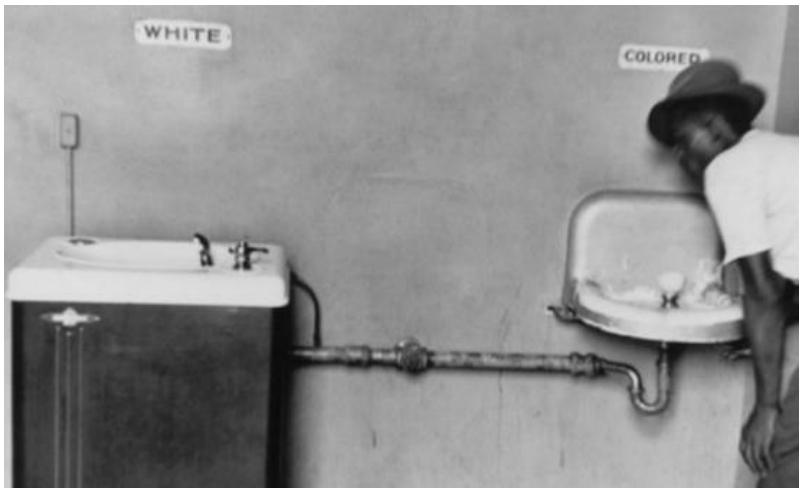
L'ACQUA OGGI PROBLEMA O RISORSA?

1

Introduzione <
Le maggiori problematiche legate all'acqua <
Lo scenario globale come sistema complesso <
L'acqua virtuale <

"L'accesso all'acqua potabile è un diritto umano"

Può sembrare un'affermazione ovvia, ma è stata sottoscritta ufficialmente dalle Nazioni Unite solo nel luglio del 2010[1].
Nello stesso testo si precisa che 884 milioni di persone non hanno accesso all'acqua potabile.



Credits: Elliott Erwitt

Questa situazione è destinata a peggiorare per l'aumento della popolazione, dell'inquinamento, per l'uso di tecnologie arretrate e per i cambiamenti climatici.

Come ricordato in precedenza, l'umanità si trova purtroppo oggi ad affrontare una crisi ambientale molto forte, figlia di un sistema socio-economico per molti aspetti miope e scollegato da quelli che sono i ritmi e gli equilibri naturali.

L'acqua è parte di questa importante crisi. Il ruolo dell'acqua è tuttavia controverso e fondamentale per la sussistenza della vita sul nostro pianeta.
Da un lato, infatti, è fonte di vita e medium delle funzioni biologiche, ma dall'altro il suo essere solvente universale la rende spesso trasportatrice di inquinanti e sostanze patogene. Risulta quindi fondamentale preservare questa vitale risorsa e garantirne la sua

1 Risoluzione delle Nazioni Unite, approvata dall'Assemblea Generale nel luglio 2010

qualità in maniera democratica affinché l'uomo e la natura possano trarne i reali benefici.

"Quest'acqua scintillante che scorre nei torrenti e nei fiumi non è solamente acqua, per noi è qualcosa di immensamente significativo: è il sangue dei nostri padri. I fiumi sono nostri fratelli, ci dissetano quando abbiamo sete. I fiumi sostengono le nostre canoe, sfamano i nostri figli. Se vi vendiamo le nostre terre, voi dovrete ricordarvi, e insegnarlo ai vostri figli, che i fiumi sono i nostri e i vostri fratelli e dovrete dimostrare per i fiumi lo stesso affetto che dimostrerete ad un fratello."[2]

Forse per i governi è tempo di valutare se non sia più economico, e molto meno doloroso in termini umani, cercare di risolvere le cause delle migrazioni piuttosto che semplicemente fronteggiarle. Ciò significa lavorare con i paesi in via di sviluppo per ripristinare il sistema naturale di supporto delle loro economie quali: il suolo, le falde acquifere, le praterie, le foreste ma significa anche accelerare il passaggio verso nuclei familiari più piccoli per aiutare le persone a uscire dalla povertà.

Curare i sintomi invece delle cause non è una buona medicina e men che meno una buona politica sociale (Brown, 2011).

Vandana Shiva elenca i nove principi che stanno alla base della democrazia dell'acqua (Shiva, 2004):

1) L'acqua è un dono della natura. E' nostro dovere nei confronti della natura usare questo dono secondo le nostre esigenze di sostentamento, mantenerlo pulito e in quantità adeguata. Le deviazioni che creano regioni aride o allagate violano il principio della democrazia ecologica.

2) L'acqua è essenziale alla vita. Tutte le specie e tutti gli ecosistemi hanno diritto alla loro quota di acqua sul pianeta

3) La vita è interconnessa mediante l'acqua. L'acqua connette gli esseri umani e ogni parte del pianeta al suo ciclo. Le nostre azioni

2 Lettera del capo indiano Seattle al presidente Usa Franklin Pierce

non devono provocare danni ad altre specie e ad altre persone.

4) L'acqua deve essere gratuita per le esigenze di sostentamento. Poiché la natura si concede l'uso gratuito dell'acqua, comprarla e venderla per ricavare il profitto viola il nostro insito diritto al dono della natura e sottrae ai poveri i loro diritti umani.

5) L'acqua è limitata ed è soggetta ad esaurimento. L'acqua è limitata e può esaurirsi se usata in maniera non sostenibile. Nell'uso non sostenibile rientra il prelevarne dall'ecosistema più di quanto la natura possa rifonderne, il consumatore deve attenersi alla propria legittima quota, dati i diritti degli altri a una giusta parte.

6) L'acqua deve essere conservata

7) L'acqua è un bene comune. Non è un'invenzione umana. Non può essere confinata e non ha confini. Non può essere posseduta come proprietà privata e venduta come merce.

8) Nessuno ha il diritto di distruggerla. Nessuno ha il diritto di impiegare in eccesso, abusare, sprecare o inquinare i sistemi di circolazione dell'acqua. I permessi d' inquinamento commerciabili violano il principio dell'uso equo sostenibile.

9) L'acqua non è sostituibile. E' per sua natura diversa da qualsiasi altra risorsa. Non può essere trattata come merce.

LE MAGGIORI PROBLEMATICHE LEGATE ALL'ACQUA

A causa dell'incremento della popolazione e dei cambiamenti nei modelli di consumo, la domanda globale di risorse naturali sta aumentando a una velocità non più sostenibile per i ritmi di produzione naturali.
Le risorse prelevate dall'uomo, che siano esse fonti fossili, metalli, materie organiche o acqua sono, infatti, limitate rispetto al ritmo di prelievo attuale.

Allo stesso tempo il sistema di trasformazione e uso di queste risorse rilascia nell'ambiente grandi quantità di scarti e inquinanti ad un ritmo tale da impedire il naturale metabolismo e rigenerazione degli stessi.
Si sta quindi mettendo a dura prova quella che viene definita resilienza del sistema terra con il rischio di andare oltre quelli che sono i "planetary boundaries" (Rockström et.al., 2009).

Ciò determina, nel caso specifico qui trattato, la necessità di gestire in modo più razionale e intelligente le risorse di acqua dolce. Stiamo oggi assistendo a una vera e propria crisi idrica in molte aree del pianeta e le previsioni secondo lo scenario BAU (Business as usual) sono assolutamente pessimistiche (WWAP)[3].
Questo è dovuto principalmente ad una forte pressione sui prelievi di acqua dolce da parte del territorio e ad una costante immissione di sostanze inquinanti nei corpi idrici che non vengono in larga parte depurati[4].

India, Cina e Stati Uniti da sole utilizzano un terzo dell'acqua adoperata ogni anno nel pianeta. (Fonte UNESCO)

Le previsioni disegnano un futuro incerto sul quale è necessario intervenire fin da subito per evitare che si verifichino gli scenari più catastrofici.

"Entro il 2050, 1.800 milioni di persone vivranno in paesi o regioni con assoluta scarsità d'acqua, e due terzi della popolazione mondiale

3 World Water Assessment Programme, WWAP
4 Circa l'80% delle acque reflue a livello mondiale non vengono raccolte e trattate (Fonte: FAO)

potrebbe trovarsi in condizioni di stress." (FAO, 2012)

A questo proposito sono in atto diverse iniziative di carattere internazionale volte a mitigare tali problematiche con diverse strategie.

I Millennium Development Goals[5] fissati durante il Summit Mondiale per lo sviluppo sostenibile di Johannesburg (2002), fissano ad esempio l'obiettivo di dimezzare entro il 2015 il numero delle persone prive di acqua potabile e di impianti igienici di base.

L'UNESCO[6] ha invece lanciato un programma intergovernativo "Programma Idrologico Internazionale" (IHP, International Hydrological Programme) che si propone di promuovere e diffondere la conoscenza scientifica, la formazione tecnica e gli indirizzi di taglio politico necessari per una gestione idrica che sia al tempo stesso efficiente, responsabile e eco-sostenibile.

L'IHP è sempre più attivamente presente nelle strategie e nei programmi di sviluppo per impedire l'insorgere di conflitti internazionali e locali riguardanti le risorse idriche.
L'UN ha decretato che il decennio compreso tra il 2005 e il 2015 costituisce il periodo di Azione per il programma 'Water for Life' individuando nell'Integrated Water Resources Management (IWRM) l'approccio accettato a livello internazionale per gestire in maniera efficiente, equa e sostenibile le limitate risorse idriche sul nostro Pianeta[7].

La Global Water Partnership nella sua Policy Brief 4 (2006) sottolinea il ruolo che l'IWRM può giocare per realizzare i Millennium Development Goals fissati dal World Summit on Development and Environment.

Il IWRM si basa sui quattro principi guida elaborati della Dichiarazione

5 The Millennium Development Goals Report 2011
6 http://www.unesco.org/water
7 http://www.un.org/waterforlifedecade/iwrm.shtml

di Dublino[8]:

1. L'acqua dolce è una risorsa limitata e vulnerabile, essenziale per sostenere la vita, lo sviluppo e l'ambiente.

2. Lo sviluppo e la gestione delle acque dovrebbero essere basate su un approccio partecipativo, coinvolgendo gli utenti, i progettisti e i responsabili politici a tutti i livelli.

3. Le donne svolgono un ruolo centrale nella fornitura, gestione e tutela delle acque.

4. L'acqua ha un valore economico in tutti i suoi usi e deve essere riconosciuta come un bene economico.

Parallelamente si promuovono a livello Regionale e Locale vari programmi di Ricerca con l'obiettivo di mitigare questa problematica e trovare soluzioni che possano garantire un futuro all'Umanità.

Ogni area del Pianeta è coinvolta nel cercare di ottimizzare e preservare le proprie risorse idriche. Non si tratta, infatti, di un problema locale, che riguarda unicamente le popolazioni che vivono in aree particolarmente colpite da siccità e carenza di acqua potabile, ma di un problema su scala globale che riguarda l'umanità intera. I dati elaborati dall'Agenzia Europea dell'Ambiente[9] evidenziano che gli effetti del clima, l'aumento della popolazione e del fabbisogno idrico coinvolgono anche il vecchio Continente.

E' stato stimato[10] che dal 2007, almeno l'11% della popolazione europea e il 17% del suo territorio sono stati colpiti dalla scarsità d'acqua, portando a 100 miliardi di euro il costo dovuto alla siccità in Europa negli ultimi 30 anni.
La Commissione Europea si aspetta un nuovo deterioramento della situazione in relazione al previsto aumento delle temperature

8 http://www.gwpforum.org/, Dublin Statements and Principles
9 http://www.eea.europa.eu/soer/europe/water-resources-quantity-and-flows
10 2012 Water Scarcity and Droughts – Policy Review

causato dal cambiamento climatico.
L'acqua non è più il problema di alcune regioni, ma riguarda ormai tutti i 500 milioni di europei.

Per questo motivo la Commissione Europea ha elaborato una serie di Relazioni e linee guida[11] rivolte agli elementi fondamentali della futura politica in materia di carenza idrica e siccità, vale a dire: efficienza idrica, migliore pianificazione e adeguati strumenti di attuazione, che costituiscono i fattori essenziali per istituire, nella gestione dell'acqua, un'economia efficiente che consegua gli obiettivi della strategia "Europa 2020".

Da questo punto di vista Torino si colloca sicuramente in una situazione di efficienza, sottolineata anche dal rapporto di Legambiente secondo cui il capoluogo piemontese risulta al 1° posto per la capacità di depurazione e per il fatto che proprio qui potrebbe nascere l'Istituto per l'Acqua, una struttura che dipende direttamente dall'Unesco.

Queste considerazioni su scala globale interessano da vicino la comunità locale e le aziende dei servizi idrici. In particolare, sul Bilancio di Sostenibilità 2010 di SMAT si legge che:

*"Ciò che attende le aziende dei servizi idrici in questo e nel prossimo decennio in tutto il mondo è pertanto un compito assai arduo: oltre a prevedere l'adeguato rinnovo degli asset, che nei Paesi industrializzati è una priorità non ulteriormente procrastinabile, dovranno essere prese a tutti i livelli decisioni coraggiose e dovranno essere intrapresi progetti di ampio respiro e su larga scala per poter essere pronti a rispondere agli effetti che il cambiamento del clima produrrà, in misura minore o maggiore a seconda dell'area, su tutte le risorse idriche naturali" (*SMAT, 2010).

Il Progetto di Ricerca s'inserisce quindi in uno scenario di Ricerca più ampio, che vede coinvolta l'intera Comunità Scientifica

11 Terza relazione di follow-up sulla comunicazione "Affrontare il problema della carenza drica e della siccità nell'Unione europea" – COM(2007) 414 definitivo

Internazionale nello sforzo di trovare soluzioni immediate al problema globale connesso alla scarsità di acqua potabile e al suo approvvigionamento.

La realtà della scarsa disponibilità idrica globale è preoccupante soprattutto perché sottoposta ad un trend che, in mancanza di un radicale cambiamento di rotta, indica un futuro drammatico.

Secondo stime dell'UNEP, tra il 1980 e il 2004, per effetto dell'aumento della popolazione, dell'inquinamento e del prelievo crescente, la quantità di acqua a disposizione di ogni essere umano è diminuita del 40%.

E' possibile evidenziare dei macro indicatori in grado di definire le possibili tendenze future rispetto alla disponibilità e alla qualità dell'acqua nel prossimo futuro.

AUMENTO DELLA POPOLAZIONE E DEL FABBISOGNO IDRICO

Secondo le ultime stime fatte da un gruppo di ricercatori dell'Università di Washington per le Nazioni Unite, la popolazione mondiale dovrebbe raggiungere i 9,5 miliardi nel 2050 e crescere fino a 11 miliardi entro il 2100 (UN, 2012)[12] o comunque in un intervallo molto attendibile che potrebbe oscillare tra i 9 e i 13 miliardi di persone.

La maggior crescita demografica sarà registrata in Africa, che passerà dagli attuali 1,1 ai 4,2 miliardi di persone con un aumento di quattro volte la popolazione attuale. Il maggiore exploit è previsto in Nigeria, la cui popolazione aumenterà di circa 5 volte, da 184 milioni a 914 milioni.

E' evidente come questo fattore influirà in maniera decisiva sulle condizioni di benessere di uno tra i continenti più a rischio per gli effetti del Cambiamento Climatico e con enormi problemi di scarsità d'acqua.
Sempre secondo le previsioni, l'Europa continuerà a vivere un graduale declino a causa del basso numero di nascite e le altre regioni assisteranno a modesti aumenti provocati dall'allungamento della vita media.
Il maggior calo interesserà invece la Cina che passerà dagli attuali 1,4 miliardi a 1,1 miliardi nel 2100. India, Oceania e America registreranno un incremento.

L'Italia nei prossimi decenni proseguirà sulla strada della 'crescita zero': entro il 2100 ci sarà una riduzione di oltre 6 milioni di abitanti.

Come ricordato dal Direttore generale dell'UNESCO e dal Presidente di UN Acqua durante la presentazione della 4° edizione del Rapporto delle Nazioni Unite sullo Sviluppo delle Risorse Idriche Mondiali (WWDR4) in occasione del 6° Forum mondiale sull'acqua a Marsiglia (2012), l'aumento della popolazione su scala globale coincide con un aumento del fabbisogno idrico.

12 Revision of the World Population Prospects, United Nations publication, Sales No. E.13.XIII.7, 2012

L'agricoltura, la produzione di energia, gli usi industriali e il consumo domestico costituiscono le principali fonti di domanda di acqua, in aumento considerevole in tutto il mondo.
I cambiamenti climatici incidono negativamente sulla disponibilità della risorsa, soprattutto in alcune zone e questo fenomeno acuisce le disparità economiche tra alcuni paesi o tra alcune aree, facendo ricadere il peso maggiore sulle fasce più povere e svantaggiate della popolazione.

Il fabbisogno in agricoltura rappresenta il 70% dell'insieme che comprende i settori agricolo, urbano e industriale.

Una gestione responsabile delle risorse idriche in agricoltura può quindi contribuire sensibilmente ad una futura sicurezza sulla disponibilità d'acqua.
L'energia e l'elettricità richiedono acqua in tutti i loro processi produttivi: estrazione delle materie prime; processi di raffreddamento termico; processi di pulizia; coltivazione di vegetali per i biocarburanti e alimentazione delle turbine per generare energia idroelettrica. Oltre un miliardo di persone non ha accesso all'elettricità e ad altre fonti di energia pulita. Data la crescita della popolazione e considerato l'incremento dell'attività economico produttiva, il consumo globale di energia dovrebbe aumentare circa del 50% entro il 2035, con i paesi al di fuori dell'OCSE che rappresentano l'84% di questo aumento.

INQUINAMENTO

L'inquinamento delle risorse idriche è una problematica crescente strettamente connessa con la disponibilità di acqua dolce per il consumo umano.
Sempre più spesso, infatti, la capacità auto depurativa dell'acqua viene inibita se non praticamente bloccata dall'immissione di quantità sempre più alte di inquinanti nei corsi d'acqua e nei terreni e quindi nelle falde acquifere.
Si calcola che ogni giorno circa 2 milioni di tonnellate di rifiuti umani vengano smaltiti in corsi d'acqua senza alcun trattamento (WWAP)[13].

13 World Water Assessment Programme, WWAP

Secondo la definizione data dalla Direttiva 2000/60/CE[14] per "inquinante" si intende qualsiasi sostanza che possa inquinare, con particolare riferimento a:

1. Composti organo alogenati e sostanze che possano dare origine a tali composti nell'ambiente acquatico

2. Composti organo fosforici

3. Composti organo stannici

4. Sostanze e preparati, o i relativi prodotti di decomposizione, di cui è dimostrata la cancerogenicità o mutagenicità e che possono avere ripercussioni sulle funzioni steroidea, tiroidea, riproduttiva o su altre funzioni endocrine connesse all'ambiente acquatico o attraverso di esso

5. Idrocarburi persistenti e sostanze organiche tossiche persistenti e bioaccumulabili

6. Cianuri

7. Metalli e relativi composti

8. Arsenico e relativi composti

9. Biocidi e prodotti fitosanitari

10. Materia in sospensione

11. Sostanze che contribuiscono all'eutrofizzazione (in particolare nitrati e fosfati)

12. Sostanze che hanno effetti negativi sul bilancio dell'ossigeno (e che possono essere misurate con parametri come la BOD, COD, ecc.)

14 Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000

A proposito di qualità dell'acqua l'UNEP dichiara:

L'inquinamento delle acque e il degrado degli ecosistemi acquatici influenzano direttamente la salute umana.
L'acqua contaminata rimane la principale causa di malattia e di morte su scala globale.
L'inquinamento microbico da strutture igienico-sanitarie inadeguate, da gestione impropria delle acque reflue e da rifiuti di origine animale costituisce una preoccupazione importante, con una stima di circa tre milioni di decessi ogni anno per malattie legate all'acqua nei paesi in via di sviluppo, soprattutto per i bambini sotto i cinque anni.
La popolazione mondiale che ha accesso a un' adeguata fornitura di acqua è salita dal 78% all' 82% durante il decennio compreso tra il 1990 e il 2000, mentre l'accesso a servizi igienici adeguati è salito dal 51% al 61% durante questo stesso periodo.
Tuttavia si stima che circa 2,6 miliardi di persone non abbiano ancora accesso ad adeguate strutture igienico-sanitarie. Il miglioramento nei servizi igienico-sanitari potrebbe da solo ridurre le morti fino al 60% e gli episodi diarroici fino al 40% (UNEP, 2007)[15].

La qualità delle acque dipende fortemente dalle caratteristiche ambientali del territorio e dalle attività antropiche che su di esso si sviluppano.
In alcune aree, ad esempio, le alte concentrazioni microbiologiche costituiscono il problema principale per la salubrità delle acque, nelle aree più industrializzate si individuano inquinanti specifici legati ai processi produttivi e via discorrendo.

La qualità delle acque e il contenuto di inquinanti riguarda quindi una sfera locale e specifica, nonostante sia possibile individuare a livello generale alcune sostanze inquinanti prioritarie su cui intervenire.

La strategia dell'Unione Europea per combattere l'inquinamento idrico prevede, infatti, l'individuazione di sostanze prioritarie tra quelle che rappresentano un rischio significativo per l'ambiente

15 United Nations Environment Programme (UNEP), GEO 4 Environment for Development; GEO-4 Fact Sheet 6; 2007, available at: www.unep.org/geo/geo4/

acquatico o proveniente dall'ambiente acquatico.

Un primo elenco è stato elaborato nel 2001 e nel 2008 per le 33 sostanze o gruppi di sostanze prioritarie individuate; per altri otto inquinanti, già regolamentati a livello europeo, sono stati definiti gli standard di qualità ambientale (SQA).
Lo Standard di Qualità Ambientale (SQA) definisce "la concentrazione di un particolare inquinante o gruppo di inquinanti nelle acque, nei sedimenti e nel biota che non deve essere superata, per tutelare la salute umana e l'ambiente"[16].

Entro il 2018 altre 15 sostanze dovranno essere monitorate attraverso lo Standard di Qualità Ambientale.

Le conoscenze scientifiche sul destino e sugli effetti degli inquinanti nelle acque sono diventate sempre più specifiche ed è quindi disponibile un numero crescente di informazioni sul comparto dell'ambiente acquatico (la matrice, ossia il comparto comprendente acqua, sedimenti o biota) in cui è probabile che si trovi una sostanza, e quindi dove si hanno maggiori probabilità di poterne misurare la concentrazione.

La Direttiva 91/676/EEC, ad esempio, ha lo scopo di prevenire gli effetti negativi dovuti all'alta concentrazione di nitrati in aree soggette ad agricoltura intensiva promuovendo buone pratiche agricole.

Sempre in ambito agricolo l'ultimo Rapporto ISPRA sui pesticidi nelle acque italiane (2009-2010), descrive una situazione preoccupante rispetto ai livelli d'inquinamento delle acque in Italia.

Complessivamente sono state trovate 166 sostanze inquinanti, prevalentemente erbicidi e relativi metaboliti. Tra questi si trovano anche sostanze vietate al commercio da anni (atrazina e simanzina) dimostrazione della forte persistenza ambientale di tali sostanze.

Nelle acque superficiali, nel 2010 su un totale di 1.297 punti di

16 Direttiva 2000/60/CE (Direttiva Quadro sulle Acque – DQA)

monitoraggio 448 punti (34,5%) hanno evidenziato concentrazioni superiori al limite (Direttiva 2008/105/CE)[17]; mentre nelle acque sotterranee, su un totale di 2.324 punti di monitoraggio, 285 punti (12,2%) hanno concentrazioni superiori al limite (Direttiva 2006/118/CE)[18].
I dati tuttavia sono da ritenersi indicativi, in quanto non c'è ancora una copertura completa del monitoraggio. Il maggior numero di superamenti dei limiti di concentrazione è localizzato nelle aree della pianura padano-veneta che coincide anche all'area con il più alto numero di monitoraggi e con il più alto utilizzo di principi attivi.

Parallelamente all'inquinamento da pesticidi si aggiunge quello di sempre maggior rilevanza provocato dai cosiddetti inquinanti emergenti nelle acque.
Sostanze come i farmaci, le droghe, e le sostanze chimiche contenute in prodotti di uso comune come disinfettanti, deodoranti, profumi e cosmetici, complessivamente denominati personal care products (PCPs), sono stati trovati, anche in concentrazioni elevate, nelle acque fognarie depurate, nelle acque superficiali di fiumi e laghi, e nelle acque di falda e potabili (Zuccato, 2012).

Generalmente, infatti, queste sostanze riescono a "bucare" i depuratori dove non sono efficacemente degradate e quindi vengono riversate nelle acque superficiali di fiumi e laghi dove, anche se presenti in concentrazioni relativamente basse possono essere comunque preoccupanti per la salute umana.

L'inquinamento provocato dalla presenza di queste sostanze, e in particolare dei principi attivi dei farmaci (per esseri umani e animali), è quindi elemento di preoccupazione per le conseguenze ambientali che può produrre.

---

17 Direttiva 2008/105/CE: per tutti i singoli pesticidi (inclusi i metaboliti) non specificati in tabella 1/B (alcune sostanze non appartenenti all'elenco di priorità) si applica il limite di 0,1 µg/l e per la somma dei pesticidi il limite di 1 µg/l (fatta eccezione per le risorse idriche destinate ad uso potabile per le quali il limite è 0,5 µg/l).

18 Direttiva 2006/118/CE: per i pesticidi e i relativi prodotti di degradazione i limiti sono uguali a quelli per l'acqua potabile, pari a 0,1 µg/l e 0,5 µg/l, rispettivamente per la singola sostanza e per la somma delle sostanze.

Studi scientifici condotti negli Stati Uniti d'America (USA) a partire dal 1970 hanno rilevato la presenza di sostanze farmaceutiche nell'ambiente tra cui la presenza di tracce di farmaci per il cuore, antidolorifici e farmaci anticoncezionali nelle acque reflue (Tabak & Bunch, 1970; Garrison, Pope & Allen, 1976; Hignite & Azarnoff, 1977).
Uno dei principali studi sul tema è stato quello condotto dall'United States Geological Survey tra il 1999 e il 2000 in cui sono stati classificati oltre 50 prodotti farmaceutici in 139 corsi d'acqua in 30 stati degli Stati Uniti (Kolpin et al., 2002).

Un'ulteriore tipologia di "inquinante" presente nelle acque sono i cosiddetti sottoprodotti di disinfezione (BDPs).
La disinfezione chimica dell'acqua potabile con sostanze quali il cloro in alcune condizioni porta alla formazione di sottoprodotti, sostanze chimiche, organiche e inorganiche.

I sottoprodotti di disinfezione si possono formare quando i disinfettanti reagiscono con i composti naturalmente presenti nell'acqua.
La formazione di questi prodotti avviene soprattutto tramite reazioni in cui prendono parte sostanze organiche, (es. acido umico e acido fulvico).
Principalmente le tipologie di sottoprodotti dipendono dal tipo di disinfettante utilizzato, dalla sua dose e dal residuo di disinfezione secondo differenti condizioni di disinfezione principalmente legate al tempo di reazione, alla temperatura e al pH.

L'eliminazione di questi inquinanti costituisce sicuramente una priorità nel trattamento delle acque, ma ancora più nella prevenzione dell'uso e del rilascio nell'ambiente di queste sostanze.
Questa problematica è ormai riconosciuta a livello internazionale; la volontà a livello Europeo ad esempio è quella di raggiungere uno stato chimico "buono" entro il 2015 come definito dalla Direttiva Quadro Europea sulle Acque 2000/60/CE.

Attraverso l'Articolo 16 della Direttiva Quadro Europea sulle Acque 2000/60/CE si individuano quelle che sono le sostanze pericolose

prioritarie secondo la Commissione Europea[19]:

"Le sostanze pericolose prioritarie sono le sostanze prioritarie che sono tossiche, persistenti e bioaccumulabili (PBT) e altre sostanze o gruppi di sostanze estremamente problematiche. Il criterio con cui vengono selezionate è correlato al loro comportamento nell'ambiente (il regolamento REACH segue un approccio simile).
Le sostanze PBT non si decompongono ma persistono nell'ambiente e si accumulano nei tessuti degli animali e delle piante, dando luogo a rischi a lungo termine per la salute umana e per gli ecosistemi. Poiché queste sostanze risalgono la catena alimentare, la loro concentrazione aumenta e, di conseguenza, aumenta anche il rischio per gli esseri umani e gli ecosistemi. È quindi fondamentale contenere il rilascio nell'ambiente di queste sostanze anche in piccolissime quantità.
Un altro gruppo di sostanze particolarmente problematiche è costituito dagli interferenti endocrini, ossia sostanze chimiche potenzialmente in grado di interferire con il sistema ormonale umano e animale. La Commissione sta valutando le sostanze che potrebbero rientrare in questo gruppo".

Marine Litter

Nel 2011, Legambiente insieme ad Arpa Toscana e Arpa Emilia Romagna ha presentato il dossier "L'impatto della plastica e dei sacchetti sull'ambiente marino" che sintetizza i principali studi scientifici sull'inquinamento da plastica in mare conseguente all'abbandono.

Secondo lo studio, la plastica abbandonata rappresenta il principale rifiuto rinvenuto nei mari poiché costituisce dal 60% all'80% del totale dell'immondizia trovata nelle acque e concorre alla formazione di grandi accumuli come l'Atlantic Plastic Vortex o il più importante in termini di dimensioni Pacific Plastic Vortex, la cui estensione si stima arrivi addirittura a qualche milione di chilometri quadrati, a causa di molti milioni di tonnellate di rifiuti galleggianti.
Lo studio evidenzia i problemi causati alla fauna marina dalla

19 WISE, IT-ISBN 13-978-92-79-11816-6

presenza della plastica e in particolar modo dei sacchetti.

Si stima, infatti, che circa 100.000 mammiferi marini, di cui 30.000 foche, e un numero consistente di tartarughe rimangono uccisi dalla plastica in mare ogni anno nel mondo. (Unep, 2009).

Secondo uno studio condotto da un'equipe di ambientalisti e biologi marini dell'Istituto francese di ricerca sullo sfruttamento del mare (Ifremer) e dell'Università di Liegi (Belgio), che hanno preso parte alla spedizione "Expédition Med" (luglio e agosto 2010) nel Mar Mediterraneo galleggiano circa 500 tonnellate di rifiuti plastici.
La concentrazione di frammenti plastici più alta di rifiuti coincide con i prelievi effettuati al largo dell'Isola d'Elba, dove il numero di frammenti rilevato sarebbe di 892.000 elementi per chilometro quadrato, contro una media di 115.000 frammenti plastici per chilometro quadrato.

A livello internazionale la problematica del "Marine litter", che si stima sia causata per l'80% da rifiuti provenienti dalla terraferma costituiti per la maggior parte da imballaggi, ha assunto una rilevanza strategica. Durante la quinta International Marine Debris Conference di Honolulu (marzo 2011) 47 associazioni dell'industria della plastica, provenienti da tutto il mondo, hanno firmato la Dichiarazione Comune per le soluzioni sul marine litter (Joint Declaration for Solutions on Marine Litter) .

La Dichiarazione definisce alcuni chiari obiettivi per l'industria della plastica e sollecita una stretta collaborazione tra i molteplici stakeholder coinvolti, al fine di ridurre i danni arrecati all'ambiente marino.

Nella strategia dei sei punti delineati dalla Dichiarazione, l'industria si impegna a:

- Lavorare in partnership con realtà pubbliche e private per prevenire i rifiuti marini;

- Lavorare con la comunità scientifica per meglio comprendere le origini, la portata e l'impatto dei rifiuti marini e le possibili soluzioni

al problema;

- Promuovere politiche mondiali basate su presupposti scientifici e l'applicazione delle leggi esistenti per prevenire il marine litter;

- Promuovere le migliori soluzioni di gestione dei rifiuti, soprattutto nelle regioni costiere;

- Migliorare le soluzioni di recupero dei prodotti in plastica attraverso il riciclo e il recupero energetico;

- Sovrintendere il trasporto e la distribuzione delle materie plastiche e dei prodotti di plastica ai propri clienti e promuovere questa pratica lungo tutta la catena di distribuzione.

A questo proposito la comunità scientifica è solita distinguere i residui dei rifiuti plastici ("plastics debris") in due tipologie in base alla dimensione:

- > 5mm macro residui
- < 5mm micro residui

In particolare, i micro residui sono composti sia da frammenti di oggetti più grandi che da granuli delle resine polimeriche e costituiscono la parte più difficilmente gestibile dall'uomo in quanto non facilmente identificabili.

L'ingestione dei microresidui è strettamente connessa ai problemi di tossicità dal momento che le plastiche sono note per il fenomeno di adsorbimento di inquinanti idrofobici.

Alcuni studi, infatti, tra cui quelli compiuti dal U.S National Oceanic and Atmospheric Administration e "The Algalita Marine Research Foundation" hanno dimostrato che questi frammenti possono adsorbire sostanze tossiche come PCB, DDE etc, e fungere da vettore di diffusione in ambiente marino (Moore, 2008), o provocare concentrazione di sostanze pesticide nel terreno ed entrare in questo modo nella catena alimentare.

La completa biodegradabilità del manufatto polimerico anche

in ambiente marino è fondamentale per evitare i fenomeni sopra descritti. Si fa quindi riferimento ad alcuni standard che determinano la completa biodegradabilità dei materiali in ambiente marino (ASTM D 7801-05 e ASTM D 6691-09) oppure negli impianti di trattamento delle acque reflue (ISO 14851 -14852 e l'ASTM D5209.

Allo stesso tempo, sempre in riferimento alle problematiche derivanti dall'abbandono delle plastiche nell'ambiente e alla conseguente formazione di residui di medie o piccole dimensioni è utile sottolineare la completa biodegradabilità dei polimeri al suolo secondo gli standard ISO 17556 e ASTM D5988.

EROSIONE DELLE RISORSE

Le previsioni secondo lo scenario "Business as usual" prevedono che nel 2025 la dote pro capite di acqua potabile sarà meno di un terzo di quella del 1950 e circa 3 miliardi di esseri umani dovranno convivere con una situazione caratterizzata dalla scarsità d'acqua.
L'esaurimento delle risorse idriche sotterranee è in rapida accelerazione con gravi conseguenze per il settore agricolo (Gleeson, 2012).

Il modello produttivo attuale è fortemente basato sul prelievo di risorse dal territorio, sulla loro trasformazione e sull'alta produzione di rifiuti.
Da un lato l'erosione delle risorse naturali e dall'altro l'emissione di gas ad effetto serra e inquinanti hanno portato negli anni il sistema Terra verso una condizione di equilibrio instabile.
Sono sempre più frequenti i fenomeni climatici estremi quali inondazioni e siccità con evidenti conseguenze sul tessuto produttivo e sociale.
Gli effetti del cambiamento climatico, infatti, sono una delle principali cause delle problematiche legate alla disponibilità di acqua dolce.

