

Il fenomeno delle mucillagini nel Golfo di Trieste. E' possibile determinare una configurazione di variabili fisiche-ambientali correlabili con il manifestarsi del fenomeno?



Renzo Mosetti OGS

Alcune immagini..



Tabella 1. Descrizione degli eventi di formazione di mucillagini nell'Adriatico dal 1729 al 2004

Anno	Luogo	Periodo	Tipi di aggregati	Rif. bibliografico
1729	Litorale romagnolo	Estate	Aggregati gelatinosi sul fondo	Bianchi, 1746
1744	Rimini	?	?	In Molin et al, 1992 e Vollenweider 1995
1872	Golfo di Trieste		Limo	Doinitscher et al., 1872
	Costa veneta, romagnola, istriana sino ad Ancona	Giugno-luglio	Piccoli fiocchi e grossi strati gelatinosi	Ninni, 1872
	Entrambe le coste dell'Adriatico settentrionale	Giugno-luglio	Nubi	Zanardini, 1872
	Costa marchigiana, romagnola, istriana, golfo di Trieste	Luglio	Filamenti galleggianti	Castracane, 1873
	Golfo di Trieste, costa istriana, isole dalmate	Giugno-luglio	Strati gelatinosi in sup. e sul Fondo	Syrski, 1874
1880	Da Ravenna ad Ancona	Giugno-luglio	Faldelle galleggianti	Castracane, 1881
1891	Acque occidentali ed orientali dell'Adriatico settentrionale	Agosto	Non specificato	Renier, 1891
	Da Chioggia a Trieste, Quarnero, fino alle Isole Ionie	Luglio	Strato gelatinoso 1-2 m sotto la sup.	Il Piccolo, 2/8/1891
	Da Trieste ad Ancona	Maggio-agosto	Strati gelatinosi in sup. ed aggregazioni nella colonna d'acqua	Levi-Moreno, L'Adriatico, 1/8/1891
	Da Trieste ad Ancona	Luglio-agosto	n.s.	Ninni, L'Adriatico, 7, 11 e 14/8/1891
	Da Trieste ad Ancona	Maggio-agosto	Filamenti e strati gelatinosi	Levi-Moreno, 1892
1903	Costa istriana, golfo di Trieste	Luglio	Strati gelatinosi sup.	Steuer, 1903
	Adriatico sett.	Agosto	Strato gelatinoso sup.	Il Piccolo, 28/8/1903
	Costa veneta, riporta le osservazioni di Steuer (1903)	Agosto	n.s.	Levi-Moreno, 1903
1905	Golfo di Trieste, costa istriana	Luglio	Fiocchi, nubi nella colonna, pellicola sup.	Cori, 1905
	Viene ripreso quanto scritto da Cori (1905)	Luglio		Il Piccolo, 6/8/1905
	Golfo di Trieste e di Venezia	Luglio	n.s.	Forti, 1906
1920	Costa istriana	Giugno-agosto	Fiocchi, nubi	Issel, 1920
	Golfo di Trieste	Agosto	Masse gelatinose sup.	Valle, 1920
	Coste romagnole, venete, istriane, golfo di Trieste, Quarnero	Luglio	Nubi subsuperficiali	Bellemo, 1920
	Costa veneta, romagnola, istriana	Agosto	Filamenti sotto a superficie	Il Piccolo della Sera, 4/8/1920
	Coste romagnole, venete, istriane, golfo di Trieste, Quarnero	Luglio-agosto	Masse gelatinose sotto la sup.	Il Giornale d'Italia, 3/8/1920

