

Luciano Coccagna

ACQUA DA BERE

PICCOLO MANUALE SULLE TECNICHE DI POTABILIZZAZIONE



AGESCI Emilia-Romagna
Centro di documentazione "L'albero" - 1990



PAOLO ZOFFOLI

Via G. da Verrazzano, 25
47023 CESENA - ☎ 301205

Luciano Coccagna

ACQUA DA BERE

PICCOLO MANUALE SULLE TECNICHE DI POTABILIZZAZIONE

AGESCI Emilia-Romagna
Centro di documentazione "L'albero" - 1990



P R E S E N T A Z I O N E

Un Capo dell'Agesci che professionalmente "si occupa di acqua" (come chimico, essendo responsabile della ricerca della Culligan it.) si è posto il problema delle situazioni di emergenza che gli scouts possono trovarsi ad affrontare - sia durante interventi con le squadre di Protezione Civile, sia durante un abituale campo - riguardo a questa sostanza fondamentale che oggi così facilmente si trova alterata, modificata nei suoi componenti, infetta.

Ecco quindi un quadro dei possibili eventi, e degli interventi adeguati a rendere potabile l'acqua.

Non va dimenticato che l'ampliamento degli orizzonti di progetto dei campi scout, verso terre e situazioni molto varie, comporta oggi una preparazione più accurata anche nelle tecniche di intervento che in Italia sembrano necessarie solo nelle emergenze.

D'altra parte, la conoscenza dei fenomeni e dei procedimenti migliora la capacità di collaborazione coi tecnici, nei momenti del bisogno, e fa parte del bagaglio di competenze che un capo, una capo dovrebbero comunque avere e, possibilmente, trasmettere.

Queste le motivazioni per cui il Centro di documentazione "L'Albero" dell'AGESCI dell'Emilia-Romagna - col patrocinio della Coop. Il Gallo - produce il presente libretto, nella fiducia che provochi tanto interesse da spingere ad approfondire e completare le proprie competenze, anche sperimentando concretamente le tecniche presentate.

L'autore si rende personalmente disponibile ad essere consultato, per approfondire i concetti o nel progettare realizzazioni pratiche.

Ringraziamo Luciano Coccagna per il suo lavoro, e l'amico Giuliano Laurenti che con i suoi spiritosi disegni ha reso più allegro e "digeribile" il testo.

*Centro di documentazione "L'Albero"
dell'AGESCI Emilia-Romagna
Via Lombardi, 39 - 40128 Bologna*

Bologna maggio 1990

SOMMARIO

1. ALCUNE RIFLESSIONI: L'ACQUA E QUANTO CONTIENE	5
2. QUALI EMERGENZE	10
3. QUALI TECNICHE DI POTABILIZZAZIONE	17
4. FILOSOFIA DEL PRONTO INTERVENTO	30
5. POTABILIZZATORE PORTATILE	35
6. ODORI, SAPORI, COLORI SGRADREVOLI DELL'ACQUA	45
CONCLUSIONE	45

1 - ALCUNE RIFLESSIONI: L'ACQUA E QUANTO CONTIENE

Nel lavoro professionale capita sovente la richiesta di impianti di potabilizzazione mobili, in grado di operare in condizioni di emergenza e quindi di dovere innanzitutto "capire" che cosa intende per "emergenza" l'interlocutore.

Infatti l'acqua è un solvente universale, è in grado di disciogliere (in maggiore o minore misura) qualsiasi sostanza e le sue caratteristiche dipendono da tutto ciò che le succede intorno.

Nelle acque degli oceani c'è, ad esempio, tanto oro disciolto, quanto probabilmente non ce n'è in tutti i forzieri delle banche mondiali: e pure l'oro, metallo nobile, è ordinariamente ritenuto insolubile nell'acqua.



Pertanto, nella condizione di emergenza, bisognerebbe prendere in considerazione non solo tutto ciò che l'acqua può disciogliere (o trasportare indisciolto) nel suo percorso "sulla crosta terrestre" ma anche

tutto ciò che può trovare sulla strada prodotto dall'uomo (da fabbriche, fognie, allevamenti, prodotti impiegati nell'agricoltura, ecc.).

Ancor peggio, in caso di guerra, si dovrebbe prevedere la presenza di tutte le armi chimiche, nucleari e batteriologiche che la follia umana è stata in grado di realizzare.

Per cominciare ritengo che siano due i concetti fondamentali di cui bisogna sempre tenere conto allorquando si deve affrontare il problema della potabilizzazione:

- **QUALSIASI ACQUA CHE RISTAGNA E' SEMPRE PIU' PERICOLOSA DI QUELLA CHE SCORRE**

- **QUALSIASI ACQUA** (purché non contaminata da inquinamento tossico di origine antropica) **PUO' ESSERE RESA IDONEA ALL'USO POTABILE**, almeno se consumata per un periodo non lungo, a patto che venga illimpidita e accuratamente disinfettata.

L'acqua potabile

L'acqua potabile (destinata ad usi alimentari e domestici) deve essere:

limpida, incolore, di sapore gradevole, inodore, avere temperatura costante, fra i 6 e i 12 gradi C; non deve contenere che pochissimi microorganismi (non si può evitare in assoluto la loro presenza, ma deve essere entro limiti precisi), non deve contenere batteri patogeni (generatori di malattie), né sostanze di per sé dannose, né un eccesso di sali minerali disciolti.

Per stabilire la potabilità dell'acqua, le norme nazionali e internazionali prendono in considerazione un centinaio di diversi parametri.

Poiché le acque a disposizione per uso potabile non hanno sempre tutte le caratteristiche necessarie, vengono abitualmente sottoposte a una serie di trattamenti, prima della distribuzione negli acquedotti.

Per gli scopi di questo fascicoletto, basterà sapere che un'acqua può essere definita potabile, per le condizioni di emergenza, se:

* ha subito un trattamento di chiarificazione, (da fare anche se l'acqua appare limpida all'origine)

* ha un certo contenuto di disinfettante (che ne garantisce la qualità microbiologica)

* non è sgradevole al gusto e all'olfatto (caratteri organolettici) - disinfettante a parte!

- Nell'acqua sono normalmente presenti le seguenti sostanze:
- materia inorganica (sali in genere)
 - materia organica (prodotti del metabolismo vegetale e animale).
 - microorganismi viventi.
 - particelle in sospensione (torbidità)

Materia inorganica

per quanto riguarda i sali, le acque naturali cosiddette dolci ne contengono una quantità variabile per lo più tra i 100 e 700 grammi per ogni mille litri (metrocubo).

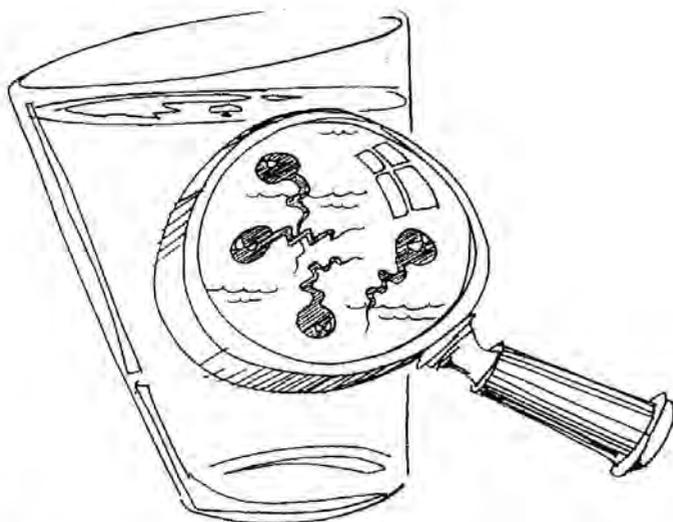
Questa concentrazione può salire nei pozzi di zone costiere (a causa dell'infiltrazione di acqua di mare) a valori molto più elevati: se tuttavia la loro concentrazione supera i 1500-2000 grammi per metrocubo essa comincia a diventare di gusto sgradevole e poco dissetante ed è quindi da scartare (infatti la dissalazione è complicata e il rendimento, con sistemi semplici, imprevedibile).

Per questo ultimo caso daremo un breve cenno a ciò che può essere utilizzato. Per fortuna, tuttavia, le acque di pozzo e di superficie (fiumi, torrenti, laghi, sorgenti, ecc.) non solo non hanno, quasi di regola, un'alta concentrazione di sali ma questi stessi sali sono in genere innocui per l'organismo umano.

Materia organica

E' praticamente impossibile elencare tutte le sostanze organiche che possono essere presenti in natura e quindi nell'acqua. In qualsiasi acqua di rubinetto ce ne sono migliaia di diverso tipo. Anche in questo caso la natura è abbastanza benefica nel senso che i prodotti da essa elaborati non sono veleni, o perlomeno non sono tossici alle modeste concentrazioni che caratterizzano la loro presenza.

Se quindi l'acqua di un fiume o di un torrente presenta una certa colorazione (cosa abbastanza frequente) ciò non deve costituire oggetto di grave preoccupazione.



Microorganismi viventi

I microorganismi viventi animali e vegetali (batteri, virus, organismi monocellulari, cisti, spore, alghe, ecc.) sono il vero autentico pericolo dell'acqua per l'uomo.

Infatti, accanto ad organismi che possono essere "bevuti" a miliardi senza problemi, ne esistono altri (patogeni) di cui bastano poche unità per dare gravi conseguenze (dal semplice disturbo intestinale a più gravi malattie che possono manifestarsi anche dopo molti giorni).

Questi microorganismi invisibili spesso anche al comune microscopio sono un costante pericolo nascosto.

