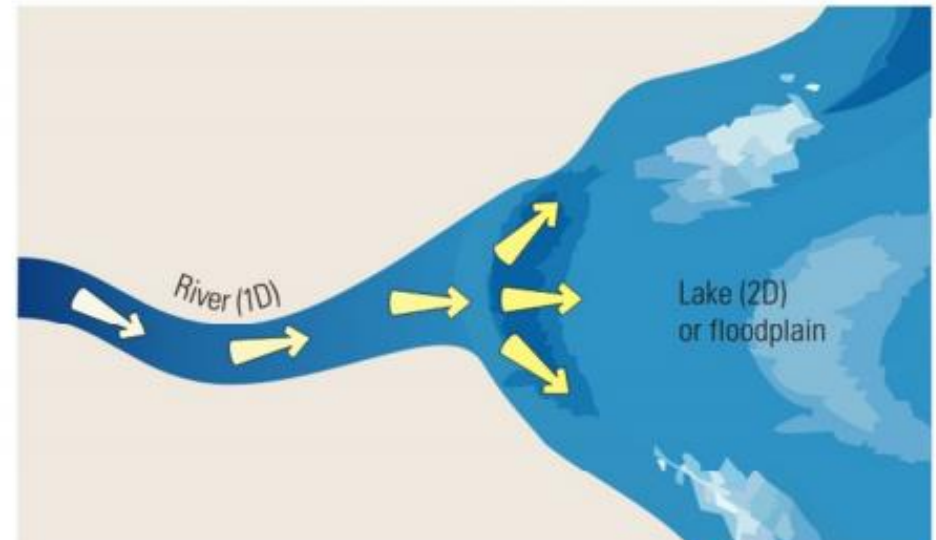
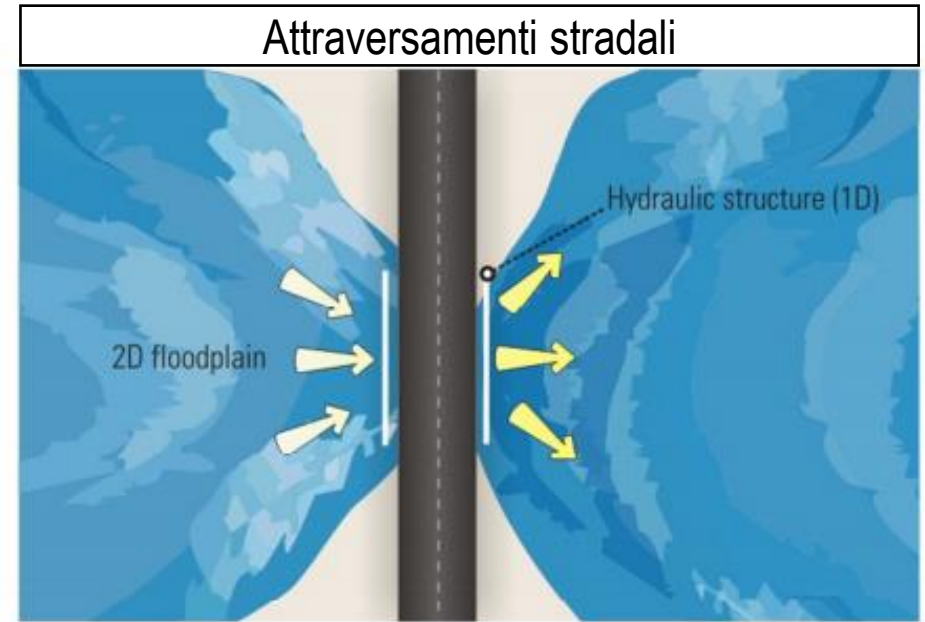
abile a priori, in
fologie poco

accentuate e per ambiti urbanizzati.

Elementi che caratterizzano la modellazione: schema di calcolo

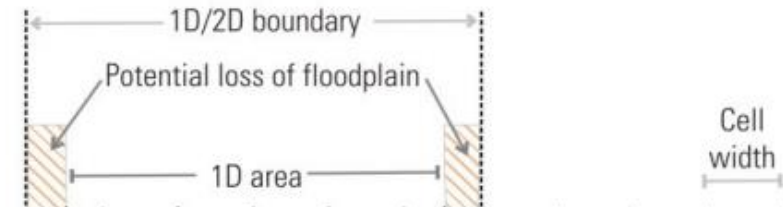
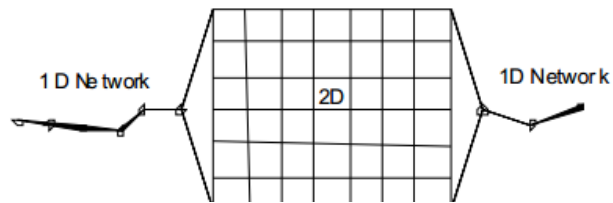


Tubazioni interrante

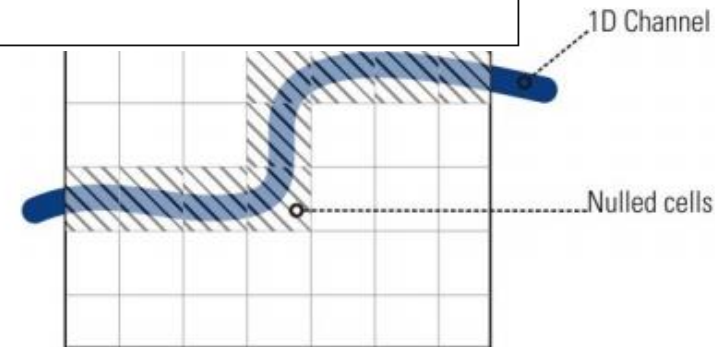
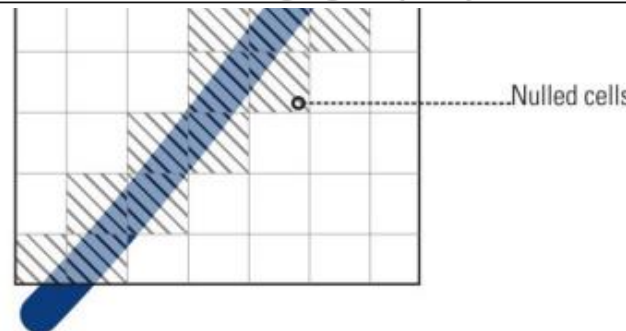
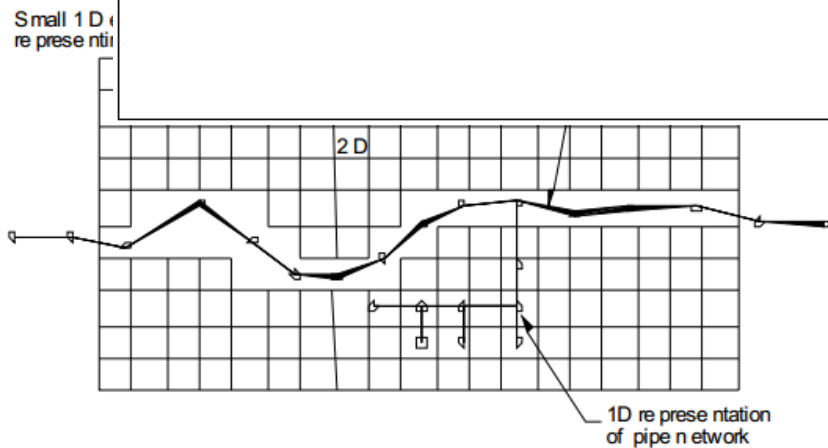


Variazioni della morfologia

Elementi che caratterizzano la modellazione: schema di calcolo

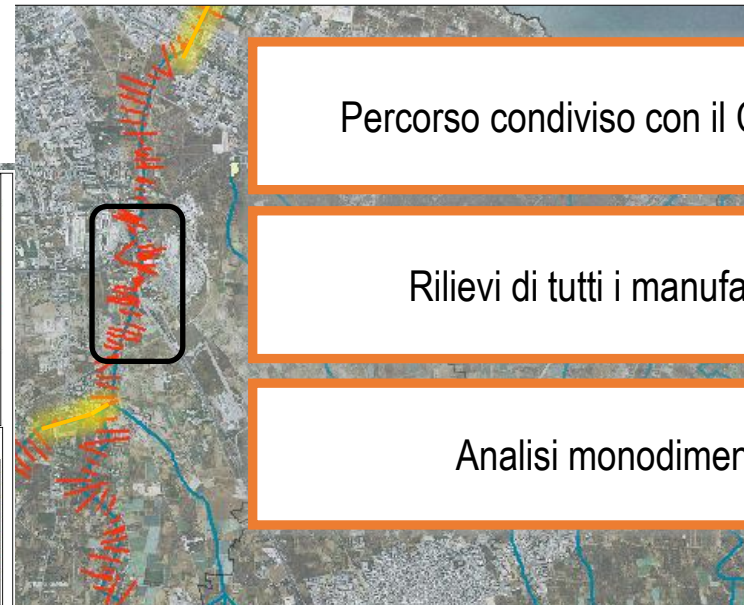
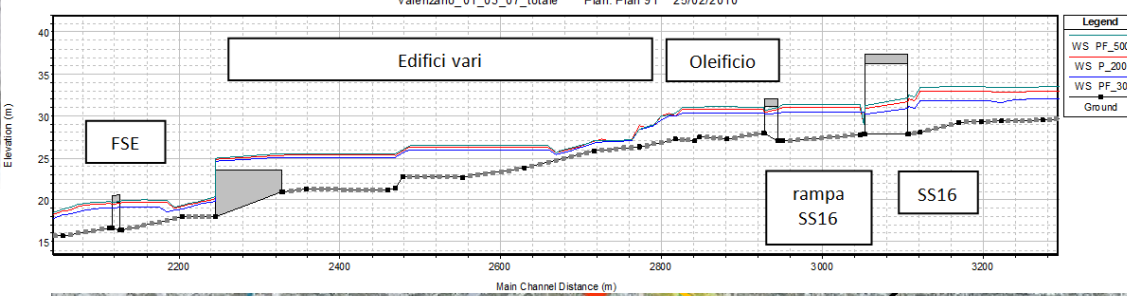
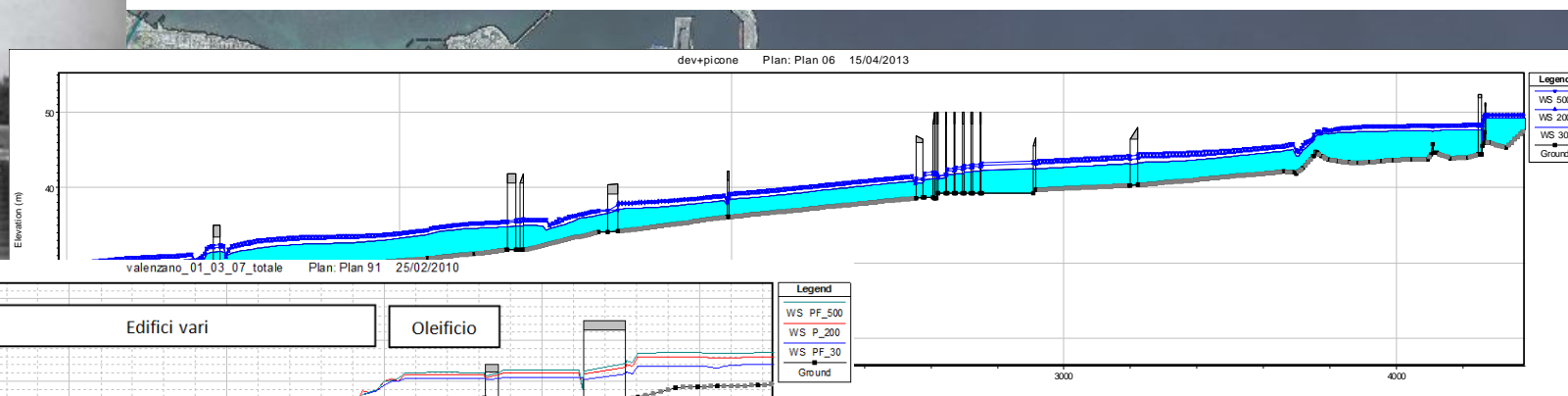
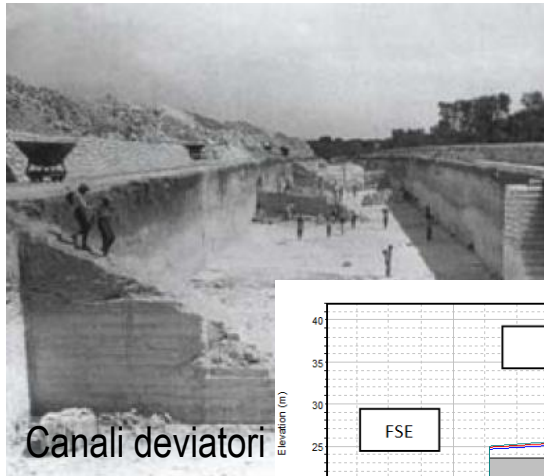


scenario	Conessioni
<p>1D boundary condition</p> <p>La cella della griglia è maggiore della larghezza del canale</p>	<p>Si può verificare perdita di volume nel passaggio dal dominio 2D a quello 1D se le sezioni non sono dimensionate adeguatamente</p> <p>I risultati di velocità rappresentano la media sulla cella, piuttosto che le velocità interne ad ogni sezione</p>
<p>Small 1D representation</p> <p>La cella della griglia è inferiore alla larghezza del canale</p>	<p>La perdita di volume nel passaggio dal dominio 2D a quello 1D diventa meno pronunciata con celle a griglia più piccole</p> <p>La connessione attraverso una singola cella della griglia, può causare problemi per il trasferimento di tutto il volume d'acqua da un canale più grande verso una cella a griglia più piccola</p>



1c

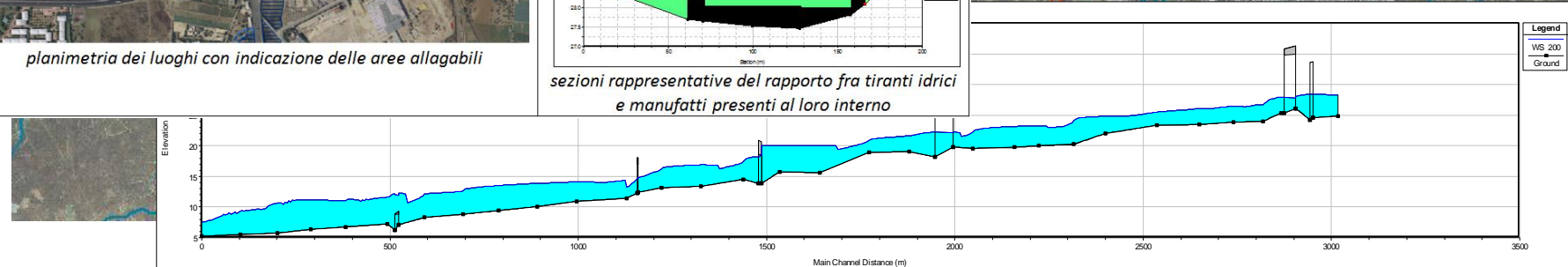
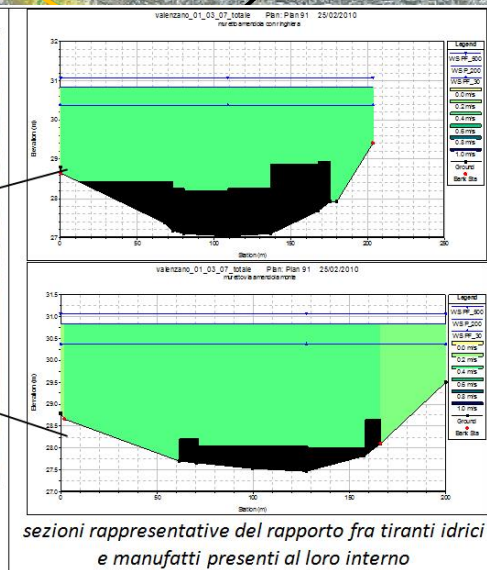
Esempio di applicazione monodimensionale