Anno	Luogo	Periodo	Tipi di aggregati	Rif. bibliografico
1927	Valle della laguna di Venezia	Aprile	Piccoli fiocchetti - zolle di qualche decimetro quadrato	Schreiber, 1928
1929	Golfo di Fiume	Agosto	Materiale gelatinoso raccolto sul fondo	Zanon, 1931
1930	Golfo di Trieste	Luglio	Strati gelatinosi sup.	Il Piccolo, 18/7/1930
1941	Litorale veneto	Agosto	n.s.	Tiozzi, 1941
1949	Litorale friulano, veneto, romagnolo e marchigiano	Agosto	n.s.	Marchesoni, 1954
1973	Golfo del Quarnero	Estate	Strato limoso sul fondo	Zavodnik, 1977
1983	Golfo di Trieste	Settembre	Filamenti e nubi nella colonna, aggregati sul fondo	Stachowitsch, 1984
	Isole dalmate	Agosto	Nubi e strati cremosi superficiali	Stachowitsch, 1990
1984	Adriatico sett. e mer. (solo in alcune stazioni)	Luglio	Filamenti e nubi nella colonna, aggregati in sup.	Vilicic, 1991
1986	Golfo di Trieste	Giugno-luglio	Fiocchi e filamenti < 20 cm di lungh.	Herndl & Peduzzi, 1988
1988	Golfo di Trieste	Luglio-sett.	Filamenti, strati gelatinosi sup., fronti estesi	Brambati, 1988
1989	Adriatico settentrionale	Luglio-agosto	Aggregati grandi fino a 2 m nella collana, strato gelatinoso sup.	Degobbi, 1989
	Adriatico settentrionale	Maggio-luglio	Aggregati gelatinosi sul fondo, nella colonna ed in sup.	Fonda Umani et al, 1989
	Golfo di Trieste	Maggio-sett.	Fiocchi, filamenti, nubi, strato gelatinoso sup. aggregati sul fondo	Stachowitsch et al, 1990
	Adriatico settentrionale	Luglio-agosto	Macroaggregati	Revelante & Gilmartin, 1991
	Adriatico settentrionale	Agosto-sett.	Strato gelatinoso sup. macroaggregati sul fondo	Giani et al., 1992
1990	Golfo del Quarnero	Giugno	Strati superficiali cremosi	Andreoli et al., 1991 e 1992
	Adriatico nord occidentale (in alcune stazioni)	Luglio	Filamenti fino a 2 m di lungh., nella colonna d'acqua	Andreoli et al., 1992
1991	Golfo di Trieste	Giugno-agosto	Filamenti e nubi fino a 5 m di lungh.	KaltenbEck & Herndl, 1992
	Adriatico nord-occidentale	Agosto	Nubi, fronti superficiali estesi	Andreoli et al., 1992
1997	Adriatico settentrionale	Luglio-agosto	Nubi, strati superficiali cremosi	Penna et al., 1999; MIPA, 1997
1998	Adriatico settentrionale, Emilia Romagna	Fine giugno	Scarsi affioramenti	Regione Emilia Romagna, 1999
2000	Adriatico settentrionale	Giugno-luglio	Nubi, nastri, falsi fondi, strati cremosi superficiali	Giani et al., 2003, Precali et al., in stampa
2001	Adriatico settentrionale, tra il Po e Rovigno	Giugno-luglio	Nubi, nastri, falsi fondi, strati cremosi superficiali	Giani et al., 2003; Precali et al., in stampa
2002	Adriatico settentrionale	Giugno-luglio	Nubi, nastri, falsi fondi, strati cremosi superficiali	Giani et al., 2003; Precali et al., in stampa
2003	Adriatico settentrionale	Giugno-luglio	Nubi, nastri, strati cremosi superficiali	Osservatorio Alto Adriatico, 2003
2004	Bacino Adriatico	Giugno-agosto	Nubi, nastri, strati cremosi superficiali	Giani & Cornello, 2004

Domanda:



A parte la complessità biologica, quali sono le condizioni fisiche-ambientali che ne favoriscono la formazione?

Effetti della circolazione

Il bacino nord dell'Adriatico è un'area molto produttiva e la circolazione marina gioca un ruolo fondamentale nella dispersione della sostanza organica e nell'esportazione verso gli altri bacini. Un suo rallentamento e l'instaurarsi di ricircoli aumentano il tempo di residenza delle acque favorendo l'accumulo del materiale organico sospeso.

Vari processi possono determinare una variazione dei tempi di residenza delle acque adriatiche ed influenzare i processi di aggregazione:

- a) la formazione della controcorrente costiera istriana;
- b) l'ingressione di acque meridionali ad elevata salinità;
- c) la formazione delle acque dense nord adriatiche.

