Sediment management in channel networks:
from measurements to best practices

Sediment transport monitoring and management plans in Italy

Monitoraggio del trasporto solido nei bacini appenninici

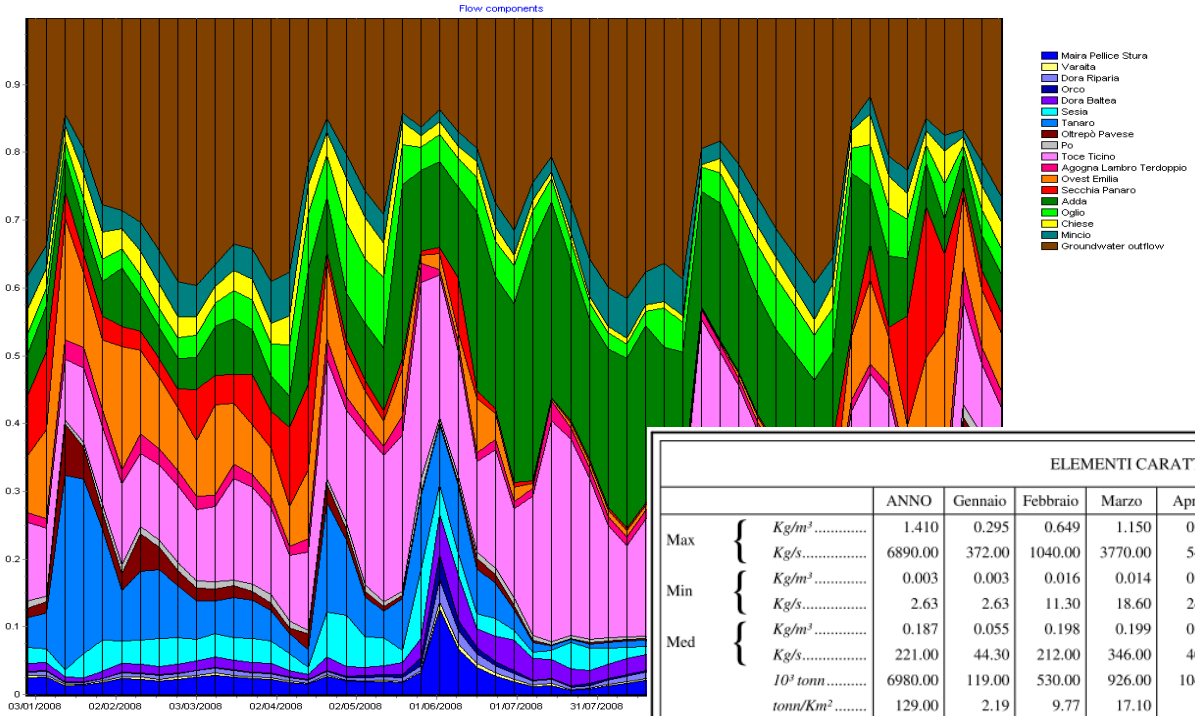
Mauro Del Longo - ARPAE -
mdellongo@arpae.it

arpae emilia-romagna

Bozen, 8th-9th November 2018

Contributo degli affluenti emiliano-romagnoli al trasporto in sospensione dell'asta Po

Gli affluenti appenninici del Fiume Po contribuiscono per circa il 15-20% del suo deflusso liquido (con un apporto è quasi nullo durante il periodo estivo),
ma possono fornire al fiume fino all'80% del suo apporto solido totale che raggiunge il Mare Adriatico essenzialmente con meccanismi di trasporto in sospensione o per saltellamento.



Composizione del deflusso liquido a Pontelagoscuro durante l'anno 2008.
(In tonalità rosso-arancio il contributo Emiliano)

PO A PONTELAGOSCURO
CARATTERISTICHE DELLA STAZIONE:
Bacino di dominio Kmq 70091 (bacino utile per la torbida Kmq 54290).
Altitudine max 4807 m s.m.
Distanza dalla foce in mare km 91.
Inizio osservazioni torbiometriche: gennaio 1956.
Caratteristiche torbiometriche medie annue nel periodo 1956-1973 e 1975-1984 e 1986-1991 e 2010-2016:
portata torbida Kg/s 300;
torbidità specifica Kg/mc 0.19; deflusso torbido unitario tonn/kmq 174.

ELEMENTI CARATTERISTICI PER L'ANNO 2016

		ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Max	Kg/m³	1.410	0.295	0.649	1.150	0.045	0.211	0.176	0.156	0.160	0.410	0.250	1.410	0.384
	Kg/s	6890.00	372.00	1040.00	3770.00	54.80	456.00	381.00	120.00	145.00	385.00	278.00	6890.00	1040.00
Min	Kg/m³	0.003	0.003	0.016	0.014	0.023	0.045	0.025	0.028	0.061	0.049	0.030	0.026	0.028
	Kg/s	2.63	2.63	11.30	18.60	24.50	37.10	34.40	28.00	45.10	39.60	24.80	21.30	30.10
Med	Kg/m³	0.187	0.055	0.198	0.199	0.034	0.092	0.086	0.088	0.113	0.143	0.118	0.722	0.160
	Kg/s	221.00	44.30	212.00	346.00	40.20	126.00	164.00	60.30	91.90	125.00	101.00	1140.00	220.00
	10³ tonn	6980.00	119.00	530.00	926.00	104.00	338.00	424.00	161.00	246.00	324.00	270.00	2950.00	590.00
	tonn/Km²	129.00	2.19	9.77	17.10	1.92	6.23	7.81	2.97	4.54	5.97	4.98	54.30	10.90

ELEMENTI CARATTERISTICI PER IL PERIODO 1986 - 1990 e 2010 - 2015

Max	Kg/m³	2.110	0.418	1.500	1.380	1.220	1.460	1.340	0.564	1.870	0.410	2.110	2.070	1.700
	Kg/s	8510.00	821.00	4220.00	4590.00	4300.00	6750.00	4220.00	922.00	7980.00	519.00	5920.00	8510.00	6580.00
Min	Kg/m³	0.000	0.000	0.002	0.004	0.006	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
	Kg/s	0.00	0.00	2.12	4.04	9.35	0.00	0.00	0.70	0.00	0.85	0.00	0.00	0.00
Med	Kg/m³	0.117	0.045	0.111	0.142	0.133	0.121	0.143	0.064	0.097	0.042	0.163	0.166	0.108
	Kg/s	176.00	57.90	164.00	220.00	245.00	282.00	233.00	66.50	93.90	45.20	234.00	310.00	161.00
	10³ tonn	5540.00	155.00	396.00	588.00	634.00	754.00	605.00	178.00	251.00	117.00	628.00	802.00	432.00
	tonn/Km²	102.00	2.86	7.29	10.80	11.70	13.90	11.10	3.28	4.63	2.16	11.60	14.80	7.95

Stato del monitoraggio del trasporto solido da parte di ARPAE nel territorio regionale e lungo l'asta del Fiume Po

- Metodologie di misura e di pubblicazione dei dati di trasporto in sospensione sia lungo l'asta Po che nei corsi d'acqua emiliano-romagnoli