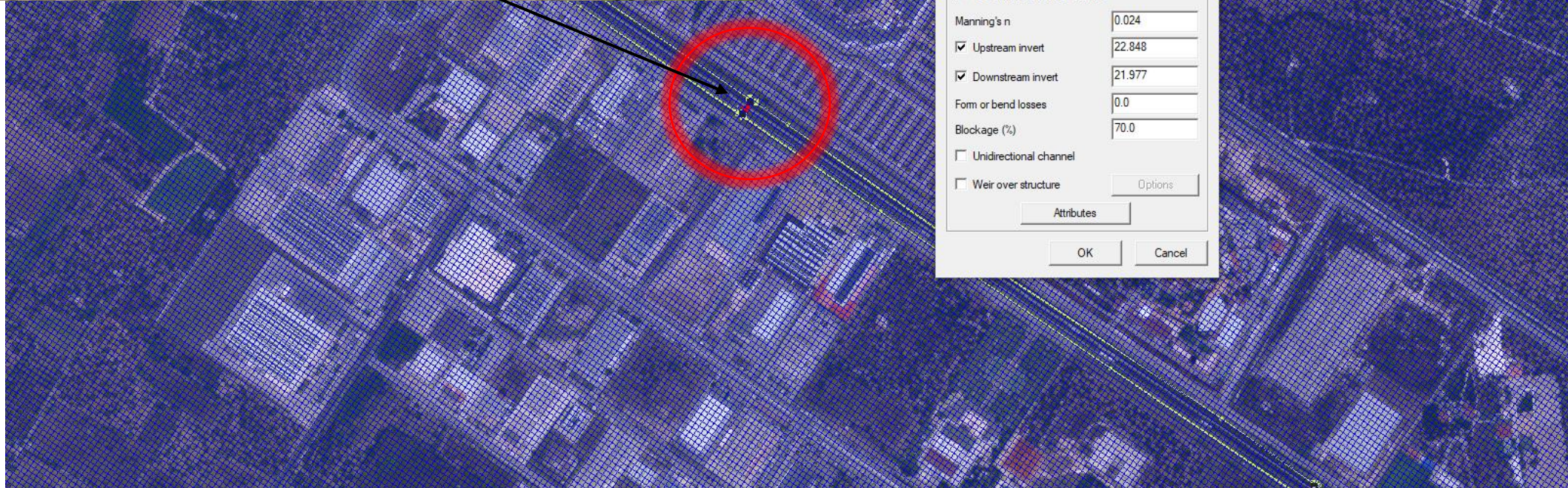
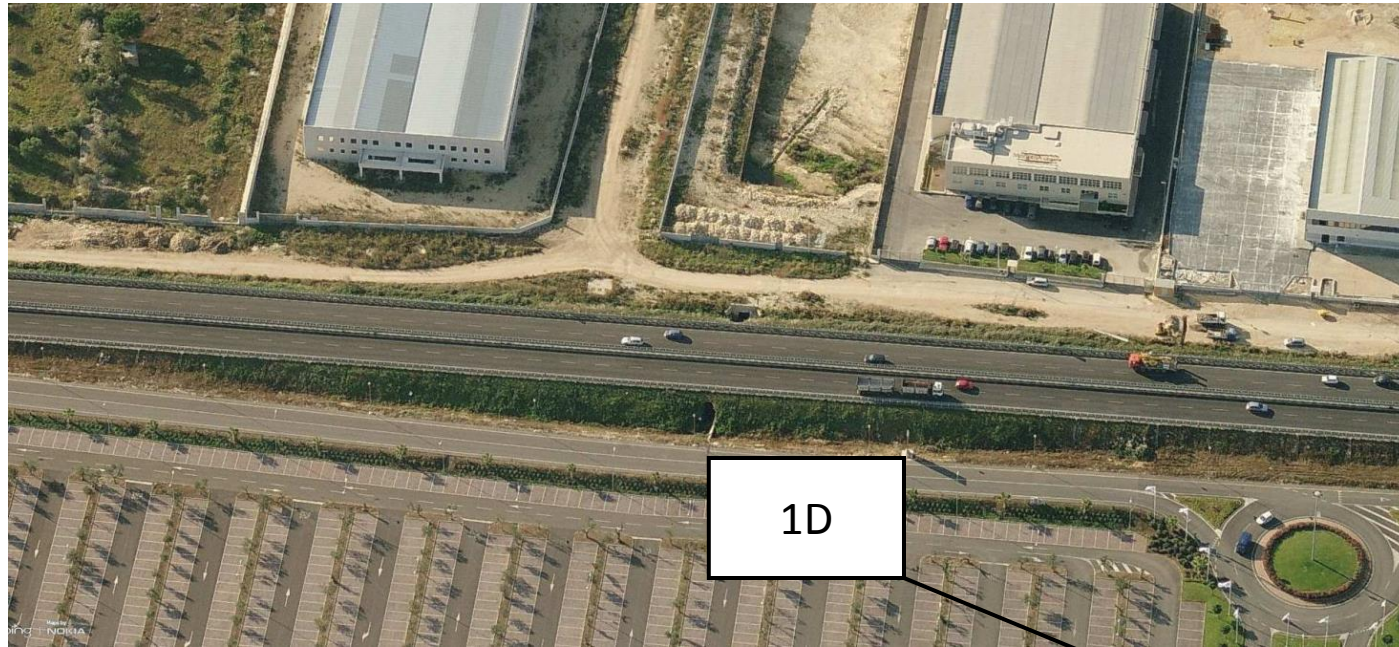
Percorso condiviso con il Comune di Bari

Rilievi di tutti i manufatti presenti

Analisi monodimensionale

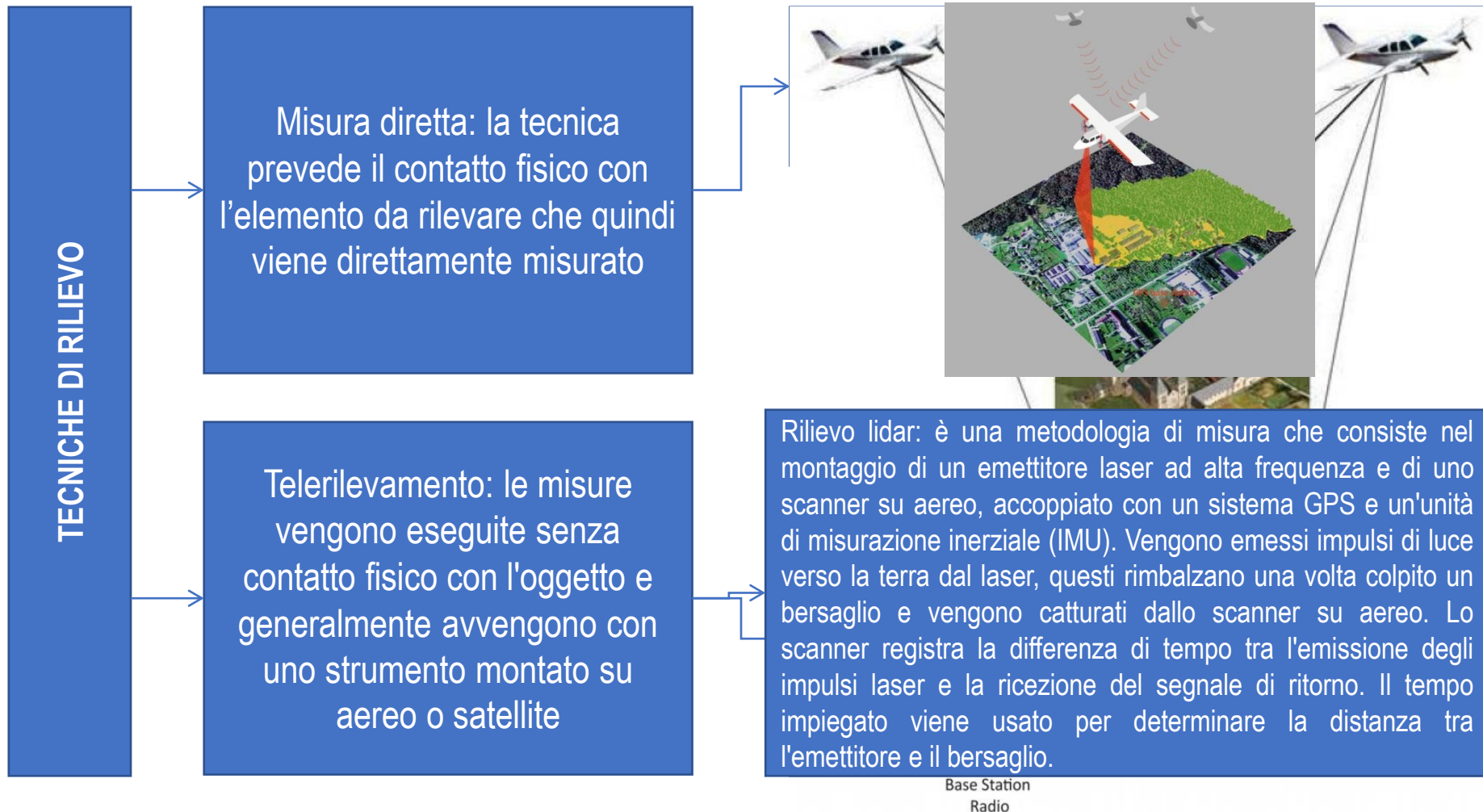


Esempio di geometria bidimensionale con elementi monodimensionali (1D-2D)



Elementi che caratterizzano la modellazione: Topografia

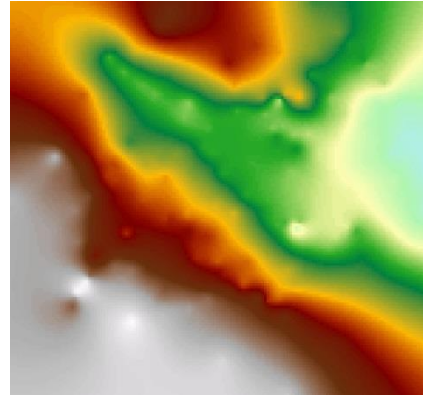
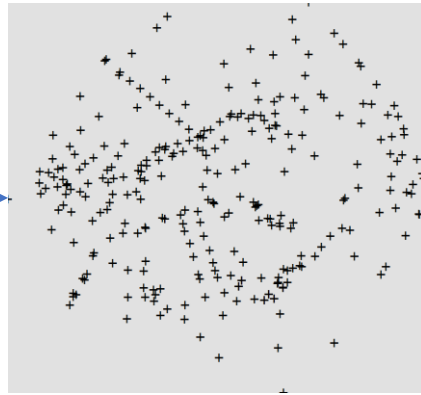
I modelli idrodinamici 2D risolvono un'approssimazione matematica delle leggi fisicamente basate della dinamica dei deflussi. Ne consegue che i dati fisici (topografia) a base del modello hanno maggiore influenza sugli output che lo stesso fornisce, anche rispetto ai numerosi parametri che lo stesso può gestire che possono risultare avere influenza secondaria.



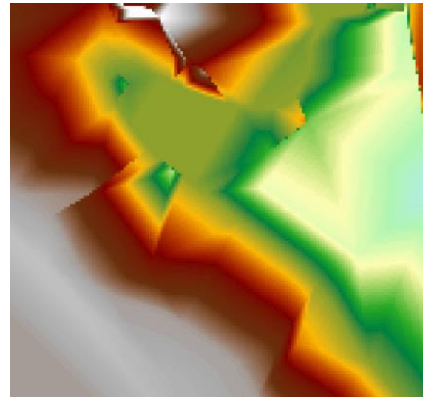
Elementi che caratterizzano la modellazione : Topografia

Le varie tecniche di misura

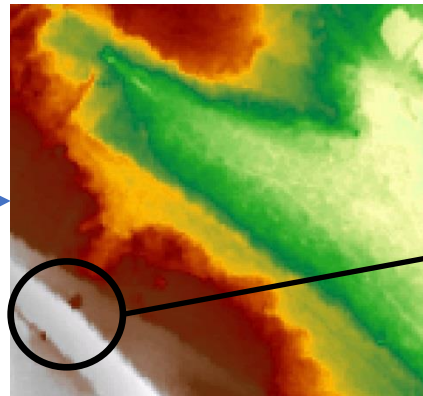
GPS RTK



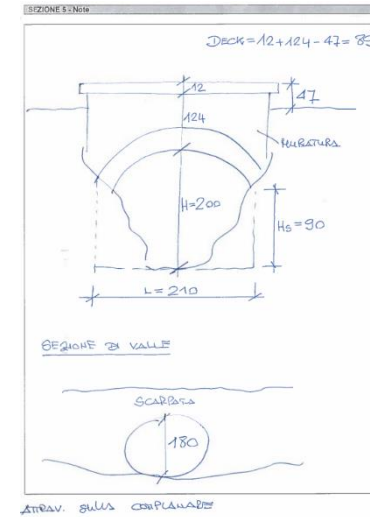
AEROFOTOGRAMMETRICO



LIDAR



Tecnica di rilievo	Accuratezza (+/- m)	
	orizzontale	verticale
GPS - RTK	0,05	0,05
Aerofotogrammetrico	0,2 - 0,5	0,1 - 0,3
LiDAR	0,1 - 0,5	0,1 - 0,5



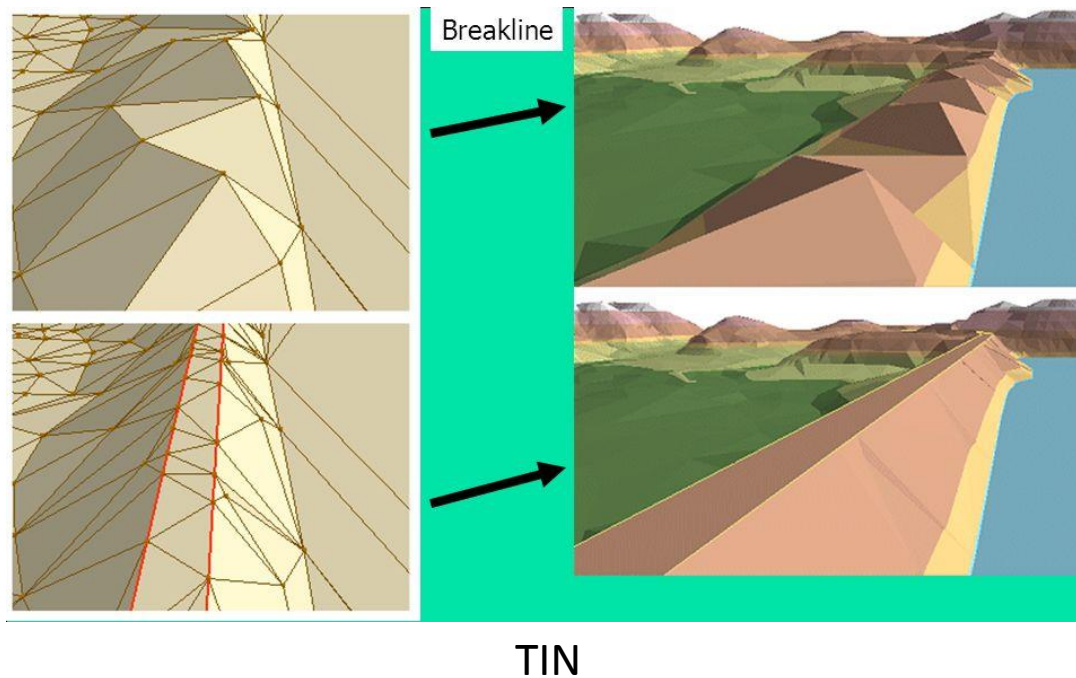
Elementi che caratterizzano la modellazione : Topografia

Interpolazione

Dato un certo rilievo topografico, la rappresentazione complessiva del territorio può variare, anche significativamente, in base a come lo stesso viene utilizzato

Bisogna far riferimento a procedure di interpolazione che consentono di ottenere la migliore rappresentazione possibile.

