

MONITORAGGIO DEI CORSI D' ACQUA

Presentato da Dott. Marco Nardini - ARPA LOMBARDIA - Dipartimento di Monza e Brianza



DEFINIZIONE DI INQUINANTE

Gli inquinanti sono sostanze che, direttamente o indirettamente, costituiscono un pericolo per la salute dell'uomo o per l'[ambiente](#), provocando alterazioni delle risorse biologiche e dell'[ecosistema](#).

Molti dei composti che sono dannosi per l'ambiente possono esserlo, nel medio-lungo termine, anche per gli esseri viventi.

ORIGINE degli INQUINANTI

Ogni inquinante ha origine da una SORGENTE.

La SORGENTE può essere di due tipi:

- NATURALE (un'eruzione vulcanica o un incendio)
- ANTROPOGENICA (dovuta ad attività umane)

Dopo che un inquinante è stato rilasciato da una sorgente, esso può agire su di un RECETTORE.

Sono RECETTORI gli esseri umani, gli animali e le piante: qualsiasi cosa su cui l'inquinante può avere effetto.

D.Lgs. 152 del 3/4/2006

Norme in materia ambientale

Struttura del D.Lgs. 152/06

Parte prima: Disposizioni comuni

Parte seconda: Procedure per VAS - VIA - IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control - Autorizzazione Integrata Ambientale)

Parte terza : *La difesa del suolo - la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche*

Parte quarta: La gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti contaminati

Parte quinta: La tutela dell'aria e la riduzione delle emissioni in atmosfera

Parte sesta : La tutela risarcitoria contro i danni ambientali.

D.Lgs. 152/06 Parte Terza:
**Norme in materia di difesa del suolo e lotta
alla desertificazione, di tutela delle acque
dall'inquinamento e di gestione delle risorse
idriche**

Sezione I: norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione

Sezione II: tutela delle acque dall'inquinamento

Sezione III: gestione delle risorse idriche

Sezione IV: disposizioni transitorie e finali

Sezione II

**Tutela delle acque
dall'inquinamento**

ART.73: FINALITÀ

Le finalità di questa sezione del D.Lgs. 152/06 richiamano molto da vicino quelle del D.Lgs. 152/99.

Tra gli scopi più importanti segnaliamo:

- Prevenire e ridurre l'inquinamento ed attuare il risanamento dei corpi idrici inquinati;
- Mantenere la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici, nonché la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

Il raggiungimento degli obiettivi sopracitati può essere realizzato con i seguenti strumenti:

1. il rispetto dei valori limite degli scarichi;
2. l' adeguamento dei sistemi di fognatura, collettamento e depurazione degli scarichi idrici;
3. l'individuazione di misure tese alla conservazione, al risparmio, ed al **riciclo** delle risorse idriche.

GLI OBIETTIVI DI QUALITÀ

(art.76 - art.77 - art.79 - art.80 - art.83 - art.84)

L'obiettivo di qualità ambientale è definito in funzione della capacità dei corpi idrici di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

Entro il 22 dicembre 2015 la legge si propone di:

• mantenere o raggiungere per i corpi idrici significativi superficiali e sotterranei l'obiettivo di qualità ambientale corrispondente allo stato di "buono";

• sia mantenuto, ove già esistente, lo stato di qualità "elevato".

Al fine di raggiungere lo stato di qualità "buono",

entro il 31 dicembre 2008

ogni corpo idrico classificato dovrebbe
raggiungere almeno lo stato di qualità "sufficiente".

E' intuitivo che non tutti i corpi idrici potranno avere uno stato di qualità "buono" entro il 2015.

Il mancato raggiungimento degli obiettivi prefissati deve essere riconducibile a quanto segue:

- la portata dei miglioramenti necessari può essere attuata, per motivi di realizzabilità tecnica, solo in fasi di tempo che superino il periodo stabilito (buono nel 2015);
- il completamento dei miglioramenti entro il termine fissato risulta particolarmente costoso.

CLASSIFICAZIONE DEI CORPI IDRICI **SUPERFICIALI**

- ELEVATO:** qualità chimico-fisica e biologica "naturale"
- BUONO:** bassi livelli di alterazione della qualità biologica e chimico-fisica
- SUFFICIENTE:** scostamenti moderati della qualità biologica e chimico-fisica
- SCARSO (SCADENTE):** alterazioni considerevoli della qualità biologica e chimico-fisica
(concentrazioni di microinquinanti con effetto sull'ecosistema)
- CATTIVO:** alterazioni gravi della qualità biologica, con perdita della biodiversità

Nel D.Lgs. 152/06 vengono elencati gli

**elementi qualitativi per la classificazione dello
stato ecologico**

e vengono date delle "definizioni normative per la classificazione dello stato ecologico elevato, buono e sufficiente" per ogni elemento di qualità,

**ma non vengono definiti i criteri oggettivi per la
classificazione**

(di fatto la scelta di tali criteri è demandata al Ministero dell'Ambiente).

Attualmente quindi lo

STATO ECOLOGICO (SECA)

e lo

STATO AMBIENTALE (SACA)

dei corsi d'acqua sono determinati ai sensi
del D.Lgs. 152/99.

Stato Ecologico Corsi d' Acqua (SECA)

Viene espresso in classi da 1 a 5, incrociando il dato risultante da

7 parametri Macrodescrittori

con il risultato

dell' I.B.E.,

attribuendo al corpo idrico in esame il

risultato peggiore

tra quelli derivati dalle valutazioni di I.B.E. e

Macrodescrittori (LIM: Livello di Inquinamento espresso dai Macrodescrittori). La determinazione dei parametri macrodescrittori avviene con cadenza mensile.

Livello di inquinamento
espresso dai Macrodescrittori
(LIM)

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
100 - OD (% sat. Ossigeno)	$\leq 10 $	$\leq 20 $	$\leq 30 $	$\leq 50 $	$\geq 50 $
BOD5 (mg/l O ₂)	$< 2,5$	≤ 4	≤ 8	≤ 15	> 15
COD (mg/l O ₂)	< 5	≤ 10	≤ 15	≤ 25	> 25
NH ₄ (mg/l N)	$< 0,03$	$\leq 0,1$	$\leq 0,5$	$\leq 1,5$	$> 1,5$
NO ₃ (mg/l N)	$< 0,30$	$\leq 1,5$	≤ 5	≤ 10	> 10
Fosforo totale (mg/l P)	$< 0,07$	$\leq 0,15$	$\leq 0,3$	$\leq 0,6$	$> 0,6$
Escherichia coli (UFC/100 ml)	< 100	≤ 1.000	≤ 5.000	≤ 20.000	> 20.000
Punteggio da attribuire per ogni parametro analizzato (75° percentile del periodo di rilevamento)	80	40	20	10	5
<u>L.I.M.</u>	480 - 560	240 - 475	120 - 235	60 - 115	< 60

UFC: unità formanti colonie

OD: % Ossigeno Disciolto

Poiché la quantità di ossigeno disciolta nell'acqua è legata alla temperatura, la valutazione del grado di ossigenazione di un corpo idrico va fatta non riferendosi alla quantità totale di ossigeno (mg/l), ma alla % di ossigeno disciolto (quantità di ossigeno presente rispetto alla sua solubilità riferita ad una certa temperatura).

parametri di riferimento:

% OD	attorno	100%	corpo idrico in buona salute
% OD	sotto	100%	corpo idrico inquinato da sostanza organica
% OD	sopra	100%	corpo idrico soggetto ad eutrofizzazione*

* La sovrassaturazione è legata all'abbondante produzione di ossigeno con la fotosintesi clorofilliana, che non si è ancora aggregato in bolle che si disperdono nell'atmosfera.

Per ciascun parametro macrodescrittore viene determinato il 75° percentile.

Il valore ottenuto rientra in un livello al quale corrisponde un punteggio (penultima riga della tabella precedente).

La somma dei punteggi ottenuti per ciascun parametro macrodescrittore fornisce il valore di LIM cercato:

Livello 1 = ottimo

Livello 2 = buono

Livello 3 = sufficiente

Livello 4 = scadente

Livello 5 = pessimo.

Indice Biotico Esteso (I.B.E.)

Si basa sull'analisi delle comunità di macroinvertebrati bentonici, cioè di quegli animali (insetti, molluschi, crostacei) che vivono sui fondali dei fiumi e sono sensibili agli inquinanti.

Analogamente a quanto fatto per il L.I.M., anche qui si esprime il risultato come livello 1, 2, 3, 4 e 5.

Un corso d'acqua non inquinato è caratterizzato dalla presenza di

specie sensibili

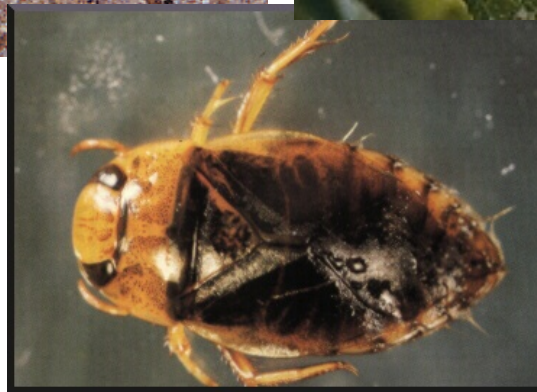
all'inquinamento

ed alla carenza di ossigeno,

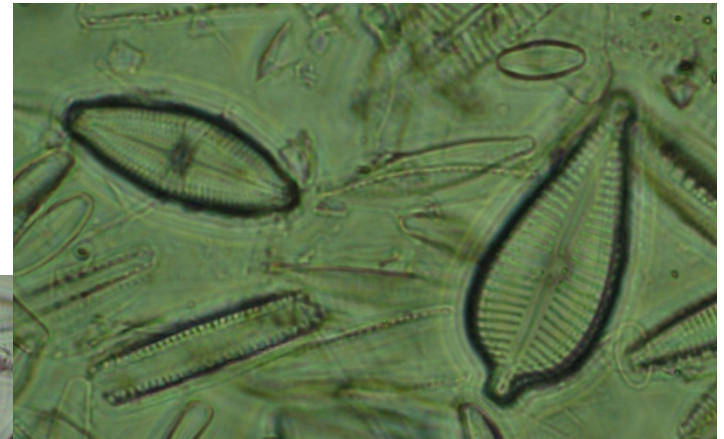
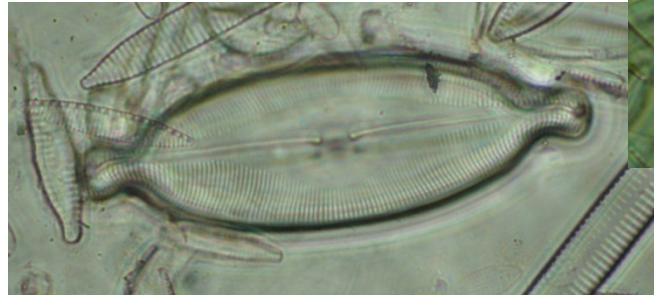
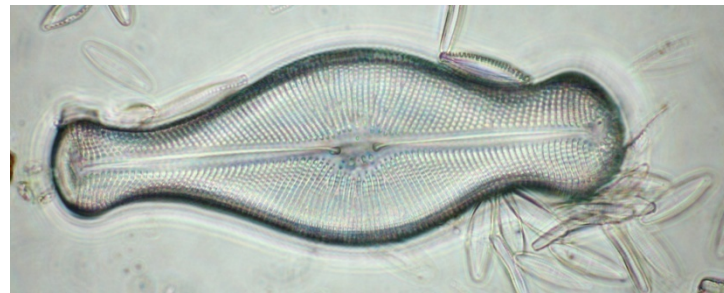
in quello inquinato invece riusciranno a vivere

solo le specie più resistenti.