- Applicazione sperimentale di una metodologia sostenibile da parte dell'Agenzia per la stima del trasporto solido di fondo nei tratti ghiaiosi dei corsi d'acqua emiliano-romagnoli

- Applicazione di nuove tecniche di regionalizzazione e diffusione del dato

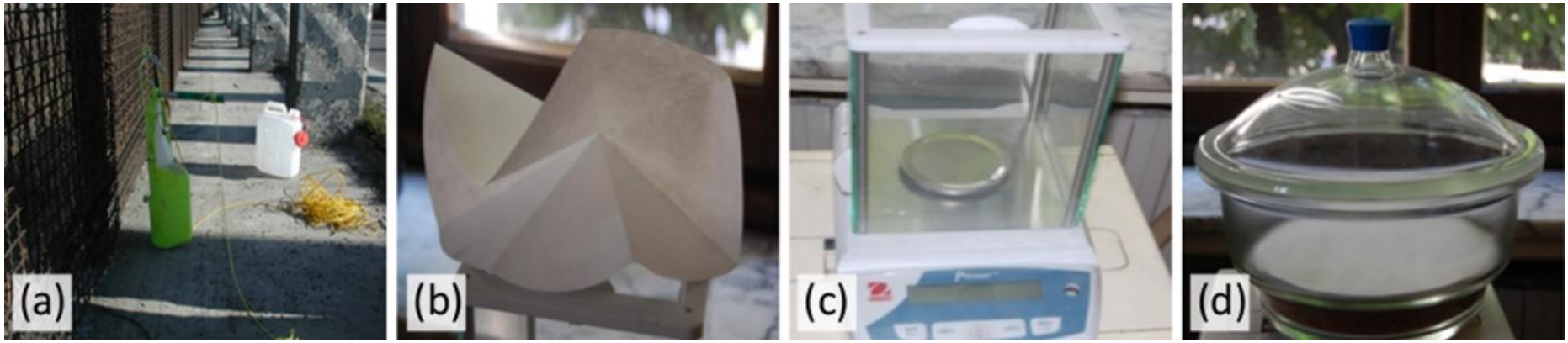
Misura del trasporto solido in sospensione: metodologia applicata

La procedura in uso prevede di effettuare tre campionamenti lungo una sezione fluviale: un primo prelievo è eseguito in corrispondenza del filone principale della corrente, a circa 1/3 di profondità sotto la superficie dell'acqua, lontano da anse o zone di ristagno mentre due ulteriori prelievi sono effettuati a metà delle porzioni di sezione identificate dal filone centrale campionato.
La torbidità specifica (in kg/m^3) viene quindi calcolata sull'insieme dei tre prelievi effettuati.

Il campionatore utilizzato (Campionatore Rossetti), detto viene immerso in acqua ed un timone alettato lo mantiene con l'asse orientato nel senso della corrente. Alla profondità desiderata si libera, per mezzo di un cavo ausiliario il tappo a tenuta e la sonda può essere recuperata al termine della raccolta.

I campioni vengono quindi filtrati utilizzando membrane condizionate in nitrato di cellulosa con porosità di 0.45 mm, essiccati in stufa ed essiccatore e successivamente pesati mediante bilancia di precisione.

Strumentazione per il campionamento e kit di filtrazione



(a) Campionatore Rossetti (b) membrane in nitrato di cellulosa (c) bilancia di precisione (d) essiccatore.

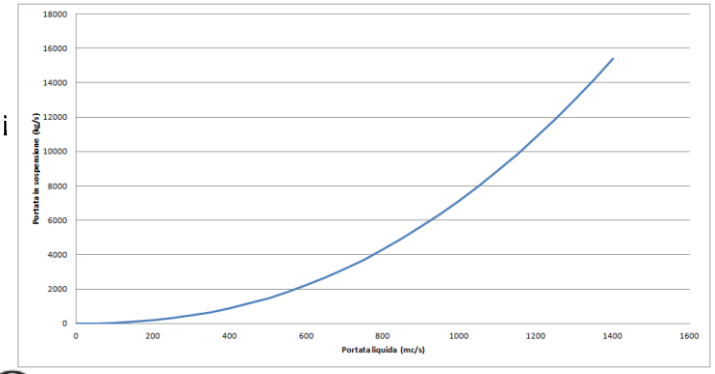
Misura del trasporto solido in sospensione: sezioni di campionamento