Per esempio è possibile far riferimento alle «breaklines» che rappresentano elementi di continuità geometrica. (es. strade, sponde, argini, ecc.)



Surface Feature Types: Break Lines

Vector Surface Concepts

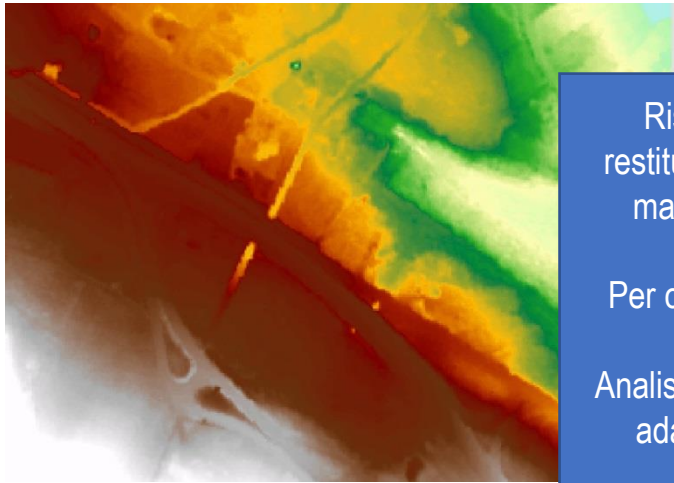
- Surface measurements that capture linear features (e.g. roads, ridges, shorelines, etc...)
- Densified to ensure Delaunay triangulation rules
- Impact is visible when exporting raster

The image shows two side-by-side grayscale terrain maps. The left map is labeled 'Without Break Lines' and shows a smooth, rounded terrain. The right map is labeled 'With Break Lines' and shows a terrain with sharp, defined features. Below the maps is a note: 'Note: Densification of break lines in a TIN can be ignored by specifying constrained Delaunay triangulation. This reduces overall size, while disabling natural neighbor interpolation.'

GRID

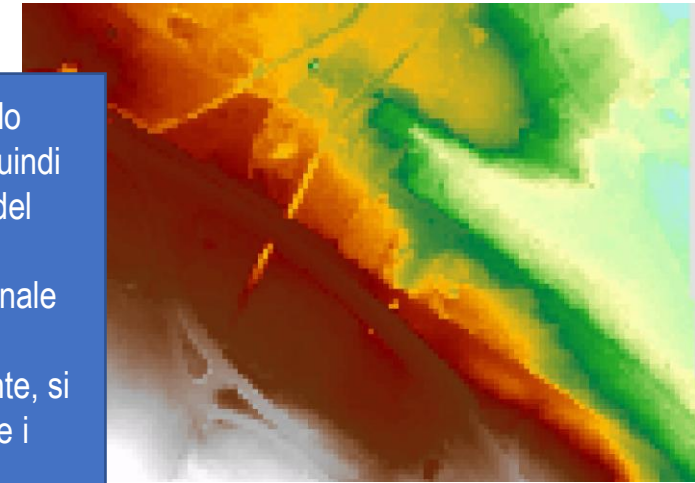
Elementi che caratterizzano la modellazione : Topografia

Risoluzione



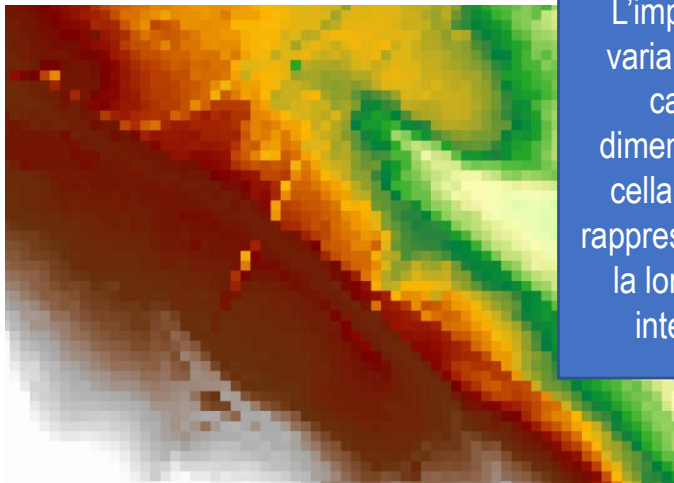
DEM 2m

Risoluzioni maggiori della griglia di calcolo restituiscono risultati di maggior dettaglio, quindi maggiormente aderenti al reale sviluppo del fenomeno fisico. Per contro richiedono un onere computazionale molto elevato. Analisi con risoluzioni della griglia meno spinte, si adattano comunque bene a rappresentare i fenomeni in un ottica di larga scala.



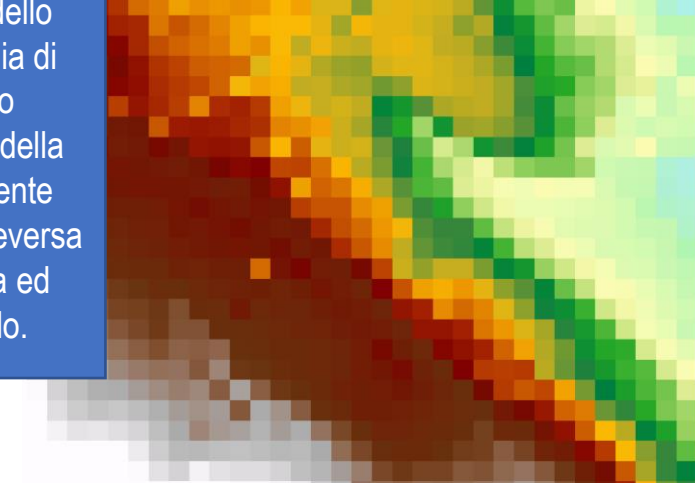
DEM 5m

High : 37.765
Low : -0.849



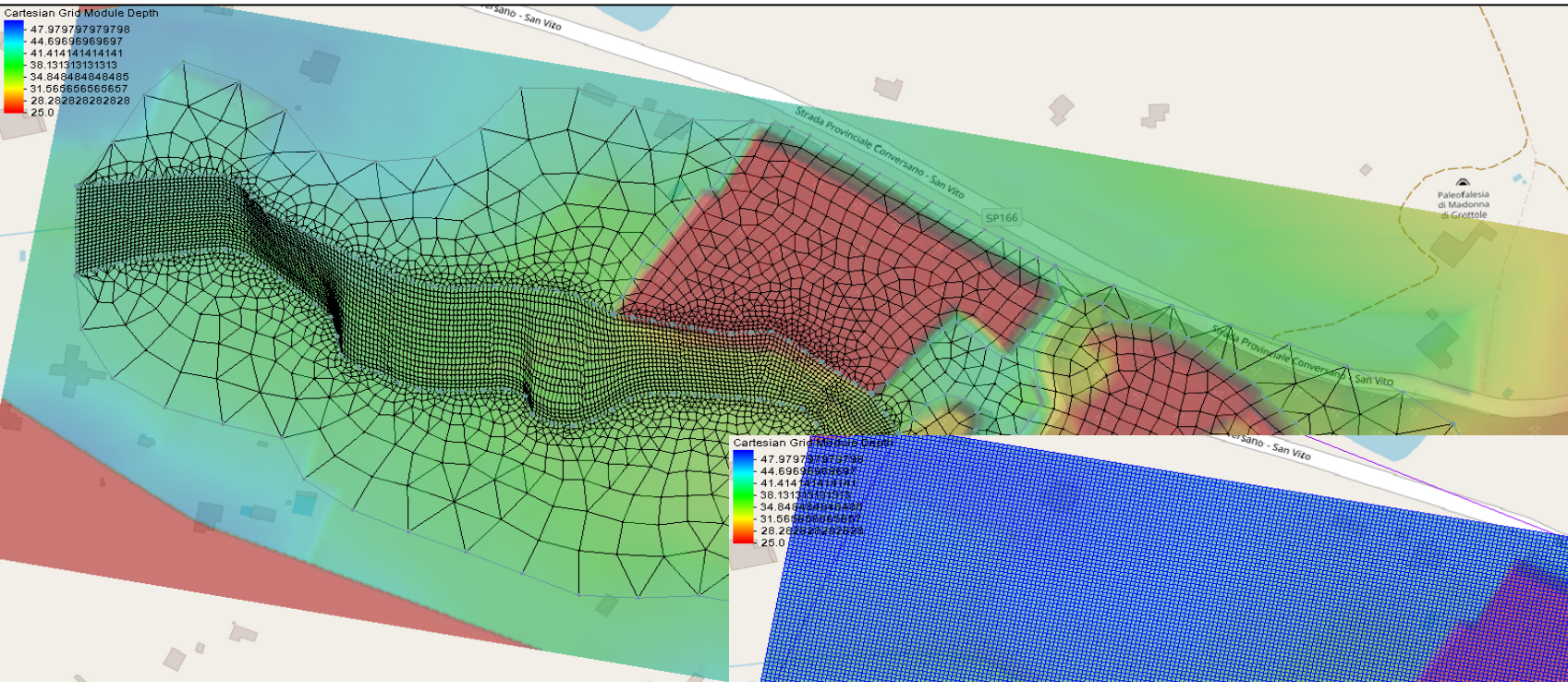
DEM 10m

L'implementazione della geometria del modello varia in funzione della risoluzione della griglia di calcolo. Per esempio elementi che hanno dimensioni maggiori o paragonabili a quelli della cella della griglia, possono essere direttamente rappresentati con la loro reale geometria, viceversa la loro presenza può essere parametrizzata ed integrata all'interno di coefficienti di calcolo.