In una sola goccia d'acqua di uno stagno ce ne possono essere migliaia e fors'anche miliardi e bevendone soltanto un bicchiere si può essere certi che, al minimo, è garantita una rapida fuga in luoghi appartati. Da qui dunque l'importanza della disinfezione. Tuttavia non basta che l'acqua sia disinfettata, ma occorre anche che tale rimanga nel tempo.

Se infatti il disinfettante viene poi tolto, per dare all'acqua un sapore più gradevole (e vedremo come) bastano poche ore di ristagno perché di nuovo i pochi microorganismi sopravvissuti possano riprodursi ad una velocità incredibile soprattutto se esistono le condizioni favorevoli (temperatura elevata, luce del sole, sostanze organiche disciolte che forniscono nuovo nutrimento).

Anche nell'aria sono presenti innumerevoli microorganismi: da qui

l'ulteriore precauzione di raccogliere l'acqua potabilizzata in recipienti chiusi e al riparo della luce.

Ecco quindi spiegato perché è sempre opportuno diffidare dell'acqua ferma quand'anche apparisse limpida, fresca ed invitante.

Particelle in sospensione

L'acqua, oltre che un solvente, è anche un grande "distruttore" in grado di trascinare un gran numero di sostanze indissolte che la rendono "torbida".

La torbidità per sé non sarebbe un grande pericolo (in fondo sono solo "pezzetti" di crosta terrestre) se non costituisse una protezione ai microorganismi e quindi ostacolo alla disinfezione. E' certo comunque che un torbido torrente in piena è da preferire, come fonte di approvvigionamento, alla quieta limpida acqua di un laghetto.

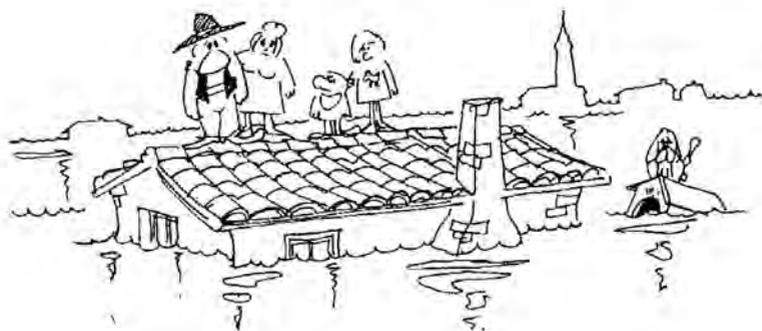
Infatti il tumultuoso scorrere dell'acqua di un fiume ha il pregio di favorire i processi naturali di depurazione grazie al costante arricchimento di ossigeno.

Infine, sempre in tema di preferenza, l'acqua che presenta le migliori caratteristiche di sicurezza è quella che sgorga dal terreno, in quanto in esso subisce dei naturali processi di filtrazione e di depurazione (accertarsi però che a monte della sorgente non ci siano insediamenti urbani o allevamenti di animali che, con i loro scarichi possono facilmente inquinare le falde superficiali).

2 - QUALI EMERGENZE

Non essendo esperti di calamità più o meno naturali, dovremo fare ricorso alla memoria delle frequenti cronache nazionali ed alla esperienza di lavoro per cercare di classificare una tipologia delle catastrofi.

Infatti può essere utile prendere in esame le varie situazioni che si possono incontrare al fine di cercare di capire che cosa fare dal punto di vista dell'acqua.



2.1. Alluvione

Nel caso di un'alluvione è evidente che di acqua ce n'è fin troppa.

La sua caratteristica principale in questo caso è quella di essere fortemente torbida e, in prima ipotesi, con una forte carica batterica, aumentata dall'evento calamitoso: reti fognarie "saltate", deiezioni e carcasse di animali morti, ecc.

Da un punto di vista chimico, considerata la forte diluizione, non dovrebbero esserci gravissimi problemi a meno che, nella zona di intervento, non siano presenti stabilimenti chimici a rischio il cui insediamento dovrebbe però esser preliminarmente noto.

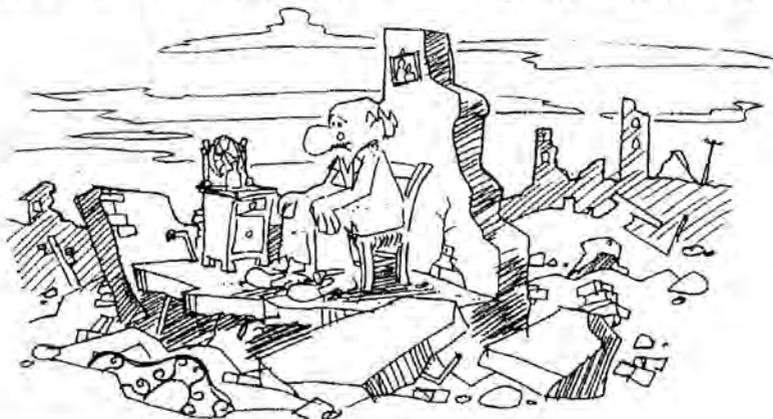
Ancora nel caso dell'alluvione sono da prevedere la totale assenza di acqua potabile (o almeno forti dubbi sulla sua potabilità) e la totale assenza sul luogo di fonti energetiche (elettricità, gas, combustibili di ogni tipo compresa l'impossibilità di utilizzare legna).

2.2 Terremoto

Rispetto alla situazione dopo un'alluvione, la più importante differenza può essere costituita proprio dalla localizzazione delle fonti di approvvigionamento idrico.

Infatti quelle tradizionali (acquedotti) possono avere cambiato il loro corso o essere state interrotte (ci sono oggi reti idriche tanto vaste ed articolate da coprire una intera regione).

C'è quindi necessità di sviluppare indagini per individuare altre possibili fonti note alla popolazione locale: sorgenti, pozzi, piccoli o grandi



corsi d'acqua superficiali, ecc.

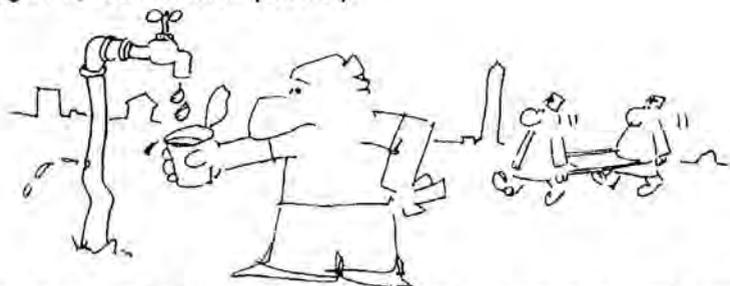
Quand'anche fosse ancora disponibile acqua dagli acquedotti, essa va considerata alla stregua di quella occasionale trovata sul posto: potrebbe essere infatti abbastanza limpida ma con elevata carica batterica e con possibili inquinanti chimici (da rotture delle condotte sotterranee potrebbero essersi infiltrati inquinanti).

Ancora una volta è probabile l'assenza di fonti energetiche tipiche (luce e gas), mentre potrebbero essere disponibili combustibili liquidi (benzina, gasolio) e legna da ardere.

2.3. Inquinamento chimico di acquedotti

Nel più recente passato (e, purtroppo, ancora oggi) capita sovente che nelle acque potabili siano ritrovati inquinanti chimici (per lo più

inorganici, come metalli pesanti).



Si tratta per lo più di casi ove il livello di inquinamento non raggiunge limiti di pericolosità tossicologica (ossia tale da provocare immediati danni all'organismo o da risultare addirittura letale).

Si tratta invece di un rischio epidemiologico ove le patologie (carcinogenesi, mutagenesi e teratogenesi) si manifestano, statisticamente, in funzione del tempo di esposizione, della concentrazione e del tipo di inquinante.

Ci possono essere eccezioni (come a Seveso), ma, in ogni caso, l'intervento in emergenza non può essere affidato a persone inesperte ancorché volenterose.

Nei casi più semplici si tratta di problemi riguardanti le autorità locali ed in particolare i responsabili dei servizi acquedottistici mentre, nei casi più gravi, sono richieste addirittura consultazioni fra esperti, nazionali ed internazionali, di vari rami scientifici.

2.4 Inquinamento microbiologico di acquedotti

Anche questo è un caso molto frequente e nella quasi totalità degli incidenti si tratta di infiltrazioni, nella rete idropotabile, di acque di fogna. Purtroppo infatti molto spesso queste reti sono obsolete e precarie, talvolta neppure bene localizzate o mal collocate (ad esempio la rete fognante disposta parallelamente al disopra di quella acquedottistica).

Il fenomeno può riguardare intere aree cittadine (dipende da dove la rottura si è verificata) od anche un solo palazzo (questo caso può essere dovuto ad un cattivo lavoro idraulico che provoca sifonaggi o "ritorni" di acque di scarico nella rete di acqua potabile).

In genere gli effetti di questo inquinamento sono patologie gastroenteriche fastidiose ma non letali e la competenza è ancora una volta

delle autorità locali di igiene pubblica.

Prudenzialmente si consiglia sempre la bollitura dell'acqua da bere mentre alla centrale acquedottistica si interviene, in attesa della localizzazione e riparazione del guasto, con forti disinfezioni a cloro (superclorazioni).

2.5. Inquinamento di acquedotti da sostanze radioattive

L'incidente di Chernobyl ha costituito un esempio di particolare interesse.

E' innanzitutto chiaro che la zona interessata alla catastrofe nucleare deve essere immediatamente evacuata e tutte le fonti di approvvigionamento idrico sono di fatto inutilizzabili.



Le squadre di pronto intervento avranno con sé la scorta idrica di sopravvivenza o saranno dotate di sofisticate attrezzature (per lo più sistemi di dissalazione e di scambio ionico) da selezionare in funzione dei radionuclidi presenti.