Stazioni Po: campionamento giornaliero =>
dato diretto ≈ 1986

dati non sistematici per alcune sezioni di Po a partire dal 1956

Stazioni Affluenti: campionamento mensile =>
scala di deflusso ≈ 2010

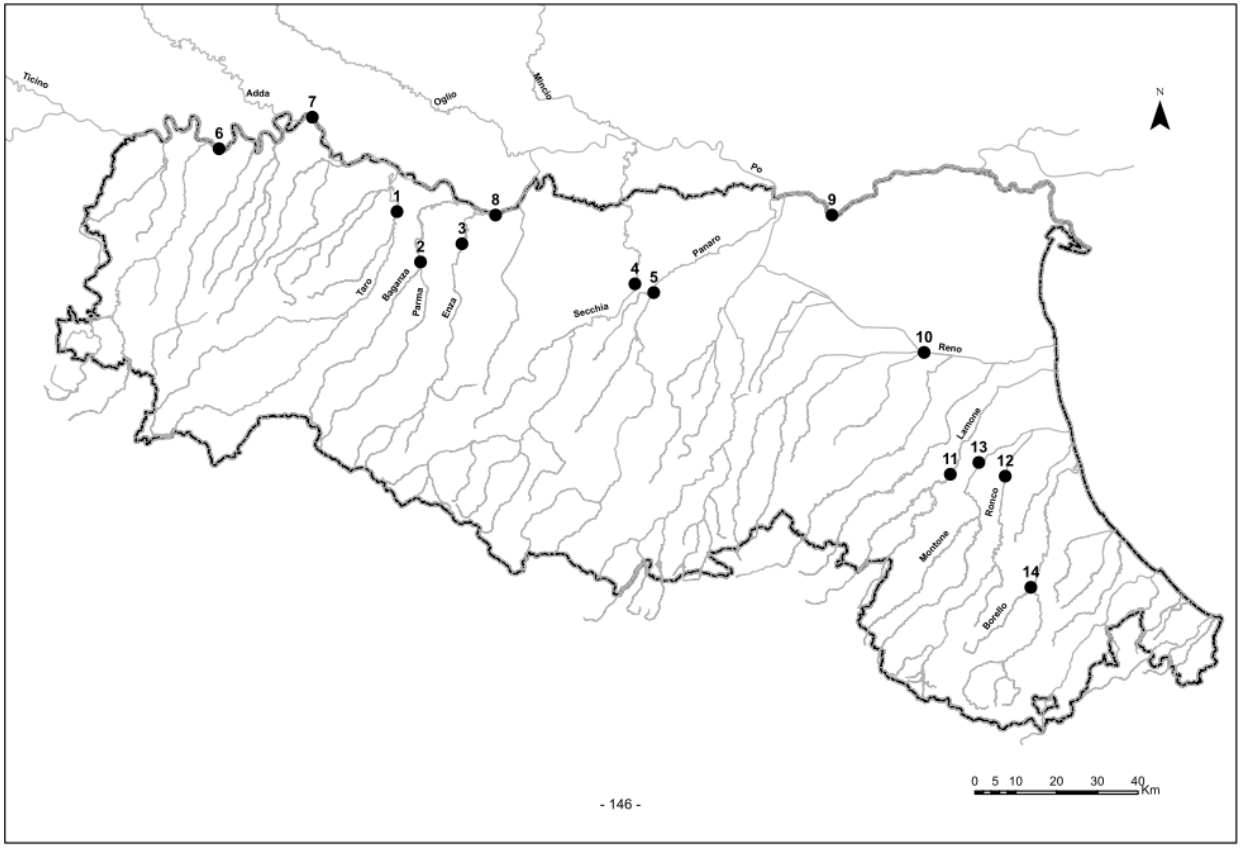
2013 per l'area Romagnola



Scala di torbida 2016 Secchia a Ponte Bacchello

SEZIONE E - TRASPORTO TORBIDO

Terminologia - Elenco delle stazioni .....
Carta delle stazioni torbiometriche .....
1.-Taro a S. Secondo .....
2.-Parma a P.te Verdi .....
3.-Enza a Sorbolo .....
4.-Secchia a P.te Bacchello .....
5.-Panaro a Bomporto.....
6.-Po a Piacenza .....
7.-Po a Cremona .....
8.-Po a Boretto.....
9.-Po a Pontelagoscuro .....
10.-Reno a Bastia .....
11.-Lamone a Reda.....
12.-Ronco a Coccolia .....
13.-Montone a Pontevico.....
14.-Borello a Borello.....



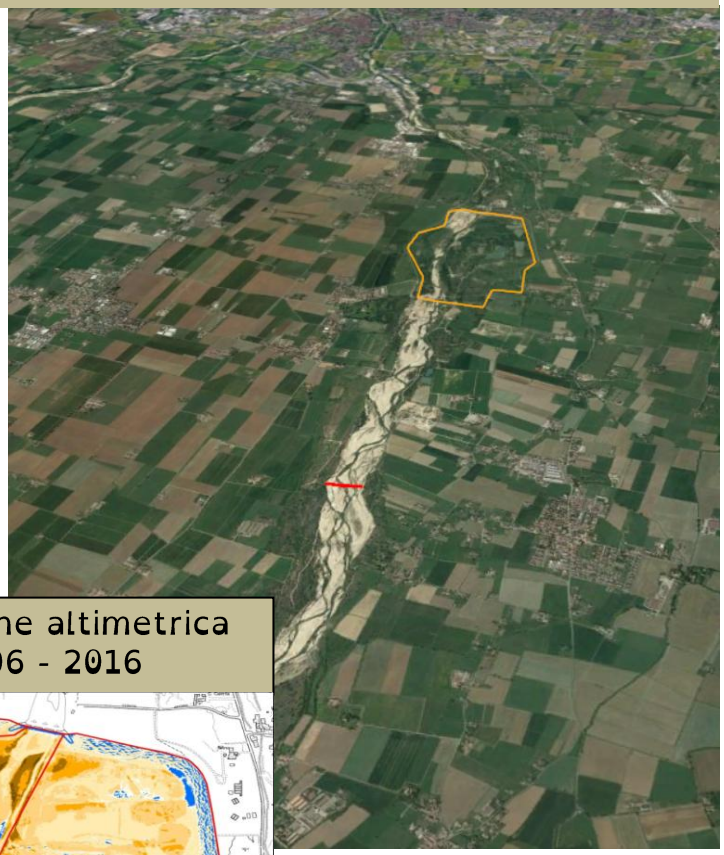
Sperimentazione per la misura del trasporto solido di fondo: metodologia applicata

VIRTUAL VELOCITY APPROACH metodo ibrido con applicazione di una equazione teorica e raccolta dati di campo (**Wilcock, 1997**)

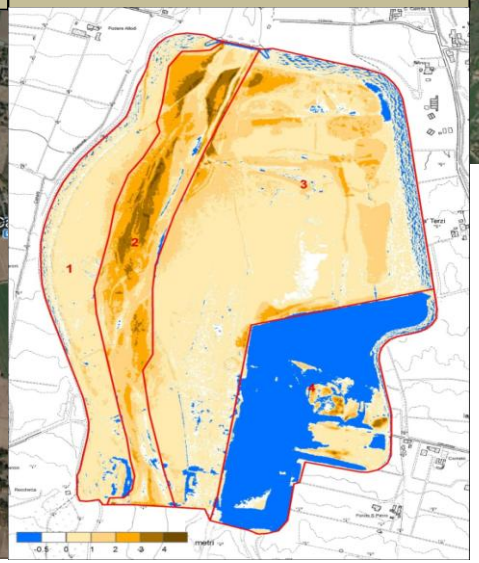
Attività in collaborazione con il Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Padova che ha già applicato il metodo a livello scientifico nei fiumi veneto-friulani (**Mao et al 2016**)

Campionamento di 6 eventi (2015-2017) in due sezioni a monte della cassa di espansione di Marano

Posizionamento di circa 30 - 40 sample



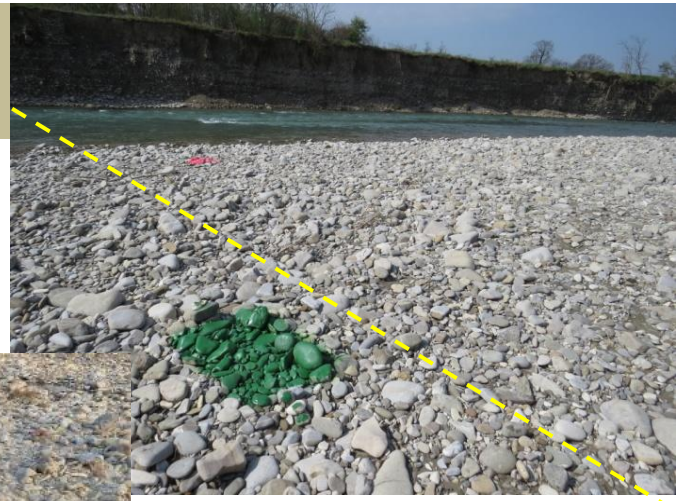
Cassa di espansione 2011	Cassa di espansione 2016	Variazione altimetrica 2006 - 2016