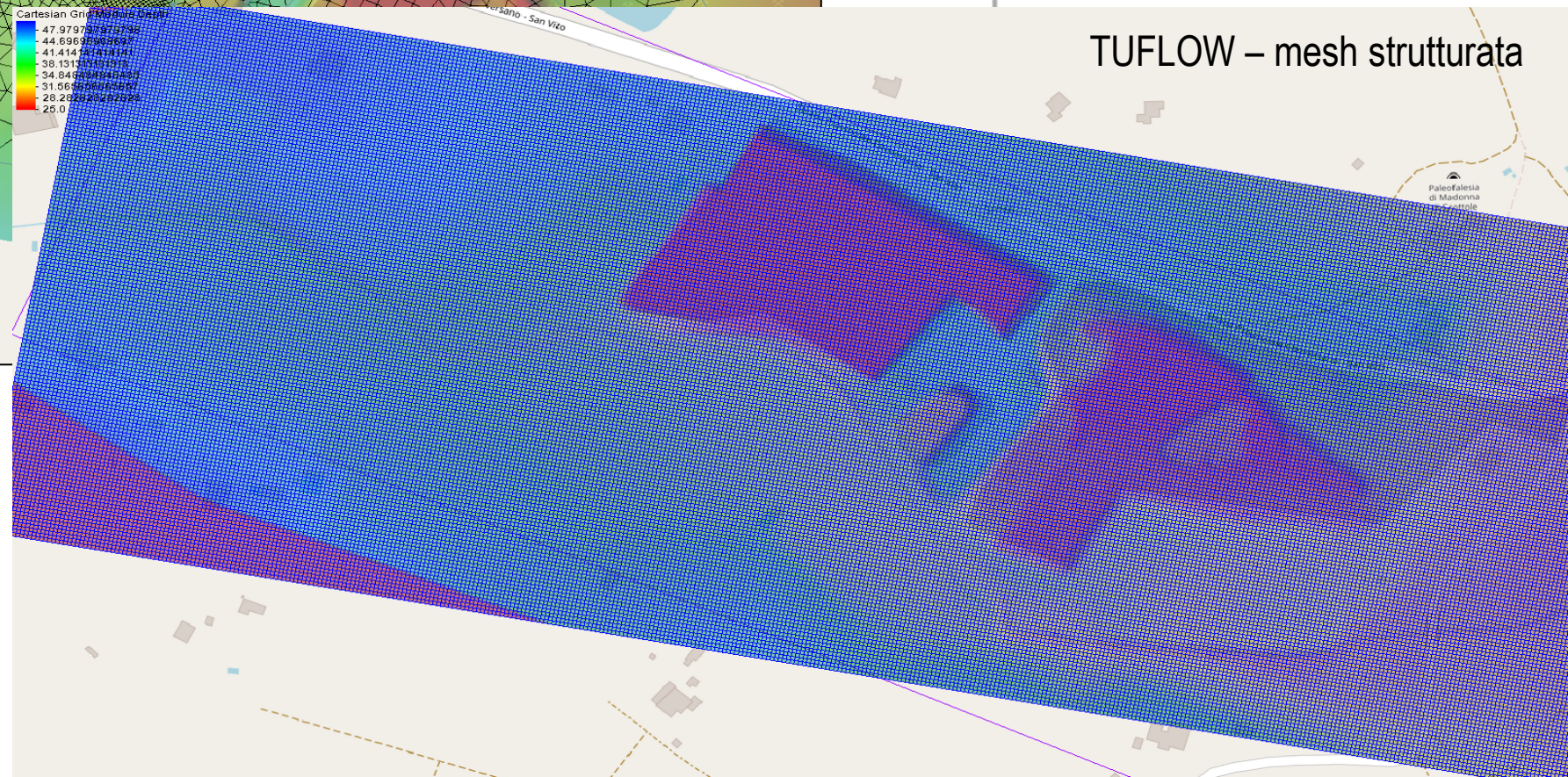


DEM 20m

Elementi che caratterizzano la modellazione: Geometria mesh di calcolo



SRH 2D – mesh non strutturata



Differenti approcci metodologici per l'analisi delle pericolosità

Approccio modellistico: Input concentrato

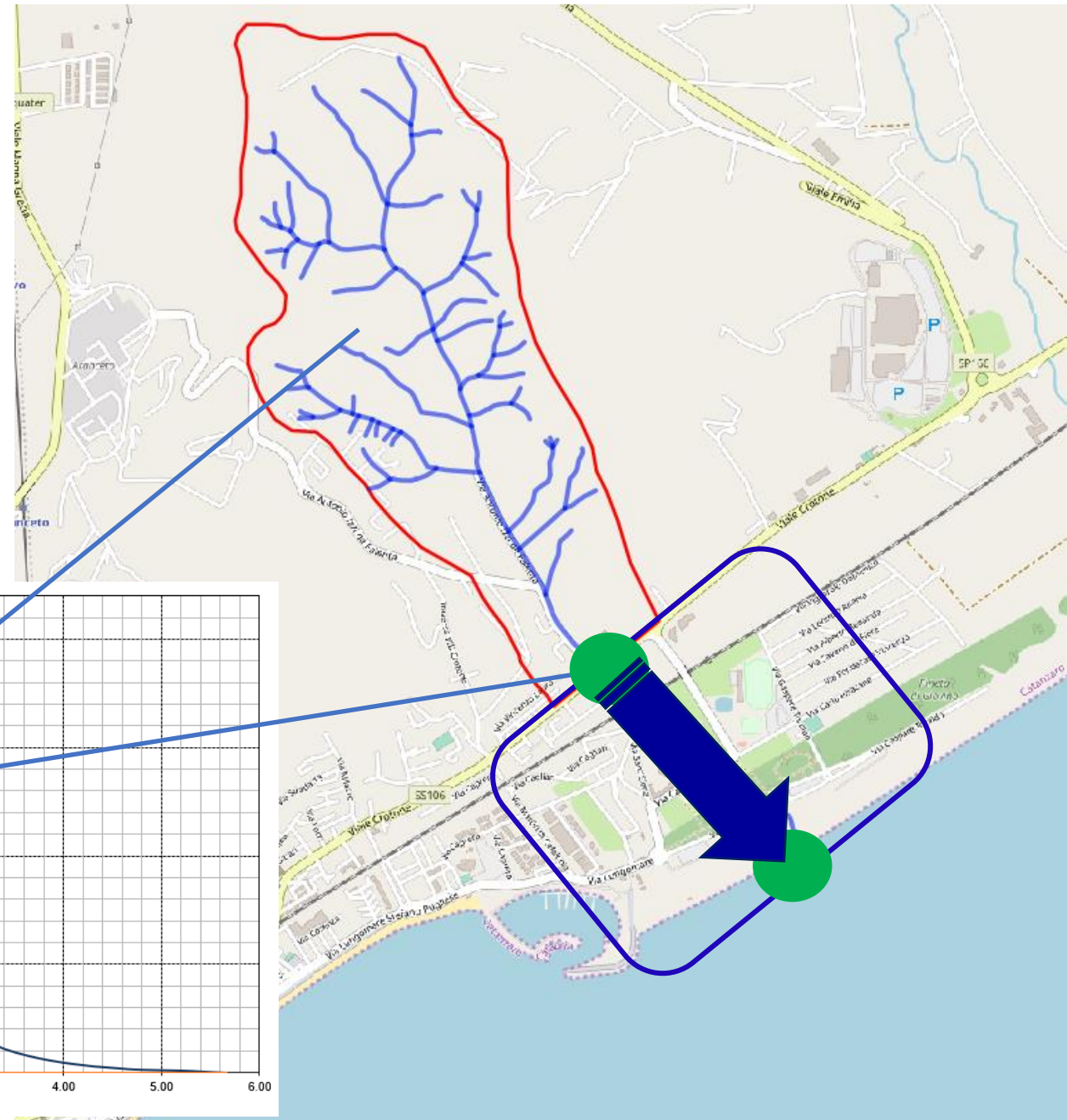
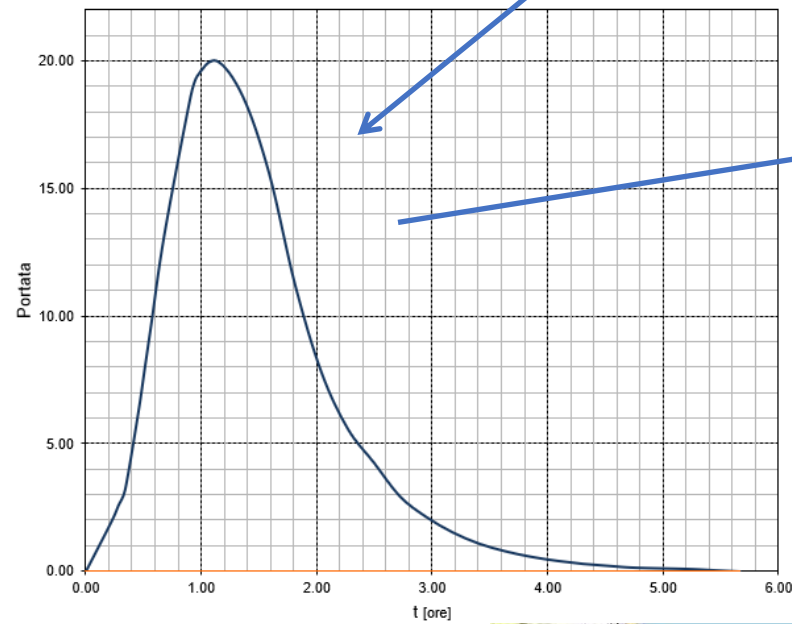
Dominio di studio

Bacino idrografico

Calcolo idrogramma di piena

Condizioni al contorno

Analisi di propagazione



Approccio modellistico: pioggia diretta (input distribuito)

L'input è inserito per ogni elemento del dominio di calcolo. Va inserita direttamente la pioggia, in ogni caso è necessario inserire tutte le altre variabili che regolano il fenomeno, anch'esse, per ogni elemento del dominio di calcolo.

vantaggi

- Rappresenta realisticamente situazioni particolari, come ad esempio lo studio dei reticoli di testata
- Il modello idrologico può essere integrato nel modello idraulico
- Non è necessario inserire input puntuali che possono fuorviare i risultati
- Il reticolo di drenaggio e i punti iniziali di ruscellamento vengono automaticamente generato dal modello

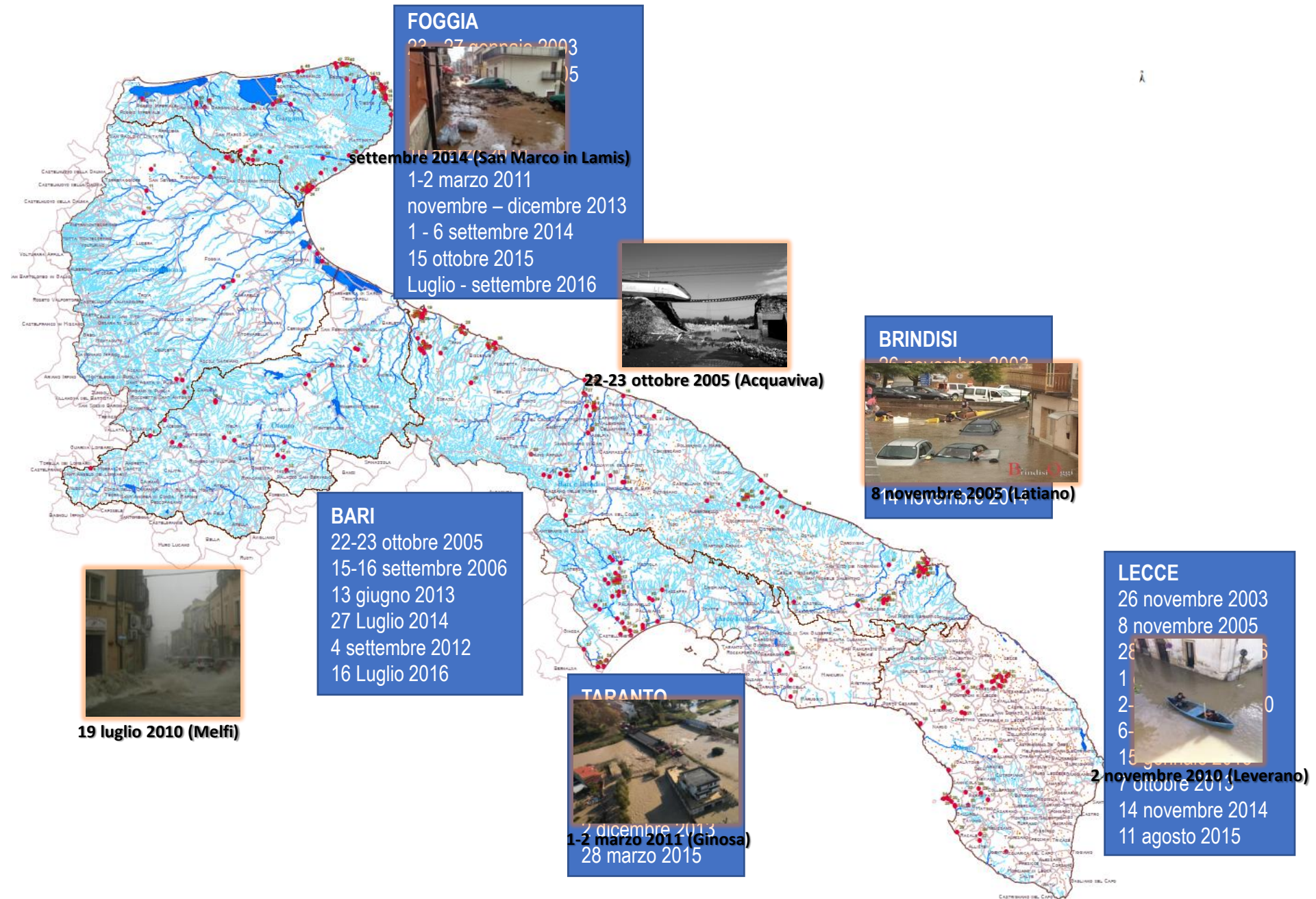
svantaggi

- Potenziale aumento significativo dei tempi di esecuzione del modello idraulico
- Una risoluzione maggiore, necessaria per dettagliare anche i deflussi più piccoli può influire notevolmente sui tempi di calcolo
- Richiede informazioni digitali su ampie aree di studio. E' necessario disporre di ampi dati di indagine
- Rappresenta una nuova tecnica, bisogna far riferimento a verifiche e validazioni dei modelli implementati

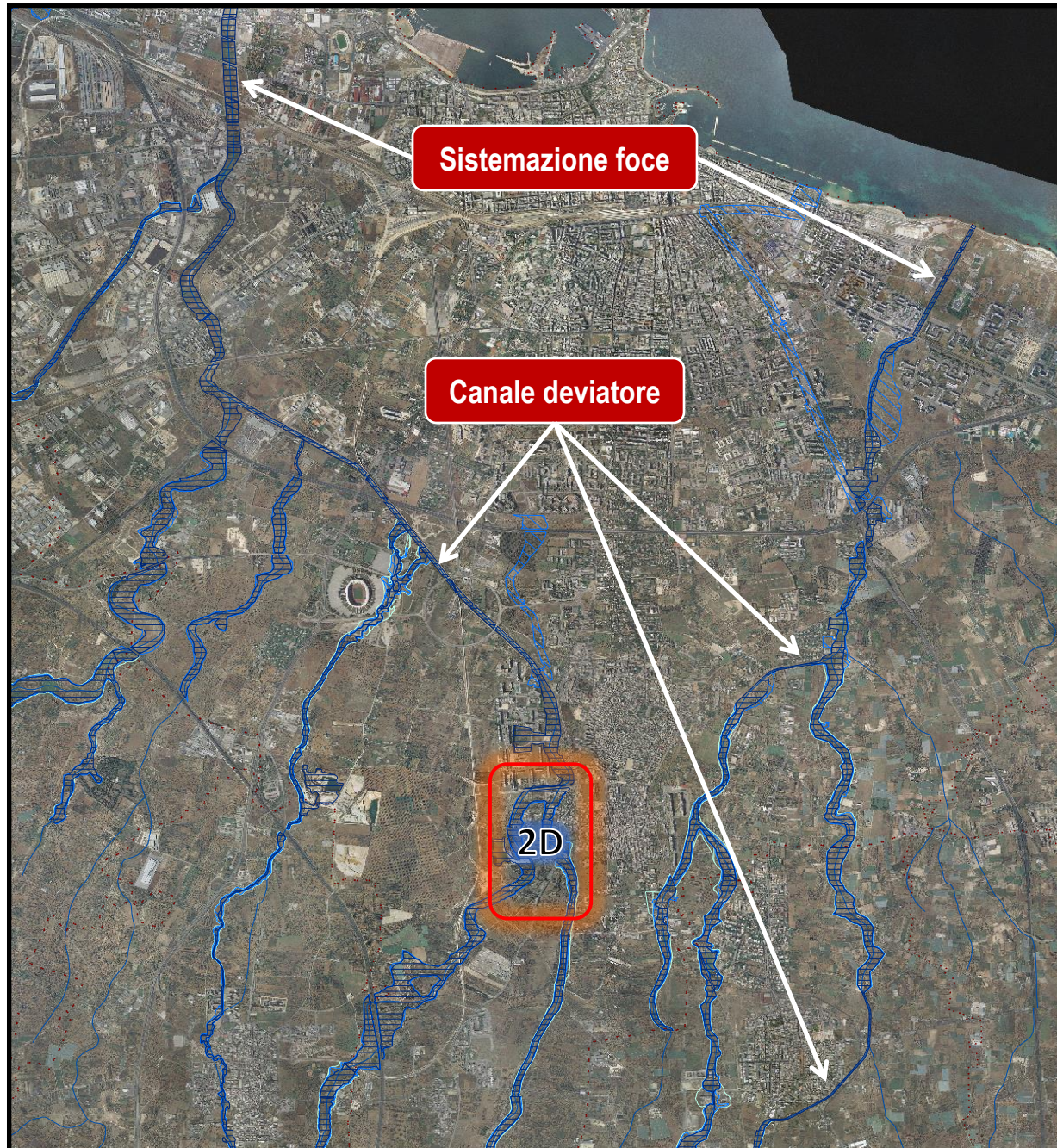
Scabrezza

Alcuni esempi di applicazioni svolte nel territorio del Distretto dell'Appennino Meridionale

Eventi alluvionali maggiormente significativi negli ultimi anni nella UoM Puglia-Ofanto