Il problema delle zone limitrofe e di quelle interessate alla nube radioattiva, è ancora di competenza acquedottistica: si può intervenire alla centrale o anche distribuendo alla popolazione piccole unità di potabilizzazione dimensionate per le esigenze familiari, condominiali o rionali

o, infine, distribuendo acque in bottiglia o confezioni.

In ogni caso le unità di decontaminazione devono essere poste sotto il controllo di esperti in quanto, essendo soggette ad esaurimento, richiedono sostituzioni e programmati smaltimenti dei materiali esauriti radioattivi. Non si tratta evidentemente di casi particolarmente frequenti, in rapporto all'incidente nucleare, ma ha caratteristiche interessanti, rispetto ad una situazione che ha avuto un marginale accoglimento nelle cronache italiane ma che è invece molto più grave in altri paesi.

Si tratta del problema dell'inquinamento da radon, gas di origine naturale che si sprigiona dal sottosuolo. Negli USA si tratta di un problema abbastanza noto e diffuso che richiede, rispetto alla potabilizzazione dell'acqua, l'impiego di cartucce contenenti carbone attivo.

In ogni caso le soluzioni devono essere programmate dalle autorità sanitarie e le unità di protezione civile possono solo eventualmente aiutarle nei compiti di censimento, controllo e gestione del piano di intervento.

2.6. Guerra N B C (Nucleare, Chimica e Batteriologica)

Questa catastrofe delle catastrofi viene unicamente citata in quanto si tratta di quella che, da un punto di vista idropotabile, pone i più

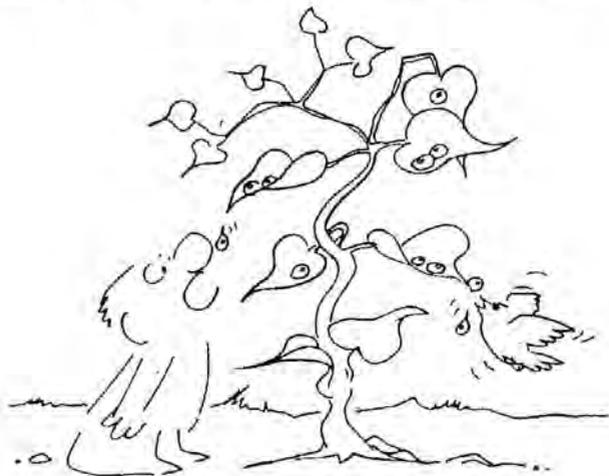


grossi problemi. Infatti le sostanze chimiche ed i ceppi batterici, volutamente impiegati per uccidere, sono spesso letali a concentrazioni infinitesime.

Esistono allo scopo speciali impianti di decontaminazione delle acque che però raggiungono livelli di sofisticazione tali da poter essere impiegati solo con un intervento programmato e con squadre specializzate per la loro gestione.

2.7. Mancanza di acqua

Soprattutto in periodo di grave siccità ma anche in altri casi (ad esempio per piccole isole rifornite di acqua dalla terra ferma con navi che non possono operare per il maltempo) può rendersi inevitabile l'utilizzo sul posto di fonti idriche non potabili quali acque salmastre e acqua di mare.



Trascuriamo volutamente di parlare di altre forme di mancanza di acqua che richiedono l'impiego di soluzioni più attinenti un manuale di sopravvivenza (raccolta di condense, sfruttamento di piante, ecc.).

Nel caso di acque di mare (o salmastre) le tecniche correnti di potabilizzazione sfruttano la distillazione o l'impiego di speciali membrane (dette ad Osmosi Inversa e R.O.) in grado di "rigettare" gran parte del contenuto salino.

Il metodo della distillazione può essere artigianalmente riprodotto con mezzi modesti per produrre piccole quantità di acqua (purché sia ovviamente disponibile il combustibile). L'acqua distillata, con l'aggiunta dell'1% circa di acqua di mare, può dunque essere discretamente potabile.

Volendo invece produrre acqua su base "regolare" la tecnologia dell'Osmosi Inversa è la più praticabile con apparecchiature anche di pronto intervento e con livello di preparazione tecnica buono ma non eccessivo (almeno per la conduzione ordinaria dell'impianto).

3 - QUALI TECNICHE DI POTABILIZZAZIONE

Sulla potabilizzazione dell'acqua sono stati scritti centinaia di volumi e considerare con precisione tutte le tecnologie disponibili pre-scinde dagli scopi di questo manualetto.

Tanto più che, è bene precisarlo subito, non esiste una "tecnica di potabilizzazione" universale e certa, ma esiste una grande varietà di tecnologie ciascuna delle quali può avere anche uno spettro di azione abbastanza vasto ma nessuna delle quali è di per sé decisiva anche rispetto alla sua azione specifica.

Ad esempio un filtro può essere impiegato non solo per rimuovere solidi in sospensione (torbidità in genere) ma anche sostanze originariamente disciolte che possono essere rese insolubili con procedimenti chimici vari (e qui si aprirebbe un altro capitolo).

La filtrazione però non solo non può garantire la **totale** eliminazione di dette sostanze ma ha anche taluni limiti di applicazione (ad esempio con torbidità eccessivamente elevata bisogna predisporre pretrattamenti idonei).

Questa premessa è importante perché, a monte degli scopi di questa nota, c'è il rischio che una pur indispensabile semplificazione crei false attese o concetti assoluti che nel campo del trattamento dell'acqua non esistono mai.

Per completare questa premessa aggiungiamo che la descrizione delle tecniche può avere due approcci diversi: il primo, che abbiamo preferito, è appunto quello di descrivere quelle principali e di indicarne le prestazioni; il secondo, che forse poteva essere più preciso ma sicuramente più complicato, anche perché presuppone conoscenze chimiche di base, è quello di descrivere tutte le più importanti forme di inquinamento e per ciascuna di esse indicare le tecnologie più appropriate con i rispettivi limiti di applicazione.

3.1. Rimozione di torbidità e solidi indisciolti

La torbidità naturale dell'acqua è costituita da sostanze che si trovano nella parte più superficiale del terreno e che sono dilavate dal procedere più o meno impetuoso del corso d'acqua. La gran parte di queste sostanze sedimentano spontaneamente in pochissimi minuti e

tuttavia l'acqua soprastante rimane piuttosto torbida. Anche attendendo molte ore difficilmente si ottiene la perfetta limpidezza dal momento che le particelle disperse hanno una velocità di caduta che dipende in primo luogo dalla loro dimensione e dal peso specifico.



Per le particelle più piccole (dell'ordine del millesimo di millimetro di diametro denominate colloidali, la caduta è poi addirittura ostacolata da forze di natura chimico-fisica che sono essenzialmente l'energia termica della stessa acqua e le forze elettrostatiche dello stesso segno che circondano ciascuna particella e che di conseguenza ne provocano la reciproca repulsione.

Così è impedita la loro aggregazione in particelle più grandi che potrebbero sedimentare più rapidamente. Pertanto, per agevolare quest'ultimo fenomeno, si ricorre all'aiuto di sostanze (denominate coagulanti ed in genere costituite da sali di ferro e di alluminio) che, in prima azione, apportano all'acqua le cariche elettriche ioniche in grado di neutralizzare quelle di segno opposto portate dalle particelle colloidali, in un secondo momento diventano a loro volta insolubili formando dei precipitati fioccosi che aiutano ulteriormente la chiarificazione dell'acqua inglobando le particelle neutralizzate e disperse. Questa seconda azione è detta di "floculazione".

Talvolta la floculazione è migliorata con l'aggiunta di agenti chimici specifici (denominati polielettroliti) che possono essere immaginati come lunghe catene provviste di una enorme quantità di "ganci" in

grado di catturare con più efficacia sia il coagulante nel momento che diviene insolubile sia appunto le particelle disperse nell'acqua.

La proprietà dei sali di Ferro e di Alluminio di dare precipitati fioccosi allorché messi nell'acqua, è comune a molti altri metalli tossici (Piombo, Rame, Zinco, ecc.) ed è per questo motivo che con il trattamento di chiarificazione la loro presenza viene notevolmente diminuita.

Se poi fosse ben noto il tipo di inquinamento metallico presente, la sua rimozione potrebbe essere ulteriormente migliorata in modo più specifico con piccole aggiunte di prodotti chimici in grado di modificare l'acidità relativa dell'acqua (il cosiddetto pH). Allo scopo basta avere disponibile la comune "soda Solvay" ed un misuratore di pH (strumento economico e semplice da usare) per aggiustare i dosaggi.

Inoltre sempre durante la coagulazione-flocculazione si possono avere anche fenomeni di "assorbimento" mediante i quali pure sostanze del tutto disciolte (ad esempio materia organica) possono essere "inglobate" nel materiale fioccoso con legami di natura debolmente chimica.

Infine anche la carica microbica dell'acqua viene considerevolmente ridotta durante la chiarificazione (di solito di almeno il 90%) in quanto i singoli microbi sono a tutti gli effetti da considerare alla stregua di "particelle indissolte" sia pure molto piccole. Da quanto detto si può quindi concludere che la chiarificazione dell'acqua, aiutata da procedimenti di coagulazione-flocculazione, è sempre consigliabile come stadio preliminare di potabilizzazione da mettere in opera anche se l'acqua apparisse limpida.

I procedimenti di chiarificazione che segnaliamo sono essenzialmente due:

- la sedimentazione (sempre necessaria se l'acqua è molto torbida) che può essere fatta in un recipiente qualsiasi (da dimensionare in funzione della quantità da trattare) o in un apposito "decantatore (o "sedimentatore"). In esso si mette l'acqua alla quale si aggiungono i prodotti coagulanti nella quantità prestabilita con prove preliminari.

- filtrazione (sempre necessaria dopo la sedimentazione. Con acque non eccessivamente torbide può anche rendere superflua la sedimentazione stessa).

