



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE
FACOLTÀ DI INGEGNERIA
DIPARTIMENTO DI CHIMICA, FISICA E AMBIENTE

Modellazione quali - quantitativa a scala di bacino del fiume Ledra: fase 1

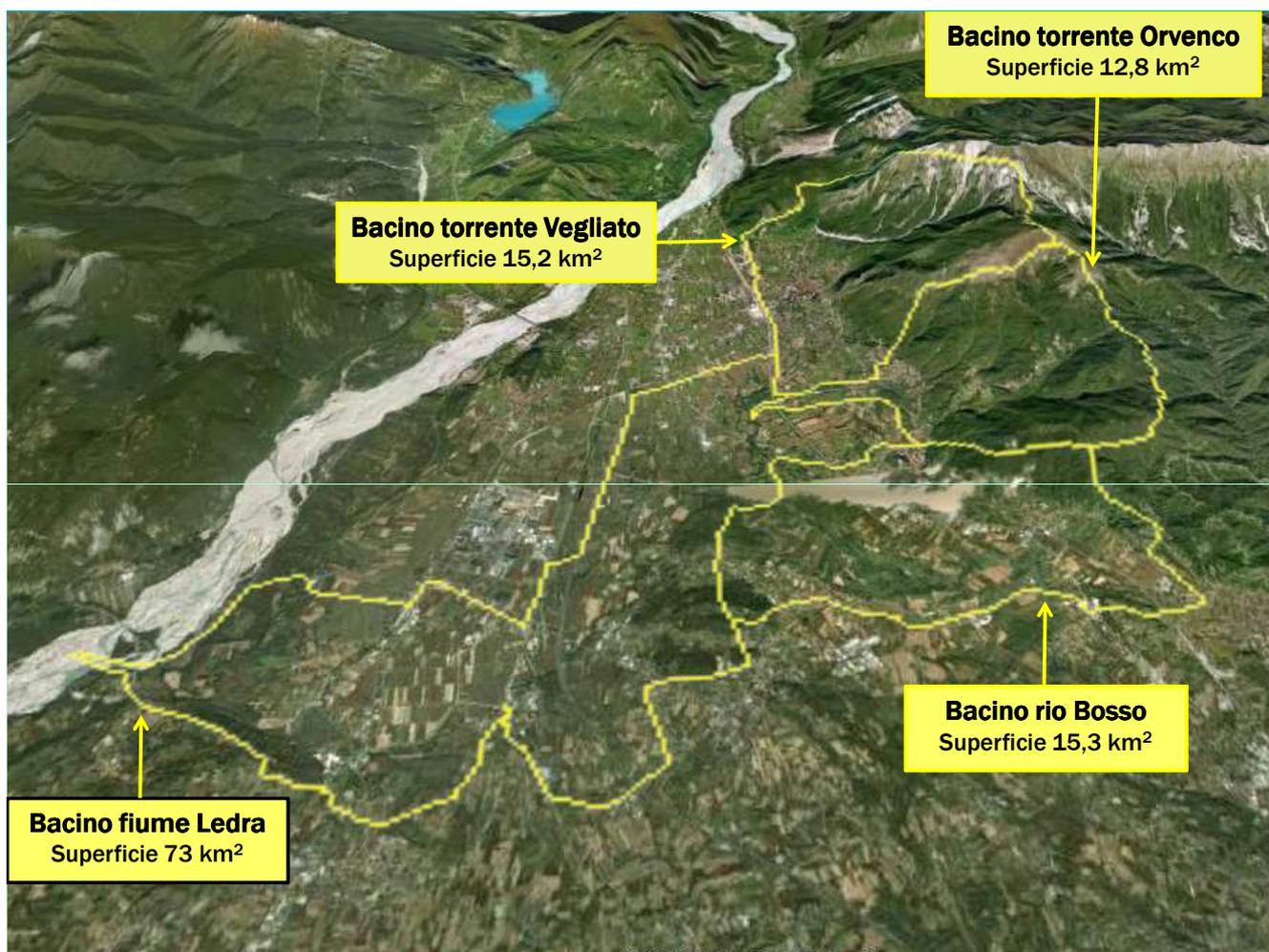
Prof. Ing. Daniele Goi

Ing. Roberto Perin

Gemona del Friuli, 22/03/2012

Obiettivi del progetto di ricerca

- Realizzazione di un **modello idrologico - Idraulico** al fine di simulare le portate generate dal fiume Ledra e dai suoi principali affluenti (rio Bosso - torrente Orvenco - torrente Vegliato);
- Sviluppo di una rete di monitoraggio di tipo quantitativo e qualitativo delle acque del fiume Ledra ed affluenti;
- Effettuare uno studio pilota in grado di definire un approccio metodologico per la razionalizzazione, sfruttamento e salvaguardia della risorsa idrica;
- Analizzare le criticità derivanti dagli insediamenti urbani ed industriali presenti all'interno del bacino idrografico del fiume Ledra;
- Favorire una maggiore sensibilizzazione sul tema acqua e salvaguardia delle risorse idriche attraverso la partecipazione e la collaborazione fra Enti Locali ed Università.



Che cos'è un modello ?

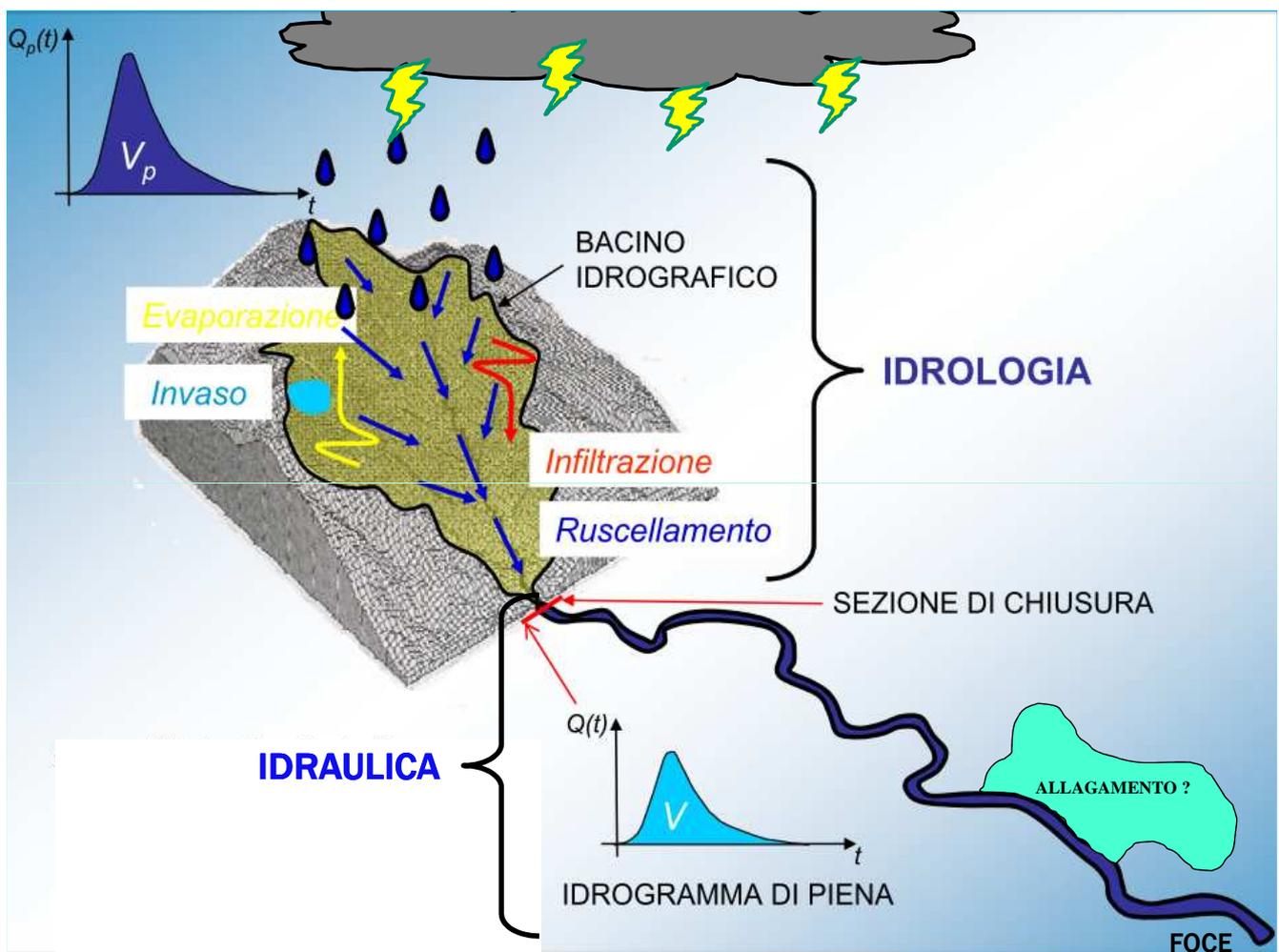
Modellare significa **riprodurre**, mediante strumenti fisici oppure numerici, un determinato fenomeno al fine di studiare e/o quantificare gli effetti prodotti dallo stesso.

A cosa serve un modello idrologico ?

- Descrivere il sistema “bacino Idrografico” per analizzare il bilancio idrologico e la disponibilità delle risorse idriche attraverso la stima **afflussi - deflussi**;
- Ottenere un **idrogramma delle portate** sia per scopi di gestione – salvaguardia della risorsa idrica sia per la stima dei picchi di portata necessari alla valutazione e mitigazione del rischio idrogeologico.

A cosa serve un modello idraulico ?

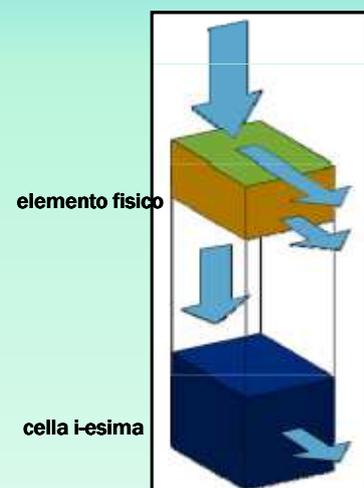
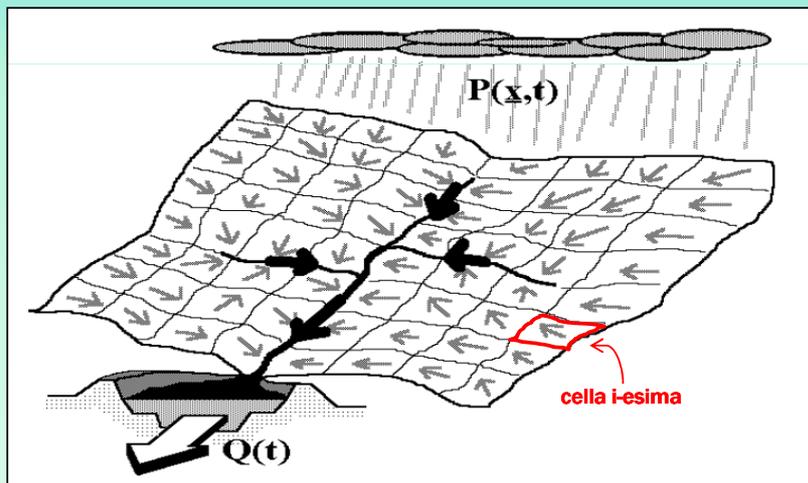
- Note le portate, analizzare le modalità di propagazione delle onde di piena all'interno degli alvei fluviali;
- Prevedere gli effetti causati dalle esondazione in territori soggetti a rischio allagamento.



In particolare per il bacino idrografico del fiume Ledra

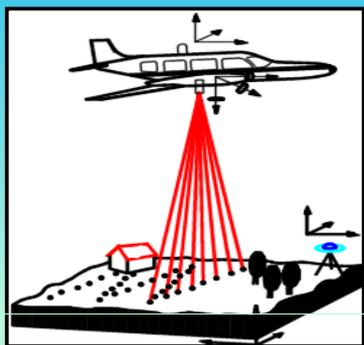
Modello idrologico di trasformazione afflussi – deflussi di tipo distribuito e bidimensionale (2D) accoppiato ad un modello idraulico di propagazione delle piene monodimensionale (1D).

Si è optato per il codice di calcolo **G.S.S.H.A.** (*Gridded Surface Subsurface Hydrologic Analysis*) sviluppato dal **C.H.L.** (*Coastal & Hydraulics Laboratory*) dell' **U.S.A.C.E.** (*United States Corps of Engineers*).



Fasi necessarie alla realizzazione del modello idrologico

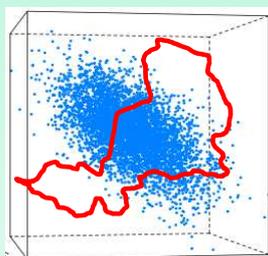
1) Rilievo piano - altimetrico dell'intero bacino idrografico e creazione di un D.E.M.:



Il rilievo del terreno viene eseguito da uno strumento che invia a terra un impulso laser e ne determina il tempo di ritorno e l'angolo di emissione rispetto alla verticale dell'apparecchio in volo. Il risultato finale del rilievo fornisce le coordinate (X Y Z) dei punti di riflessione del raggio laser.

- ➔ DENSITA' DI RILIEVO ANCHE SUPERIORE AL METRO QUADRATO !
- ➔ PER BACINI ESTESI SONO PRESENTI MILIONI DI PUNTI !

Creazione di un D.E.M. (digital elevation model) rappresentando il bacino idrografico con una griglia a maglie quadrate (ad es. 10x10 m; 50x50 m; 100x100 m) ciascuna delle quali possiede il valore della quota media della superficie che sta delimitando.



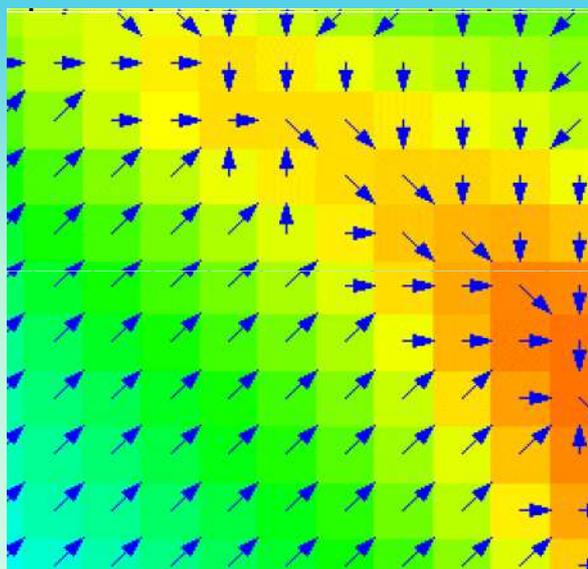
Rilievo Laserscan



D.E.M.

Fasi necessarie alla realizzazione del modello idrologico

2) Individuazione dei reticoli idrografici e dei relativi bacini - sottobacini idrografici:

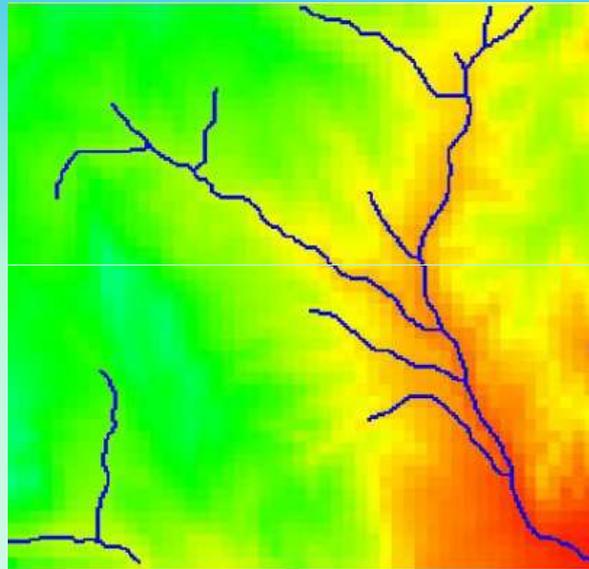


D.E.M.

➔ Direzione ruscellamento superficiale

Fasi necessarie alla realizzazione del modello idrologico

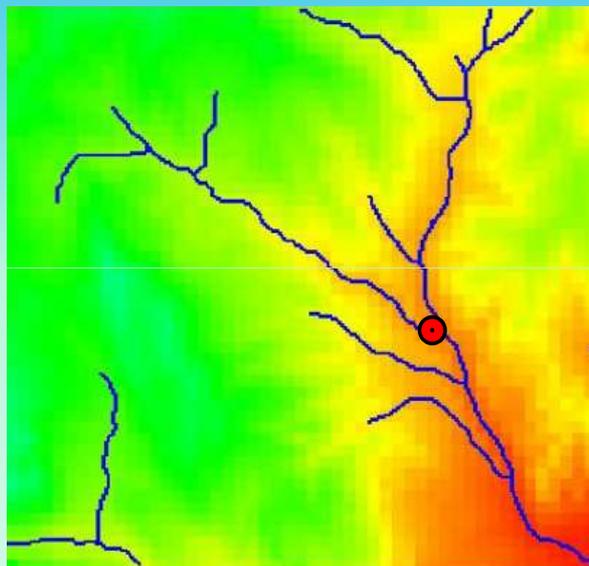
2) Individuazione dei reticoli idrografici e dei relativi bacini - sottobacini idrografici:



— Determinazione del reticolo idrografico

Fasi necessarie alla realizzazione del modello idrologico

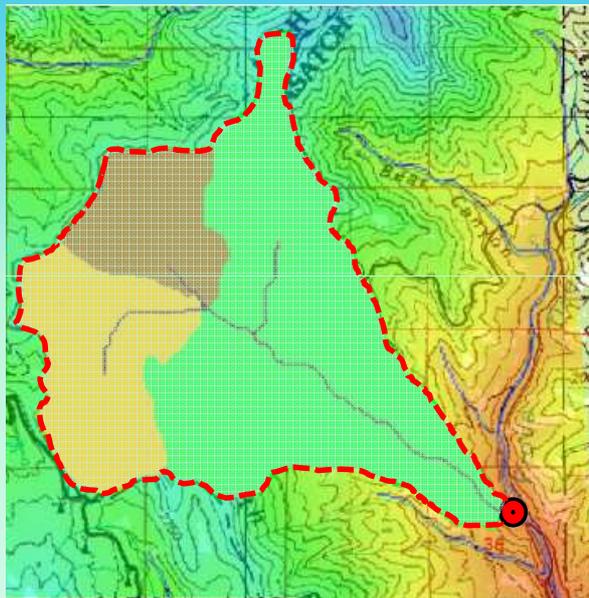
2) Individuazione dei reticoli idrografici e dei relativi bacini - sottobacini idrografici:



● Identificazione della sezione di chiusura del bacino idrografico

Fasi necessarie alla realizzazione del modello idrologico

2) Individuazione dei reticoli idrografici e dei relativi bacini - sottobacini idrografici:



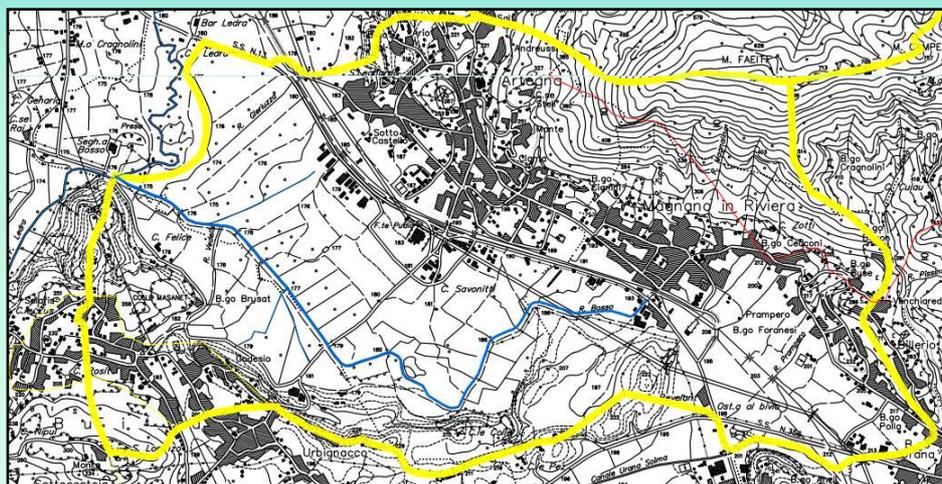
----- Determinazione dei limiti del bacino idrografico

Fasi necessarie alla realizzazione del modello idrologico

2) Individuazione dei reticoli idrografici e dei relativi bacini - sottobacini idrografici:

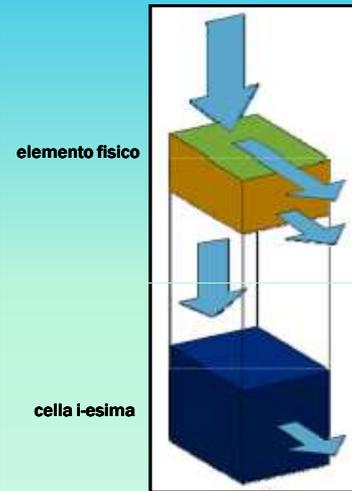
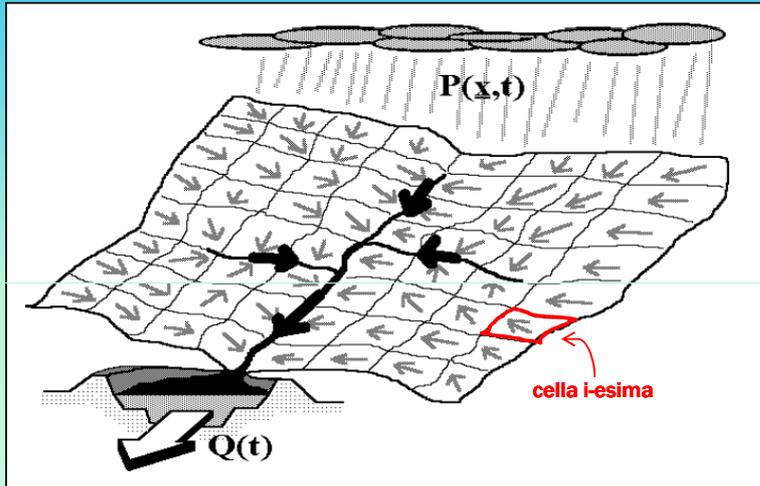
N.B. Tale procedura è applicabile esclusivamente ad aree montuose o comunque in presenza di rilievi e **non** in zone pianeggianti (piana di Osoppo - Gemona) nelle quali la modesta pendenza del terreno non consentirebbe di identificare un preciso reticolo idrografico.