1. MACROINVERTEBRATI



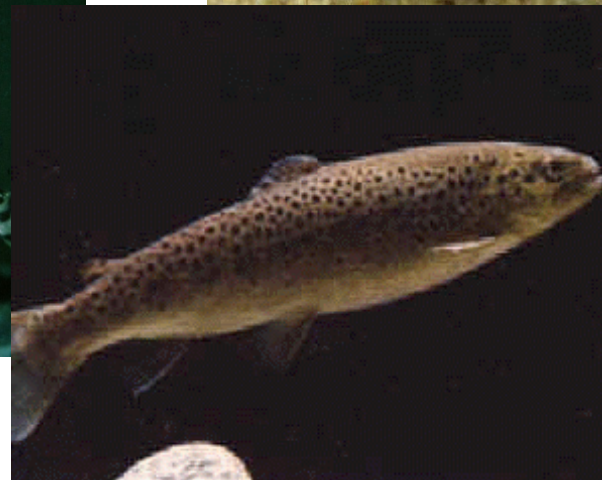
2. DIATOMEEE



3. MACROFITE



4. PESCI



Stato Ecologico Corso d'Acqua: *SECA*

E' effettuata incrociando il dato del LIM con quello dell' IBE, attribuendo al corso d'acqua in esame (o sua sezione) il risultato peggiore.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Valore di IBE	10 - 11 - 12 ...	8 - 9	6 - 7	4 - 5	1 - 2 - 3
LIM	480 - 560	240 - 475	120 - 235	60 - 115	< 60
	Ottimo	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Stato Ambientale Corso d'Acqua: **SACA**

Viene determinato incrociando i dati relativi allo Stato Ecologico (SECA) con i dati relativi alla presenza di parametri addizionali, i quali definiscono lo Stato Chimico del corso d' acqua.

I parametri addizionali sono riportati nella Tab. 1/A e Tab. 1/B Allegato 1 - Parte Terza del D.Lgs. 152/06.

Anche qui, il risultato finale e' espresso in termini di Elevato, Buono, Sufficiente, Scadente, Pessimo.

L'allegato 1 del D.Lgs. 152/06 è stato modificato nel corso dell'anno 2009.

Tra le tante novità introdotte si evidenzia che la Tab.1/A è stata modificata, sono stati abbassati i valori limite di alcune specie chimiche (es.: Mercurio e Cadmio) e si è provveduto alla distinzione dei vari inquinanti in Sostanze Prioritarie (P), Sostanze Pericolose e Prioritarie (PP) e rimanenti sostanze (E) .

Anche la Tab. 1/B è stata modificata, con la modifica di alcune CMA.

TABELLA 1/A allegato 1 D.lgs 152/06
"Standard di qualità per le sostanze dell'elenco di Priorità"
(stralcio)

Parametro	udm	Limite
Cadmio (PP)	(μ g/l)	0,08 (1)
Mercurio (PP)	(μ g/l)	0,03 (1)
Nichel (P)	(μ g/l)	20
Piombo (P)	(μ g/l)	7,2 (10)
Tetracloroetilene (E)	(μ g/l)	10
P = Prioritarie		
PP = Pericolose Prioritarie		
() = vecchi limiti		

TABELLA 1/B allegato 1 D.lgs 152/06
"Altre sostanze, non appartenenti all'elenco di Priorità"
(stralcio)

Parametro	udm	Limite
Arsenico	(μ g/l)	10
Cromo totale	(μ g/l)	7 (50)
Pesticidi totali	(μ g/l)	1
Toluene	(μ g/l)	5
Xileni	(μ g/l)	5

Il superamento di uno dei valori soglia determina l'attribuzione al corso d'acqua in esame o frazione di esso dello stato "SCADENTE"; se il corpo idrico presentava lo stato "Pessimo", questo viene confermato.

	Stato ecologico				
Concentrazione parametri addizionali	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
$\leq$ valore soglia	ELEVATO	BUONO	SUFFICIENTE	SCADENTE	PESSIMO
$\geq$ valore soglia	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	PESSIMO

Lambro Lesmo

Data prelievo	Mese A	Mese B	Mese C	Mese D	Mese E	Mese F
Portata (mc/s)	2,2	2,9	5,5	4,5	1,0	5,9
Escherichia coli (u.f.c.)	700	2500	26000	15100	400	8160
Ossigeno disciolto (% sat.)	89,10	80,00	87,00	132,70	104,20	86,20
100-OD	10,9	20	13	32,7	4,2	13,8
Azoto nitrico (mg/L)	2,90	3,30	3,02	2,61	4,70	1,60
ammoniacale (mg/L)	0,1	0,1	0,4	5,5	0,1	0,2
BOD-5 (mg/L)	<2	2	8,5	2,0	<2	<2
COD (mg/L)	50,50	40,10	70,30	22,80	13,80	29,30
Fosforo totale (mg/L)	0,5	0,5	0,7	0,6	0,7	0,2

	75° percentile	Punteggi		LIM: LIVELLO 3 (punteggio: 185) SUFFICIENTE	
Escherichia coli (u.f.c.)	8160	10			
100 - OD	13,8	40			
Azoto nitrico (mg/L)	3,02	20			
ammoniacale (mg/L)	0,2	20			
BOD-5 (mg/L)	2	80			
COD (mg/L)	40,10	5			
Fosforo totale (mg/L)	0,6	10			

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
100 - OD (% sat. Ossigeno)	$\leq 10 $	$\leq 20 $	$\leq 30 $	$\leq 50 $	$\geq 50 $
BOD5 (mg/l O ₂)	$< 2,5$	≤ 4	≤ 8	≤ 15	> 15
COD (mg/l O ₂)	< 5	≤ 10	≤ 15	≤ 25	> 25
NH ₄ (mg/l N)	$< 0,03$	$\leq 0,1$	$\leq 0,5$	$\leq 1,5$	$> 1,5$
NO ₃ (mg/l N)	$< 0,30$	$\leq 1,5$	≤ 5	≤ 10	> 10
Fosforo totale (mg/l P)	$< 0,07$	$\leq 0,15$	$\leq 0,3$	$\leq 0,6$	$> 0,6$
Escherichia coli (UFC/100 ml)	< 100	≤ 1.000	≤ 5.000	≤ 20.000	> 20.000
Punteggio da attribuire per ogni parametro analizzato (75° percentile del periodo di rilevamento)	80	40	20	10	5
<u>L.I.M.</u>	480 - 560	240 - 475	120 - 235	60 - 115	< 60

UFC: unità formanti colonie

OD: % Ossigeno Disciolto

	2006	2007	2008
Escherichia coli (u.f.c.)	26750 [5]	9240 [10]	7850 [10]
100 - OD	42 [10]	20,7 [20]	40,5 [10]
Azoto nitrico (mg/L)	3,725 [20]	3,325 [20]	2,650 [20]
N ammoniacale (mg/L)	0,250 [20]	0,115 [20]	0,363 [20]
BOD-5 (mg/L)	3,00 [40]	2,39 [80]	2,35 [80]
COD (mg/L)	19,75 [10]	32,53 [5]	16,25 [10]
Fosforo totale (mg/L)	0,638 [5]	0,588 [10]	0,770 [5]
LIM	110	165	155
I.B.E.	7/6	6/7	7

Lambro
Lesmo

[] =
punteggio

Lambro Lesmo

	2006	2007	2008
LIM	110 (livello 4)	165 (livello 3)	155 (livello 3)
I.B.E.	7/6 (livello 3)	6/7 (livello 3)	7 (livello 3)
SECA	4 (scadente)	3 (sufficiente)	3 (sufficiente)

Lambro - Cologno

Data prelievo	Mese A	Mese B	Mese C	Mese D	Mese E	Mese F
Portata (mc/s)	4,9	4,9	16,3	3,8	3,3	14,9
Escherichia coli (u.f.c.)	58000	18000	111000	1000	2000	280000
Ossigeno disciolto (% sat.)	76,20	76,70	69,80	81,40	36,20	68,90
100 - OD	23,8	23,3	30,2	18,6	63,8	31,1
Azoto nitrico (mg/L)	2,10	2,61	2,57	3,27	0,80	2,00
ammoniacale (mg/L)	2,7	4,8	3,8	0,1	2,6	1,1
BOD-5 (mg/L)	5,1	<2	6,2	<2	4,0	12,3
COD (mg/L)	57,70	32,00	74,20	12,60	33,00	36,70
Fosforo totale (mg/L)	3,7	1,2	1,1	0,6	1,8	0,5

	75° percentile	Punteggi		LIM: LIVELLO 4 (punteggio: 70) SCADENTE	
Escherichia coli (u.f.c.)	58000	5			
100 - OD	30,2	10			
Azoto nitrico (mg/L)	2,57	20			
ammoniacale (mg/L)	2,7	5			
BOD-5 (mg/L)	5,1	20			
COD (mg/L)	36,7	5			
Fosforo totale (mg/L)	1,2	5			

Lambro
Cologno

[] =
punteggio

	2006	2007	2008
Escherichia coli (u.f.c.)	87500 [5]	110000 [5]	100650 [5]
100 - OD	60 [5]	38,2 [10]	51,7 [5]
Azoto nitrico (mg/L)	2,700 [20]	2,580 [20]	1,710 [20]
N ammoniacale (mg/L)	4,650 [5]	4,025 [5]	6,448 [5]
BOD-5 (mg/L)	8,90 [10]	6,41 [20]	4,40 [20]
COD (mg/L)	40,25 [5]	42,50 [5]	28,88 [5]
Fosforo totale (mg/L)	1,950 [5]	2,150 [5]	2,185 [5]
LIM	55	70	65
I.B.E.	2/3	2	5/4

Lambro Cologno

	2006	2007	2008
LIM	55 (livello 5)	70 (livello 4)	65 (livello 4)
I.B.E.	2/3 (livello 5)	2 (livello 5)	5/4 (livello4)
SECA	5 (pessimo)	5 (pessimo)	4 (scadente)

Lambro Lesmo	2006	2007	2008
LIM	110 (livello 4)	165 (livello 3)	155 (livello 3)
I.B.E.	7/6 (livello 3)	6/7 (livello 3)	7 (livello 3)
SECA	4 (scadente)	3 (sufficiente)	3 (sufficiente)

Lambro Cologno	2006	2007	2008
LIM	55 (livello 5)	70 (livello 4)	65 (livello 4)
I.B.E.	2/3 (livello 5)	2 (livello 5)	5/4 (livello 4)
SECA	5 (pessimo)	5 (pessimo)	4 (scadente)

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Valore di IBE	10 - 11 - 12 ...	8 - 9	6 - 7	4 - 5	1 - 2 - 3
LIM	480 - 560	240 - 475	120 - 235	60 - 115	< 60
	Ottimo	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo

Lambro: caratteristiche

Sorgente:	pendici Monte Forcella (comune di Magreglio)
Foce:	fiume PO
Bacino idrografico:	2.200 Km ² di superficie
Regime idrografico:	tipicamente torrentizio (periodi di magra alternati ad improvvisi episodi di piena)
Affluenti:	Olona e Seveso
Obiettivo di qualità:	BUONO entro il 2016 solo per il tratto a monte di Monza; per il tratto a valle di Monza SUFFICIENTE entro il 2025.