Il chiarificato del sedimentatore (o l'acqua non molto torbida direttamente additivata dei coagulanti) viene fatta filtrare attraverso un

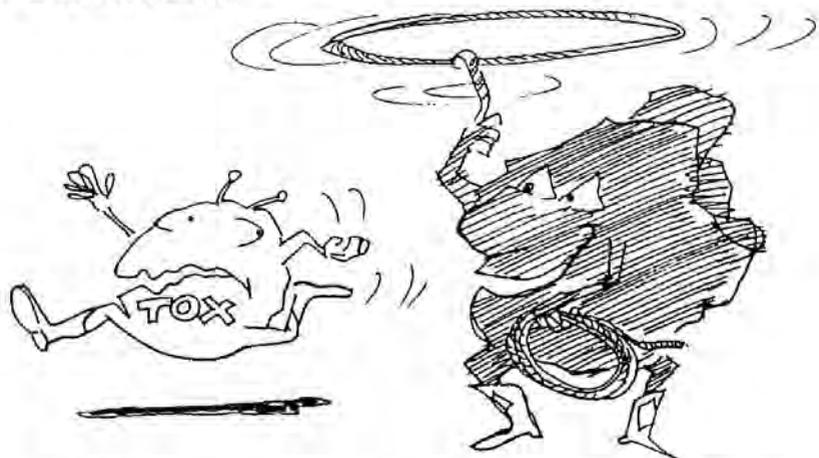
letto di sabbia che trattiene così le particelle più fini.

Anche in questo caso è utile che il letto sia posto in un contenitore (filtro) che abbia una forma tale da consentirne non solo un uso agevole ma la possibilità di una rapida pulizia allorquando sia completamente "intasato".

3.2. La rimozione delle sostanze organiche con carboni attivi

Atrazina, molinate ecc. sono ormai sostanze note a tutti e di elevata pericolosità.

Molti sanno anche che per la loro rimozione si installano sovente filtri a "carbone attivo".



Quest'ultimo prodotto è per lo più un carbone granulare (ma per talune applicazioni può essere conveniente usarlo anche in polvere e vedremo come) che viene "attivato" con processi termici che impartiscono al carbone stesso una elevatissima porosità (si pensi che lo sviluppo superficiale di tutti i pori contenuti in un grammo di carbone può superare i 1000 metri quadri di superficie!)

Ed è appunto tale porosità che consente al carbone di eliminare pressoché tutte le sostanze organiche (e quindi non solo l'atrazina, ecc.) in quanto queste possono aderire, per affinità chimica, alla superficie del carbone.

E' chiaro che l'intensità di questo fenomeno, che determina l'efficacia della rimozione e che è chiamato "adsorbimento", dipende anche dal grado di affinità della molecola organica rispetto al carbone e quindi ci saranno sostanze organiche più o meno efficacemente rimosse.

E' chiaro inoltre che il carbone attivo è un materiale destinato ad esaurirsi e che il grado di esaurimento non è prevedibile ma è solo "constatabile" attraverso complicate analisi dirette del contaminante preso in considerazione da eseguirsi periodicamente sull'acqua trattata.

Infine è da rilevare che il carbone attivo non è disinfettabile e quindi al suo interno si sviluppano inevitabilmente colonie batteriche che possono deteriorare la qualità dell'acqua dal punto di vista microbiologico.

Per questa stessa ragione il carbone non è utilizzabile in modo saltuario in quanto il ristagno dell'acqua nei pori esalterebbe questo inquinamento microbico.

Per tutti questi motivi non si ritiene che il carbone attivo possa essere utilizzato "abituamente" nella potabilizzazione di pronto intervento di emergenza a meno che non esistano precise indicazioni in merito (una generica sostanza organica naturale è per lo più innocua nei confronti dell'organismo umano).

Al massimo, se si sospettano inquinamenti organici pericolosi, conviene utilizzare carbone attivo in polvere da aggiungere all'acqua nella fase di coagulazione-flocculazione (100-200 grammi per metro cubo).

Il carbone in polvere è sicuramente meno efficace di quello granulare (unicamente per ragioni che potremmo definire "idrauliche"), ed è anche di più difficile manipolazione (si tratta di una polvere nera impalpabile che va a finire dappertutto e che va precedentemente pre-dispersa in poca acqua in quanto tende a formare "grumi"), ma può anche essere più pratico nel senso che può essere preconfezionato in buste monodose più facilmente trasportabili che non un filtro vero e proprio per il quale ci sarebbero inoltre problemi relativi a criteri di dimensionamento, valutazione dell'esaurimento, ecc.

3.3. Disinfezione

Insieme alla chiarificazione è il procedimento più necessario alla potabilizzazione dell'acqua. Anzi, in condizioni reali di emergenza, con acque effettivamente limpide e con cautele operative, può da sola dare sufficienti garanzie di potabilità.

Infatti la torbidità, a parte gli elementi pericolosi che può contenere, è soprattutto un ostacolo alla disinfezione nel senso che i microorganismi colonizzano soprattutto su supporti "solidi" nei quali trovano nutrimento e protezione e che taluni microorganismi (spesso i più pericolosi come spore e cisti) sono di dimensione relativamente più grossa e con più spiccata resistenza all'azione del disinfettante.



Da qui appunto la necessità, qualora la disinfezione venga effettuata senza chiarificazione, che la disinfezione stessa venga prolungata con più considerevoli margini di sicurezza ed in condizioni più spinte.

I procedimenti di disinfezione sono molteplici, ma fra questi citiamo solo quelli che hanno più possibilità pratica di essere messi in atto in un'azione di pronto intervento:

- Bollitura dell'acqua - E' il sistema più noto e notoriamente consigliato dalle autorità pubbliche in caso di situazioni sospette.

A questo si può aggiungere che è preferibile effettuarla in una pentola a pressione (dove si possono raggiungere temperature un po' più elevate), di prolungare la bollitura per almeno 10-15' in casi normali e per almeno 30-60' in caso di acque superficiali molto sospette (stagni, ecc.) e di attuare comunque una filtrazione dell'acqua pulita attraverso una serie di garze o cotone.

- Clorazione - Il Cloro è un "alogeno" con forti proprietà battericide (anche altri alogeni come Iodio e Bromo le hanno ma in minore misura, con più difficoltà di reperimento e con gusto più sgradevole per l'acqua).

Tali proprietà furono scoperte all'inizio del secolo e, da allora, questo prodotto nelle sue varie forme commerciali (varechina, ipoclorito di calcio, ecc.) è diffuso in tutti gli acquedotti del mondo. I meccanismi disinfettanti del cloro non sono ancora oggi del tutto chiari ma è un fatto che esso può disinfettare l'acqua in modo estremamente sicuro.

Questa sicurezza non è però istantanea in quanto alcuni microrganismi manifestano maggiore resistenza anche in funzione del noto fattore " $c \times t$ " ossia della concentrazione (c) e del tempo di contatto (t), ossia del tempo durante il quale il microorganismo subisce l'azione del disinfettante.

E' evidente che operando con alte concentrazioni di quest'ultimo può essere diminuito il tempo di contatto e viceversa.

Inoltre, in generale, il fattore " $c \times t$ " viene riferito ad un abbattimento della carica microbica del 99,9% (sopravvive 1 microorganismo su mille): se tale abbattimento può essere sufficiente per un'acqua moderatamente inquinata non lo è di certo se la carica batterica supera, come spesso succede, le decine di milioni di unità per centimetro cubico.

Se quindi in condizioni ordinarie una concentrazione di cloro di 0,5-1 g/m³ con un tempo di contatto di 30' può bastare, questi valori diventano del tutto insufficienti in condizioni di rischio anche perché ogni pur lieve torbidità ostacola l'azione del cloro e poi perché il cloro stesso può "combinarsi" in forme meno attive.

L'aggiunta di cloro nell'acqua è dunque una operazione fondamentale e richiede un minimo di preparazione.

In particolare vale la pena soffermarsi appunto sulla possibilità del cloro di "combinarsi" con sostanze di tipo ammoniacale considerando contemporaneamente la metodologia analitica.

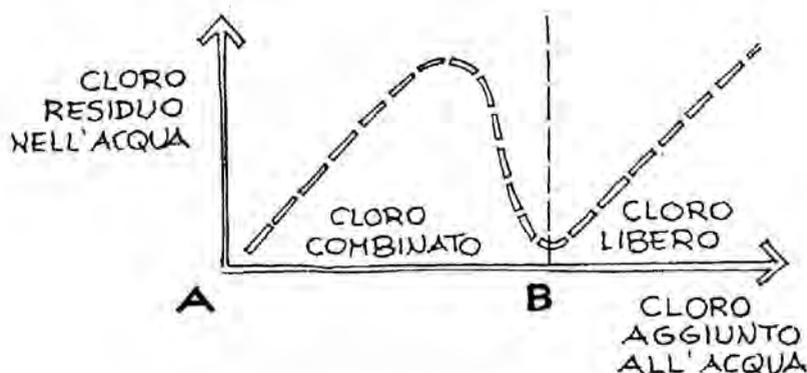
Il cloro dunque reagisce con tali sostanze formando le cosiddette

"cloroamine" di efficacia disinfettante molto più modesta del "Cloro libero" e maggiormente responsabili del sapore e dell'odore di cloro nell'acqua.

Tuttavia mano a mano che si prosegue nell'aggiunta di cloro, si arriva ad un punto oltre il quale la molecola ammoniacale viene completamente degradata causando nello stesso tempo anche la scomparsa delle "cloroamine" (si raggiunge il cosiddetto "break-point").

Ogni successiva aggiunta di cloro determinerà quindi la sola presenza di "Cloro libero" che è appunto l'obiettivo della azione.