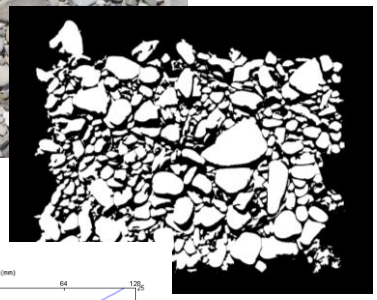


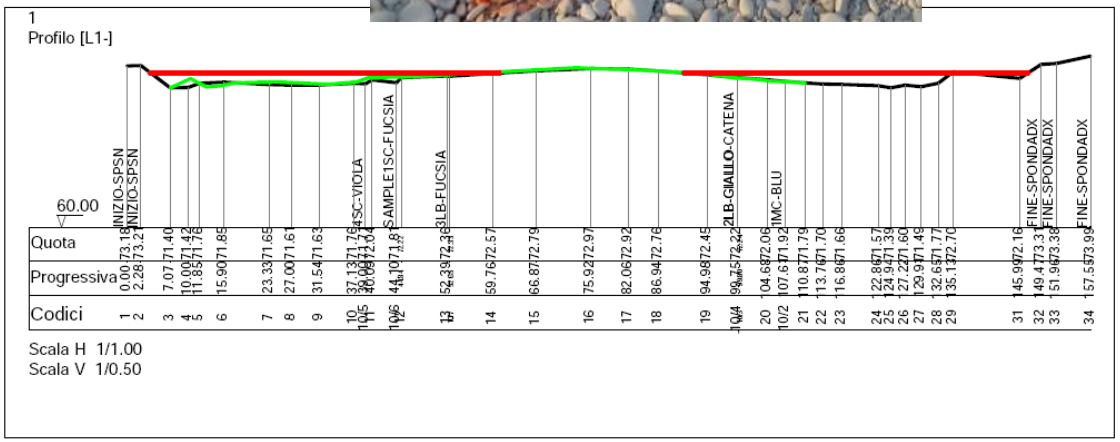
Confronto dei risultati di stima della portata solida con il volume complessivo accumulato in cassa valutato dalle rilievi **lidar** a disposizione

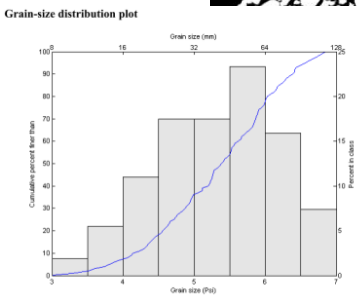
Attività pre-evento di predisposizione delle sezioni

- Predisposizione dei sample
- Disposizione dei PIT (transponder passivi)
- Installazione delle catene
- Installazione idrometri locali
- Analisi granulometriche
- Rilievi topografici