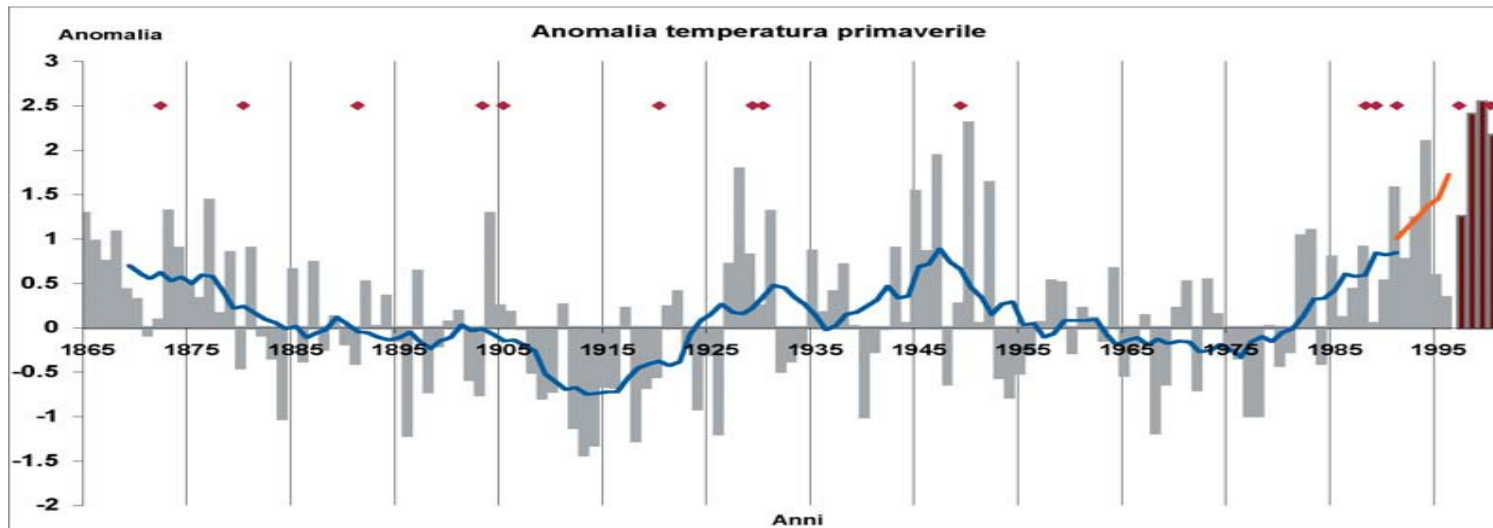
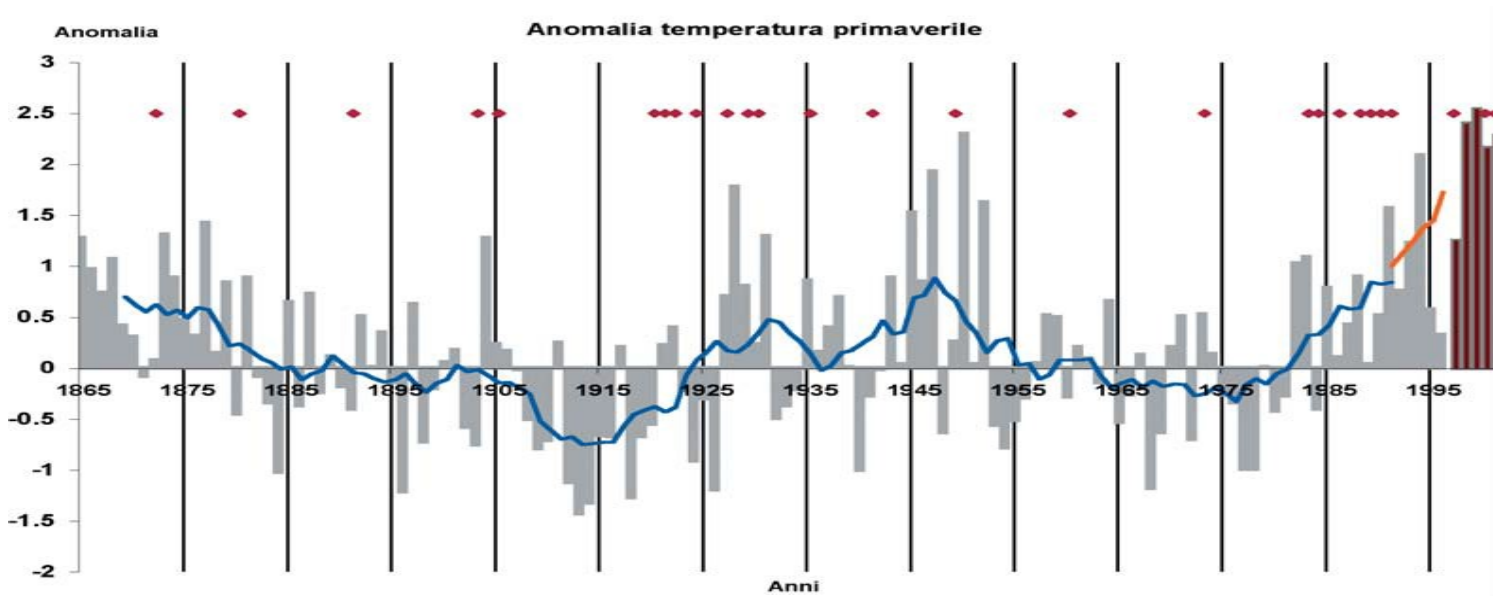