Caratteristiche tra sorgente e punto di misurazione a Valle di Monza (Brugherio)

Portata: di tipo modesto, dovuta essenzialmente di tipo naturale (apporti del reticolo idrografico minore [ruscelli, ecc.]), solo in minima parte influenzata dall'attività dell'uomo (depuratore di San Rocco (Monza)).

LIM: si passa da BUONO (Lasnigo (Co)) a SUFFICIENTE (Merone (Co)) dovuto probabilmente a immissione torrente Bevera e lago di Pusiano (lago formato dal Lambro stesso) a PESSIMO (Brugherio).

PESSIMO: prevalentemente a causa di scarichi di origine civile



Lambro: sversamento di idrocarburi

Il 23 febbraio scorso, tra le 3 e le 4 del mattino, il deposito di combustibili della Lombarda Petroli (Villasanta, MB), ha rilasciato un' ingente quantità di prodotti petroliferi a causa di una volontaria azione criminosa.

Gli Idrocarburi sversati sono fuoriusciti dai serbatoi in circa 3 ore (velocità uscita dai serbatoi: 200 litri/s) e sono arrivati al depuratore di Monza attraverso uno scarico fognario di circa 4,5 Km.

Sono state sversate 2600 tonnellate di Idrocarburi (1800 di gasolio e 800 di olio combustibile), di cui circa 2100 recuperate.

❖ 1250 tonnellate sono state trattenute dal Depuratore di Monza

❖ 300 tonnellate sono state recuperate dai piazzali della Lombarda Petroli

❖ 100 tonnellate sono state recuperate dalle barriere sul Lambro realizzate per l'emergenza

❖ 450 tonnellate sono state intercettate allo sbarramento di Isola Serafini, sul Po

❖ Altri quantitativi, NON stimati, sono stati raccolti dalle barriere di panne assorbenti posizionate sul Lambro e sul Po.

(da "News ARPA Lombardia n.388")

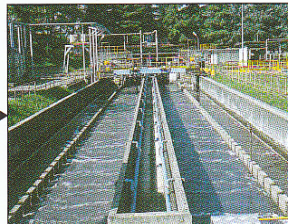
L'ingresso nel Fiume Lambro del materiale inquinante è stato limitato anche grazie all'intervento del **Depuratore di San Rocco**.

IL PERCORSO DELL'ACQUA

FIUME LAMBRO



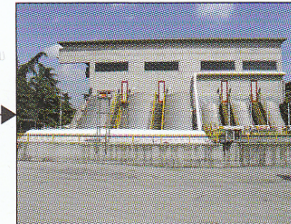
INGRESSO
LIQUAMI



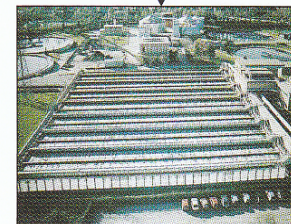
DISSABBIATURA
DISOLEATURA



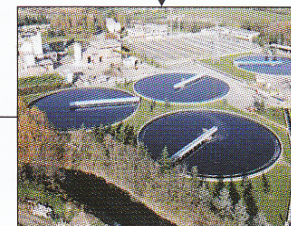
SEDIMENTAZIONE
PRIMARIA



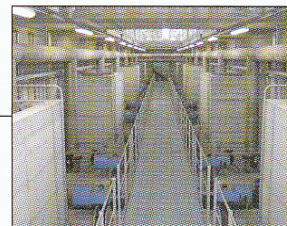
SOLLEVAMENTO
LIQUAMI



OSSIDAZIONE
BIOLOGICA



SEDIMENTAZIONE
SECONDARIA



FILTRAZIONE

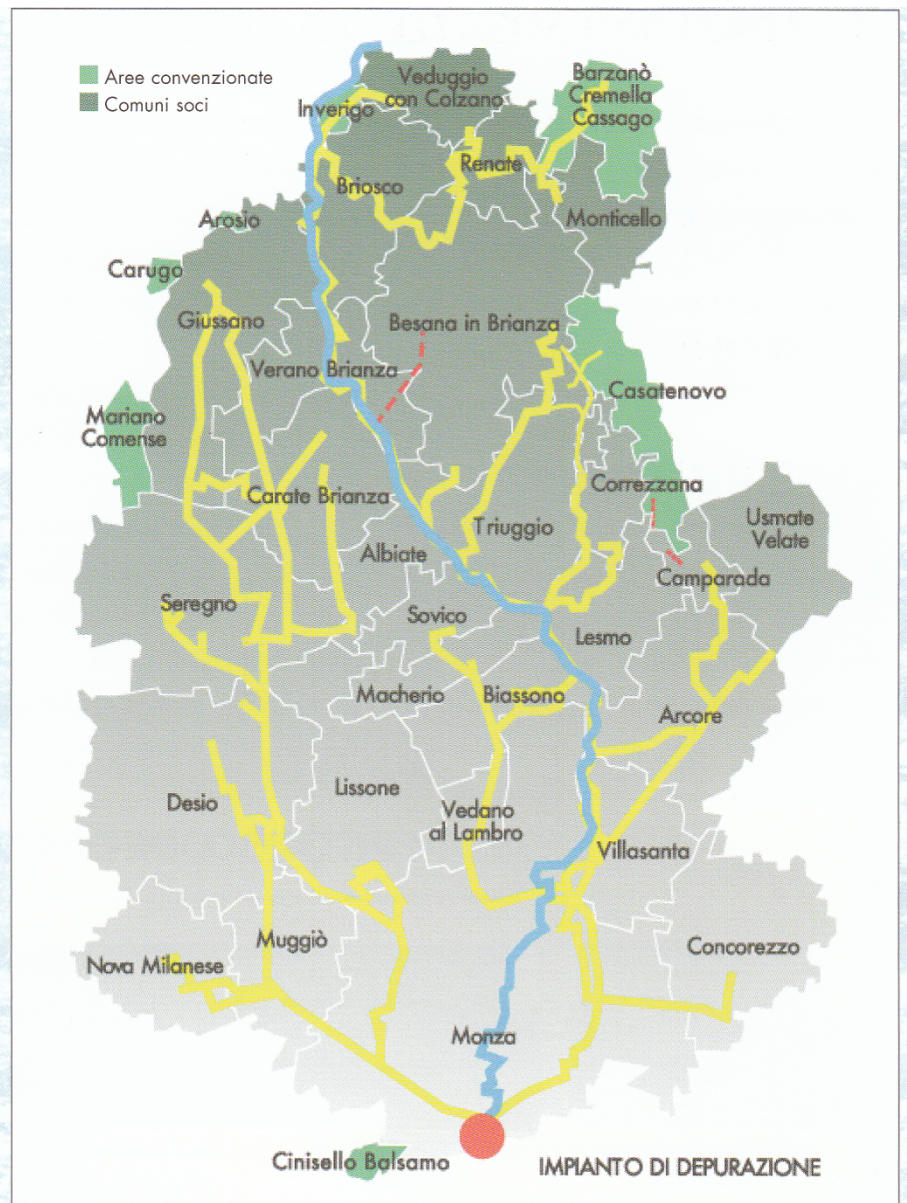


DISINFEZIONE



SCARICO
FINALE





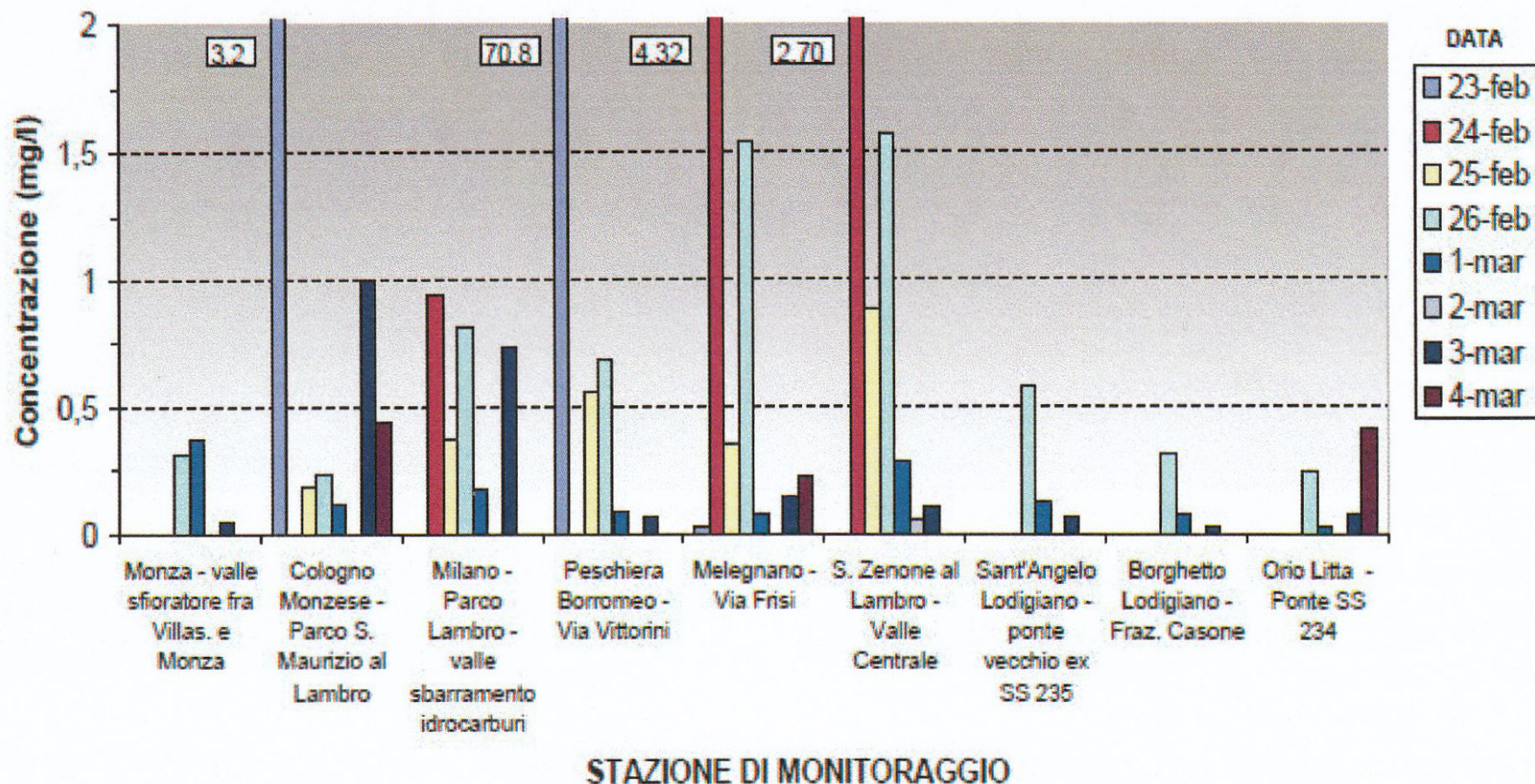
La rete dei collettori intercomunali

Dopo la fase iniziale di gestione dell'emergenza, sono iniziate le valutazioni per il recupero ambientale di tutte le aree più colpite dall'evento, a partire dal Fiume Lambro, che ha certamente subito un **brusco rallentamento nel processo**, in atto da tempo, **del suo risanamento**.

Tutte le azioni hanno visto il concorso, in stretta collaborazione, degli Organi di Regione Lombardia e delle altre Regioni interessate, delle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente, del Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri, delle Prefetture, oltre che dei Comuni, delle Provincie e del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco.