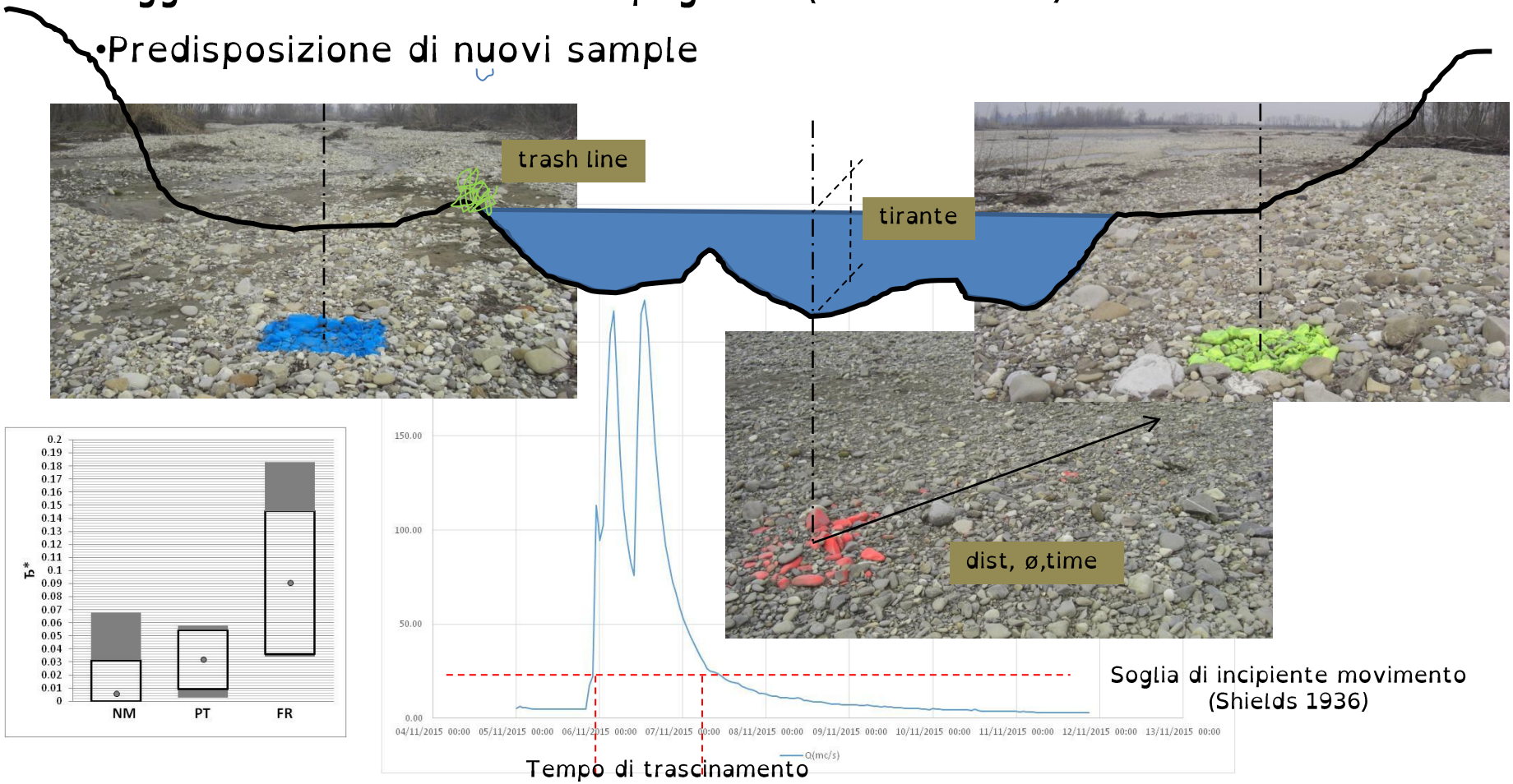




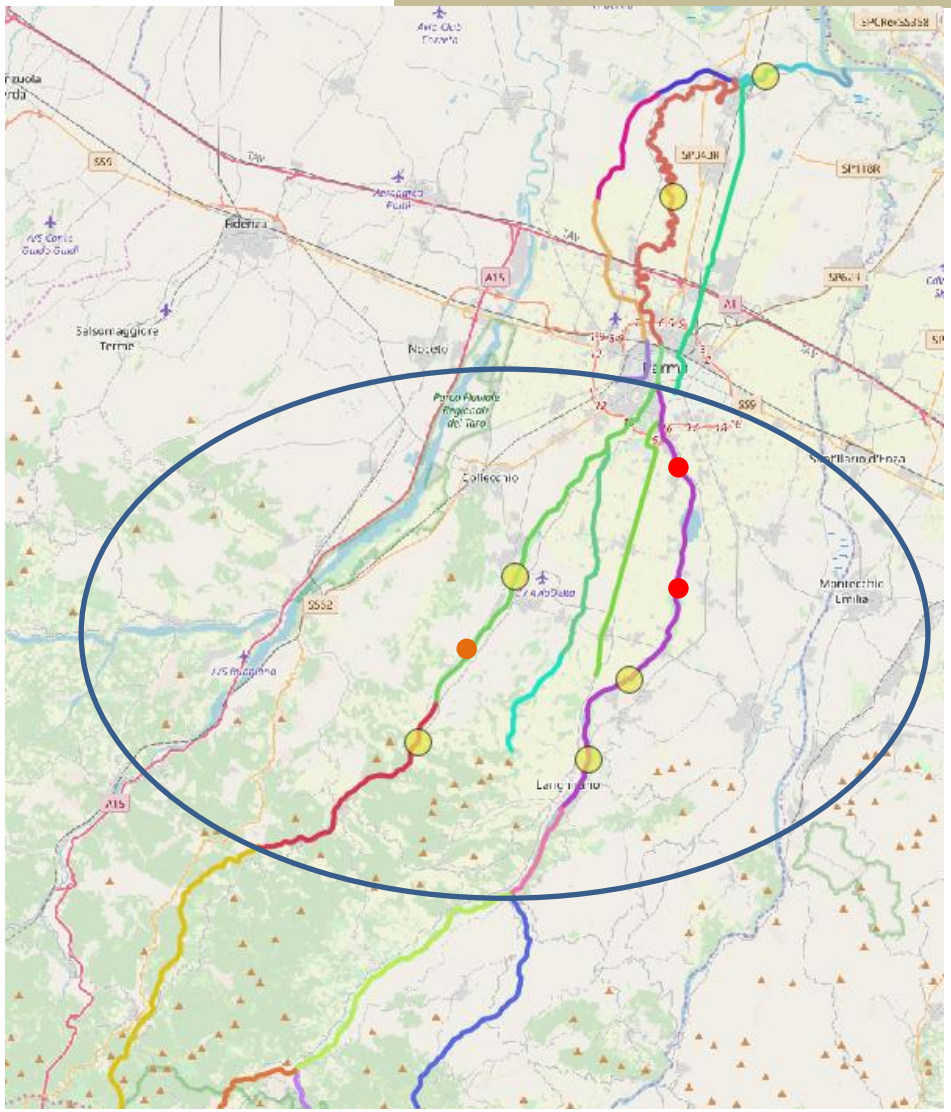


Attività post-evento di raccolta dati e di verifica delle variazioni morfologiche in corrispondenza delle sezioni

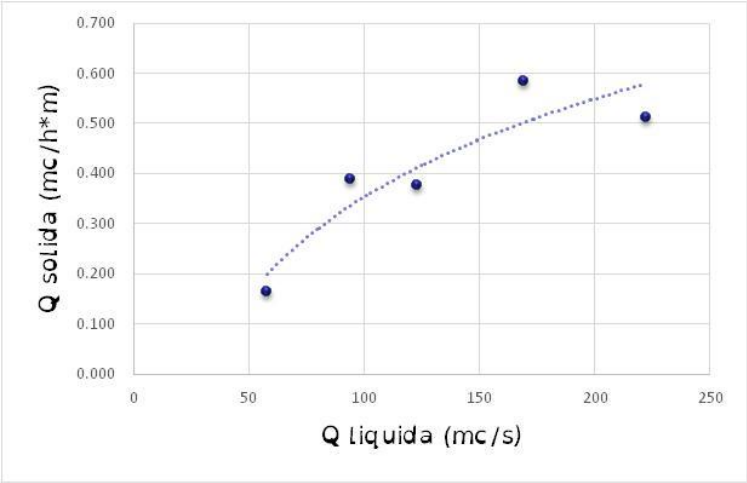
- Raccolta dati di movimento (diametri e distanze di movimento, spessore attivo, percentuale di movimento)
- Aggiornamento dei rilievi topografici (trash line ....)
- Predisposizione di nuovi sample



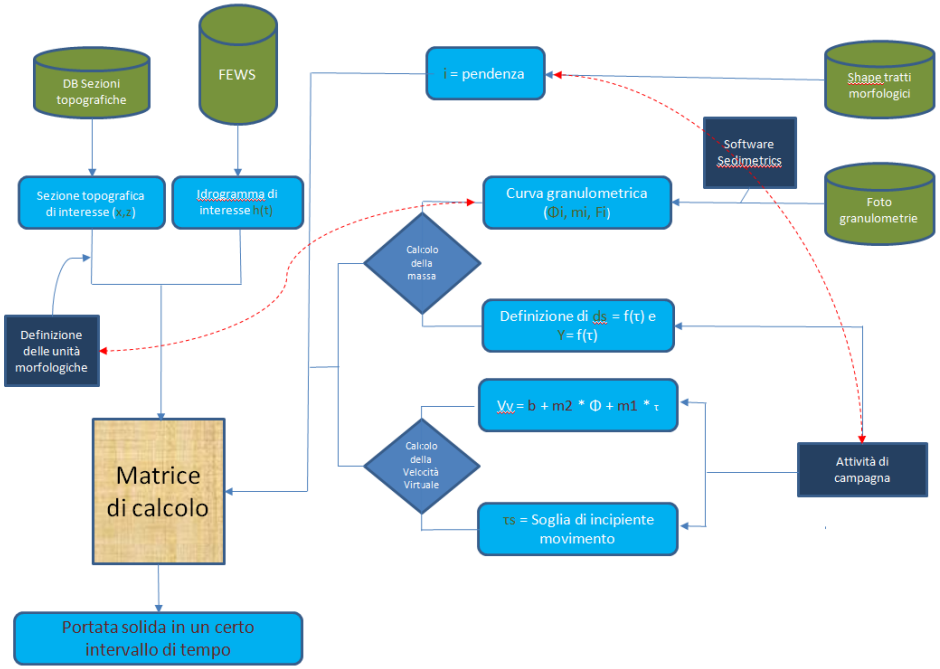
Estrapolazione e regionalizzazione dei dati



Realizzazione di una scala di trasporto solido



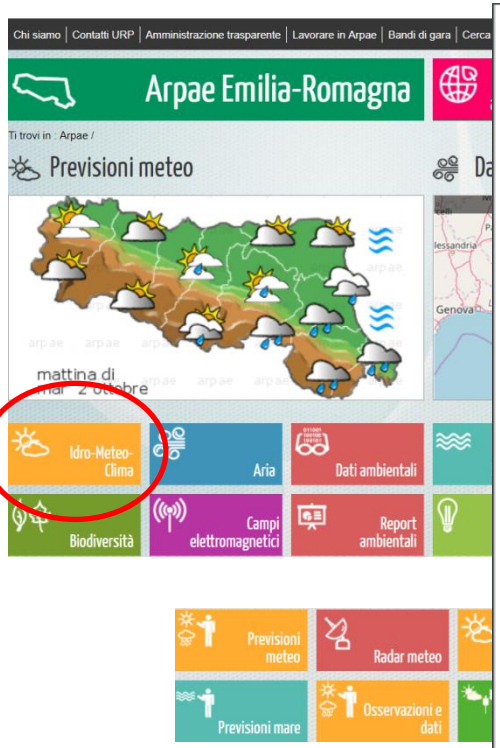
Variabili: τ^*, i, ds(τ), Y(τ), ø



CLARA GRANT AGREEMENT N° 730482

http://www.clara-project.eu/

Diffusione dei dati: pubblicazione degli Annali Idrologici



Gli Annali Idrologici parte II comprendono l'idrometria, i bilanci idrologici, la f
svolti durante l'anno. Dall'elenco sottostante è possibile scaricare i compend
Idrologici, parte II, pubblicati a scala di bacino. A tal riguardo, si precisa che
compendi potrebbero subire eventuali variazioni in sede di revisione definitiv
idrologici a scala unitaria di bacino.