Gli apporti di acque dolci e la stabilità verticale della colonna d'acqua

La dispersione o l'accumulo delle acque fluviali influisce, oltre che sulla disponibilità dei nutrienti veicolati da tali acque, anche sulla stabilità della colonna d'acqua dovuta ai gradienti di densità che si vengono a creare tra le acque calde e meno salate superficiali e le acque dense di fondo, più salate e fredde.

È stata inoltre trovata una relazione tra le basse portate del Po nel periodo ottobre-marzo e, quindi, lo scarso apporto di nutrienti, per più anni consecutivi e la formazione di mucillagini (Tomasino, 1986).

L'incremento delle temperature primaverili-estive ed i possibili effetti sui processi biologici



The mucilage phenomenon in the northern Adriatic Sea. A critical review of the present scientific hypotheses

Daniilo DEGOBBIS (a), Alenka MALEJ (b) and Serena FONDA UMANI (c)

(a) Rudjer Boskovic Institute, Center for Marine Research, Rovinj, Croatia

(b) University of Ljubljana, Institute of Biology, Marine Station Piran, Piran, Slovenia

(c) Laboratorio di Biologia Marina, Trieste, Italy

Marine Ecology. ISSN 0173-9565

ORIGINAL ARTICLE

Influence of winds and oceanographic conditions on the mucilage aggregation in the Northern Adriatic Sea in 2003–2006

Amelia De Lazzari¹, Daniela Berto², Daniele Cassin¹, Alfredo Boldrin¹ & Michele Gianì^{2,3}