➔ Utilizzo della C.T.R. 1:5000 per individuare ed inserire nel modello il reticolo idrografico



Fasi necessarie alla realizzazione del modello idrologico

3) Realizzazione della griglia (mesh) di calcolo:

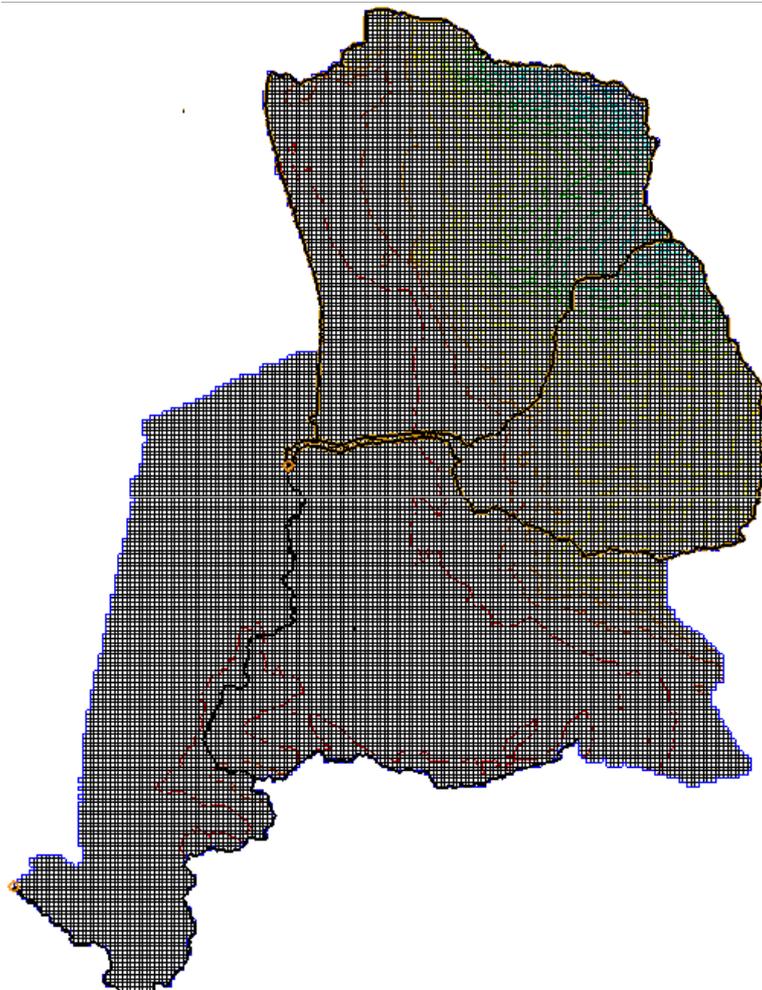
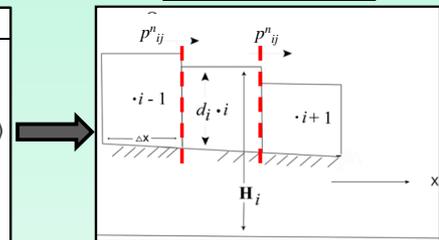


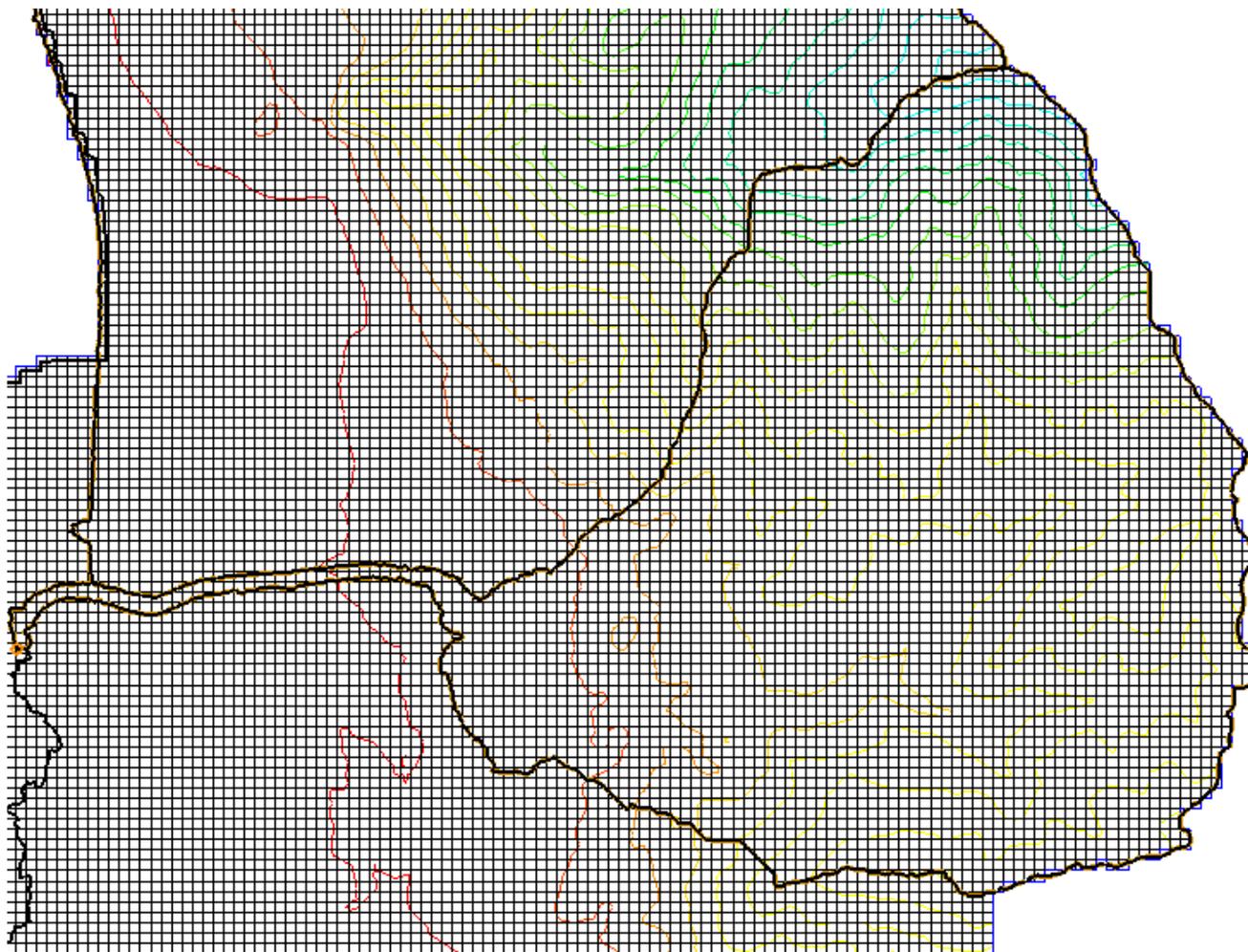
Flussi intercella (ruscellamento superficiale)

direzione x: $p_{ij}^n = \frac{1}{n} (d_{ij}^n)^{5/3} (S_{i_x}^n)^{1/2}$

direzione y: $q_{ij}^n = \frac{1}{n} (d_{ij}^n)^{5/3} (S_{i_y}^n)^{1/2}$

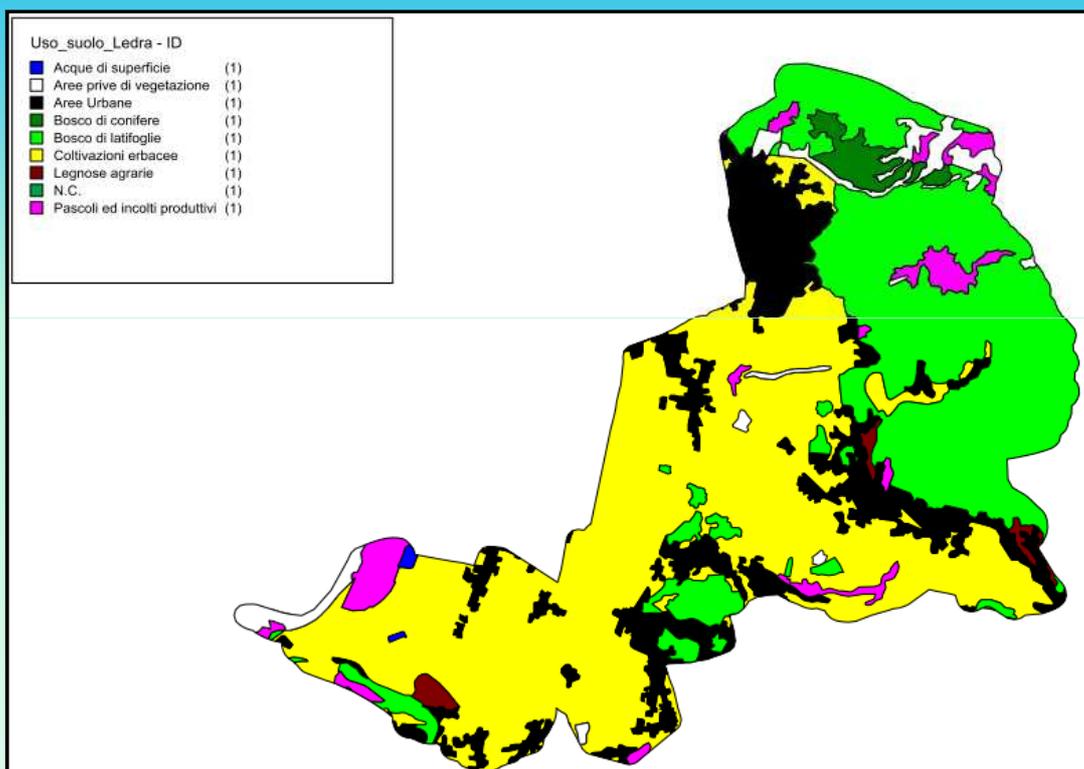
dove: $d_{ij}^{n+1} = d_{ij}^n + \frac{\Delta t}{\Delta x} (p_{i-1,j}^n + q_{i,j-1}^n - p_{ij}^n - q_{ij}^n)$

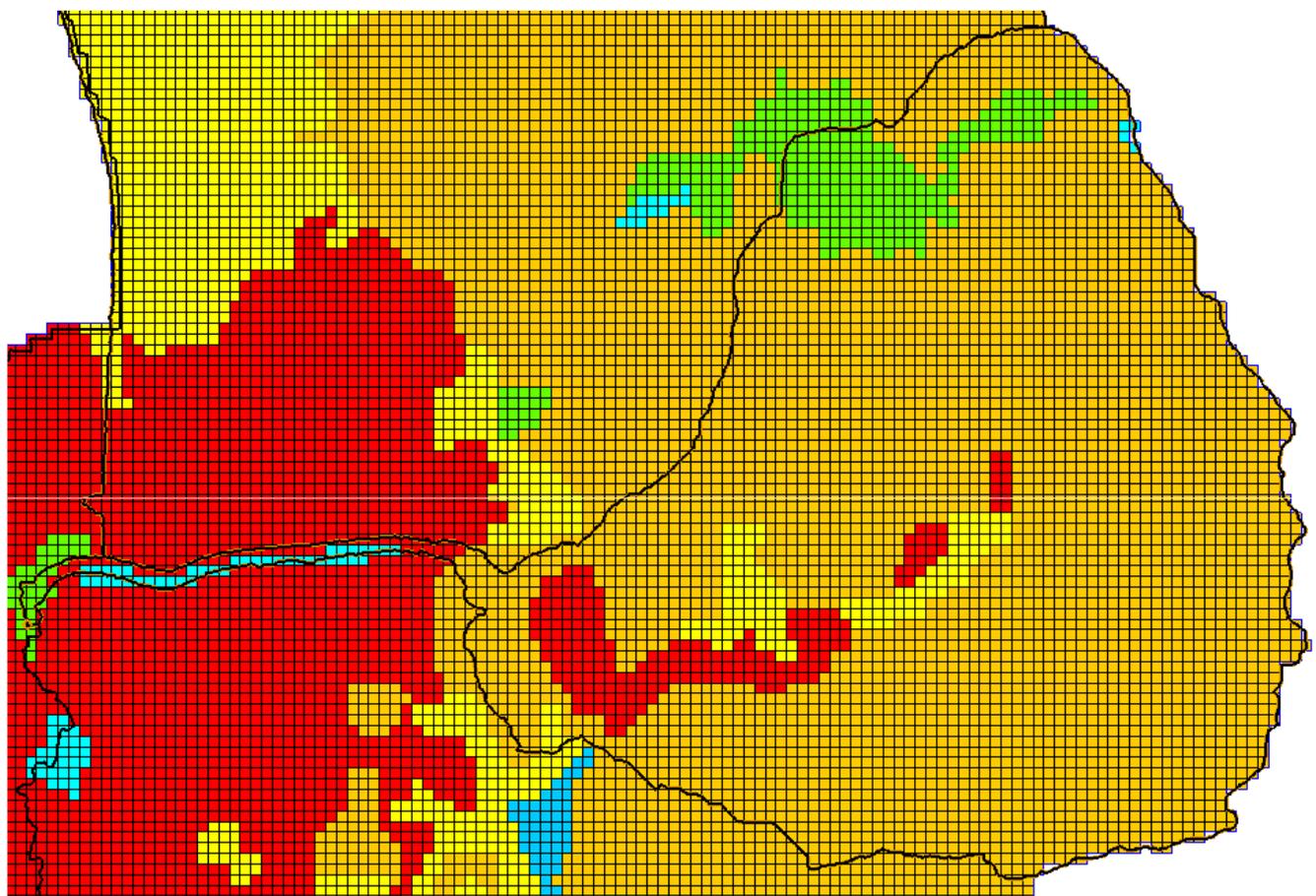
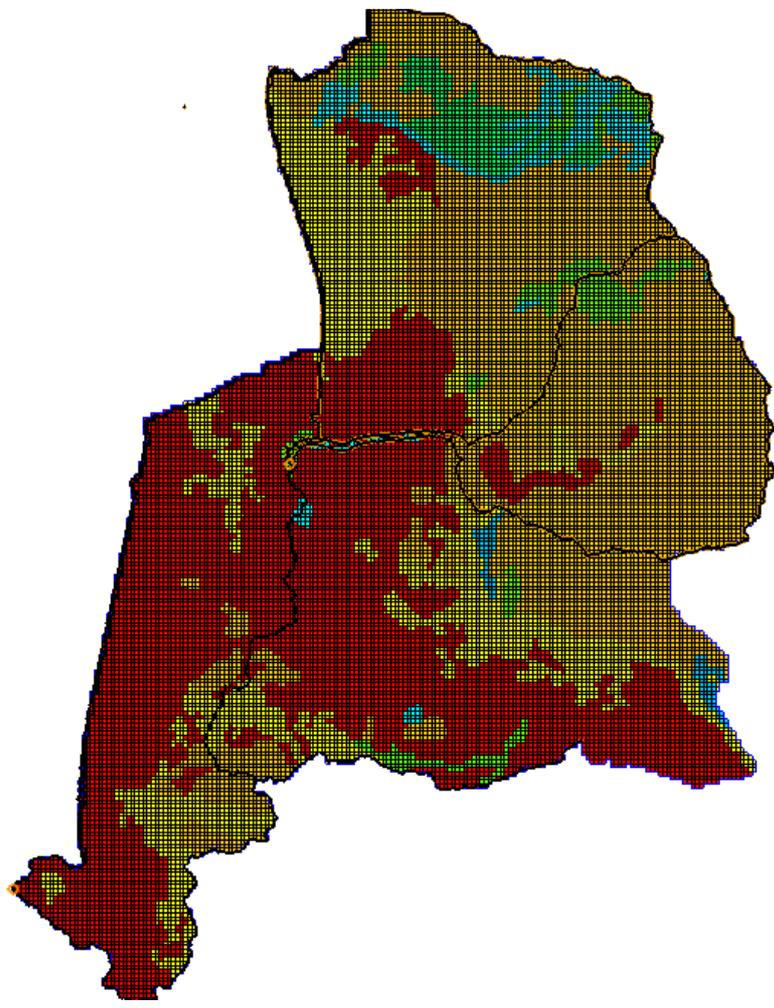




Fasi necessarie alla realizzazione del modello idrologico

4) Carta digitalizzata uso del suolo: (progetto CORINE Land Cover):

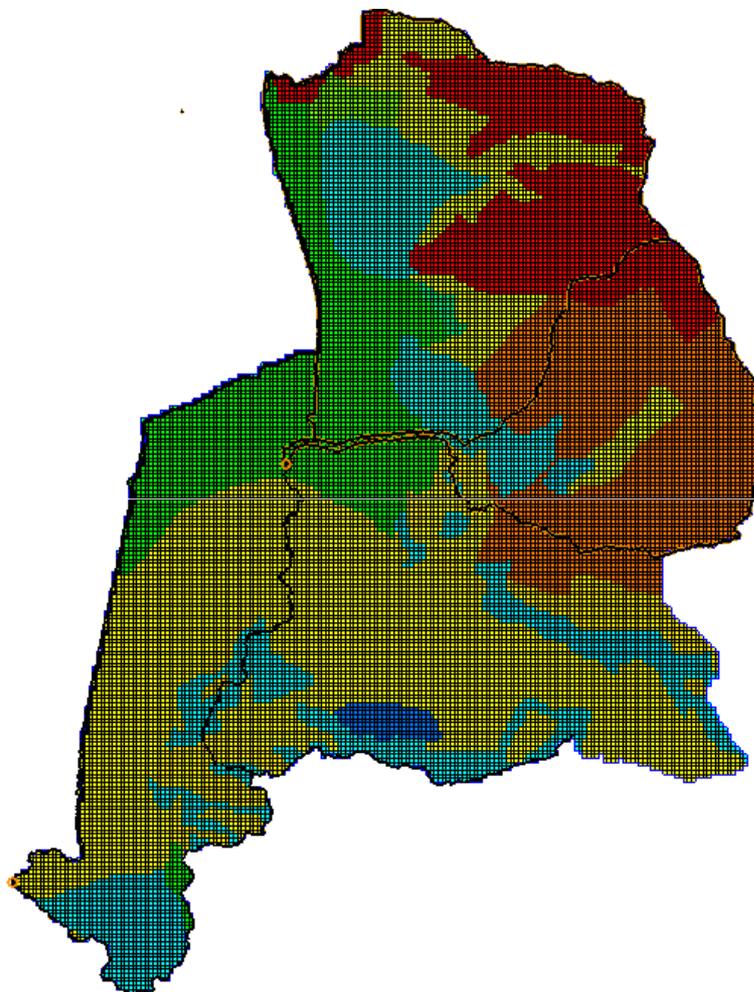
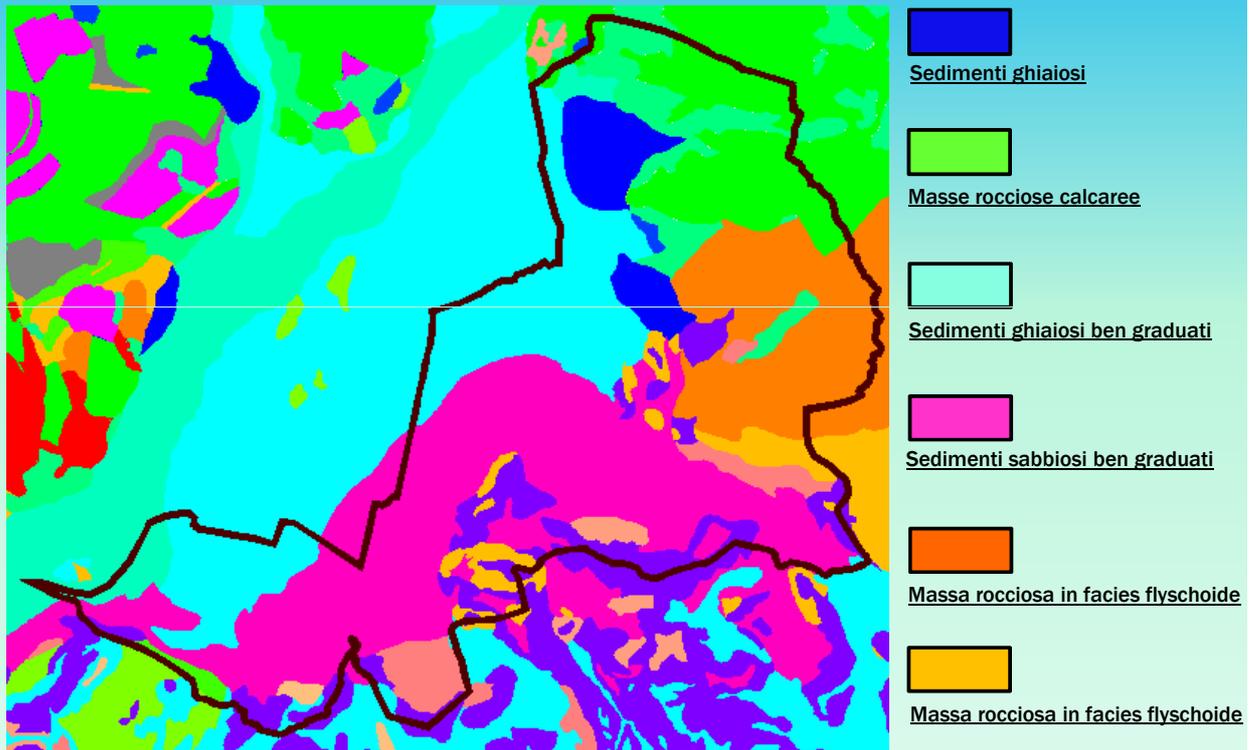