Per quanto riguarda gli Idrocarburi totali si è evidenziato una **graduale diminuzione** delle concentrazioni con valori altalenanti, probabilmente legati alla variazione dei livelli del fiume, con relativo dilavamento delle sponde. I dati ad oggi testimoniano una presenza che si è ridotta considerevolmente e non richiede più interventi di emergenza, a tutela dell'uomo e dell'ambiente.

Monitoraggio idrocarburi



NOTA: Nelle campagne di monitoraggio precedenti l'evento del 23 febbraio, nella stazione posta a monte del punto di sversamento (Lesmo) gli Idrocarburi sono risultati inferiori al limite di quantificazione.

In data 15.04.2010 sono state campionate le stazioni della rete ordinaria sul Lambro da Cologno Monzese ad Orio Litta.

Le concentrazioni del parametro Idrocarburi per tutte le stazioni sono risultate inferiori al limite di quantificazione (0,05 mg/l), tranne per quella ubicata a Cologno Monzese Parco S. Maurizio al Lambro, per la quale è risultata una concentrazione di 0,08 mg/l.

L'ANALISI CHIMICA



L'analisi non inizia in laboratorio, inizia nel momento in cui viene preso il campione.

Per avere un risultato il più possibile vicino al valore vero si deve campionare in maniera corretta in modo da avere un campione omogeneo, rappresentativo del corpo da analizzare.

Si deve poi portare il campione in laboratorio senza che subisca alterazioni.

Si dovrà poi analizzare il campione con la tecnica più opportuna.

CAMPIONAMENTO: definizione generale

Lo scopo del campionamento ambientale è sempre quello di consentire la raccolta di porzioni rappresentative della matrice che si vuole sottoporre ad analisi.

Il campionamento costituisce quindi la prima fase di ogni processo analitico che porterà a risultati la cui qualità è strettamente correlata a quella del campione prelevato.

Per tale motivo, il campionamento è una fase estremamente complessa e delicata che condiziona i risultati di tutte le operazioni successive e che di conseguenza incide in misura non trascurabile sull'incertezza totale del risultato dell'analisi.

CAMPIONAMENTO di un FIUME

Il campionamento delle acque viene effettuato in corrispondenza dei punti (stazioni) di prelievo.

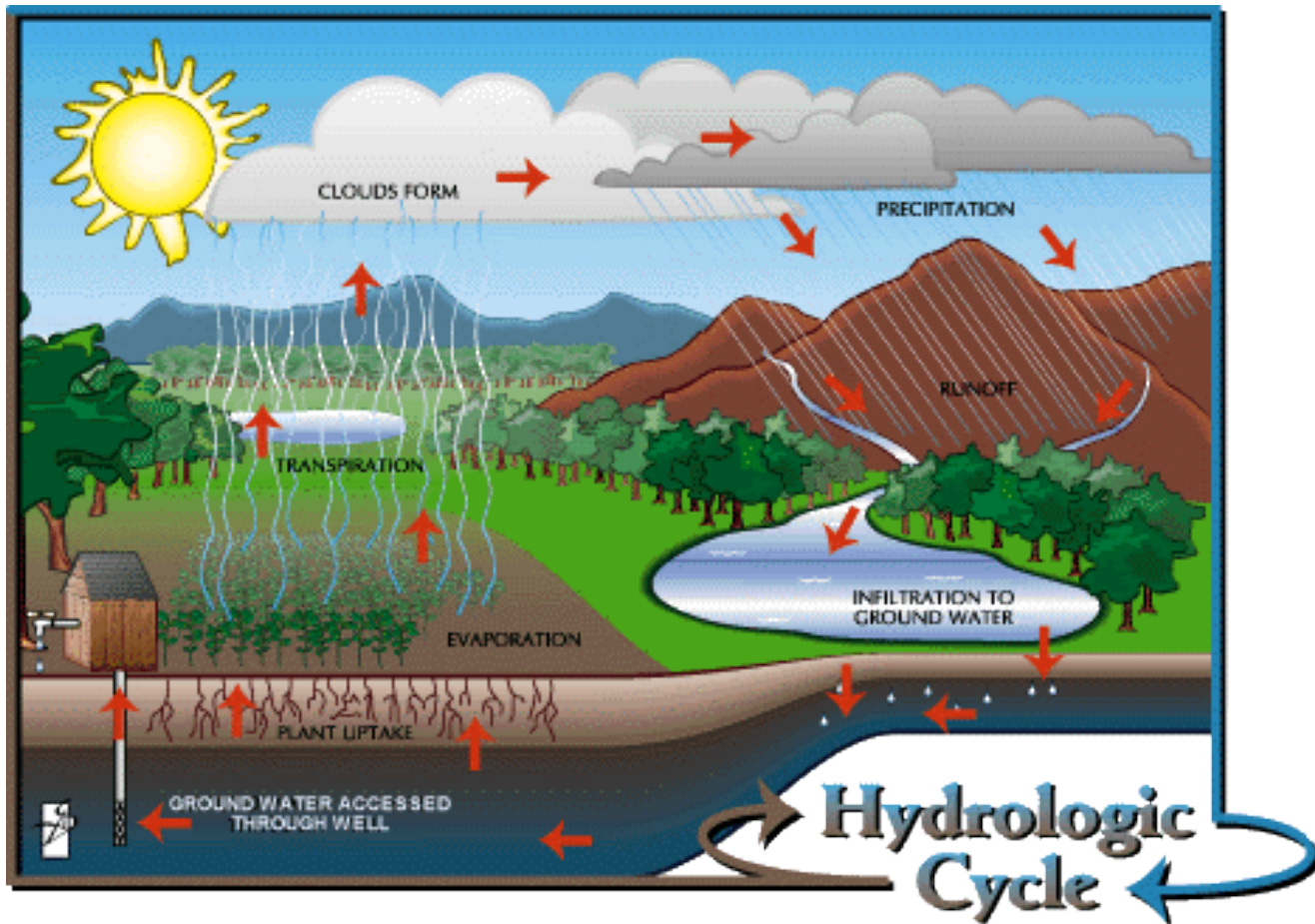
Il punto di prelievo corrisponde ad una zona del corso d'acqua che non presenta né ristagni, né particolari turbolenze.

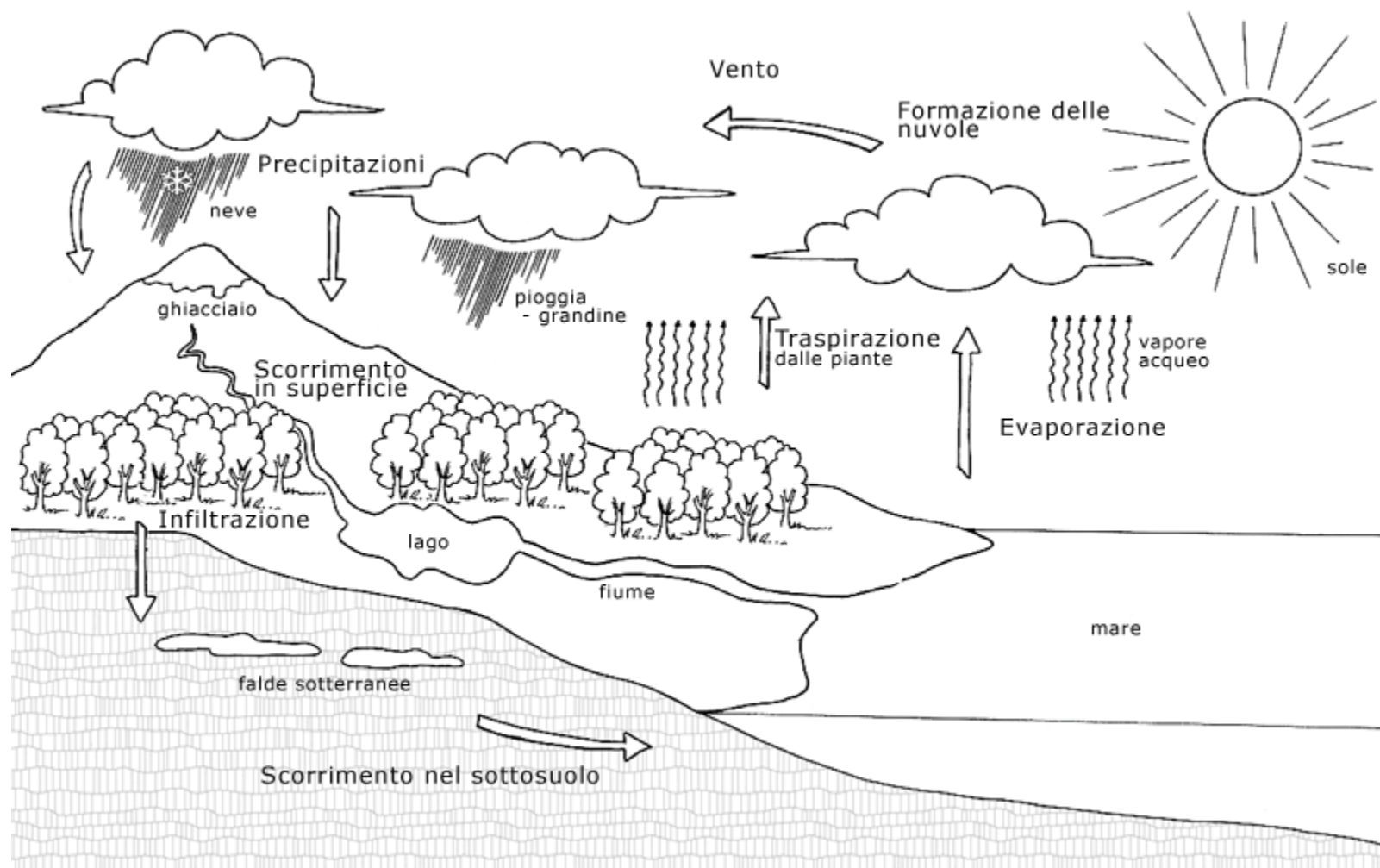
Il riempimento dei contenitori viene fatto normalmente per immersione diretta nel corso d'acqua, avendo cura di non smuovere il sedimento con i piedi e utilizzando guanti sterili monouso in lattice.