Questo concetto di "break-point" può essere meglio chiarito dal seguente grafico:



Se analizziamo l'acqua con un sistema in grado di dare la determinazione del cloro totale (cioè insieme del "libero" e del "combinato") si osserverà che, se sono presenti composti ammoniacali, ad ogni aggiunta progressiva di cloro corrisponde parimenti un incremento nella determinazione del cloro totale (che in realtà è costituito quasi totalmente da cloro-combinato).

Proseguendo nelle aggiunte, si osserverà, ad un certo punto, un crollo nella determinazione analitica fino al "punto B" dove il cloro residuo totale è quasi zero (break-point).

Tale punto corrisponde alla degradazione chimica "ultima" dei composti ammoniacali di partenza.

Aggiunte di cloro oltre il punto "B" determineranno quindi la sola

presenza di "cloro libero".

Analiticamente esistono, per fortuna, sistemi che consentono di distinguere il cloro nelle due forme "libero" e "combinato" e quindi è compito dell'addetto alla potabilizzazione di prendere pratica con tali sistemi di analisi (denominati DPD o "metodo di PALIN") così che, dopo alcune prove preliminari, sia in grado di definire con sufficiente e precisione le aggiunte di disinfettante da effettuare sul "campo".

Ovviamente, in assenza di composti ammoniacali (esistono comunque semplici "test-kit" anche per l'analisi dell'ammoniaca), il break-point non esiste ed il cloro aggiunto è immediatamente nella forma "libera". In rapporto alla presenza di ammoniaca, può essere utile osservare che questa sostanza è normalmente presente nelle acque di pozzo della pianura padana e di altre zone (fino ed oltre ad una concentrazione di 4-5 g/m³) mentre dovrebbe essere di norma assente o quasi nelle acque superficiali.

Infatti l'ammoniaca del sottosuolo (talvolta denominata impropriamente "minerale") si è formata nei secoli dalla degradazione di organismi vegetali. Al contrario l'ammoniaca presente in acque di superficie non può che venire da "fresche" deiezioni animali (fognature, allevamenti, ecc.).

Se pertanto si verifica quest'ultimo caso, deve scattare un "campanello di allarme" che quantomeno impone un più accurato controllo del territorio e la ricerca di fonti di approvvigionamento alternative.

Fin qui abbiamo parlato genericamente di cloro: in realtà questa sostanza come tale esiste in forma di gas e, per quanto reperibile in bombole, non è così molto maneggevole (si ricordi che il cloro gas è molto pericoloso e tossico).

Fortunatamente esistono altre forme di "cloro" che, sciolte in acqua, hanno esattamente lo stesso comportamento del cloro molecolare gassoso.

Fra queste ricordiamo la comune varechina, che nelle confezioni commerciali ad uso domestico ha però un titolo molto basso e per lo più imprecisato di cloro (comunque inferiore al 5%) e l'ipoclorito di Calcio granulare che ha invece un titolo di cloro elevato (60-70%).

La varechina (che è una soluzione di ipoclorito di sodio) è industrialmente reperibile anche a concentrazioni superiori ai 12-14% ma essendo appunto una soluzione pone più problemi di trasporto e maneg-

gevolezza.

Per quanto riguarda l'uso di ipocloriti in generale, tenere presente due importanti avvertenze:

- i prodotti a base di cloro si degradano spontaneamente e quindi l'eventuale scorta è da controllare periodicamente ed eventualmente da sostituire.

- questi prodotti, a contatto con acido sviluppano cloro gas (che come detto è molto pericoloso): pertanto evitare con cura il contatto con sostanze acide (ad esempio i sali coagulanti di Ferro ed Alluminio sono di natura acida e quindi nel trasporto sono da tenere separati dai composti di cloro. Ovviamente questo pericolo cessa al momento dell'uso a causa delle forti diluizioni).

Se si usa ipoclorito di Calcio (prodotto in polvere), conviene predisporre a casa delle bustine contenenti 1 grammo di sostanza (cioè 0.6 g di Cloro). Al momento dell'uso, disciogliere il contenuto di 1 bustina in 600 ml (cc) di acqua (la più pulita possibile): ogni ml (cc) di questa soluzione contiene 1 mg di cloro.

Nel caso si debba usare ipoclorito di sodio (varichina), reperita sul posto, conviene ipotizzare che essa contenga il 3% di cloro (30%). E' stato detto infatti che il titolo di cloro nelle soluzioni di ipoclorito varia nel tempo - Prelevarne con una siringa 5cc (ml) (che contengono $5 \times 30 = 150$ mg di cloro) che verranno aggiunti a 150 cc (ml) d'acqua. In teoria, anche in questo caso ogni ml della soluzione dovrebbe contenere 1 mg di cloro. E' probabile che ciò non sia vero, ma è poco importante, se nel proseguire la prova e nell'eseguire la vera e propria disinfezione si continuerà a usare lo stesso flacone di varichina.

Nota: Come noto il cloro impartisce all'acqua un gusto sgradevole soprattutto se in alta concentrazione (oltre 1 mg/l). D'altra parte, volendo eseguire una sicura disinfezione, ben certi di operare oltre il break-point, conviene lavorare con un eccesso di questa sostanza.

Nel seguito verranno date indicazioni sul cosa fare per togliere poi l'eccesso: fin d'ora però raccomandiamo di condurre questa operazione all'ultimo momento per evitare di lasciare l'acqua senza copertura disinfettante; oppure, una volta fatta la dechlorazione, ricolorare l'acqua con un dosaggio più preciso e compatibile con un gusto accettabile (0.3-0.5 mg/l).

3.4. Altre tecniche di potabilizzazione

Ribadiamo che le precedenti tre tecniche, più dettagliatamente descritte, sono in grado di risolvere problemi di potabilizzazione nella stragrande maggioranza dei casi.

Tuttavia, di fronte a specifiche situazioni, può essere utile conoscere altre con i relativi campi di impiego.

3.4.1. Resine a scambio ionico

Queste resine, molto comuni nel campo domestico per ottenere acque addolcite ed in quello industriale per produrre acqua demineralizzata, sono costituite da copolimeri organici sui quali sono "innestati" un gran numero di "gruppi funzionali" e si presentano in forma di sferette.

Questi gruppi funzionali possono essere immaginati come "ganci" che hanno maggiore o minore affinità nei confronti delle varie specie ioniche (tutti i sali disciolti in acqua formano ioni: cationi e anioni).

Le resine in generale hanno maggiore affinità verso tutti gli ioni tossici eventualmente presenti nell'acqua (metalli pesanti, cromatici, arsenico, ecc.) e se sono opportunamente scelte possono essere usate per rimuoverli (al limite si può produrre acqua demineralizzata che poi viene resa "potabile" con l'aggiunta di sali contenuti in bustine monodose).

La tecnologia delle resine è però di fatto assai più complessa ed il suo impiego non può che essere affidato a personale esperto o a seguito di preciso dimensionamento.

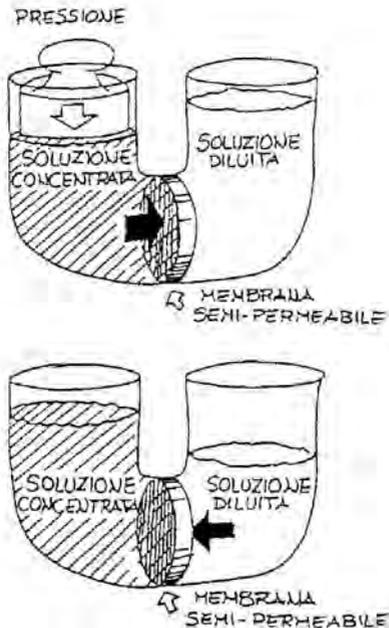
3.4.2. Membrane per Osmosi Inversa (R.O.)

Sono usate per dissalare l'acqua

Il processo osmotico naturale (diretto) consiste nel fatto che ponendo a contatto, attraverso una membrana "osmotica", due soluzioni saline a diversa concentrazione, si ha il passaggio spontaneo di acqua pura dalla soluzione più diluita a quella più concentrata determinandone un aumento di volume cui corrisponde una "pressione" (detta appunto "pressione osmotica"). Ovviamente nel caso della dissalazione interessa il processo "inverso" ossia il passaggio di acqua dalla soluzione più

concentrata a quella più diluita e ciò può essere ottenuto applicando sulla prima una pressione più elevata di quella osmotica.

Da questa breve e semplice esposizione si possono però già intuire i problemi pratici che rendono l'R.O. applicabile solo con idonee apparecchiature e con personale ben preparato:



- le membrane hanno una "porosità" molto fine e sono molto suscettibili di intasamento.
- occorrono pressioni di lavoro abbastanza elevate e quindi pompe da alimentare con energia elettrica o con gruppi elettrogeni.
- occorrono attrezzature analitiche per determinare la costanza del rendimento e la funzionalità dell'installazione.

3.4.3. Dosaggi di prodotti chimici ed altri trattamenti

La rimozione di specifici inquinanti può essere attuata con oppor-

tune reazioni chimiche.

Alcune di queste (le più semplici) sono state già segnalate trattando la chiarificazione, per altre invece occorrerebbe scendere nel dettaglio chimico.

Tra l'altro questo presuppone "accoppiamenti" con apparecchiature in parte già considerate ed in parte che trascuriamo data la specificità della loro azione.

Tra l'altro, in queste note, pur se siamo dovuti ricorrere ad inevitabili riferimenti alla chimica, abbiamo tuttavia cercato di immaginare un lettore con una sufficiente cultura generale ma quasi del tutto sprovvisto di conoscenze chimiche.

Ciò ha reso questo testo un po' "spurio" ma mi auguro intellegibile anche perché, tra gli obiettivi che ci siamo posti, c'è anche quello di stimolare la "curiosità" ed il convincimento che anche nei casi di emergenza con personale volontario occorre essere professionalmente preparati.