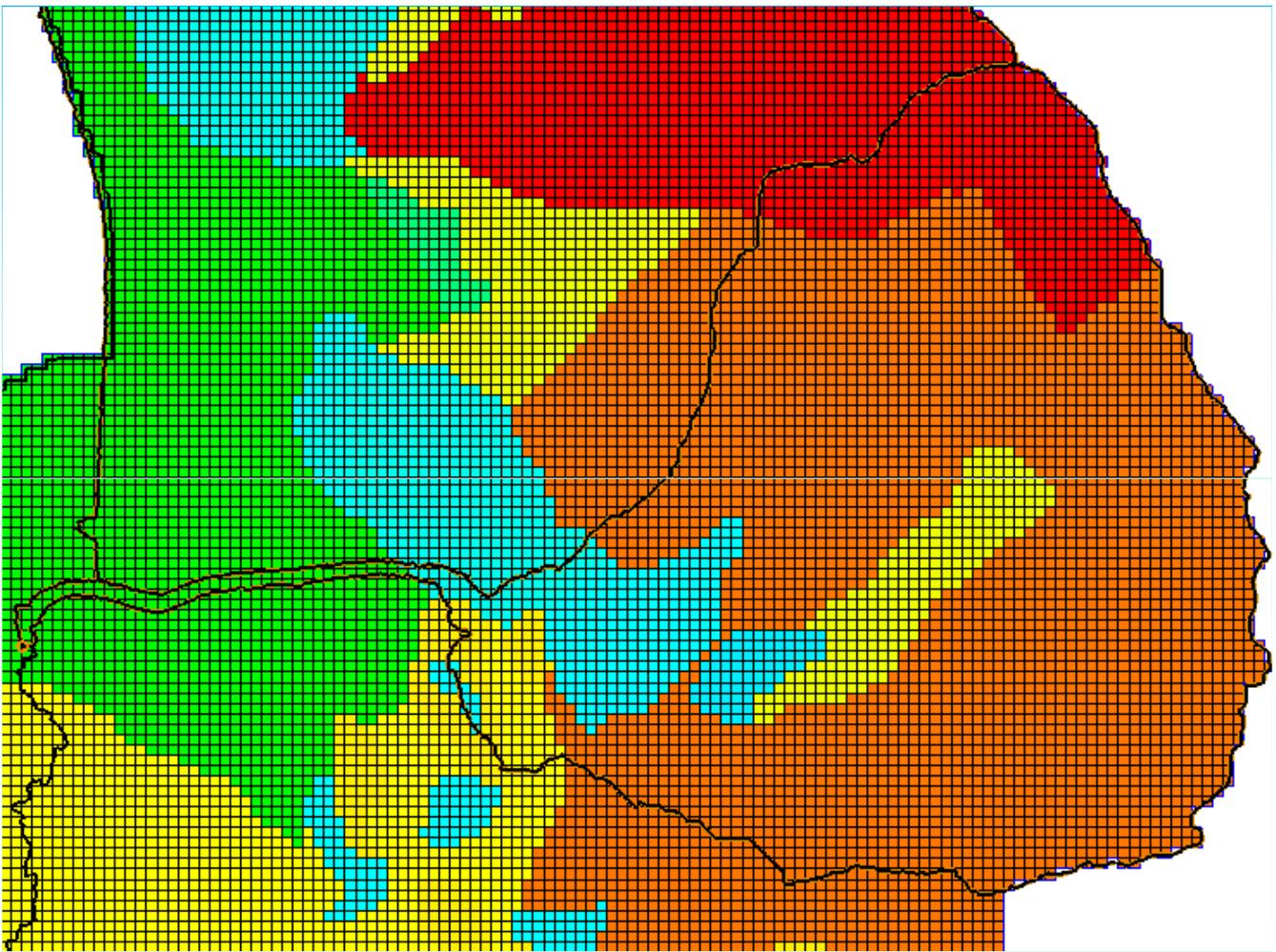


 coltivazioni erbacee  incolti produttivi-pascoli  bosco latifoglie  aree urbane

Fasi necessarie alla realizzazione del modello idrologico

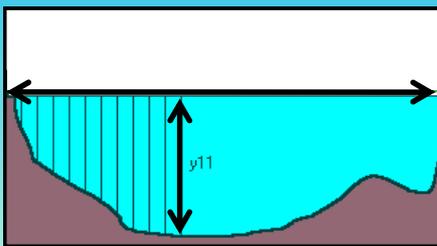
5) Cartografia geologico tematica del territorio Provinciale (Broili, 1984):





Fasi necessarie alla realizzazione del modello idrologico - idraulico

6) Rilievo delle sezioni trasversali del fiume Ledra e definizione coeff. di scabrezza:



← RILIEVO FORMA E DIMENSIONI ALVEO



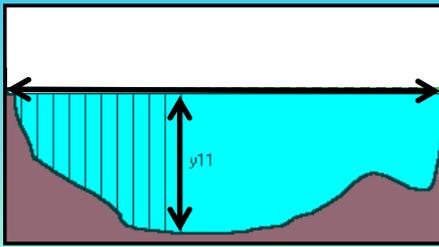
← RILIEVO DELLE OPERE IDRAULICHE IN ALVEO



← DEFINIZIONE TIPOLOGIA E SCABREZZA ALVEO

Fasi necessarie alla realizzazione del modello idrologico - idraulico

6) Rilievo delle sezioni trasversali del fiume Ledra e definizione coeff. di scabrezza:



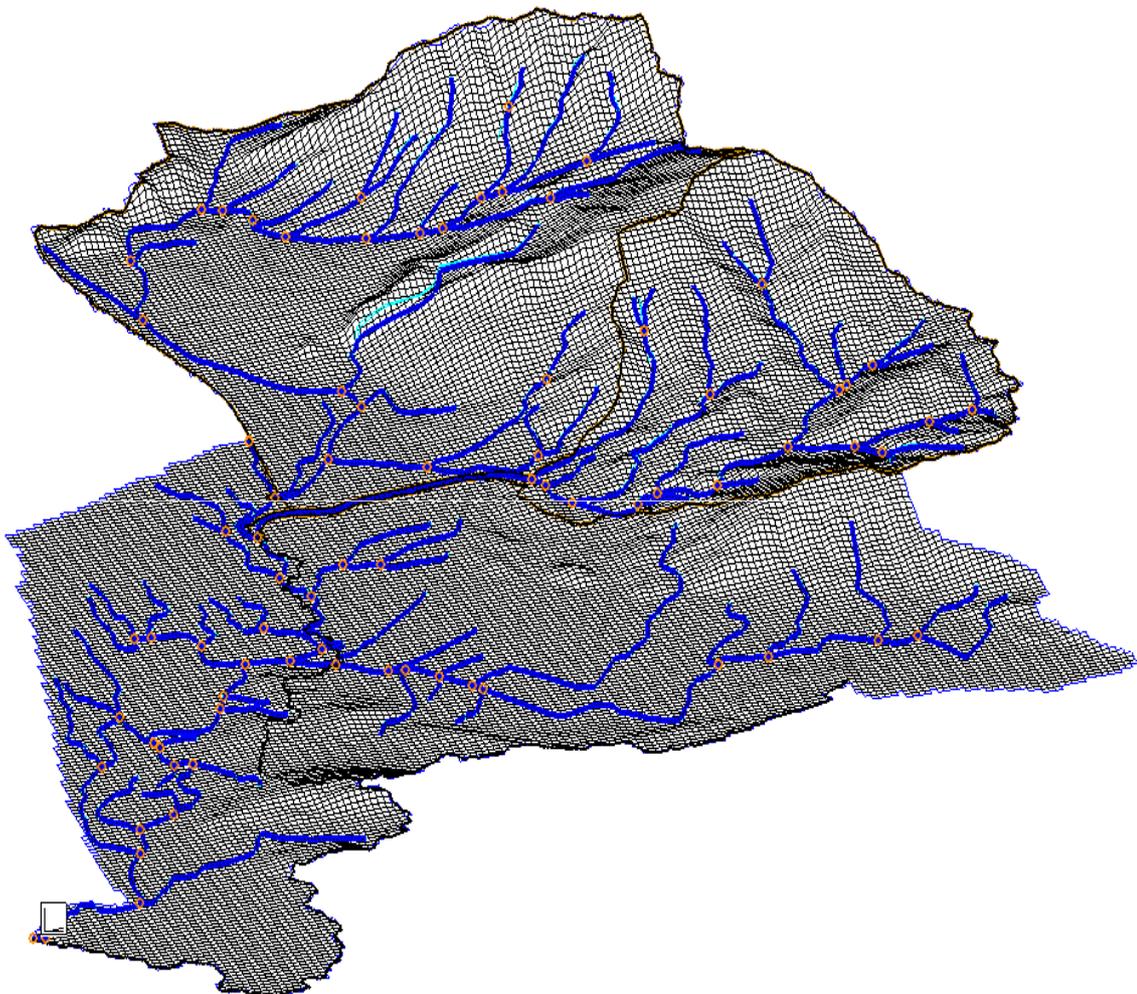
← RILIEVO FORMA E DIMENSIONI ALVEO



← RILIEVO DELLE OPERE IDRAULICHE IN ALVEO

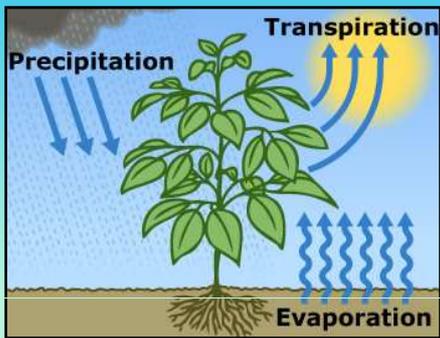


← DEFINIZIONE TIPOLOGIA E SCABREZZA ALVEO



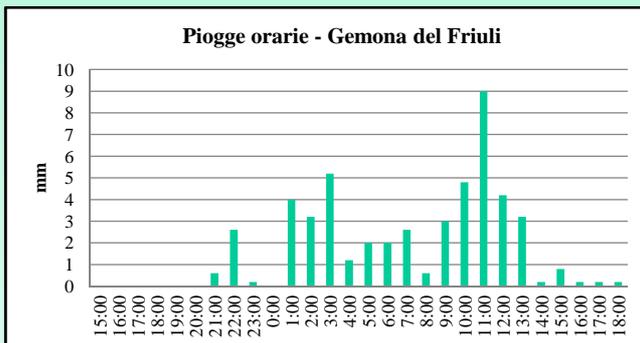
Fasi necessarie alla realizzazione del modello idrologico - idraulico

7) Acquisizione dati meteo - climatici:

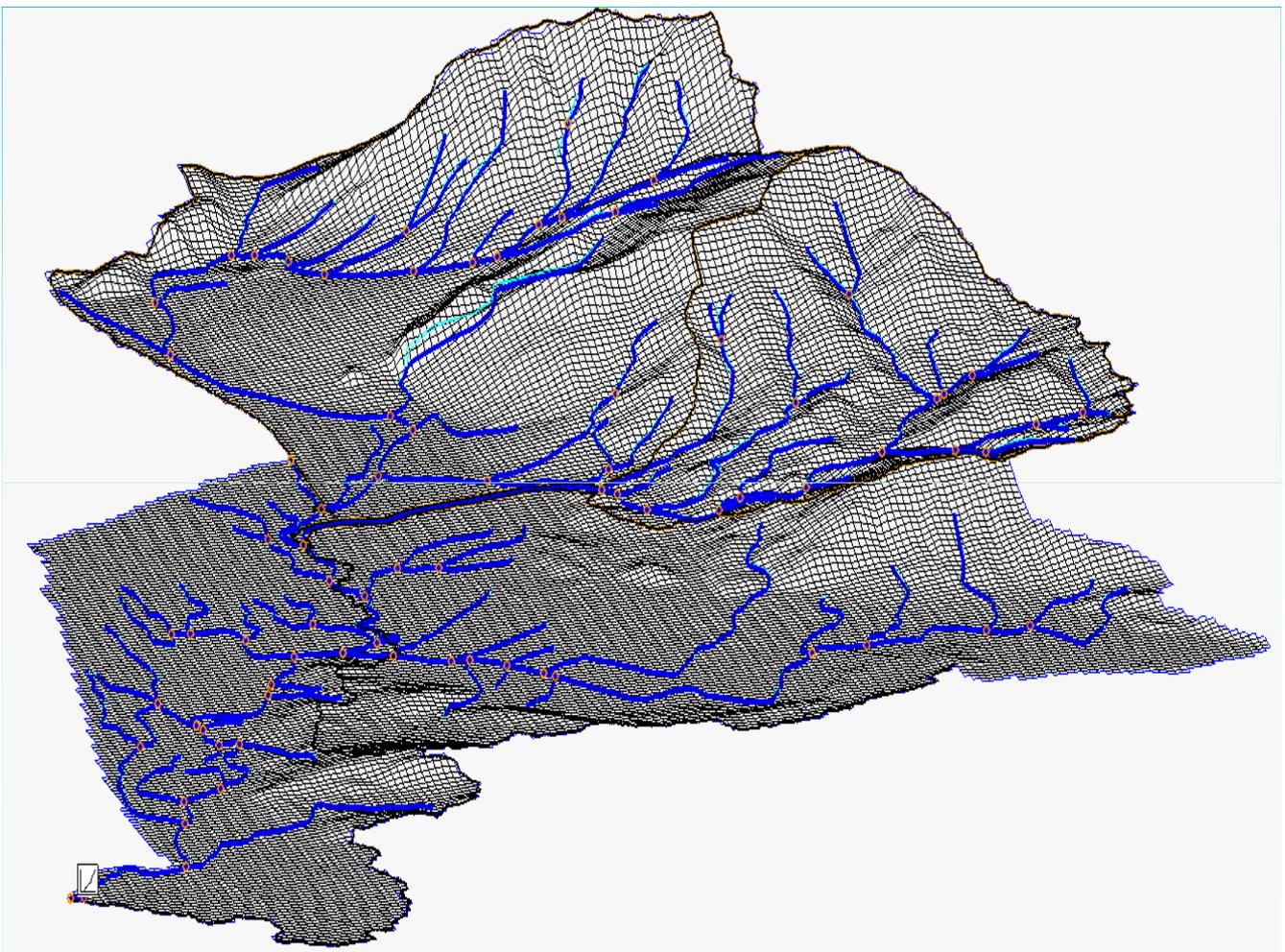


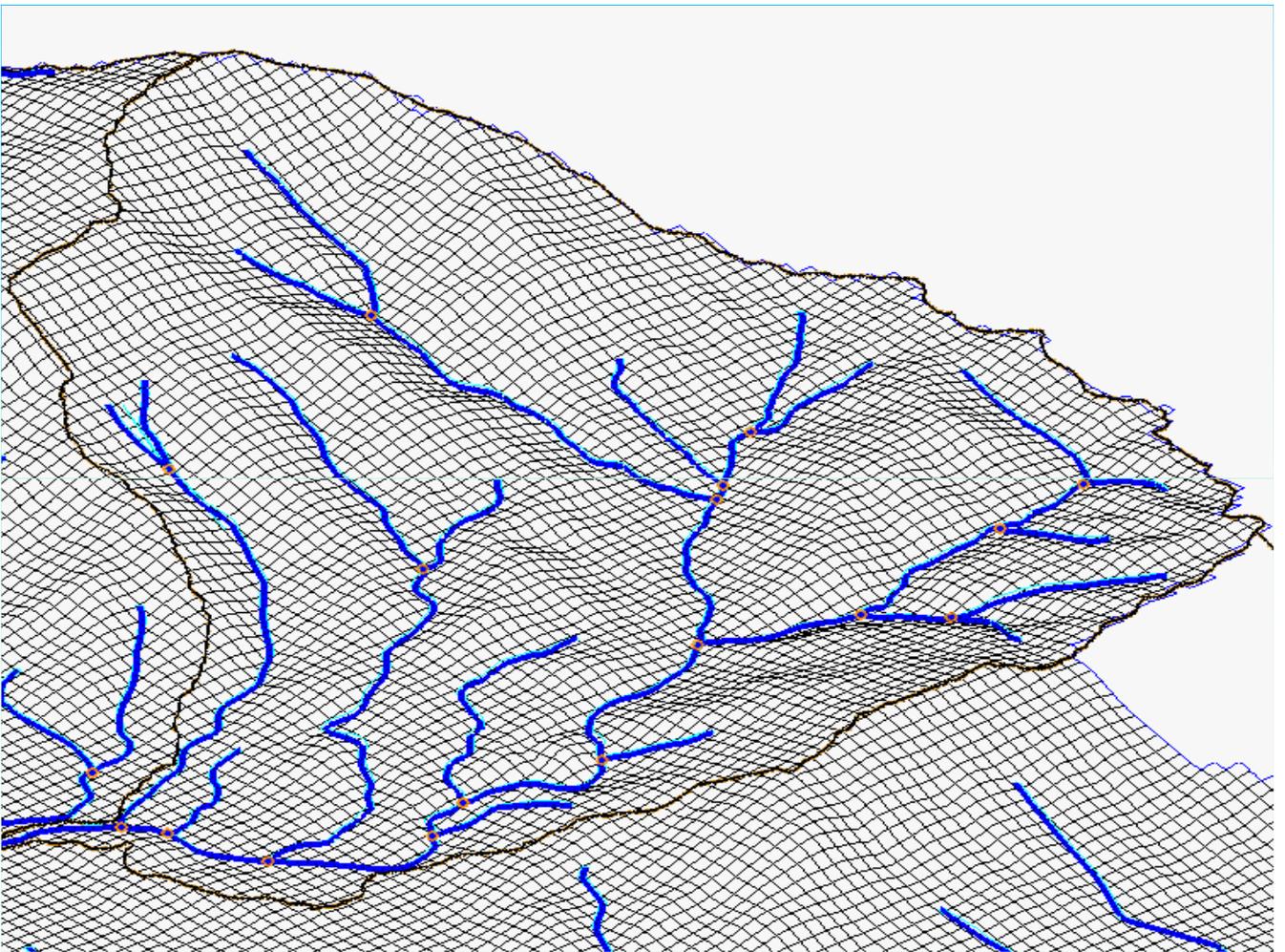
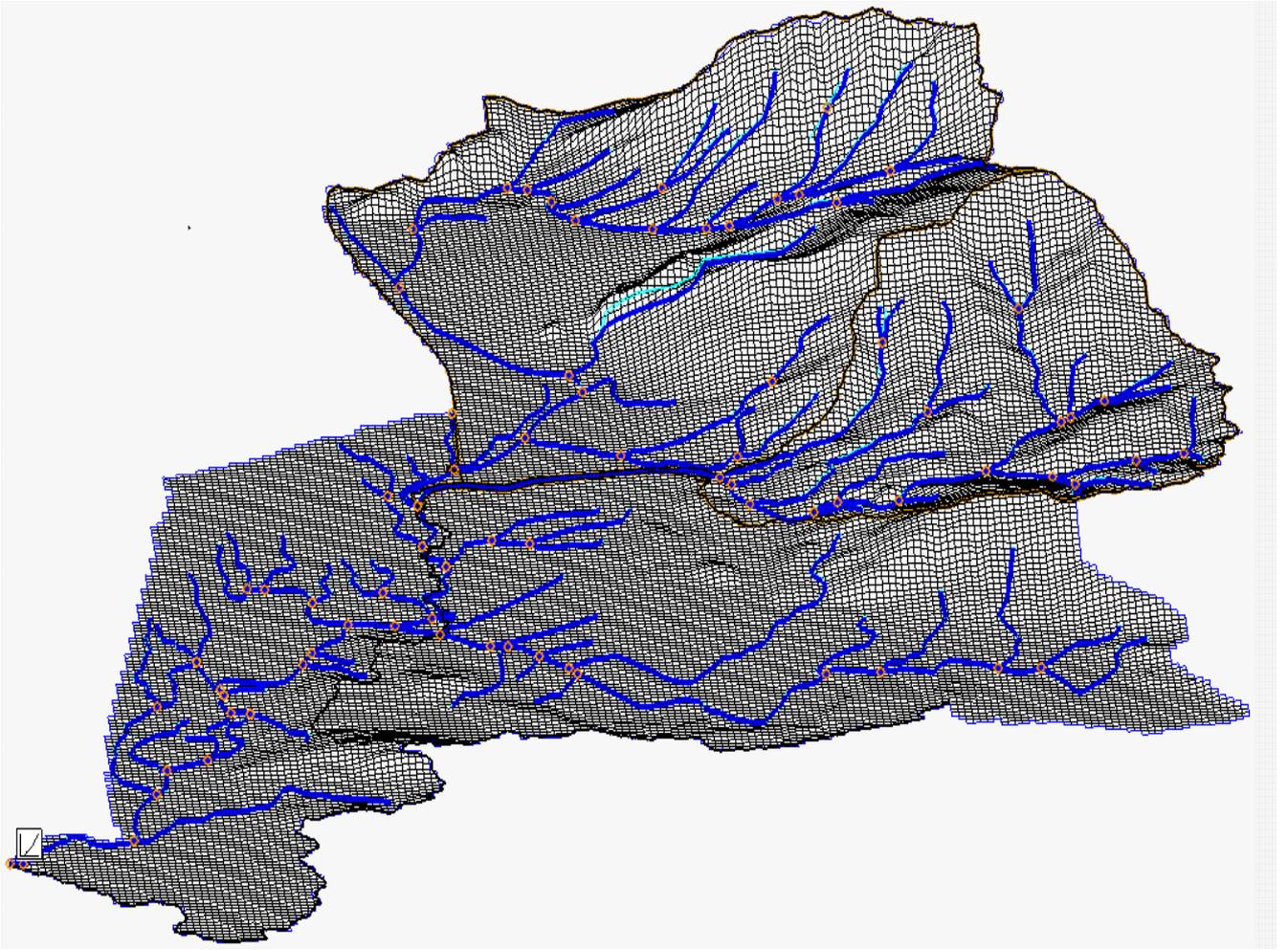
DETERMINAZIONE EVAPOTRASPIRAZIONE