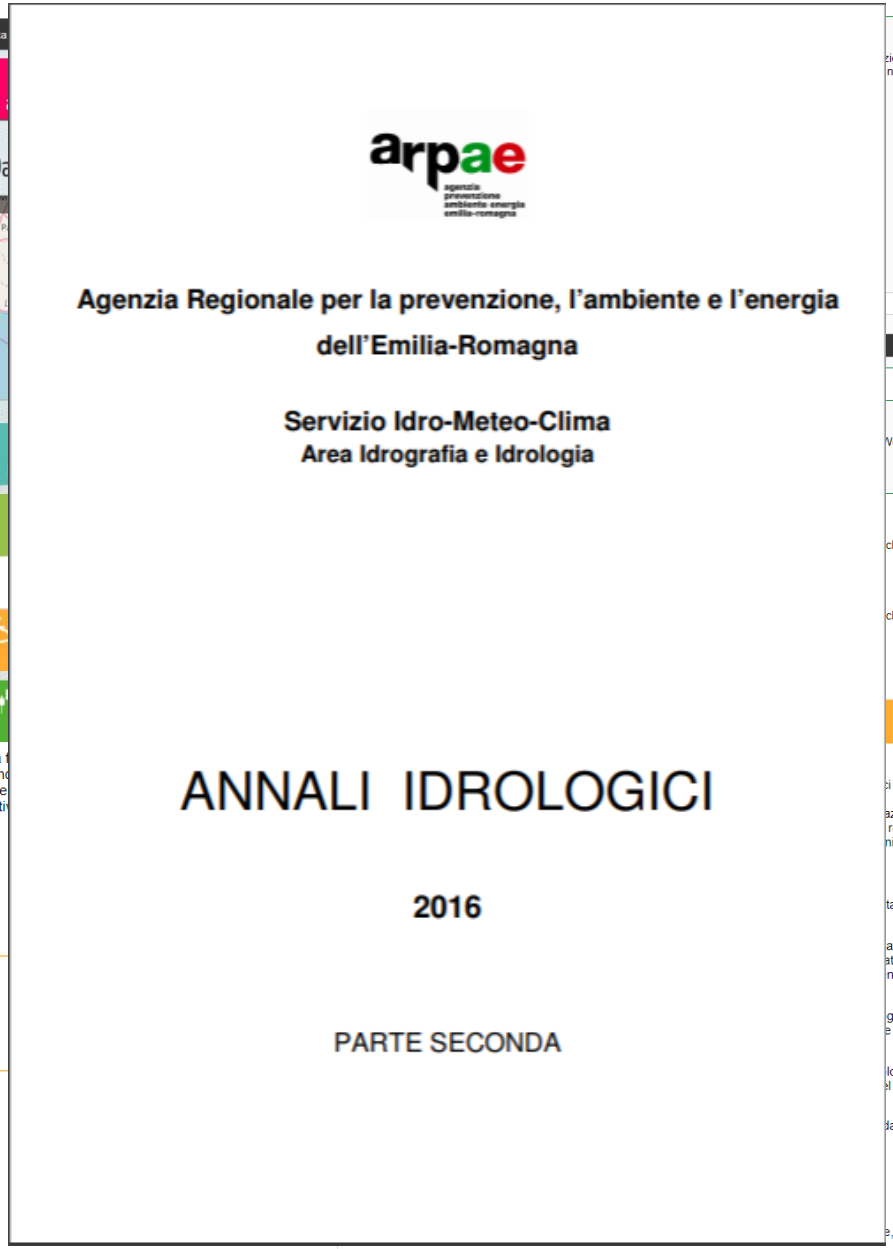
Servizio Idrometeorologico - Area Idrologia

Anno riferimento: 2016

Anno pubblicazione: **2016**

File Allegati

- annale 2016 parte seconda
- annale 2016 parte prima



arpae

Agenzia Regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna

Servizio Idro-Meteo-Clima
Area Idrografia e Idrologia

ANNALI IDROLOGICI

2016

PARTE SECONDA

zioni sul criterio corrispondente). Compilare uno o più campi, verranno restituiti
nel testo completo del documento.

Word (.doc) o Excel (.xls)

clima -

clima -

i dell'Emilia-Romagna, attraverso rilievi, osservazioni ed elaborazioni di dati

azioni annuali e periodiche, i bollettini previsionali e di monitoraggio di magra
regimi fluviali, progettare e realizzare le opere idrauliche, orientare l'uso
ni o siccità, conoscere e proteggere gli ecosistemi acquatici.

tazioni, livelli idrometrici, umidità, pressione, vento, radiazione

ato dell'ambiente in Emilia-Romagna. Il capitolo 2 "Clima" contiene, per i
ati Impatti Risposte) nell'anno di riferimento: afflussi e deflussi mensili e
nsili dalle medie storiche (SPI, SFI), scostamento dell'andamento nell'anno

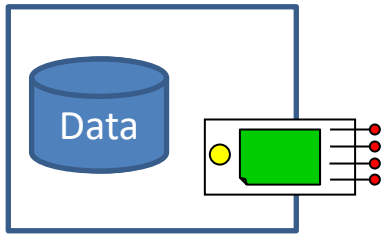
giche in Emilia-Romagna. Gli Annali contengono dati relativi alle stazioni di
e trasporto solido. La parte I riguarda i valori di termometria e pluviometria; la

logica. Riporta informazioni idrologiche sullo stato dei principali corsi
l fiume Po a confronto con il lungo periodo e con l'anno precedente.

dati controllati e validati dal personale del Servizio IdroMeteoClima, previo

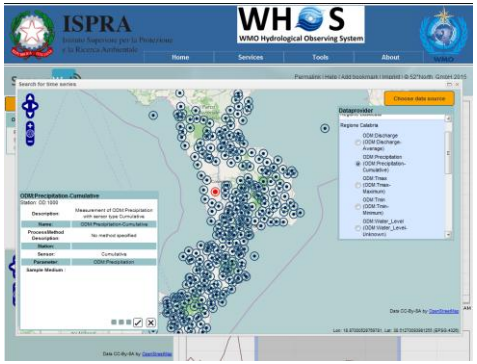
e, scioglimento nivale o sversamenti accidentali.