4. FILOSOFIA DEL PRONTO INTERVENTO

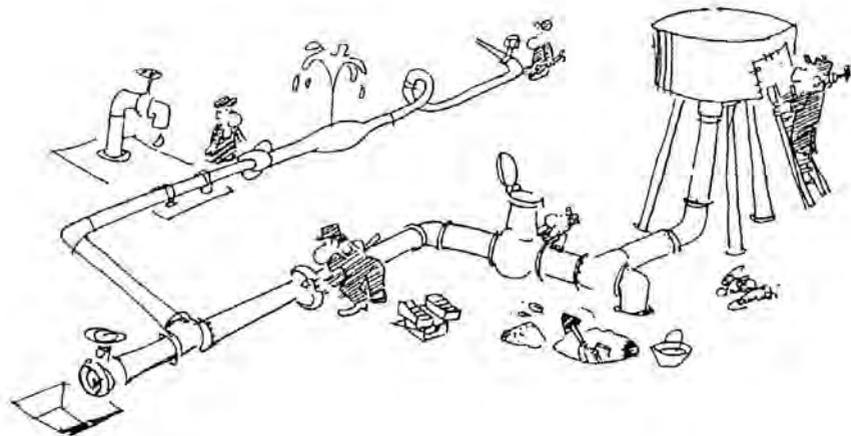
Il servizio di Protezione Civile è organizzato nei vari paesi del mondo con caratteristiche assai diversificate a seconda della cultura e delle attitudini peculiari della gente di quel paese, della frequenza ordinaria di uno o più eventi calamitosi, delle attribuzioni dei compiti fra i vari Ministeri e della organizzazione generale del paese (dalla autorità centrale a quella più periferica), ecc.

Ci pare tuttavia che, in generale, l'organizzazione del pronto intervento possa essere di tre tipi:

1) estremamente specializzata o riferita ad una competenza ben specifica.

Questa, ad esempio, potrebbe essere quella di una centrale acquedottistica (o di una autorità di bacino) che deve prevedere e provvedere nel caso le reti idriche risultino inquinate.

In questo caso la scelta delle unità di pronto intervento è l'ultimo aspetto del problema nel senso che non è possibile progettarle se prima



non è stata realizzata una rete di monitoraggi e se prima non è stata eseguita una "mappatura" del territorio con l'individuazione del tipo e del livello di rischio (compresa la dislocazione delle industrie, dei depositi e delle attività pericolose).

In secondo luogo le unità operative devono essere congegnate per essere in grado di assolvere il loro compito per periodi di tempo più o meno prolungati (48 ore, 1 settimana, illimitato) e di poter entrare in servizio nel giro di pochissime ore (2-3).

Infine deve essere nota la capacità dell'impianto di potabilizzazione esistente di potere o meno tollerare eventuali agenti inquinanti, con o senza eventuali modifiche prestudiate da mettere in opera rapidamente.

Si tratta quindi di un lavoro di studio e di progettazione assai complesso, al termine del quale si studiano le caratteristiche dell'impianto di pronto intervento (unità mobile) le quali di fatto servono a coprire le "zone d'ombra" della organizzazione acquedottistica nel suo complesso.

Insieme all'unità mobile dovrà essere prevista una unità di confezionamento dell'acqua potabilizzata (bottiglie, vescica di plastica, ecc.) da distribuire alla popolazione evitando sprechi.

La distribuzione dell'acqua con autobotti (a meno che l'acqua non manchi del tutto) è sempre da evitare (talvolta la sua qualità è talmente deteriorata da essere peggiore di quella inquinata) ed il suo regolare utilizzo è il sintomo più evidente di una disorganizzazione generale del servizio.

Tuttavia anche il semplice possesso di unità mobili di pronto intervento non è sufficiente.

E' infatti indispensabile che, per ognuna di esse, sia preparata una squadra tecnica in grado di gestirla ed anche di ripararla almeno per gli interventi più semplici e che l'unità mobile venga periodicamente utilizzata, meglio se in condizioni operative simulate. Infatti non solo è importante che la squadra sia costantemente allenata all'intervento ma è anche importante che tutte le apparecchiature (e soprattutto quelle più sofisticate) "lavorino" di tanto in tanto (si deteriorano infatti di più con il non-uso).

Il rischio è cioè quello che, fatta la spesa di investimento (acquisto degli impianti), si sottovalutino i costi di manutenzione che ci sono anche se gli impianti non sono in funzione.



2) Un'altra organizzazione di pronto intervento è quella attribuibile agli organismi istituzionalmente preposti (Protezione Civile, Vigili del Fuoco, Croce Rossa, Esercito, ecc.)

I loro "parchi" di unità mobili di pronto intervento devono essere innanzitutto "integrati" (ciascuno deve sapere che cosa ha l'altro, dove sono dislocati, a quale livello di calamità possono intervenire, se e come sono trasportabili, ferrovia, strada, elicottero, ecc.)

E' infatti evidente che mentre le attrezzature di cui al precedente paragrafo sono di tipo "acquedottistico", quelle di pertinenza di una generica protezione civile vanno rapportate a qualsiasi evento calamitoso ovunque si verifichi

Anche in questo caso occorre un attento studio che tenga conto dell'esperienza passata (e di questa, purtroppo, in Italia ce ne è già tanta), di considerazioni statistiche, ecc.

Inoltre le varie tipologie di impianti, per relativa quantità, debbono proporzionalmente corrispondere alla relativa frequenza del loro campo di applicazione.

Infine la loro "struttura" deve essere studiata anche in funzione della possibilità di farla pervenire sul posto (potrebbe addirittura essere necessario paracadutarla).

Ci sarebbero tante altre cose da dire rispetto a questi impianti ma,

per quanto ci riguarda, è importante sottolineare che il loro intervento è comunque di tipo programmato e, per mettere in modo questa organizzazione operativa, possono essere necessarie molte ore avendo e comunque problemi a coprire tutte le esigenze qualora la popolazione interessata all'evento calamitoso fosse molto dispersa in una vasta area (come per terremoti ed alluvioni).

Prudenzialmente riteniamo che il limite di tempo da considerare come obiettivo ottimale per dare perfetta efficienza alla "macchina" dei soccorsi idropotabili possa essere di 48 ore, tenuto conto del massimo di difficoltà (black-out di informazioni, localizzazione delle zone di intervento e raccolta della popolazione, difficoltà logistiche di varia natura, coordinamento dell'organizzazione, ecc.)

In altre parole, dal punto di vista acqua, l'intervento di adeguate attrezzature mobili è, a nostro parere, di "seconda ondata" e quindi le prime 48 ore debbono essere ipotizzate a carico di squadre di "primo intervento".

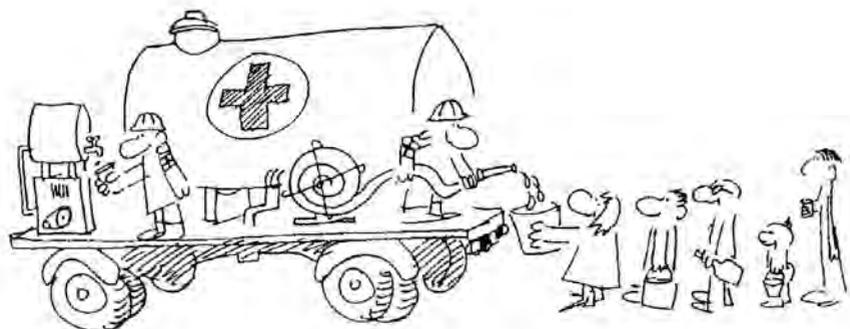
Prima di passare a quest'ultimo tipo di organizzazione, è opportuno enfatizzare che, come già nel caso degli acquedotti, anche le attrezzature mobili degli altri enti richiedono esercitazioni, manutenzioni, squadre affiatate di addetti, ecc.

Se già questo non è previsto, potrebbe essere una interessante prospettiva di servizio per quanti operano volontari nella Protezione Civile.

3) Arriviamo infine all'ultimo tipo di organizzazione che, in pratica, dovrebbe essere il primo ad intervenire cioè quello delle squadre di pronto soccorso. Per queste il problema "acqua" riveste un duplice aspetto:

- quello di redere le squadre totalmente autonome ed autosufficienti.
- quello di poter offrire alla popolazione un servizio di prima necessità (e non c'è dubbio alcuno che l'acqua è di gran lunga il più necessario).

Rispetto alla sola autonomia operativa della durata di almeno 48 ore, il problema potrebbe essere risolto con una adeguata scorta personale ma tenuto conto che il bisogno strettamente idropotabile di un individuo è di almeno tre litri al giorno (ma molti di più se deve lavorare



sotto il sole) e tenuto conto che ogni litro di acqua pesa un chilogrammo, è facile immaginare come, per conservare l'autonomia, siano quantomeno necessarie due robuste spalle (e senza potere aiutare nessuno).

Personalmente sono convinto che ogni squadra di pronto intervento debba prevedere al suo interno non solo il servizio medico di pronto soccorso ma anche la squadra tecnica in grado di provvedere agli essenziali servizi logistici di cui l'acqua è sicuramente parte importantissima.

Di seguito verrà perciò detto come costruire ed usare un piccolo impianto di potabilizzazione che, in Africa, ha già avuto modo di essere usato con ottimi risultati utilizzando i principi illustrati in precedenza.

Non è alcunché di particolarmente geniale, ma ha il pregio di poter essere studiato (o ristudiato) per adattarlo a specifiche esigenze.