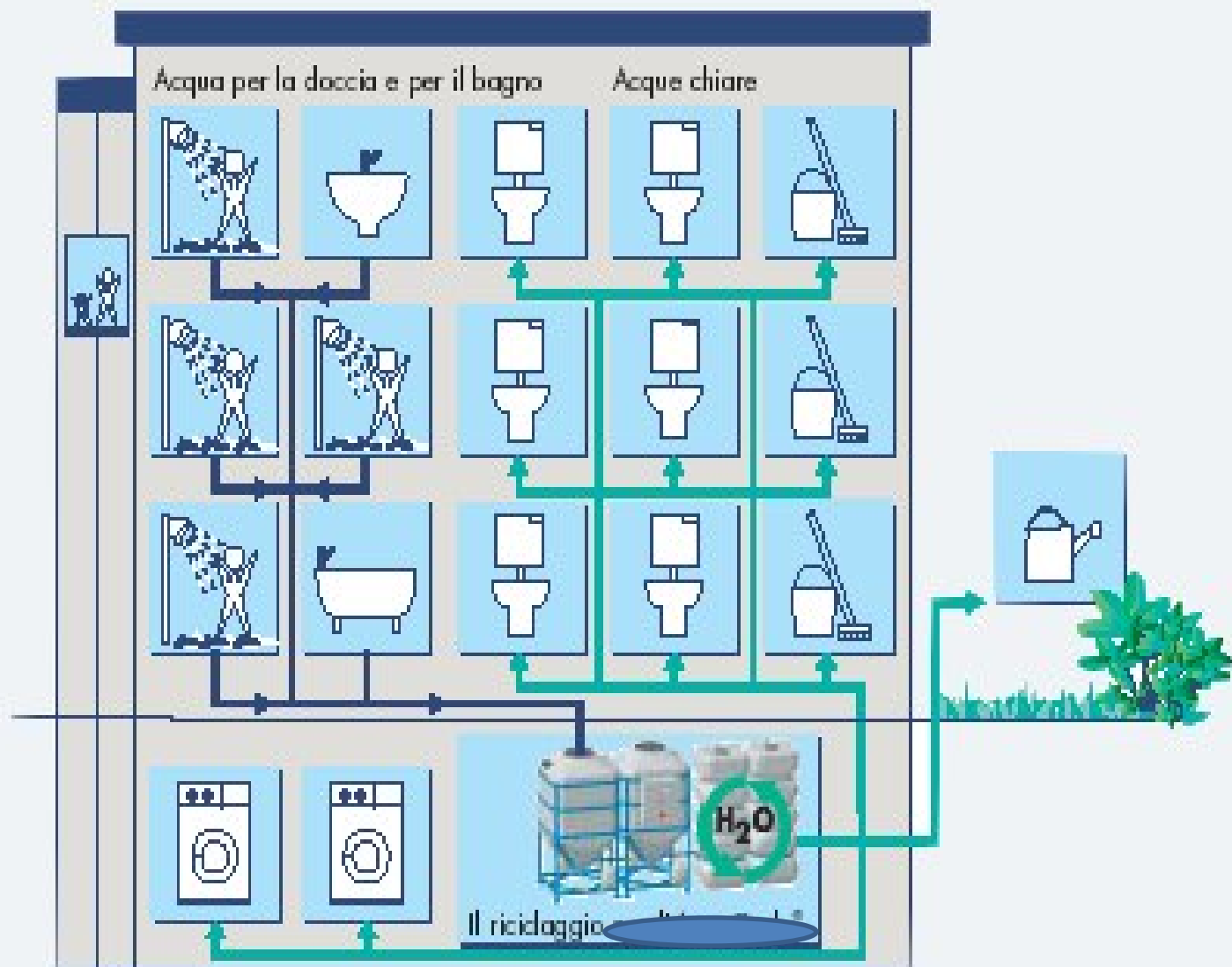
In alternativa viene calato dal ponte della stazione di misura, per mezzo di una corda, un secchio destinato a raccogliere l'acqua corrente necessaria per riempire i contenitori.

I prelievi per l'analisi batteriologica vengono realizzati calando in acqua un bastone attrezzato con una pinza in grado di sostenere la bottiglia che viene immersa in acqua.

CICLO dell'ACQUA

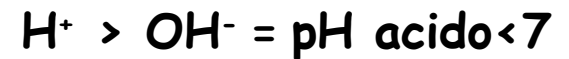
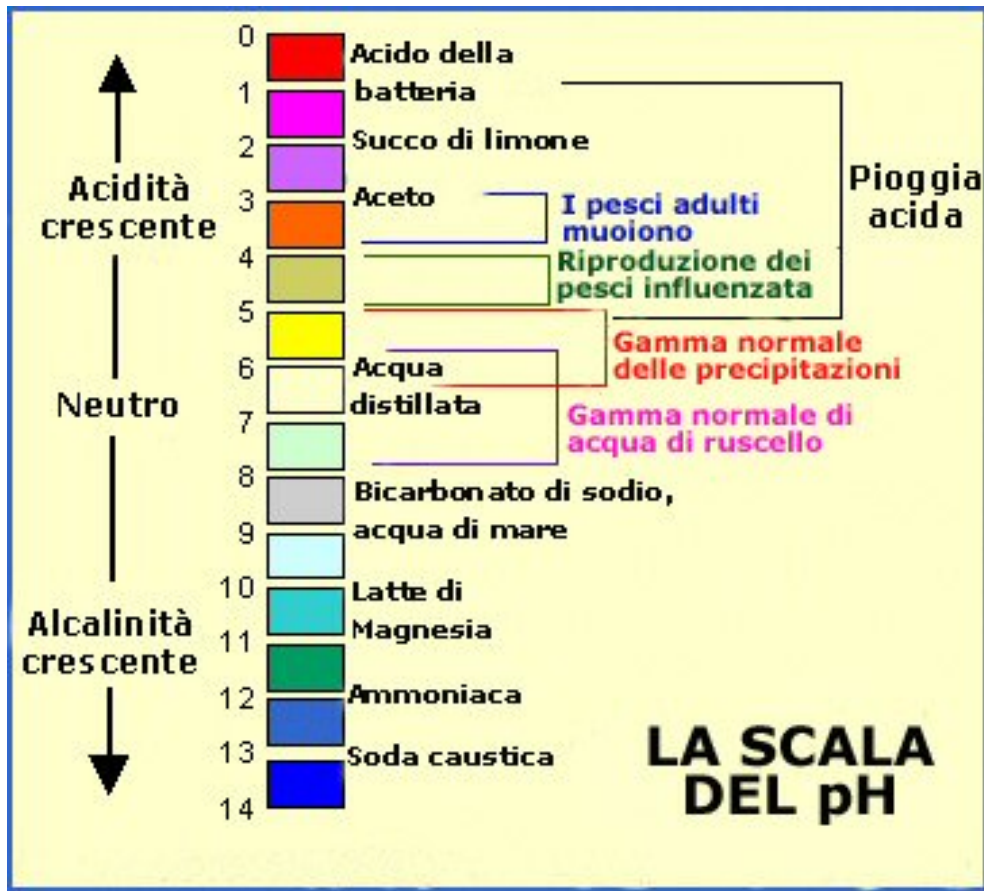






pH

Il pH misura l'acidità o la basicità di una soluzione



La DUREZZA

La durezza è la concentrazione degli ioni Calcio e Magnesio.

Il tenore di sali di Calcio e Magnesio dipende molto dalla natura dei terreni e dalla composizione delle rocce attraversati dal corso d'acqua.

Nella nostra vita quotidiana la durezza dell'acqua che usiamo o beviamo è molto importante.

Un acqua molto dura darà problemi di calcare (carbonato di calcio e magnesio) nelle tubature.

OSSIGENO DISCIOLTO

L'Ossigeno disciolto è il parametro più significativo per la vita dei pesci.

La quantità di ossigeno disciolta nell'acqua dipende dalla **temperatura** (più è alta meno rimane disciolto), dalla **pressione atmosferica**, dalle **sostanze inquinanti** che consumano ossigeno per l'autodepurazione e **dall'attività fotosintetica**.

Se scende al di sotto dei **5 mg/l** la vita in acqua inizia a diventare problematica.

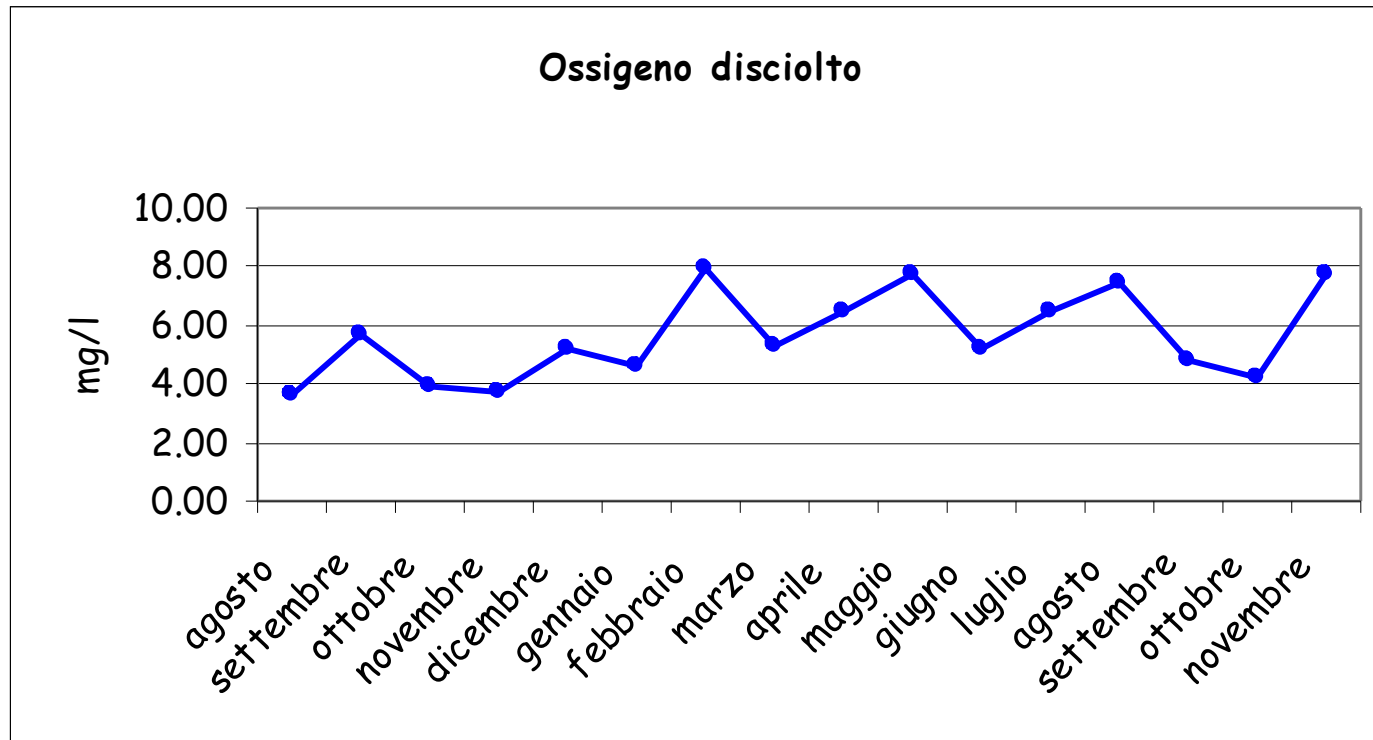
L'ossigeno viene usato per demolire la sostanza organica.

L'acqua di superficie può prelevare ossigeno dall'atmosfera.

E' importante determinare questo parametro con una misura in situ.

Per questo motivo esistono delle sonde che vengono calate in acqua e permettono una determinazione diretta.

L'Ossigeno disciolto



FOSFATI

Il fosforo è generalmente presente nelle acque naturali per la degradazione di sostanze organiche, presenti nelle piante e negli animali e nei loro sottoprodotti o di sostanze inorganiche presenti nel suolo o nei detersivi.

La crescita delle piante è limitata dalla quantità di fosforo disponibile.

Poiché il fitoplancton richiede solo piccole quantità di fosforo per vivere, un eccesso di fosforo provoca una crescita algale estesa, chiamata fioritura che è sintomo di eutrofizzazione.

Nei fiumi il fosforo può arrivare da diverse fonti, come ad esempio, gli scarichi urbani, la dilavazione dei terreni agricoli (fertilizzanti).

CLORURI

I Cloruri nell'acqua derivano dalla composizione dei suoli, da scarichi industriali ed urbani e, ad esempio, dall'uso di sale per sciogliere il ghiaccio sulle strade.

SOLFATI

I solfati SO_4^{2-} sono anioni non tossici e largamente diffusi.