Uno degli aspetti più importanti quando si considera l'uso dell'acqua dolce è il concetto di flusso ambientale che si riferisce essenzialmente al regime delle acque in un determinato corpo idrico per mantenere il funzionamento degli ecosistemi.
Anche se il concetto di flusso ambientale può sembrare banale da

comprendere, è molto difficile da mettere in pratica e da controllare soprattutto laddove il prelievo idrico è necessario ad alimentare flussi produttivi e le attività domestiche.

Un caso significativo da questo punto di vista è quello del Lago Aral, definito da Ban Ki Moon “uno dei più grandi disastri naturali della storia”.
Il quarto lago più grande al mondo è stato quasi completamente prosciugato in seguito ad un piano di irrigazione delle piantagioni di cotone nell’ex Unione Sovietica che ha comportato la deviazione dei due fiumi principali della zona, il Amu Darya e il Syr Darya.

Recenti osservazioni del NASA Earth Observatory[20] hanno evidenziato come per la prima volta in tempi moderni il bacino orientale si sia completamente prosciugato. Inoltre il fondale del lago è stato contaminato negli ultimi 50 anni dai prodotti chimici utilizzati in agricoltura aumentando la concentrazione di inquinanti e di sali nell’acqua rimasta nel bacino.
La conseguente moria della fauna e della flora ha completamente distrutto l’industria della pesca dell’intera regione.
Per cercare di frenare il disastro ambientale il Kazakhstan ha costruito nel 2005 una diga per dividere la parte Nord da quella meridionale del lago.

La diga ha però comportato come conseguenza la definitiva morte della parte Sud del lago Aral.

Attualmente una delle principali metodologie per valutare la scarsità d’acqua è l’applicazione del Water Exploitation Index (WEI) su differenti scale (es, nazionale, bacini fluviali, etc.).
Il WEI è il rapporto tra la domanda media di acqua dolce e la media delle riserve di acqua dolci disponibili sul lungo periodo.
E’ in grado quindi di evidenziare le aree in cui la domanda di acqua dolce va ad incidere in maniera particolare sulla disponibilità evidenziando i rischi sul lungo periodo.

Lago d’Aral (Foto: NASA)

20 http://earthobservatory.nasa.gov/Features/WorldOfChange/aral_sea.php

Cambiamenti Climatici

"E' inevitabile. La temperatura media della superficie terrestre è aumentata di 0.6 °C nell'ultimo secolo, principalmente per causa nostra. Finora il riscaldamento è stato piuttosto limitato, ma gli effetti già si vedono a occhio nudo." (Crutzen, 2005).

Le temperature globali sono aumentate di circa 0.6-0.7 °C nel XX Secolo, ma con differenze tra le varie regioni del globo.
Sulle Alpi ad esempio l'incremento è stato superiore alla media, con +1.1 °C dal 1890, come riportato da (Bohm et. al. 2001) e da (Brunetti et.al. 2006).

Una possibile spiegazione di questo comportamento particolare sulla regione alpina è il risultato della retroazione positiva indotta dalla minore permanenza della neve (minore albedo, maggiore assorbimento di radiazione solare), e dalla sovrapposizione di altre fluttuazioni climatiche.
Il Novecento e gli Anni 1990 sono stati rispettivamente il secolo e il decennio più caldi da 1000, probabilmente 2000 anni, e il 2003 è stato l'anno più caldo sicuramente almeno dal 1856 a livello planetario.
Complessivamente, il riscaldamento osservato finora è stato più intenso nell'emisfero settentrionale e nelle ore notturne.

L'incremento termico molto rapido degli ultimi 50 anni non è più spiegabile ricorrendo soltanto alla variabilità naturale del clima, ma, secondo l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), sarebbe in gran parte da attribuirsi all'azione antropica; in questo periodo, considerando i soli fattori naturali forzanti il clima, ci si sarebbe dovuti attendere invece un lieve raffreddamento a causa della minore attività solare e dell'intensa attività vulcanica (Heng Veld et. al., 2002).

Tuttavia, non è questa la sede dove discutere sull'entità del contributo antropico al riscaldamento globale, soffermandosi invece con più attenzione sulle possibili conseguenze che tale cambiamento sta apportando.
In superficie il riscaldamento più importante ha avuto inizio attorno

al 1976: le temperature globali sono aumentate di 0.12 °C per decennio dal 1958, e di 0.16 °C dal 1979, mentre quelle troposferiche sono aumentate di 0.14 °C e di 0.10÷0.20 °C per decennio nei due rispettivi periodi.

Oltre alla coerenza dei dati di temperatura, il riscaldamento in atto è confermato soprattutto dalla riduzione dei ghiacciai, che negli ultimi 150 anni sulle Alpi hanno perso circa la metà della superficie, dall'aumento dei livelli marini di 10÷20 cm, dall'estensione della copertura nevosa, che sull'emisfero Nord è scesa del 10% dagli Anni 1960, e da quella della banchisa artica, ridottasi del 10÷15% dagli Anni 1950 (Hengeveld et. al., 2002).

Anche se fossimo capaci di fermare da subito l'emissione dei gas serra in atmosfera, queste proiezioni non sarebbero modificate.
I gas serra attualmente presenti impiegano infatti circa 120 anni per venire abbattuti.
L'approvvigionamento idrico dell'area torinese è strettamente relazionato all'adiacente regione alpina, che, come ben noto, è un territorio particolarmente delicato e particolarmente esposto agli effetti del cambiamento climatico.

Nel territorio alpino il regresso dei ghiacciai è senz'altro il fenomeno nell'immediato più appariscente tra quelli scatenati dall'aumento delle temperature.
Sulle Alpi i ghiacciai sono in ritiro dalla metà del 1800, termine della Piccola Età Glaciale, e da allora circa la metà della loro superficie è scomparsa. Temporanee e brevi fasi di progresso si sono avute negli Anni 1920 e 1970-86 (alcuni ghiacciai del Monte Bianco hanno proseguito l'avanzata fino al 1988).

La riduzione si è bruscamente accentuata dalla fine degli Anni 1980 e in particolare le stagioni 1990, 1991, 1998 e quelle dal 2003 al 2005 hanno sperimentato imponenti perdite di massa glaciale. L'ambiente è particolarmente sensibile a incrementi termici in apparenza modesti.

Alla stesura del V Rapporto IPCC (Intergovernmental Panel on

Climate Change) sui cambiamenti climatici hanno contribuito 209 autori principali e 50 revisori da 39 paesi del mondo, oltre 600 contributori da 32 paesi; oltre 50.000 i commenti totali in fase di revisione, 9200 le pubblicazioni scientifiche citate.Il nuovo rapporto IPCC costituisce dunque quanto di più completo, aggiornato e affidabile possa esprimere oggi la comunità scientifica internazionale su questi temi cruciali per il futuro dell'umanità.

Di seguito si riportano, in breve, alcuni risultati emersi[21]:

- Il riscaldamento atmosferico è inequivocabile, esteso a tutto il pianeta e globalmente quantificabile in 0,85 °C dal 1880 al 2012, inoltre il trentennio 1983-2012 è stato probabilmente il più caldo da almeno 1400 anni nell'emisfero settentrionale.

- Anche gli oceani si sono riscaldati, assorbendo oltre il 90% dell'energia supplementare accumulata nel sistema climatico dal 1971 al 2010, con un incremento termico di 0,11 °C per decennio in tale periodo nei primi 75 m dalla superficie.Inoltre è probabile che nell'ultimo mezzo secolo un riscaldamento sia avvenuto anche tra 700 e 2000 m di profondità.

- La deglaciazione prosegue in tutto il mondo, con perdite di massa glaciale molto probabilmente quantificabili in circa 275 miliardi di tonnellate di acqua equivalente all'anno (oltre 7 volte il volume del Lago Maggiore) nel periodo 1993-2009.
La fusione si è intensificata in Groenlandia e in Antartide occidentale, da cui proviene il principale contributo all'aumento dei livelli marini.

- I livelli oceanici sono infatti cresciuti, con il concorso anche della dilatazione termica dell'acqua via via più calda, di circa 19 cm dal 1901 al 2010, con tasso medio di incremento di 3,2 mm/anno tra il 1993 e il 2010.

- La concentrazione di gas serra (principalmente biossido di carbonio,

21 http://www.cmcc.it/wp-content/uploads/2013/09/COMUNICAZIONE-_IPCC_focalpoint_ITALIA.pdf

metano e protossido di azoto) è ai massimi livelli da almeno 800.000 anni, ricostruiti grazie all'analisi delle carote di ghiaccio polari.
Dalla rivoluzione industriale (fine XVIII secolo) l'utilizzo di combustibili fossili, la produzione di cemento, la deforestazione e i cambiamenti d'uso dei suoli hanno rilasciato in atmosfera circa 545 miliardi di tonnellate di carbonio.

- Gli oceani hanno assorbito circa il 30% del biossido di carbonio in eccesso (concentrazione atmosferica +40% dall'era preindustriale, ora 400 ppm), acidificandosi(pH superficiale diminuito di 0,1 unità, pari a un aumento del 26% della concentrazione di ioni idrogeno).

- E' "estremamente probabile" che l'attività umana sia la causa dominante del riscaldamento osservato da metà XX secolo (forzante radioattivo antropogenico = circa+2,29 W/m2 nel 2011 rispetto al 1750, al netto dell'effetto raffreddante dell'aerosol atmosferico). Trascurabile invece il contributo dell'attività solare (solo +0,05 W/m^2, contro i +2,29 W/m^2 dell'attività antropica).
Quanto agli scenari attesi per il futuro:

- Riscaldamento previsto nel periodo 2081-2100 rispetto al 1986-2005: tra 0.3 °C e 4.8 °C (0.3-1.7 °C nello scenario più favorevole, a basse emissioni serra, e 2.6-4.8 °C in quello peggiore, a elevate emissioni serra).

- Ondate di caldo più frequenti e prolungate, ondate di freddo più rare.

- Cambiamenti irregolari nel ciclo dell'acqua: nello scenario ad elevate emissioni serra, probabile aumento delle precipitazioni medie alle elevate latitudini di entrambi gli emisferi e sul Pacifico equatoriale; probabile diminuzione nelle regioni temperate e subtropicali già ora secche (es. Mediterraneo).

- Probabile ampliamento dell'area interessata dai monsoni, la cui stagione potrebbe allungarsi (più vapore acqueo nell'atmosfera più calda).

- Precipitazioni estreme più frequenti e intense alle medie latitudini e regioni equatoriali.

- Ulteriore riscaldamento degli oceani dalla superficie verso la profondità (0.6-2.0 °C entro i primi 100 m a fine XXI secolo), con alterazione dei regimi di circolazione.

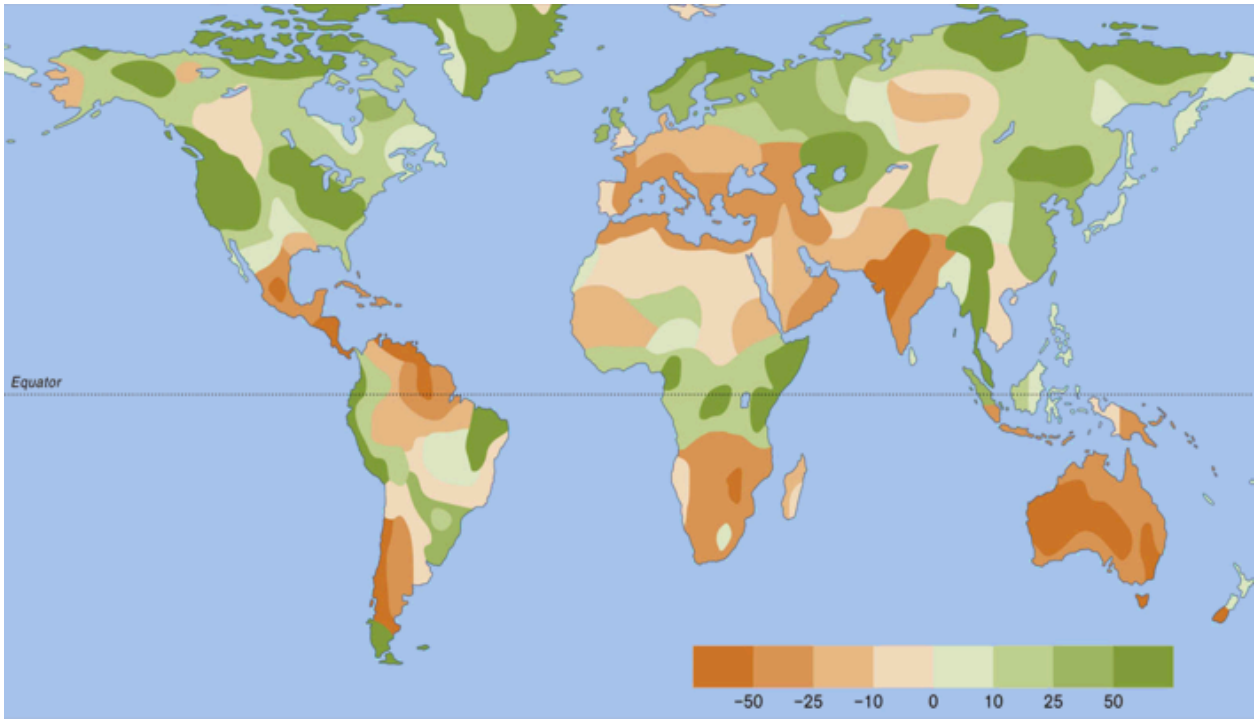
- Scomparsa estiva della banchisa artica probabile dopo la metà secolo, ma scenari ancora incerti.

- Riduzione volume ghiacciai globali: da 15-55% (scenario migliore) a 35-85%(scenario peggiore) entro il 2100.

- Area coperta da neve in primavera nell'emisfero Nord in riduzione del 7% nello scenario migliore), del 25% nello scenario peggiore entro il 2100.

- Aumento dei livelli marini probabilmente tra 26 e 82 cm entro il 2100 rispetto al 1986-2005, oltre ai 19 cm già osservati, ma fenomeno duraturo nei secoli (incrementi superiori, dovuti a un possibile collasso delle calotte antartiche terminanti in mare, non sono attualmente prevedibili con ragionevole affidabilità).

previsioni di disponibilità idrica nel 2050 (IPCC)



Questi aspetti devono quindi essere considerati nel definire le strategie future di accesso alla risorsa idrica, del suo impiego per scopi umani e del suo ruolo fondamentale come bioregolatore del clima.
L'UNDP[22] ha stabilito una serie di strategie per far fronte e mitigare gli effetti del cambiamento climatico in atto nei paesi più colpiti dai fenomeni relativi all'acqua:

- sviluppare delle risorse integrate di acqua all'interno dei limiti della sostenibilità ecologica e quindi creare dei programmi per tutte le sorgenti di acqua.

- mettere l'equità e gli interessi dei poveri al centro della gestione

- far si che la gestione dell'acqua faccia parte delle strategie nazionali per la riduzione della povertà

- riconoscere il vero valore dell'acqua, attraverso delle appropriate politiche di prezzo e attraverso procedure nazionali che ritirino i sussidi per 'incoraggiamento dell'abuso di acqua

- aumentare gli aiuti nazionali e internazionali per investimenti in infrastruttura d'acqua

- rispondere al surriscaldamento globale dando enfasi alle strategie di adattamento nell'amministrazione delle politiche dell'acqua e degli aiuti

- triplicare gli aiuti all'agricoltura

A livello Europeo è stata avviata la piattaforma Climate-Adapt[23] per l'adattamento ai cambiamenti climatici, che riunisce informazioni sulle strategie di adattamento e offre idee e strumenti per permettere alle autorità nazionali, regionali e locali di elaborare le proprie misure e strategie

22 UNDP - United Nations Development Programme
23 http://climate-adapt.eea.europa.eu

LO SCENARIO GLOBALE COME SISTEMA COMPLESSO

"Le emissioni di gas a effetto serra sono solo un sintomo di un problema molto più profondo: la nostra incapacità di vivere in modo sostenibile.
La portata di queste problematiche ambientali non deve però paralizzarci e indurci all'inazione, bensì deve sensibilizzarci e incoraggiarci a sviluppare modelli nuovi e più sostenibili di vita, crescita, produzione e consumo. In fin dei conti, stiamo parlando di ridare valore agli elementi fondamentali della nostra vita.
In un momento in cui i mercati monetari stanno cercando un orientamento, forse l'ambiente può indicare la via". (McGlade, 2009).

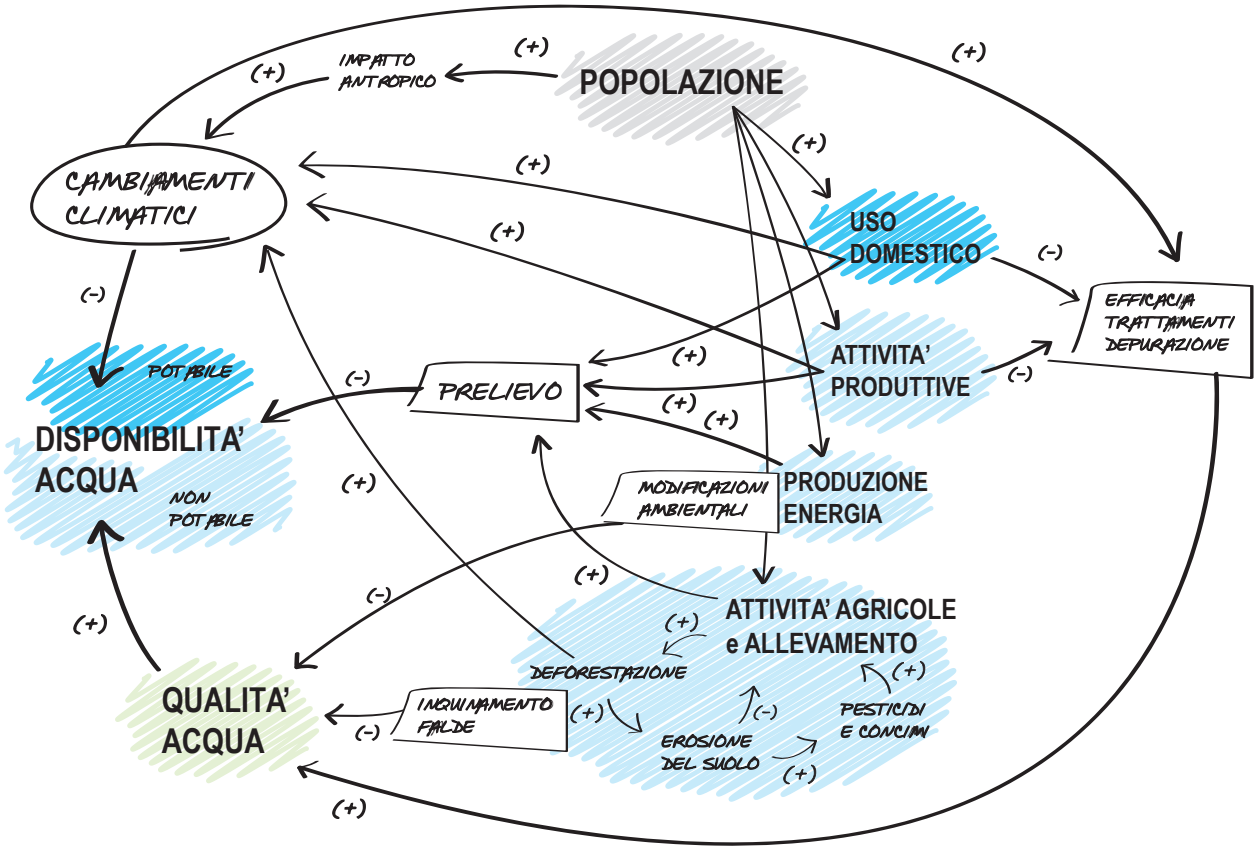
Riferendosi alla Teoria dei Sistemi Complessi e alla metodologia del Systems Dynamics si è tentato di comprendere attraverso un modello semplificato quali siano le variabili che maggiormente incidono sulla disponibilità di acqua dolce a livello globale.

Il modello costituisce quindi un'astrazione del sistema reale complesso che ha l'obiettivo di inquadrare in via preliminare le principali problematiche e quindi le aree d'intervento su cui concentrare gli sforzi per rendere sostenibile il prelievo e l'utilizzo di acqua dolce.

In particolare la disponibilità di risorsa idrica (risorsa limitata) è stata messa in relazione con la popolazione e quindi con le attività umane che utilizzano l'acqua sul territorio. In questo modo è possibile individuare le principali relazioni che regolano il sistema.

E' evidente che la popolazione e i suoi comportamenti (vedi modello di consumo) incidono in maniera rilevante sul prelievo di acqua dal territorio e sulla sua qualità.

Nello specifico, è possibile evidenziare che, secondo il modello "Business as Usual", il modello di consumo e quindi lo sviluppo tecnologico, incidono in maniera profonda sia sul prelievo di risorse idriche dal territorio che sull'efficacia dei trattamenti di depurazione.



modello semplificato raffigurante le relazioni tra gli attori del sistema e i relativi cicli di feedback positivo (+) o feedback negativo (-).

Come evidenziato in precedenza, infatti, la tecnologia, che sia essa legata alla fase produttiva o di utilizzo dell'acqua a livello domestico o ancora alle attività produttive e agricole, influenza in maniera decisiva la richiesta idrica per soddisfare i bisogni primari e produttivi della popolazione.
Allo stesso tempo, l'aumento crescente della varietà di sostanze chimiche utilizzate nella tecnosfera influisce sull'efficacia dei trattamenti di depurazione (dove presenti) e quindi sulla qualità dell'acqua.

Nello specifico, a livello domestico le abitudini di consumo, le tecnologie impiantistiche e degli elettrodomestici e le sostanze utilizzate a contatto o disciolte nell'acqua (detergenti, prodotti per il corpo, cibi, etc.) determinano sia la qualità delle acque reflue che la quantità complessiva utilizzata.

Per quanto riguarda le attività produttive, le tecnologie di

trasformazione adottate nella realizzazione dei beni di consumo e quindi le sostanze utilizzate, influenzano in maniera determinante la quantità e la qualità dei flussi idrici che le attraversano.

Un discorso analogo può essere fatto anche per l'Agricoltura che, a livello globale, incide per il 70% sui consumi d'acqua dolce.
La massimizzazione delle rese attraverso la diffusione di monocolture e l'utilizzo di prodotti chimici quali pesticidi ha negli anni portato, da un lato ad un aumento consistente della deforestazione, e dall'altro ad una forte erosione del suolo con crescente necessità di acqua per l'irrigazione.
Questo loop positivo ha influito in larga parte sul prelievo idrico dal territorio e sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee contaminate da agenti chimici.

L'allevamento, che può essere accostato per caratteristiche tipologiche all'attività agricola, influisce sia sul prelievo dell'acqua dolce che sull'immissione di sostanze "inquinanti" nelle acque superficiali e quindi di falda.

Nonostante possa sembrare superfluo è doveroso sottolineare che più allevamento e agricoltura sono di carattere intensivo maggiore sarà la loro impronta sul territorio.
Esiste, infatti, un limite di resilienza entro il quale il sistema territoriale è in grado di assorbire e metabolizzare gli inquinanti che non dovrebbe essere superato.

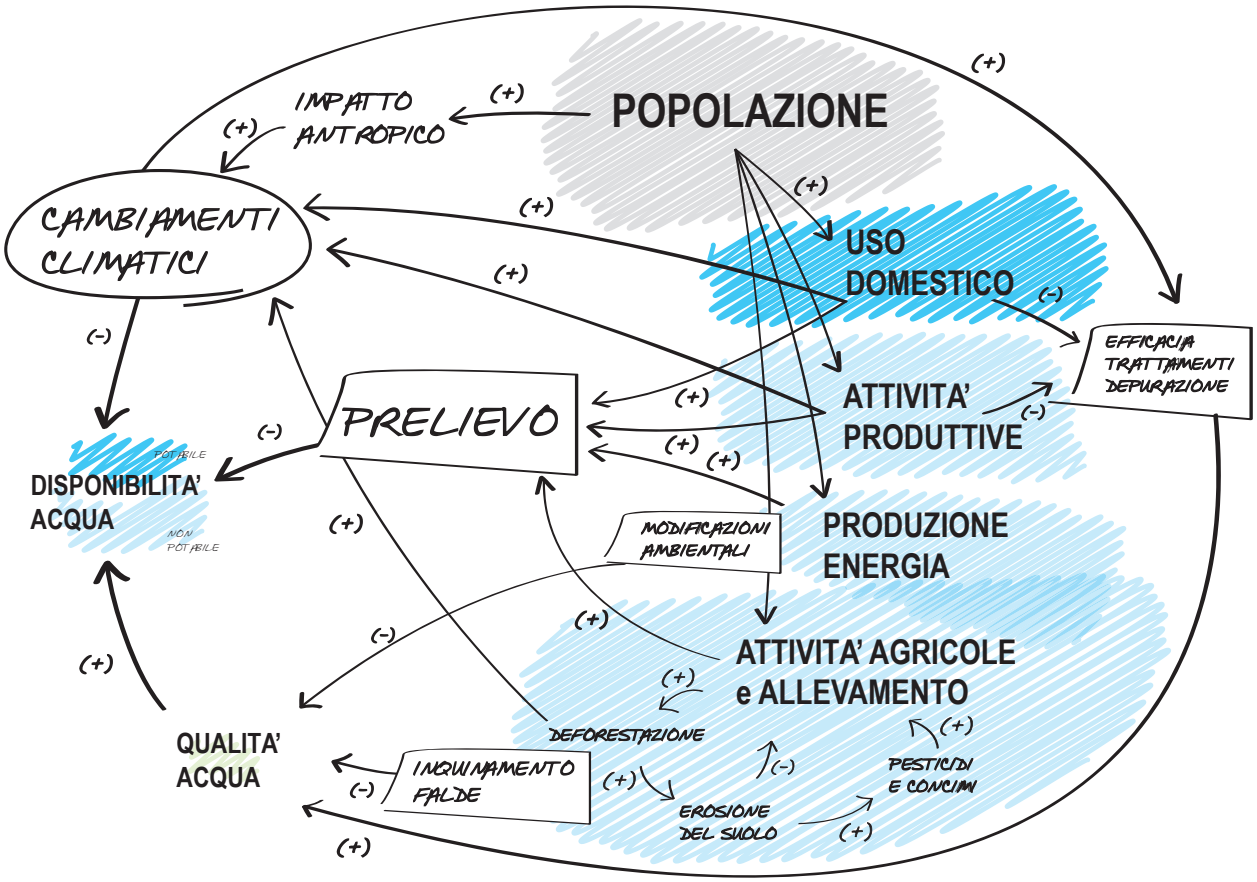
Inoltre, l'impatto antropico sull'ambiente contribuisce all'emissione di gas serra causa dei cambiamenti climatici e alla riduzione della quantità e qualità dell'acqua globalmente disponibile.
Questi due fattori incidono in maniera determinante sulla disponibilità di acqua dolce.

Considerando le relazioni identificate all'interno del sistema e le previsioni sull'**aumento della popolazione,** sugli effetti dei cambiamenti climatici e sulla sostanziale fisiologica lentezza nell'incremento dell'efficacia dei sistemi di trattamento delle acque è possibile identificare alcune tendenze che avrà il sistema in futuro.

Nello specifico, ad un aumento di popolazione corrisponderà un conseguente aumento del fabbisogno idrico (per uso domestico, attività produttive, produzione di energia, attività agricole) e quindi il prelievo della risorsa idrica dal territorio e al tempo stesso un impoverimento della sua qualità dovuto all'aumento del carico di inquinanti.

Ad un aumento del prelievo complessivo corrisponderà quindi una riduzione consistente della disponibilità idrica.
Se si considera che ad oggi 6 miliardi di persone stanno sfruttando il 54% per cento di tutta l'acqua dolce accessibile contenuta in fiumi, laghi e falde acquifere sotterranee (WWAP)[24], è possibile intuire come questo prelievo potrà aumentare considerando che le ultime previsioni parlano di circa 11 miliardi di abitanti sul Pianeta Terra nel 2100 (UN, 2012)[25].

modello semplificato raffigurante le relazioni tra gli attori del sistema e i relativi cicli di feedback positivo (+) o feedback negativo (-) nel caso in cui la popolazione mondiale continui ad aumentare.



24 World Water Assessment Programme (WWAP)
25 Revision of the World Population Prospects, United Nations publication, Sales No. E.13.XIII.7, 2012

Secondo la Teoria Generale dei Sistemi l'omeostasi è il fenomeno secondo il quale i sistemi complessi hanno la capacità di mantenere relativamente costanti il loro ambiente e le variabili più importanti per la loro esistenza. Grazie ad esso i sistemi assorbono le perturbazioni senza subire danni o mutamenti di rilievo, principalmente attraverso cicli di feedback negativo.

Il sistema modellizzato, evolvendo, raggiunge e supera un livello critico in cui l'omeostasi non è più efficace. Nello specifico il livello critico può essere superato a causa di una perturbazione esterna troppo grande (vedi aumento della popolazione e riduzione della disponibilità delle risorse idriche) che supera la naturale capacità omeostatica del sistema.

Quando in un sistema, dopo un lungo periodo di relativa stabilità, viene meno l'omeostasi esso entra in una crisi di instabilità nota con il nome di biforcazione catastrofica.
Durante la biforcazione il sistema si trova nello stato caotico. Una minima fluttuazione è enormemente amplificata dai fenomeni di feedback positivo che hanno preso il sopravvento sulle capacità di controllo. Il sistema sarà in grado di uscire da tale situazione caotica soltanto quando una nuova organizzazione e nuove interazioni, ovvero un nuovo livello gerarchico, si saranno cristallizzate, soggiogando l'intero sistema (Laszlo, 1986).

Una delle fluttuazioni indotte dai feedback positivi (ad esempio l'aumento del prelievo) catapulta il sistema in un nuovo attrattore, in un nuovo stato che sarà stabile almeno fino alla prossima biforcazione.
Secondo Kuznetsov (Kuznetsov, 1995), il nuovo assetto del sistema sarà stabilizzato da una serie di cicli di feedback, ma è altamente improbabile prevedere il nuovo stato di equilibrio che raggiungerà il sistema.

Riferendosi quindi al Sistema di disponibilità della risorsa idrica sopradescritto è possibile intuire come l'attuale andamento possa portare ad una crisi caotica la cui soluzione in un nuovo stato è difficilmente prevedibile.

In alcune aree del Pianeta questo è già avvenuto o sta avvenendo, si pensi alla crescente desertificazione in aree come l'Africa Subsahariana, l'Iran, la Cina, ma anche il Messico o parte del Brasile.

Caso rappresentativo in questo senso è quello della città di Lima in Perù che attualmente è popolata da circa 8,6 milioni di abitanti.
Ad oggi l'acquedotto di Lima conta su una produzione d'acqua di circa 20 m^3/s e una riserva di circa 282 Mm^3 di acqua dolce.
Tuttavia l'acqua consumata a Lima proviene quasi esclusivamente dai vicini ghiacciai andini. L'indice di piovosità è, infatti, molto basso registrando circa 9 mm di acque meteoriche all'anno [26].
Questo vuol dire che se la previsione sullo scioglimento dei ghiacciai che riforniscono la città di Lima prevista entro i prossimi 30 anni sarà confermata si assisterà ad una grave crisi idrica in tutto il distretto.

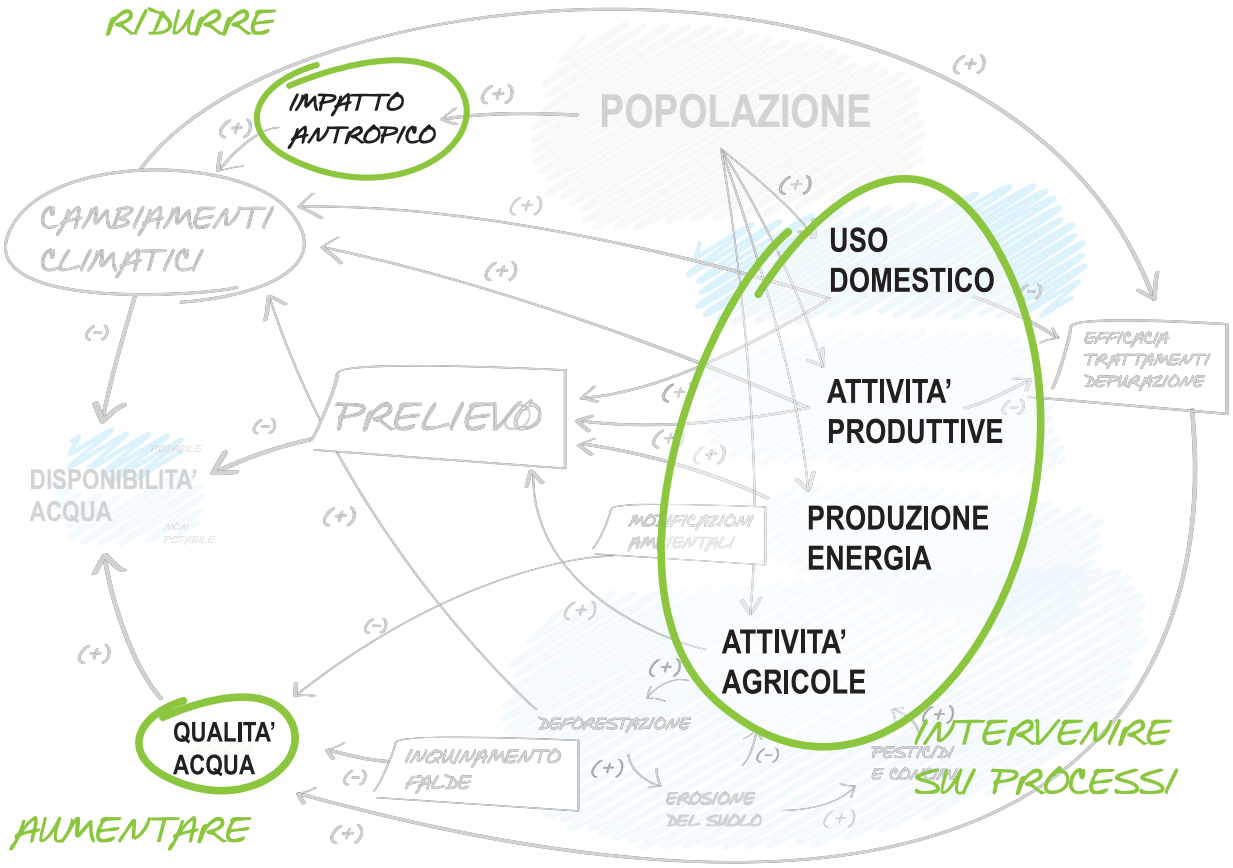
Città di Lima - Perù e i ghiacciai andini che costituiscono la riserva idrica che alimenta la metropoli peruviana.