Esempi applicativi: Torrente Picone



Torrente Picone
Confluenza Lama Baronale e
Lama Bdessa

Area antropizzata

Modello 2D

Anno 2007/2008

Esempi applicativi: Torrente Picone, confluenza Baronale-Badessa



Evento del 22-23 ottobre 2005
6 vittime nel territorio di Bari



Esempi applicativi: Torrente Picone, confluenza Baronale-Badessa



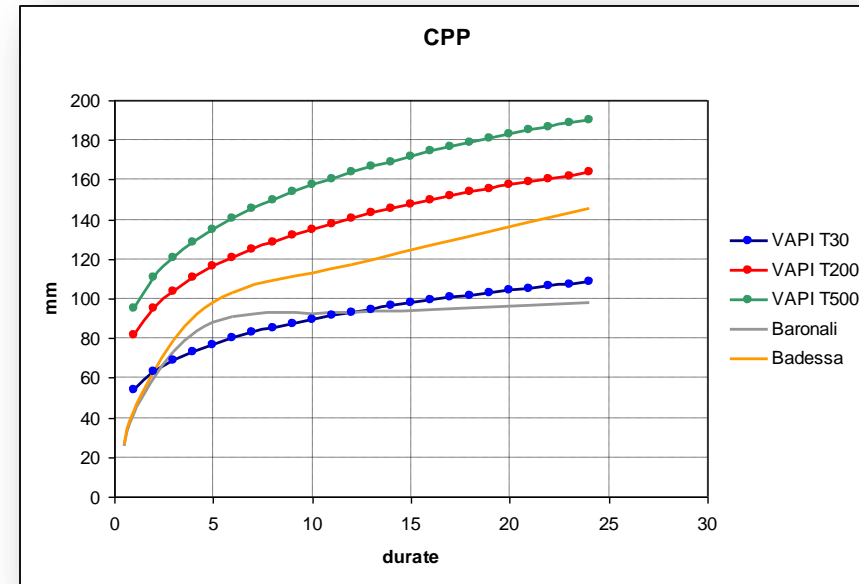
Urbanizzazione

2005

Esempi applicativi: Torrente Picone, confluenza Baronale-Badessa

Analisi dell'evento del ottobre 2005

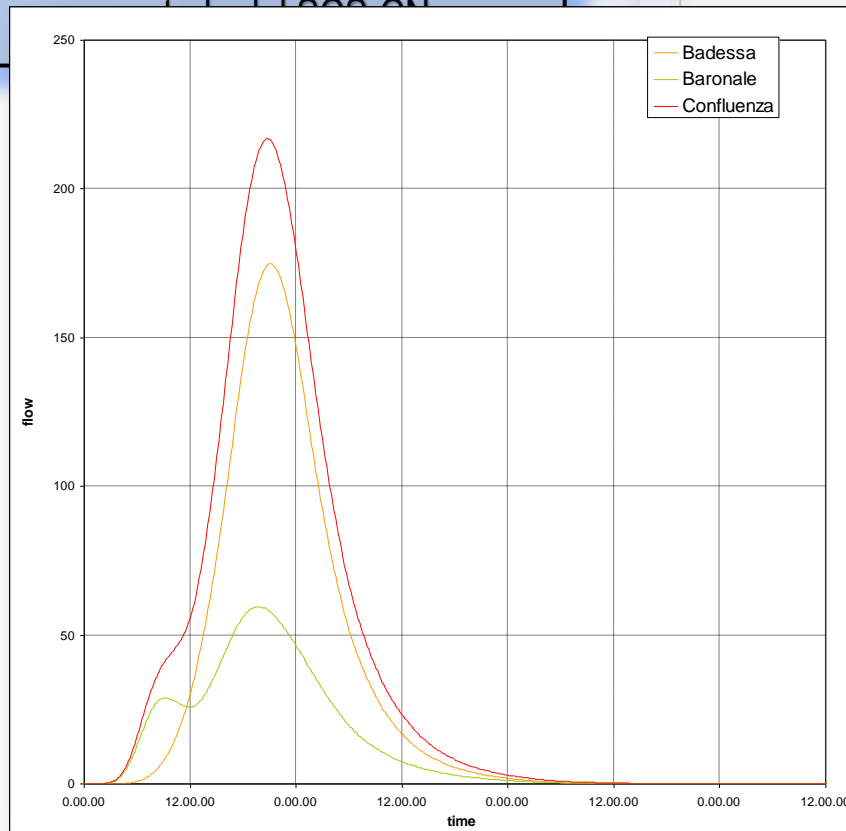
DURATE	30 MIN	1 ORA	3 ORE	6 ORE	12 ORE	24 ORE
CASAMASSIMA	11,6	18,0	50,6	76,6	78,4	81,6
SANTERAMO	37,4	57,6	82,2	104,2	108,2	112,2
ADELFA	6,8	9,4	23,6	27,6	28,0	31,2
GRUMO APPULA	4,4	5,0	5,2	7,0	7,0	11,8
MERCADANTE	43,2	80,0	137,4	152,6	152,6	162,0



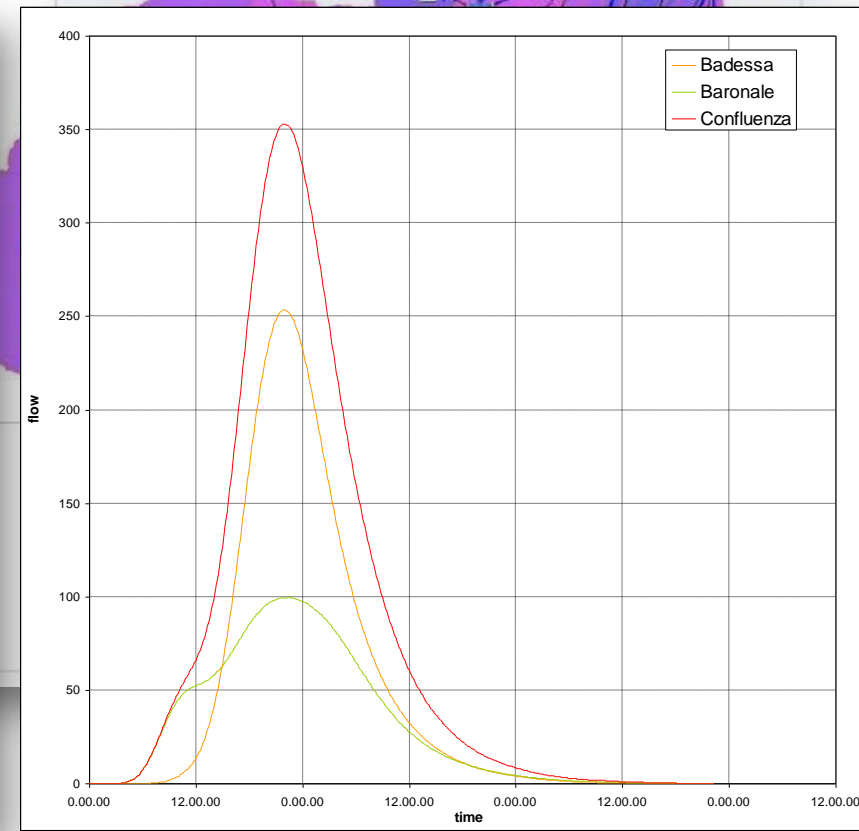
Esempi applicativi: Torrente Picone, confluenza Baronale-Badessa

L'analisi idrologica è stata condotta con HMS (Hydrologic Engineering Modeling System), utilizzando il modello HEC-HMS.

Evento dell'ottobre 2005



Evento con tempo di ritorno di 200 anni.



Esempi applicativi: Torrente Picone, confluenza Baronale-Badessa

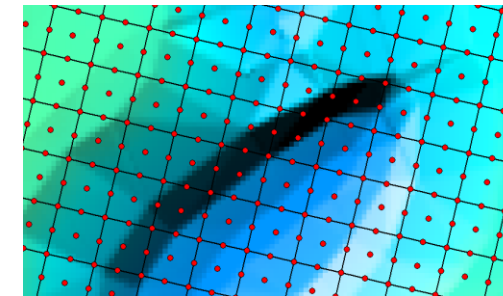
Considerata la morfologia e lo stato di antropizzazione dei luoghi, valutate le prevedibili dinamiche idrauliche, al fine di studiare con affidabilità la propagazione delle piene nell'area in esame, si è utilizzato un modello idraulico di propagazione bidimensionale in grado di valutare anche le componenti della velocità ortogonali alla direzione dell'asse di deflusso e quindi in grado di fornire in ogni punto del piano la direzione e l'intensità della velocità media sulla verticale.



libera.

$$\mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = F_x$$

$$\mu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} = F_y$$



Griglia di calcolo a maglie quadrate (4m)

Condizioni al contorno

Monte	Sez. M _A :	Idrogramma di piena Lama Badessa
	Sez. M _B :	Idrogramma di piena Torrente Baronali
Valle	Sez. V:	Scala di deflusso (tirante vs portata)

Esempi applicativi: Torrente Picone, confluenza Baronale-Badessa - geometria

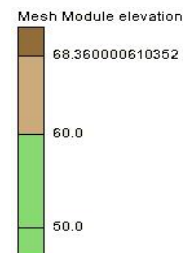
Nel modello di calcolo sono state implementate tre configurazioni geometriche :

1. Piena dell'ottobre 2005;
2. Situazione al maggio 2008;
3. Ipotesi di messa in sicurezza idraulica



Autorit  di Bacino della Puglia

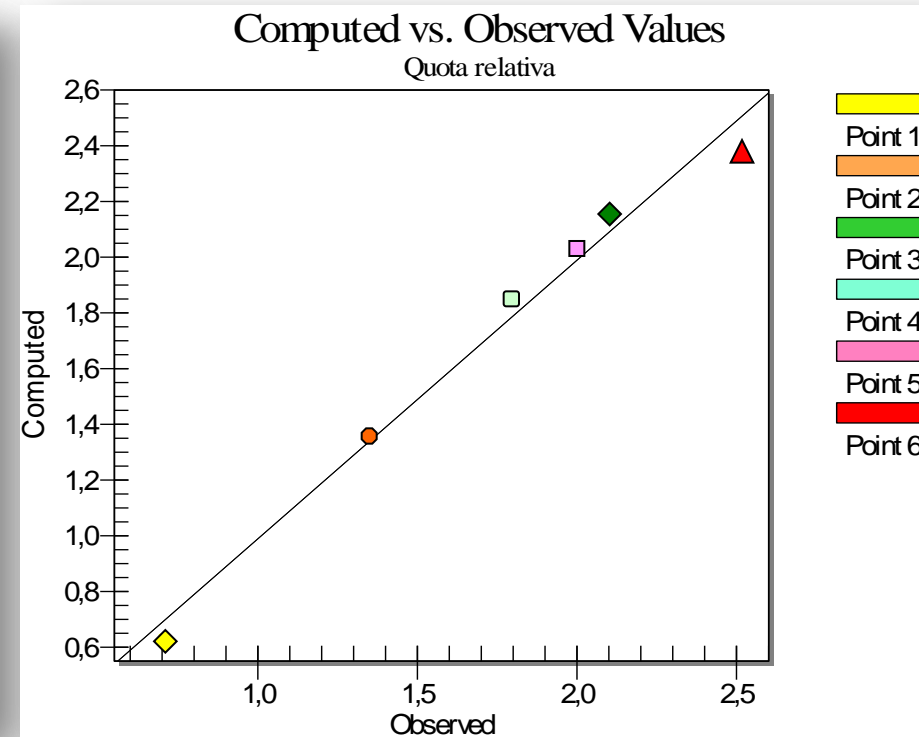
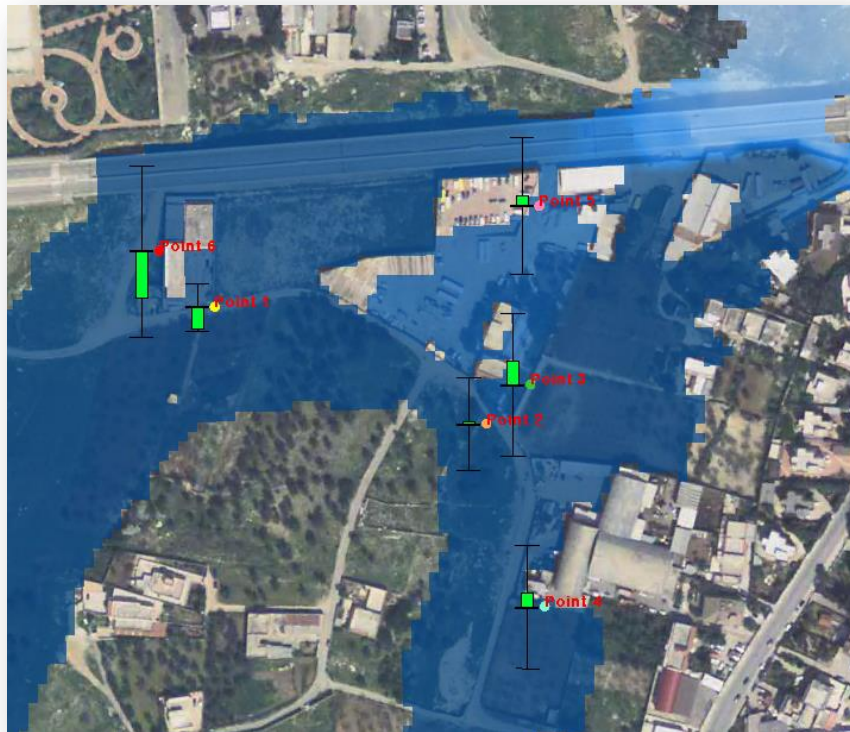
TERRA.TALY | Programmazione IT-2005/08 | Orofotogrammetria digitale a colori | Copyright generale riprese aeree SPA Paros



Esempi applicativi: Torrente Picone, confluenza Baronale-Badessa - calibrazione

Rilievo in sito dei segni lasciati dalla piena dell'ottobre del 2005

	Color	Observe	Name	x	y	Observed Value	Interval	Computed Value	Residual Value
1	Yellow	<input checked="" type="checkbox"/>	Point 1	656105...	454780...	0.7	0.07	0.637	-0.063
2	Orange	<input checked="" type="checkbox"/>	Point 2	656246...	454774...	1.35	0.135	1.359	0.009
3	Green	<input checked="" type="checkbox"/>	Point 3	656269...	454776...	2.1	0.21	2.169	0.069
4	Cyan	<input checked="" type="checkbox"/>	Point 4	656277.4	454765...	1.8	0.18	1.842	0.042
5	Pink	<input checked="" type="checkbox"/>	Point 5	656274....	454786...	2.0	0.2	2.031	0.031
6	Red	<input checked="" type="checkbox"/>	Point 6	656076....	454783...	2.51	0.251	2.375	-0.135



Esempi applicativi: Torrente Picone, confluenza Baronale-Badessa - output



Approccio Distribuito, esempio di applicazione: Gioia del Colle



Approccio Distribuito, esempio di applicazione: Gioia del Colle evento del 15/16 settembre 2006

NOCI

latitudine 40° 47' 43,19" N				longitudine 17° 7' 22,41" E									
ANNO	Max intensità			1 ORA		3 ORE		6 ORE		12 ORE		24 ORE	
	mm	data	minuti	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data
74	29.6	22-ott	30										
2006	8.0	16-set	5	58.6	16-set	84.2	16-set	123.2	16-set	131.0	16-set	131.2	16-set
	10.0	16-set	15										
	30.6	16-set	30										