Nelle acque superficiali i solfati possono derivare dall'attività biologica dei microorganismi presenti, dalle piogge o dal dilavamento dei terreni.

Le origini possono essere dovute ad attività umane (emissioni industriali, riscaldamento domestico, emissioni autoveicolari) o a processi naturali (ad esempio i vulcani, emettono anidride solforosa SO_2 e acido solfidrico H_2S .)

L'anidride solforosa emessa da tutte queste attività può essere trasformata in anidride solforica SO_3 che, nell'atmosfera e in presenza di acqua, si presenta sotto forma di ioni solfato SO_4^- (piogge acide).

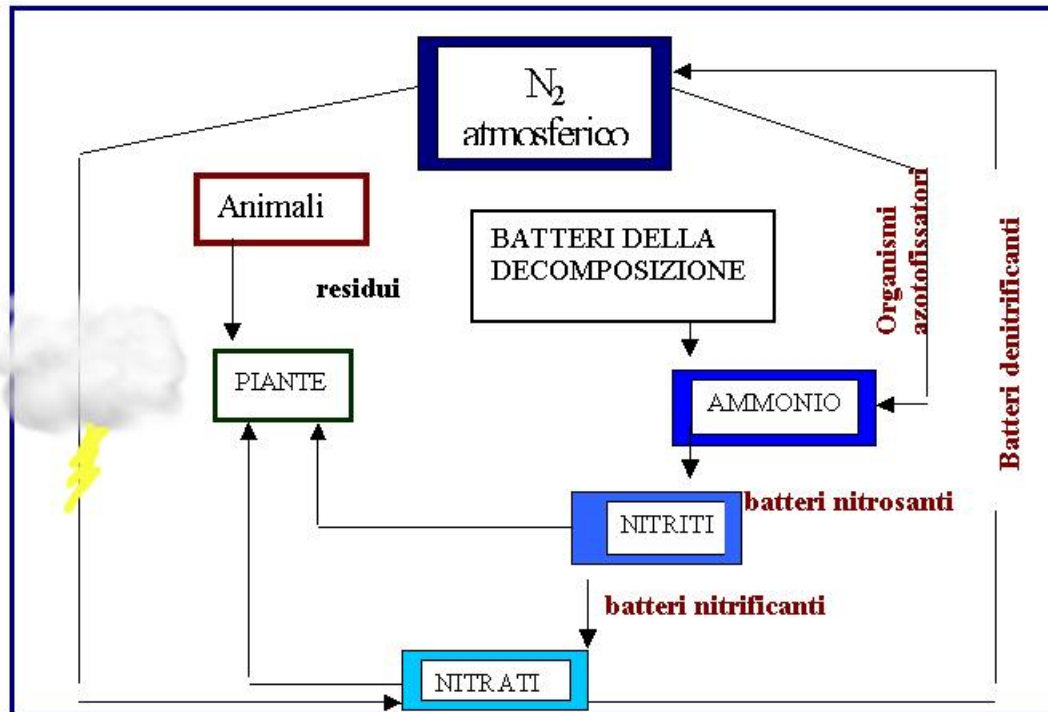
Altri ioni solfato derivano da alterazione e degradazione di materiali della crosta terrestre come il gesso, $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ o altri minerali.

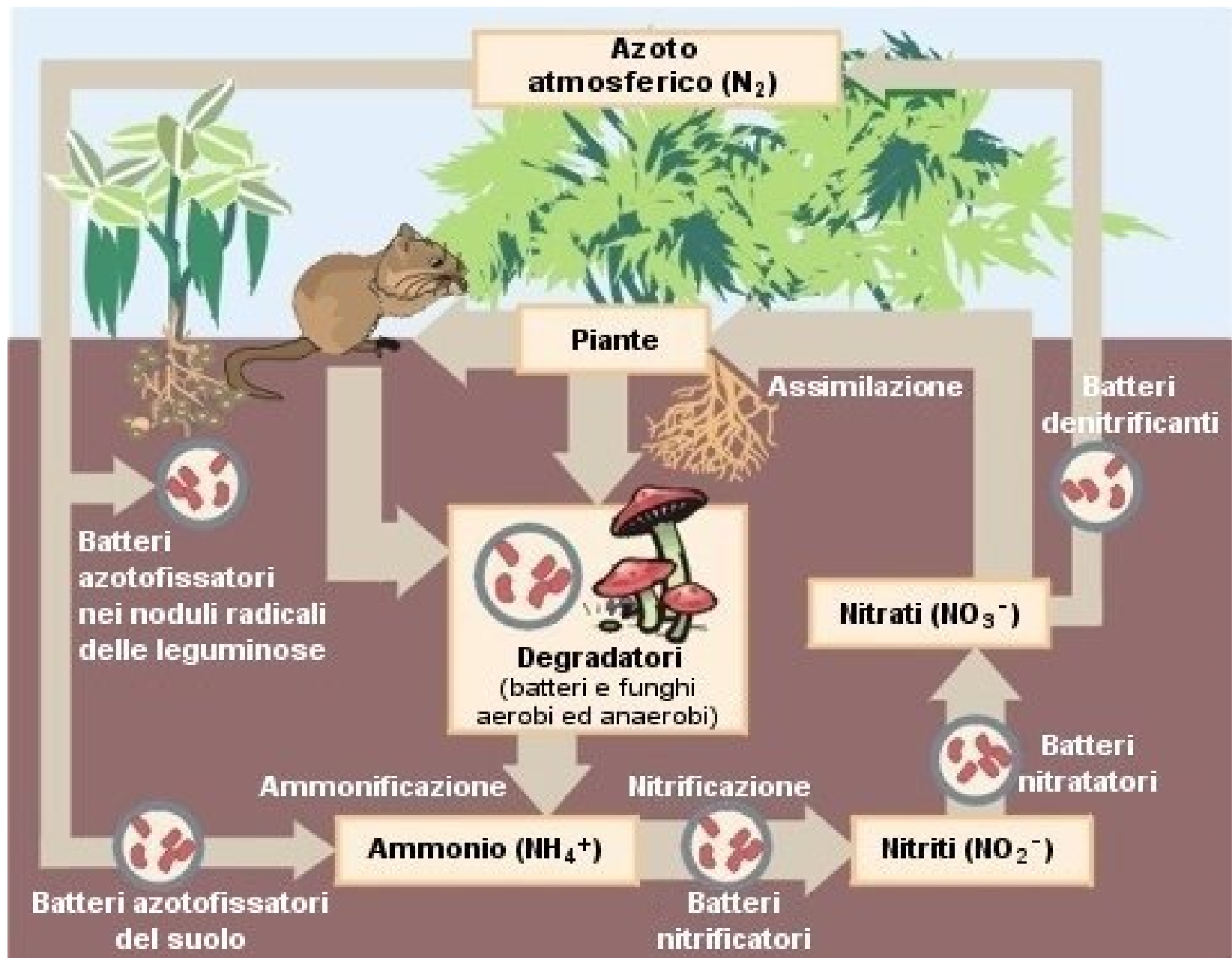
IL CICLO DELL'AZOTO

Il ciclo dell'azoto è l'insieme delle sue trasformazioni che avvengono in natura, in modo da renderne possibile l'utilizzazione da parte di tutti i viventi. Il ciclo inizia nel suolo, dove i nitrobatteri fissano l'azoto atmosferico trasformandolo in nitriti e nitrati assimilabili dalle piante; queste a loro volta lo metabolizzano in azoto proteico, che può essere utilizzato dagli organismi animali.

Gli animali a

politi.





**Azoto
atmosfera**

Piante

Escremento

Animali

Morte

Decomposizione

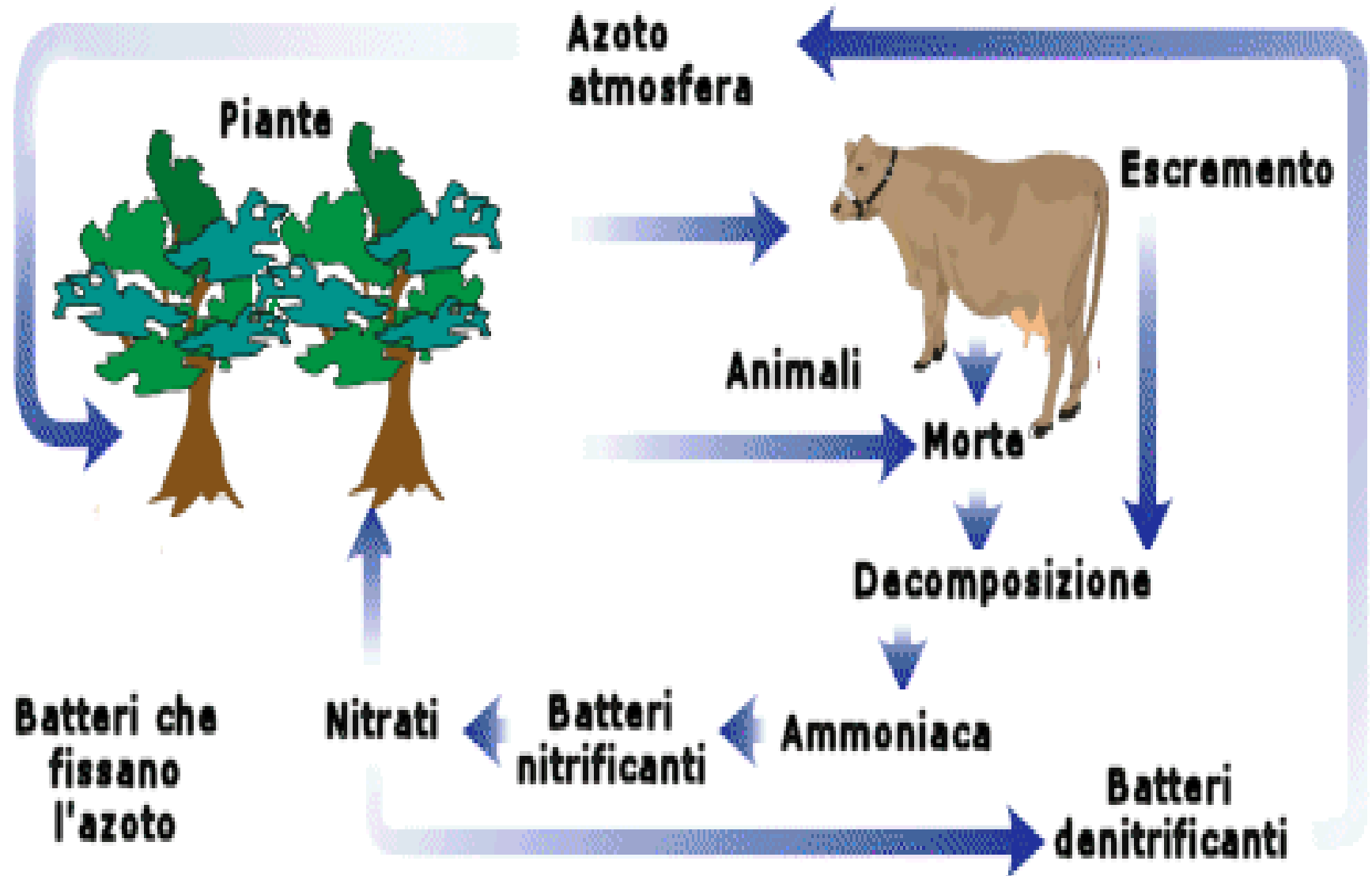
**Batteri che
fissano
l'azoto**

Nitrati

**Batteri
nitrificanti**

Ammoniaca

**Batteri
denitrificanti**



NITRATI

I nitrati NO_3^- fanno parte del ciclo dell'azoto e sono composti derivanti dalla sua ossidazione.