Dato che la vasta maggioranza dei nuovi 2,3 miliardi di persone che, si stima popoleranno il pianeta entro il 2050, nascerà in nazioni dove le falde acquifere si stanno abbassando, i profughi dell'acqua si avviano a diventare una ovvietà.

Essi saranno maggiormente comuni nelle regioni aride e semi-aride dove le popolazioni stanno esaurendo le riserve d'acqua, affondando nella povertà idrica. (Brown, 2011).

Per cercare di mitigare questi fenomeni e riportare il sistema su

26 http://www.lima-water.de/en/lima.html



modello semplificato raffigurante le relazioni tra gli attori del sistema e i relativi cicli di feedback positivo (+) o feedback negativo (-). Aree di intervento su cui agire prioritariamente.

un equilibrio più sostenibile è necessario intervenire sul modello di consumo e quindi sulle "tecnologie" adottate con l'obiettivo di diminuire il fabbisogno idrico pro capite e aumentare la qualità dell'acqua.

Per invertire la tendenza attuale può essere utile riprendere come spunto il concetto di oasi espresso da Pietro Laureano, ovvero un insediamento umano in situazioni geografiche inclementi che utilizza risorse rare, disponibili localmente, per innescare un amplificazione crescente di interazioni positive e realizzare una nicchia ambientale fertile e autosostenibile le cui caratteristiche contrastano l'intorno sfavorevole (Laureano, 1988).
Il sistema di gestione delle acque nelle oasi, infatti, non solo

garantisce la gestione compatibile con la rinnovabilità delle quantità di acqua disponibili, ma le aumenta.

Proprio in questa direzione la Commissione Europea sta elaborando un piano per la salvaguardia delle risorse idriche europee che stabilisce un'agenda politica fino al 2020 e che in estrema sintesi intende:

1. dimostrare il potenziale per la conservazione delle risorse idriche e degli ecosistemi acquatici

2. indicare in che modo potrebbe evolvere la disponibilità di acqua

3. suggerire strumenti per migliorare la distribuzione delle risorse idriche.

La direzione verso cui sta andando la Commissione Europea nell'ambito della gestione delle acque è, infatti, quella del risparmio attraverso misure di efficienza e ad un'efficace politica dei prezzi. In agricoltura tale obiettivo può essere raggiunto ad esempio grazie ad innovativi metodi di coltura e al miglioramento dei sistemi di irrigazione.

Per le utenze domestiche si stima che una migliore efficienza idrica degli elettrodomestici potrebbe portare un risparmio fino al 10% con conseguente risparmio energetico per il riscaldamento dell'acqua.
Allo stesso tempo un notevole margine di miglioramento dell'efficienza potrebbe arrivare dalla diminuzione delle perdite, che in alcuni casi raggiungono il 50%.
Un'altra sfida fondamentale riguarda l'utilizzo del territorio e le pratiche agricole che minacciano la qualità e la quantità dell'acqua. Il ricorso a misure di ritenute naturali delle acque, come le pianure alluvionali e le zone umide, il ripristino di aree ripariali e la ridefinizione dei meandri dei fiumi, potrebbe contribuire notevolmente ad affrontare questi problemi.

Tuttavia, per avviare un cambiamento di rotta sostanziale è necessario adottare un approccio sistemico in grado di guardare la risorsa idrica

da una nuova prospettiva superando la specializzazione settoriale attuale per integrare invece il sistema forestale, quello agricolo e quello urbano come parte di un unico sistema ecologico.

Il rischio, infatti, può essere quello di considerare in maniera disgiunta gli ambiti di intervento continuando in una logica lineare di efficientamento delle tecniche e delle tecnologie sul breve periodo. Il rapporto nato dalla Convenzione Sulla Deforestazione (UNCCD)[27] del 1998, indica ad esempio la necessità di recuperare le antiche tradizioni e il saper fare dell'epoca preindustriale quando l'umanità era "costretta" a vivere in stretta simbiosi con la natura, agendo localmente sulle risorse disponibili con l'obiettivo di preservarle e rigenerarle.

L'era delle fonti fossili e della diffusa disponibilità energetica ha favorito da un lato un livello di benessere mai raggiunto in precedenza annullando però un bagaglio di cultura materiale evolutosi in millenni. L'esaurimento delle fonti fossili e della probabile disponibilità di energia a basso costo impone di conseguenza un forte ripensamento del sistema produttivo e del modello sociale che sia in grado di riscoprire e di riappropriarsi di quel legame con la natura indispensabile alla sopravvivenza della razza umana sulla terra. Il reale pericolo nel modello sopradescritto è che il sistema si evolva in una direzione che renda difficile la sopravvivenza della razza umana su questo pianeta.

27 United Nations Convention to Combat Desertification

L'ACQUA VIRTUALE

L'acqua direttamente consumata a livello domestico rappresenta una piccola quota dell'acqua che in realtà consumiamo per soddisfare i nostri bisogni.
Nella provincia di Torino, questa quota è di circa **190-200 litri al giorno pro-capite** (considerando anche le perdite della rete di distribuzione).

Tuttavia il consumo pro-capite può essere notevolmente maggiore se si somma all'acqua direttamente utilizzata per uso domestico anche quella utilizzata indirettamente per la produzione dei prodotti che utilizziamo tutti i gironi, la cosiddetta acqua virtuale.
L'acqua virtuale rappresenta ad esempio l'acqua necessaria per l'irrigazione dei campi in cui viene coltivato il cibo che mangiamo o il cotone con cui sono realizzati i nostri vestiti.
Questa quantità di acqua viene spesso prelevata e utilizzata fuori dal territorio in cui il prodotto sarà consumato.

La maggior parte dell'acqua che consumiamo è, infatti, collegata all'impronta indiretta (acqua virtuale), che può incidere sulla vita di persone distanti da noi, in particolar modo se i prodotti che acquistiamo sono stati realizzati con acqua proveniente da altre aree del pianeta.
Nello specifico, l'impronta idrica (Water Footprint) di un prodotto è la quantità totale di acqua dolce utilizzata nella produzione e nel consumo dello stesso (Hoekstra, 2012).
Questo indicatore viene calcolato combinando i volumi totali dell'uso diretto e indiretto dell'acqua durante l'intero ciclo di vita del prodotto.
Tali valori sono la somma di tre componenti:

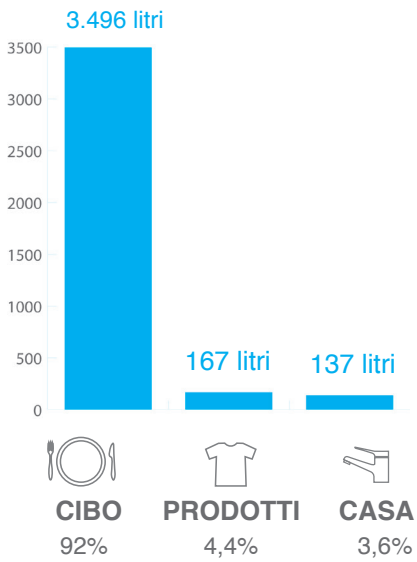
Blue water: è il volume di acqua estratto dalle falde e da fonti idriche superficiali quali fiumi, laghi e bacini;

Green Water: è il volume di acqua consumato direttamente dal suolo e dai vegetali attraverso l'evapotraspirazione.

Grey Water: è l'acqua necessaria per diluire gli inquinanti, come i

Global Water Footprint

3.800 litri a persona al giorno



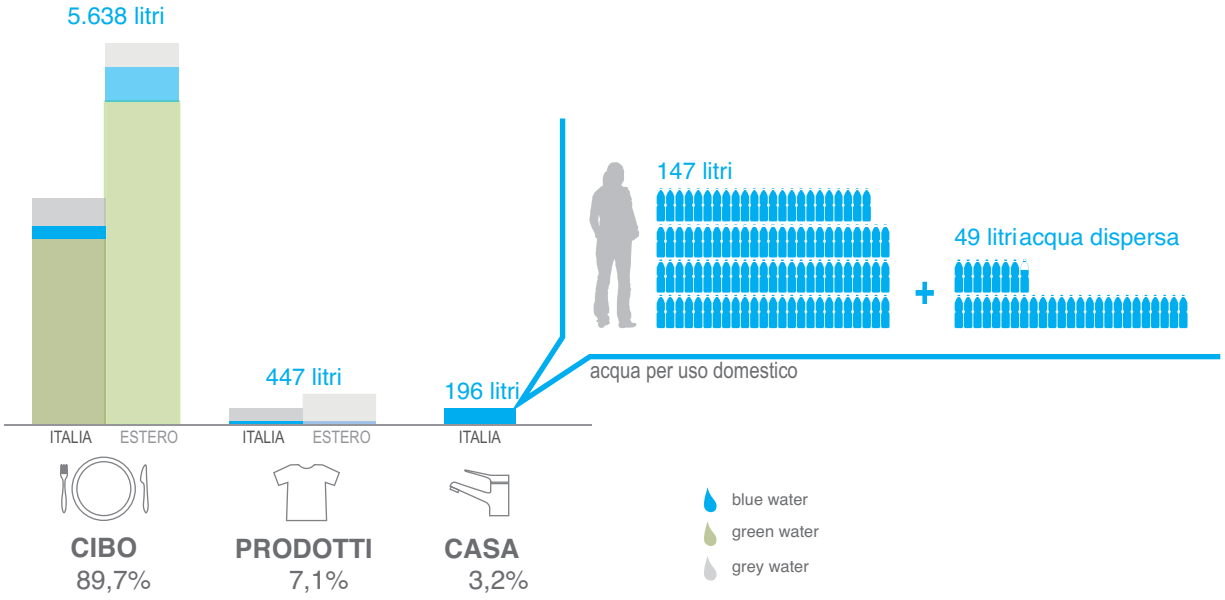
concimi azotati, al punto che la qualità delle acque possa tornare a uno standard accettabile. Una volta consumata o inquinata, quest'acqua non è disponibile per altri usi.

La maggior parte dell'impronta idrica globale media annua è dovuta all'agricoltura.
Di fatto, il consumo di prodotti agricoli determina il 92% dell'impronta idrica totale del mondo.
Secondo una ricerca condotta dall'Università di Twente nei Paesi Bassi, le percentuali restanti sono attribuibili ai prodotti industriali (4,4%) e all'approvvigionamento idrico domestico (3,6%) (Hoekstra, 2011).

L'impronta idrica individuale è, di conseguenza, la somma delle impronte idriche di tutti i beni e i servizi che consumiamo.
Secondo quanto afferma il Gruppo di Ricerca dell'Università di Twente, l'impronta idrica media globale per consumatore tra il 1996 e il 2005 è stata di 3.800 l/giorno (1.385 m³/anno), con valori medi pari a 3.900 l/giorno (1.426 m³/anno) per i tedeschi, 6.700 l/giorno (2.461 m³/anno) per gli spagnoli, 4.500 l/giorno (1.635 m³/anno) per i danesi e 3.800 l/giorno (1.405 m³/anno) per i polacchi.

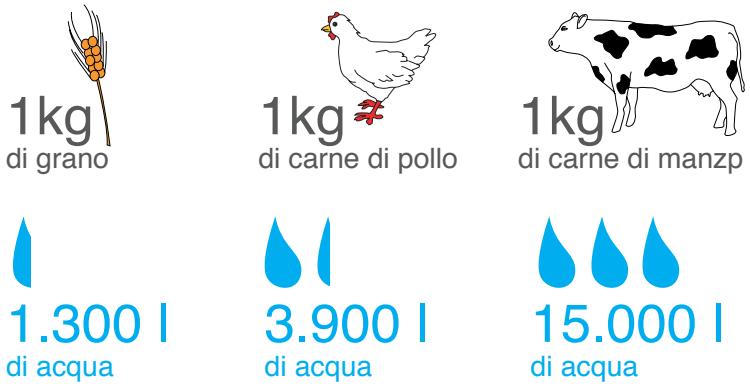
Consumo di acqua procapite al giorno in Italia

6.281 litri a persona al giorno



Valori molto più elevati rispetto al consumo diretto di acqua (circa 190 litri al giorno nel torinese e 137 litri/giorno a livello globale).

I nostri modelli e volumi di consumo influenzano direttamente l'impronta idrica individuale.
Una persona che beve molto caffè e mangia carne regolarmente, ad esempio, avrà probabilmente un'impronta idrica molto più elevata rispetto a un vegetariano che beve l'acqua del rubinetto.
L'impronta idrica permette ancora una volta di comprendere come il consumo di acqua e la sua disponibilità sia un problema globale che riguarda tutti.



UNA RISORSA CHE VIENE DA LONTANO

È importante anche riconoscere la differenza tra l'impronta idrica interna e quella esterna.
Per i paesi che dipendono in larga misura da risorse idriche estere, l'impatto principale del consumo e dell'inquinamento di cui sono responsabili viene esternalizzato, nel senso che gli effetti ricadono direttamente sul paese fornitore.

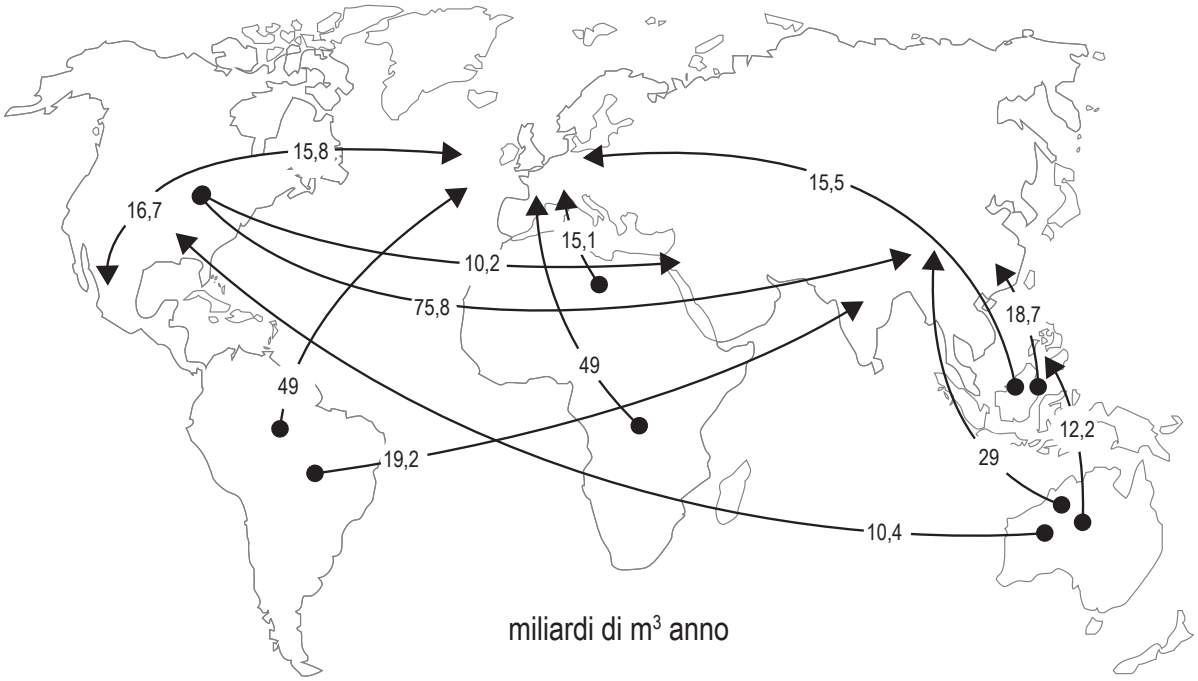
Questo è ciò che avviene in gran parte dei paesi europei.
Di fatto, alcuni paesi europei come l'Italia, la Germania, il Regno Unito e i Paesi Bassi hanno un'impronta idrica esterna pari al 60-95% della propria impronta totale.

In media, in Italia si consumano circa 6 m^3 di acqua virtuale al giorno per persona.

Di questi, il 20% circa è riconducibile ad acqua prelevata per scopi irrigui da corpi idrici superficiali o sotterranei, ed il 60% circa proviene dall'estero (l'Italia risulta essere tra i maggiori importatori pro-capite al mondo).

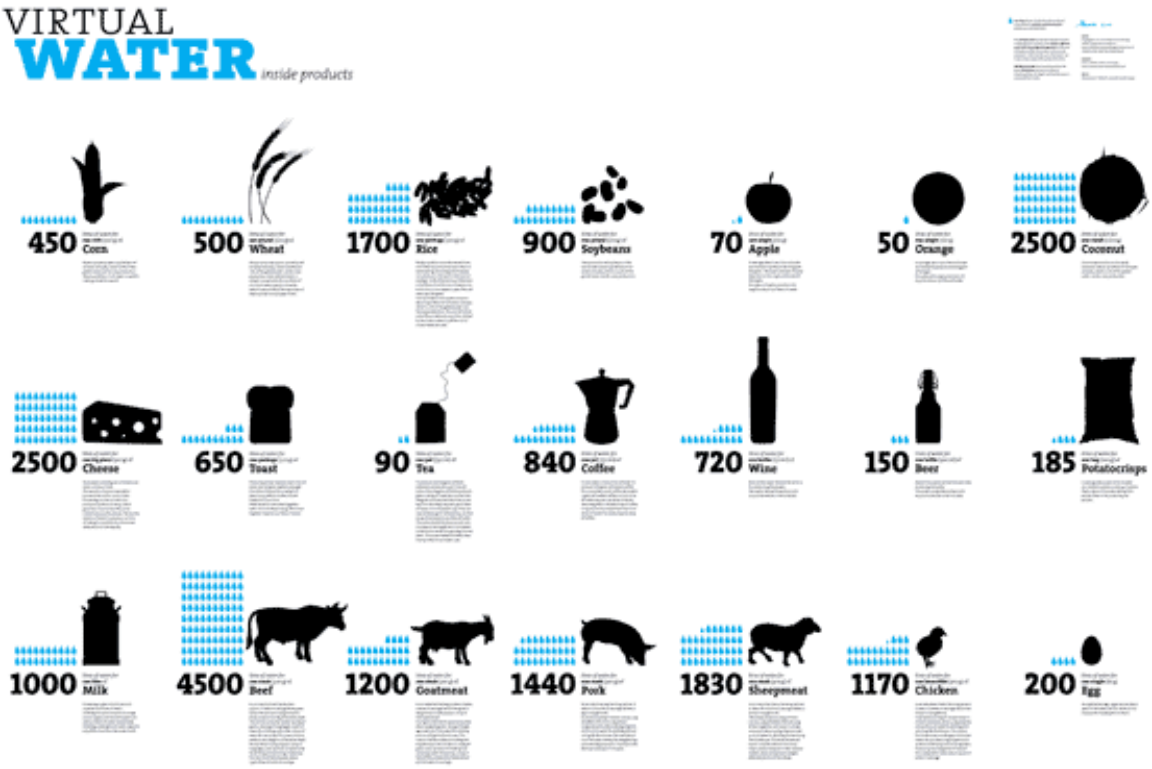
Infatti, il commercio mondiale di beni agricoli rappresenta una rete sulla quale si spostano enormi quantità di acqua virtuale.
Tale rete rappresenta oggi uno dei maggiori veicoli attraverso cui lo stile di vita e la produzione industriale di una regione possono negativamente influenzare l'ambiente di regioni anche molto distanti[28].
Considerando che più del 90% dell'acqua consumata è strettamente connessa alla produzione del cibo che consumiamo ogni giorno, è facile dedurre come le scelte alimentari incidano in maniera profonda sulla problematica dell'erosione e del consumo di questa importante risorsa.

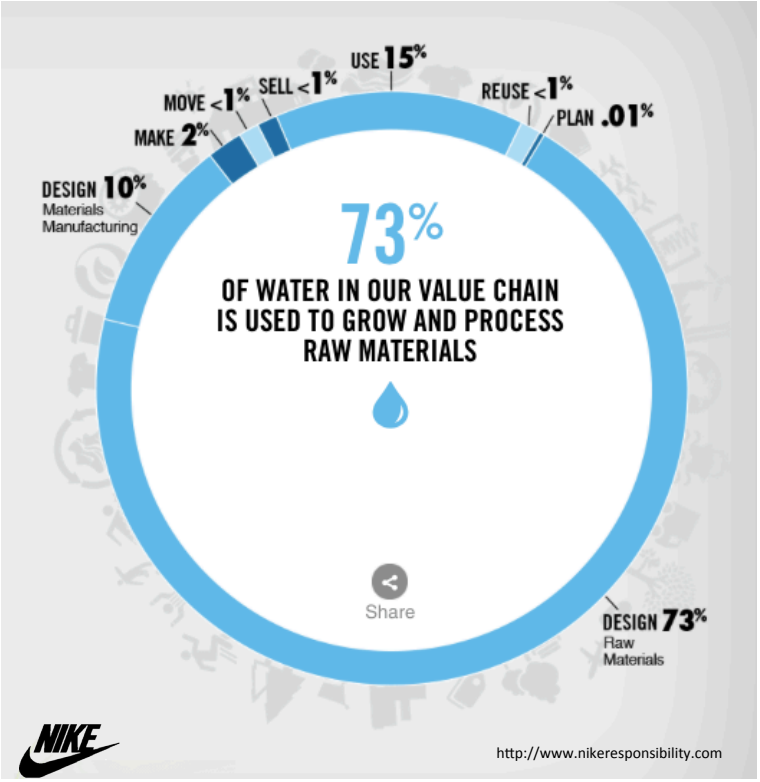
Flussi internazionali di acqua virtuale scambiati attraverso i prodotti agricoli 1997-2001



Flussi internazionali di acqua virtuale scambiati attraverso i prodotti agricoli 1997-2001 (Hoekstra, 2008)

28 http://www.waterinfood.it





Il consumo complessivo di acqua per la produzione di beni alimentari e di consumo riesede principlamente nella fase di produzione/crescita delle materie prime e nella loro trasformazione. Ad esempio, come si può vedere nell'immagine a lato il 73% dell'acqua consumata all'interno della filiera produttiva della Nike è indirizzata all'estrazione e lavorazione delle materie prime.

PARAMETRI DI CARATTERIZZAZIONE DELL'ACQUA

2

Di seguito si riportano alcune proprietà e parametri dell'acqua approfonditi in fase di ricerca per agevolare la comprensione del comportamento dell'acqua e definirne le sue qualità.

LA TENSIONE SUPERFICIALE

L'acqua ha un'alta tensione superficiale dovuta ai legami forti tra gli atomi che consente ad esempio il fenomeno della capillarità e la capacità di organizzarsi naturalmente in gocce.
All'interno dell'acqua ciascuna molecola è sottoposta da ogni parte a forze di legame intermolecolari che tra loro si bilanciano, mentre le molecole dello strato più esterno della pellicola d'acqua, essendo sottoposte solo a forze intermolecolari da parte di quelle adiacenti e di quelle degli strati più interni, vengono a essere "tirate" verso l'interno, facendo sì che la superficie dell'acqua allo stato liquido tenda a contrarsi occupando la minima superficie possibile.

La tensione superficiale dipende dalla temperatura e precisamente tende a diminuire con l'aumentare di essa.

Normalmente l'acqua del rubinetto ha una tensione superficiale di circa 75 dynes/cm.
I tensioattivi usati comunemente nei detergenti portano la tensione superficiale a circa 45 dynes/cm.

L'acqua che beviamo trasporta i micronutrienti alle cellule del nostro organismo, non tutti i tipi di acque sono in grado di svolgere appieno questo compito. Infatti, l'acqua normale/naturale ha una "capacità vitale" limitata per l'elevata tensione di superficie, mentre quella con più bassa tensione superficiale è in grado di "legarsi" meglio ai colloidi (microminerali).

Il Dr. Flanagan che indagò a lungo insieme al Dr.Coanda, le proprietà benefiche delle sorgenti di acqua utilizzata dalla popolazione pakistana degli Hunza (una delle più longeve sul nostro pianeta) mise a punto un dispositivo con cui creare dei vortici in grado di

abbassare la tensione superficiale dell'acqua fino a 38 dynes/cm[1].

LA DUREZZA DELL'ACQUA

La durezza dell'acqua è da tempo riconosciuta come una caratteristica dell'acqua in cui vi è la presenza di alcuni minerali, soprattutto sali di calcio e magnesio.
Un testo di chimica del 19° secolo definì la durezza dell'acqua come la quantità di sapone necessaria per creare la schiuma (defined as the soap-destroying power of water) e veniva espressa in
mg sapone/litro di campione d'acqua necessari a ottenere la formazione di schiuma (JO Rosenberg, Oorganisk Kemi, Stoccolma 1888).
Si osservò, infatti, che la presenza di minerali causava la precipitazione di soluzioni di sapone, e di conseguenza l'acqua 'dura' richiedeva eccessive quantità di sapone prima che si potesse formare la schiuma.

Queste osservazioni sono state utilizzate anche in altri metodi di valutazione per testare la durezza dell'acqua come quello sviluppato all'inizio del XX° secolo dall'Illinois State Water Survey (ISWS) .
Il metodo di analisi consisteva nell'inserire una soluzione di sapone in alcol, goccia a goccia, nel campione di acqua che si doveva valutare.
Seguivano vigorose agitazioni e successive aggiunte della soluzione di sapone fino a formare uno strato uniforme di schiuma sull'intera superficie del campione.
Venne così elaborata una serie di valori di riferimento con cui valutare la durezza dell'acqua espressa in parti per milione di carbonato di calcio o in granelli di carbonato di calcio per gallone imperiale secondo la scala inglese.

Fu sviluppato un metodo più accurato per la determinazione della durezza totale definita anche come "analisi minerale" attraverso la

1 A. Bartholomew, The Story of Water, source of life, Floris Books, 2010

titolazione per determinare la quantità di sali di calcio e magnesio ma anche silice, ferro, alluminio e manganese. Il processo prevedeva una serie di evaporazioni, trattamenti con prodotti chimici (acidi, basi e altri), precipitazioni e filtrazioni.
Tuttavia questa metodologia complessa e laboriosa non venne ritenuta necessaria per il lavoro analitico ordinario, ma fu usato come metodo di controllo per il metodo con il sapone.

Nel 1960[2] la procedura con il sapone non era più indicata come un metodo standard al quale vennero sostituiti metodi di titolazione o metodi gravimetrici.

Tuttavia la definizione originale di durezza come la quantità di sapone necessaria per ottenere la formazione di schiuma è probabilmente quella che più si avvicina ad essere in grado di cogliere la percezione della vita reale di quanto l'acqua possa essere 'dura'; in quanto non vi è alcuna regolazione di pH, etc. che può interferire nel caso in cui gli ioni Calcio si trovano in uno stato tale (ad esempio dopo un vortice) da non interagire con la soluzione di sapone, come osservato dagli studi condotti dall'IET (Jhonasson).

Oggi la Durezza dell'acqua viene definita come il **'tenore complessivo dei sali di calcio e di magnesio disciolti nelle acque (ECG)'** (Treccani).
I sali della durezza sono solitamente presenti nell'acqua come solfati, cloruri, nitrati, carbonati o idrogenocarbonati, che generalmente sono solubili ma per riscaldamento o per evaporazione precipitano formando incrostazioni di calcare o di altro genere.

La durezza viene generalmente espressa in gradi francesi (°f, da non confondere con °F, che sono i gradi Fahrenheit), dove un grado rappresenta 10 mg di carbonato di calcio ($CaCO_3$) per litro di acqua (1 °f = 10 mg/l = 10 ppm – parti per milione).

Attualmente si usa anche il grado MEC, che corrisponde a 1 g di $CaCO_3$ in 100 litri ed è perciò uguale al grado francese.

In genere, le acque vengono classificate in base alla loro durezza come segue:

< 7 °f	molto dolce
7 °f - 14 °f	dolce
14 °f - 22 °f	mediamente dura
22 °f - 32 °f	discretamente dura
32 °f - 54 °f	dura
> 54 °f	molto dura

2 http://www.isws.illinois.edu/hilites/achieve/psl/PSLinst.asp

CONCENTRAZIONE IONI IDROGENO (PH)

Il pH è una scala di misura dell'acidità o dell'alcalinità di una soluzione e misura la concentrazione degli ioni H+ in acqua.

Il pH si esprime attraverso la relazione: $pH = - \log_{10} [H^+]$

Il pH indica, numericamente, la concentrazione di ioni idrogeno liberi in una soluzione.
Un eccesso di ioni positivi indica che la soluzione è acida, mentre un eccesso di ioni negativi indica che essa è basica o alcalina.

Nello specifico una soluzione si definisce acida quando il pH è compreso fra 0 e 7; **neutra a pH uguale a 7; a pH compreso tra 7 e 14 la soluzione è alcalina**.

La concentrazione degli ioni idrogeno è un importante parametro per le acque naturali e per le acque reflue.
I microrganismi che presiedono a molti processi di degradazione biologica tollerano solo modeste variazioni rispetto al range ottimale (6,5 – 8,5).
Di conseguenza valori molto alti o molto bassi possono portare seri danni al corpo idrico ricevente.

L'alcalinità è la capacità di un'acqua di neutralizzare gli acidi tamponando un calo del pH grazie alla presenza di carbonati, bicarbonati e idrati.
Durante la nitrificazione si ha un aumento di acidità grazie alla produzione di ioni H^+ con le reazioni di nitrificazione e il bicarbonato di calcio (H_2CO_3) presente nell'acqua, mentre durante la denitrificazione si ha un aumento di alcalinità.

Il limite di legge, previsto dal Decreto Legislativo 2 febbraio 2001 n. 31 "Attuazione della direttiva98/83/CE relativa alla qualita' delle acque destinate al consumo umano", è inserito tra i parametri indicatori, con un valore compreso tra 6,5 e 9,5.

0	acido cloridrico 1 M
1,5	Batteria acida
1- 2	Succo gastrico
2,4	Succo di limone
2,5	Coca Cola
2,9	Aceto
3,5	Detergente intimo antibatterico
3,7	Succo di arancia
4,5	Birra
4,5 - 4,8	Pioggia acida
5	Caffè
5,5	Tè, pelle sana
5,5 - 6	Acqua deionizzata a 25 °C
6,2	Acqua ossigenata
6,5 - 6,7	Latte ben conservato
7	Acqua distillata a 25 °C
6,5 - 7,5	Saliva umana normale
7,4 - 7,45	Sangue
7,2 - 7,8	Acqua di piscina regolare
7,7 - 8,3	Acqua di mare
9 - 10	Saponi alcalini
11,5	Ammoniaca
12,5	Varechina
13,5	Liscivia
14	Idrossido di sodio 1 M

CONDUCIBILITÀ ELETTRICA

L'acqua pura ha una bassa conduttività elettrica ma non appena in essa si disciolgono dei sali diventa un buon conduttore e un buon medium per la trasmissione dei segnali bioelettrici.
Questo è il motivo per cui l'acqua biologica e l'acqua di mare sono salate.

Nel caso di una soluzione elettrolitica la conducibilità dipende, ovviamente, dalla concentrazione degli ioni e dal pH, dalla loro carica, dalla loro mobilità (velocità limite raggiunta da questo ione in un campo elettrico di valore unitario) e dalla temperatura (Silvestroni, 1996) :

- se aumenta la concentrazione degli ioni, entro certi limiti, aumenta il numero dei trasportatori di elettricità per unità di volume e, quindi, aumenta la conducibilità;

- considerando due ioni della stessa specie a valenza diversa (ad esempio Fe^{2+} e Fe^{3+}), lo ione a valenza maggiore, anche se meno mobile perché più idratato, trasporta una maggiore quantità di elettricità e di norma la sua soluzione è quella più conduttrice;

- se uno ione si muove con velocità maggiore di un altro ione di stessa carica perché è di massa e/ o dimensioni minori, la sua soluzione è quella più conduttrice;

- l'aumento di temperatura di una soluzione provoca la diminuzione della viscosità del solvente e dell'idratazione, ovvero delle dimensioni degli ioni (perché l'aumento di temperatura e quindi di energia cinetica favorisce la rottura dei legami ione-molecole H2O) di conseguenza aumenta la mobilità degli ioni e, quindi, la conducibilità della soluzione (2% per 1°C).

I valori che forniscono la misura della conducibilità dell'acqua sono sempre più bassi man mano che l'acqua diventa pura: **l'acqua pura è molto poco conduttrice e, quindi, molto poco dissociata in ioni.**

Dal momento che la conducibilità dipende dalla temperatura, occorre riportare i valori alla temperatura di riferimento (20°C).

Limite di legge previsto dal D.Lgs. 31/2001: 2500 microSiemens/cm
La resistività elettrica è l'inverso della conducibilità e si misura in ρ (Ohm/cm^2).

La resistività elettrica indica la capacità di una soluzione di ostacolare il passaggio della corrente elettrica. Il passaggio della corrente elettrica è facilitato dagli elettroliti (es. sali minerali).

CONCENTRAZIONE DI OSSIGENO DISCIOLTO

Rappresenta la concentrazione di ossigeno molecolare (O^2) in soluzione acquosa, un parametro fondamentale poiché la vita di tutti i microrganismi che vivono in acqua, in particolare di quelli che presiedono alla depurazione biologica, è da esso condizionata (Masotti, 2005).

La concentrazione di ossigeno disciolto a saturazione varia fra e14,6 e 7,5mg/l con temperature comprese tra 0 e 30°C, salinità pari a 0 mg/l e pressione atmosferica di 1 bar (Masotti, 2005).

La concentrazione di ossigeno disciolto nelle acque naturali e di scarico varia in funzione della temperatura dell'aria e dell'acqua, del grado di durezza dell'acqua e della domanda di ossigeno nel corpo d'acqua (COD).
La solubilità dell'ossigeno nell'acqua aumenta con la diminuzione della temperatura dell'acqua.

Generalmente gli impianti per il trattamento delle acque mantengono una concentrazione di ossigeno disciolto intorno ai 2 mg/l nei sistemi di trattamento a fanghi attivi (Emerson 2009).