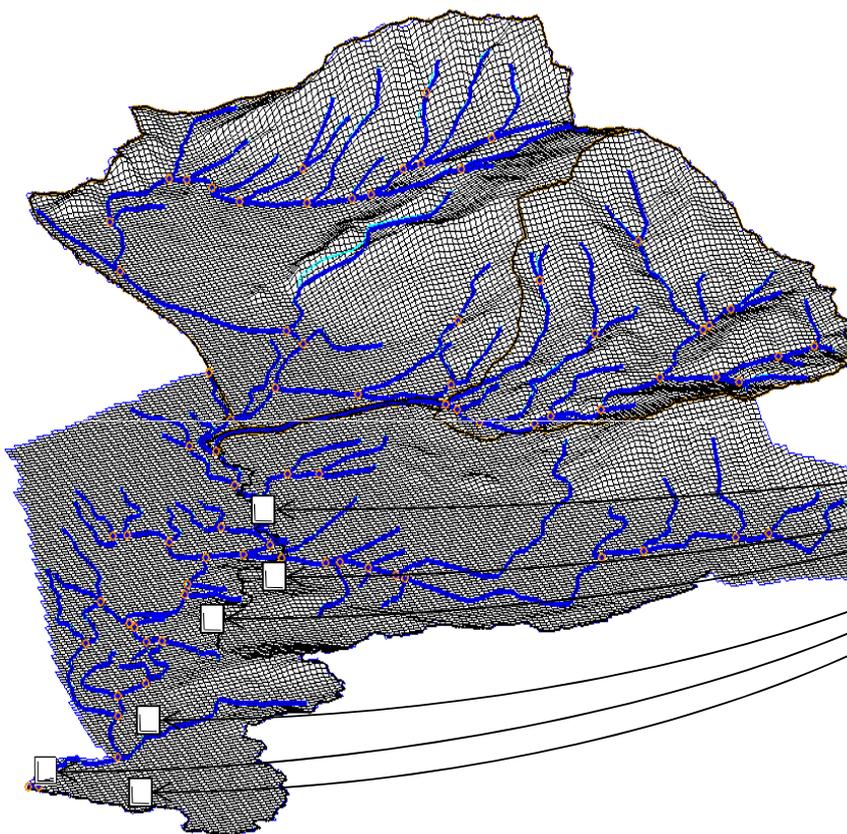
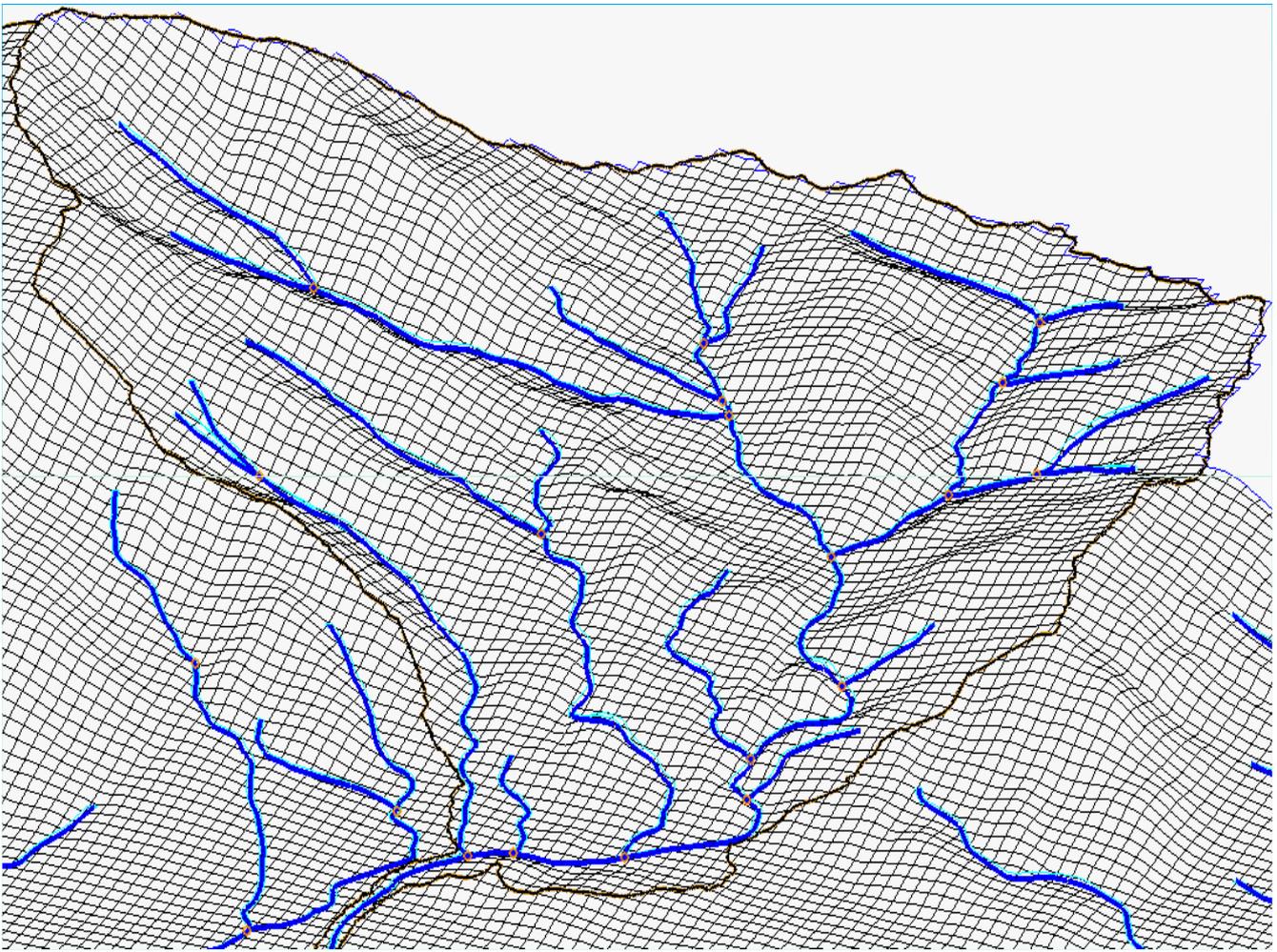
- a) Deardorff method (coeff. Albedo);
- b) Penman - Monteith method (coeff. albedo, altezza e tipologia vegetazione, temperatura media ecc.);



INSERIMENTO DATI PLUVIOMETRICI
(N.B. scelta frequenza acquisizione dati)







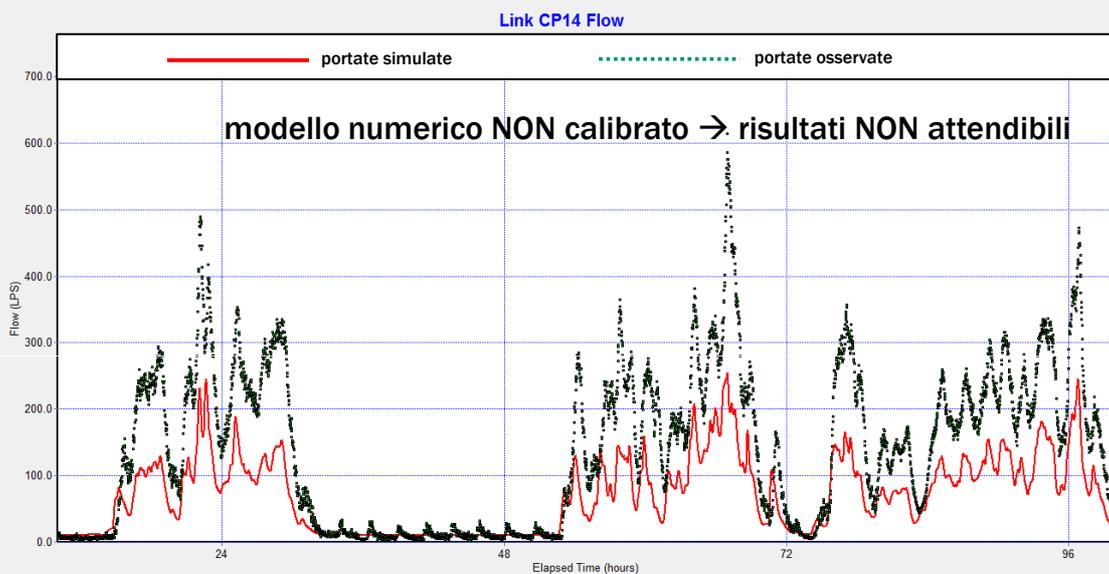
Gridded data sets		Link / Node data sets	
Data type: General			
<input checked="" type="checkbox"/>	Distributed rainfall inte...	<input checked="" type="checkbox"/>	Channel depth
<input checked="" type="checkbox"/>	Surface depth	<input checked="" type="checkbox"/>	Channel flow
<input type="checkbox"/>	Cumulative infiltration d...	<input type="checkbox"/>	Channel velocity (avg)
<input type="checkbox"/>	Infiltration rate	<input type="checkbox"/>	Sediment flux
<input type="checkbox"/>	Surface soil moisture	<input type="checkbox"/>	Net sediment transfer
<input type="checkbox"/>	Groundwater elevations	<input type="checkbox"/>	Flood (max) depth
<input type="checkbox"/>	Incremental groundwat...	<input type="checkbox"/>	Water surface elev
<input type="checkbox"/>	Cumulative groundwat...	<input type="checkbox"/>	Pipe flow
<input type="checkbox"/>	Volume suspended se...	<input type="checkbox"/>	Pipe node depths
		<input type="checkbox"/>	Pipe node in/out flow
		<input type="checkbox"/>	Stream width (NO?)
Write frequency			
Write frequency: <input type="text" value="30"/> (min)			
Gridded data set output format			
<input type="radio"/> Binary <input checked="" type="radio"/> ASCII <input type="radio"/> GRASS <input type="radio"/> X MDF			
Hydrograph		Other	
Write frequency: <input type="text" value="30"/> (min)		<input type="checkbox"/> Suppress screen printing	
Output units: <input checked="" type="radio"/> Metric (cms)		<input type="checkbox"/> Suppress long term simulation printing	
<input type="radio"/> English (cfs)		<input type="checkbox"/> Strict Julian dates	
		<input type="checkbox"/> Output compression	

 **Sezioni di controllo dati output**

... ma sono attendibili i
risultati forniti da un
modello ???

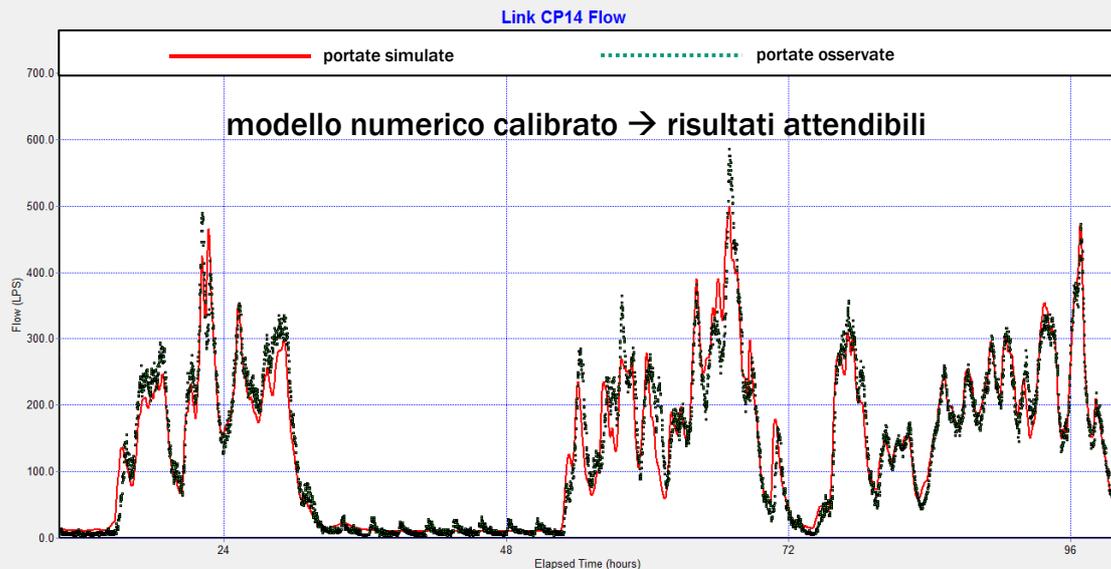


La calibrazione (taratura) del modello numerico



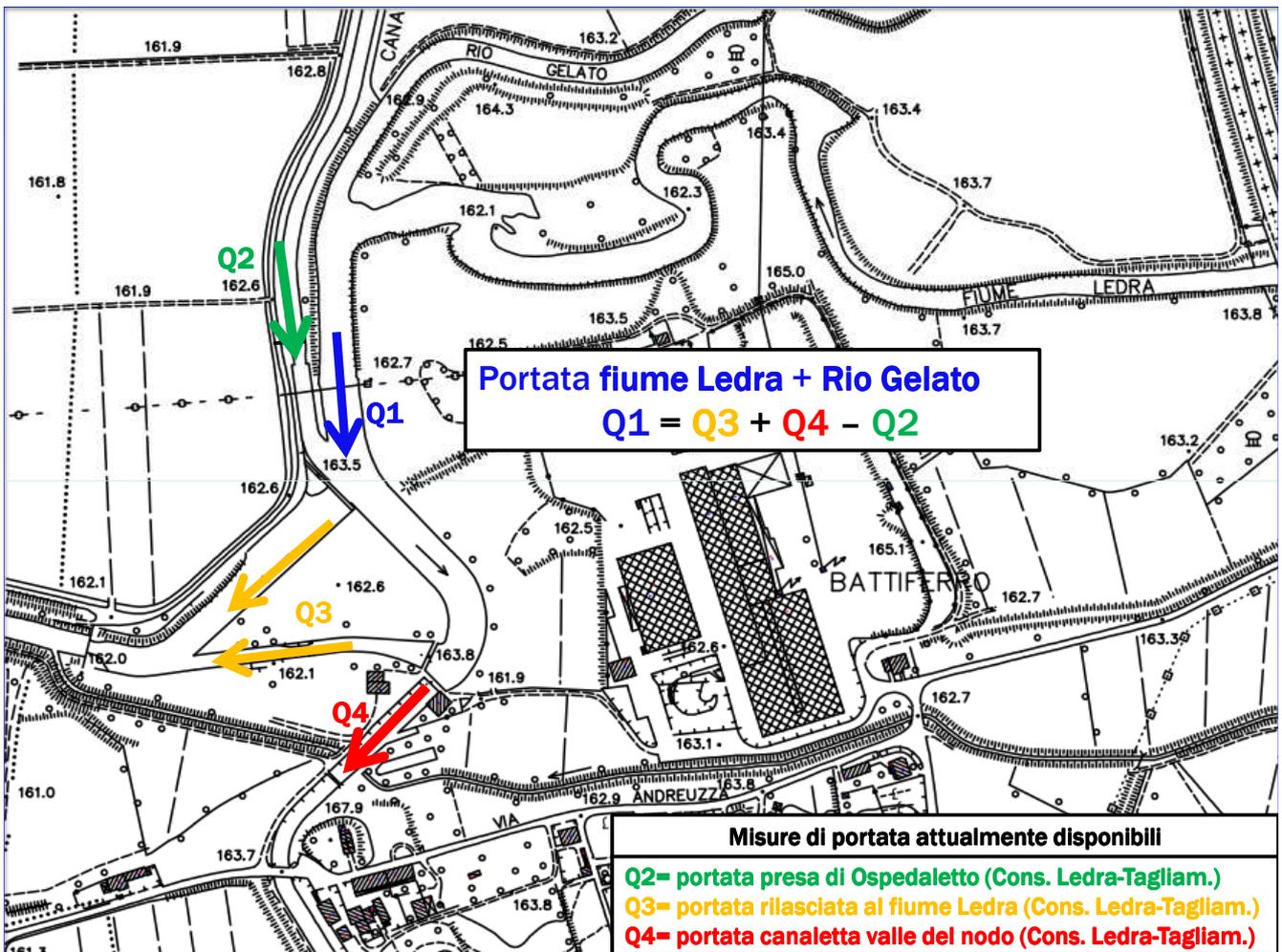
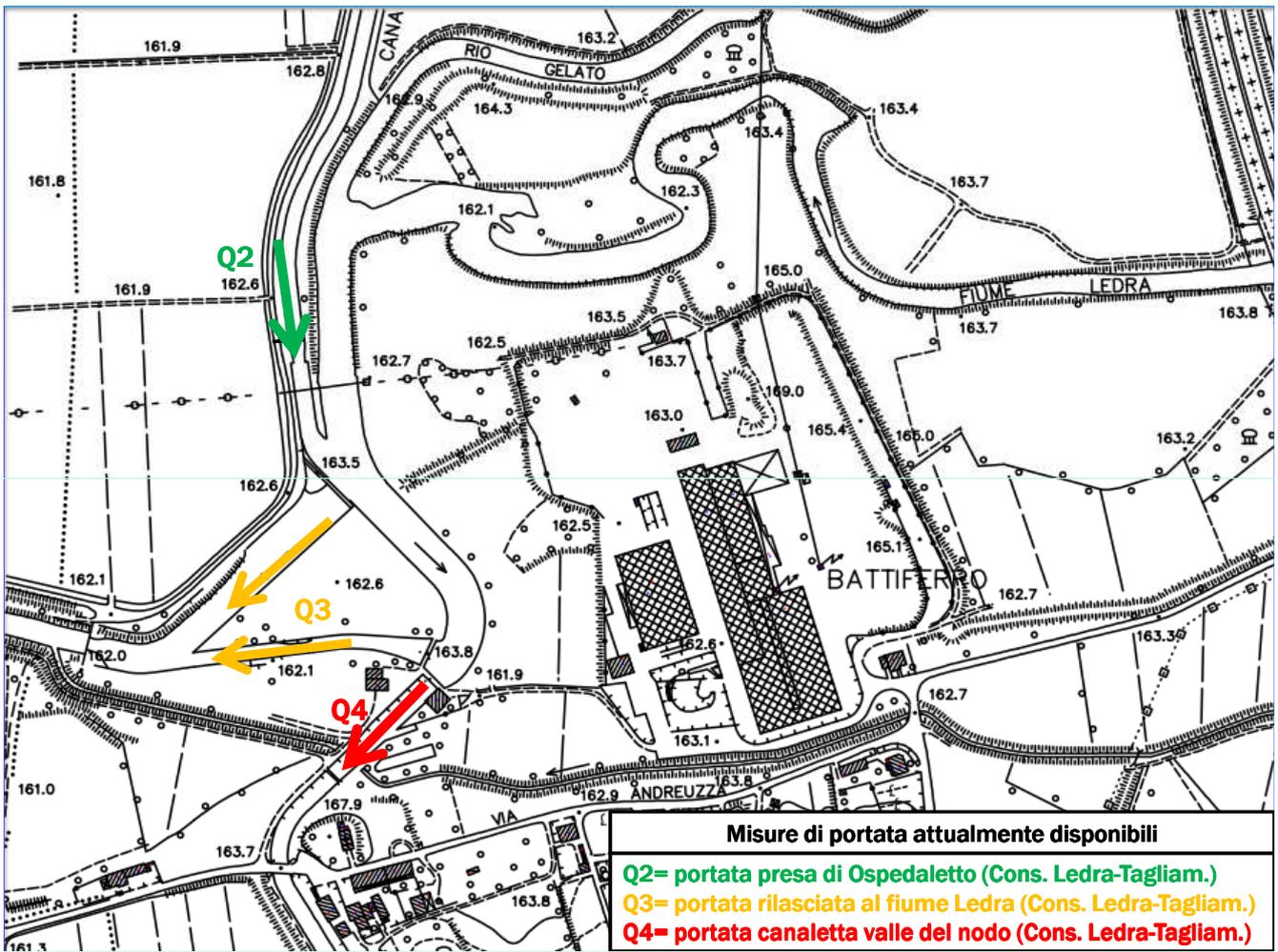
La calibrazione è l'operazione in cui i **parametri** che caratterizzano un modello numerico (ad es. **porosità** e **conducibilità idraulica** dei terreni, **scabrezza** delle superfici e dell'alveo ecc. ecc.) vengono fatti variare al fine di migliorare l'accuratezza dei risultati ottenuti dal modello minimizzando lo scarto fra **valori simulati** e **valori misurati**.