Evento del 15/16 ottobre 2006
Dati pluviometrici



MONTURSI

latitudine 40° 45' 35,41" N				longitudine 16° 52' 58,75" E									
ANNO	Max intensità			1 ORA		3 ORE		6 ORE		12 ORE		24 ORE	
	mm	data	minuti	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data
19													
2005	9.4	24-ago	5	28.6	4-ott	41.6	4-ott	46.2	4-ott	58.2	4-ott	60.2	4-ott
	17.8	8-nov	15										
	22.8	8-nov	30										
2006	11.4	16-set	5	53.4	16-set	104.6	16-set	109.2	16-set	149.4	15-set	154.2	15-set
	23.0	16-set	15										
	33.6	9-ago	30										

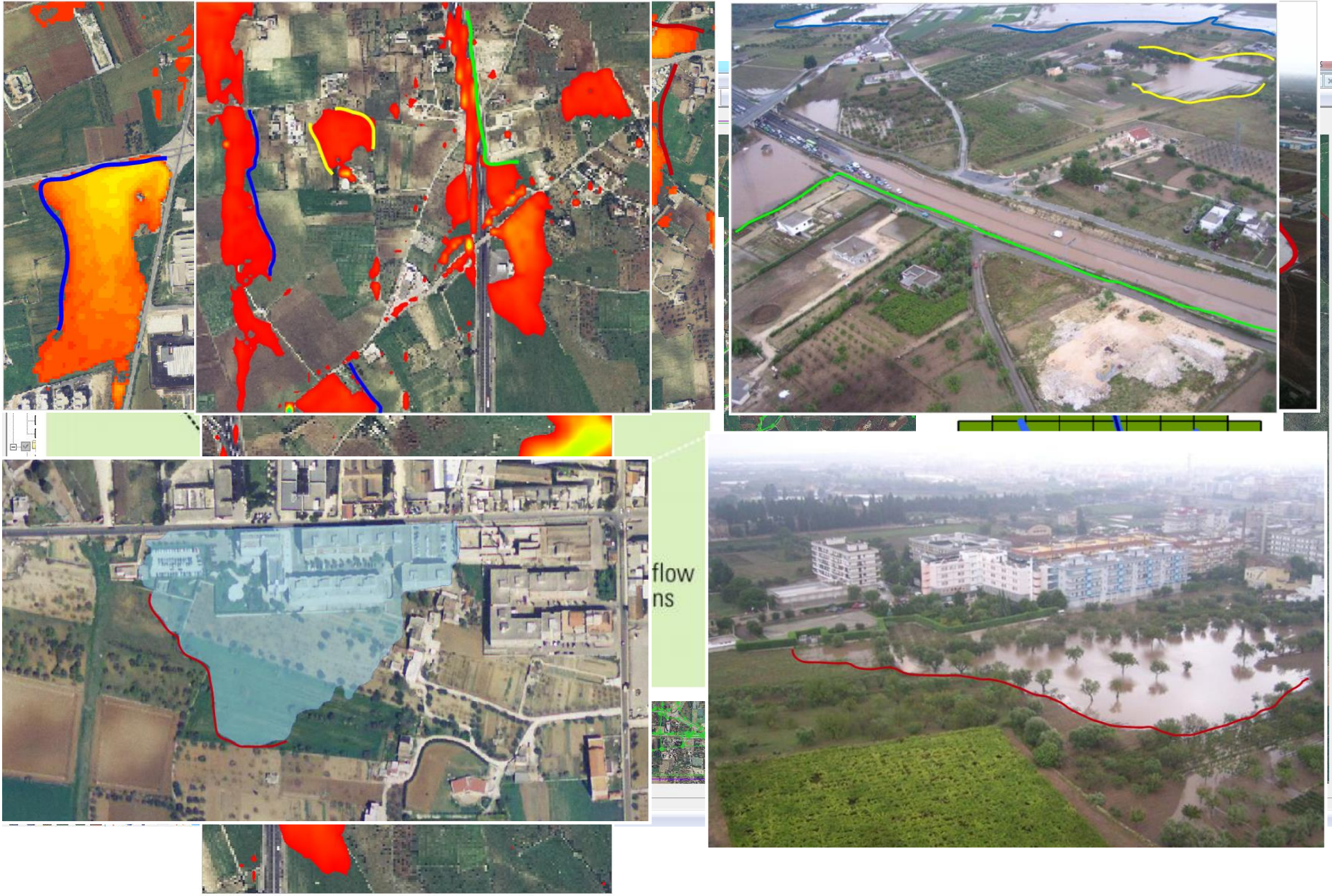


GIOIA del COLLE

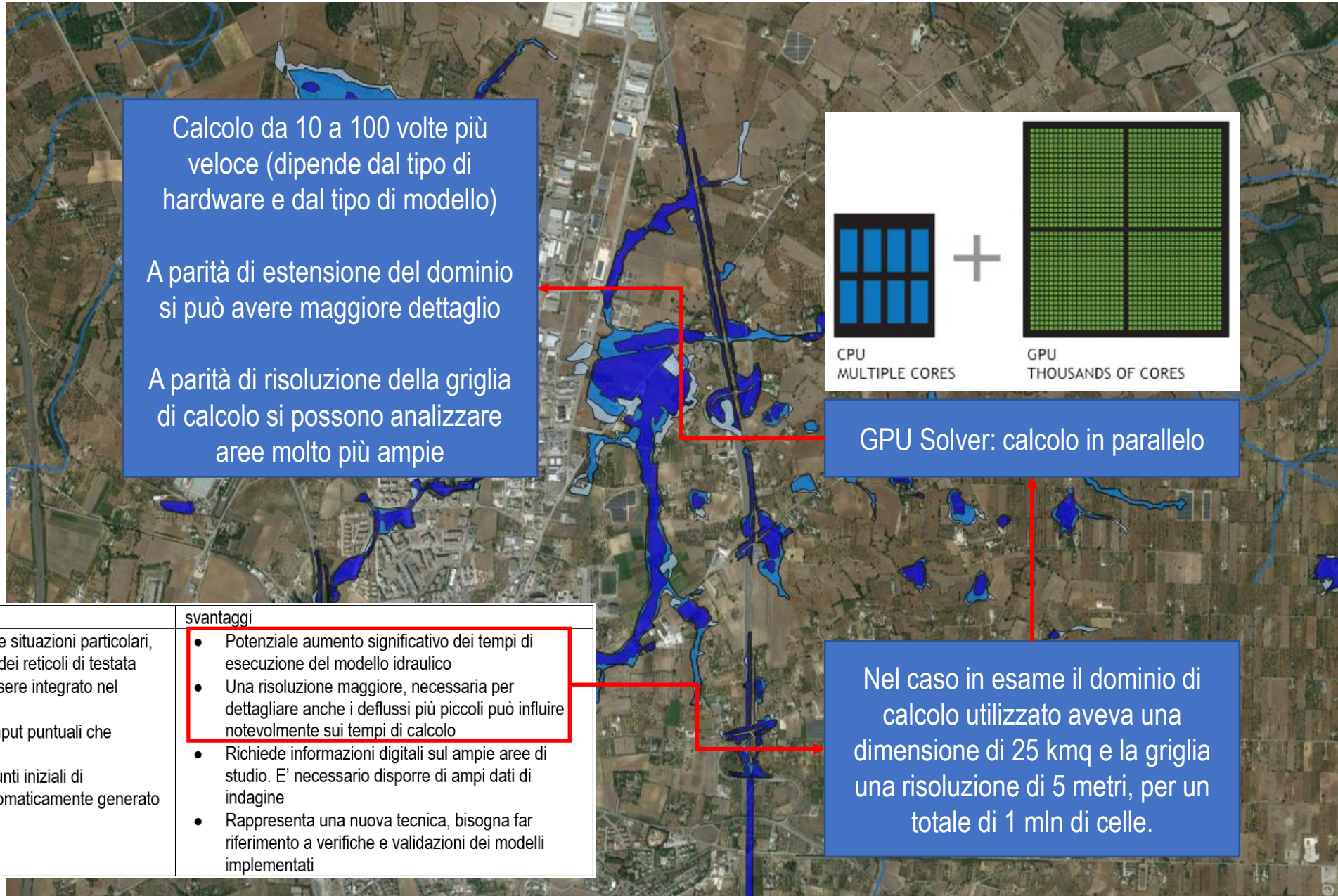
latitudine 40° 48' 1,81" N				longitudine 16° 55' 23,05" E									
ANNO	Max intensità			1 ORA		3 ORE		6 ORE		12 ORE		24 ORE	
	mm	data	minuti	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data	mm	data
45													
2003	9.6	2-set	5	36.8	8-set	55.0	8-set	71.6	8-set	73.0	8-set	73.4	7-set
	25.8	2-set	15										
	32.4	2-set	30										
2006	11.2	16-set	5	84.6	16-set	148.4	16-set	151.8	16-set	177.4	15-set	181.0	15-set
	27.4	16-set	15										
	47.6	16-set	30										

5'	11.2 mm	15/9/2006
15'	27.4 mm	15/9/2006
30'	47.6 mm	15/9/2006
1 h	84.6 mm	15/9/2006
3 h	148.4 mm	15/9/2006
6 h	151.8 mm	15/9/2006
12 h	177.4 mm	16/9/2006
24 h	181.0 mm	16/9/2006

Approccio Distribuito, esempio di applicazione: calibrazione dei parametri del modello



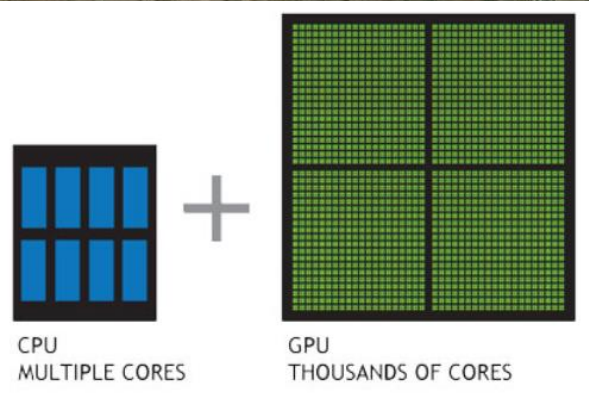
Approccio Distribuito, esempio di applicazione: mappe di pericolosità e GPU Solver



Calcolo da 10 a 100 volte più veloce (dipende dal tipo di hardware e dal tipo di modello)

A parità di estensione del dominio si può avere maggiore dettaglio

A parità di risoluzione della griglia di calcolo si possono analizzare aree molto più ampie



GPU Solver: calcolo in parallelo

Nel caso in esame il dominio di calcolo utilizzato aveva una dimensione di 25 kmq e la griglia una risoluzione di 5 metri, per un totale di 1 mln di celle.

vantaggi	svantaggi
<ul style="list-style-type: none">• Rappresenta realisticamente situazioni particolari, come ad esempio lo studio dei reticoli di testata• Il modello idrologico può essere integrato nel modello idraulico• Non è necessario inserire input puntuali che possono fuorviare i risultati• Il reticolo di drenaggio e i punti iniziali di ruscellamento vengono automaticamente generati dal modello	<ul style="list-style-type: none">• Potenziale aumento significativo dei tempi di esecuzione del modello idraulico• Una risoluzione maggiore, necessaria per dettagliare anche i deflussi più piccoli può influire notevolmente sui tempi di calcolo• Richiede informazioni digitali su ampie aree di studio. E' necessario disporre di ampi dati di indagine• Rappresenta una nuova tecnica, bisogna far riferimento a verifiche e validazioni dei modelli implementati

Tempi computazionali: Calcolo classico 1CPU

Processor Name	Processor Frequency (GHz)**	RAM size (GB)	RAM frequency (MHz)	Classic 20m (mins)	HPC CPU 20m (mins)	Runtime Combined (mins)	System Name
Intel(R) Core(TM) i7-8700K CPU @ 3.70GHz	3.7	64	3000	55.7	186.2	241.9	RHS
Intel(R) Core(TM) i7-8700K CPU @ 3.70GHz	3.7	32	2933	62.1	192.8	254.9	DS2
Intel(R) Core(TM) i9-9900K CPU @ 3.60GHz	3.6	32	2666	62.1	193.7	255.8	MA2
Intel(R) Core(TM) i7-8700K CPU @ 3.70GHz	3.7	64	2133	67.0	202.5	269.5	RL1
Intel(R) Core(TM) i9-9900X CPU @ 3.50GHz	3.5	128	2133	72.7	202.1	274.8	MBL
Intel(R) Core(TM) i7-7700K CPU @ 4.20GHz	4.2	64	2133	67.5	208.6	276.1	SKI
Intel(R) Core(TM) i7-7700K CPU @ 4.20GHz	4.2	64	2133	68.5	208.8	277.3	PM2
Intel(R) Core(TM) i9-9900K CPU @ 3.60GHz	3.6	32	2666	66.8	211.6	278.1	MA1
Intel(R) Core(TM) i7-8700 CPU @ 3.20GHz	3.2	16	2667	68.2	211.8	280.0	CR2
Intel(R) Xeon(R) E-2176M CPU @ 2.70GHz	2.7	32	2667	68.0	216.0	284.0	RL3
Intel(R) Xeon(R) E-2176M CPU @ 2.70GHz	2.7	32	2667	67.7	219.1	286.8	RL2
Intel(R) Core(TM) i7-7700K CPU @ 4.20GHz	4.2	64	2133	70.5	218.8	289.3	PM1
Intel(R) Core(TM) i9-8950HK CPU @ 2.90GHz	2.9	16	2667	77.5	212.6	290.1	KTC
AMD Ryzen Threadripper 2950X 16-Core Processor	3.5	128	2666	67.9	230.8	298.7	JGR
Intel(R) Core(TM) i9-7900X CPU @ 3.30GHz	3.3	32	2400	80.5	221.9	302.4	JM1
Intel(R) Core(TM) i7-7700 CPU @ 3.60GHz	3.6	16	2400	72.8	230.6	303.4	RSH
Intel(R) Core(TM) i7-7820X CPU @ 3.60GHz	3.6	64	2666	85.4	218.8	304.2	JPI
Intel(R) Core(TM) i7-7820X CPU @ 3.60GHz	3.6	64	2666	83.7	225.2	308.9	HNM
Intel(R) Core(TM) i7-4790K CPU @ 4.00GHz	4.0	32	2400	91.2	223.3	314.5	BRD
Intel(R) Xeon(R) CPU E5-1630 v4 @ 3.70GHz	3.7	64	2400	84.5	236.6	321.2	DS1
Intel(R) Core(TM) i7-6900K CPU @ 3.20GHz	3.2	128	2133	83.4	243.1	326.5	BLK
Intel(R) Core(TM) i7-6800K CPU @ 3.40GHz	3.4	128	2400	85.3	247.7	332.9	615
Intel(R) Core(TM) i7-5960X CPU @ 3.00GHz	3.0	64	2400	106.3	226.7	333.0	MRT
Intel(R) Core(TM) i7-6700 CPU @ 3.40GHz	3.4	16	2133	80.7	253.4	334.1	VHD
Intel(R) Xeon(R) Gold 6130 CPU @ 2.10GHz	2.1	64	2666	83.9	251.2	335.1	AR2
AMD Ryzen Threadripper 1950X 16-Core Processor	3.4	16	2666	81.9	277.3	359.2	CEV
Intel(R) Xeon(R) CPU E3-1505M v6 @ 3.00GHz	3.0	32	2400	84.9	278.4	363.3	GHY
Intel(R) Core(TM) i7-6700 CPU @ 3.40GHz	3.4	64	2133	82.3	289.8	372.1	JIW
Intel(R) Core(TM) i7-4770 CPU @ 3.40GHz	3.4	32	1666	108.9	270.0	378.9	AR1
Intel(R) Core(TM) i7-4810MQ CPU @ 2.80GHz	2.8	32	1600	119.7	280.8	400.5	SBC
Intel(R) Core(TM) i7-5820K CPU @ 3.30GHz	3.3	64	2133	118.2	287.8	406.0	ZDO
Intel(R) Core(TM) i7-7500U CPU @ 2.70GHz	2.7	16	2133	90.4	321.7	412.1	EAS
Intel(R) Core(TM) i9-7900X CPU @ 3.30GHz	3.3	16	2133	84.8	336.9	421.7	JM2
Intel(R) Core(TM) i7-5960X CPU @ 3.00GHz	3.0	64	2133	100.3	323	423.3	MON
Intel(R) Xeon(R) CPU E3-1240 V2 @ 3.40GHz	3.4	32	1600	126.4	299.7	426.1	MAV
Intel(R) Core(TM) i7-5600U CPU @ 2.60GHz	2.6	24	1600	100.5	378.6	479.1	CDH
Intel(R) Xeon(R) CPU E5-1650 0 @ 3.20GHz	3.2	32	1600	143.2	343.1	486.3	MPR
Intel(R) Core(TM) i5-3470 CPU @ 3.20GHz	3.2	8	1600	142.0	349.4	491.4	CR1
Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2667 v2 @ 3.30GHz	3.3	16	Not available	196.8	331.5	528.3	FMA Challenge (Cloud)
Intel(R) Xeon(R) CPU X5680 @ 3.33GHz	3.33	72	1333	165.7	400.6	566.3	WTM
Intel(R) Core(TM) i7-4700MQ CPU @ 2.40GHz	2.4	8	1600	137.8	795.0	932.8	HMM