5. POTABILIZZATORE PORTATILE

Prima di descrivere le caratteristiche costruttive del potabilizzatore, indichiamo quali prodotti chimici è necessario avere per il suo funzionamento. Questi possono essere acquistati presso negozi che vendono prodotti chimici ed attrezzature per laboratori, che potranno anche fornire gli strumenti che servono per l'esecuzione di prove e dosaggi (cilindri graduati, pipette, ecc.). In ogni caso è preferibile che, dopo l'acquisto, i prodotti chimici vengano preparati in confezioni pre-pesate così da facilitarne l'uso.



5.1. Coagulanti

Per agevolare la rimozione della torbidità potrà essere usato indifferentemente uno qualsiasi dei seguenti prodotti

- ALLUME (detto anche SOLFATO DI ALLUMINIO IDRATO o $AL_2(SO_4)_3 \cdot 17H_2O$)

E' una polvere bianca cristallina relativamente solubile in acqua.

- CLORURO FERRITO ($FeCl_3$)

In commercio è comunemente reperito già in soluzione in concentrazione di circa il 40% (si tratta di un liquido denso rosso con sfumature giallognole).

Per ragioni di trasporto è preferibile cercare il prodotto solido (cioè non la soluzione) evitandone il contatto con l'umidità.

- SOLFATO FERRICO ($Fe(SO_4)_3$).

Anche questo prodotto può essere reperito allo stato solido o in soluzione.

N.B. Ci sono in commercio altri prodotti che possono essere usati, ma quelli indicati sono i più comuni e i più facilmente reperibili allo stato solido.

Questi coagulanti non sono particolarmente pericolosi da manipolare, ma sono comunque prodotti chimici piuttosto acidi ed aggressivi e quindi:

- confezionarli con cura per evitare che i contenitori si rompano durante il trasporto.

- se possibile usare guanti di gomma per la manipolazione ed evitare il contatto con la pelle, con gli occhi, con le mucose. In caso di contatto lavare con acqua.

- evitare il contatto con prodotti contenenti cloro.

- affidarli ad un responsabile per evitare che siano scambiati per sale da cucina o altro.

PER QUALSIASI DUBBIO CONSULTARE UN ESPERTO O ALMENO UNO STUDENTE DI CHIMICA..

5.2. Come preparare i coagulanti e come saggiare l'acqua

a) quantità a scorta.

Per ottenere l'effetto di coagulazione, i prodotti sopra indicati vanno dosati in una quantità variabile da circa 20 a 200 grammi per mille litri (metro cubo) a seconda della concentrazione commerciale del prodotto acquistato e delle caratteristiche dell'acqua da potabilizzare.

Ipotizzando un consumo per persona di circa 5 LITRI di acqua al giorno, occorrerà quindi prendere una scorta di coagulante di circa 1 GRAMMO PER PERSONA PER GIORNO (ad esempio, per 30 persone

per un campo di 20 giorni la scorta dovrà essere di almeno 600 GRAMMI).
b) dosi e soluzioni.

Come detto conviene partire avendo già preparato la scorta di prodotto in piccole dosi sufficienti a preparare la soluzione d'uso.

Tali soluzioni sono abbastanza stabili quando sono concentrate (si possono formare lievi depositi da disperdere agitando il flacone prima di fare prelievi) ma lo sono molto meno se diluite. In pratica conviene che ciascuna dose sia inizialmente disciolta alla concentrazione del 5% (prudenzialmente da preparare ogni settimana o 10 giorni) e che, partendo da questa soluzione (che chiameremo "madre"), si prepari di volta in volta la soluzione più diluita per il dosaggio che servirà a preparare la scorta d'acqua giornaliera.

Per il dosaggio di quest'ultima conviene avere a disposizione un dosatore graduato (un contagocce di cui si conosce il "volume" della goccia, una siringa per iniezioni, o più raffinate "pipette" da laboratorio.

c) prove preliminari.

Giunti sul posto bisogna determinare una volta per tutte quanto coagulante bisogna usare (sempre che l'acqua non abbia caratteristiche di torbidità molto variabili).

Allo scopo conviene avere a disposizione una soluzione di dosaggio idonea e che contenga, ad esempio 10 milligrammi (mg) di coagulante (considerato al 100% in ogni centrimetro cubico (ml) di soluzione.

AD ESEMPIO: Ogni dose di coagulante preparata a casa è fatta di 50 GRAMMI o 50 CENTIMETRI CUBICI di prodotto commerciale. Questa quantità viene disciolta in un litro di acqua (anche se quest'acqua non è potabile è lo stesso: basta non sia eccessivamente sporca): si ottiene così una soluzione "madre" al 5%.

Da questa soluzione si prelevano 200 CENTIMETRI-CUBICI che vengono posti in un'altra bottiglia da litro che viene poi riempita con un'altra acqua. Ogni CENTIMETRO-CUBICO di quest'ultima soluzione contiene appunto 10 milligrammi di coagulante.

A questo punto si possono iniziare le prove.

Una bottiglia trasparente (non opaca o traslucida) da litro viene riempita (non completamente) con l'acqua da trattare e ad essa si aggiungono 2 ml. di soluzione (cioè 20 mg. di coagulante). Si agita vigorosamente per 4-5 secondi e poi per altri 30 secondi si dà alla bottiglia un lieve moto ondulatorio.

Si pone quindi la bottiglia a riposo. A questo punto si dovrebbe incominciare ad osservare una certa separazione della torbidità (se l'acqua era molto torbida) oppure la formazione di un precipitato fioccoso bianco o giallo-rosso, a seconda che si sia usato coagulante di alluminio o di ferro.

Se la precipitazione della torbidità non è completa oppure se i fiocchi sono piccoli e precipitano lentamente, la prova va ripetuta con l'aggiunta di quantità crescenti di coagulante (per 2-3 prove successive si può usare lo stesso campione d'acqua dopo di che conviene ripartire con un campione fresco).

In questo modo si determina dunque la quantità ottimale di coagulante che sarà impiegata poi per una successiva preparazione e contemporaneamente, si potrà annotare il tempo occorrente per una buona separazione della massa fangosa al fondo della bottiglia. Con cautela si raccoglie quindi l'acqua chiarificata in un altro recipiente che servirà per le operazioni successive.

5.3. Come disinfettare

a) Quali prodotti usare

Sono molte le sostanze chimiche che possono essere usate per la disinfezione: siccome però quelle a base di cloro sono le più efficaci e più facilmente reperibili, ci limiteremo a segnalare due di queste:

- IPOCLORITO DI SODIO (NaClO) che è la comune varechina.

Ricordiamo però che, non solo i prodotti in commercio hanno un basso ed imprecisato titolo di cloro (minore del 5%), ma che questo degrada molto facilmente. Conviene in ogni caso accertarsi se sul posto è possibile reperire varechina.

Dovendo invece portarsi dietro il disinfettante conviene usare il seguente prodotto:

- IPOCLORITO DI CALCIO $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ che è un prodotto granulare bianco con un forte odore pungente di cloro (titolo circa 60%). E' reperibile presso rivenditori di prodotti chimici.

b) Come stabilire il dosaggio.

Poiché, in base a quanto detto prima, è evidente che non si può fare un grosso affidamento sul titolo di cloro dei prodotti commerciali ed inoltre ci sono acque che ne "consumano" di più e altre meno, per essere

certi dell'avvenuta disinfezione occorre provare che nell'acqua c'è rimasto cloro a sufficienza.

Quindi l'unico criterio di dosaggio accettabile è quello di determinare il cloro residuo che rimane nell'acqua dopo il trattamento utilizzando dei comodi e facili analizzatori.

Per determinare il consumo di cloro, avendo un'idea approssimativa della sua concentrazione di partenza, conviene preparare una soluzione che ne contenga circa lo 0,1%.

In questo modo ogni CENTIMETROCUBICO di questa soluzione ne contiene 1 MILLIGRAMMO.

Al campione chiarificato ottenuto dalla precedente prova di illimpidimento (che sarà un po' meno di un litro) fare successive aggiunte di 1 CENTIMETROCUBICO della soluzione di Cloro: dopo ogni aggiunta agitare e controllare il cloro residuo fino ad avere un valore di *Cloro libero* non inferiore ai 1-2 MILLIGRAMMI per litro (o parte per milione) come dal kit di analisi.

Raggiunto questo valore, attendere circa 30' e ripetere l'analisi. Se dopo questo tempo il cloro è diminuito sensibilmente (quindi è stato "consumato") aggiungere altro cloro e ripetere la prova.

Annotare la quantità di soluzione di cloro utilizzata (CENTIMETRICUBICI) e, per avere la quantità da dosare, aggiungere 2 alla quantità trovata, per avere un maggior margine di sicurezza.

Ad esempio se si sono impiegati 5 CENTIMETRICUBICI la soluzione di dosaggio sarà di 7 (5+2) CENTIMETRICUBICI. In pratica poi, per ridurre il volume di soluzione di dosaggio, questa potrà essere preparata all'1% o al 5% così che la quantità da dosare sarà di 10 o 50 volte inferiore.

Altro esempio:

- per un litro di campione di acqua limpida sono stati usati 5 CENTIMETRICUBICI di soluzione 0,1%.

- la quantità reale di disinfettante dovrebbe essere 7 CENTIMETRICUBICI per litro di acqua.

- usando però una soluzione all'1%, tale quantità sarà di 0,7 CENTIMETRICUBICI per litro.

Se invece la soluzione è al 5% allora se ne dovranno dosare $0,7/5=0,14$ CENTIMETRICUBICI per litro (cioè 1,4 CENTIMETRICUBICI per 10 litri oppure 14 CENTIMETRICUBICI per 100 litri).

c) Come analizzare il cloro.