La calibrazione (taratura) del modello numerico

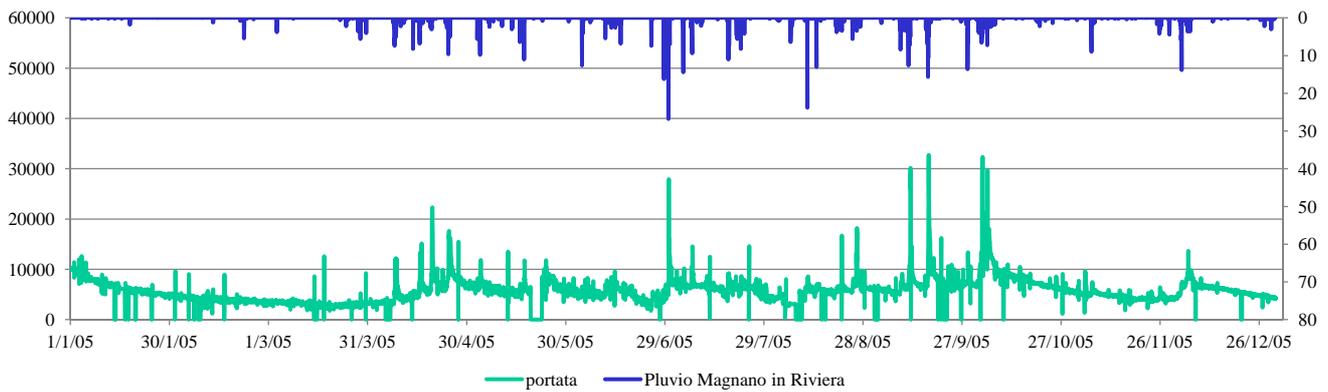


La calibrazione è l'operazione in cui i **parametri** che caratterizzano un modello numerico (ad es. **porosità** e **conducibilità idraulica** dei terreni, **scabrezza** delle superfici e dell'alveo ecc.) vengono fatti variare al fine di migliorare l'accuratezza dei risultati ottenuti dal modello minimizzando lo scarto fra **valori simulati** e **valori misurati**.

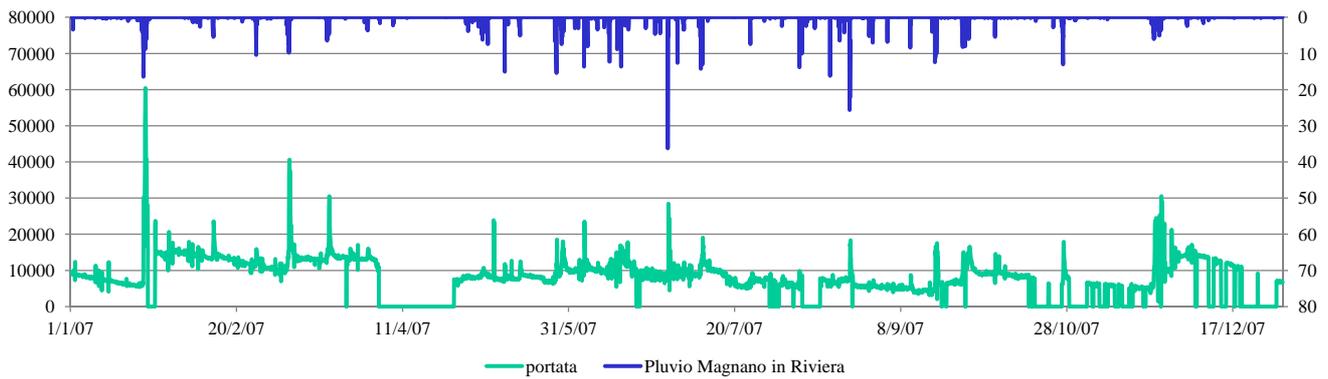
Per una buona
modellazione è necessario
avere a disposizione delle
misure di portata !!!



Portate Ledra + Rio Gelato (Andreuzza) 2005



Portate Ledra + Rio Gelato (Andreuzza) 2007



OSSERVAZIONI ...

- Impossibilità quantificare separatamente apporto fiume Ledra e Rio Gelato;
- Dati di portata affetti da frequenti periodi di interruzione della registrazione dati;
- Dati di portata affetti da numerosi “disturbi” nell’acquisizione dei dati;
- Differenze tra valori misurati dall’ Ufficio Idrografico e valori forniti dal Consorzio Ledra-Tagliam;
- Nel periodo estivo le portate prelevate ad Ospedaletto non giungono totalmente ad Andreuzza;
- Misure di portata limitate alla sola sezione di Andreuzza;

... E PROPOSTE !

- Realizzare **stazioni di monitoraggio** delle portate lungo il fiume Ledra;



Monitorare l’apporto idrico anche dei maggiori affluenti del fiume Ledra;



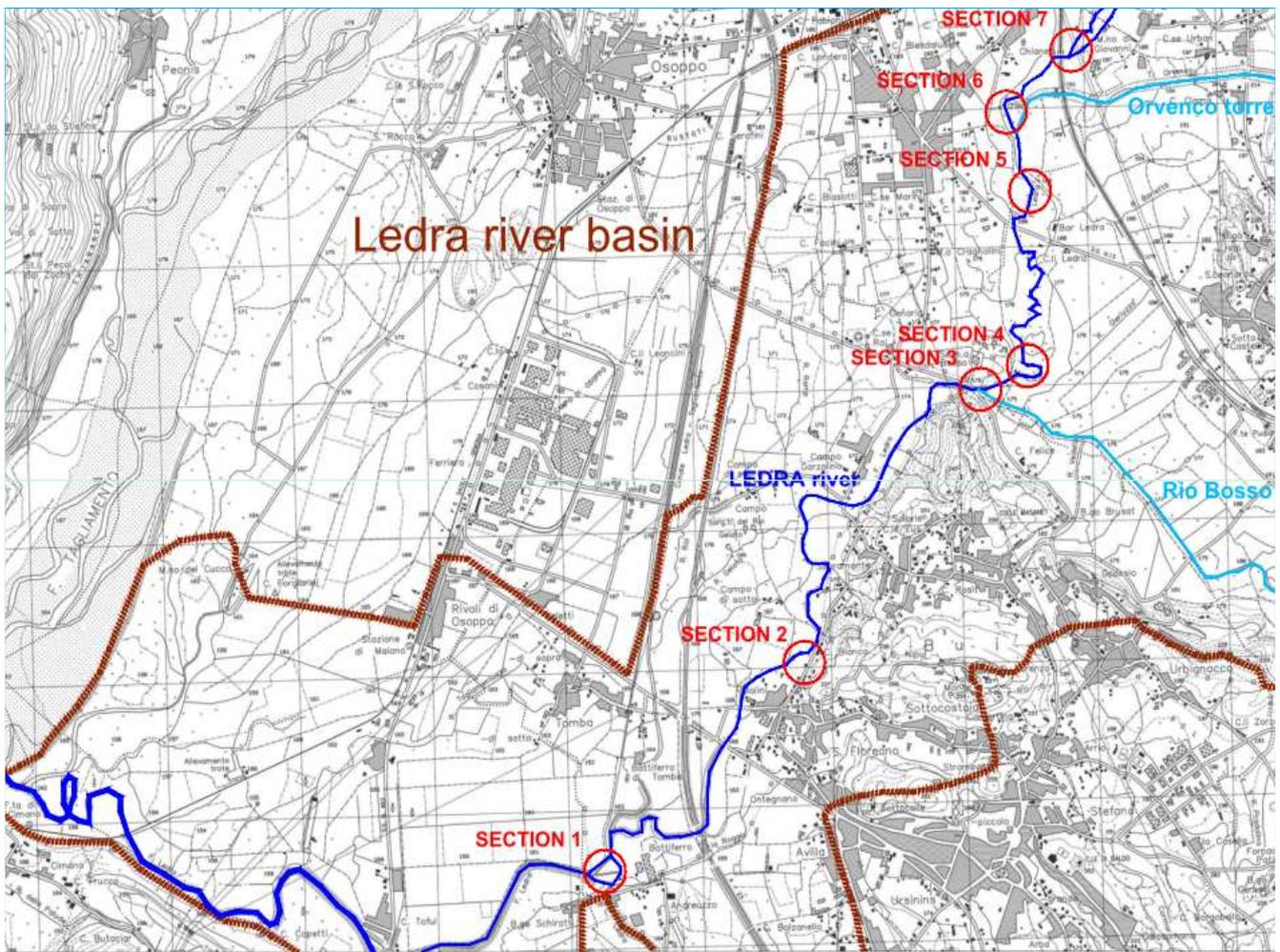
Monitorare l’apporto idrico fornito dalle **numerose risorgive** presenti lungo il fiume Ledra;



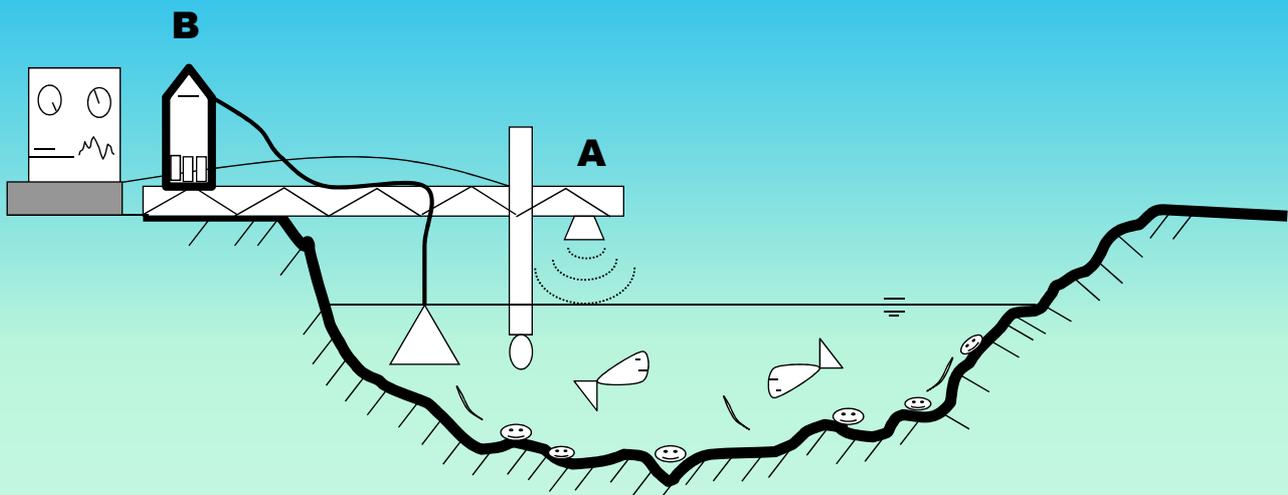
Rendere accurata la procedura di calibrazione del modello numerico;



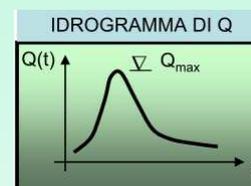
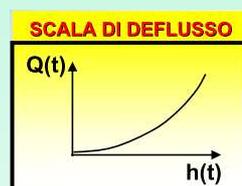
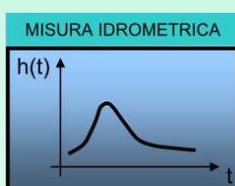
Stimare il contributo in termini di portata del Rio Gelato.



Schema stazione di monitoraggio di tipo quali - quantitativo



A. Sistemi on-line di controllo quantitativo **B. Sistemi on-line/off-line di controllo qualitativo**



Il contributo delle risorgive al fiume Ledra

GEMONA DEL FRIULI DICEMBRE 2011							GEMONA DEL FRIULI GENNAIO 2012						
GIORNO	PRECIPIT. TOTALE [mm]	TEMP. MINIMA [°C]	TEMP. MEDIA [°C]	TEMP. MASSIMA [°C]	UMIDITÀ MEDIA [%]	VENTO MEDIO [km/h]	GIORNO	PRECIPIT. TOTALE [mm]	TEMP. MINIMA [°C]	TEMP. MEDIA [°C]	TEMP. MASSIMA [°C]	UMIDITÀ MEDIA [%]	VENTO MEDIO [km/h]
1	0.0	-0.7	6.0	13.3	68	10	1	0.0	-1.6	3.0	8.3	62	12
2	1.9	-1.3	5.6	8.4	80	8	2	16.9	-1.7	3.4	5.9	77	10
3	21.8	6.2	8.2	9.6	98	5	3	32.3	3.6	6.8	9.5	80	14
4	1.2	8.2	8.8	9.6	99	6	4	0.0	2.0	4.6	6.9	88	9
5	0.3	1.9	8.2	10.9	96	6	5	1.3	1.3	3.3	4.8	82	9
6	0.0	0.8	4.8	11.0	76	6	6	0.1	2.0	7.8	11.2	41	24
7	0.0	1.6	4.4	7.6	78	10	7	0.0	-0.5	4.7	9.5	47	11
8	0.0	0.7	7.1	15.2	56	10	8	0.0	1.1	5.2	9.7	57	15
9	0.0	3.6	6.5	8.6	57	10	9	0.0	2.1	6.2	13.3	48	12
10	0.0	5.7	7.6	9.9	72	6	10	0.0	0.2	6.4	14.0	44	10
11	0.0	4.2	7.3	9.8	77	11	11	0.0	-2.4	4.4	11.4	56	9
12	21.0	6.7	8.2	9.8	87	7	12	0.0	-1.9	3.5	11.4	69	8
13	0.0	3.0	6.9	10.2	77	12	13	0.0	-1.2	3.4	9.9	67	9
14	7.9	3.1	5.8	7.3	92	9	14	0.0	-3.9	2.6	9.9	41	8
15	0.4	6.0	7.5	8.7	99	4	15	0.0	-0.9	2.0	8.3	30	14
16	28.7	4.1	6.6	10.3	99	7	16	0.0	-3.3	0.5	6.0	35	12
17	0.1	0.2	5.6	10.4	73	8	17	0.0	-3.1	0.1	6.0	48	10
18	0.0	1.1	3.7	6.9	57	15	18	0.0	-4.3	0.5	8.1	59	7
19	0.0	1.6	5.0	8.4	33	16	19	0.0	-4.2	0.1	3.1	84	4
20	0.0	-2.4	1.1	5.9	44	12	20	0.0	0.1	3.6	9.3	62	8
21	0.0	-1.7	1.7	6.7	51	13	21	0.0	-2.4	3.8	10.7	58	12
22	0.0	-1.6	3.5	9.8	56	11	22	0.0	0.7	4.9	10.6	60	12
23	0.0	-3.6	2.5	9.0	69	8	23	0.0	2.8	6.4	13.5	68	14
24	0.0	-3.2	3.6	11.5	69	9	24	0.0	3.9	7.5	13.2	37	17
25	0.0	-1.6	6.1	12.9	39	10	25	0.0	-2.3	3.9	10.5	27	9
26	0.0	-1.5	4.6	8.6	57	8	26	0.0	-4.8	1.2	7.6	42	10
27	0.0	-0.4	5.9	11.8	64	8	27	0.0	-5.3	1.3	7.6	50	6
28	0.0	-1.9	5.3	13.3	69	6	28	0.0	-4.3	1.0	7.7	53	5
29	1.5	-3.0	3.2	6.1	86	12	29	0.0	-3.1	2.1	6.3	46	14
30	1.1	-1.3	3.7	7.9	83	7	30	0.0	-2.1	2.4	6.5	29	16
31	0.0	-1.6	2.9	8.5	62	9	31	0.0	-1.3	0.3	1.9	27	19

GEMONA DEL FRIULI FEBBRAIO 2012							GEMONA DEL FRIULI MARZO 2012							
GIORNO	PRECIPIT. TOTALE [mm]	TEMP. MINIMA [°C]	TEMP. MEDIA [°C]	TEMP. MASSIMA [°C]	UMIDITÀ MEDIA [%]	VENTO MEDIO [km/h]	GIORNO	PRECIPIT. TOTALE [mm]	TEMP. MINIMA [°C]	TEMP. MEDIA [°C]	TEMP. MASSIMA [°C]	UMIDITÀ MEDIA [%]	VENTO MEDIO [km/h]	
1	0.0	-0.9	-0.1	0.9	28	24	1	0.0	3.3	11.9	20.0	56	7	
2	0.0	-2.9	-1.0	1.3	21	21	2	0.0	2.0	11.0	19.7	67	7	
3	0.0	-4.0	-2.1	0.2	19	23	3	0.0	5.5	12.6	19.9	59	10	
4	0.0	-5.1	-1.6	0.0	24	20	4	0.0	5.6	11.4	17.0	58	6	
5	0.0	-11.6	-5.4	0.9	44	6	5	0.0	6.2	10.6	14.5	51	8	
6	0.0	-11.2	-2.7	4.0	41	13	6	0.0	-1.5	8.4	15.4	37	10	
7	0.0	-1.7	2.7	6.6	41	23	7	0.0	-3.6	4.8	12.8	51	5	
8	0.0	-7.0	1.8	9.2	29	9	8	0.0	-2.2	7.6	14.6	46	6	
9	0.0	-9.0	-1.2	6.0	41	5	9	0.0	-0.1	10.2	16.3	27	11	
10	0.0	-3.9	-0.8	1.7	21	23	10	0.0	-3.7	5.9	15.8	47	4	
11	0.0	-6.1	-1.7	0.6	28	21	11	0.0	-2.3	7.4	17.1	47	5	
12	0.0	-3.6	-0.7	3.2	40	13	12	0.0	-1.3	7.5	16.4	60	5	
13	0.0	-7.4	-1.8	4.1	63	4	13	0.0	-1.7	8.1	17.8	68	6	
14	0.0	-6.9	-1.2	6.2	54	9	14	0.0	1.9	10.4	18.4	60	8	
15	0.0	-6.5	-1.0	5.5	63	5	15	0.0	2.8	11.3	20.3	55	8	
16	0.0	-4.4	2.4	11.0	58	7	16	0.0	2.9	12.0	21.5	47	11	
17	0.0	-4.0	2.8	10.1	47	9	17	0.0	1.5	9.8	17.0	68	9	
18	0.0	-3.3	3.5	11.7	54	8	18	13.0	7.0	9.8	13.1	86	8	
19	3.4	-3.2	4.3	9.3	59	10	19	10.7	7.8	11.0	16.0	88	12	
20	6.1	-1.7	3.8	8.0	72	12	20	0.0	6.8	12.2	19.9	62	15	
21	0.0	-2.4	4.1	11.7	62	7	21	0.0	8.5	14.2	22.2	50	15	
22	dal 22/12/2011 al 17/03/2012 → 62,9 mm in tre mesi dei quali 49,2 mm in 2 giorni !													
23														
24	0.0	1.9	9.8	19.0	55	7								
25	0.0	-0.4	9.4	19.8	64	6								
26	0.0	5.8	11.3	17.6	31	18								
27	0.0	-2.6	6.0	12.0	51	9								
28	0.0	-2.8	4.4	12.2	72	5								
29	0.0	-1.5	8.7	20.7	65	5								