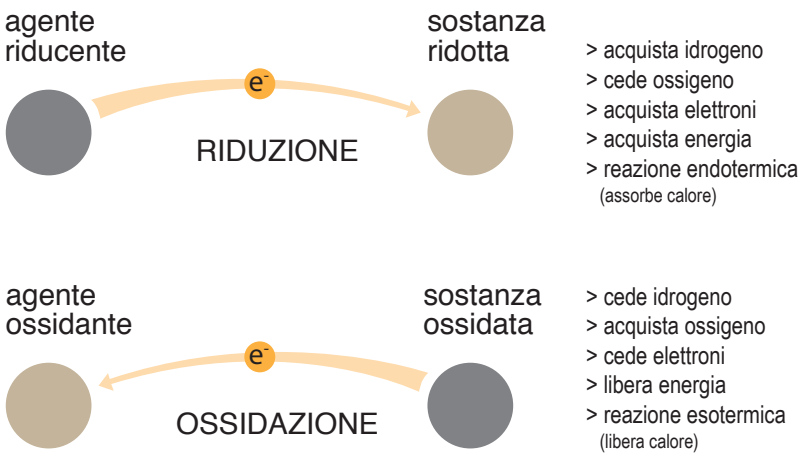
La quantità di ossigeno che può essere disciolto in acqua è molto bassa data la sua scarsa solubilità.
Questo rende l'ambiente acquatico particolarmente vulnerabile

in quanto, nei corpi naturali, l'immissione di modeste quantità di sostanza organica degradabile può essere sufficiente a consumare tutto l'ossigeno impedendo la vita degli organismi superiori.
Se una trota necessita di un ambiente acquatico con una concentrazione di circa 6-7 mg/l di O^2, pesci meno pregiati come le carpe si adattano anche a condizioni con 3-4 mg/l di O^2, mentre i vari microrganismi che presiedono alla depurazione biologica riescono a svilupparsi in concentrazioni di 1-2 mg/l.

POTENZIALE REDOX

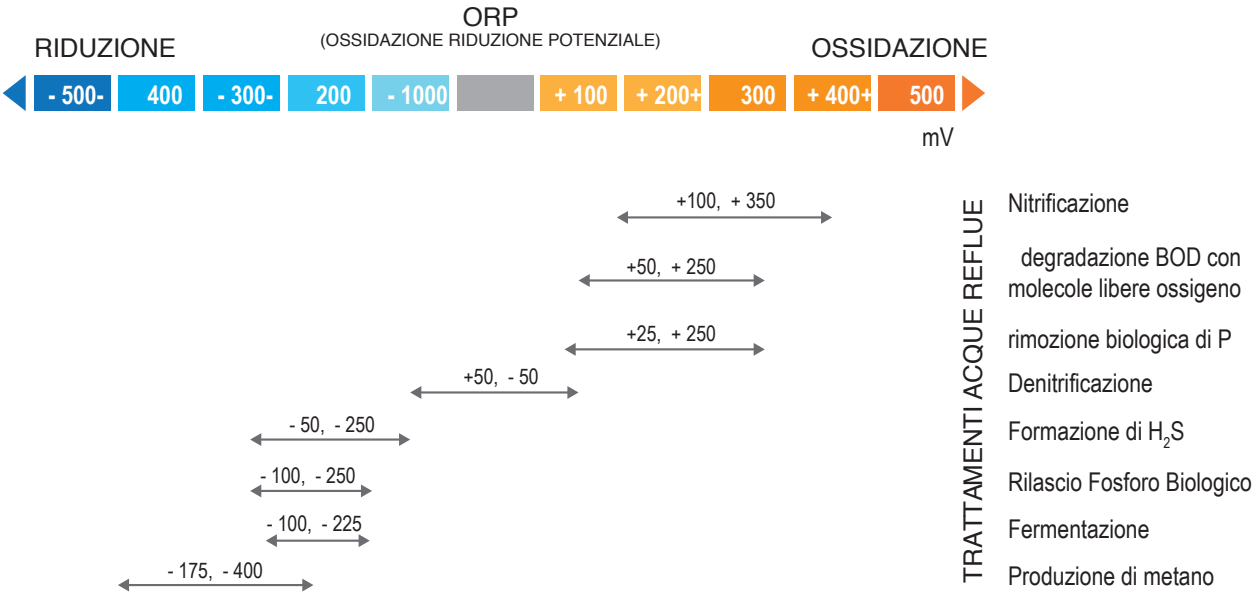
Il potenziale di riduzione (ORP) è una misura della tendenza di una specie chimica ad acquisire elettroni, cioè a essere ridotta.
Si misura in millivolt (mV) e **indica il livello di ossidazione dell'acqua**.

Nelle acque naturali e nelle acque reflue il potenziale redox assume il significato di un indice dello stato di ossidazione o riduzione dell'acqua.
Nello specifico, se si verifica un incremento delle specie riducenti, (quelle in grado di donare elettroni) l'ORP cala; viceversa, se si verifica un incremento delle specie ossidanti (quelle in grado di accettare elettroni) l'ORP aumenta.
Di conseguenza, se in una soluzione viene aggiunto ossigeno o altre sostanze ossidanti, l'ORP aumenta.



Le reazioni di ossidoriduzione, in natura, sono all'origine di numerosi processi chimici e mettono in gioco scambi di elettroni tra molecole. Consistono, infatti, in trasferimenti di elettroni da un composto che si ossida (donatore di elettroni - riducente) ad un composto che si riduce (accettore di elettroni - ossidante).

Il potenziale ORP più basso, dunque, è più riducente, cioè antiossidante. L'acqua risulterebbe, così, essere "ionizzata", situazione per la quale l'ossigeno attivo risulta essere più "inoffensivo".
Inoltre, più l'acqua ha un potenziale riducente, più sarà ricca di elettroni e la tensione superficiale delle sue molecole si abbassa.



Fonte: New England Interstate Water Pollution Control Commission (NEIWPCC)

REAZIONE REDOX
In chimica, s'intende per specie riducente, l'agente chimico che tende a cedere elettroni ad un'altra sostanza. In una reazione di ossidoriduzione, si distingue la specie riducente per l'aumento del relativo numero di ossidazione. Si identifica con il termine riduzione l'azione della specie riducente sull'altra sostanza, e quest'ultima, a cui sono stati ceduti elettroni, si definisce ridotta.
Sono tre i composti identificabili come specie riducenti:

- Metalli elettropositivi: ad esempio Li, Na, Mg, Zn, Al, Fe.

- Reagenti di trasferimento idrogeno: ad esempio NaBH4 o LiAlH4.

- Riducenti catalitici: principalmente H2 catalizzato con palladio, platino o nichel.

Il termine riducente è indissolubilmente legato al suo opposto, ossidante: la specie riducente nella reazione redox subisce, infatti, un'ossidazione e quindi, al termine del processo, sarà identificabile come ossidata.
Per distinguere le due specie in una redox è sufficiente osservare la variazione del numero di ossidazione delle singole sostanze all'inizio e al termine della reazione:

$H2 + F2 \longrightarrow 2HF$

L'idrogeno passa dallo stato elementare (n.o. 0) ad un composto (l'acido fluoridrico) in cui per differenza di elettronegatività con il fluoro è costretto a cedere il proprio elettrone (n.o. +1). Viceversa il fluoro passa dallo stato elementare (n.o. 0) all'acido fluoridrico in cui prevalendo per elettronegatività strappa un elettrone all'idrogeno (n.o. -1): L'idrogeno è la specie riducente, ha subito un'ossidazione e alla fine della reazione è ossidato a +1 (il numero di ossidazione aumenta) Il fluoro è la specie ossidante, ha subito una riduzione e alla fine della reazione è ridotto a -1 (il numero di ossidazione si riduce

IL FATTORE RH2

Il rapporto di ossidoriduzione, definito “rh2”, definisce pertanto la capacità di scambio tra i componenti organici.
Questo valore viene calcolato in Bioelettronica insieme al pH e alla resistività secondo quello che viene definito come metodo di Vincent (vedi ALLEGATO 3). La Bioelettronica si interessa delle micro correnti che scorrono nel corpo umano e nei miliardi di cellule che lo compongono.

A parità di pH, un rh2 forte corrisponde ad una soluzione ossidante mentre un rh2 debole corrisponde ad una soluzione riduttrice.

Potenziale di riduzione standard (E0)
E’ il potenziale elettrodico riferito all’elettrodo standard a idrogeno (a cui viene assegnato un potenziale E0= 0.00 V).

La valutazione dei potenziali standard è molto utile per determinare se una reazione redox possa avvenire in condizioni spontanee o meno.
Le specie chimiche che possiedono potenziale più alto tendono a ossidare quelle a potenziale più basso.

Il potenziale di riduzione, anche conosciuto come potenziale redox, è una misura della tendenza di una specie chimica ad acquisire elettroni, cioè a essere ridotta e può essere espresso mediante la formula (Johansson, 2002) :

EH = ORP + E1

Dove E1 = 224 – 0,69t
t= temperatura °C

LA VISCOSITÀ DELL'ACQUA

La viscosità (spesso detta dinamica) μ è un parametro di trasporto che quantifica la resistenza dei fluidi allo scorrimento, quindi la coesione interna del fluido.
Nell'acqua la viscosità decresce all'aumentare della temperatura come riportato in tabella.

temperatura

T [°C]	05		10	15	20	30	40	50	60	70	80
μ [N s/m^2]	1,81	,5	1,31	,1	10	,8	0,65	0,50	,460	,4	0,35

viscosità

GRADO DI MINERALIZZAZIONE

Il tenore di sali minerali è calcolato come residuo fisso dopo l'evaporazione di 1 litro d'acqua. In base all'Ordinanza federale sulle derrate alimentari la denominazione specifica è la seguente:

fino a 50 mg/l = molto debolmente mineralizzata

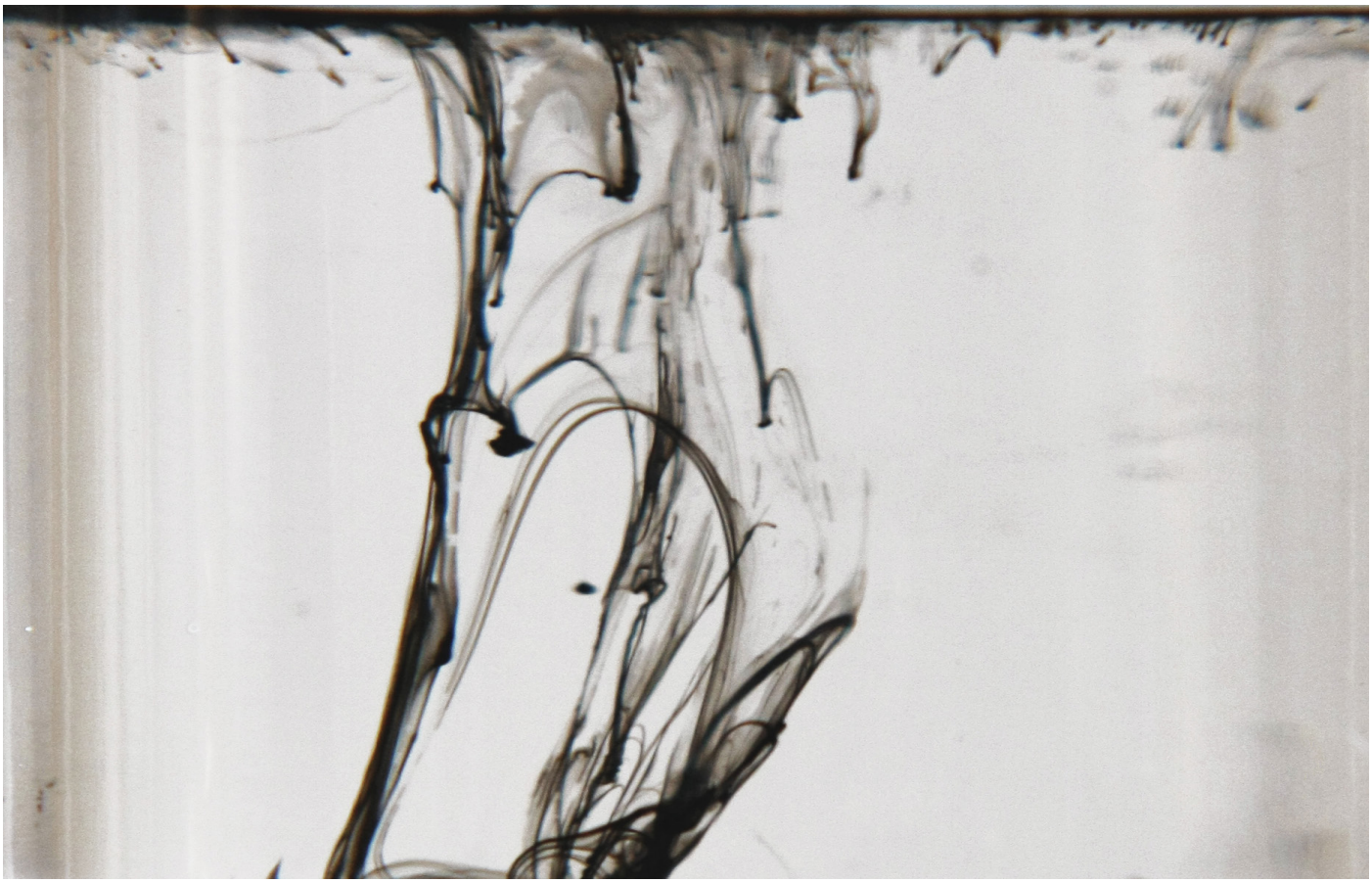
fino a 500 mg/l = debolmente mineralizzata

> a 1500 mg/l = fortemente mineralizzata

QUALITÀ DELL'ACQUA

3

Visione attuale della qualità dell'acqua <
Nuovi modi di valutare la qualità dell'acqua <



Per poter progettare dei trattamenti dell'acqua adeguati a valorizzarne le sue qualità è necessario innanzi tutto avere ben chiaro il concetto di qualità dell'acqua.

Alla luce di quanto emerso dal percorso di ricerca sul comportamento dell'acqua e quindi sulle proprietà emergenti di questa preziosa risorsa, è opportuno cercare di dare una definizione di qualità dell'acqua ovvero dell'insieme di proprietà che la caratterizzano.
E' intuitivo considerare che la definizione comunemente accettata di qualità dell'acqua debba essere in qualche modo rivista secondo una prospettiva sistemica che considera la qualità dell'acqua nella sua complessità.

Attualmente infatti, la qualità dell'acqua viene comunemente definita da alcuni parametri chimico-fisici che caratterizzano l'acqua in base soprattutto alla presenza o meno di alcune sostanze (ioni, sali, molecole, microrganismi, solidi sospesi, etc.).
Si procede quindi ad una breve analisi di quella che è la visione attuale della qualità dell'acqua e successivamente al tentativo di descrivere la qualità secondo una visione sistemica.

VISIONE ATTUALE DELLA QUALITA' DELL'ACQUA

Vi è una necessità globale di acqua potabile di alta qualità e allo stesso tempo di preservare l'ambiente e le acque da sostanze inquinanti.
E' stato stimato che, quotidianamente a livello globale, siano utilizzate nella sfera industriale circa 70.000 sostanze chimiche di sintesi, determinando una varietà estremamente ampia di potenziali contaminanti che si possono trovare nelle acque (Mizaikoff, 2003).

La gestione delle acque è un tema sicuramente attuale e prioritario. Per questo motivo sono in vigore diverse normative e direttive quadro sulla protezione e gestione delle acque con l'obiettivo di garantire una buona qualità dell'acqua sia per il consumo umano che per il rilascio nell'ambiente[1].
L'acqua contaminata, infatti, indipendentemente dalla fonte dell'inquinamento, ritorna in un modo o nell'altro nell'ambiente (in particolare nel mare e nelle falde freatiche) e può quindi arrecare danni alla salute umana e all'ambiente.

Si tratta a questo punto di cercare di chiarire che cosa si intenda per qualità dell'acqua.

La risposta a questa domanda può essere parzialmente ricercata nella normativa in vigore che regolamenta la gestione e protezione delle acque, che fa riferimento ai principi di salubrità e assenza di inquinanti o sostanze dannose per l'ambiente e per gli individui.

L'acqua ha la proprietà di essere il solvente universale e matrice delle reazioni biologiche alla base della vita e per poter essere destinata agli usi alimentari e domestici deve rispondere a determinati requisiti di salubrità nonché organolettici, chimici e fisici.

Una vasta gamma di parametri è in questo momento utilizzata per descrivere la qualità che l'acqua deve avere per poter essere

1 vedi ad esempio Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000

destinata agli usi domestici (di interesse per questo percorso di ricerca specifico).
Questi parametri fanno riferimento a determinate proprietà dell'acqua come ad esempio la concentrazione di ioni idrogeno (pH), la conducibilità, la temperatura, la durezza, l'odore, il gusto, etc. e al contenuto di specifiche sostanze disciolte in essa, dalla concentrazione di sali, alla presenza di eventuali inquinanti, alla caratterizzazione microbiologica, etc.

Questa serie di indicatori e parametri servono a valutare la qualità dell'acqua in relazione al grado di salubrità e pulizia rispetto all'ambiente fisico o all'organismo umano con l'obiettivo di proteggere la salute umana e l'ambiente dagli effetti negativi derivanti dall'eventuale contaminazione delle acque.
Per determinare e preservare la qualità delle acque si fa oggi riferimento a un vasto quadro normativo e legislativo in grado di definire i criteri per la tutela della salubrità e della pulizia delle acque e protezione dell'ambiente naturale.
Si riporta in maniera schematica un'elencazione delle principali norme a livello italiano in merito alla qualità delle acque:

- IL DECRETO DI RIFERIMENTO 152/2006

La principale normativa di riferimento è il D. Lgs. n° 152 del 3 aprile 2006 dal titolo "Norme in materia ambientale", successivamente modificato e integrato dal Decreto Legislativo n°4 del 16 Gennaio 2008.
Si fa particolare riferimento alla "Parte III: la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche";

- LA POTABILIZZAZIONE DELLE ACQUE: D.LGS 152/2006, DLGS 31/2001, DM 174/2004

Il tema della potabilizzazione delle acque è trattato oltre che nel già citato D.lgs 152/2006, anche nelle seguenti leggi: il D.Lgs. n° 31 del 2 febbario 2001 (integrato e modificato dal D.Lgs. 27 del 2/2/2002)e il D.M. n° 174 del 6 aprile 2004.

Il D. Lgs 31/2001 obbliga il rispetto al rubinetto dei requisiti minimi

indicati alle parti A e B dell'allegato I e la conformità ai parametri della parte C del medesimo allegato.

Il D.M. 174/2001 indica la tipologia di materiali che possono venire a contatto con l'acqua potabile nelle operazioni di trattamento, stoccaggio, trasporto e distribuzione.

Il D.Lgs. 152 del 3/4/2006 stabilisce i requisiti minimi di qualità per le acque superficiali da destinare alla produzione di acqua potabile e indica per esse le fasi del trattamento di potabilizzazione.

- LA DEPURAZIONE DELLE ACQUE: IL DECRETO 185/2003

In tema di depurazione delle acque oltre al D. Lgs. 152/2006, si fa riferimento al D.M. n°185 del 12 giugno 2003 dal titolo "Regolamento recante norme e tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'art. 26 comma 2 del D. Lgs 11 maggio 1999 n°152".

- IL RIUTILIZZO DELLE ACQUE PREFLUE: IL DECRETO 185/2003

Il D.M. 185/2003 stabilisce le norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue domestiche, urbane ed industriali regolamentando le destinazioni d'uso delle acque reflue recuperate ed i relativi requisiti minimi di qualità.
È importante sottolineare che però non si applica al riutilizzo delle acque reflue recuperate presso lo stesso stabilimento o consorzio industriale che le ha prodotte. Infine definisce le modalità di realizzazione delle reti destinate alla distribuzione delle acque recuperate, nonché i criteri di controllo e monitoraggio degli impianti destinati al recupero delle acque e delle attività di recupero e di riutilizzo delle acque reflue recuperate.

- IL MONITORAGGIO DELLE ACQUE DI BALNEAZIONE

Il monitoraggio delle acque di balneazione trova regolamentazione a livello europeo nella Direttiva 2006/7/CE relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione (che abroga la direttiva 76/160/CEE), con effetto dal 2014; e in campo nazionale vige il D.P.R. n° 470 dell' 8 giugno 1982 in attuazione della direttiva CEE n.76/160 relativa alla qualità di acque di balneazione e successivi aggiornamenti (legge 271/1988; decreto legge 29/1992; legge 422/2000; decreto

legge 51/2003; legge 121/2003; decreto legislativo 94/2007) /2003).

Pertanto per definire la qualità dell'acqua e giudicare la potabilità occorre sottoporla ad analisi fisica, chimica, batteriologica, organolettica, e spesso procedere anche allo studio della natura e delle caratteristiche del terreno ove l'acqua scorre.
Si tratta generalmente di una caratterizzazione che indaga singole proprietà dell'acqua che sono in grado di restituire una visione d'insieme solo se lette tutte insieme.

Tuttavia, alla luce delle proprietà emergenti attribuite all'acqua da un approccio sistemico, appare spontaneo chiedersi se le attuali misurazioni della qualità dell'acqua, che basano i loro standard prevalentemente sul grado di assenza di contaminanti, siano realmente rappresentative nel descrivere la qualità complessiva dell'acqua.

NUOVI MODI DI VALUTARE LE QUALITÀ DELL'ACQUA

Appare evidente che il considerare l'acqua come una commodity e quindi un mero fluido "trasportatore di sostanze biologiche" sia un limite.
La funzione dell'acqua e il suo comportamento nelle dinamiche biologiche legate allo svolgersi della vita risultano assai più complessi di come vengono attualmente considerati.
È fondamentale, quindi, riuscire a definire una qualità dell'acqua in grado di considerare tali proprietà emergenti in accordo con l'approccio sistemico qui adottato.

"Si è condotti ad una nuova concezione di totalità indivisa che nega l'idea classica della possibilità di analizzare il mondo in parti esistenti in maniera separata ed indipendente: la realtà fondamentale è l'inseparabile connessione quantistica di tutto l'universo e le parti che hanno un comportamento relativamente indipendente sono solo forme particolari e contingenti dentro questo tutto". David Bohm

Ad oggi non esiste un metodo condiviso e riconosciuto per misurare e valutare la capacità qualitativa complessiva dell'acqua di sostenere la vita.
Le recenti scoperte sulla struttura e sul comportamento dell'acqua evidenziano che la qualità dell'acqua sia un qualcosa in più della semplice sintesi del suo contenuto.
Emerge, infatti, un contenuto energetico/informazionale rilevante per le funzioni biologiche del nostro organismo e non solo.

Appare spontaneo quindi chiedersi come sia possibile valutare le caratteristiche di "vitalità" dell'acqua e quindi, come sia possibile integrare gli attuali standard di valutazione della qualità dell'acqua con metodi di misurazione delle sue caratteristiche energetiche.
Secondo il Gruppo di Ricerca dell'Healing Water Institute (Emerson College, UK) la qualità dell'acqua è difficile da definire e non dipende unicamente dalla sua composizione chimica.
In particolare da un lato c'è il rapporto dell'acqua con il suo contesto ecologico e la sua capacità di sostenere la vita e dall'altro la sua

purezza.
Costituenti chimici e biologici indesiderati creano inquinamento, mentre d'altra parte, la mancanza di alcuni oligoelementi riduce la qualità di supporto alla vita dell'acqua.

Secondo Wilkes, l'acqua, nel suo contesto ecologico, viene utilizzata per contenere gli oligoelementi corretti nelle corrette proporzioni attraverso un processo assolutamente naturale di autorganizzazione del sistema (Wilkes, 2003).

Pertanto, la qualità dell'acqua ha almeno tre aspetti fondamentali che devono essere presi in considerazione (Schwuchow, 2008):

1. Chimico: combinazioni basilari di elementi inorganici all'interno dell'acqua

2. Organico: microrganismi, alghe e altri costituenti organici, vivi o morti .

3. Energetico: condizioni di vitalità, o la condizione della microstruttura interna dell'acqua .

Il Gruppo guidato da Wilkes indica alcuni possibili metodi per la valutazione della qualità energetica dell'acqua tra cui l'analisi delle frequenze emesse dall'acqua e i metodi cristallografici (Schwuchow, 2008) .

Il concetto di qualità energetica dell'acqua si ritrova anche in quello che viene definito **Progetto Aquality,** ovvero la proposta di integrazione di differenti tecniche di misurazione delle caratteristiche dell'acqua in grado di restituire una valutazione il più possibile olistica e complessiva della sua qualità.
Il progetto proposto in un white paper, ha individuato tre aspetti fondamentali per descrivere la qualità dell'acqua:

(a) chimica (ingredienti, componenti),

(b) fisica (pH, profilo Vincent, profilo spettroscopica / curve)

(c) ritmico / movimento / energetico (imaging / Micro analisi di spettro).

Il progetto Aquality si è occupato inoltre di analizzare secondo criteri di coerenza e ripetibilità la maggior parte dei metodi di misurazione della qualità dell'acqua.
Il risultato di quest'analisi ha permesso di individuare quattro categorie secondo cui caratterizzare la qualità dell'acqua.
Di seguito si riportano le categorie considerate:

1. Elettrochimica: Misure di acidità [pH], potenziale standard di riduzione [E °], Conducibilità [µSiemens / cm], Solidi totalmente dissolti [TDS] Temperatura [° C], ecc.

2. UV / VIS / spettroscopia: assorbimento, il confronto dei riferimenti con i campioni, analisi di curve (pendenza, caratteristiche, picchi ecc.)

3. Rappresentazioni della Struttura: metodi fotografici, analisi microscopica, coerenza di fase e modelli di cristallizzazione.

4. Altro: il progetto si pone l'obiettivo di verificare l'integrazione di qualsiasi categoria di valutazione basata su una ricerca aggiornata (se scientificamente coerente).

Tra i molti tentativi di identificare dei parametri in grado di definire una qualità complessiva delle acque si riporta inoltre il metodo di analisi elaborato da Zerluth e Gienger (Zerluth e Gienger, 2004).

Questi parametri riassumono gran parte della ricerca sullo studio dell'acqua e sulla salute umana rispetto, ad esempio, al metabolismo delle cellule viventi, ad aspetti della nutrizione, e all'efficienza delle soluzioni colloidali. Si noti che nella pubblicazione originale il termine qualità dell'acqua fisica sia stato utilizzato al posto di qualità dell'acqua energetica.

QUALITÀ DELL'ACQUA

QUALITÀ CHIMICA	QUALITÀ BIOLOGICA	QUALITÀ ENERGETICA
prodotti chimici	batteri	tensione superficiale
MINerali	virus	dimensione delle gocce
carbonato di calcio	patogeni	contenuto energetico
ossigeno	funghi	struttura
acido carbonico		assorbimento della luce
torbidità		attività dei biofotoni
particelle radiattive		forze di compressione
pH		

Metodo di analisi elaborato da Zerluth e Gienger (Zerluth e Gienger, 2004)

Tra i tentativi di determinare un metodo efficace con cui valutare la qualità complessiva dell'acqua, si ricorda il metodo Vincent sul quale tuttavia permangono ancora dei dubbi sulla vaidità scientifica. L'idrologo francese prof. Louis Claude Vincent consulente del governo francese negli anni '50 intuì, attraverso uno studio approfondito sui dati statistici relativi a malattie e mortalità in Europa e Stati Uniti, una relazione fra la qualità dell'acqua potabile e il tasso di mortalità e di malattia dovuta a tubercolosi e malattie degenerative.

Fu a lungo impegnato in Libano per debellare alcune epidemie di infezioni batteriche intestinali e delle vie aeree superiori. Durante questo periodo ottenne degli ottimi risultati facendo bere ai pazienti soltanto acqua "bioelettronicamente" pura.

In seguito alle sue numerose sperimentazioni Vincent ha elaborato un metodo per determinare la qualità dell'acqua attraverso tre misure fisiche:

- il **pH** che determina l'acidità o l'alcalinità di un liquido;

- il valore **rH_2** che misura la quantità di elettroni in una sostanza liquida (con una perdita di elettroni si ha l'ossidazione e con l'aumento di elettroni si ha la riduzione;

- il valore **ρ** (ro) che rappresenta la **resistività** di un liquido, indica cioè la quantità di elettroliti presenti. Se la quantità è alta, ro risulta basso e viceversa (Vincent, 1956) . Il lavoro statistico di Vincent ha messo in relazione una bassa resistività dell'acqua con l'aumento della frequenza delle malattie.

Grazie alle sue osservazioni scientifiche Vincent arrivò a definire un fattore, detto appunto di Vincent, **QV**, che **rappresenta l'espressione del tasso di perdita di energia e quindi un aumento del grado di entropia (disordine)**. Più il fattore è basso, più energia (potenziale) viene immagazzinata in forma ordinata nell'acqua, e più la qualità è alta.

QV = rH_2 / Rresistivity

Il QV dipende dal livello di entropia del sistema, una bassa entropia corrisponde ad una bassa energia e un alto livello di organizzazione.

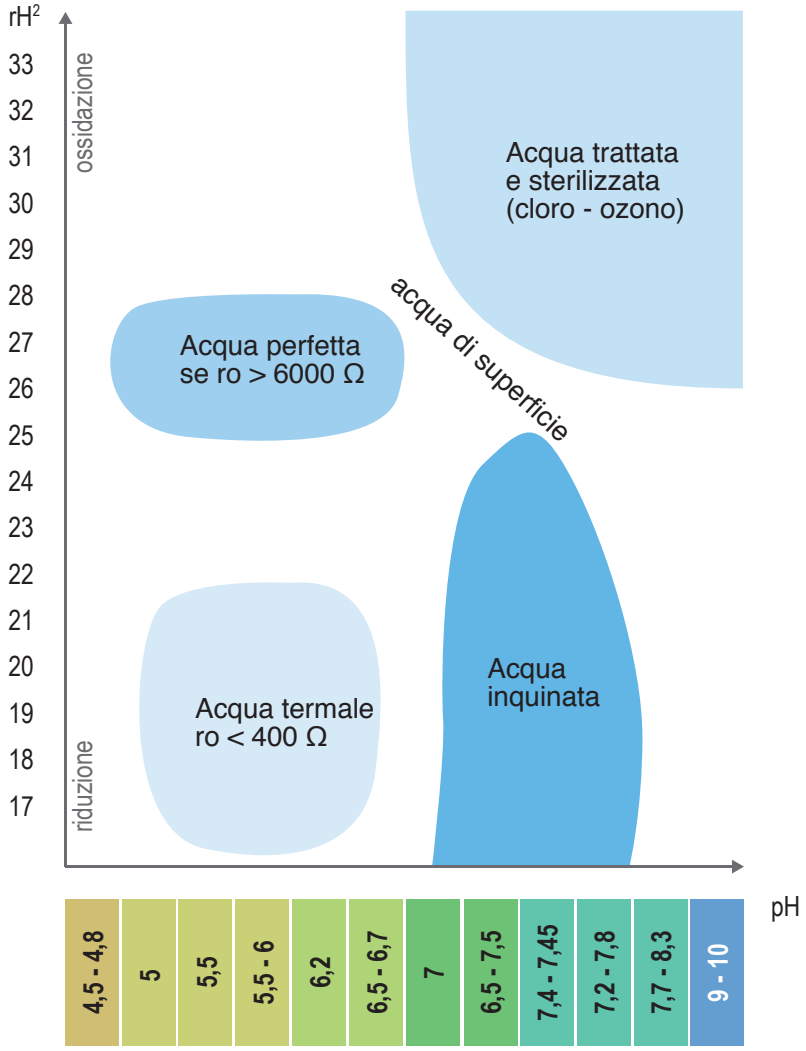
Di conseguenza l'acqua di buona qualità, secondo il metodo di analisi Vincent, deve avere le seguenti caratteristiche:

- lievemente acida con un pH di 6 –6,8;
- ro superiore a 6.000 ohm;
- rH_2 leggermente ridotto e possibilmente compreso tra 25 e 28.

Nell'ottica di valutare, attraverso un approccio olistico, la qualità dell'acqua nella sua complessità, sono state sviluppate alcune tecniche che analizzano dal punto di vista principalmente "estetico-formale" la conformazione fisica dell'acqua.

Questi metodi di analisi riguardano generalmente la visualizzazione dei pattern che si creano all'interno di gocce d'acqua sottoposte a

bioelettronigramma dell'acqua



evaporazione, a cristallizzazione oppure alle immagini che si creano sulle superfici d'acqua in seguito al gocciolamento.
Tali metodi alternativi sono utilizzati, soprattutto in agricoltura alternativa, per valutare la qualità delle acque o dei raccolti, i cui risultati non siano riducibili a qualche cambiamento delle proprietà chimiche, o almeno privi di ogni corrispondenza nota.

Tali metodi alternativi possono quindi contribuire all'accertamento dei requisiti generali di qualità dell'acqua potabile una volta accertata la salubrità delle acque attraverso i tradizionali metodi di analisi.
Di seguito si riporta un breve elenco delle tecniche ritenute più

significative ai fini di questo progetto di ricerca:

- metodo fotografico Kirlian (a scarica di gas)

- Analisi cristallografiche

- Metodo di evaporazione delle gocce

- Immagini di gocciolamento

- Immagini di assorbimento (Polimeri superassorbenti, SAP)

- Analisi spettroscopiche

Analisi Cristallografica proposta da Hagalis AG

Il metodo messo a punto da Andreas Schulz si basa sull'osservazione delle forme che si creano quando il campione d'acqua viene distillato e i resti della distillazione vengono mescolati con cenere e calcio (per creare strutture cristalline) e il tutto nuovamente con l'acqua distillata.

Il preparato viene poi conservato a temperatura ambiente fino a quando l'acqua è completamente evaporata. I cristalli risultanti si differenziano per dimensioni, angoli e chiarezza strutturale, e sono apparentemente influenzati da parametri energetici come la forza di trascinamento e la struttura.

Analisi Cristallografica: Il metodo di Emoto

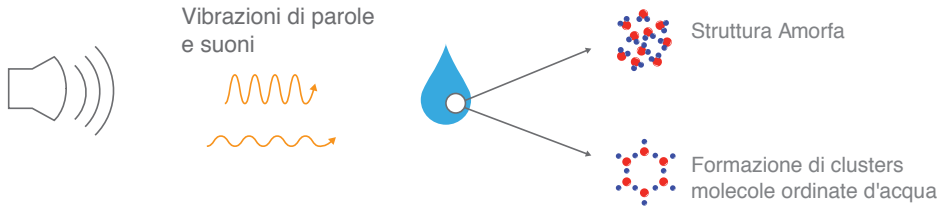
Masaru Emoto scienziato e ricercatore giapponese, in seguito all'incontro con il bio-chimico Dr. Lorenzen, inventore della cosiddetta "microclustered water", ha avviato nel 1984 una serie di ricerche sulle qualità dell'acqua.