Tempi computazionali: Calcolo in parallelo

Processor Name	Graphic Card	GPU RAM (GB)	Number of CUDA Cores*	Runtime 20m (mins)	Runtime 10m (mins)	Combined Runtime (mins)	System Name
AMD Ryzen Threadripper 2950X 16-Core Processor	NVIDIA TITAN RTX	24	4608	5.7	25.2	30.9	JGR
Intel(R) Core(TM) i9-9900K CPU @ 3.60GHz	NVIDIA GeForce RTX 2080 Ti	11	4352	5.4	27.4	32.8	PY2
Intel(R) Core(TM) i7-6700k @ 4.00GHz	NVIDIA GeForce RTX 2080 Ti	11	4352	5.7	27.7	33.4	VLD
Intel(R) Core(TM) i7-8700K CPU @ 3.70GHz	NVIDIA GeForce RTX 2080 Ti	11	4352	5.5	28.4	33.9	RL1
Intel(R) Core(TM) i9-9900K CPU @ 3.60GHz	NVIDIA GeForce RTX 2080 Ti	11	4352	5.8	28.8	34.6	MA1
Intel(R) Core(TM) i9-9900K CPU @ 3.60GHz	NVIDIA GeForce RTX 2080 Ti	11	4352	5.7	29.2	34.9	MA2
Intel(R) Core(TM) i9-9900X CPU @ 3.50GHz	NVIDIA GeForce RTX 2080 Ti	11	4352	5.6	29.9	35.5	MBL
Intel(R) Core(TM) i7-7820X CPU @ 3.60GHz	NVIDIA GeForce RTX 2080 Ti	11	4352	6.4	29.5	35.9	JPI
Intel(R) Core(TM) i7-6700k @ 4.00GHz	NVIDIA GeForce RTX 2080	8	2944	6.0	31.9	37.9	ANK

_ TUFLOW Simulations.log - Blocco note di Windows

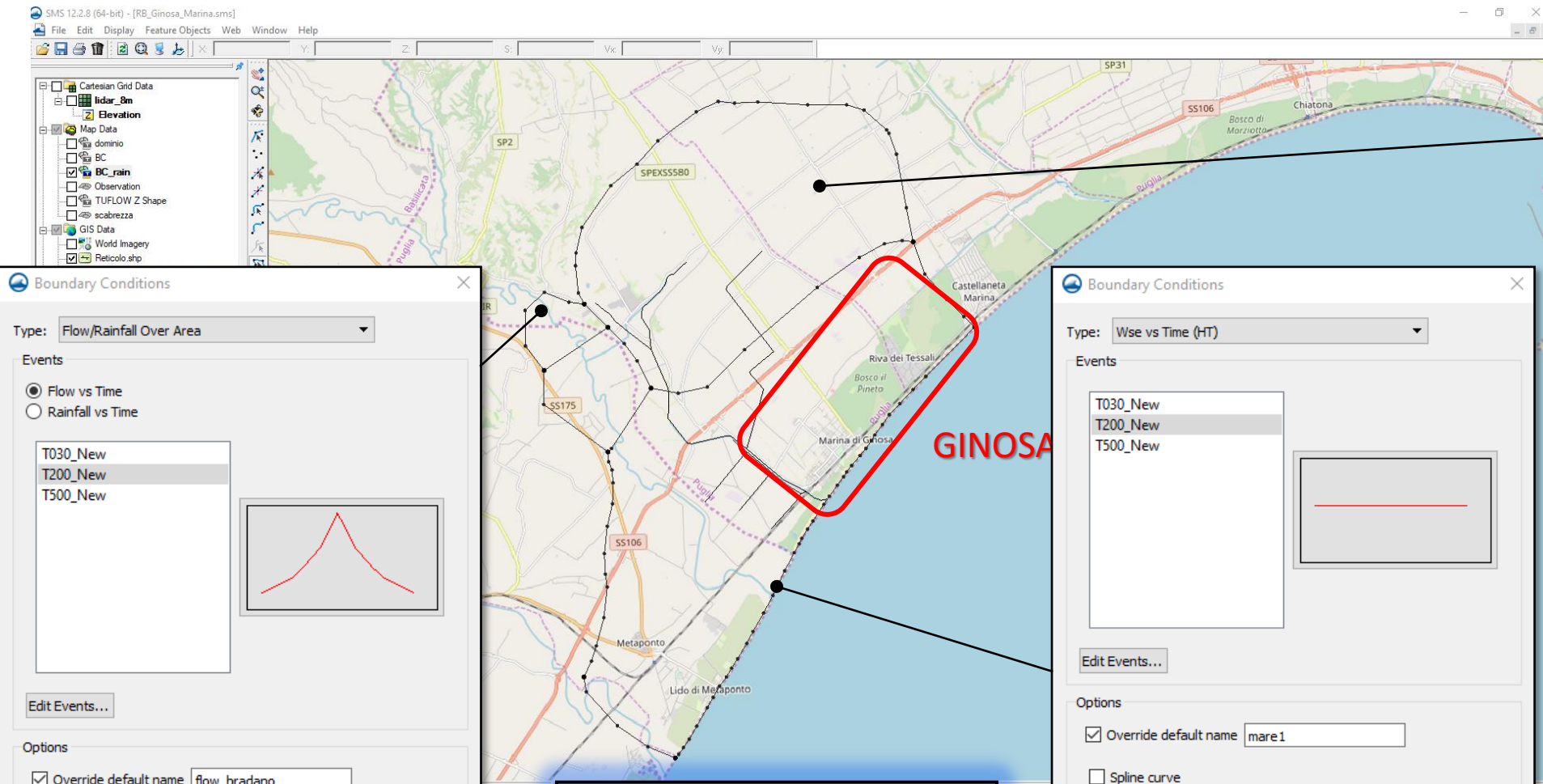
File Modifica Formato Visualizza ?

2019-Oct-02 10:11	Don: -----	TUT	BONELLIR-PC	Build: 2018-03-AA-iSP-w64	2:38:31 CPUx1	2:38:39 CT	Started: FMA_T2_CLA_CPU_NT1_20.00m_001
2019-Oct-02 12:49	Don: -----	TUT	BONELLIR-PC	Build: 2018-03-AA-iSP-w64			Finished: FMA_T2_CLA_CPU_NT1_20.00m_001
2019-Oct-03 10:29	Don: -----	TUT	BONELLIR-PC	Build: 2018-03-AA-iSP-w64	0:16:40 GPUx1	0:16:59 CT	Started: FMA_T2_HPC_GPU_PU1_20.00m_001
2019-Oct-03 10:46	Don: -----	TUT	BONELLIR-PC	Build: 2018-03-AA-iSP-w64			Finished: FMA_T2_HPC_GPU_PU1_20.00m_001

Linea 2, colonna 417 100% Windows (CRLF) UTF-8

Intel(R) Core(TM) i7-4770 CPU @ 3.40GHz	NVIDIA GeForce GTX TITAN Black	6	2880	13.1	76.1	89.2	ARK1
Intel(R) Core(TM) i7-7700 CPU @ 3.60GHz	NVIDIA GeForce GTX 1060	6	1280	13.0	77.1	90.1	RSH
Intel(R) Core(TM) i7-5960X CPU @ 3.00GHz	NVIDIA GeForce GTX 980	4	2048	17.5	84.2	101.7	MRT
Intel(R) Core(TM) i7-8700 CPU @ 3.20GHz	NVIDIA Quadro P2000	5	1024	15.8	100.1	115.9	CR2
Intel(R) Xeon(R) CPU E3-1240 V2 @ 3.40GHz	NVIDIA GeForce GTX 690	2	3072	18.4	114.4	132.8	MAV
AMD Ryzen Threadripper 1950X 16-Core Processor	NVIDIA GeForce GTX 960	4	1024	18.6	123.3	141.6	CEV
Intel(R) Core(TM) i7-6700 CPU @ 3.40GHz	NVIDIA GeForce GTX 960	4	1024	19.9	127.2	147.1	VHD
Intel(R) Core(TM) i7-8750H CPU @ 2.20GHz	NVIDIA GeForce GTX 1050 Ti	4	768	21.1	133.8	154.9	MJS
Intel(R) Core(TM) i9-7900X CPU @ 3.30GHz	NVIDIA GeForce GTX 1050	2	640	20.6	139.1	159.7	JM2
Intel(R) Core(TM) i9-8950HK CPU @ 2.90GHz	NVIDIA Quadro P2000	5	1024	22.1	142.5	164.6	KTC
Intel(R) Xeon(R) E-2176M CPU @ 2.70GHz	NVIDIA Quadro P2000	5	1024	23.0	149.3	172.3	RL2
Intel(R) Core(TM) i7-7700HQ CPU @ 2.80GHz	NVIDIA Quadro M2200	4	1024	23.2	198.7	222.0	GYB
Intel(R) Xeon(R) E-2176M CPU @ 2.70GHz	NVIDIA Quadro P1000	4	640	30.3	203.7	234.0	RL3
Intel(R) Core(TM) i7-6700 CPU @ 3.40GHz	NVIDIA Quadro K2200	4	640	32.5	211.3	243.8	JIW
Intel(R) Xeon(R) CPU E3-1505M v6 @ 3.00GHz	NVIDIA Quadro M1200	4	640	84.9	278.4	363.3	GHY
Intel(R) Core(TM) i7-7500U CPU @ 2.70GHz	NVIDIA GeForce GTX 940MX	2	384	65.6	479.0	544.6	EAS
Intel(R) Core(TM) i7-5600U CPU @ 2.60GHz	NVIDIA GeForce 840M	2	384	70.6	526.3	595.9	CDH
Intel(R) Core(TM) i7-4700M CPU @ 2.40GHz	NVIDIA GeForce GT 740M	2	384	102.3	694.0	796.3	HMM

Esempi applicativi: Bradano



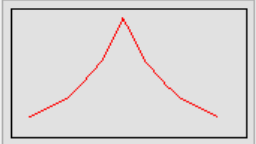
Boundary Conditions

Type: **Flow/Rainfall Over Area**

Events

Flow vs Time
 Rainfall vs Time

T030_New
T200_New
T500_New



Edit Events...

Options

Override default name

Set cell code **Active**

OK Cancel

Input concentrato: Idrogramma Bradano

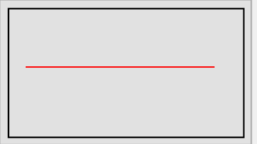
Input: distribuito: Pioggia diretta sui bacini a monte di Ginosa Marina

Boundary Conditions

Type: **Wse vs Time (HT)**

Events

T030_New
T200_New
T500_New



Edit Events...

Options

Override default name

Spline curve

OK Cancel

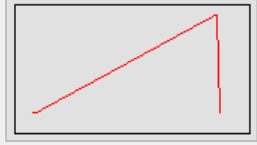
Boundary Conditions

Type: **Flow/Rainfall Over Area**

Events

Flow vs Time
 Rainfall vs Time

T030_New
T200_New
T500_New



Edit Events...