I nitrati sono presenti in tutte le acque per fenomeni naturali, ma soprattutto per conseguenza di attività umane.

Un aumento della concentrazione dei nitrati è spesso associato all'attività agricola (uso di fertilizzanti azotati)

AMMONIACA

L'ammoniaca, come i nitrati, fa parte del ciclo dell'azoto (deriva dalla sua riduzione).

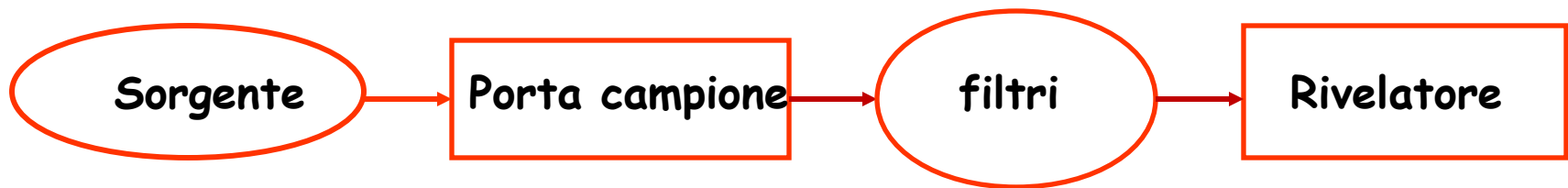
Mentre a pH molto alcalino quasi tutto l'azoto ammoniacale è presente nella forma indissociata NH_3 , fortemente tossica, a pH 7,5 quasi tutto l'azoto ammoniacale è presente come ione ammonio NH_4^+ , forma assai meno tossica.

L'ammonio o ammoniaca è un prodotto di degradazione di composti organici e deriva principalmente dalle deiezioni umane o animali.

Può però anche derivare dall'attività dell'uomo e perciò può quindi rappresentare un indice di contaminazione.

DETERMINAZIONI COLORIMETRICHE

Il colorimetro è uno strumento che misura la colorazione di una soluzione.



La luce generata dalla **sorgente** attraversa il campione e successivamente passa attraverso **un sistema di filtri** che lasciano passare solo la luce corrispondente alla lunghezza d'onda di interesse.

In questo tipo di analisi è molto importante filtrare il campione in modo da eliminare particelle che possano interferire con l'analisi.

Inoltre si dovrebbe sempre misurare anche uno standard in modo da essere sicuri del dato che ci viene fornito dallo strumento.

SOLUZIONE

Assorbimento atomico (AAS)

fiamma o fornello

evaporazione del
solvente

vaporizzazione
dei soluti

dissociazione dei
composti

Segnale analitico:
ASSORBANZA
 $(\log I_0/I)$

I_0

radiazione (monocromatica)

ATOMI

I

radiazione attenuata

atomi eccitati

ioni

Temperatura della fiamma

combustibile	comburente	temperatura (°C)
gas naturale	aria	1700-1900
gas naturale	ossigeno	2700-2800
idrogeno	aria	2000-2100
idrogeno	ossigeno	2500-2700
acetilene	aria	2100-2400
acetilene	protossido d'azoto	2600-2800
acetilene	ossigeno	3000-3200

SOLUZIONE



ICP



evaporazione del
solvente



vaporizzazione
dei soluti



dissociazione dei
composti



ATOMI



atomi eccitati

radiazioni



ioni



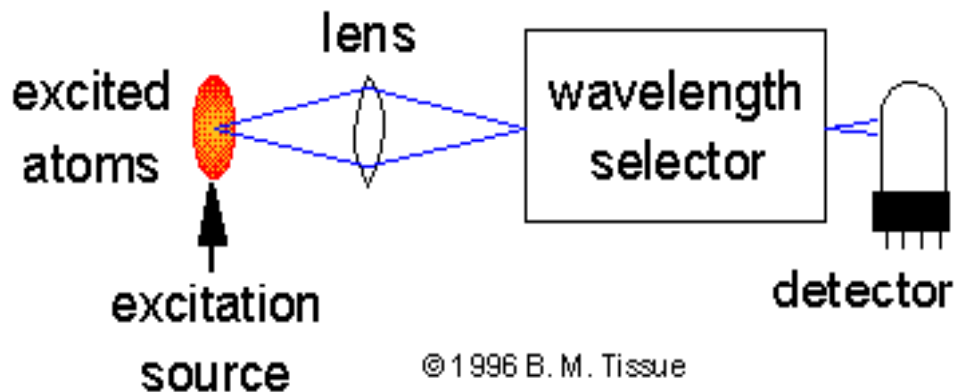
ioni
eccitati

radiazioni

Segnale analitico
**INTENSITA' DELLA
RADIAZIONE**

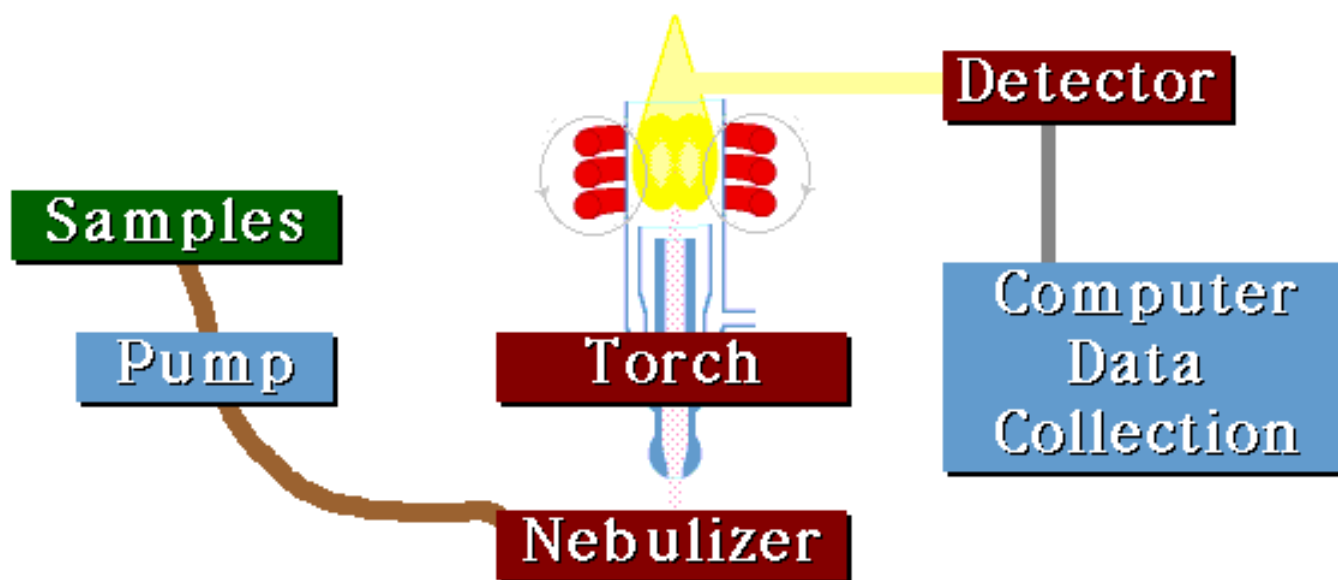
**Emissione atomica
(AES)**

Spettrofotometria AES



Metodo di atomizzazione	Temperatura di atomizzazione (°C)	Tecnica
Fiamma	1700-3200	AAS
Plasma IC	6000-8000	ICP-AES

Spettroscopia di emissione atomica con plasma accoppiato induttivamente (ICP/OES)



**Risultati analisi campioni
d'acqua prelevati
l'14.04.10**

Parametro	ARPA Lesmo Feb 09	ARPA Lesmo Apr 10	Mapelli Lesmo Feb 09	Mapelli Lesmo Apr 10
pH	8.13	8.29	8.3	8.40
Oss. in sat. (%)	80.7	104.3	86	88
100-OD (%)	19.3	4.3	14	12
BOD ₅ (mg/l)	6	2	2.40	1.4
COD (mg/l)	11	12	52	< 15
Azoto ammon. (mg/l)	0.15	0.312	0.25	< 0.25
Azoto nitrico (mg/l)	2.8	2.1	5.0	6
Ortofosfato (mg/l P)	0.05	0.07	< 1	< 1
Cloruri (mg/l)	14	21	16	22.5
Solfati (mg/l)	17	19		
Azoto nitroso (mg/l)	0.06	0.35	0.075	0.2

Parametro	ARPA Lesmo Feb 09	ARPA Lesmo Apr 10	Mapelli Lesmo Feb 09	Mapelli Lesmo Apr 10
Calcio (mg/l)	61	65		
Magnesio (mg/l)	13	13		
Durezza (mg/l CaCO ₃)	206	216	212	218
Fosforo totale (mg/l)	0.05	0.08		
Cromo (µg/l)	< 3	< 3		
Mercurio (µg/l)	< 1	< 1	Assente	Assente
Cadmio (µg/l)	< 0.05	< 0.05	Assente	Assente
Piombo (µg/l)	< 2.5	< 2.5		
Rame (µg/l)	< 10	< 10	Presente	Assente
Zinco (µg/l)	< 10	< 10	Assente	Assente
Ferro (µg/l)	< 10		Assente	Assente

Parametro	ARPA Cologno Feb 09	ARPA Cologno Apr 10	Mapelli Cologno Feb 09	Mapelli Cologno Apr 10
pH	8.06		8.2	8.13
Oss. in sat. (%)	77.8		78	70
100-OD (%)	22.2		22	30
BOD ₅ (mg/l)	5.8		2.53	1
COD (mg/l)	15.7		55	33
Azoto ammon. (mg/l)	0.54		0.50	2
Azoto nitrico (mg/l)	3.3		7.0	10
Ortofosfato (mg/l P)	0.22		< 1	1.5
Cloruri (mg/l)	25		29	47.5
Solfati (mg/l)	22			
Azoto nitroso (mg/l)	0.08		0.075	1.5

Parametro	ARPA Cologno Feb 09	ARPA Cologno Apr 10	Mapelli Cologno Feb 09	Mapelli Cologno Apr 10
Calcio (mg/l)	68			
Magnesio (mg/l)	14			
Durezza (mg/l CaCO ₃)	228		222	237
Fosforo totale (mg/l)	0.22			
Cromo (µg/l)	< 3			
Mercurio (µg/l)	< 1		Assente	Assente
Cadmio (µg/l)	< 0.05		Assente	Assente
Piombo (µg/l)	< 2.5			
Rame (µg/l)	< 10		Presente	Assente
Zinco (µg/l)	< 10		Assente	Assente
Ferro (µg/l)	< 10		Assente	Assente

Parametro	Mapelli Lesmo Feb 09	Mapelli Lesmo Apr 10	Mapelli Cologno Feb 09	Mapelli Cologno Apr 10
pH	8.3	8.40	8.2	8.13
Oss. in sat. (%)	86	88	78	70
100-OD (%)	14	12	22	30
BOD ₅ (mg/l)	2.40	1.4	2.53	1
COD (mg/l)	52	< 15	55	33
Azoto ammon. (mg/l)	0.25	< 0.25	0.50	2
Azoto nitrico (mg/l)	5.0	6	7.0	10
Ortofosfato (mg/l P)	< 1	< 1	< 1	1.5
Cloruri (mg/l)	16	22.5	29	47.5
Solfati (mg/l)				
Azoto nitroso (mg/l)	0.075	0.2	0.075	1.5