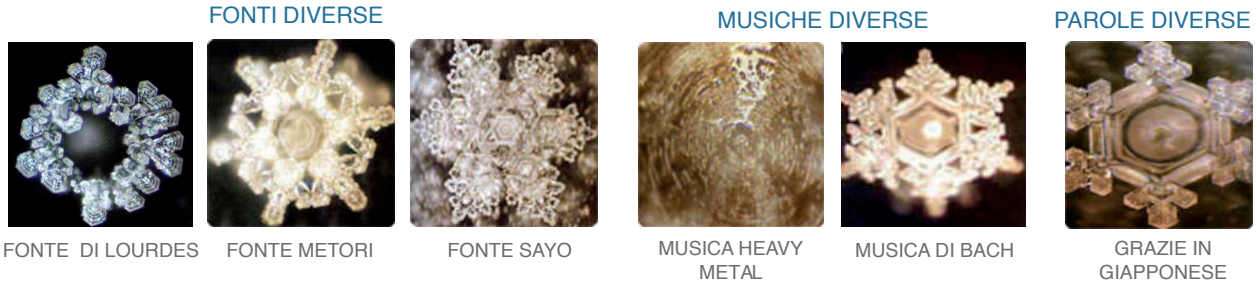
In particolare Emoto ha focalizzato la sua attenzione sull'analisi della struttura dell'acqua con l'obiettivo di identificare le ragioni delle proprietà terapeutiche di alcune tipologie di acqua.

Emoto ha messo così a punto una tecnica di analisi in grado di esaminare al microscopio i cristalli che si formano durante il

congelamento di gocce d'acqua.

Grazie alle fotografie di questi cristalli e all'analisi di innumerevoli tipologie di acqua, da quella distribuita dalla rete idrica di diverse città, all'acqua proveniente da sorgenti, laghi, paludi, ghiacciai di varie parti del mondo è riuscito a trovare un'affascinate relazione tra la complessità delle forme generate durante la cristallizzazione e la qualità dell'acqua.
Secondo Emoto esiste una forte interazione tra le molecole d'acqua e le vibrazioni dell'ambiente esterno in grado di organizzare l'acqua in strutture differenti.
In altri termini, le molecole d'acqua si organizzerebbero in maniera differente a seconda degli influssi energetici (vibrazioni) a cui sono sottoposte, creando strutture più o meno organizzate.





La formazione di cristalli dipende dalla qualità dell'acqua e dalla tipologia di vibrazione a cui è sottoposta

L'acqua secondo Masaru Emoto è quindi il mezzo fluido attraverso cui l'energia scorre e allo stesso tempo il nastro magnetico liquido in grado di registrare in modo molto sensibile le informazioni energetiche che riceve dall'ambiente.
L'acqua di torrenti e sorgenti incontaminate mostra, secondo la tecnica della cristallizzazione, dei pattern geometrici molto complessi e armonici, mentre l'acqua inquinata, tossica o stagnante mostra una struttura cristallina distorta e non armonica.

In una fase successiva della sua ricerca, Emoto ebbe l'intuizione di esporre della comune acqua minerale alla musica e alle parole per vederne gli effetti sulla struttura dell'acqua.
L'acqua trattata con parole "positive", sembrerebbe formare dei cristalli armonici, simili a quelli della neve; l'acqua trattata con parole "negative" creerebbe forme amorfe e disarmoniche.
Le parole derivano, infatti, secondo Emoto, dai suoni della natura; e così il linguaggio è un'interpretazione dei suoni della natura attraverso messaggi sonori.
I suoni della natura hanno molte forme, alcuni sono gradevoli, altri tristi.
I nostri antenati crearono il linguaggio imitando questi suoni e attraverso la loro esperienza quotidiana furono in grado di identificare anche il suono della calma, del caldo, del freddo, della frustrazione, del conforto, etc.

Mediante l'imitazione i suoni della natura divennero i nostri suoni e infine il nostro linguaggio.
Il fatto che si siano sviluppati suoni diversi per descrivere i medesimi fenomeni dando vita a diverse lingue, è causa del cambiamento nella forma in cui la natura si presenta a seconda dei fattori ambientali, come ad esempio la temperatura e l'umidità.
Per questo motivo Emoto ha potuto riscontrare risultati simili sulla struttura dell'acqua nonostante il medesimo concetto fosse pronunciato in lingue diverse.

Le teorie di Emoto trovano un possibile fondamento scientifico nelle teorie sulla struttura dell'acqua che evidenziano una sensibilità strutturale delle molecole d'acqua sottoposte agli influssi elettromagnetici.
Le cristallizzazioni fotografate da Emoto potrebbero quindi costituire un'evidenza macroscopica dell'organizzazione dell'acqua successiva all'influsso di onde elettromagnetiche.

Il metodo di evaporazione delle gocce

Un metodo utilizzato per valutare nel suo complesso la qualità dell'acqua è quello dell'evaporazione delle gocce che analizza la

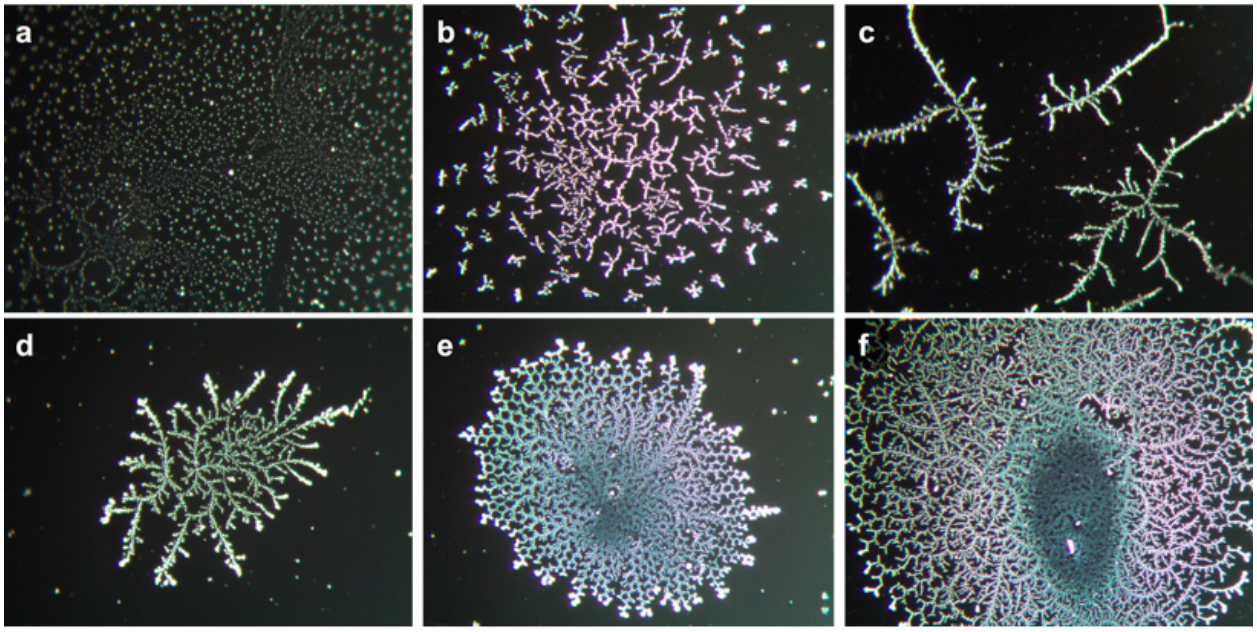
formazione dei pattern che il soluto crea una volta evaporata l'acqua all'interno di una goccia.

La formazione di strutture durante l'evaporazione delle gocce è basata sul fenomeno dell'auto-organizzazione della materia. In una goccia in evaporazione, contenente una minima quantità di materia organica, agiscono diverse forze fisiche come la tensione superficiale ed i microflussi che spostano le particelle di materia all'interno della goccia (Hu, 2006).
Si formano così, al bordo e all'interno della goccia, degli accumuli di particelle che con il procedere dell'evaporazione si legano fra di loro, organizzandosi in forme complesse con diverso grado di ordine (Zhang, 2007) .

Questo metodo trova applicazione in diversi settori scientifici, tra cui DNA/RNA microarrays (Dugas, 2005) , ricerche su nuovi medicinali (Arrabito, 2010) , preparazione di nuovi materiali elettronici ed ottici. Sono allo studi tipologie di analisi mediche effettuate con questo metodo che vanno ad utilizzare le gocce come mezzo diagnostico a scopo medico: gocce di fluidi biologici, come sangue o siero, saliva (Denisov, 2004) e urina (Martusevich, 2007).
Le forme diverse che si vanno a creare a seconda dello stato di salute del paziente, permettendo la diagnosi di vari disturbi.
Sarebbe opportuno incrociare i dati provenienti dall'analisi effettuata con questo metodo con quelli derivanti utilizzando il metodo di Vincent per poter valutare l'efficacia dei due metodi e la loro eventuale integrazione.

Risulta particolarmente interessante l'applicazione di tale metodologia per la valutazione qualitativa di prodotti agricoli ed alimentari, messo recentemente a punto dal gruppo di ricerca del Dipartimento di Scienze Agrarie dell'Università di Bologna, per l'analisi qualitativa di semi di frumento (Kokornaczyk, 2011) .
Le strutture prodotte dall'evaporazione delle gocce sono state in questo caso esaminate al microscopio ottico e fotografate, e quindi sottoposte sia ad un'analisi visuale che computerizzata. Con quest'ultimo approccio, in grado di oggettivare il risultato, è stato possibile parametrizzare le forme cristalline definendone la

complessità e la simmetria.
Inoltre, i risultati dell'analisi cristallografica sono stati confrontati con quelli dei test germinativi tradizionalmente applicati per la valutazione della qualità dei semi.



Esempi di strutture policristalline di diverso grado di complessità: (a) singoli punti, (b, c) dendriti, (d) forme semplici, (e, f) forme fratti complesse (ingrandimento 100x) (Kokornaczyk, 2011).

Dal confronto di tutti i dati raccolti risulta che effettivamente i semi con maggiore vigore germinativo creano cristalli complessi e simmetrici, mentre quelli con poco vigore creano forme povere e asimmetriche (Kokornaczyk, 2011).
Questo metodo può essere quindi utilizzato per valutare la complessità della struttura dell'acqua in relazione alla sua qualità.

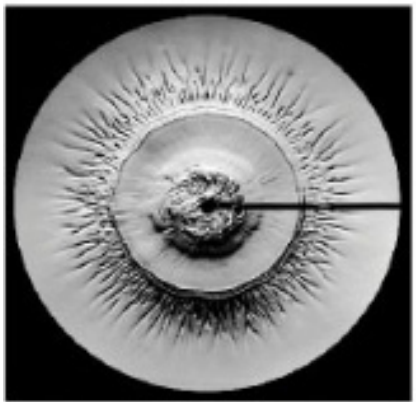
Immagini di gocciolamento: Il Metodo Trofbild

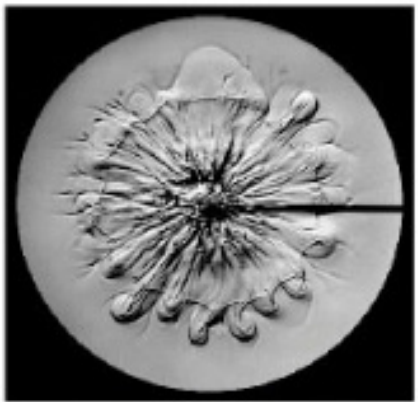
Il metodo d'indagine della qualità dell'acqua definito come "immagine di gocciolamento" è stato messo a punto da Theodor Schwenk presso l'institut fuer Stroemungwissenschaften (Istituto per la ricerca sulla dinamica dei fluidi) di Herrischried.
Questo metodo si basa sull'assunto che l'acqua, come ogni fluido, esprima qualcosa di essenziale della sua qualità nei movimenti e nelle figure che in essa si creano temporaneamente.

I movimenti dell'acqua sono influenzati da fattori esogeni ed endogeni che ne caratterizzano la dinamica. Il suo comportamento

fluidodinamico è quindi espressione visibile in immagini delle qualità del liquido stesso: la qualità viene rappresentata attraverso il movimento.

In questo procedimento denominato Trofbild ("goccia-immagine"), l'acqua da esaminare che giace in strato sottile in un recipiente piano di vetro, viene stimolata al movimento da un certo numero di gocce di acqua distillata che vi cadono con regolarità.
Le figure dinamiche che si creano nel campione in esame sono evidenziate con il metodo delle strie (o metodo "Schlieren") e quindi fotografate. La taratura degli strumenti per l'esame dell'acqua viene effettuata adeguatamente usando acqua distillata a vapore, di qualità costante. In questo modo è possibile definire un'immagine di riferimento con cui comparare le differenti acque.
L'analisi della sequenza di gocce che creano l'immagine finale è ben riproducibile se si rispetta il modo di procedere estremamente accurato, caratteristico di questo metodo.


acqua potabile con detergente


acqua potabile da Acquedotto

acqua di sorgente

Attraverso misurazioni dei principali parametri fisici dell'acqua si è dimostrato come ai diversi tipi di immagine contribuiscano sostanzialmente i tre parametri della tensione superficiale, della viscosità e della densità, sia presi singolarmente che nel loro insieme.

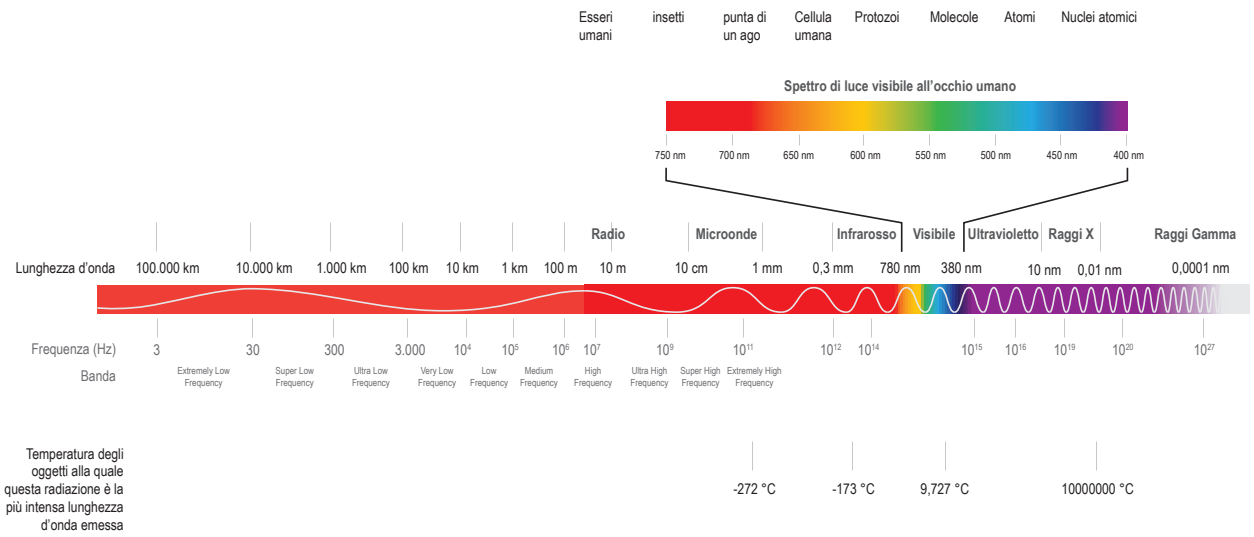
Questo metodo, come quelli elencati in precedenza, non va a sostituire i metodi tradizionali di analisi delle acque, ma può

contribuire alla valutazione delle condizioni complessive e delle particolarità di comportamento dell'acqua analizzata .

Generalmente i risultati delle analisi condotte con questo metodo permettono di evidenziare che l'acqua più pura e vitale tende a formare increspature e vortici complessi e articolati, che variano in base alle sostanze disciolte, al materiale dei tubi, al tipo di falda o di corso in cui si trova.
L'acqua più o meno contaminata, invece, sviluppa forme semplificate e poco simmetriche (Bartholomew, 2003).

Analisi Spettroscopiche

La spettroscopia è la scienza che studia l'interazione fra la radiazione elettromagnetica e la materia.
Quando una radiazione elettromagnetica attraversa un mezzo, spesso si verifica un parziale assorbimento di energia da parte delle molecole del mezzo che subiscono un "eccitazione".
L'eccitazione coinvolge l'energia totale della molecola, data dalla somma delle energie elettronica, vibrazione e rotazionale.
Questi stati energetici sono strettamente correlati con la natura delle molecole coinvolte.



Gli strumenti analitici sono costruiti in modo da misurare e registrare o la quantità di energia assorbita dalle molecole o quella che le molecole eccitate rilasciano per ritornare allo stato fondamentale.

Se viene registrata l'energia assorbita si parla di spettroscopia di assorbimento; se viene registrata l'energia rilasciata si parla di spettroscopia di emissione.
L'energia che le molecole possono assorbire è quindi quella delle radiazioni elettromagnetiche.
Questa energia viene generata dall'interazione fra un campo elettrico e uno magnetico, disposti perpendicolarmente l'uno rispetto all'altro e propagantisi in linea retta.
Questa interazione produce ciò che possiamo definire onda elettromagnetica, che si propaga alla velocità della luce (circa 300.000 km/s).
Come fenomeno ondulatorio, ciascuna radiazione elettromagnetica è caratterizzata da una lunghezza d'onda e da una frequenza costantane diverse da radiazione a radiazione:

Lo spettro elettromagnetico è formato da molte radiazioni, in spettroscopia la lunghezza d'onda si misura in nanometri (1 nm = 10-9m) o angstrom (1A = 1*10-10m).
La frequenza e la lunghezza d'onda sono inversamente proporzionali.
A ogni valore della frequenza è associato un diverso valore dell'energia. L'energia è direttamente proporzionale alla frequenza (e quindi inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda).

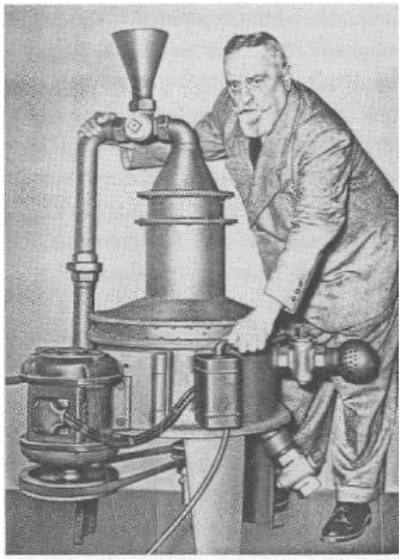
La spettrofotometria UV/VIS e NIR può essere dunque un utile strumento per lo studio della struttura dell'acqua, nonché del contenuto di sostanze specifiche.

L'acqua è composta da piccole molecole con un forte potenziale di legame idrogeno e quindi molto sensibile alle variazioni nei suoi dintorni.
Questi cambiamenti si riflettono nella sua capacità di assorbire la luce.
Di conseguenza, spettroscopie vibrazionali, in particolare spettroscopia NIR e Raman, sono utilizzate da molti anni come strumento per studiare la struttura dell'acqua (Tsenkova, 2012) .

LE MACCHINE DI SCHAUBERGER

4

Brevetti <
Applicazioni delle teorie di Schauberger <



Di seguito si riporta un breve approfondimento delle macchine ideate da Viktor Schauberger in grado di sfruttare il principio di implosione e valorizzare le qualità dell'acqua.

"L'implosione non è un'invenzione nel senso convenzionale, ma piuttosto la rinascita della conoscenza antica, persa nel corso del tempo" (Viktor Schauberger).

Le macchine di Schauberger si basano sulla capacità dell'acqua di auto organizzarsi in strutture più complesse e ordinate (es. vortice) dando in questo senso libertà di movimento senza particolari costrizioni.

SCHAUBERGER PATENT

Di seguito si riportano i principali brevetti delle macchine di Schauberger ritenuti più interessanti ai fini di questo progetto di ricerca.

113.487 - "Costruzioni per la creazione di torrenti naturali e regolazione del flusso"

La costruzione per la creazione di ruscelli naturali e per la modulazione del flusso attraverso la velocità di acqua senza alcuna distruzione del corso d'acqua dovuto agli sbarramenti: il centro dei del flusso viene indirizzato al centro del torrente .

117749 - "Jet Turbine "

Questa costruzione utilizza un imbuto a coste, per indurre un moto vorticoso nell'acqua; una volta che l'acqua raggiunge il fondo dell'imbuto viene spruzzata su una turbina a spirale in rame collegata ad un generatore di energia elettrica al fine di generare elettricità.

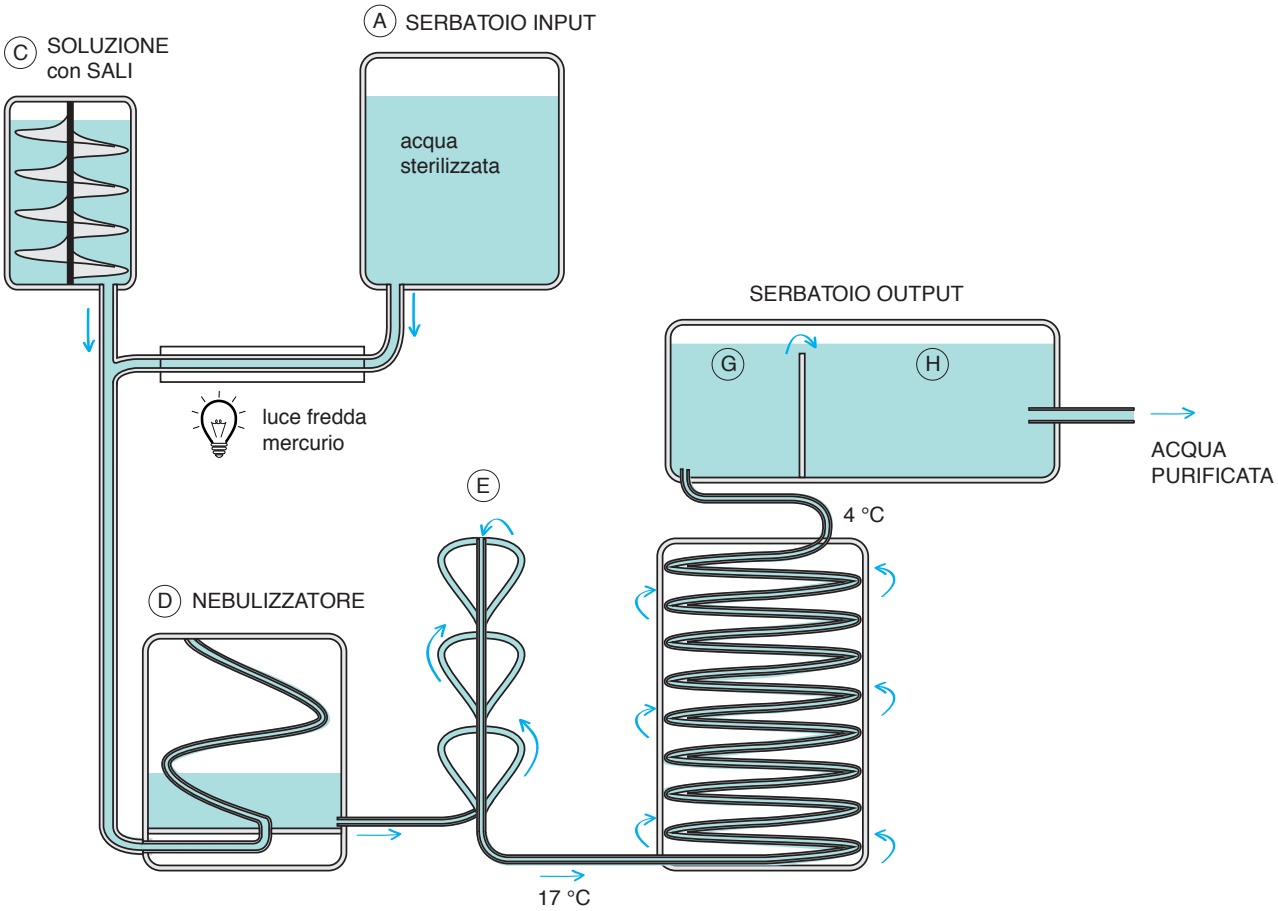
142032 - "Costruzioni per la produzione di acqua da bere"

Fabbricazione di dispositivi per la produzione di acqua minerale evitando condizioni poco igieniche nei tubi e il trattamento delle acque.

Schauberger ha ideato un macchinario in grado di rigenerare l'acqua dell'acquedotto basato sul ciclo naturale dell'acqua: la pioggia viene assorbita nel terreno si arricchisce di sali e sostanze, sale fino alla cima delle montagne per poi sgorgare ad una temperatura vicina ai 4°C.

In questo macchinario l'acqua viene pulita attraverso delle lamelle d'oro e di argento, passa attraverso dei vortici e viene arricchita con minerali e quindi raffreddata.

Da un'acqua di scarsa qualità si arriva ad ottenere un'acqua simile a quella di fonte.



Come mostrato in figura, l'acqua sterilizzata scorre attraverso della luce fredda al mercurio nel tubo (M) e si mescola con i sali diluiti provenienti da (i). Nel contenitore (C) i sali menzionati sono diluiti in acqua e ben mescolati attraverso una ventola (G).

La miscela di sali si dirige spontaneamente attraverso l'uscita con

differenti gradi di durezza.

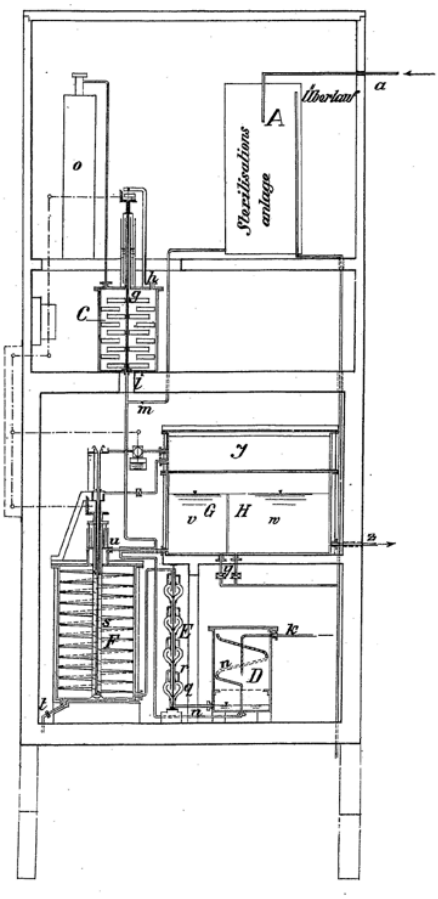
Per ogni 10litri di acqua in uscita è necessario una soluzione salina da 1 litro nelle seguenti proporzioni:

- Cloruro di sodio (NaCl), 0.02 gr
- Magnesio solfato (MgSO4), 0.02 gr
- Sodio Bifosfato (NaPh2), 0.02 gr
- Nitrato di Potassio (KNO3), 0.008 gr
- Ossido di calcio (CaO), 0.2 gr

Per regolarizzare il flusso del liquido in uscita dal contenitore (C), questo è mantenuto ad una pressione costante di 0,1 atmosfere; i sali diluiti concentrati cadranno lungo il tubo (i) e, una volta mescolati con l'acqua sterilizzata contenuta in (A) fluiranno nell'apparecchiatura (D) che li trasforma in goccioline, dove usciranno dai fori del tubo (n) verso le pareti dell'apparato (D); durante il processo l' acqua già processata mediante acido carbonico fluirà all'esterno attraverso il tubo (k) .
Le goccioline di entrambi i liquidi miscelati cadono verso il basso e si miscelano come avviene in natura, in cui le gocce di pioggia perdono i loro sali e i gas disciolti quando colpiscono il suolo.
Quest'acqua miscelata fluisce all'interno del dispositivo di vetro a forma di tulipano (E) dove sale nei contenitori a tulipano esterni e scende in quelli interni in modo che passi nel contenitore a tulipano seguente dopo esser salito nel più interno del primo stadio e quindi continua il suo flusso .
L'acqua fa un movimento sinuoso con l'obiettivo di favorire il processo esplicitato qui di seguito.
Il gas, in particolare acido carbonico, si raccoglie nella parte superiore dei contenitori a tulipano e quindi, grazie alla corrispondente pressione crescente, fluisce attraverso il tubo pneumatico (r) nel quale viene immesso nell'acqua fluente mediante ugelli fini in modo da combinare l'acido carbonico con l'acqua non ancora miscelato.

Sull'asse di questo dispositivo sono collocate alternativamente lamine d'oro e argento, isolate tra loro; tra i metalli vi è un potenziale elettrico che crea una ionizzazione ridotta nell'acqua.

Brevetto N. 142032 - "Costruzioni per la produzione di acqua da bere".



Nel suo ulteriore movimento, l'acqua penetra nel mescolatore principale (F) , che è isolato dal calore ed è argentato all'interno; al suo interno si trova un percorso a spirale verso l'alto il cui senso di avvolgimento è opposto a quello della lumaca ed è fatto di maglia di filo di ferro.

Sulla superficie della spirale ci sono delle spirali ordinate per il raffreddamento portano la temperatura dell'acqua da 17 ° C a 4 ° C.

L'obiettivo di questo abbassamento di temperatura (gradiente positivo) è quello di combinare correttamente gli elementi chimici. L'assorbimento dei gas in acqua sarà aumentato dal raffreddamento, e altrimenti rende possibile la combinazione e l'arricchimento di acido carbonico libero delle risultanti masse d'acqua senza l'uso di pressione .

Il bicarbonato di calcio presenta una combinazione esterna debole data dall'arricchimento con l'acido carbonico.
L'arricchimento di bicarbonato di calcio con acido carbonico è possibile solo attraverso il raffreddamento dell'acqua e il mantenimento di una temperatura uniforme.
La temperatura dell'acqua in ingresso non deve superare i 20 ° C e la temperatura finale (una volta che è stata processata) non dovrebbe essere più di 4 ° C; si deve anche tenere in considerazione che la velocità di flusso non deve essere troppo elevata per consentire la corretta miscelazione dei liquidi, dopo aver lasciato il contenitore (F), il liquido viene fatto fluire attraverso lamine d'oro e argento fino a raggiungere il vaso (I), diviso in due camere (G) e (H) .

L'acqua che trabocca da (G) cade nella camera (H), e quindi esce dal dispositivo (Z) .

Con il trattamento di acqua indicato, si sviluppano molte reazioni che rendono l'acqua potabile .
E' necessario eliminare qualsiasi possibile esposizione alla luce durante il processo in quanto la luce produce una perdita di qualità nei risultati finali .

“La sterilizzazione secondo tutti i tipi abituali di clorazione avviene con l’ossigeno in status nascendi che col tempo può provocare danni ai tessuti e la formazione di cancri nelle persone, negli animali e nella piante. Con il mio metodo, la sterilizzazione e la depurazione sono effettuate con tubi ad alta tensione oppure con i cosiddetti tubi a capillare doppio a torsione e la rigenerazione avviene in apparecchiature speciali”. L’apparato aveva una camera a sezione ovale dove l’acqua era raffreddata a 4 °C, fatta ruotare in un vortice ad alta velocità con aggiunta di minerali e anidride carbonica.” (Viktor Schauberger).

145.141 - “Air - Turbine”

L’acqua che scorre nel fiume è il miglior accumulatore e trasformatore di energia, il cui movimento e la cui direzione determinano produzioni di cariche elettriche e magnetiche di origine organica, responsabili del rilascio di idrogeno, carbonio e ossigeno; in questo modo aiuta la formazione di nuova acqua, ossia contribuisce alla sua ricombinazione.
Tali processi implosivi possono essere simulati artificialmente e consentono la liberazione di una grande quantità di energia anche nelle macchine più piccole.

Schauberger critica le tecnologie odierne (come la turbina Pelton o Kaplan) perché sono responsabili del depauperamento del “sangue della Terra” e ipotizza che la soluzione progettuale più efficace e più in linea con le attività della Natura è sicuramente una turbina ad aspirazione, ispirata direttamente alle forme e funzioni della trota.
L’utilizzo di acqua con tecnologie distruttive, che la sfruttano oltre i limiti di pressione, porta al decadimento di cellule e di tessuti.
L’importante per Schauberger è preservare le entità biologiche presenti nell’acqua, poiché esse rendono possibili numerosi processi naturali e fisici.
Un aumento di pressione comporta un incremento di calore che nei fiumi è associato a perdita di carico e di trazione, a deposizione di sedimenti e all’affondamento della falda freatica.
Schauberger pone l’accento sull’importanza della temperatura dell’acqua che influisce sul flusso (deduzione derivante

dall'esperimento con le trote).

146.141 - "Processi e attrezzature per la trasformazione atomica di liquidi o sostanze gassose " - Repulsion .

166.644 - " Aratro "

Utensile per l'aratura del terreno ricoperto di rame in sostituzione di aratri di ferro o di acciaio con l'obiettivo di ridurre la frizione tra il suolo e la corrispondente porzione dell'aratro.

196.680 - " Tubi per sostanze fluide e gassose"

Sistema di tubature per impedire la formazione di incrostazioni; impedisce la perdita di velocità del flusso; tubi elicoidale.

Le tubature

Schauberger si è concentrato anche sui sistemi di trasporto dell'acqua, cercando soluzioni in grado di mantenere inalterate le sue caratteristiche biologiche ed energetiche. In natura l'acqua si muove continuamente e il suo ciclo comporta mutamenti continui nella sua struttura e composizione.
L'uomo, ha introdotto sistemi di trattamento e di trasporto artificiali utilizzando condotte e tubature.
Viktor Schauberger si concentrò quindi sulla progettazione di tubature ponendo particolare attenzione ai materiali e al moto dell'acqua in esse.

Prendendo ispirazione dai capillari come sistema di trasporto e diffusione dei liquidi sia a livello vegetale che animale in grado di mantenere inalterata la struttura dell'acqua propose alcune soluzioni progettuali.

Schauberger riteneva il ferro e il cemento dannosi per la qualità dell'acqua e di conseguenza i materiali per le tubature dovevano essere biocompatibili e cattivi conduttori di calore.
Il legno, cresciuto in foreste naturali è, secondo il naturalista austriaco, perfetto per il trasporto dell'acqua.