Diffusione dei dati: pubblicazione web

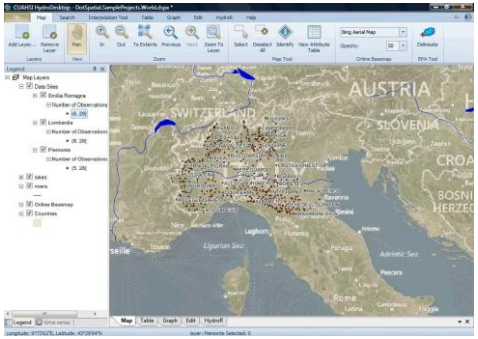


Broker
Web
Services

Water ML
web client



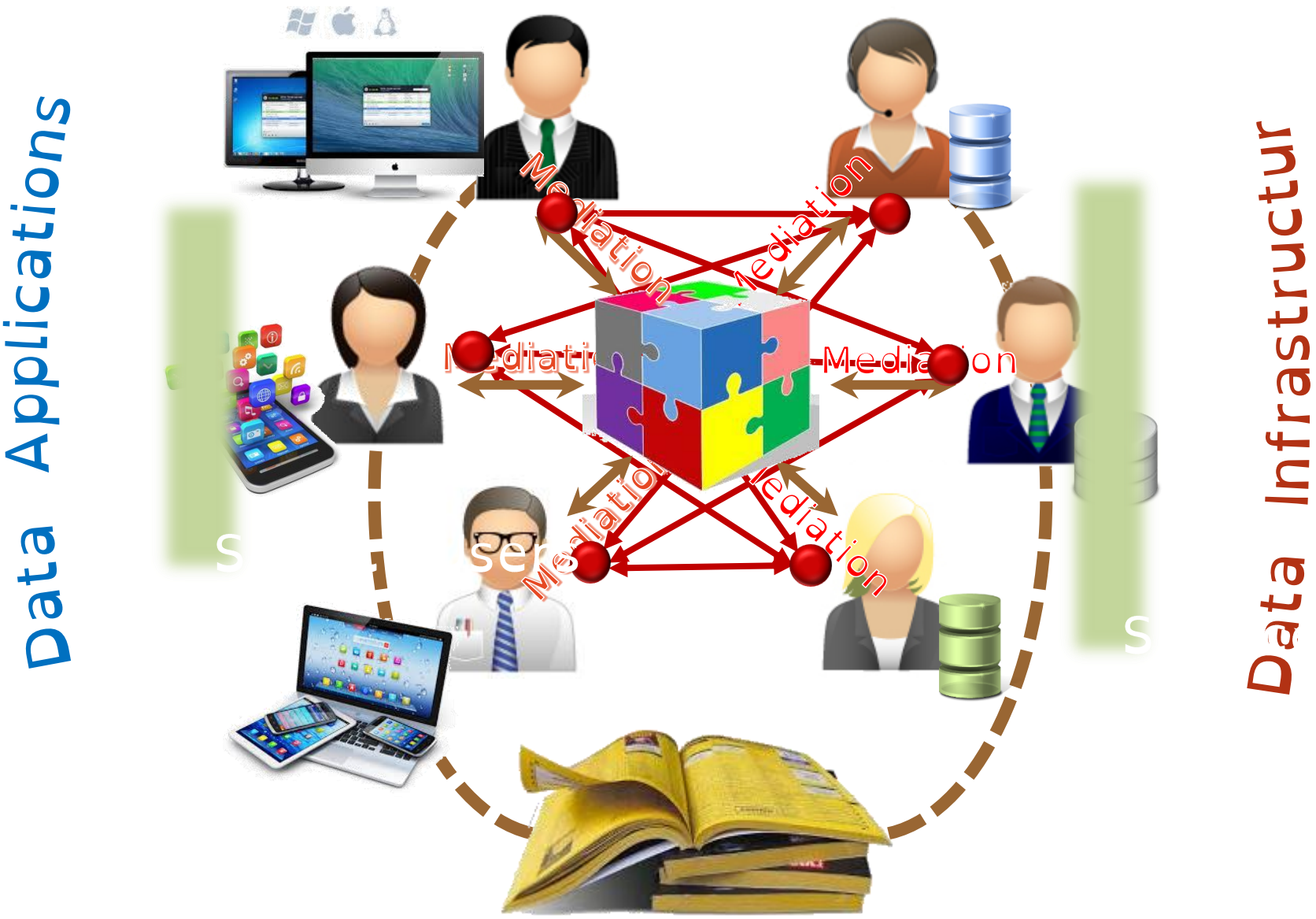
SOS web client



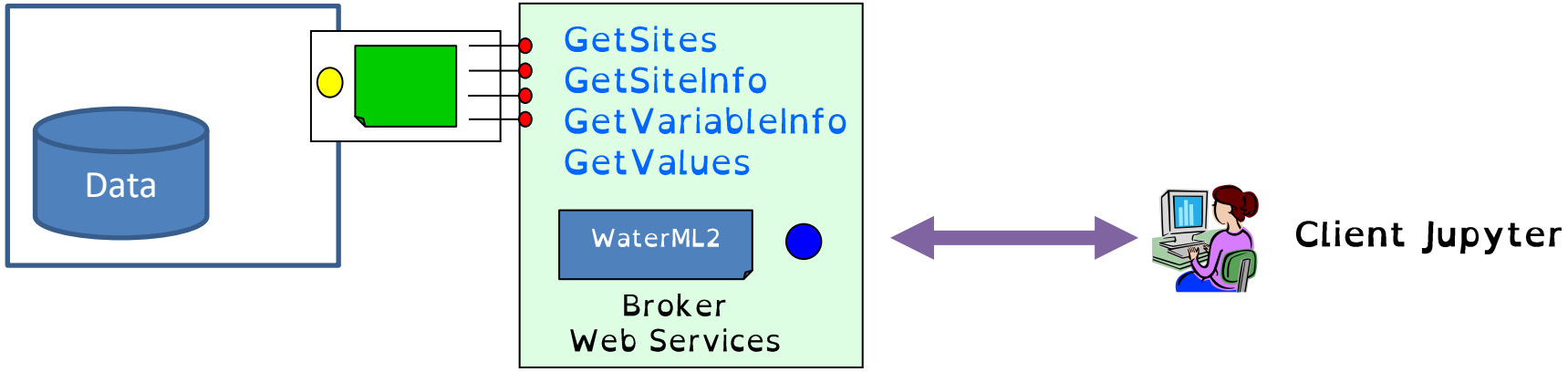
Water ML
desktop client

… qualsiasi client supportato

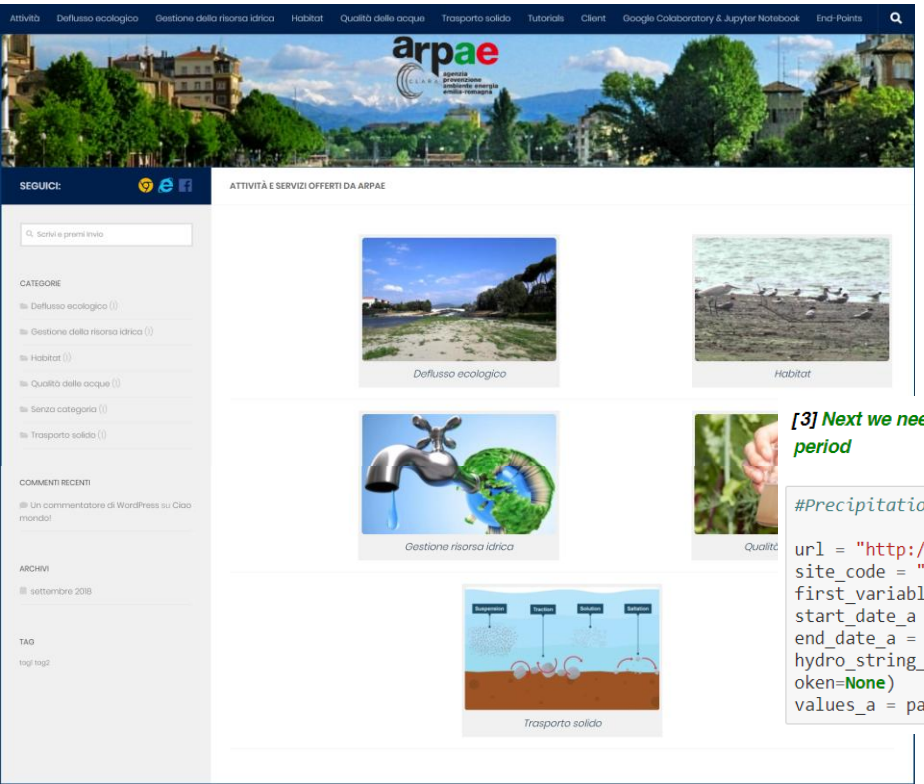
Broker Approach



Diffusione dei dati: pubblicazione web



http://demanio.ddns.net/jupyter/notebooks/Marco/Trasporto%20solido/Parma_Baganza_link.ipynb



The Jupyter Notebook is an open-source web application that allows you to create and share documents that contain live code, equations, visualizations and narrative text. Uses include: data cleaning and transformation, numerical simulation, statistical modeling, data visualization, machine learning, and much more.

[3] Next we need to get data. In particolar considered parameters are the site, the variable evalueted and the desidered period

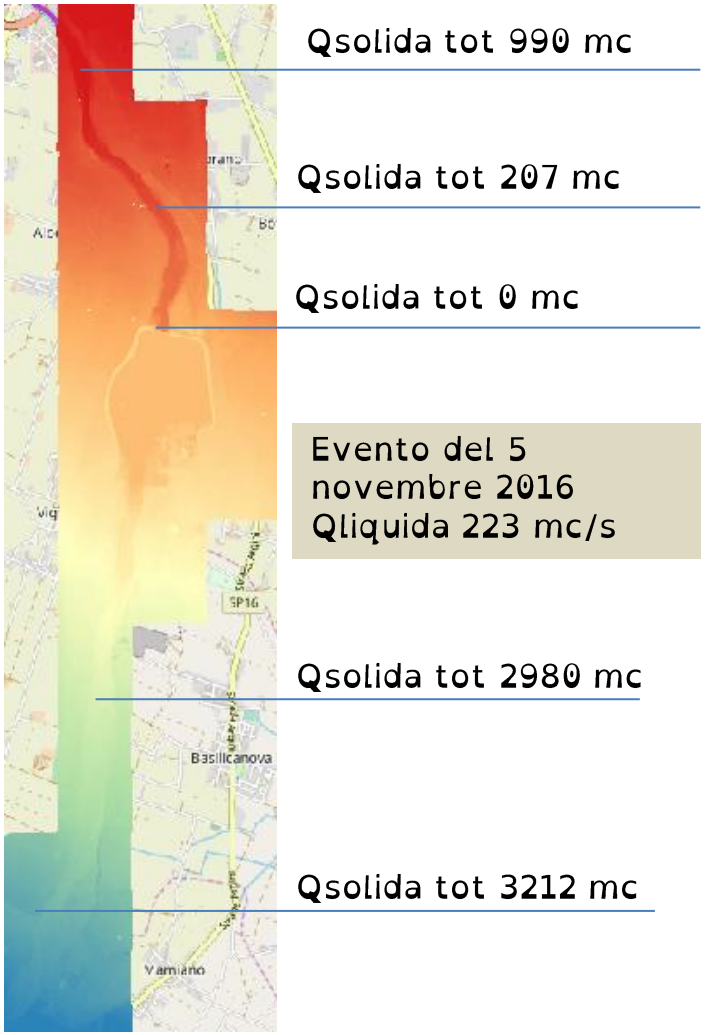
```
#Precipitation 2000

url = "http://hydrolite.ddns.net/italia/hsl-emr/index.php/default/services/cuahsi_1_1.asmx?WSDL"
site_code = "hsl-emr:BORETTO"
first_variable_code = "hsl-emr:Precipitation"