1 ISMAR – CNR Istituto di Scienze Marine – Sezione di Venezia, Castello, Venice, Italy

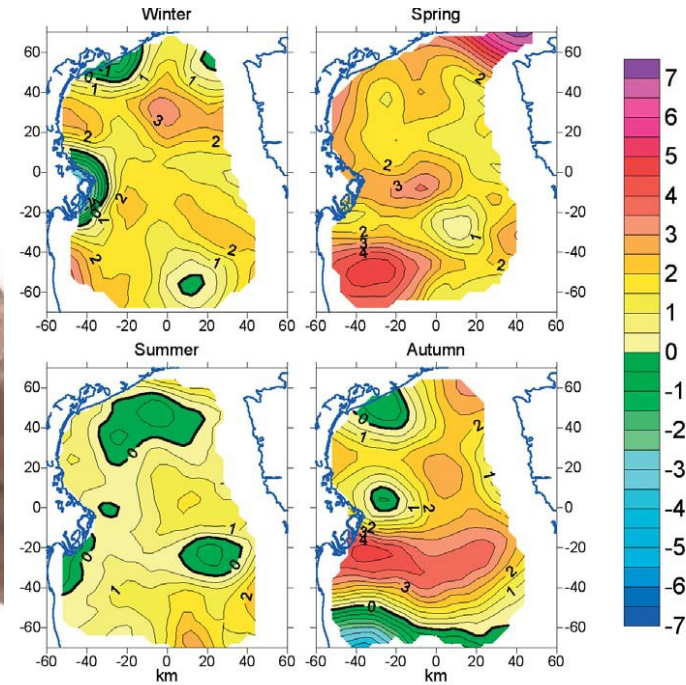
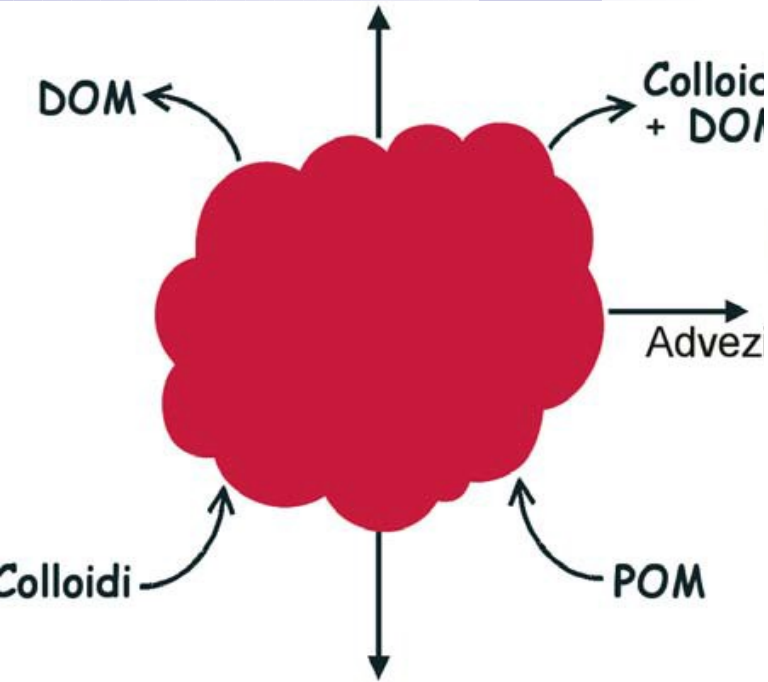
2 ISPRA – Istituto Superiore Per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Brondolo, Chioggia, Italy

3 Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Trieste, Italy

Crisciani F., Ferraro S. (1990) Climatological aspects of the occurrence of “Mare sporco” (dirty sea) episodes in the Northern Adriatic sea during the period 1841–1990. Bollettino di Oceanologia Teorica ed Applicata, 8(4), 289–298.



Riduzionismo : Definire potenziali forzanti fisici-ambientali



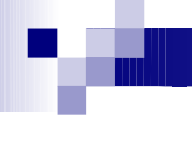
MODELLO:

**Classificazione
Learning Systems**

Fasi di un algoritmo di learning

- 1) Realizzazione di un modello di input;
- 2) Costruzione del dataset di addestramento;
- 3) Addestramento;
- 4) Validazione;
- 5) Uso.

Nel ML supervisionato si ha un set di data point o osservazioni di cui si conosce il risultato (in questo caso la classe di appartenenza). Quest'ultimo fornisce alcuni livelli di supervisione che sono usati dal modello per regolare i parametri e per prendere delle decisioni, permettendo così la predizione dell'output corretto per dei nuovi dati.