Allo stesso tempo l'acqua, secondo Schauberger, deve mantenere

la sua capacità di movimento naturale, senza costrizioni e pressioni. Oltre a mantenere alta la qualità dell'acqua questo consente ai tubi di non corrodersi.

Ogni tubo a spirale è un tornado, un vortice e comporta un flusso a spirale.
L'accelerazione del movimento continuo dipende da quattro fattori: la lunghezza del tubo, la dimensione della sezione trasversale di aspirazione, in relazione agli ugelli di uscita, la velocità di rotazione del rotore e il diametro conico, poiché è da quest'ultimo che dipende la forza centripeta.

Esistono diverse proposte di progetto avanzate da Schauberger per la produzione di condotte e tubature in grado di permettere all'acqua di muoversi liberamente

122.144 - "Canale artificiale per il trasporto dei tronchi "

Condotte, canali, e altri chiuse d'acqua per il trasporto dei tronchi d'albero .

134.543 - " Conduzione di acqua in tubi e canali"

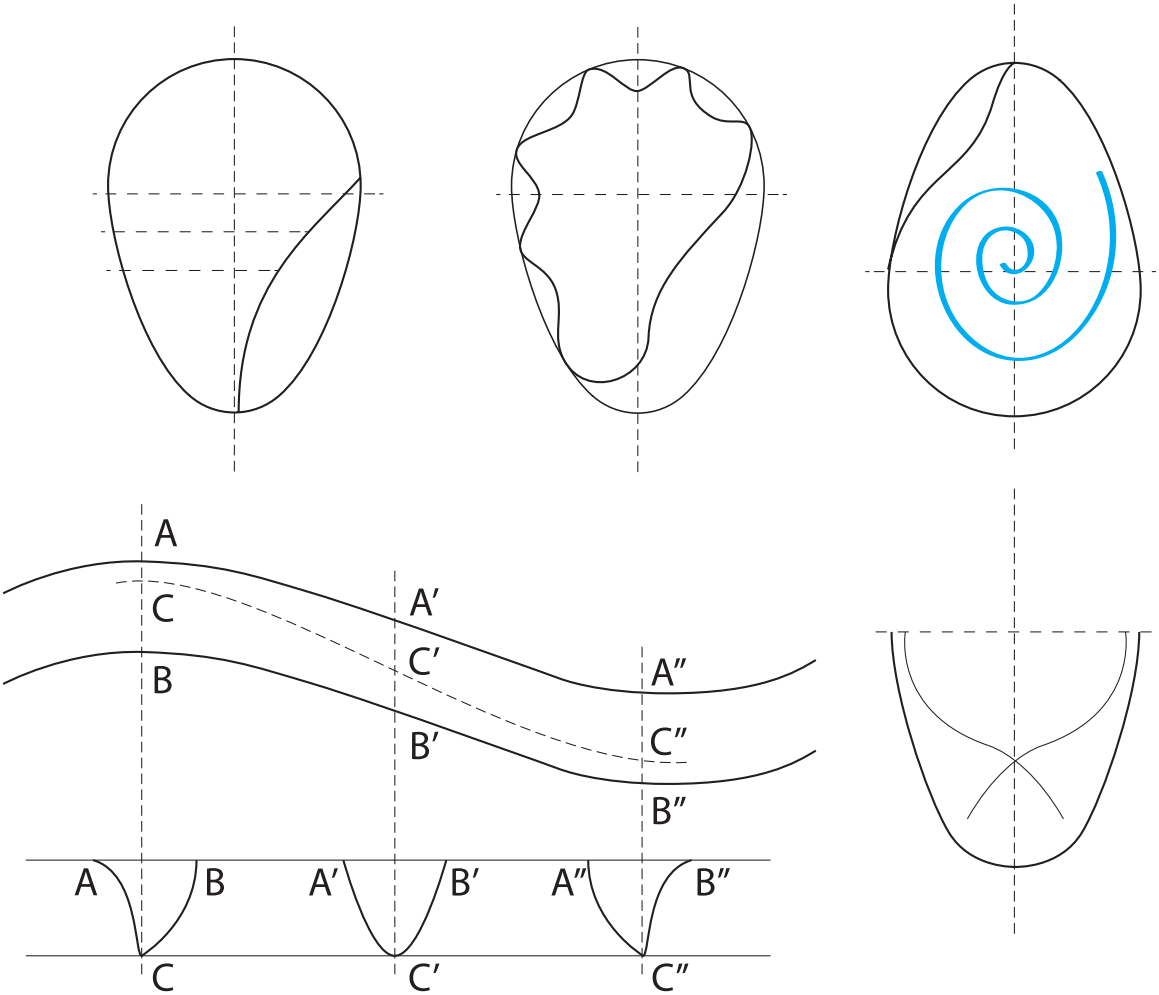
Concentrazione del flusso d'acqua all'interno di condotte, canali e tubi con l'obiettivo di aumentare la portata.

136.214 - " Installazione e correzione del flusso nei canali di scarico"

Sistemi per la conduzione dell'acqua e sua regolazione nei canali d'acqua attraverso degli sbarramenti.

138.296 - "Conduzione d'acqua"

Miglioramento dei tubi e dei canali proposti nel brevetto 134543, in modo che l'acqua sia condotta al centro del tubo per forzarlo ad effettuare un movimento circolare .
Il Brevetto Austriaco # 28099 si riferisce ad un tubo in grado di impedire la formazione di incrostazioni e di ostacolare la perdita di velocità del flusso, la cui sezione è data da diversi archi di cerchio, avendo il tubo andamento elicoidale e partendo da una sezione trasversale ovoidale.



Con l'ausilio di tale tubazione è possibile limitare le perdite dovute all'attrito attrito e alle incrostazioni (Vedi Rapporto Popel).
E' possibile avvolgere il tubo lungo condotte circolari preesistenti.

il rapporto Popel

Negli anni '50, presso l'università di Stoccolma, il professor Popel replicò con successo gli esperimenti di Schauberger, confermando le scoperte dell'inventore austriaco.
Purtroppo, per tutta una serie di eventi, non ci è pervenuto quasi nulla del materiale elaborato presente in tale rapporto (come ad esempio modelli e prototipi costruiti e testati), se non una serie non molto chiara e talvolta confusionaria di schemi, tabelle e resoconti.

Nel rapporto Popel, si fa riferimento alla tecnologia di tubi a spirale

elicoidale, in particolare alla valutazione di vari materiali volti alla loro costruzione.
Le prime conclusioni e riflessioni attestano che uno dei fattori più importanti è la variazione di sezione.

Il flusso nelle tubazioni diventa maggiore e più veloce, e i residui in sospensione si concentrano lungo l'asse della spirale, evitando in questo modo depositi e intasamenti.
Un flusso a spirale dell'acqua tiene sotto controllo i sali disciolti contenuti in essa, quindi previene le incrostazioni delle tubature.
Il materiale del tubo, se si tratta di un metallo, induce fenomeni di elettricità e magnetismo che possono perfino influire su velocità e forza d'uscita degli output.

In definitiva materiali e forma dei tubi sono d'importanza decisiva per la formazione di avvolgimento del flusso, la capacità e la quantità di aspirazione da esso generato.

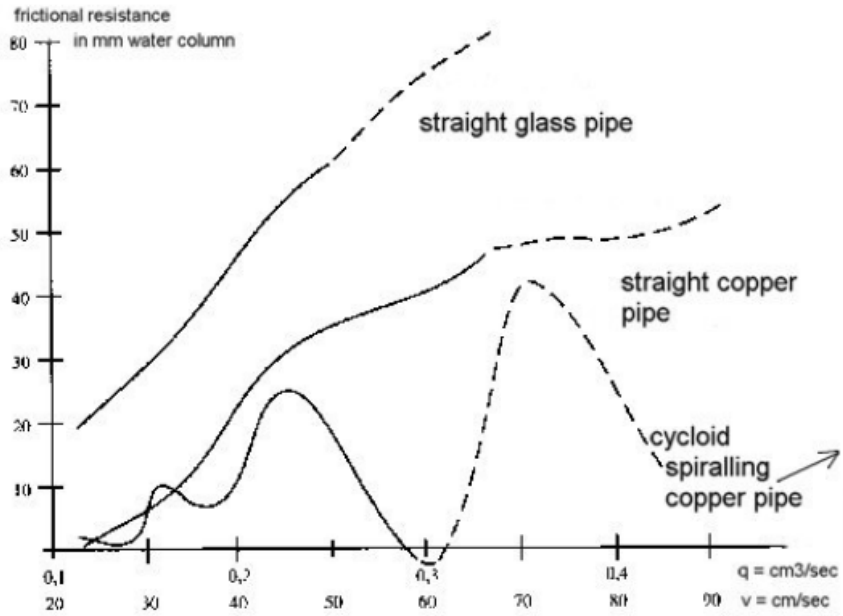
Nel 1952 Viktor Schauberger effettuò degli esperimenti insieme al professor Pöpel (Popel, 1952) presso l'Istituto di tecnologia di Stoccarda.
Uno degli scopi di questi esperimenti era di verificare se era possibile utilizzare dei tubi con sezioni tale da indurre il vortice per separare solidi sospesi idrofobi dalla fase acquosa.
Il flusso convogliato in maniera tangenziale attraverso i tubi si organizza in un vortice in grado di convogliare al centro le particelle grazie alla minima pressione che si crea in quest'area.

Per creare questo effetto è molto importante definire delle geometrie adatte al contenitore dentro al quale viene convogliata l'acqua prima di attraversare il tubo.
Durante l'esperimento sono stati studiati sia tubi a sezione circolare costante che a sezione conica che a spirale. quest'ultimo è stato modellato ispirandosi alle corna del kudu (antilope africana).
Sono stati testati inoltre diversi materiali tra cui il vetro e il rame.

I risultati sono stati, in qualche misura, sorprendenti.
Nei tubi a spirale la resistenza di attrito si riduce con prestazioni

migliori per i tubi in rame.
I risultati mostrano inoltre che all'aumentare del flusso nei tubi a spirale in rame l'acqua sembra quasi staccarsi dalle pareti del tubo riducendo l'attrito a zero.

Secondo Schauberger si viene a creare una sorta di "risonanza" tra la forma del tubo e il movimento dell'acqua che diventa via via più armonico.

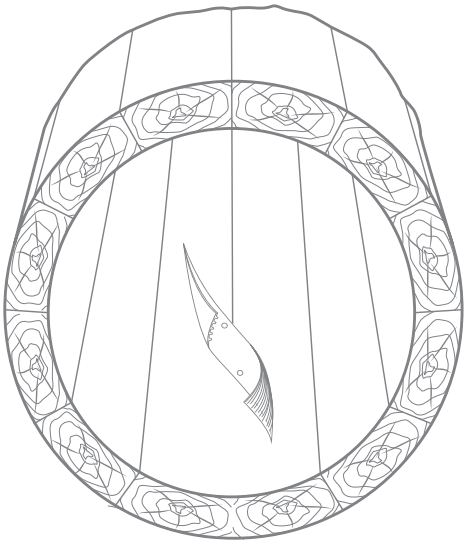


Come si evidenzia graficamente l'attrito del flusso idrico sulle pareti del tubo dipende dalla forma e dal materiale di cui è fatto il tubo (Alexandersson, 1997).
Nei tubi dritti di sezione regolare, l'attrito aumenta all'aumentare del flusso in maniera costante. Il rame sembra avere dei risultati migliori rispetto al vetro.

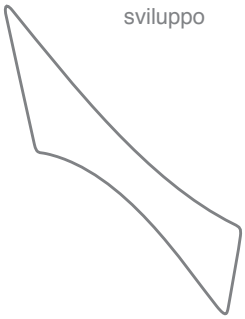
Nei tubi disegnati da Schauberger sembra che in alcuni momenti l'attrito diventi negativo ovvero si assiste ad un **distacco del fluido dalla parete causato dalla forza di aspirazione del vortice**.

Si nota che a certe pressioni e velocità del flusso la **resistenza diventa negativa**, gli effetti implosivi superano la resistenza idrodinamica e il tubo diventa una pompa.

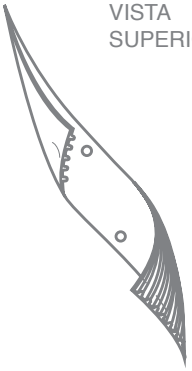
Patent n. AT138296



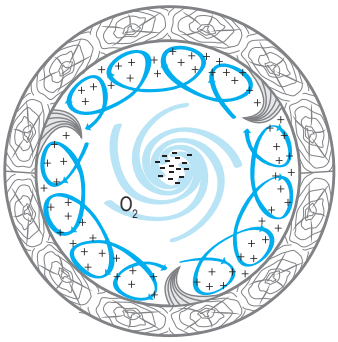
sviluppo

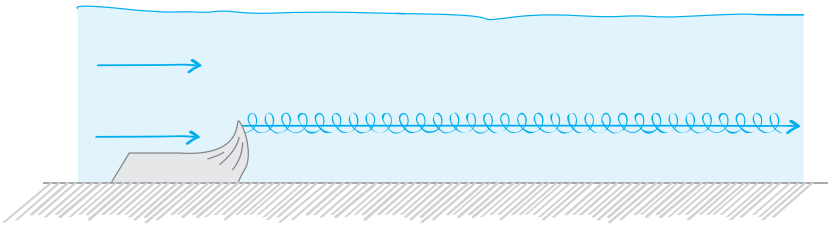


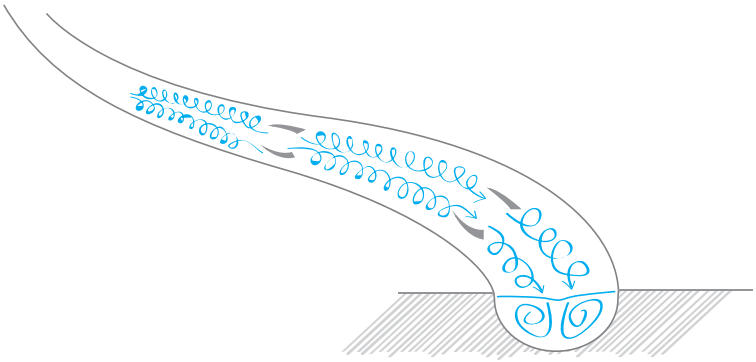
VISTA SUPERIORE



SCHEMA DEI FLUSSI







In sostanza, si può affermare che la tecnologia che coinvolge il flusso ad auto organizzarsi in un vortice attorno al proprio asse in un percorso a spirale con raggio decrescente **provoca un aumento di velocità di rotazione al centro creando una depressione**.

Per ottenere questi risultati è necessario fornire le giuste condizioni sagomando opportunamente la geometria dei tubi in modo tale che il flusso riesca ad auto organizzarsi in un vortice.
Il sistema è così in uno stato di equilibrio dinamico in cui la struttura rimane costante nonostante ci sia un continuo movimento di particelle (Hans, 1983).

Schauberger si adoperò in una moltitudine di progetti e prototipi per il trattamento delle acque tra cui sistemi di condotte per l'approvvigionamento idrico, con particolare attenzione alla scelta dei materiali con cui vengono realizzate le tubature.
Il materiale più adatto per la realizzazione dei tubi è il legno vergine. Si può contestare il fatto che il legno non sia adatto a questo scopo per la limitata durata, ma se opportunamente trattato può garantire delle prestazioni simili a quelle del ferro.

La scarsa conducibilità termica del tubo di legno inibisce l'attivazione di processi metabolici interni all'acqua e quindi il formarsi di microrganismi dannosi per la salute umana.

Ossigenazione

Il vortice indagato da Schauberger ha trovato delle applicazioni pratiche nell'ossigenazione e nel trattamento di separazione delle acque contaminate.

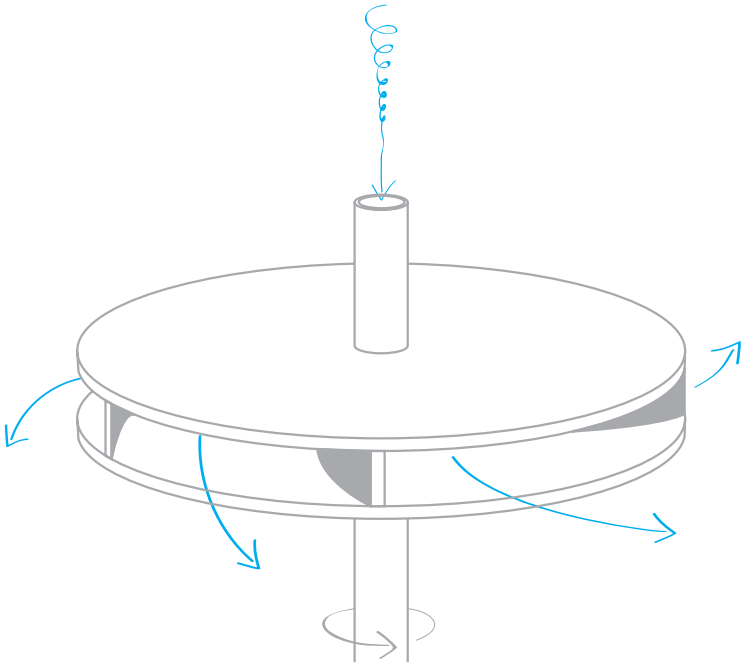
All'interno del vortice si crea un'area di bassa pressione in cui la velocità rotazionale aumenta e all'interno della quale confluiscono le sostanze idrofobiche che possono essere quindi separate.
Nel vortice il sistema entra in uno stato di equilibrio dinamico, in costante mutamento mantenendo però stabile la struttura.

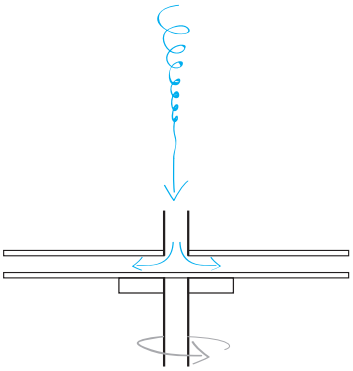
Gli esperimenti sui sistemi di ossigenazione condotti da differenti centri di Ricerca (Kullberg, 1982) hanno dimostrato che la

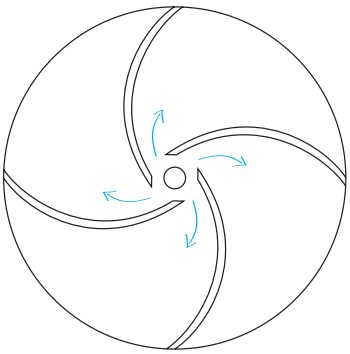
tecnologia può essere utilizzata per l'ossigenazione di acqua dolce e di conseguenza per l'eliminazione di cattivi odori, ad esempio da idrogeno solforato.
È stato dimostrato inoltre che attraverso il vortice gli ioni di ferro e manganese possono precipitare con più facilità.
Ciò significa che la tecnologia ha potenziali applicazioni al trattamento dell'acqua potabile, e implica la possibilità di ridurre la dipendenza da sostanze chimiche per la separazione di ioni metallici.
Grazie all'azione del vortice si creano, infatti, delle micro bolle di ossigeno che facilitano la diffusione nella massa fluida circostante.
Questo sistema potrebbe quindi integrare gli attuali sistemi di flottazione e su scala più ampia potrebbe essere utilizzato per rigenerare laghi e fiumi.

The Plane Pump

La Plane Pump è un dispositivo ideato da Schauberger che consente all'acqua contenuta in un contenitore (preferibilmente a sezione ovale) di avere un movimento toroidale creando un vortice al centro del contenitore stesso.





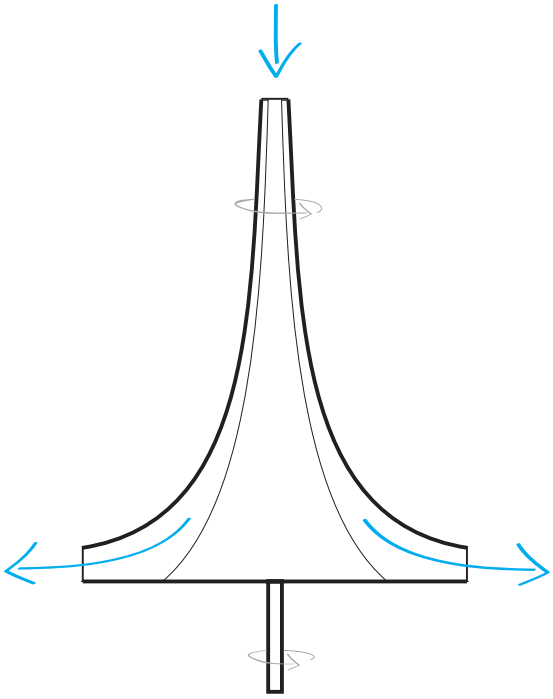


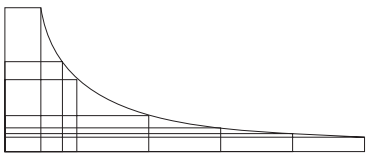
Si crea una depressione al centro e l'acqua viene risucchiata verso il basso riorganizzandosi in un vortice.

Questo movimento favorisce il trasporto dell'ossigeno verso il basso e quindi la sua diffusione nella massa d'acqua.
Può avere diversi utilizzi sia nella miscelazione omogenea di aria all'interno dell'acqua che per la separazione di particelle sospese.

A_ Una possibile applicazione è nella flottazione a gas indotto, trattamento di chiarificazione delle acque per la rimozione dei solidi sospesi o idrocarburi flottazione, attraverso un'efficace miscelazione di bolle d'aria in un fluido, che normalmente richiede una certa quantità energetica per dissolvere aria in pressione nell'acqua.
Con la plane pump ideata da Schauberger questo problema viene risolto poiché l'acqua segue un movimento toroidale e le micro bolle d'aria seguono una direzione radiale che permettono loro di non andare immediatamente verso l'alto avendo una diffusione più efficace.

B_ Un'altra applicazione interessante è nel trattamento delle acque di scarico.



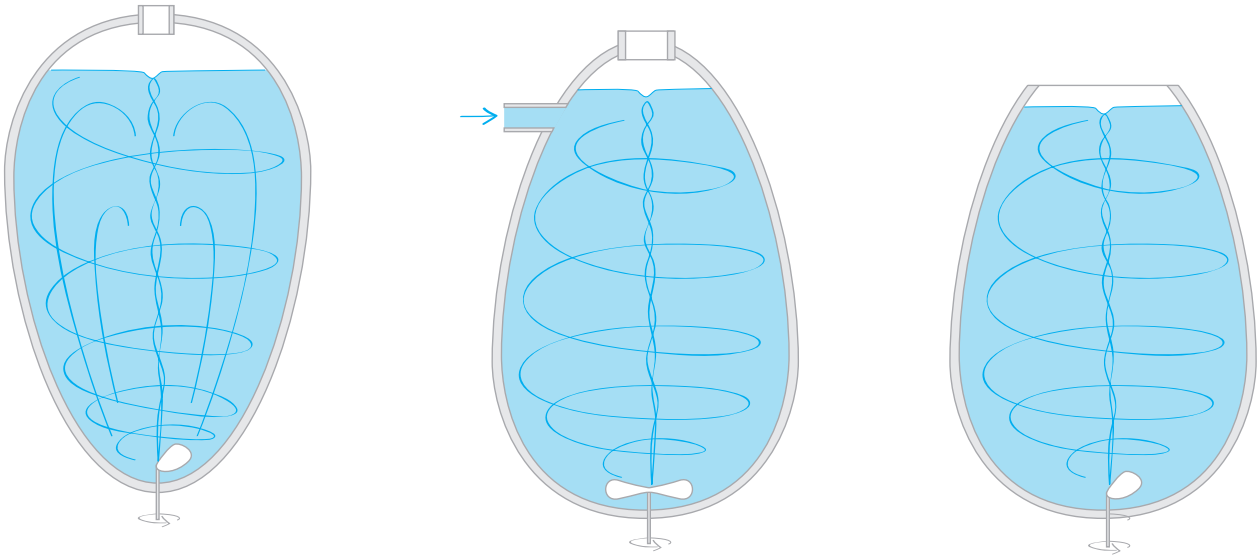


y = 1/x

La Plane Pump ha una duplice funzione di separazione dei sedimenti e allo stesso tempo di ossigenazione per aiutare i processi di decadimento.

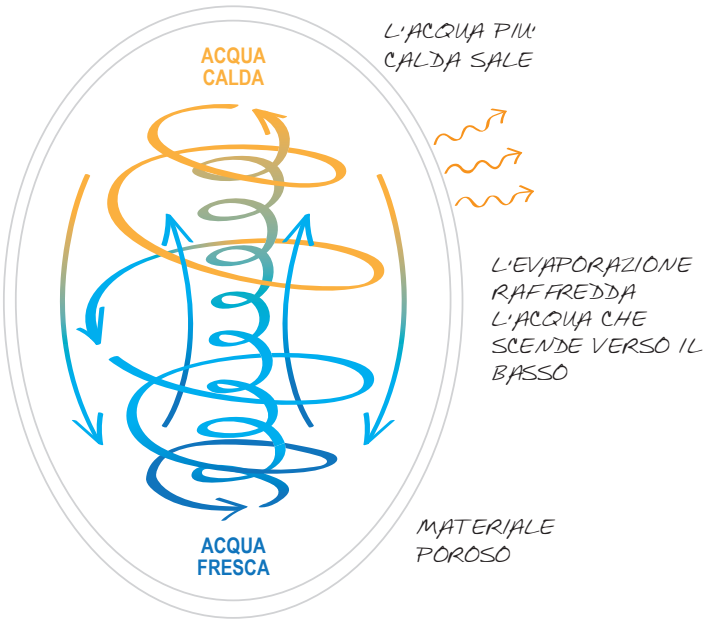
Inoltre alcuni test condotti utilizzando il dispositivo Aquagyro abbinato a un filtraggio a sabbia, dimostrano come sia possibile osservare una maggiore precipitazione degli ioni manganese e ferro rispetto all'acqua non trattata.
Nello specifico, gli esperimenti condotti nel centro ricerche di Paltrask nel 1990 evidenziano una riduzione della concentrazione di Manganese da 0,26 mg/l a <0,05 mg/l e di Ferro da 0,23 mg/l a 0,21 mg/l[1].

Durante gli stessi test si è registrato un forte aumento della concentrazione di ossigeno da 0,4 mg/l a 10,5 mg/l[2].
Un successivo test condotto al centro ricerche di Vistbacken mostra una riduzione più accentuata della precipitazione degli ioni ferro utilizzando il sistema Aquagyro (Johansson , 2002).



British Patent # 1,187,632

1 Aquagyro AB Pilotanlaggning i Alvsbyn Information brochure from Aquagyro AB, Umea 1991
2 La concentrazione di ossigeno è stata registrata con il Macherey-Nagel titration test, Visocolor Oxygen SA10 (0,2-10 mg/l)



Viktor Schauberger riteneva che la forma ovoidale fosse ottimale per contenere l'acqua, in particolare all'interno di materiali porosi come la terra cotta, in grado di garantire un movimento costante per via dei moti convettivi dovuti alle differenze di temperature.

Vortex separation

Tra gli esperimenti condotti da Schauberger all'Università di Stoccarda con il professor Popel figurano alcuni tentativi di separazione di materiale idrofobico dalla fase acquosa sfruttando l'azione del vortice.

Attraverso il free-vortex è possibile separare sostanze di diversa densità. **La forza centripeta attrae**, infatti, **le particelle verso il centro dove c'è una minore pressione.**

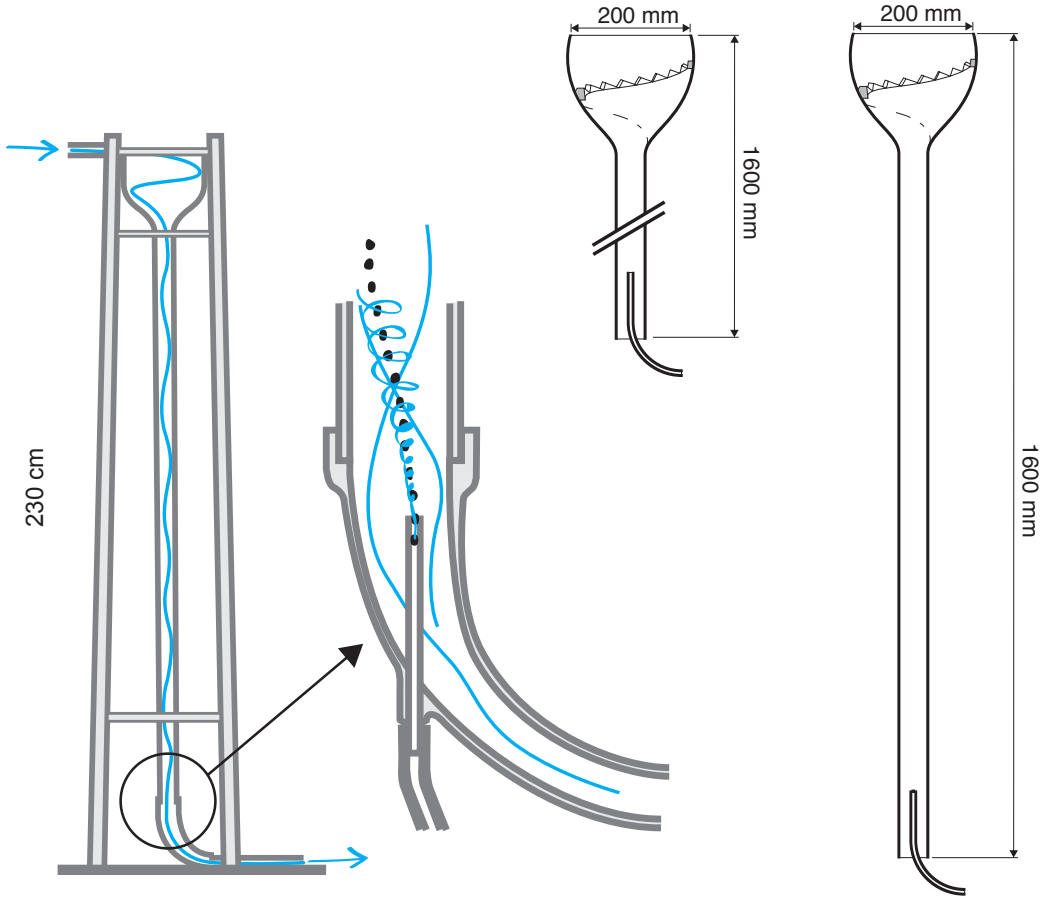
Sfruttando questo principio è possibile separare solidi sospesi dall'acqua in una fase di depurazione.
E' fondamentale riuscire a fare in modo che l'acqua riesca ad organizzarsi spontaneamente in un vortice iperbolico evitando una rotazione rigida (forced vortex) della massa d'acqua esterna che impedirebbe alle particelle di raggiungere il centro del vortice.

Per fare questo non si deve costringere l'acqua a creare un vortice ma è sufficiente dargli l'impulso per poi auto organizzarsi liberamente.
Sulla base di queste indicazioni il centro di ricerca IET di Malmo ha condotto, a partire dal 1995, diversi esperimenti arrivando a definire delle proporzioni ideali per la separazione di solidi sospesi a bassa

densità.

Il Gruppo di Ricerca composto da Curt Hallberg, Lars Johansson e Morten Ovesen ha portato a termine diverse sperimentazioni sulla forma e sui materiali dei componenti del sistema.
Sono state così indagate le geometrie del bacino di innesto del vortice partendo da una forma rettangolare fino allo studio di vasche a forma ovoidale. Sono state definite con precisione le dimensioni del tubo in cui si crea il vortice e le velocità del flusso.
Di seguito si riportano schematicamente i disegni del dispositivo finale messo a punto dall'IET.

Il flusso dell'acqua è di 0,2 – 0,4 litri al secondo. L'altezza del tubo indicata da Schauberger è di 192 cm.
Il dispositivo messo a punto dallo IET misura invece circa 160 cm.



Altre tipologie di Vortex Separator

I Vortex Separator sono dei dispositivi che utilizzano il principio del vortice per rimuovere i solidi sospesi dall'acqua.
A differenza delle tradizionali tecnologie di sedimentazione che sfruttano prevalentemente la gravità, il separatore a vortice sfrutta sia la forza di gravità che la forza centripeta che accumula le particelle solide al centro agevolando la loro separazione dall'acqua. (Andoh and Smisson, 1994; Wong, 1997; Minton, 2005).

I Vortex separator vengono prevalentemente utilizzati per il trattamento delle acque meteoriche con l'intenzione di rimuovere le sostanze inquinanti sia sedimentabili che flottabili. Generalmente vengono distinti in due categorie (Phipps, 2008):

- Simple Vortex Separators (SVS) – fanno affidamento principalmente alla forza gravitazione e al movimento rotatorio dell'acqua che accumula i sedimenti sul fondo separandoli dalla fase liquida.

- Advanced Vortex Separators (AVS) - funzionano in modo simile agli SVS, ma utilizzano componenti interni appositamente progettati per controllare e migliorare le prestazioni e fornire zone isolate per il deposito degli inquinanti. Sono spesso indicati con il nome di Hydrodynamic Vortex Separators (HDVS).

Simple Vortex Separators

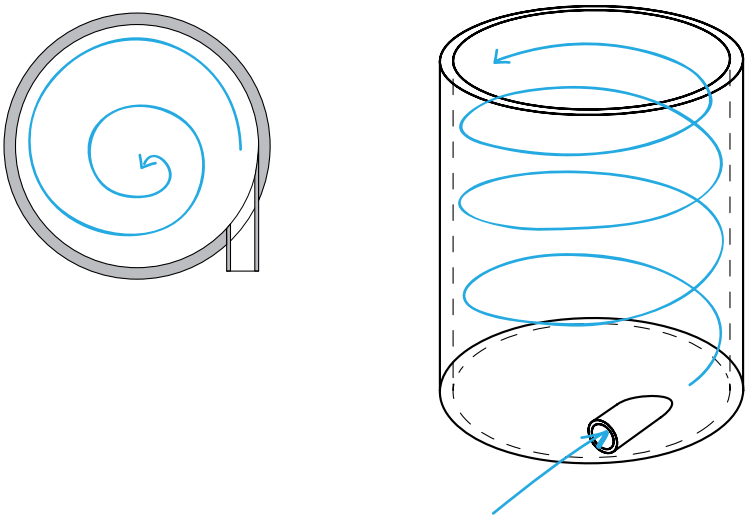
Il SVS consiste generalmente in un contenitore cilindrico in cui il flusso tangenziale alla parete del cilindro crea un vortice che attrae i solidi sospesi al centro.
Per azione combinata della forza centripeta e di quella di gravità, i sedimenti confluiscono sulla base del cilindro, mentre l'acqua chiarificata fuoriesce dalla sommità del cilindro stesso.