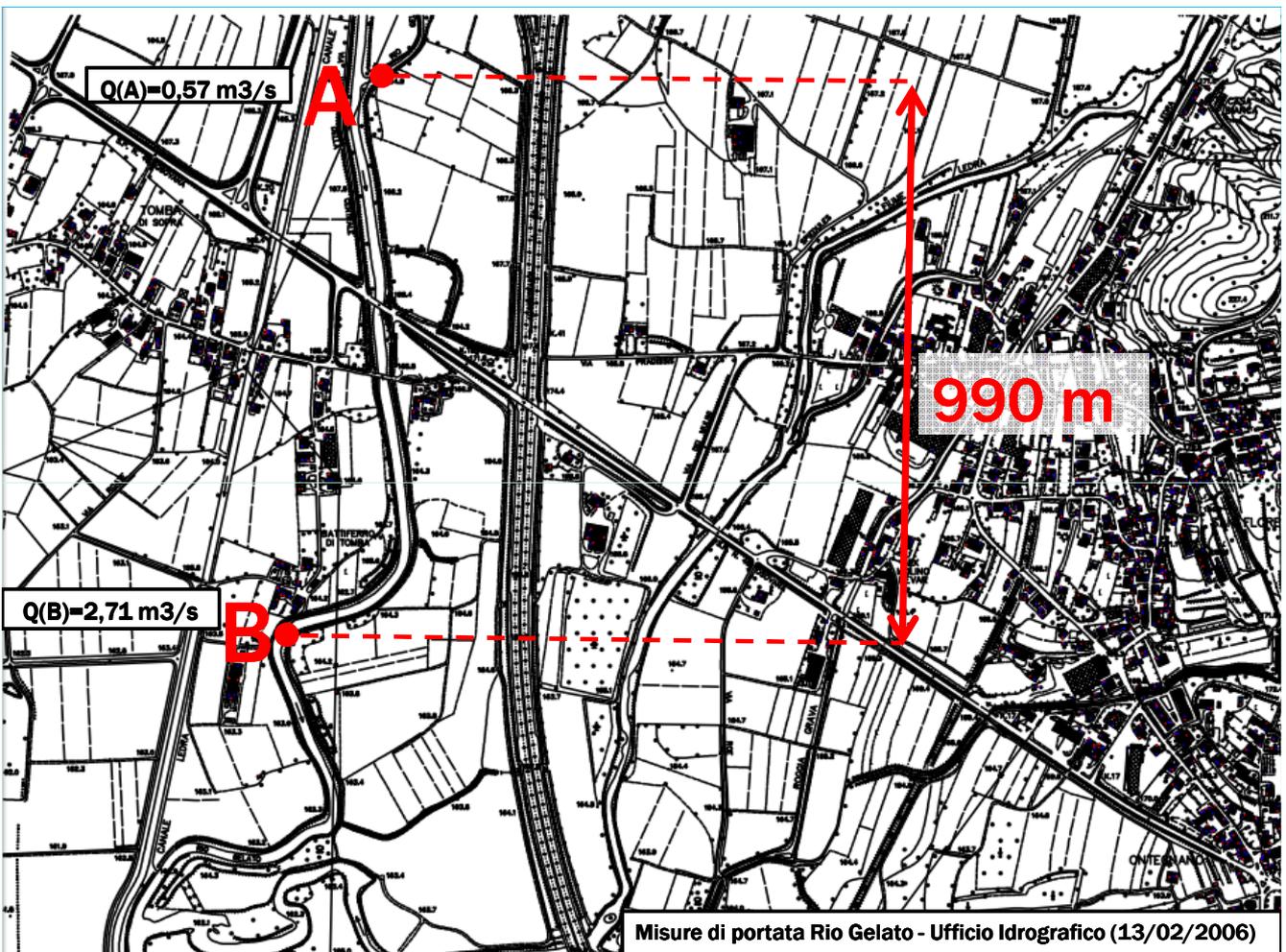
MONTE

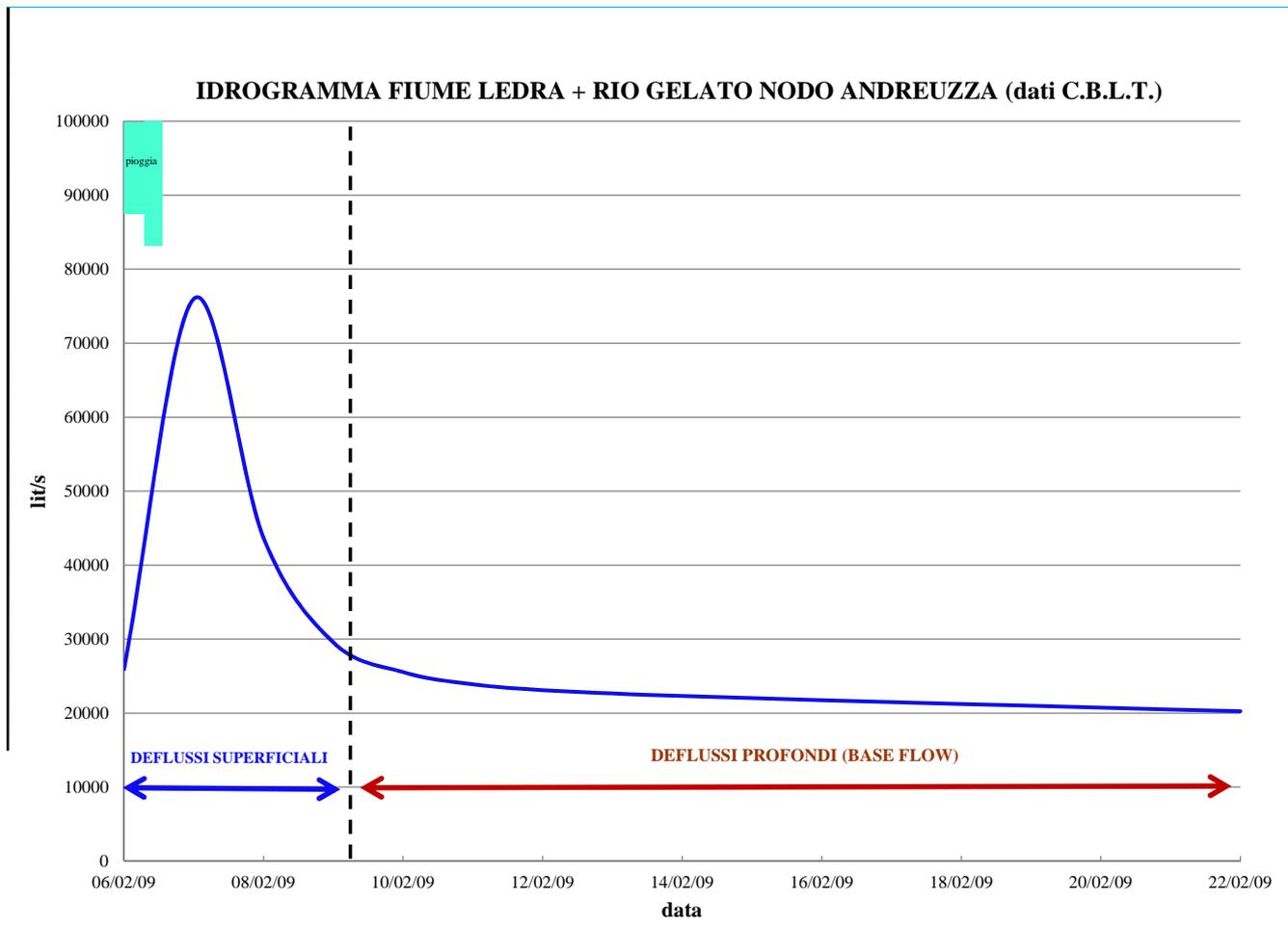
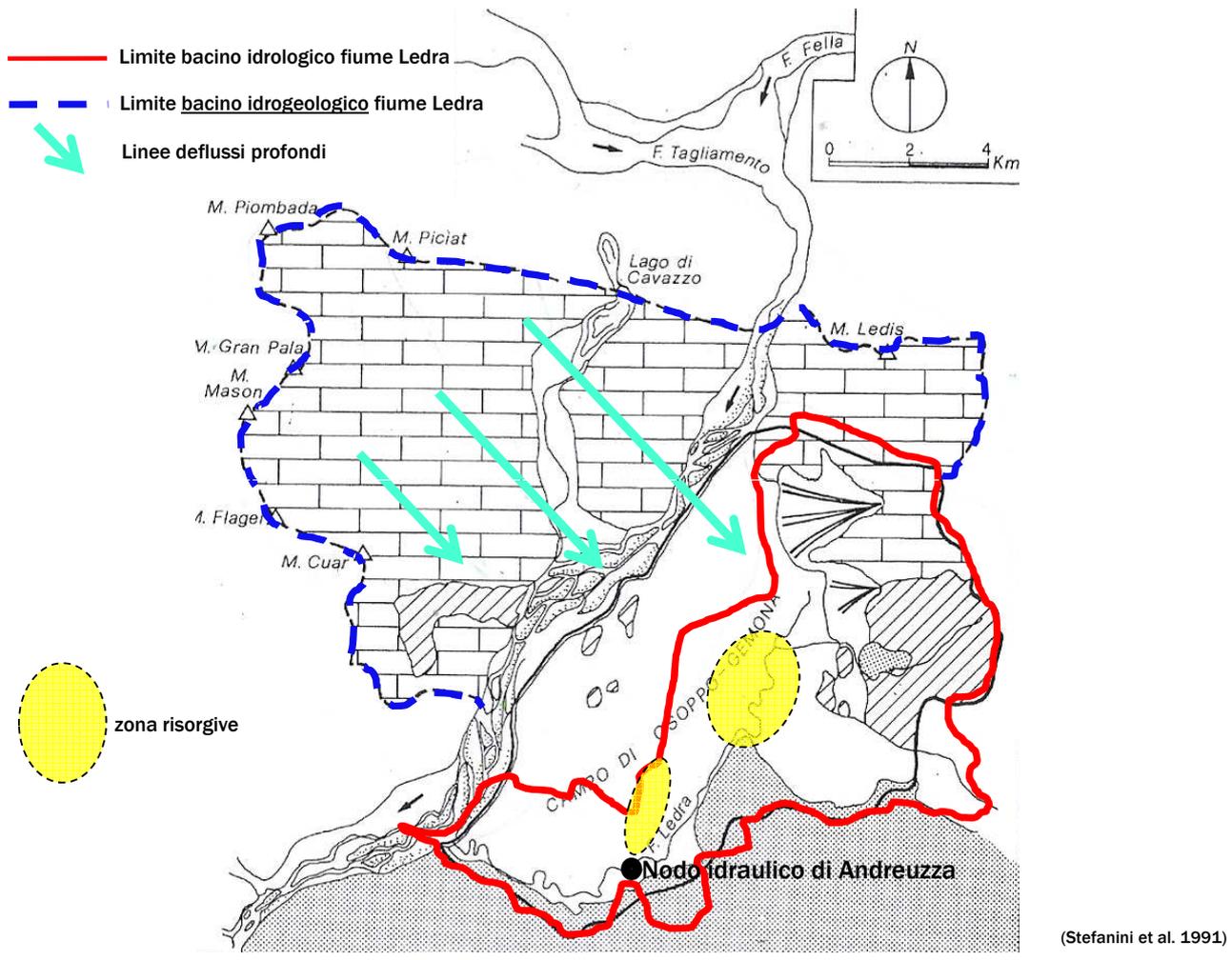


Rio Gelato

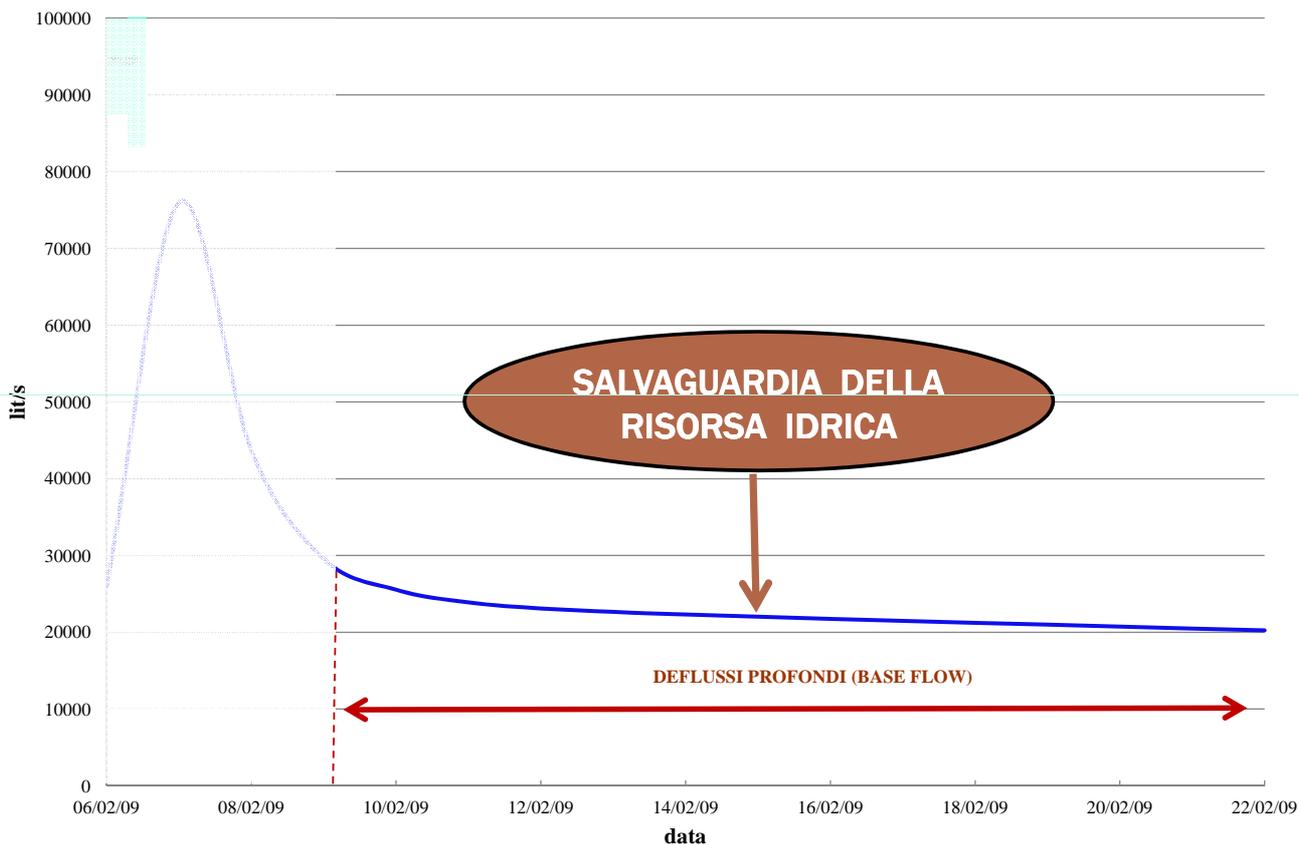
16/03/2012

VALLE

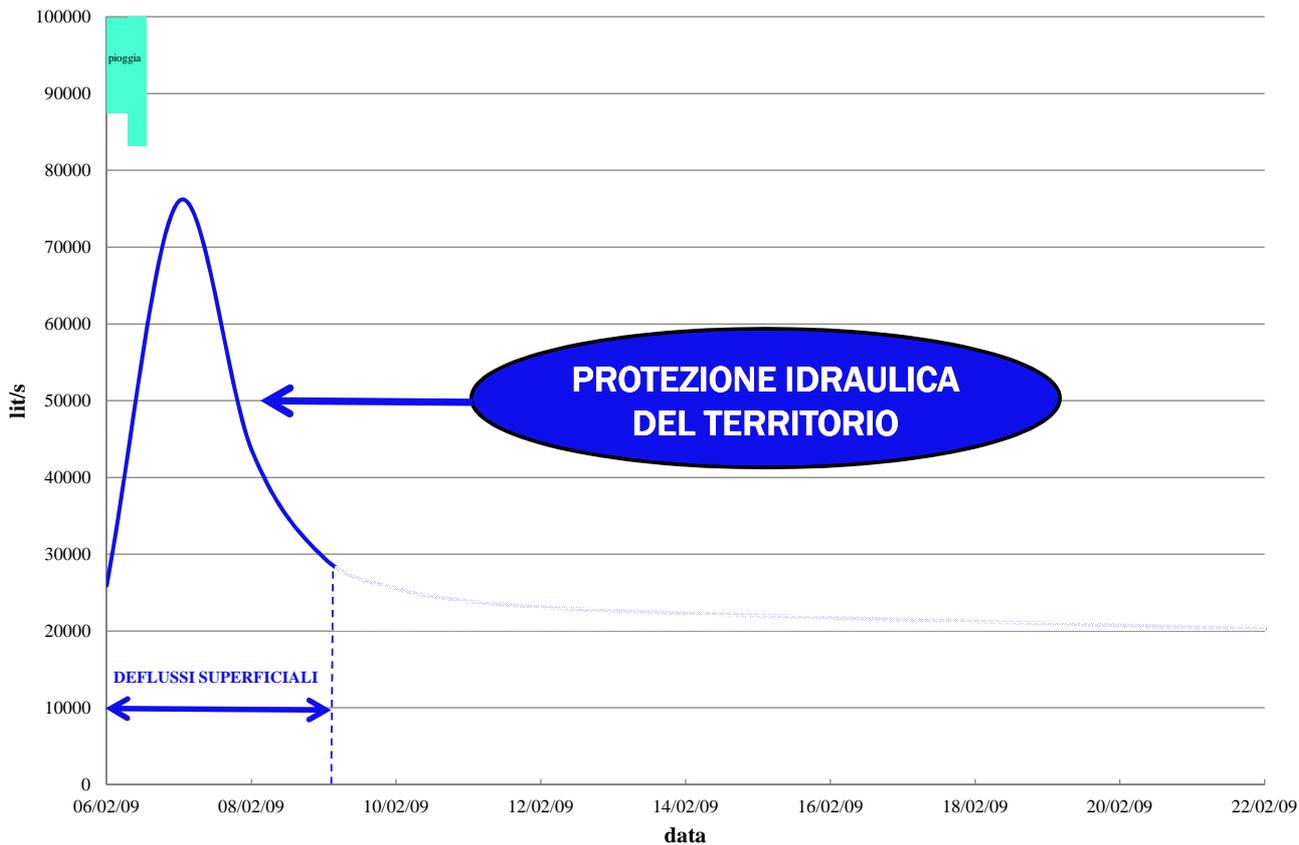




IDROGRAMMA FIUME LEDRA + RIO GELATO NODO ANDREUZZA (dati C.B.L.T.)



IDROGRAMMA FIUME LEDRA + RIO GELATO NODO ANDREUZZA (dati C.B.L.T.)



Come stimare l'apporto idrico fornito dal bacino idrogeologico ?

1° METODO : Utilizzo del modulo idrogeologico all'interno di GSSHA

- Modulo integrato all'interno del codice di calcolo 😊
- Relativa semplicità nel creare il modello idrogeologico 😊
- Modellazione interazione corso d'acqua - falda 😊
- Limitazioni nell'imporre alcune condizioni iniziali e condizioni al contorno 😞

2° METODO : Utilizzo di MODELLI IDROGEOLOGICI (es. Modflow)

- Codice di calcolo "ad hoc" per la modellazione degli acquiferi 😊
- Capacità nei modellare acquiferi complessi e relativi deflussi sotterranei 😊
- Impossibilità nel creare un modello integrato con GSSHA 😞
- Necessità di possedere un ricco data base di dati idrogeologici 😞

3° METODO : Utilizzo di metodi basati sull'impiego di formule analitiche dell'idrologia

- Metodologia "ad hoc" per la modellazione della fase di recessione 😊
- Relativa semplicità e velocità nel realizzare il modello di calcolo 😊
- Necessità di conoscere le **portate medie giornaliere in "real time"** 😞
- Necessità di possedere una serie storica delle **portate medie giornaliere** 😞

Come stimare l'apporto idrico fornito dal bacino idrogeologico ?

1° METODO : Utilizzo del modulo idrogeologico all'interno di GSSHA

- Modulo integrato all'interno del codice di calcolo 😊
- Relativa semplicità nel creare il modello idrogeologico 😊
- Modellazione interazione corso d'acqua - falda 😊
- Limitazioni nell'imporre alcune condizioni iniziali e condizioni al contorno 😞

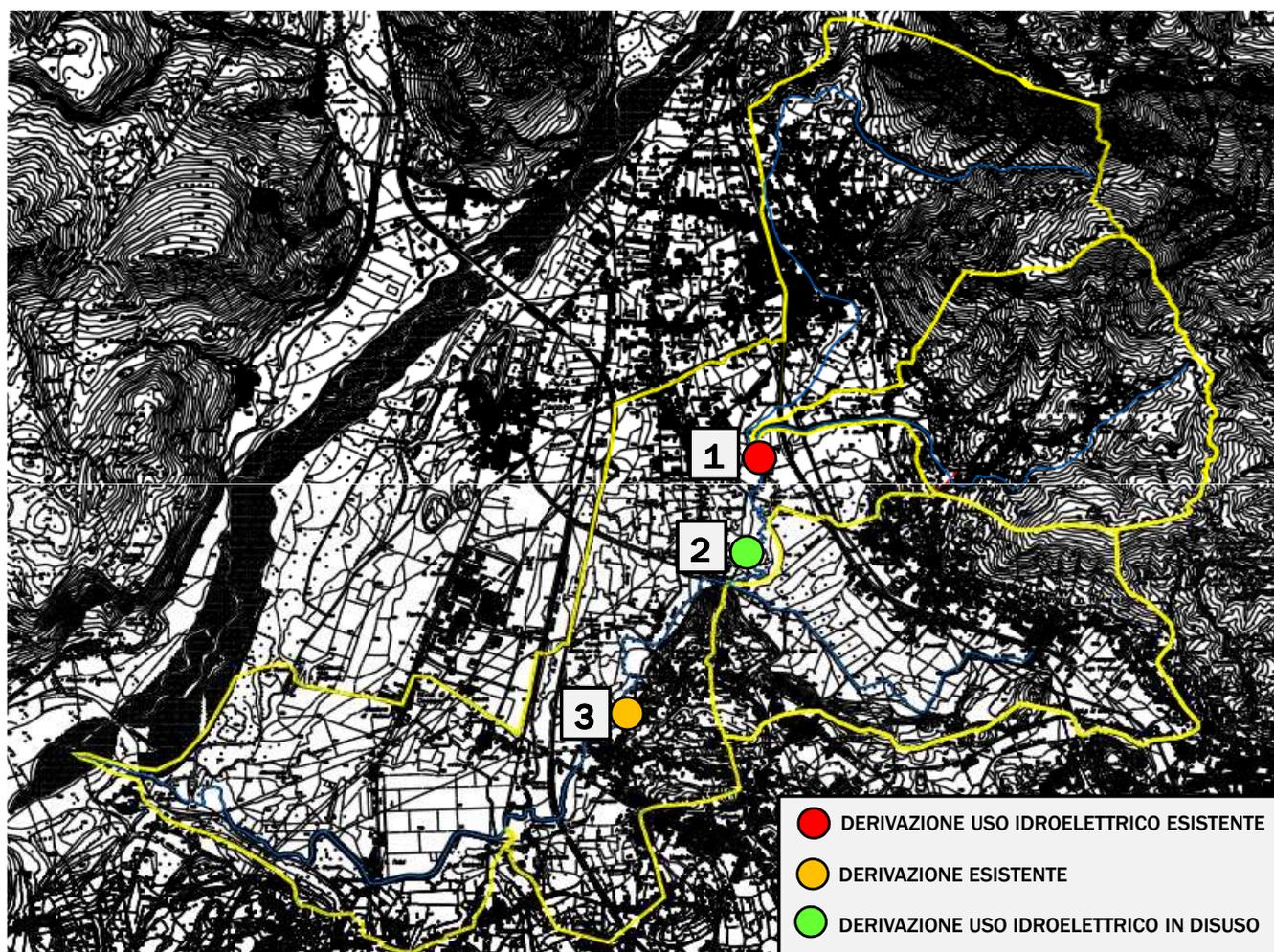
2° METODO : Utilizzo di MODELLI IDROGEOLOGICI (es. Modflow)