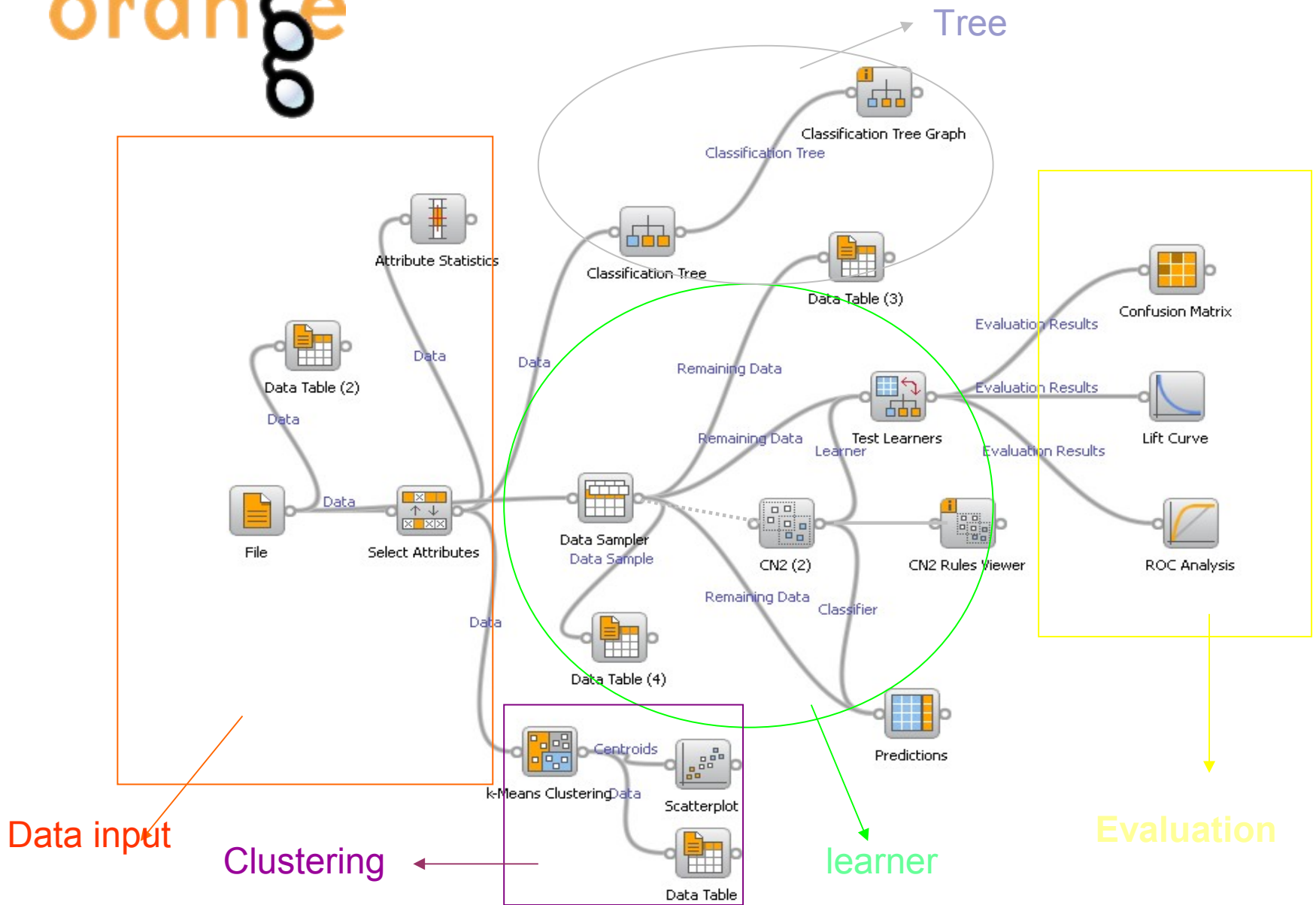


Fase di Training: durante questa fase l'algoritmo viene addestrato a restituire delle valutazioni di qualche tipo, a partire da un insieme di pattern (istanze) di input, dotati di relativa label della classe di appartenenza;

Fase di Testing: prevede una serie di test durante i quali l'algoritmo "addestrato" prende in ingresso pattern e vettori di "target" mai usati durante il training e restituisce dati statistici, matrici di confusione, errore globale, nonché le etichette di classificazione ricavate per ogni pattern;

Fase di valutazione: In questa fase viene dato all'algoritmo un insieme di dati di cui non si conosce il valore di output. L'algoritmo restituisce le etichette di classificazione per ogni pattern di input in base alle sue capacità ottenute durante le due fasi precedenti.

Software: Orange <http://orange.biolab.si/>



Variabili Utilizzate (medie annuali gennaio-aprile) 1921-2014

Attributi:

- Precipitazioni (ISMAR/CNR Trieste)
- NAO index (NOAA)
- Portata del fiume PO (ISPRA)
- Temperatura dell'aria (ISMAR/CNR Trieste)
- Differenza prima di tutte e 4 le variabili (la differenza tra la media di un anno e quella dell'anno precedente: è legato alla variabilità interannuale)

Classe:

- Presenza di mucillagini (variabile binaria: si, no)

	anno	p_1_4_	N_1_4_	PO_1_4_	tempA_1_4_	d_p_1_4_	d_N_1_4_	d_PO_1_4_	d_tempA_1_4_	muci
1	1921	54.00	1.465	1173.25	9.23	1.62	-0.385	-876.75	-0.35	0
2	1922	105.93	1.045	716.00	7.40	51.93	-0.420	-457.25	-1.83	0
3	1923	64.48	0.830	1185.00	8.30	-41.45	-0.215	469.00	0.90	0
4	1924	83.15	-0.895	1222.50	7.53	18.67	-1.725	37.50	-0.77	0
5	1925	70.48	1.693	1506.50	8.95	-12.67	2.588	284.00	1.42	0
6	1926	60.03	1.608	1390.25	9.05	-10.45	-0.085	-116.25	0.10	0
7	1927	76.48	1.803	1725.00	8.85	16.45	0.195	334.75	-0.20	1
8	1928	90.80	1.678	1762.50	8.73	14.32	-0.125	37.50	-0.12	0
9	1929	44.35	-1.318	1047.75	4.53	-46.45	-2.996	-714.75	-4.20	1
10	1930	95.95	-0.480	1680.00	9.05	51.60	0.838	632.25	4.52	1
11	1931	74.98	-0.265	979.75	7.53	-20.97	0.215	-700.25	-1.52	0
12	1932	57.43	-0.320	902.75	6.20	-17.55	-0.055	-77.00	-1.33	0
13	1933	47.63	0.158	1277.75	7.63	-9.80	0.478	375.00	1.43	0
14	1934	84.20	0.598	1940.00	9.13	36.57	0.440	662.25	1.50	0
15	1935	59.10	0.545	1198.50	6.95	-25.10	-0.053	-741.50	-2.18	0
16	1936	115.85	-1.573	2910.00	10.18	56.75	-2.118	1711.50	3.23	0
17	1937	93.35	1.013	1658.50	8.98	-22.50	2.586	-1251.50	-1.20	0
18	1938	24.03	1.173	780.75	7.45	-69.32	0.160	-877.75	-1.53	0
19	1939	51.33	0.593	1327.50	8.78	27.30	-0.580	546.75	1.33	0
20	1940	45.85	-0.848	891.00	6.10	-5.48	-1.441	-436.50	-2.68	0
21	1941	82.05	-2.040	1985.00	7.55	36.20	-1.192	1094.00	1.45	1

Select Attributes

Wed Sep 16 15, 11:50:45

Input data

Examples: 93

Attributes: 9 (anno, p_1_4_, N_1_4_, PO_1_4_, tempA_1_4_, d_p_1_4_, d_N_1_4_, d_PO_1_4_, d_tempA_1_4_)

Class: mucu

Output data

Examples: 93

Attributes: 4 (tempA_1_4_, d_PO_1_4_, d_p_1_4_, N_1_4_)

Meta attributes: 1 (anno)

Class: mucu

Removed: 4 (p_1_4_, PO_1_4_, d_tempA_1_4_, d_N_1_4_)

Information

93 instances in input data set.

Random sampling, 66% of input instances.

Output: 61 instances.

Options

Stratified (if possible)

Set random seed:

Sampling type

Random sampling

With replacement

Sample size (instances):

Sample size:



Cross validation

Number of folds:

Leave-one-out

Multiple subsets

Subset sizes (e.g. "0.1, 0.2, 0.5"):