Questi dispositivi mostrano un'efficienza maggiore all'aumentare del tempo di permanenza dell'acqua da trattare all'interno della camera di separazione. Tuttavia l'eficienza di separazione non appare molto elevata (Yunjie Li, 2011).
L'esperimento condotto da Li si compone di una camera cilindrica

in legno delle dimensioni di diametro 127 mm e di un'altezza di 175mm.
Il tubo in ingresso in PVC è di diametro interno di 12,7mm. L'acqua contenente particelle solide a base quarzo con densità di 2650 kg/m^3 viene spinta tangenzialmente nel cilindro attraverso il tubo in PVC.

Le particelle hanno una dimensione prevalentemente intorno ai 70 micron. La temperatura dell'acqua è di 9°C.
I risultati mostrano un'efficienza di separazione massima del 55% con una velocità del flusso pari a 46,5 ml/sec.

All'aumentare della velocità del flusso l'efficienza si riduce.



Advanced Vortex Separators

Gli HDVS sono specificatamente progettati a seconda delle differenti caratteristiche prestazionali che devono avere.
I due elementi chiave che vengono considerati per la loro progettazione sono il tempo di permanenza la separazione del flusso (Alkhaddar et al, 2001).

Il flusso in rotazione all'interno del HDVS ha quindi l'effetto di aumentare il tempo di permanenza disponibile per la sedimentazione.

Inoltre, i componenti interni separano il flusso in modo che i solidi e gli inquinanti vengono trattenuti in un'area isolata.

Questa tecnologia fu sviluppata da Bernard Smisson nel 1967 con un approccio differente rispetto a quello adottato da Schauberger.
Il dispositivo messo a punto da Smisson consiste, infatti, in un corpo cilindrico in cui il flusso di acqua entra tangenzialmente creando una rotazione che permette alle particelle di avere più tempo per precipitare.
I sedimenti si depositano nella parte centrale della base del cilindro. Tale dispositivo era in grado di separare all'incirca il 70% dei solidi sospesi, (Smisson, 1967).
Successivamente l'idea di Smisson venne ripresa e sviluppata dall'American Public Works Associations e dall'EPA in due dispositivi per la rimozione dei solidi sospesi e il trattamento delle acqua reflue: l'USEPA Swirl Concentrator, e lo Swirl Primary Separator (Li, 2011). Negli anni '80 in Inghilterra venne sviluppato un analogo sistema denominato Storm King (Andoh and Saul, 2003).

In Germania, sempre alla fine degli anni '80 venne sviluppato un sistema HDVS - Fluidsep™ con l'obiettivo di ridurre la turbolenza nella camera per alti flussi, (Brombach,1992).

Dai primi anni 1990, le applicazioni di HDVS furono utilizzati come controllo della qualità dell'acqua nei dispositivi per la depurazione combinata (es. Storm King® Overflow, Swirl Concentrator e Fluidsep™), per il trattamento delle acque piovane (es. Defender Downstream ® e Vortech™ System) e per il trattamento delle acque reflue (es. Grit King® Separator e Swirl-Flo™ Clarifier).

La tecnologia HDVS è stata inoltre adottata anche per il trattamento fisico-chimico delle acque reflue urbani (Andoh et al., 1996) e nell'industria estrattiva di minerali (es. Eff-Pac™ e limo-Pac™).

Nonostante le somiglianze nel principio di funzionamento, ogni tipo di HDVS è unico, con differenti geometrie e componenti interne per stabilizzare i vortici sviluppati nella camera e trattare diversi tipi di acque.

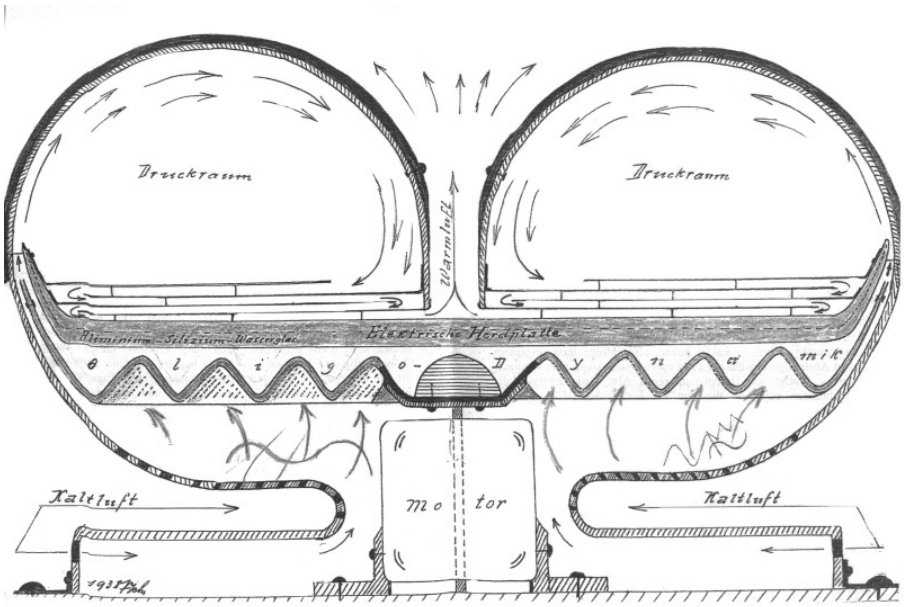
Gli HDVS risultano più efficaci nella rimozione di solidi se il flusso è relativamente elevato (3,6-5,0 m/h (Pisano et al, 1990; Sullivan et al, 1982) a differenza di quanto visto per gli SVS.
In generale, le particelle sedimentabili con questo sistema sono: solidi inorganici (0,2 a 2 mm) con un peso specifico relativamente elevato (2,65) e solidi organici relativamente grandi (0,2-5,0 mm), con pesi specifici maggiore di 1,2 (Sullivan et al., 1982).

Prove effettuate presso il Totnes Wastewater Treatment Works (WWTW), United Kingdom hanno dimostrato che i vortex separator possono fornire un trattamento primario rispettando la direttiva sulle acque reflue urbane della Comunità Europea (rimozione del 20% di BOD5 e del 50% di TSS). I risultati dimostrano infatti una rimozione per i BOD_5 variabile tra ila 35% e l'85%, mentre per i TSS compresa tra il 55 e il 90% (Andoh et al., 1996).

Anche se gli HDVS appartengono alla stessa famiglia dei "Vortex separator" differiscono dai dispositivi come Hydrocyclone e dalle centrifughe principalmente per il fatto che la velocità di rotazione è inferiore e anche le perdite di carico (Saul et al., 1993).

Repulsator

"Non abbiamo bisogno di una scienza delle formule, ma di una scienza delle forme" (Viktor Schauberger).



intuizioni descritte da Schauberger. Il Repulsator fu un'invenzione del 1943, caratterizzata da una forma organica a uovo.
Esso fu costruito in Svezia dal Gruppo di Ricerca Biotecnologica diretto da Olof Alexandersson.

L'obiettivo posto fu che il dispositivo fosse non solo in grado di mantenere la forza vitale dell'acqua generando energia idroelettrica, ma anche di rigenerare completamente un'acqua morta e stantia, attraverso la creazione di vortici che ruotano in senso orario e antiorario in modo alternato.
Tale metodologia, basata in parte sull'effetto Coanda, derivava dalla volontà di emulare il naturale corso di un fiume, per fare in modo che l'acqua potesse "respirare" e reintegrare tutte le sostanze nutritive.

Repulsine

Il Repulsine è un sistema, ideato nel 1936, alto 50 centimetri e profondo 30 centimetri, che vaporizza, purifica e distilla acqua per mezzo di processi a freddo.
La macchina è costituita da ugelli interni e periferici che sono responsabili dell'aspirazione dell'acqua.
I movimenti non sono regolari (lineari) ma organici (diffusi e apparentemente caotici).
In tal modo i flussi, vale a dire i movimenti che portano all'evoluzione dell'acqua, modificano la sua struttura intra – atomica e attraverso questa reazione, l'acqua tende a rinvigorirsi.

La scienza porta le macchine di oggi a essere alimentate dando priorità a un processo metabolico ossidante, in cui l'ossigeno consuma l'ossido inferiore o protossido, che contiene preziosi fattori di crescita e che è una sostanza formativa.

Questo meccanismo avviene normalmente nel processo di respirazione cellulare tipica di ogni organismo, che dà origine al trasporto, allo spostamento e all'orientamento delle forze.
Ma se tale processo avviene a 40 °C, l'ossigeno diventa aggressivo e bellicoso e porta alla decomposizione di sangue, acqua e linfa. Infatti, se un fiume è riscaldato, la sua acqua diventa stantia ed energicamente impoverita.

Al contrario, a bassa temperatura, tutto tende a convergere verso il centro e porta alla crescita sia fisica sia spirituale.

Il fattore decisivo nella propagazione meccanica di sostanze formative è la conversione naturale di temperature normali, che in natura hanno funzioni reattive.
Lo sfruttamento di questa scoperta potrà rivoluzionare completamente l'attività economica.
La macchina promuove la creazione di sostanze necessarie per lo sviluppo che in Natura sono trasportate in acqua, nella linfa e nel sangue, nella terra e nell'aria.

APPLICAZIONI DELLE TEORIE DI SCHAUBERGER

Le macchine e i brevetti di Schauberger hanno destato negli anni l'interesse di molti gruppi di ricerca e stimolato lo sviluppo di diversi dispositivi per valorizzare le qualità dell'acqua basati su metodi alternativi di trattamento.
Per metodi alternativi si intendono qui quei sistemi che utilizzano le proprietà dell'acqua di rispondere ad esempio a stimoli elettromagnetici o al semplice movimento per modificare le sue caratteristiche senza dover ricorrere ad esempio all'utilizzo di prodotti chimici.
I sistemi presi in considerazione durante questa fase di analisi sono sistemi che utilizzano la vortex technology (Martin Wasserwirbler, Plus&minus, Aqualife), dispositivi magnetici, dispositivi che utilizzano trattamenti elettromagnetici (TFF, Rai & Singh, Violette water), etc.

Alcuni studi hanno determinato un aumento delle prestazioni dell'acqua sottoposta a trattamenti alternativi rispetto alla normale bulk water sia nei processi industriali in ambiente microbiologico (ad esempio sulle lenti a contatto e acqua trattata con (PlocherTM -System), sia sull'aumento del rendimento, della velocità di crescita e vitalità dei vegetali (Voithofer 2004, Hacheney 1992). Alcune applicazioni sui laghi affetti da forte eutrofizzazione hanno evidenziato notevoli benefici in seguito ai tratttamenti mediante vortex technology (Holst, 2004).
Per contro un ampio studio condotto dall'Università di Vienna (Hammer 2004), non sarebbe stato in grado di produrre risultati significativi rispetto alla variazione della tensione superficiale, alla crescita dei batteri e di quella delle piante confrontando la semplice acqua del rubinetto e l'acqua del rubinetto trattata con la tecnologia Grander.

La reale efficacia di questi sistemi risulta quindi difficile da provare soprattutto poiché si tratta di sistemi che vanno ad incidere su aspetti qualitativi dell'acqua difficilmente misurabili con le tecniche tradizionali

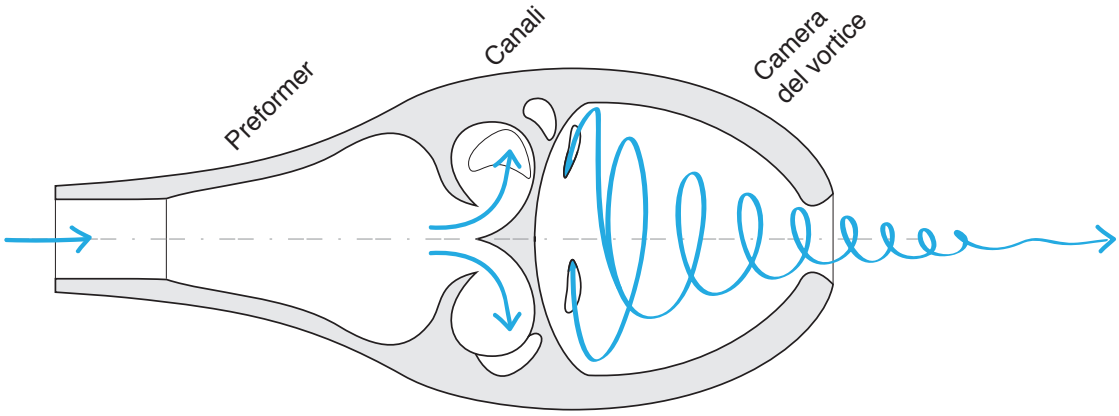
Dispositivo AcquaPhi progettato da Christian Lange sulla base dei sistemi di purificazione dell'acqua brevettati da Viktor Schauberger.

Tra questi dispositivi di particolare interesse è il sistema **AcquaPhi**[3], una macchina per la produzione di acqua "attivata" che si ispira alla macchina di Schauberger. Il dispositivo è stato progettato e costruito dall'Ing.
Christian Lange sviluppando alcune intuizioni personali (vedi Progetto Vorteggs del 2001) e ispirandosi alle teorie di Viktor Schauberger e del Dr Mu Shik Jhon.

All'interno del dispositivo l'acqua attraversa due spirali di tubo in acciaio inox, avvolte con la stessa angolazione di un'elica di DNA attorno alla sagoma del guscio esterno. Sia le dimensioni dell'uovo che le lunghezze dei tubi sono tutte in rapporto con le costanti arminche Phi e Pi Greco. L'Ing. Lange sostiene che questo trattamento consenta all'acqua di migliorare le proprie qualità strutturali.

WATRECO

L'idea alla base del dispositivo Watreco è quello di consentire ad un fluido di auto-organizzarsi in un movimento vorticoso ordinato. Ispirato alle macchine e teorie di Viktor Schauberger il generatore di vortice messo a punto dall'IET di Malmo è in grado di generare un vortice ben definito e controllato ad una pressione e una portata notevolmente inferiore rispetto a quello che è possibile ottenere con altre tecniche.



3 http://www.acquaphi.it

Nello specifico il generatore di vortice modella il flusso di acqua in tre fasi:

1. Preformer. La zona in cui viene immessa l'acqua fornisce una direzione omogenea al flusso in un moto toroidale attraverso un insieme di canali ben definiti.

2. Canali. Dopo il Preformer, il fluido viene diretto attraverso un insieme di canali, ciascuno con una geometria adatta alla formazione dei vortici. Ogni canale offre un flusso vorticoso tangenziale alla camera del vortice.

3. Camera di vortice. Nella camera del vortice, i vortici si uniscono in un flusso forte e stabile causando una pressione fortemente ridotta lungo l'asse del vortice.
A seconda dell'applicazione, la camera di turbolenza può avere diverse forme.

Una forma ovoidale produce un vortice ben definito con una transizione graduale verso la tubazione di valle.

Una forma a uovo con una presa stretta provoca un'ampia diffusione del fluido che è utile per esempio in un'applicazione dove l'acqua deve essere spruzzata o quando è necessario agitare un grande volume di acqua.

Il flusso vorticoso dà luogo a forti gradienti di pressione e forze di taglio. Un gradiente di pressione è la transizione tra alta e bassa pressione. Le forze di taglio in un fluido che si muove si verificano quando la velocità del flusso cambia rapidamente in un breve distanza.

Il gradiente di pressione radiale nella camera del vortice provoca una forte depressione lungo l'asse del vortice. Con l'acqua, queste depressione costringe le bolle di gas (gas non disciolto) verso il centro del vortice.
Se ci sono abbastanza gas non disciolti nell'acqua, in un generatore di vortice trasparente è possibile vedere un "filo di vuoto" lungo

l'asse.
Se il gradiente di pressione è abbastanza forte, cavitazione (vedi sotto).
Il forte gradiente di pressione sposta gli equilibri chimici, dando luogo a reazioni che non accadrebbero in condizioni normali di flusso.

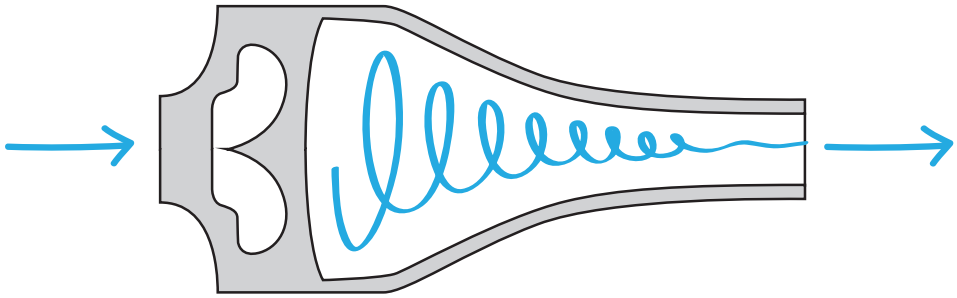
Nel generatore di vortice le forze di taglio si verificano non solo vicino al muro, ma anche all'interno del fluido stesso, ad esempio quando il flusso in uscita dai canali si unisce.
Ci sono anche forze di taglio vicino lungo la linea del vuoto sull'asse della camera del vortice.
Le potenti capacità di miscelazione del generatore di vortice sono dovute in gran parte alle elevate forze di taglio che causano una convezione forzata ma ancora ordinata nel fluido.
La combinazione di gradienti di pressione e forze di taglio provoca la formazione, l'aggregazione o la frammentazione dei materiali solidi nel fluido in determinate circostanze.

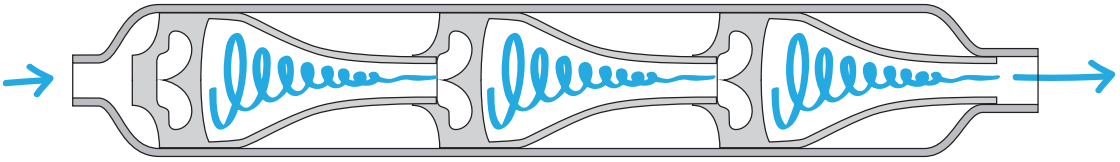
Degassamento: le bolle di gas macroscopiche e microscopiche presenti in acqua vengono convogliate nella zona di bassa pressione lungo l'asse del vortice.
La bassa pressione causerà la loro espansione con la formazione di grandi bolle che possono essere facilmente estratte a valle del generatore. I gas disciolti non sono generalmente affetti da questo processo. Le sostanze che si riuniscono intorno alla superficie delle bolle possono seguire le bolle verso l'asse vortice rendendo più facile la loro separazione.

Mescolamento: quando la depressione all'interno del vortice supera il valore di pressione ambiente i gas o i liquidi possono essere aspirati nella camera del vortice. Il fluido aspirato può quindi essere facilmente mescolato con l'acqua.
Questo processo è molto efficiente nel miscelare per esempio acqua con aria o altri gas o acqua con olio, producendo così emulsioni stabili.

Cavitazione: con una pressione sufficientemente bassa lungo l'asse del vortice, si formano cavità (bolle microscopiche) nel fluido. Non

appena si muovono verso l'area ad alta pressione, implodono rapidamente, producendo onde d'urto e un estremo rilascio di calore all'interno di un piccolo volume. Questo processo è chiamato cavitazione e può per esempio influenzare la formazione di calcare (carbonato di calcio) (Kronholm, 2012).





Proprietà dell'acqua trattata con Watreco

Un esame delle proprietà dell'acqua trattata con il vortice è stato effettuata nel 2010 e 2011 dalla Polymer Technology Group Eindhoven BV (PTG / e), un istituto indipendente di ricerca, che fa parte del Politecnico di Eindhoven (TU / e).
I campioni sono stati prelevati dall'acquedotto di Eindhoven, prima e dopo il trattamento VPT.
Il Trattamento dell'acqua (VPT) è stato fatto con un generatore di vortice Watreco standard ad una pressione di 3,5 bar.

Viscosità: è stata osservata una diminuzione della viscosità dopo il trattamento VPT. La differenza era compresa tra il 3% e il 17%, a seconda della qualità dell'acqua e della temperatura.

Il trasferimento di calore: il Trattamento VPT modifica il comportamento di fusione del ghiaccio. E' stata registrata una

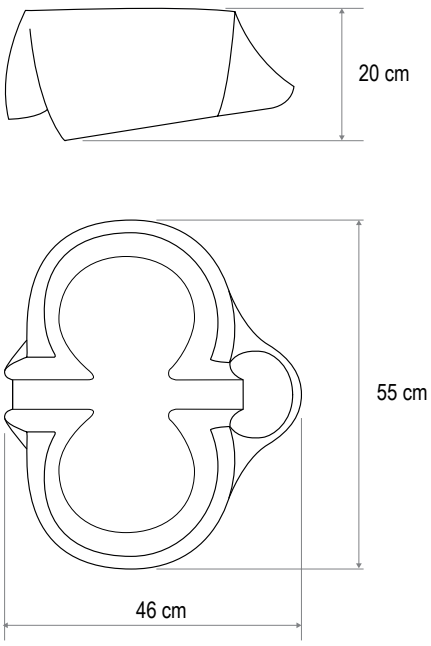
capacità termica del 5% più alta per il ghiaccio e del 3% in più per l'acqua liquida.

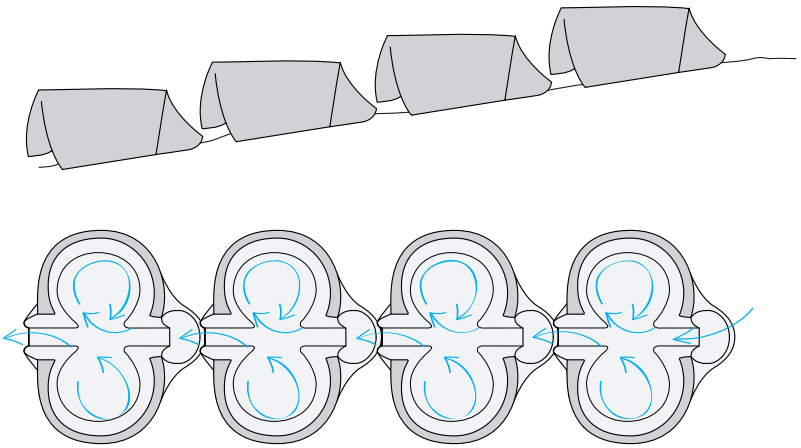
Conducibilità elettrica: è stato registrato un aumento del 3% nella conducibilità elettrica dopo il trattamento VPT. Questo può essere dovuto sia a variazioni di viscosità che ad un cambiamento nelle proprietà delle particelle e / o ioni nell'acqua.

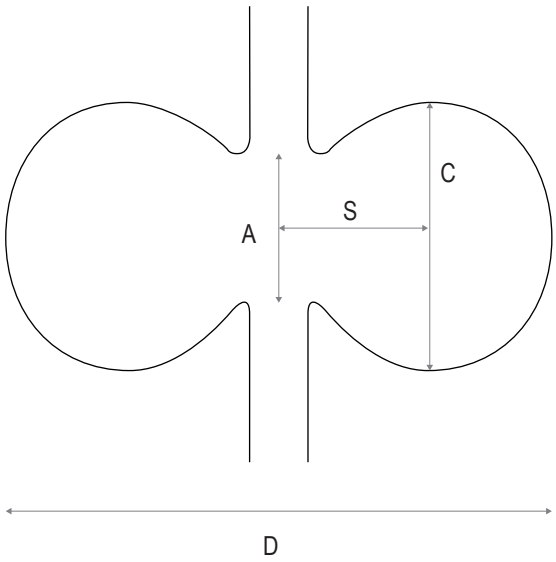
Tensione superficiale: nonostante si evidenzi una riduzione della viscosità in seguito ai trattamenti VPT, non si verificano cambiamenti nella tensione superficiale.

FLOW FORM

La tecnologia dei Flowform sviluppata da John Wilkes consiste essenzialmente in forme di flusso a tre valve, in cui l'acqua scorrendo, descrive una lemniscata.
Attraversando queste forme l'acqua è indotta a descrivere la forma dell'otto, un otto aperto però, che è anche il simbolo dell'infinito.
Per realizzare un moto vorticoso e ritmico è necessario disegnare delle geometrie appropriate. In fluidodinamica il numero di Reynolds indica, per una situazione specifica, il passaggio dal moto laminare a quello turbolento (vorticoso).







Il numero di Reynolds è definito dalla funzione:

$$R = \frac{rLu}{m}$$

r = densità del fluido
u = velocità del flusso
m = coefficiente di viscosità
L = lunghezza caratteristica

In particolare L definisce la lunghezza per la quale si verifica il moto turbolento da un moto laminare. E' stato verificato che quando si genera un movimento ritmico la funzione

$$L = \frac{CS}{DA}$$

tende verso un valore costante.

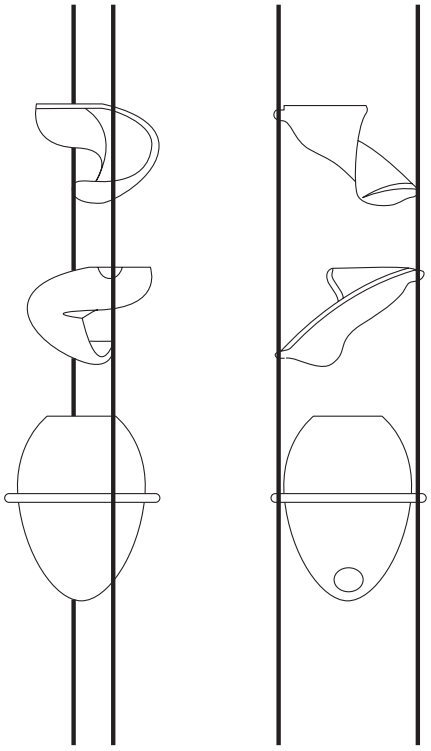
E' necessario tenere in considerazione queste proporzioni per disegnare una geometria in grado di garantire un corretto flusso dell'acqua. Quindi stabiliti diametro (D) e apertura (A) all'incremento di S corrisponde una riduzione di C, descrivendo una forma più ovoidale.

Alcuni test effettuati sul Flowform mostrano delle differenze nell'ossigenazione dell'acqua, nel contenuto organico e nel pH.
Uno studio condotto nel "The Channon" in Austrialia mostra come il BOD si sia ridotto da una media di 424 mg/l a meno di 20 mg/l dopo un periodo di 105 minuti. Nello stesso periodo di tempo le colonie batteriche di coliformi fecali si sono ridotte da una media di circa 3100 cfu/100 ml ad un livello di 500 cfu/100 ml e la quantità di ossigeno disciolto è salita da 0,1 a 3,9 ppm.

Questi risultati mostrano una capacità del Flowform di ridurre la materia organica e la contaminazione batterica. (Spencer 1995).

Allo stesso tempo un altro studio condotto in Nuova Zelanda dal Taranaki Regional Water board (1989), utilizzando un sistema Jarna per il trattamento di 25 m^3 giorno, ha evidenziato una riduzione del BOD da 280 g/m^3 a 88 g/m^3. (fonte: Trousdell EDRI Report 1990).

In Norvegia, a Solborg un sistema di flowform per il trattamento delle acque grigie ha registrato un incremento dell'ossigeno disciolto dal 30% (punto di ingresso) al 90% (punto di uscita) (vedi Maehlum 1991, Schonberger and Liess 1995). Nello stesso sito si è registrato



Progetto “Acqua Viva” che consiste in una serie di sculture Flowform sospese da cavi fissati al muro per il trattamento delle acque meteoriche.

una riduzione del contenuto di cloro di oltre la metà.
Si pensa che la concentrazione di cloro si sia ridotta grazie alla maggiore diluizione dovuta all’aumento della portata di acqua. tuttavia i valori di riduzione non sono spiegabili solo attraverso il fenomeno di diluizione (Maehlum 1991).

Altri test sull’aumento dell’ossigeno disciolto sono stati condotti in Nuova Zelanda (1987) da Rob Dewdney del “Hawkes Bay Regional Council” registrando valori incrementali importanti (Trousdell I., Flowform Design Types and Oxygenation, Healing Water Institute NZ, Proceedings, Hastings, NZ,1989).

Uno studio comparativo tra il sistema Flowform e un sistema tradizionale a insufflaggio d’aria condotto nel 2009 al “Laverstoke Park Farm Laboratory in Inghilterra ha evidenziato come la concentrazione di ossigeno nell’acqua trattata con il Flow form perduri più a lungo rispetto a quella trattata con il metodo tradizionale. Questo consente al sistema Flowform di sostenere con più efficacia la crescita microbiologica. (J. Williams, 2009).
L’influenza di parametri come densità, temperatura, viscosità e flusso sul ritmo del Flowform è stata approfondita alla “University of Lulea” (Svezia) da Martin Strid.

LA MEMORIA DELL'ACQUA

5

Il termine “memoria dell’acqua” è stato pronunciato per la prima volta in riferimento alle scoperte di Jacques Benveniste, il medico francese che, diluendo una soluzione contenente anticorpi anti-ige (specifica proteina prodotta dai globuli bianchi come difesa), si accorse che, superata una certa soglia, l’effetto sui basofili (un particolare tipo di globuli bianchi) ricominciava ad aumentare.
Il principio attivo non avrebbe dovuto agire per l’esiguo numero di molecole presenti, ma Benveniste osservò quello strano fenomeno a cui venne poi dato il nome di “Memoria dell’acqua”.

Presentando i propri lavori ad un congresso di omeopatia nel maggio del 1988, Benveniste affermò: *”E’ come se l’acqua si ricordasse di aver visto la molecole”.*
I giornalisti riporteranno queste affermazioni riproponendo per la prima volta il termine di “memoria dell’acqua”.

Il tema della memoria dell’acqua è un tema molto dibattuto e fortemente osteggiato dalla comunità scientifica, che ritiene prive di qualsiasi fondamento le teorie elaborate a suo supporto.
Tuttavia, all’interno di una ricerca sulle proprietà emergenti dell’acqua, in accordo con le teorie sulla sua struttura bifasica, risulta interessante approfondire gli studi che hanno portato a identificare la capacità delle molecole d’acqua di mantenere un’informazione biologica.

Già gli esperimenti del prof. Giorgio Piccardi (1962) sull’acqua attivata portavano a riconoscere che l’acqua, nelle temperature dove è possibile la vita, va considerata un quasi-cristallo capace di assumere alcune specifiche conformazioni in grado di essere “attivate” da campi elettromagnetici, producendo peculiari proprietà di “memoria”.
Nel 1978, anche l’Ing. Claudio Cardella de “La Sapienza” di Roma, scrisse l’articolo “Il ruolo dell’acqua nei sistemi biologici” (che tuttavia non trovò pubblicazione su alcuna rivista scientifica), in cui ipotizzava che l’acqua fosse dotata di una sorta di memoria finché fosse biologicamente “attiva”.

Questi sono solo alcuni esempi di come lo studio sulle alte diluizioni

abbia portato ad evidenziare comportamenti anomali dell'acqua di notevole rilevanza scientifica.

L'indagine sulle alte diluizioni è strettamente correlata allo studio dell'omeopatia.
L'omeopatia è una controversa pratica della medicina alternativa, nata alla fine del '700 dagli studi di Samuel Hahnemann che lo hanno portato ad identificare il principio secondo cui, purificando una sostanza, se ne poteva estrarre la "quintessenza" che aveva proprietà opposte alla sostanza stessa.
Hahnemann iniziò quindi a fare esperimenti con infusioni in acqua di varie sostanze e principi attivi che poi diluiva fino a non avere più traccia, in soluzione, delle sostanze stesse.

Tuttavia, ai fini di questo progetto di ricerca, non interessa tanto determinare l'efficacia o meno della cura omeopatica, quanto indagare le proprietà emergenti dalle alte diluizioni su cui si basa il trasferimento d'informazione del principio attivo in acqua.

Nel preparato omeopatico, la molecola con il principio attivo è disciolta in acqua distillata; la soluzione così ottenuta viene diluita con un rapporto di circa 1/100 (es. 1 gr. in 100 ml. di acqua distillata).

A questo punto la soluzione viene mescolata attraverso una serie di succussioni.
Questo processo è quindi reiterato per decine di volte ottenendo, alla fine, acqua priva del soluto iniziale.
Come anticipato, l'indagine sulle proprietà delle alte diluizioni ha evidenziato dei comportamenti "anomali" dell'acqua, destando molto interesse in una piccola parte della comunità scientifica da un lato, e grande diffidenza da parte della comunità scientifica dominante dall'altro.
L'affaire Benveniste e la conseguente contestazione dei risultati ottenuti dall'equipe dell'Unità 200 dell'organizzazione di ricerca medica INSERM (Institut National de la Santé e de la Recherche Médicale) sulle alte diluizioni, è forse l'esempio più emblematico di questa contrapposizione di pensiero.
Non è questa la sede per entrare nel merito delle molte polemiche

che gravitano attorno alle cure omeopatiche e alle alte diluizioni in genere. L'obiettivo è quello di indagare, con spirito critico e senza pregiudizi, eventuali comportamenti anomali dell'acqua che possano definirne meglio la sua natura e il suo comportamento.

Com'è noto, dal punto di vista chimico la diluizione omeopatica non contiene più la molecola del principio attivo, ma è costituita unicamente da molecole d'acqua.
Alcune misurazioni effettuate con il metodo di risonanza magnetica nucleare (RMN) mostrano delle modificazioni nella struttura sovra molecolare dell'alta diluizione rispetto all'acqua bidistillata di partenza (Demangeat, 1992), (Ambrosini, 1994), (Balzi, 1996).

Gli studi condotti all'Università Federico II di Napoli da Vittorio Elia mediante la micro calorimetria hanno evidenziato una variazione nel calore di mescolamento e nel valore del pH rispetto all'acqua bidistillata presa come riferimento, ma anche tra l'acqua bidistillata e la stessa, sottoposta semplicemente a "dinamizzazione" mediante succussioni.
Elia ha inoltre evidenziato delle differenze nella conducibilità sia elettrica che termica tra l'acqua bidistillata e la soluzione altamente diluita (Elia, 1999).

Queste osservazioni portano quindi ad evidenziare un comportamento anomalo dell'alta diluizione rispetto all'acqua bidistillata di partenza. L'interazione iniziale con le molecole del principio attivo e/o la succussione a cui viene sottoposta la diluizione hanno degli effetti sulla struttura dell'acqua.