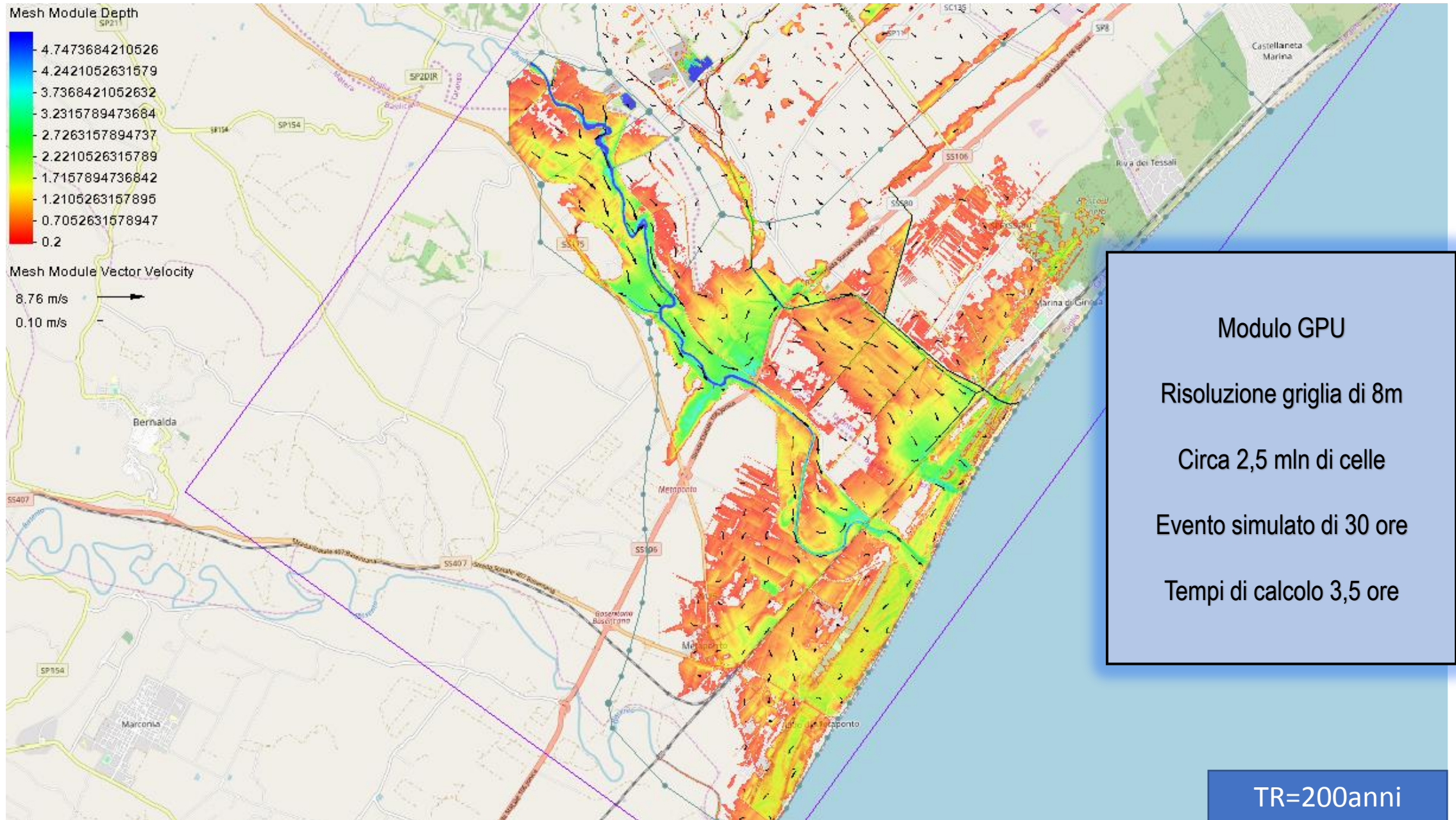
Options

Override default name

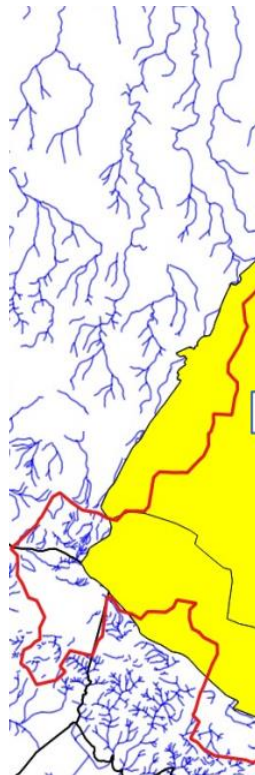
Set cell code **Active**

OK Cancel

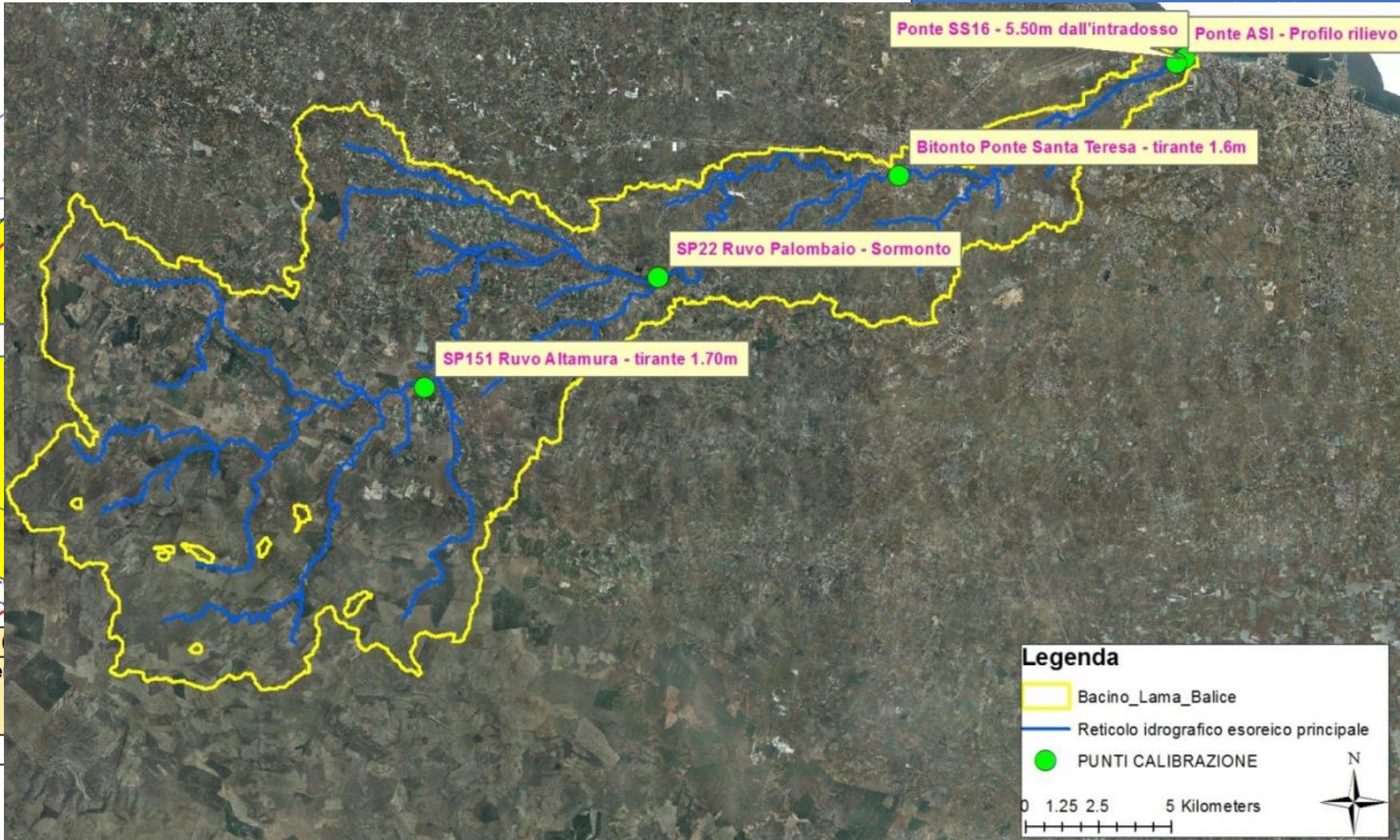
Esempi applicativi: Bradano foce



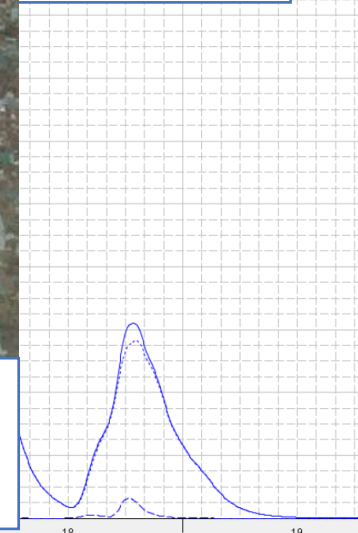
Esempi applicativi: Lama Balice



Area contribuente (Km ²)	Pe
339.61	



Circa 170 mcs



Decreto del Seg
di Asset

Sopralluoghi in sito post-evento, finalizzati al rilevamento con strumentazione GPS-RTK dei segni lasciati dalla piena. Sono stati individuati cinque punti di controllo.

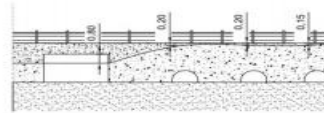
Esempi applicativi: Lama Balice



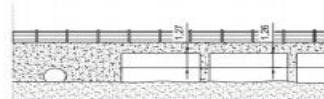
Segni della piena di
Giugno 2014 rilevati
in sito



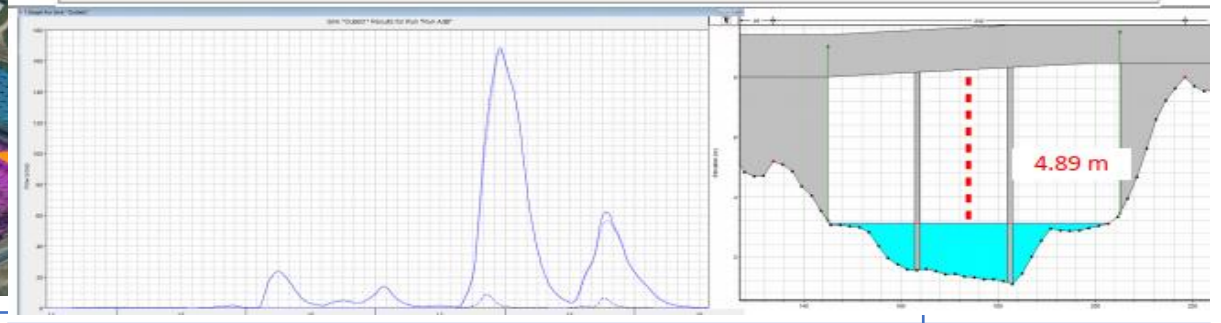
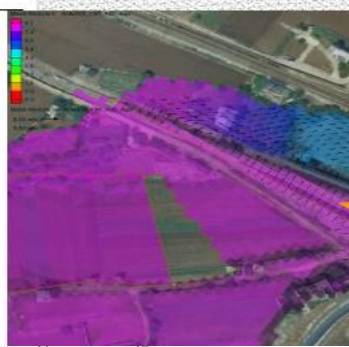
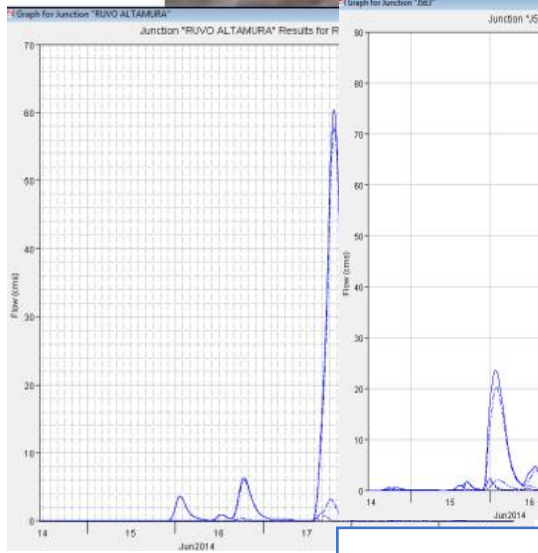
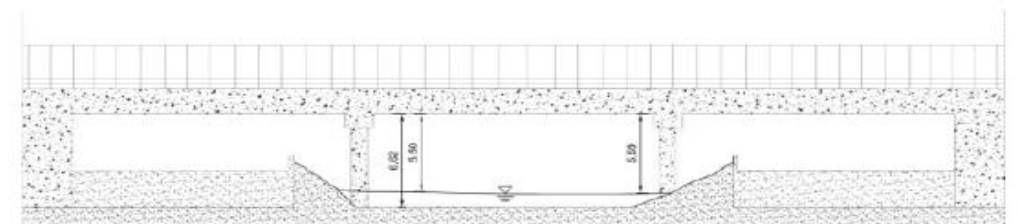
Sezione di monte



Sezione di valle



Attraversamento: BA01800018SS
Sezione di monte



Punto 5 – Bari SS16

Esempi applicativi: Lama Balice

Mappa delle variazioni di Curve Number introdotte nella procedura di calibrazione



Studi in corso: Corigliano - Rossano

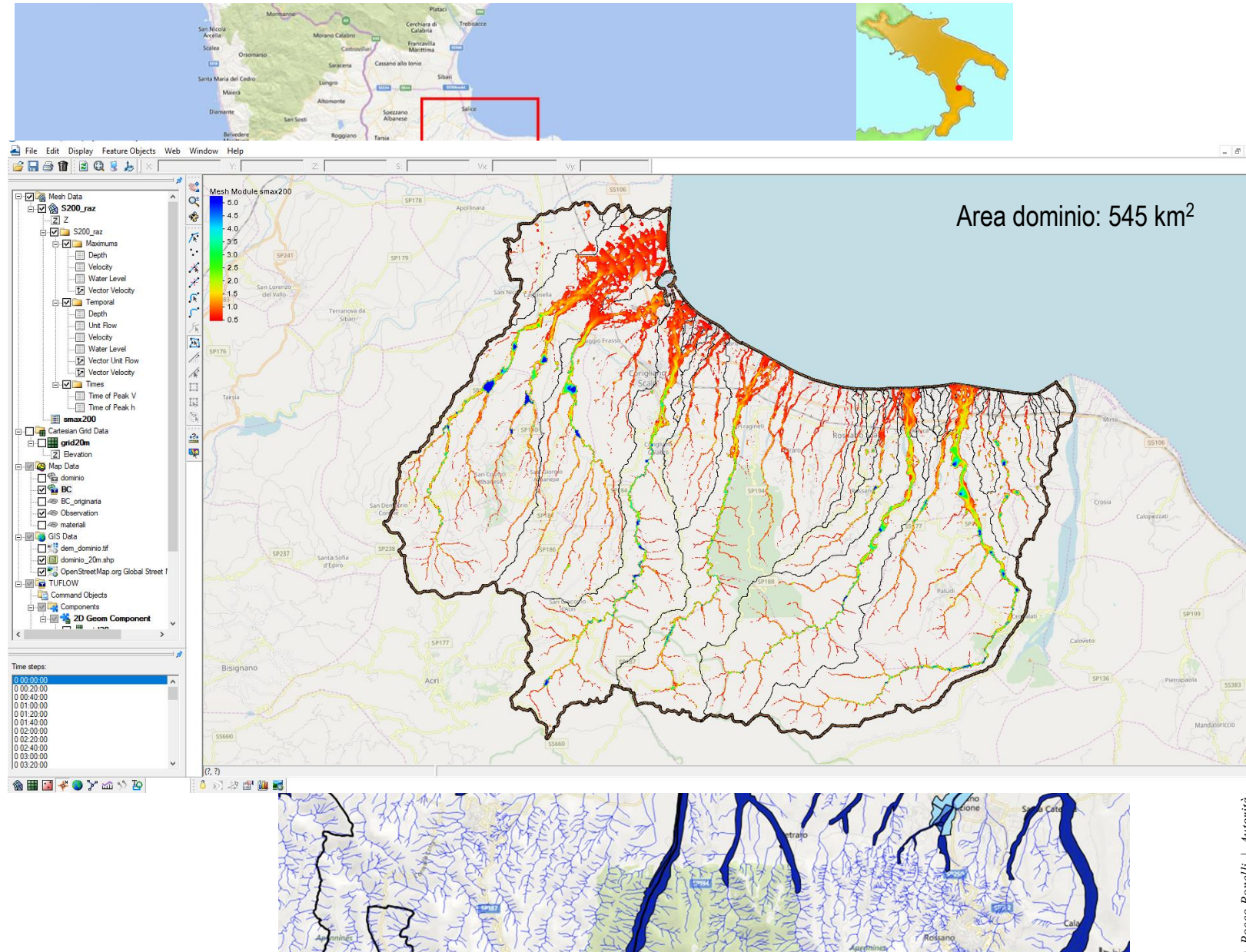
Contesto generale che comprende un'analisi integrata dei fenomeni di dissesto: idraulico, idraulico marittimo, da frana.....
Analisi degli aspetti idrogeologici, infrastrutturali...

Inquadramento ai fini della modellistica idraulica (monofasica)

Ricognizione dei dati disponibili

Analisi degli effetti al suolo
Dell'evento dell'agosto 2015

Definizione degli approcci e degli schemi di calcolo



GRAZIE