Prediction

	0	1	
0	26	0	26
1	0	6	6
	26	6	32

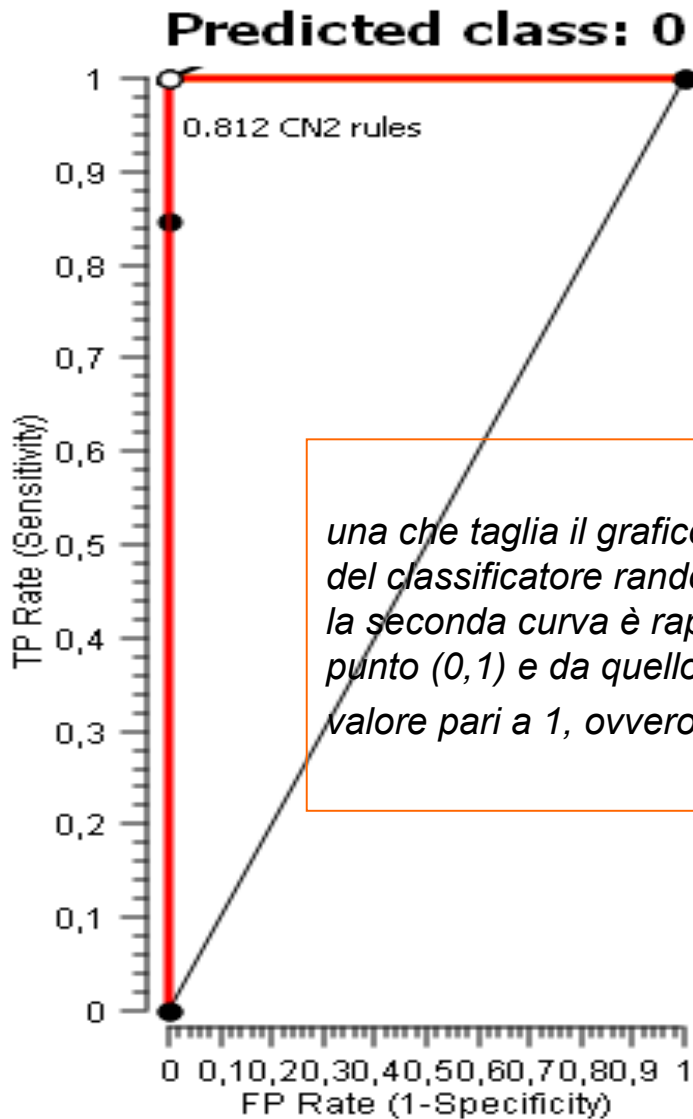
Correct Class

Prediction

	0	1	
0	26	0	26
1	1	5	6
	27	5	32

Confusion matrix

Curva di ROC



Curve limite:

una che taglia il grafico a 45°, passando per l'origine. Questa retta rappresenta il caso del classificatore randomico (linea di «nessun beneficio»), e l'area sottesa è pari a 0,5. la seconda curva è rappresentata dall'insieme di segmenti che dall'origine sale al punto (0,1) e da quello che congiunge il punto (0,1) a (1,1), avendo un'area sottesa di valore pari a 1, ovvero rappresenta il classificatore perfetto.

Togliamo un attributo (ad esempio il NAO):

		Prediction		
		0	1	
Correct Class	0	26	0	26
	1	6	0	6
		32	0	32

Risultati statistici

- Facendo una statistica variando il campione random di test (sempre al 66%), si ottiene in previsione una percentuale di circa il **75% di successo**;
- Ovviamente riducendo la dimensione del training set **diminuisce** la capacità predittiva;
- Nel nostro caso il campione al **66%** è risultato ottimale.

CONCLUSIONI

- I metodi di machine learning sono appropriati ed efficaci nella modellizzazione di sistemi complessi, come nel caso delle mucillagini, nei quali la classe da predire è ***binaria***;
- E' chiaro che non “spiegano” a livello microscopico il fenomeno ma ***classificano*** gli eventi di mucillagine in base a ben definite condizioni ambientali;
- E' importante notare però il fatto che la possibilità di una classificazione implica l'esistenza di nessi causali deterministici che possono essere una ***condizione necessaria*** per il verificarsi del fenomeno.

CONCLUSIONI

- Alcune variabili individuate nell'analisi sono in linea con quanto già riportato in letteratura: **temperatura dell'aria e NAO** sono stati più volte correlati con l'insorgenza del fenomeno;
- Il NAO è legato al **campo di pressione** in Adriatico che riveste, nel lavoro di Crisciani e Ferraro, un ruolo importante essendo come dimostrato nel lavoro legato all'apporto di **acque da sud** nel periodo inverno-primavera, acque che sarebbero collegate con l'insorgenza in estate del fenomeno;
- Le variabili "**differenza**" $d(\text{portata}_{\text{del PO}})$ e $d(\text{piovosità})$ mostrerebbero che il fenomeno è legato a **variazioni interannuali** e che quindi possiede una "**memoria**" perlomeno su questa scala; Tra l'altro la piovosità è legata agli apporti di acque dolci nel Golfo di Trieste non considerati esplicitamente.
- I dati quindi andrebbero integrati con le **portate dei fiumi Isonzo e Tagliamento**;
- Una analisi sulle variazioni a scala interannuale andrebbe effettuata onde evidenziare **ritardi** tra cause ed effetto.

Grazie dell'attenzione!