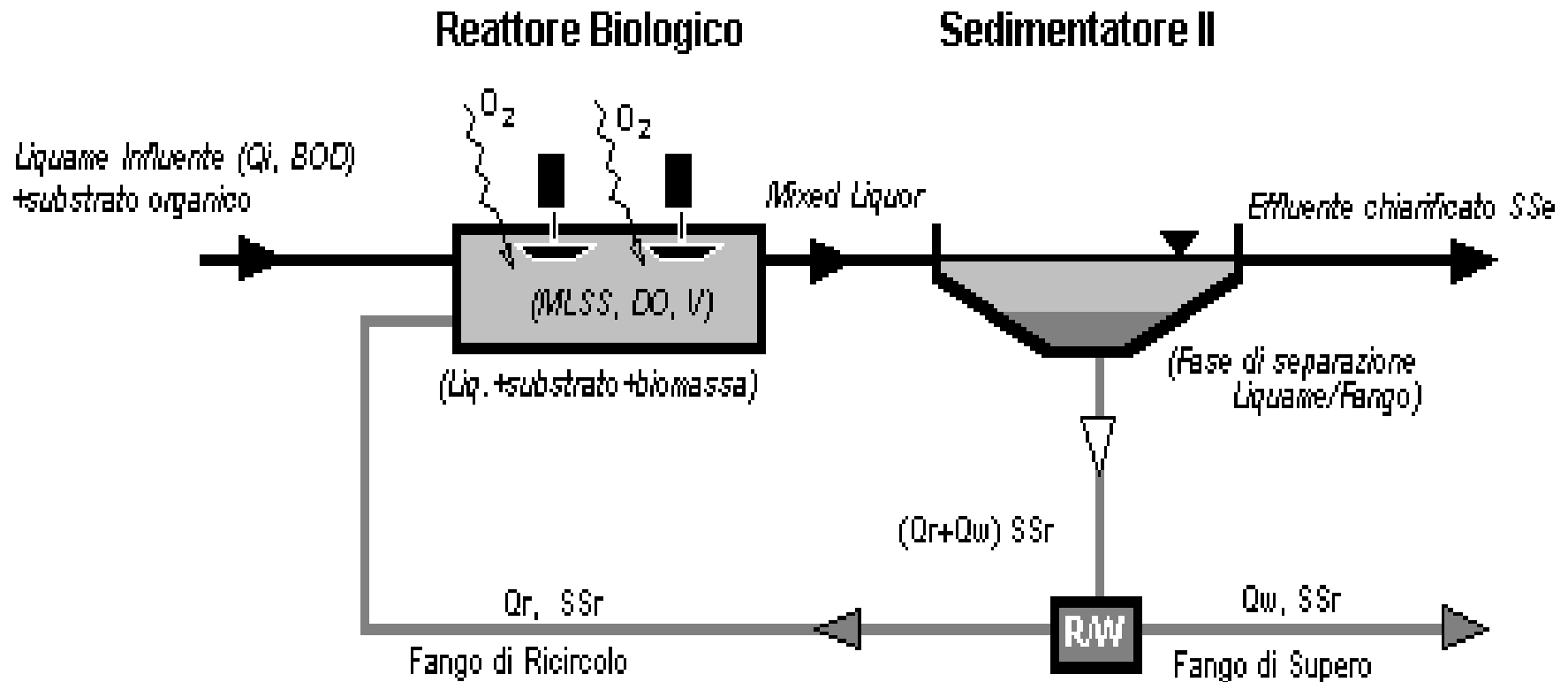
Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
100 - OD (% sat. Ossigeno)	$\leq 10 $	$\leq 20 $	$\leq 30 $	$\leq 50 $	$\geq 50 $
BOD5 (mg/l O ₂)	$< 2,5$	≤ 4	≤ 8	≤ 15	> 15
COD (mg/l O ₂)	< 5	≤ 10	≤ 15	≤ 25	> 25
NH ₄ (mg/l N)	$< 0,03$	$\leq 0,1$	$\leq 0,5$	$\leq 1,5$	$> 1,5$
NO ₃ (mg/l N)	$< 0,30$	$\leq 1,5$	≤ 5	≤ 10	> 10
Fosforo totale (mg/l P)	$< 0,07$	$\leq 0,15$	$\leq 0,3$	$\leq 0,6$	$> 0,6$
Escherichia coli (UFC/100 ml)	< 100	≤ 1.000	≤ 5.000	≤ 20.000	> 20.000
Punteggio da attribuire per ogni parametro analizzato (75° percentile del periodo di rilevamento)	80	40	20	10	5
<u>L.I.M.</u>	480 - 560	240 - 475	120 - 235	60 - 115	< 60

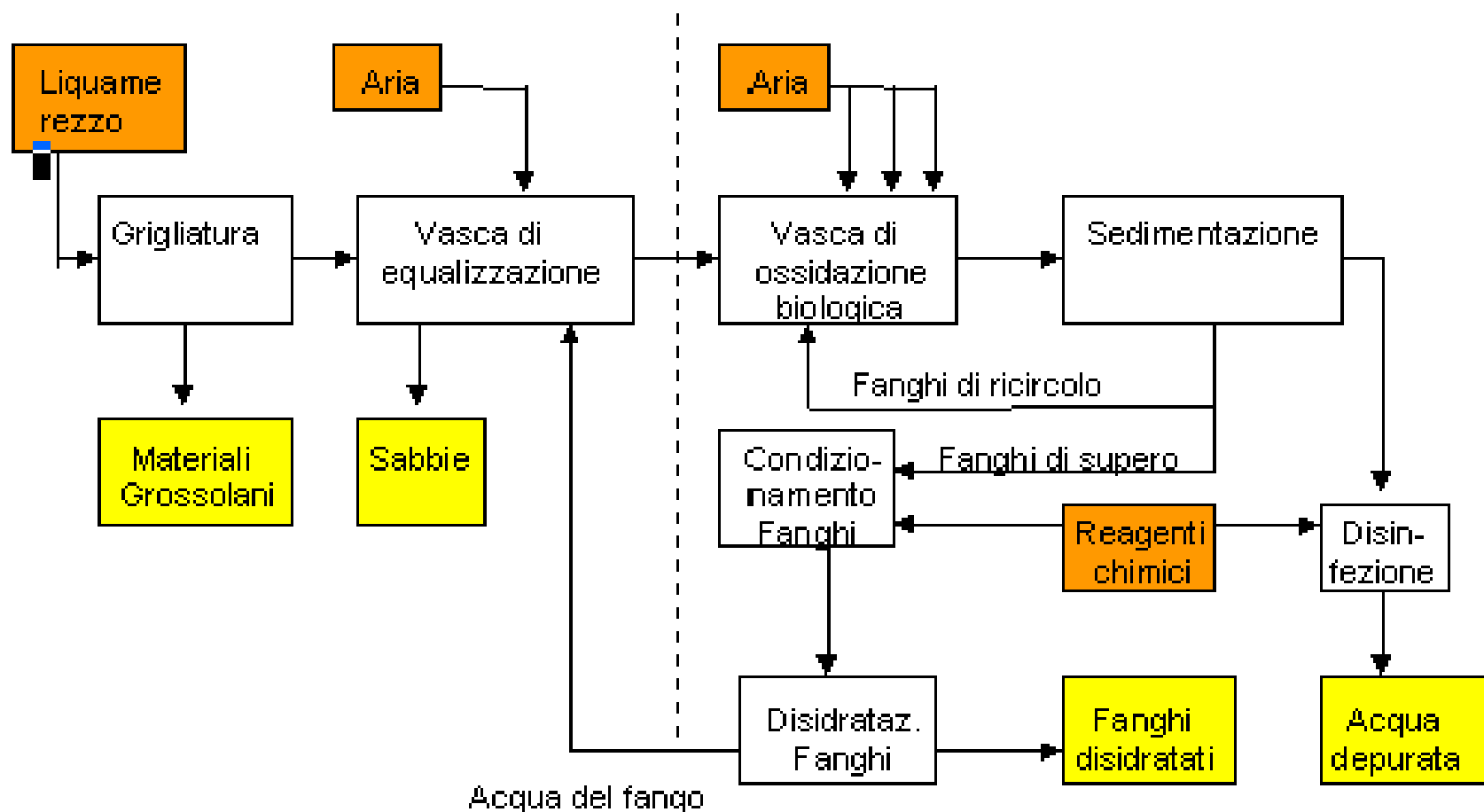
UFC: unità formanti colonie

OD: % Ossigeno Disciolto

DEPURAZIONE BIOLOGICA ACQUE

Trattamento a fanghi attivi acque reflue





OSSIDAZIONE BIOLOGICA

Il liquame da trattare viene inviato alla vasca "fanghi attivi" (o di **ossidazione biologica**) dove il liquido viene mescolato con un'alta concentrazione di **fanghi biologici** sotto condizioni di costante aerobiosi.

La presenza di una certa quota di ossigeno disciolto insieme alla alta concentrazione di microrganismi mantenuta in questa zona permette la massima velocità di rimozione delle sostanze inquinanti. Queste vengono rimosse dal liquido attraverso vari meccanismi.

Una parte viene degradata fino a prodotti non inquinanti (anidride carbonica e acqua) e una parte viene trasformata in composti utili alle cellule viventi e inglobata sotto varie forme nella massa solida sedimentabile costituita dai fanghi attivi stessi. Il risultato finale è comunque quello di eliminare le sostanze inquinanti dall'acqua che viene scaricata.

I processi di ossidazione biologica raggiungono la massima velocità di degradazione già a concentrazioni di ossigeno disciolto di 2-3 mg/l. A concentrazioni inferiori di 1-1,5 mg/l di ossigeno disciolto nella miscela aerata si ha una diminuzione della velocità di depurazione e l'inibizione del fenomeno della "nitrificazione", ossia dell'ossidazione dell'azoto presente nei liquami in forma ammoniacale.

Importanti sono i processi di:

- nitrificazione

Durante questo processo l'azoto ammoniacale viene trasformato prima in nitrito e poi in nitrato:



Questo processo avviene in condizioni aerobiche (presenza di ossigeno).

- denitrificazione

Durante questo processo i nitrati vengono trasformati prima in nitriti e quindi in azoto:



Questo processo avviene in condizioni anaerobiche (assenza di ossigeno).

Ricordiamo che all'interno del fiocco di fango vi è una carenza di ossigeno e quindi è possibile la reazione di denitrificazione.

L'accoppiamento

“nitrificazione - denitrificazione”

consente di eliminare l'azoto presente nei reflui da trattare.

I microrganismi responsabili della depurazione sono una massa eterogenea che costituiscono il fiocco di fango attivo.

Il fiocco di fango attivo è un agglomerato gelatinoso dell'ordine di grandezza di qualche mm ed è costituito da sostanze sospese organiche e da una numerosissima popolazione di microrganismi viventi. La formazione di fango attivo avviene spontaneamente aerando per un determinato tempo un liquame organico contenente batteri.

La sedimentabilità dei fanghi, la velocità di riproduzione e la capacità bioflocculatorie sono influenzate dal pH, dalla temperatura, dall'ossigeno disciolto, dalle sostanze tossiche e dal carico organico.

La temperatura non influenza sensibilmente i processi finché resta al di sopra dei 10°C.

I sistemi a fanghi attivi operano per campi di pH compresi tra 5 e 9. All'interno di questo campo rapide variazioni di pH determinano variazioni di rendimento anche nell'ordine del 75%.