Come vedremo più avanti, gli esperimenti condotti da Benveniste e da Montagnier sembrano trovare una possibile spiegazione scientifica nelle teorie di Del Giudice sulla presenza dei domini di coerenza. Quella che viene definita "memoria dell'acqua", ovvero **la capacità delle molecole d'acqua di organizzarsi in maniera ordinata sotto l'influsso del segnale elettromagnetico trasmesso da una molecola ospite e di mantenere questa coerenza anche quando la molecola non sia più presente nell'acqua,** sarebbe quindi determinata da moti collettivi di tipo coerente delle molecole

d'acqua che finiscono per comportarsi come un'unica cosa.

"L'acqua entra in uno stato di coerenza allorché l'individualità di ogni sua molecola si perde nella collettività dell'insieme.
Come succede alle singole cellule che confluiscono a organizzarsi in un organo: non esiste più la cellula del fegato, esiste il fegato. Non esistono più i singoli mattoni di un muro: esiste solamente il muro.
Tutto rientra nel modello degli insiemi e della complessità, in modo che l'interesse collettivo prevalga su quello individuale" (Citro, 2011).

L'Affaire Benveniste: Test di degranulazione dei basofili

L'equipe dell'Unità 200 dell'Inserm, un laboratorio a Clamart in Francia, guidata da Benveniste, si occupò, tra le varie linee di ricerca, dell'osservazione del comportamento delle cellule responsabili dell'allergia e, in particolare, di un tipo di globuli bianchi del sangue denominati (polinucleati) basofili.

"Le biomolecole, comunicano con le loro molecole recettori emettendo segnali elettromagnetici a bassa frequenza, che i recettori captano come radio sintonizzate su una specifica lunghezza d'onda". (Benveniste, 2005)

I basofili sono in grado di riconoscere in vivo alcuni tipi di antigeni verso i quali il paziente è allergico (polline, polvere, albume, denominati allergeni) e in vitro, cioè in provetta, sono in grado di reagire ad anticorpi quali l'anti-immunogloblulina E (anti-IgE), in presenza della quale rilasciano alcune sostanze, in particolare quelle contenute nei loro granuli.
Tecnicamente si parla, infatti, di "degranulazione" cellulare.

L'equipe di Benveniste eseguiva un test cimentando l'anticorpo anti-IgE con un campione di sangue umano la cui concentrazione di basofili è stata precedentemente definita mediante la conta dei globuli bianchi e la relativa formula leucocitaria.
Dopo dieci-quindici minuti si aggiunge al campione una miscela di alcol e di colorante denominato "blu di toludina".
L'effetto che ne deriva è duplice: l'alcol fissa i basofili e il blu di toluidina ne colora i relativi granuli.
I basofili attivati vanno incontro a degranulazione e non fissano il colorante.
Al termine della fase di fissazione e colorazione si conta al microscopio il numero di basofili visibili, cioè colorati e, per deduzione numerica, si arriva a conoscere il numero dei basofili attivati e pertanto non

visibili.
All'inizio degli anni '80 Bernard Poitevin, un ricercatore operante presso l'Unità 200, chiese a Benveniste il permesso di effettuare dei test sulla degranulazione dei basofili mediante alte diluizioni.
I risultati da lui ottenuti furono, a detta dello stesso Benveniste, "sconcertanti": man mano che si diluisce una soluzione contenente anticorpi anti -IgE, gli effetti degli anticorpi sui basofili cominciano a diminuire ma, al di là di una certa soglia di diluizione (la nona diluizione decimale), la reazione riprende vigore in modo inspiegabile. A questo livello di diluizione, un principio attivo non dovrebbe più agire a causa del ridotto numero di molecole ancora presenti.

Gli esperimenti mostrano inoltre che l'attività delle soluzioni di istamina e di anti-IgE altamente diluite, viene annullata con l'esposizione agli ultrasuoni, cosa che non avviene per le soluzioni contenenti molecole di tali principi attivi (dosi ponderali).
Anche la temperatura ha una sua influenza: quando le soluzioni di istamina altamente diluite vengono riscaldate per un'ora a una temperatura di 70°C, la loro attività si annulla, mentre le soluzioni in dosi ponderali permangono attive.

Secondo Benveniste questo comportamento sembra dimostrare che l'attività specifica delle sostanze ad alta diluizione si basa su un principio diverso da quello delle dosi ponderali.

Preparazione di un'alta diluizione

Viene introdotta una dose di principio attivo (ad esempio l'anti-IgE) in una provetta (provetta n.1) contenente acqua distillata (demonizzata), ovvero purificata dai sali in essa contenuti. Per ottenere la prima diluizione, detta "decimale", con l'ausilio di una nuova pipetta, si preleva 1/10 della soluzione di anti-IgE dalla provetta n.1. Il prelievo viene versato in una nuova provetta (provetta n.2) che contiene 9/10 di acqua demonizzata. La provetta n.2 viene agitata per 15 secondi con un apparecchio elettrico chiamato vortex. Questa operazione si ripete per il numero di diluizioni volute. Benveniste stesso osservò che "l'agitazione non sembra indispensabile per ottenere un'attività dei liquidi "informati" dal sistema di amplificazione, tuttavia constatiamo che essa la rinforza".

I risultati di questo studio furono pubblicati sulla rivista Nature (n.333 del 20 giugno 1988) in un articolo, firmato da 13 autori, dal titolo "Degranulazione dei basofili umani indotta da elevate diluizioni di un anti-siero anti-IgE".
L'articolo fu oggetto di forti critiche da parte della comunità scientifica e dello stesso John Maddox, redattore capo di Nature.
Venne, infatti, istituita una commissione d'inchiesta (composta da John Maddox, James Randi e Walter Stewart) per verificare l'attendibilità dei risultati ottenuti da Benveniste e dalla sua Equipe.

In questo clima poco sereno, a pochi giorni dalla pubblicazione dell'articolo lo stesso, Benveniste afferma: *"Noi stessi, sin dalla constatazione dei primi risultati, per tutto lo svolgimento della ricerca e durante la loro presentazione al pubblico, abbiamo provato un senso di angoscia, un piccolo dubbio che non ci ha mai abbandonato. E' proprio questo che ci ha portato a ripetere più volte gli esperimenti con un rigore mai raggiunto prima dai protocolli sperimentali in campo biologico (…). Precauzioni queste che ci hanno consentito di giungere alla certezza assoluta dell'esistenza di tali effetti. Tuttavia, essi sono talmente incredibili e angoscianti che non possiamo evitare, ogni qualvolta ne parliamo, di fare una premessa ipotetica. Ciononostante, il dovere principale di uno scienziato rimane quello di constatare sperimentalmente l'esistenza di un fenomeno riproducibile e, solo in seguito, di interrogarsi sul suo significato e meccanismo. (…) Rifiutare risultati "strani" allorquando siano verificabili sperimentalmente (ci riferiamo, in questa sede, beninteso, solo ai test praticati in condizioni sperimentali rigorose da ricercatori esperti) con il pretesto che non è possibile accettare ciò che non si comprende"* sarebbe *antiscientifico; questo atteggiamento retrogrado è assai diffuso tra i molti ricercatori che spacciano la propria pusillanimità, il proprio conformismo, la propria sterilità scientifica per rigore cartesiano. Questa situazione la dice lunga sull'enorme difficoltà della Francia a entrare nella rosa dei paesi di punta dell'innovazione biologica.*

In modo molto schematico, tutti i risultati sperimentali che abbiamo ottenuto, sia sulle cellule isolate in vitro sia sull'animale nella sua interezza, dimostrano senza ombra di dubbio che è possibile

ottenere effetti biologici specifici con sostanze attive molto diluite. L'incertezza che regna attualmente sull'origine precisa di questo fenomeno ci suggerisce che dobbiamo ora proseguire in tre direzioni. Confermare il fenomeno in altri sistemi biologici. Abbiamo ottenuto risultati sparsi che richiedono una conferma. Essi indicano tuttavia chiaramente che abbiamo a che fare con un fenomeno generale. Utilizzare i nostri sistemi biologici per studiare, mediante esperimenti fisico-chimici, il comportamento inusuale di tali attività. Per finire, stringere collaborazioni multidisciplinari internazionali soprattutto con fisici e chimici che siano in grado di offrire un giorno la soluzione al problema" (Benveniste, 2005).

In seguito alla pubblicazione della controinchiesta di Nature, l'attenzione si spostò più sull'ipotesi di truffa effettuata da Benveniste e dalla sua Equipe che non sull'approfondimento e sull'ulteriore ricerca di un fenomeno che rimaneva tuttavia inspiegabile.

Benveniste estrapola questa frase dal rapporto di Maddox:" *Siamo persuasi che gli esperimenti di Benveniste, i cui risultati sono considerati significativi, sono per lo più artefatti o errori statistici. Tuttavia questa osservazione evidentemente non riguarda tutti i dati."*

La controinchiesta non negò, infatti, in maniera categorica l'osservazione di questo fenomeno, ma mise l'accento sulla scarsa riproducibilità del fenomeno stesso e sulla scarsa attendibilità della metodologia seguita da Benveniste.

Tuttavia Benveniste continuò con le sue osservazioni e con i suoi test, con l'obiettivo di migliorare la qualità dei test e delle indagini statistiche.
Nel 1989 Benveniste fu affiancato da Alfred Spira, direttore dell'Unità 292 dell'Inserm.
Nel frattempo anche altri gruppi di ricerca si attivarono su ricerche relative agli effetti delle alte diluizioni.
Un gruppo di ricerca della facoltà di farmacia di Montpellier, diretto da Madeleine Bastide, aveva dedicato a questo tema numerosi studi, arrivando ad una pubblicazione nel 1993 sull'International

Journal of Immunotherapy.[1]

Fin dall'inizio delle sue ricerche Benveniste si orientò verso una spiegazione di tipo fisico o elettromagnetico del fenomeno, avendo constatato che l'effetto delle alte diluizioni non poteva essere di natura strettamente molecolare.
Nello stesso periodo Giuliano Preparata ed Emilio del Giudice tentavano di spiegare alcune proprietà dei liquidi e dei solidi attraverso la teoria dei "domini di coerenza" ipotizzando la formazione di campi elettromagnetici generati dalle molecole d'acqua (Del Giudice et.al, 1988).

L'ipotesi dell'esistenza di questi campi elettromagnetici a lunga portata, generati dalle molecole, apparve a Benveniste un sistema plausibile per spiegare l'attività di una soluzione in cui le molecole sono assenti. In questo senso egli intraprese una collaborazione con i Laboratoire Central du Magnétisme del CNRS di Meudon per verificare l'annullamento dell'attività delle alte diluizioni esposte a campi elettromagnetici a basse frequenze.
I primi cento esperimenti effettuati confermano che i campi magnetici annullano l'effetto dell'istamina altamente diluita, mentre non hanno alcun effetto sull'istamina a dose attiva.

Nel 1992, in seguito a queste scoperte, Benveniste tenta di amplificare e riprodurre il campo elettromagnetico prodotto dalle molecole. Gli esperimenti condotti al CNRS sembrano indicare che i campi generati dalle alte diluizioni sono a bassa frequenza.
Il meccanismo mediante il quale viene effettuato l'esperimento è il seguente:
A un amplificatore viene collegato un sensore sul quale sono installate le provette contenenti le soluzioni. All'uscita dell'amplificatore le onde vengono riprodotte non attraverso un altoparlante ma da una bobina elettrica. Sul sensore in entrata viene installata una provetta contenente istamina in dose ponderale (provetta sorgente) e, in prossimità della bobina di uscita, una provetta d'acqua demonizzata,

1 International Journal of Immunotherapy, IX (3), pp. 169-180, Youbicier-Simo, Boudard, Makaouche, Bastide e Baylé, Università di Montpellier e Facoltà di Farmacia di Montpellier.

ovvero purificata dai sali in essa contenuti (provetta ricevitore).
Viene lasciato l'amplificatore in funzione per quindici minuti alla massima potenza.
Questo strumento, come descrive lo stesso Benveniste, è in grado di raccogliere il "battimento frequenziale" del complesso di onde generate dalle molecole, ovvero la media delle differenze tra le frequenze (Thomas , 2001).

Nel 1995 Benveniste, ormai fuori dall'Unità 200, si dedicò a una nuova serie di esperimenti per mezzo di un computer provvisto di scheda audio. Il dispositivo era dotato di un sensore posizionato in prossimità della provetta sorgente, contenente la soluzione di un principio attivo (ovoalbumina o acetilcolina) in dose ponderale.

I segnali emessi dalla soluzione venivano amplificati, trasformati in segnali digitali e quindi inviati al disco rigido del computer per essere salvati.
Una volta registrato il segnale, una provetta ricevitore da "informare" veniva posta a contatto di una bobina collegata al computer. Il segnale digitale, nuovamente amplificato e riconvertito in onde grazie alla bobina, veniva trasmesso alla provetta ricevitore.

L'acqua proveniente da quest'ultima venne quindi iniettata in un cuore di cavia isolato per testarne gli effetti. Il successo degli esperimenti condotti con l'ausilio del computer, la cui scheda-audio registrava solo frequenze inferiori a 20.000 hertz, rivelò pertanto che i segnali elettromagnetici trasmessi dalle molecole appartenevano alle basse frequenze (le stesse della voce umana e della musica).
Benveniste spiegò quindi il fenomeno osservato nelle alte diluizioni con la comunicazione tra le biomolecole e le loro molecole recettori, attraverso l'emissione di segnali elettromagnetici a bassa frequenza, che i recettori captano al pari di una radio sintonizzata su una specifica lunghezza d'onda.

Usando le sue stesse parole: ***"Secondo la mia interpretazione, le molecole comunicherebbero tra loro con un sistema di co-risonanza, vibrerebbero cioè alla stessa frequenza, esattamente come un emettitore che diffonda il segnale radio di France Inter***

e l'apparecchio ricevente regolato per captare la stazione. *(…) L'ipotesi secondo la quale le molecole comunicano attraverso segnali elettromagnetici specifici non contraddice affatto i principi della biologia strutturale, ma le fa da complemento.*
Essa consente di spiegare sia il meccanismo delle reazioni biologiche classiche (le molecole si scambiano messaggi elettromagnetici senza alcun bisogno di contatto fisico), sia l'azione delle alte diluizioni (il solo segnale immagazzinato dall'acqua, quindi riprodotto, è sufficiente a generare un processo chimico e biologico). Pertanto, il mondo nel quale abitiamo non è affatto "Altro" (quello elettromagnetico, che sostituiamo all'antico molecolare). In realtà, ciò che facciamo è captare, duplicare e trasferire i segnali elettromagnetici emessi da molecole nella loro normale funzione. Ben presto saremo in grado anche di modificarli!
Che posto occupa l'acqua in tutto questo? L'acqua non è altro che un vettore di informazioni. Niente di rivoluzionario: è attraverso le onde hertziane a bassa frequenza che i sottomarini in immersione sono in grado di comunicare con la superficie.
E la "memoria dell'acqua"? Sì, questa è più misteriosa. Ma non lo è più della sua stessa esistenza: un liquido (a temperatura e a pressione normali) formato da gas (ossigeno e idrogeno), che si dilata riscaldandosi e si solidifica raffreddandosi!" (Benveniste, 2005).

Le scoperte in merito al comportamento "anomalo" delle alte diluizioni, rilevate da Benveniste, sollecitarono diversi progetti di ricerca con l'obiettivo di indagare i principi alla base dei processi omeopatici.
Tra questi il Dr. Brian Josephson, premio Nobel per la fisica (1973) della Cambridge University, supportò la teoria di una "memoria molecolare" per l'acqua "strutturata" (Josephson, 1997).

Una ricerca integrata condotta da 5 Centri di Ricerca (in Francia, Gran Bretagna, Italia, Belgio, Nuova Zelanda) confermò l'inibizione della degranulazione dei basofili umani successiva a alte diluizioni di istamina evidenziata dall'Equipe di Benveniste (Belon et.al, 1999). Un ulteriore studio, condotto sulle alte diluizioni, ha evidenziato inoltre come le molecole dissolte abbiano la tendenza ad aggregarsi

in cluster. In particolare, l'analisi di soluzioni acquose di coniugati fullerene-ciclodestrina, b-ciclodestrina, cloruro di sodio, guanosina monofosfato di sodio e un oligonucleotide DNA ha rivelato aggregati di dimensioni maggiori in soluzioni acquose diluite rispetto a soluzioni più concentrate (Samal e Geckeler, 2001).

Secondo le osservazioni del Dr. Igal Bar Ilan del Galilee Technology Center, Israel, una molecola, quando entra nell'acqua, formerebbe un unicum con la solvation shell di molecole d'acqua, assumendo un comportamento differente rispetto a quando la molecola è fuori da essa.
Secondo Spaggiari La capacità dell'acqua di formare aggregati coerenti viene utilizzata per inglobare molecole estranee, per esempio zuccheri, sali, proteine, acidi o, sostanze dannose.

Le molecole dell'acqua imprigionano la molecola estranea, la circondano formando un guscio (solvation shell) o una nicchia e creano una "copia"; anche quando questa molecola estranea è completamente destrutturata o filtrata e quindi la nicchia è vuota, sembra che i cluster ne mantengano la forma, la sua impronta perfetta e ne registrino le informazioni in termini di vibrazioni (Spaggiari e Trebbia, 2007).

In base a queste osservazioni esisterebbero, dunque, interazioni a breve e a lunga distanza in grado di legare le molecole di acqua in domini di coerenza, permettendo allo stesso tempo di conservare la struttura che possedevano in presenza di un soluto, anche dopo la scomparsa di quest'ultimo.

L'ESPERIMENTO DI MONTAGNIER

Sul tema della controversa questione della memoria dell'acqua è interessante riportare un famoso esperimento condotto dal Premio Nobel per la Medicina, Luc Montagnier, attraverso cui viene evidenziato come alcune sequenze di DNA possano indurre segnali elettromagnetici di bassa frequenza in soluzioni acquose altamente diluite, le quali mantengono poi "memoria" delle caratteristiche del DNA stesso.

Il Journal of Physic, ha pubblicato il lavoro di ricerca condotto da due gruppi di lavoro distinti, il primo francese, coordinato dal Prof. Luc Montagnier, con i tecnici e biologi Lavallè e Aissa, ed il secondo tutto italiano, coordinato dal fisico Prof. Emilio Del Giudice, (IIB, International Institute for Biophotonics, Neuss, Germany) con Giuseppe Vitiello (Fisico teorico del Dipartimento di Matematica ed Informatica, Università di Salerno) ed Alberto Tedeschi, ricercatore (White HB, Milano).

L'esperimento di Montagnier (2011) è iniziato studiando lo strano comportamento di un piccolo batterio che frequentemente si accompagna all'HIV, il Mycoplasma pirum, e come l'HIV ama i linfociti umani. L'equipe coordinata da Montagnier stava cercando di separare il batterio – che ha dimensione di circa 300 nm – dalle particelle virali di circa 120 nm, attraverso filtrazione con filtri di 100 nm e 20 nm.

Dopo la filtrazione, la soluzione, non contenente più i batteri micoplasma, è stata utilizzata per l'incubazione con linfociti umani. Quando il filtrato venne in seguito incubato con linfociti umani (precedentemente controllati perché non fossero infettati dal micoplasma) si notò la presenza del micoplasma con tutte le sue caratteristiche.

Fu l'inizio di una lunga ricerca relativa alle proprietà fisiche del DNA nell'acqua. Di fatto venne scoperta una nuova proprietà del DNA del Mycoplasma pirum: l'emissione di onde a bassa frequenza in alcune diluizioni acquose del filtrato, caratteristica che fu estesa ben presto ad altri DNA batterici e virali.

Questo segnale elettromagnetico è stato captato grazie ad uno strumento composto da un solenoide che cattura la componente

magnetica delle onde, prodotte dalla soluzione di DNA, in una provetta di plastica che converte i segnali in corrente elettrica.
Tale corrente viene poi amplificata ed analizzata in un PC portatile con un software specifico.

Ecco un breve riassunto delle osservazioni di Montagnier:

1) Si individuano le onde elettromagnetiche a frequenza ultra bassa (ULF 500-3000 Hz) in talune diluizioni di filtrati (100 nm, 20 nm) provenienti da colture di microorganismi (virus, batteri) o dal plasma umano infettato dagli stessi agenti. I medesimi risultati sono ottenuti dai DNA estratti da essi.

2) I segnali elettromagnetici (EMS) non sono correlati linearmente con il numero iniziale delle cellule batteriche prima della loro filtrazione. In un esperimento Montagnier ha dimostrato che gli EMS erano simili in una sospensione di cellule di E. coli, compresa fra 109 e 10. Si tratta di un fenomeno assoluto.

3) Gli EMS sono osservati solamente in alcune alte diluizioni acquose dei filtrati, come per esempio diluizioni da 10-9 a 10-18 in talune preparazioni di filtrati di E. coli .

4) Nel caso del Mycoplasma pirum, un gene isolato (adesina, precedentemente clonata e sequenziata) riusciva a generare gli EMS.
Man mano che il gene veniva clonato in due frammenti, ciascuno dei frammenti isolati era in grado di generare EMS, portando – così – a pensare che una breve sequenza di DNA fosse sufficiente a generare i segnali. In modo del tutto simile, più avanti si mostrerà che una corta sequenza di DNA del virus HIV (104 paia di basi) è sufficiente a produrre gli EMS.

5) Alcuni batteri non producono EMS: è il caso dei batteri probiotici come il Lactobacillus e di alcune forme di E. coli utilizzate come vettore di clonazione.

6) Montagnier ha esteso gli studi ai virus, sebbene non si sia

proceduto all'esame di tutte le famiglie virali, riuscendo ad individuare EMS simili provenienti da alcuni retrovirus esogeni (HIV, FeLV), virus dell'epatite (HBV, HCV) e virus dell'influenza A (colture in vitro).
Generalmente, gli EMS sono prodotti da filtrati 20 nm di sospensioni virali o provenienti dal DNA estratto: la questione resta aperta per i virus RNA (HCV, influenza), ossia se l'RNA delle particelle virali mature sia una sorgente di EMS o meno. Nel caso dell'HIV, i EMS non sono prodotti dall'RNA o da particelle virali, ma piuttosto dal DNA provirale presente nelle cellule infette.

Le strutture batteriche e virali sono dell'ordine di 10nm e 20nm, il che vuol dire che sono nanostrutture.
Gli studi seguenti fanno presupporre che le nanostrutture siano fatte d'acqua.
Utilizziamo campioni d'acqua altamente purificata, sebbene non si possa escludere la presenza di tracce di impurità.
Le condizioni tecniche per l'induzione di segnali elettromagnetici (EMS) è di seguito sintetizzata:

- filtrazione 450/100 nm per DNA batteri; 450/20 nm per DNA virus

- alta diluizione acquosa

- agitazione meccanica (vortici) tra ogni diluizione

- eccitazione per mezzo di un sottofondo elettromagnetico ELF (Extremely Low Frequency), a partire da una frequenza molto bassa di 7 Hz (impedita dall'assorbimento mu metal).

E' possibile pertanto affermare che si tratti di un **fenomeno di risonanza**. La stimolazione da parte del sottofondo elettromagnetico di frequenza molto bassa è essenziale.
Il sottofondo può essere prodotto sia da fonti naturali – le risonanze di Schumann iniziano a 7.83 Hz – sia da attività umane – la principale delle quali è rappresentata dall'energia elettrica (50-60 Hz o 16 2/3).

Da quando è stata scoperta la struttura a doppia elica del DNA, è

risaputo che un gran numero di molecole d'acqua è strettamente legato alla doppia elica e contribuisce alla sua stabilità; inoltre, l'interazione delle molecole d'acqua attraverso legami idrogeno è diversa per ciascuna base.

Inoltre numerosi studi di fisica indicano che le molecole d'acqua possono formare aggregati o polimeri attraverso legami Idrogeno. Si tratta di strutture piuttosto labili. Recentemente Emilio del Giudice e il suo Gruppo di lavoro hanno mostrato e proposto come l'acqua possa essere organizzata in reti di Domini di Coerenza, che coinvolgono milioni di molecole d'acqua che hanno la dimensione di nanostrutture (Del Giudice et.al., 2009).

Pertanto possiamo ipotizzare che queste nanostrutture possano auto mantenersi con le onde elettromagnetiche che emettono e che possano conservare fedelmente l'informazione genetica del DNA.
Il punto di partenza è la realizzazione che le molecole d'acqua non possono essere assunte e destinate a interazioni puramente statiche (ponti idrogeno, interazioni elettriche di polo in polo). Il loro legame è attualmente indotto dal campo elettromagnetico a lungo raggio, dipendente dal tempo.

Ultimamente L'equipe di Montagnier ha avviato una serie di esperimenti con lo scopo di verificare queste ipotesi.
Nello specifico ha utilizzato, come fonte di DNA, un frammento di DNA di HIV preso dalla ripetizione terminale lunga (LTR).
Questo frammento è stato amplificato da PCR (487 paia di basi) e annidato da PCR (104 paia di basi) che utilizzano primer specifici.

Dapprima si preparano diluizioni di DNA in cui si individua la produzione di EMS in ambiente con sottofondo elettromagnetico. Si posiziona una delle diluizioni positive (ad esempio 10-6) in un recipiente protetto da uno strato di metallo mu spesso 1 mm (una lega in grado di assorbire onde ultrabasse).
In prossimità vien posta un'altra provetta contenete acqua pura. Intorno ad essi si colloca un solenoide di rame, ricevente corrente di bassa intensità, oscillante intorno a 7 Hz, prodotta da un generatore esterno.

Il campo magnetico prodotto viene mantenuto per 18 ore a temperatura ambiente.
Il contenuto di acqua di ciascuna provetta è filtrato attraverso filtri di 450 nm e 20 nm e diluito da 10-2 a 10-15. Gli EMS provenienti da ciascuna delle due provette vengono quindi registrati; anche la provetta contenente acqua emette EMS, alle diluizioni di quelle che generano EMS nella provetta del DNA originale.
Questo risultato dimostra che con un'eccitazione di 7 Hz, si è raggiunta, la trasmissione di nanostrutture inizialmente originate dal DNA, attraverso onde in acqua pura.

Le seguenti variabili sopprimono la trasmissione di EMS nella provetta d'acqua:

- Tempo d'esposizione delle due provette < 16-18 ore

- Assenza di bobina

- Generatore di campo magnetico spento

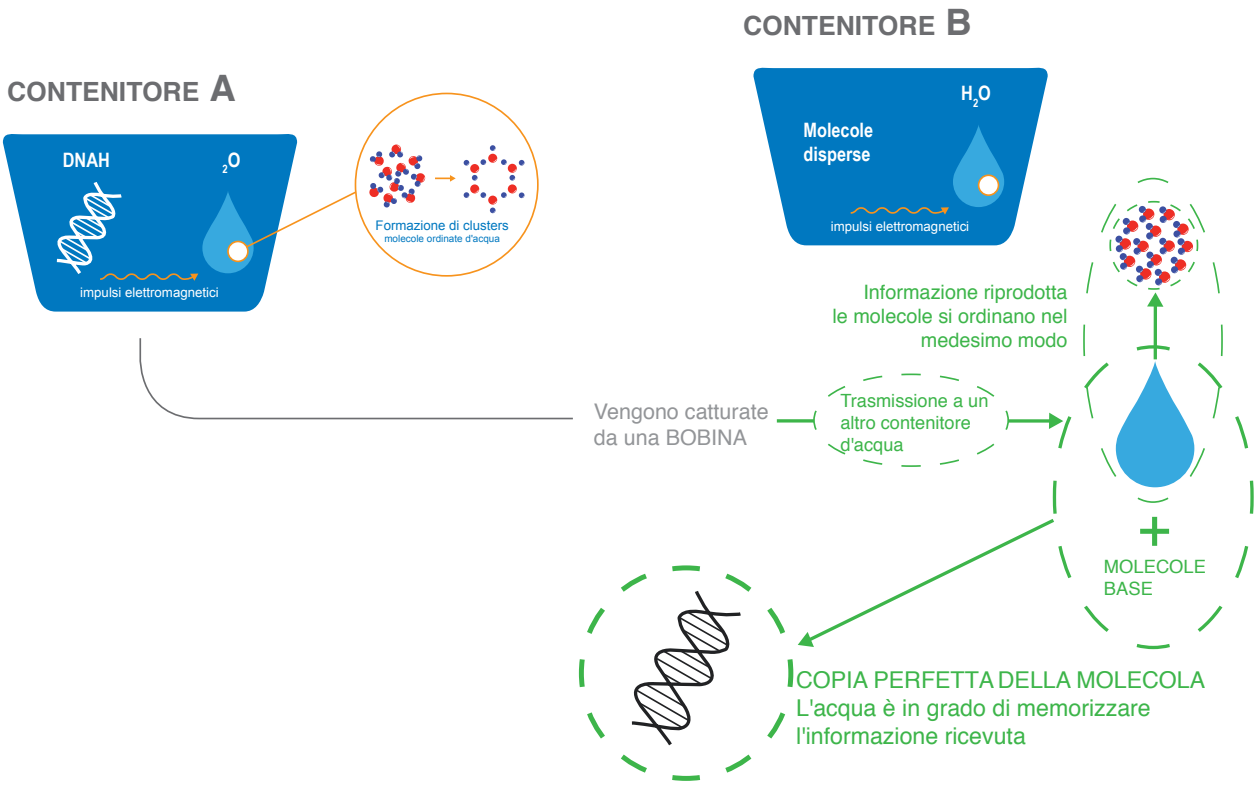
- Frequenza di eccitazione < 7 Hz.

- Assenza di DNA nella provetta 1.

E' stata poi intrapresa la fase più critica: esaminare la specificità delle nanostrutture d'acqua indotte ricreando, a partire da esse, la sequenza di DNA.

A tal scopo sono stati aggiunti alla provetta, contenente acqua EMS, tutti i componenti per sintetizzare il DNA attraverso reazione a catena della polimerasi (nucleotidi, primer, polimerasi).
L'amplificazione è stata condotta in condizioni classiche (35 cicli) in un termociclatore. Il DNA prodotto è stato poi sottoposto ad elettroforesi su gel di agarosio. Difatti, è stata individuata una banda di DNA della grandezza che si riteneva avesse il frammento LTR originario.
E' stato ulteriormente verificato che questo DNA avesse una sequenza identica o prossima alla sequenza di DNA originaria del

LTR.
Di fatto era uguale al 98% (2 nucleotidi diversi su 104).
E' stato verificato che questo esperimento è altamente riproducibile (12 volte su 12); è stato anche ripetuto con un'altra sequenza di DNA proveniente da un batterio, Borrelia burgdorferi, agente causale della malattia di Lyme.
Ciò mostra chiaramente che le nanostrutture d'acqua e la loro risonanza elettromagnetica possono ripetere fedelmente le informazioni del DNA.



A conclusione dello studio, Montagnier offre una spiegazione "provocatoria" dell'esperimento di filtraggio del Mycoplasma pirum: "le nanostrutture indotte dal DNA di Mycoplasma pirum nell'acqua filtrata rappresentano differenti segmenti del suo DNA genomico. Ogni nanostruttura, quando entra in contatto con i linfociti umani, è retrotrascritta nel DNA corrispondente da alcune polimerasi del DNA cellulare.
Pertanto vi è una certa probabilità (anche molto bassa) che ciascun

pezzo di DNA si ricombini con altri all'interno della stessa cellula al fine di ricostruire l'intero genoma del DNA.
Dobbiamo supporre che in presenza di cellule eucariote la sintesi dei componenti il micoplasma (lipidi di membrana, ribosomi) possa essere istruita dal DNA del micoplasma.
Un'unica cellula di micoplasma è, quindi, sufficiente a generare l'infezione totale dei linfociti".
Un insieme di molecole che interagiscono con il campo elettromagnetico radioattivo acquisiscono, sopra una soglia di densità e sotto la temperatura critica, un nuovo stato minimo non superficiale di energia differente dal normale, dove le oscillazioni delle molecole non sono correlate.
Il nuovo stato minimo di energia implica una configurazione del sistema dove tutte le molecole comprese in una regione estesa, denominata Dominio di Coerenza (CDL), oscillano all'unisono in sintonia con un campo elettromagnetico intrappolato all'interno del Dominio di Coerenza stesso.
La dimensione di questa regione è la lunghezza d'onda del campo elettromagnetico intrappolato. In questo modo gli autori evidenziano il fatto che l'acqua possiede una "memoria" la quale persiste fintantoché l'acqua stessa rimane biologicamente attiva e, d'altro canto, l'acqua è biologicamente attiva fintantoché possiede una "memoria".

Gli studi sulla memoria dell'acqua qui descritti sono in contrasto con le teorie comunemente accettate sul comportamento dell'acqua liquida mettendo in evidenza degli aspetti ancora poco conosciuti.
Non è questa la sede in cui confermare o meno la validità di queste ipotesi ma, come sottolineato più volte, è interessante, ai fini di questa tesi e non solo, approfondire e tenere in considerazione queste proprietà emergenti quando si va a trattare una risorsa così fondamentale, che presenta ancora molti lati oscuri.

Se le proprietà dell'acqua di "memorizzare" le informazioni biologiche fossero confermate, si aprirebbero scenari assolutamente nuovi e sconvolgenti, che comporterebbero un cambio radicale di paradigma sulla visione della vita.

Rispetto al tema di questa tesi, l'eventuale facoltà dell'acqua di tenere memoria della presenza delle sostanze contenute in essa aprirebbe, ad esempio, la questione dell'eventuale efficacia degli attuali trattamenti di purificazione e disinfezione.
I ricercatori Wolfgang Ludwig e Peter Gross sono arrivati, ad esempio, a ipotizzare che in seguito a trattamenti di purificazione e disinfezione, l'acqua contenga certe frequenze elettriche che, in funzione delle lunghezze d'onda, possono arrecare danni alla salute (Gross, 2000; Ludwig 1991).
Successivi studi hanno permesso di registrare tali frequenze, con dei metodi simili a quelli utilizzati da Benveniste, corrispondenti alle medesime frequenze registrate prima dei trattamenti e quindi in presenza delle molecole con i contaminanti.

Un gruppo di ricerca della University of California in Berkeley è riuscito a intercettare queste frequenze utilizzando uno spettrometro a infrarossi (Paul et al. 1997).
La medesima tecnica è stata utilizzata dal gruppo guidato da Vittorio Elia per analizzare le alte diluizioni (Elia, 2011).