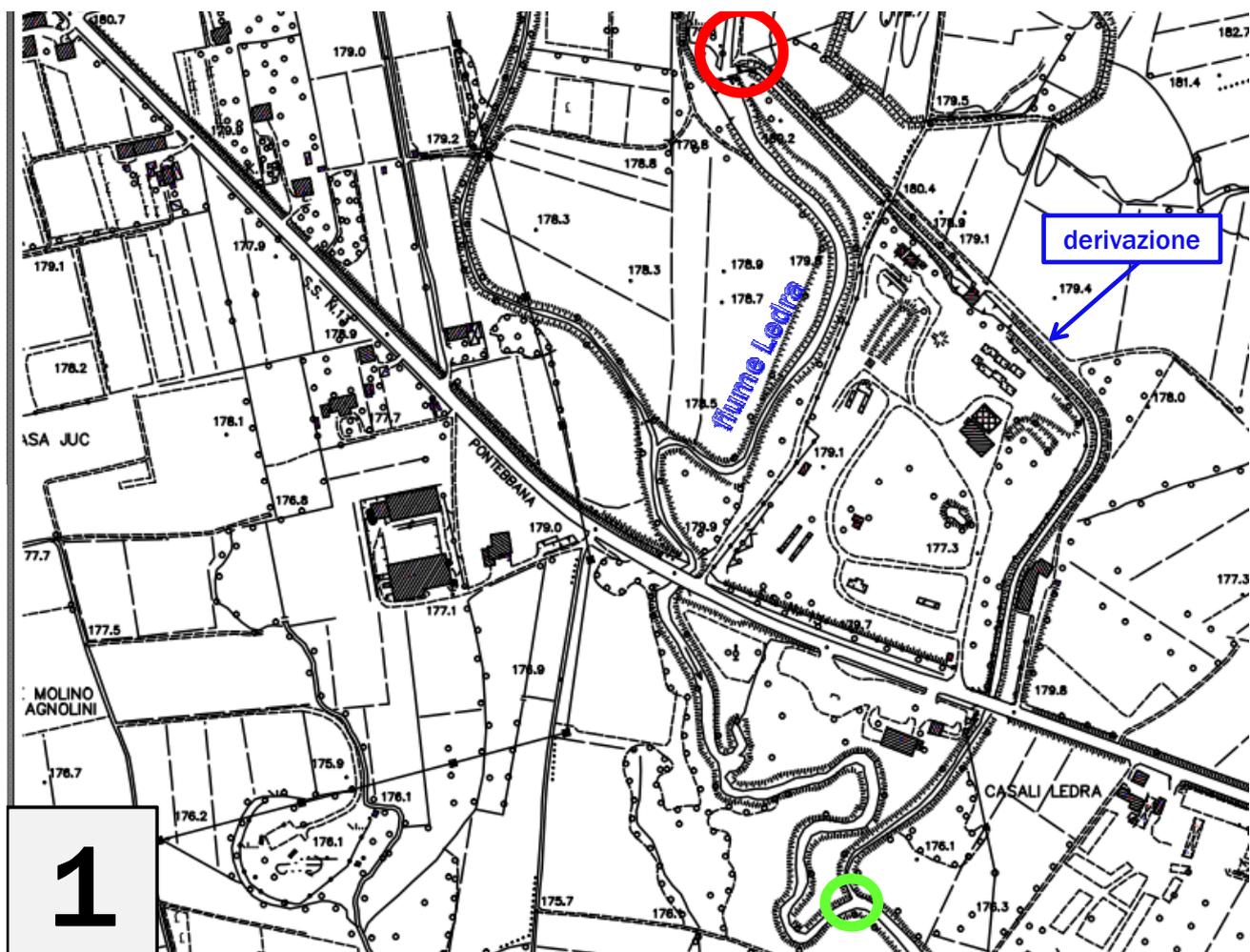
- Codice di calcolo "ad hoc" per la modellazione degli acquiferi 😊
- Capacità nel modellare acquiferi complessi e relativi deflussi sotterranei 😊
- Impossibilità nel creare un modello integrato con GSSHA 😞
- Necessità di possedere un ricco data base di dati idrogeologici 😞

3° METODO : Utilizzo di metodi basati sull'impiego di formule analitiche dell'idrologia

- Metodologia "ad hoc" per la modellazione della fase di recessione 😊
- Relativa semplicità e velocità nel realizzare il modello di calcolo 😊
- Necessità di conoscere le **portate medie giornaliere in "real time"** 😞
- Necessità di possedere una serie storica delle **portate medie giornaliere** 😞

Lo sfruttamento della risorsa idrica: le derivazioni esistenti lungo il fiume Ledra

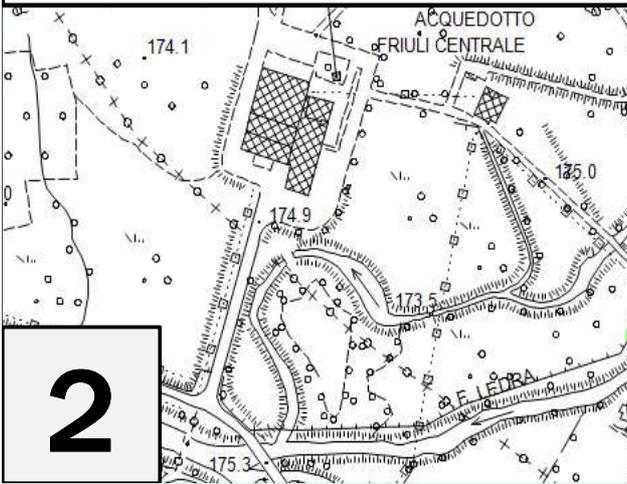
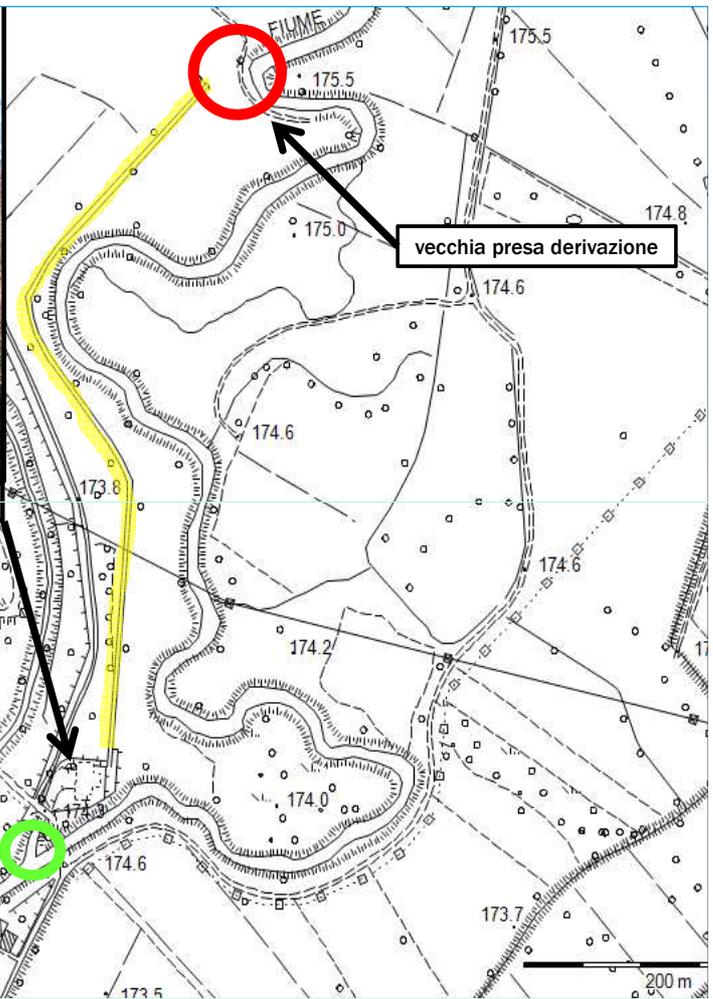




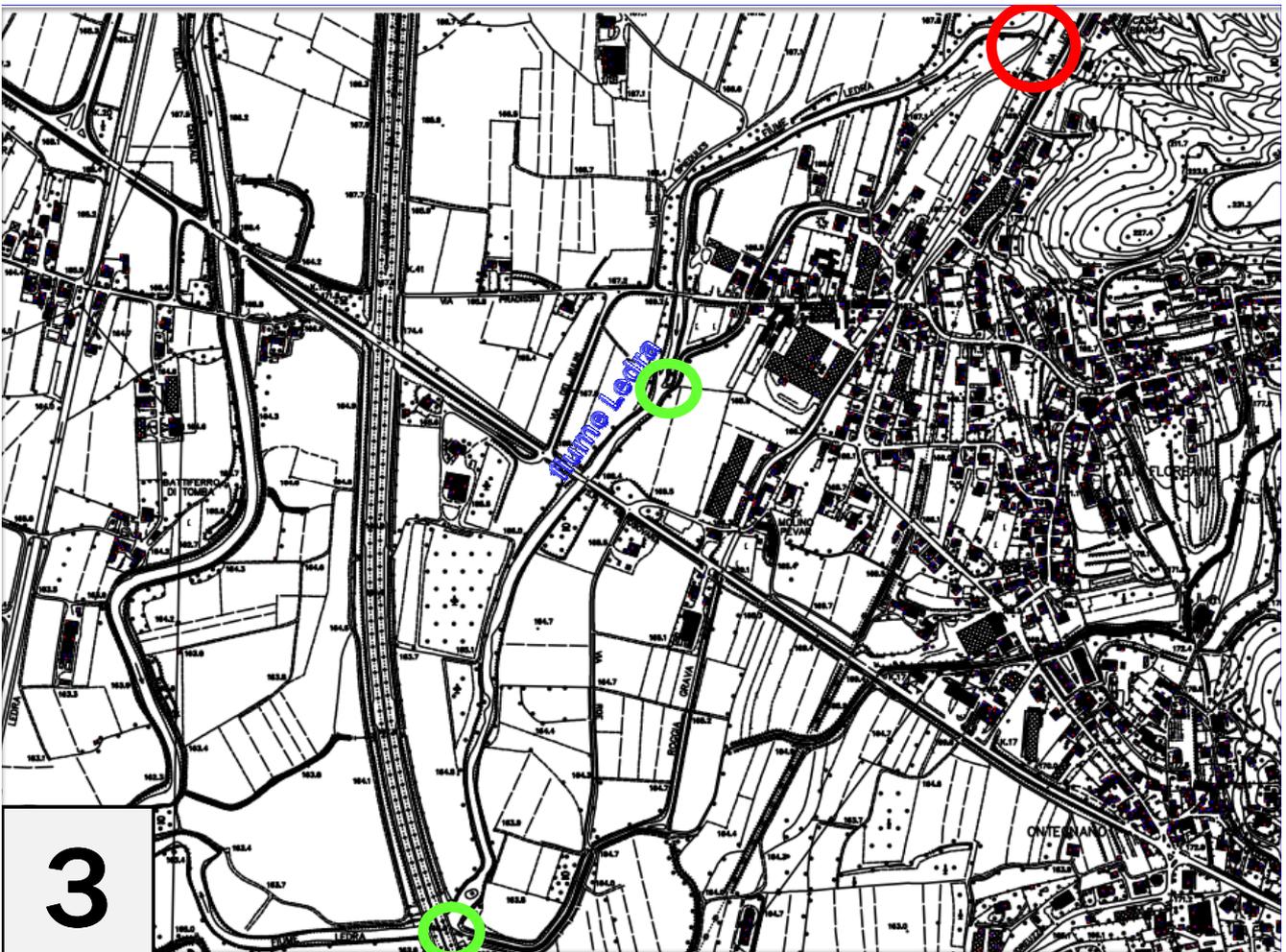




ex "Azienda Idroelettrica Arteniese"

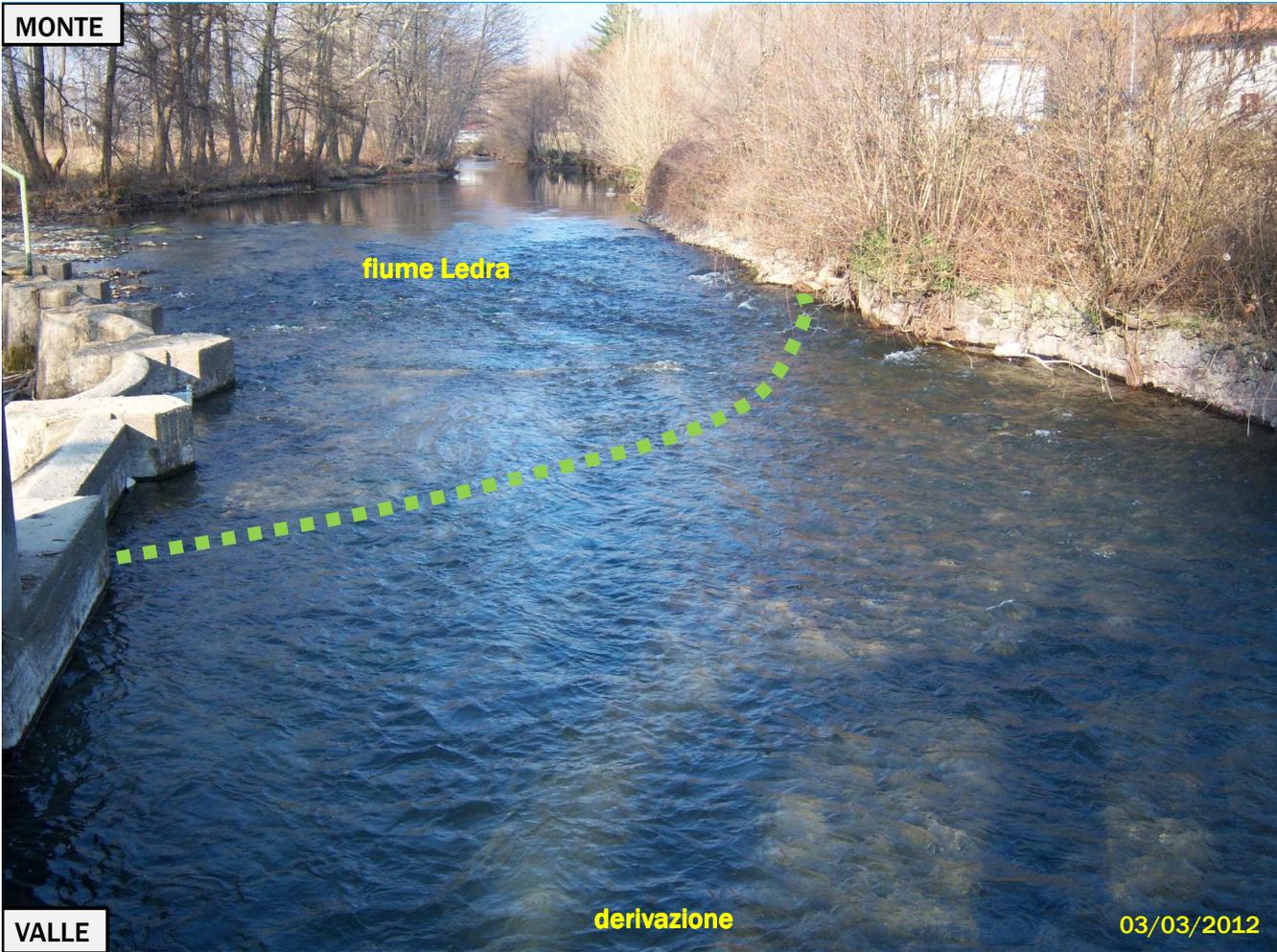


2



3

MONTE



fiume Ledra

VALLE

derivazione

03/03/2012

VALLE



derivazione

fiume Ledra

fiume Ledra

MONTE

03/03/2012

MONTE



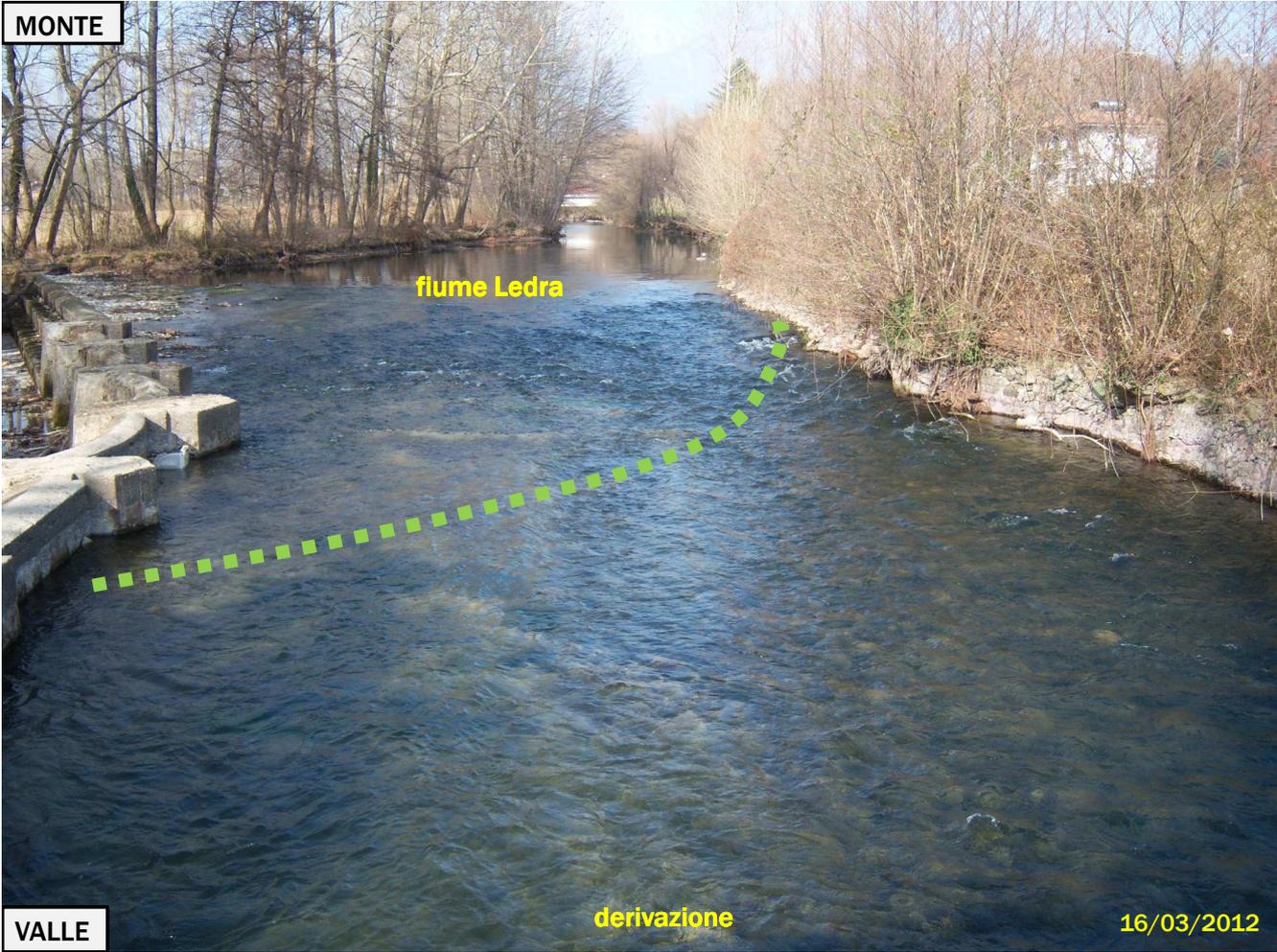
fiume Ledra

derivazione →

VALLE

03/03/2012

MONTE



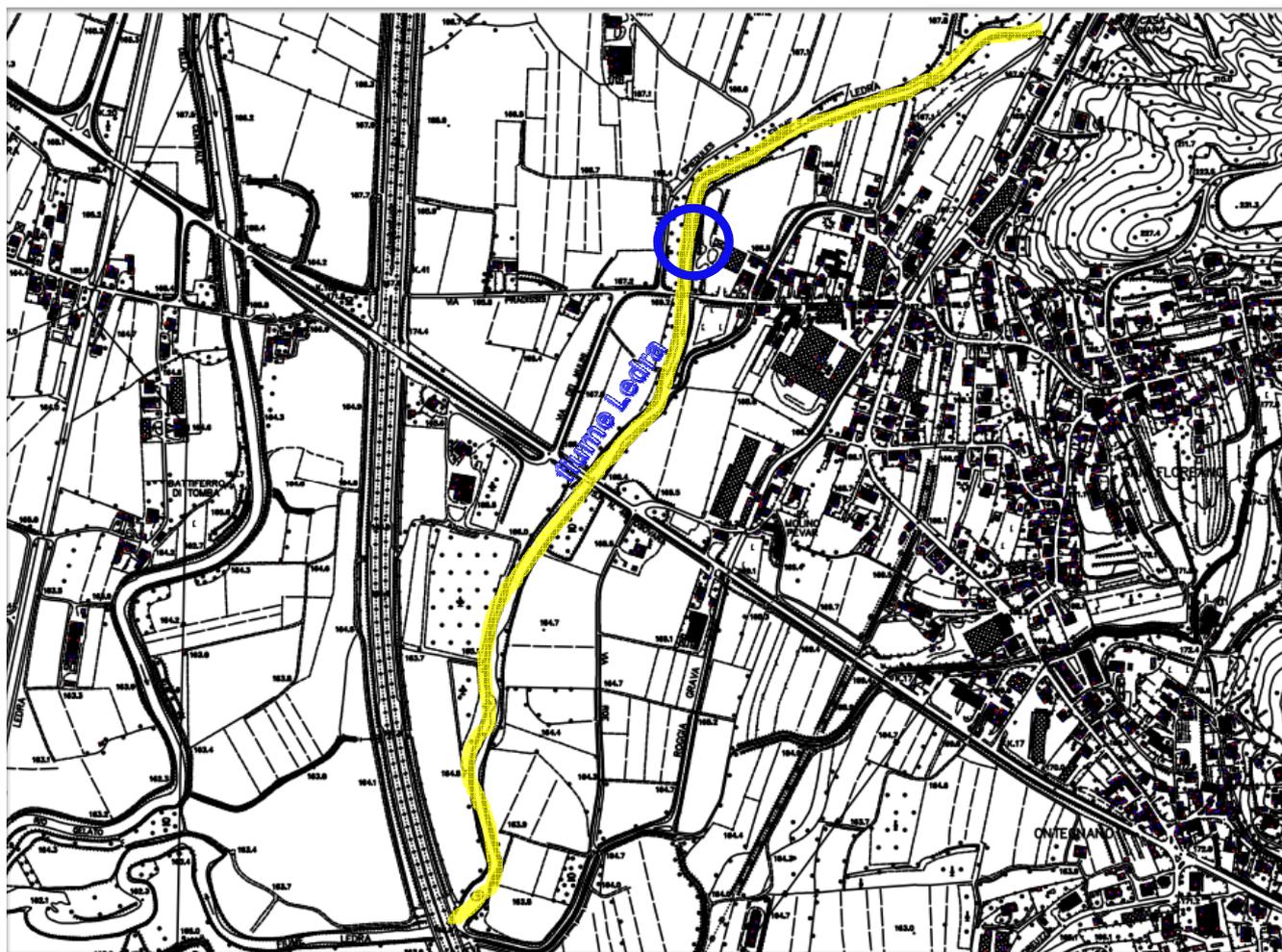
fiume Ledra

VALLE

derivazione

16/03/2012

Lo sfruttamento della risorsa idrica: la situazione lungo i tratti sottesi del fiume Ledra