start_date_a = "2000-01-01"
end_date_a = "2000-12-31"
hydro_string_a = get_hydroserver(url, site_code, first_variable_code, start_date_a, end_date_a, auth_t
oken=None)
values_a = parse_waterml(hydro_string_a)
```

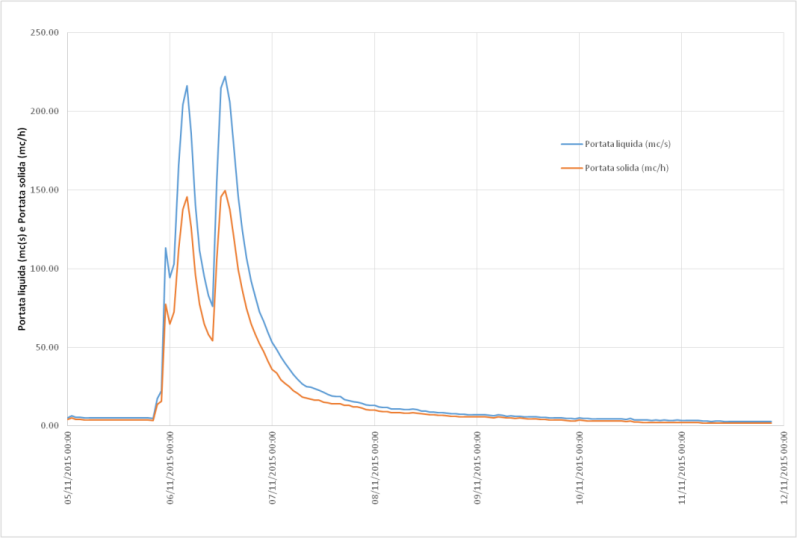
Risultati e Conclusioni

- Sostanziale coerenza nella stima delle variabili tra l'applicazione della metodologia da UNIPD a valle cassa e da ARPAE a monte cassa.

- L'applicazione della scala di trasporto solido a tutto il periodo 2006-2016 è stato possibile stimare un volume totale di trasporto corrispondente a 405.177 mc, che confrontato con il volume depositato nel tratto attivo della cassa mostra uno scarto del 6%.

- Il campionamento di 5-7 eventi permette di realizzare una scala delle portate solide valida fino ad una sostanziale variazione delle condizioni morfodinamiche dell'alveo





- La sempre maggiore disponibilità di DEM e l'utilizzo di droni garantirà l'estendibilità spazio temporale delle informazioni
- Miglioramento della definizione dei meccanismi di movimento del fondo utilizzando strumenti ADCP

Grazie per l'attenzione

Mauro Del Longo - mdellongo@arpae.it

arpae emilia-romagna