MONTE



VALLE

03/03/2012

MONTE



VALLE

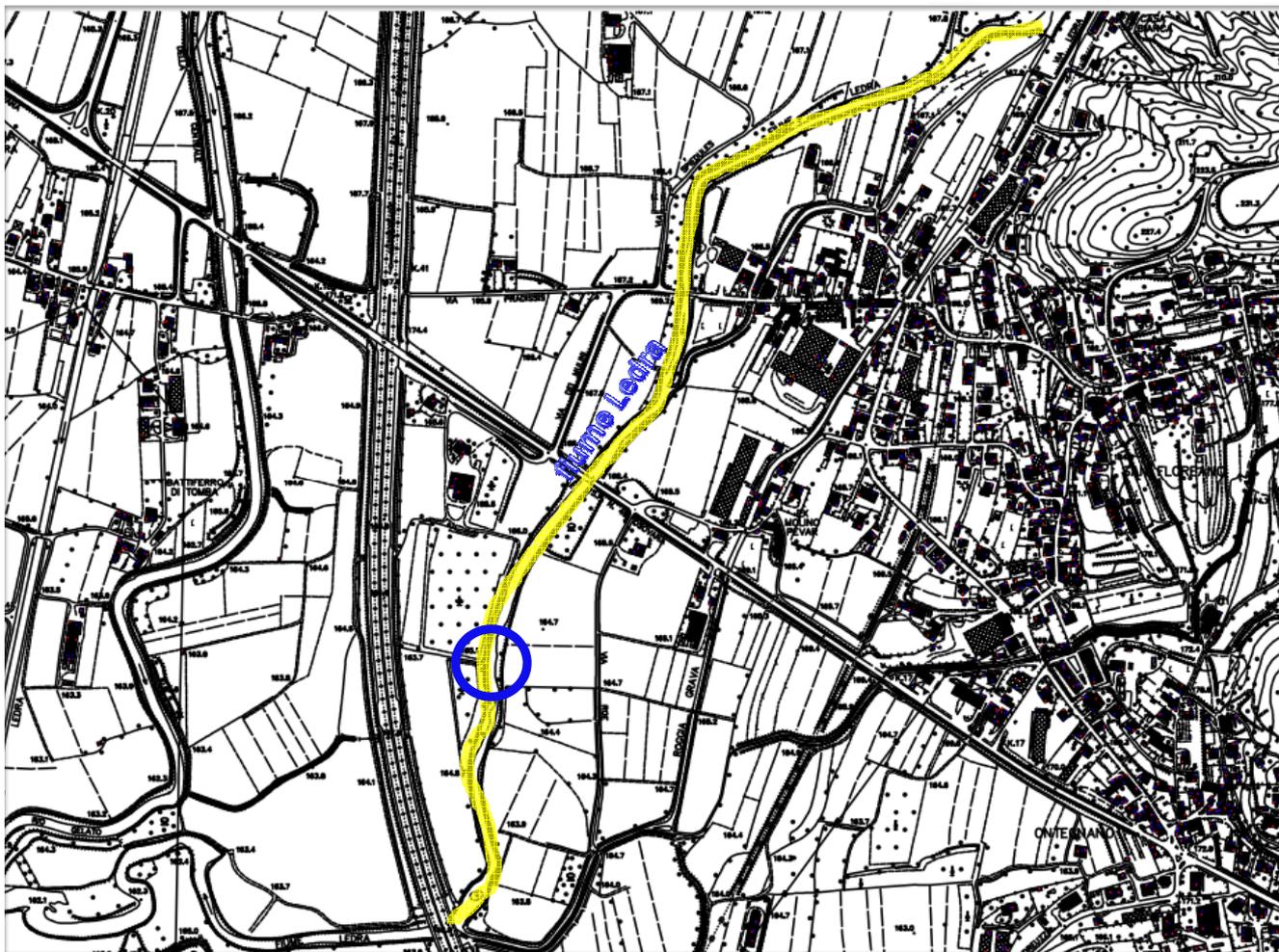
16/03/2012

MONTE



03/03/2012

VALLE



VALLE



MONTE

03/03/2012

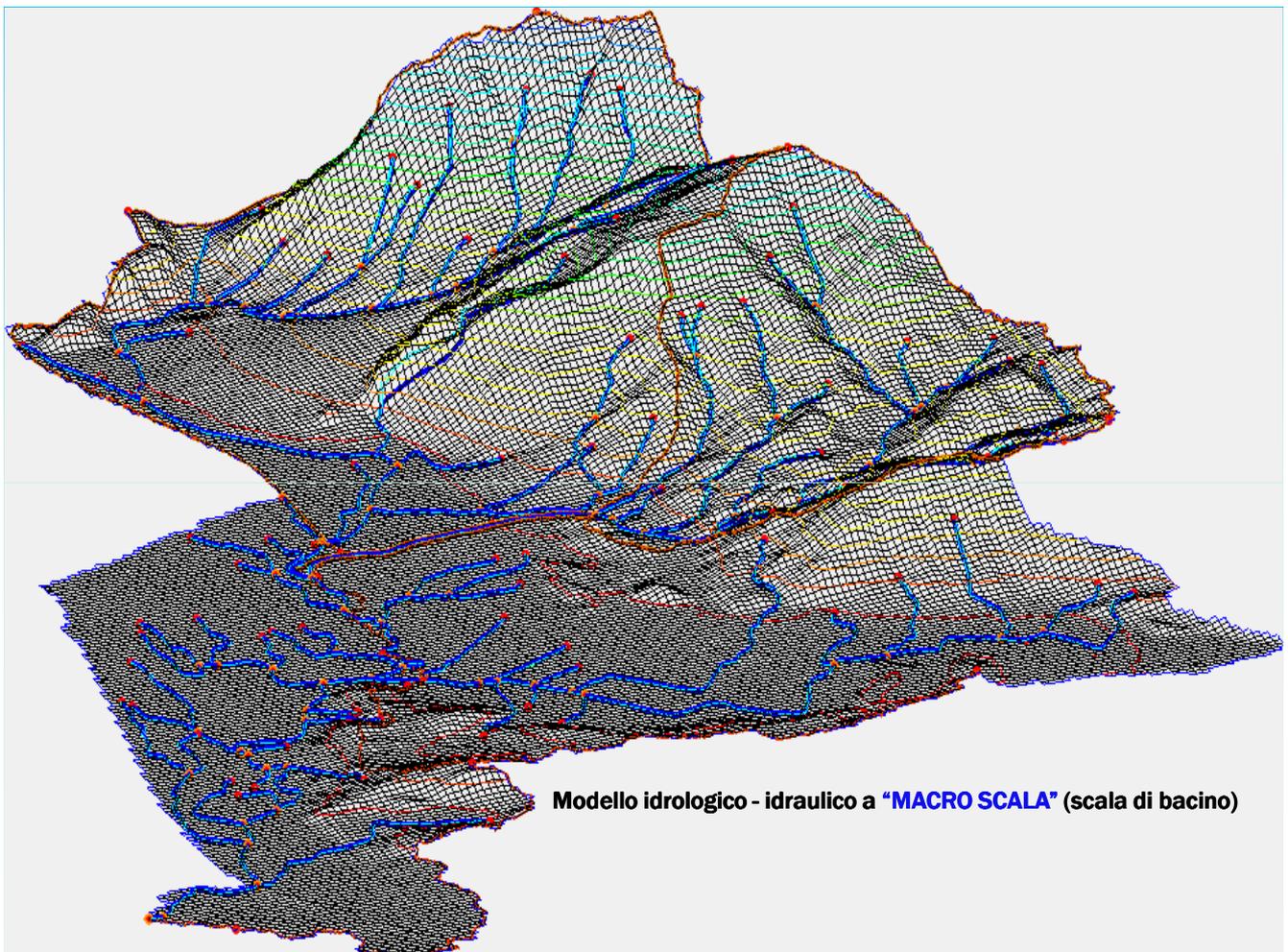
VALLE



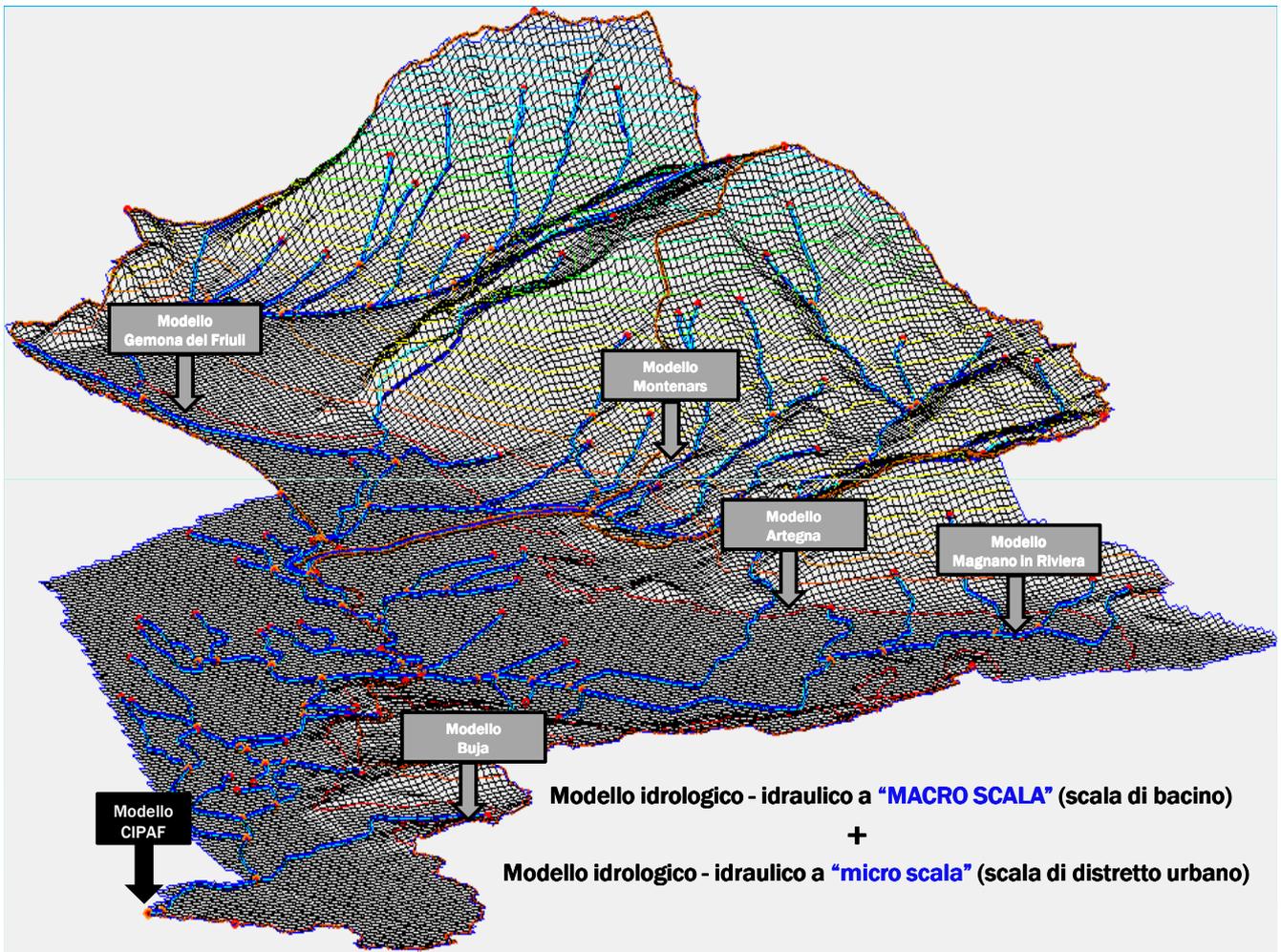
MONTE

16/03/2012

OBIETTIVI FUTURI: Modello integrato quali - quantitativo bacino idrografico fiume Ledra



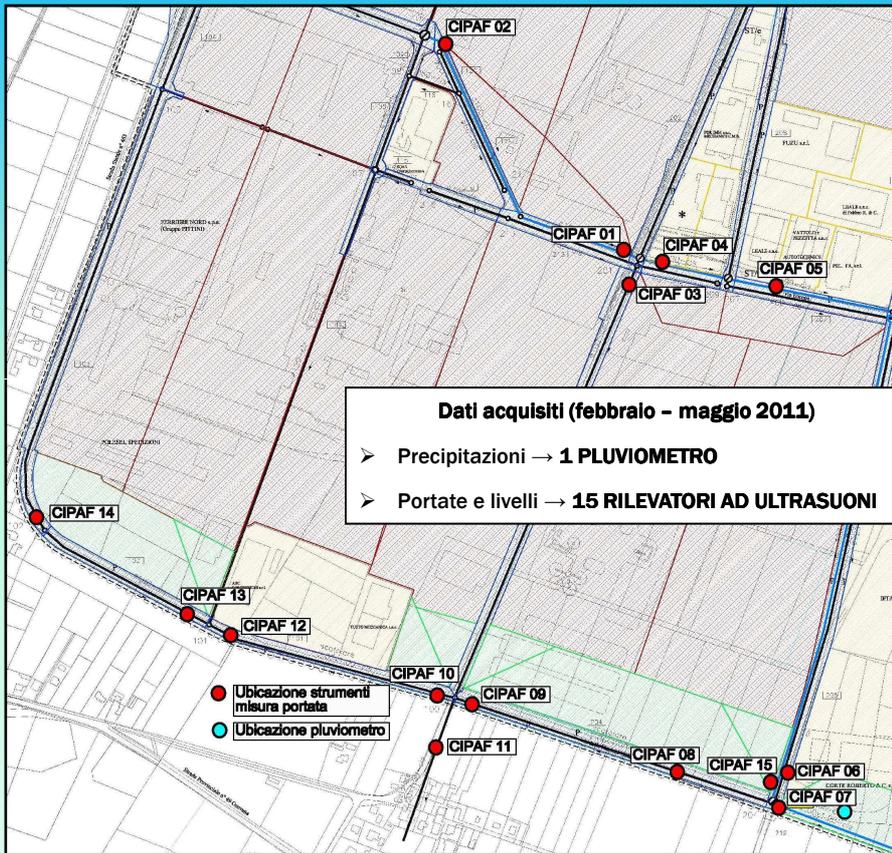
Modello idrologico - idraulico a "MACRO SCALA" (scala di bacino)



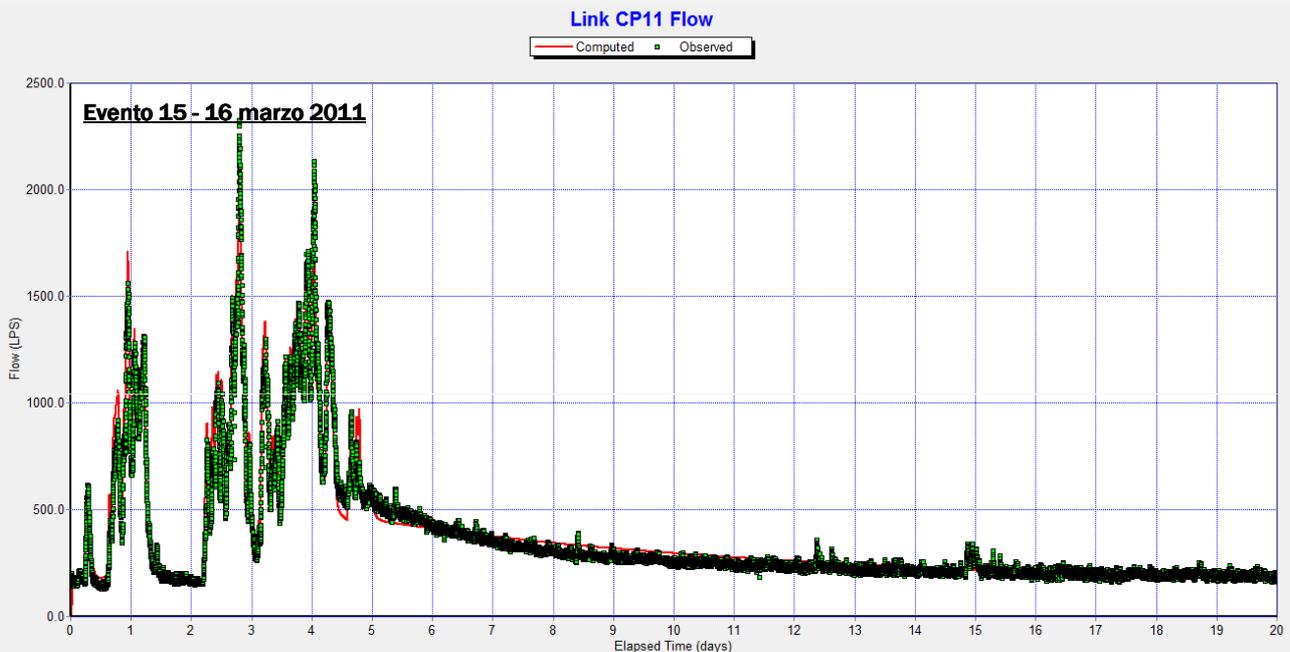
Modello numerico della rete fognaria C.I.P.A.F.



Campagna di monitoraggio rete fognaria C.I.P.A.F.

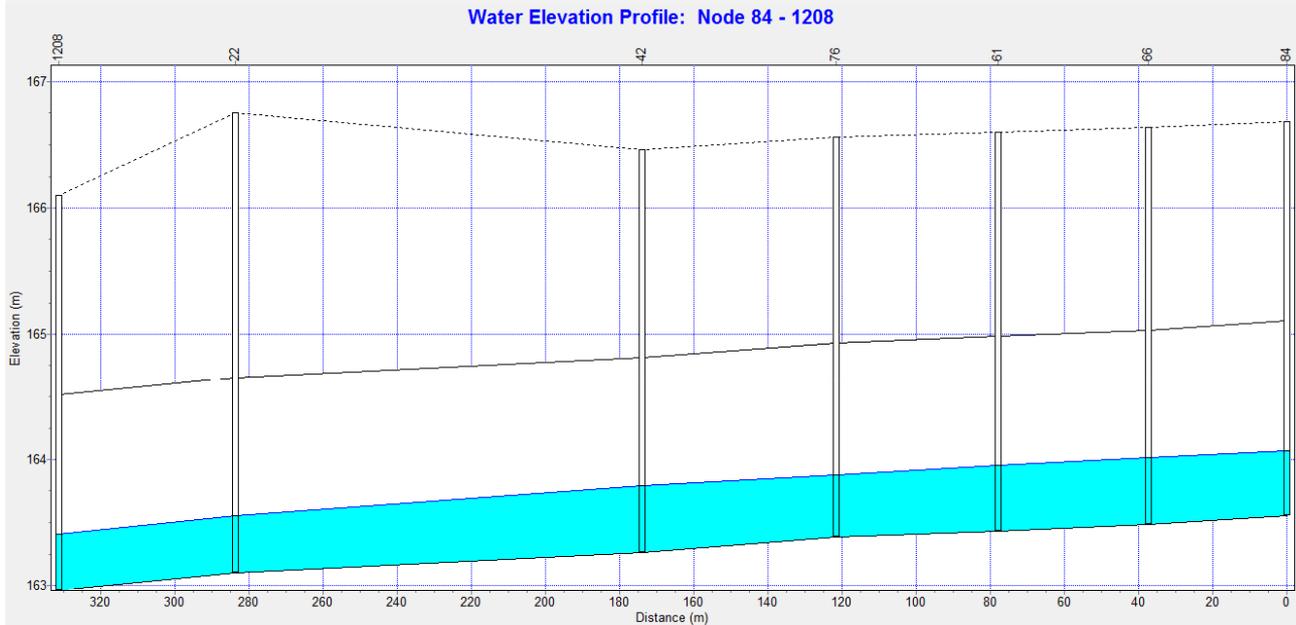


Simulazione delle portate generate dall'area C.I.P.A.F.



- Determinare le portate all'interno dei collettori fognari in funzione dell'evento pluviometrico;
- Identificare le zone della rete fognaria che potrebbero entrare in crisi provocando allagamenti;
- Stimare il trasporto del carico inquinante causato dal dilavamento dei piazzali industriali;
- Strumento per la progettazione ed adeguamento delle reti fognarie ed impianti di depurazione;

Simulazione delle portate generate dall'area C.I.P.A.F.



- Determinare le portate all'interno dei collettori fognari in funzione dell'evento pluviometrico;
- Identificare le zone della rete fognaria che potrebbero entrare in crisi provocando allagamenti;
- Stimare il trasporto del carico inquinante causato dal dilavamento dei piazzali industriali;
- Strumento per la progettazione ed adeguamento delle reti fognarie ed impianti di depurazione;

CONCLUSIONI

Risulta evidente come la creazione di una **rete di monitoraggio** per l'acquisizione dei dati di portata e di qualità delle acque **del fiume Ledra** sia necessario al fine di:

- Fornire dati necessari allo sviluppo ed alla calibrazione di modelli numerici di tipo idrologico - idraulico;
- Creare un bacino idrografico "pilota" che possa diventare un laboratorio per lo sviluppo e la messa a punto di metodologie scientifiche per lo studio e l'analisi dei corsi d'acqua;
- Acquisire dati di portata e qualità delle acque in "real time" in modo da poter monitorare costantemente lo stato di salute del fiume Ledra;
- Attuare politiche decisionali in funzione dei dati acquisiti;
- Determinare l'apporto idrico derivante dal bacino idrogeologico del fiume Ledra;
- Realizzare, grazie ai modelli numerici opportunamente calibrati, scenari previsionali sia in termini di rischio idraulico che di tutela della risorsa idrica.

***Grazie
per la Vostra
attenzione!***