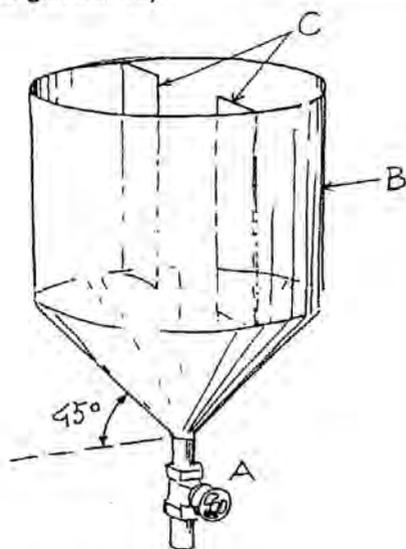
Non occorrono troppe spiegazioni: qualsiasi negoziante di prodotti chimici è in grado di fornire kit appositi con facili istruzioni d'uso. Unico consiglio è di utilizzare il metodo "PALIN" o "DPD" con reagenti in pillole (non in soluzione perché degradano più rapidamente).

5.4. Produrre acqua potabile

5.4.1. Il decantatore:

La prova di chiarificazione viene ora trasferita alla "produzione" giornaliera di acqua. Per questo possono bastare delle comuni pentole di adeguata capacità oppure un contenitore di alluminio, ferro verniciato, o in plastica.

Se deve essere costruito, conviene che abbia la foggia indicata dal disegno. La dimensione di questo "decantatore" dipende naturalmente dalla quantità d'acqua da trattare e dalla frequenza (è preferibile una frequenza almeno giornaliera).



5.4.2. La sedimentazione

Dopo aver riempito il decantatore di acqua, lasciare a riposo per

qualche minuto e, aprendo la valvola di scarico (A) eliminare le sabbie più pesanti (la valvola è bene che sia di diametro di almeno 1/2 pollice, 10-15 mm. per evitare che si intasi). Analogamente "sc remare" la superficie per togliere le cose galleggianti (foglie, rametti, ecc.).

In base al volume di acqua contenuta nel decantatore, aggiungere la quantità di coagulante che è stata precedentemente determinata.

Con un bastone agitare vigorosamente (le lamelle servono per impedire l'effetto onda) per 5-10 secondi e quindi lentamente per 1-2 minuti.

Lasciare quindi a riposo per 10-15 minuti in modo che si formi il precipitato fioccoso.

Aprire quindi lo scarico di fondo e lentamente eliminare il fango sedimentato fino ad avere un'acqua limpida (controllare in trasparenza con un bicchiere).

5.4.3. *La disinfezione*

A questo punto l'acqua nel sedimentatore (o decantatore) è sufficientemente limpida per consentire al disinfettante di agire (cloro).

In base al volume di acqua, aggiungere quindi la quantità di soluzione disinfettante determinata precedentemente ed agitare affinché si misceli perfettamente.

Attendere circa 20-30 minuti e quindi analizzare il cloro per essere ben certi che ne sia presente la quantità desiderata (in caso contrario aggiungerne ancora e ricontrollare dopo 10-15 minuti).

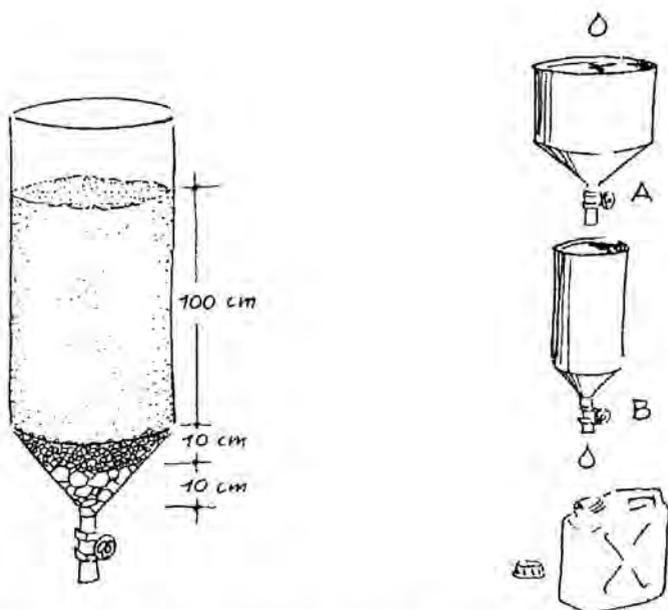
5.4.4. *La filtrazione*

Per filtrare l'acqua occorre predisporre una colonna di plastica (meglio se di plexiglas trasparente) della lunghezza di circa 150 cm terminante ad una estremità con una parte conica ed un rubinetto (vedi disegno).

Sulla parte conica della colonna porre uno strato di ghiaia e sassi di pezzatura di 10-15 e 2-4 mm, dello spessore di 20 cm.

Al di sopra ponete della sabbia per circa 1 metro (pezzatura circa 0,5-1,5 mm) e dovrà essere sabbia inerte e precedentemente ben lavata per eliminare la polvere. Circa il diametro della colonna si dovrà valutare la portata di acqua da filtrare perché nella filtrazione non ci vuole troppa fretta.

Per le diverse portate nella tabella a fondo pagina sono indicati i



diametri suggeriti ed kilogrammi di ghiaia e sabbia che servono (ipotizzati di peso specifico 1,6 - 1,7 kg/l)

Portata acqua da filtrare	Diametro del filtro	kg materiale filtrante	litri Minerale filtrante
10 l/h	3,5 cm	2 kg	1,2
20 l/h	5 cm	4 kg	2,4
30 l/h	6 cm	6 kg	3,6
50 l/h	8 cm	10 kg	6
100 l/h	12 cm	20 kg	12
200 l/h	16 cm	40 kg	24

Per facilitare la filtrazione è meglio che il filtro sia posto sotto il sedimentatore così che possa essere alimentato a gravità; procedere in questo modo:

- chiudere il rubinetto (B) ed aprire il rubinetto (A) fin quasi a riempire con acqua la colonna del filtro.
- aprire piano piano il rubinetto (B) fino ad ottenere la portata desiderata (che si può misurare con un cilindro graduato o con un secchio). Nel frattempo però regolare di conseguenza anche il rubinetto (A) in modo da ugualizzare le portate.



In altre parole il minerale filtrante non dovrà essere mai all'asciutto, né l'acqua deve debordare dal filtro, per non perderla.

Si tratta di una operazione un po' laboriosa anche perché le portate non rimangono costanti ed occorre quindi una regolazione continua (il filtro si sporca e quindi rallenta la sua capacità). Con un po' di pazienza si imparerà presto a lavorarci senza fatica.

In ogni caso scartare la prima acqua filtrata fino a che non risulti perfettamente limpida (la parte scartata può essere riciclata nel decantatore).

L'acqua così raccolta è già perfettamente potabile anche se ha un gusto di cloro. A proposito: controllare che, dopo la filtrazione, il cloro sia

ancora presente in quantità non molto diversa da quella presente nell'acqua decantata. Se infatti c'è stato un consumo di cloro attraverso il filtro, vuol dire che il materiale filtrante si è troppo sporcato e quindi bisogna ripulirlo.

L'operazione di pulizia è necessaria anche quando il filtro si è troppo intasato e passa troppo poca acqua (se l'operazione di sedimentazione è stata eseguita bene l'intasamento non deve avvenire prima di 10-15 ore di servizio).

Quando comunque si è raggiunto lo sporcamento, occorre svuotare il filtro, raccogliere il minerale in un recipiente abbastanza grande e lavarlo abbondantemente con acqua prima "greggia" e poi con quella decantata (da usare evidentemente con più parsimonia).

Riempire quindi nuovamente il filtro separando pazientemente la ghiaia grossolana dalla sabbia (è sufficiente che se ne separi quanto basta per farne uno strato di 10-15 cm.: il resto può essere buttato dentro alla rinfusa insieme alla sabbia).

5.4.2. *Declorazione e riclorazione*

Come detto l'acqua a questo punto è potabile, almeno nel senso che non contiene sicuramente microorganismi pericolosi per l'uomo. Tuttavia il cloro residuo può renderla di gusto sgradevole. Per questo motivo qualcuno vorrà ridurre la presenza di cloro. Questa operazione si deve fare solo all'ultimo momento proprio perché è la presenza del cloro nell'acqua che consente di poterla conservare in recipienti per tempo indefinito.

Al momento del consumo si possono aggiungere all'acqua alcune gocce di acqua ossigenata, che decompone immediatamente il cloro residuo. Tuttavia è bene non esagerare neppure con l'eccesso di acqua ossigenata: con un po' di pratica e l'aiuto dell'analizzatore del cloro si potrà in breve tempo imparare a dosare bene. L'ideale è comunque lasciare sempre una traccia di cloro nell'acqua e non conservare per lungo tempo l'acqua declorata.

ATTENZIONE. Tutto l'impianto deve essere in luogo protetto dagli insetti, dal sole, e dalle polveri. Meglio un luogo chiuso e ombreggiato.

6. ODORI, SAPORI, COLORI SGRADREVOLI DELL'ACQUA

Si possono avere diversi casi in cui l'acqua presenta caratteristiche organolettiche non gradevoli, vediamo alcuni:

a) acqua di sorgente con un cattivo odore di uova marce. E' quasi sicuramente "acido solfidrico" (idrogeno solforato) e per eliminarlo basta agitare l'acqua in modo energico e aggiungere un po' di cloro.

Se l'acqua presenta un po' di opalescenza bianco-giallastra è lo zolfo (che può essere bevuto o filtrato).

b) acqua di pozzo che si presenta limpida appena prelevata e poi, dopo un po', presenta torbidità giallognola. Anche questo non è un grave problema. E' il ferro presente nell'acqua che a contatto con l'aria si ossida. Aggiungere un po' di cloro per accelerare l'ossidazione del ferro e quindi filtrare l'acqua.

c) acque di superficie (lago, fiume, ecc.) presentano colori, odori e/o sapori sgradevoli.

Il colore giallognolo è dato dalla decomposizione di materiale vegetale e spesso viene rimosso dagli agenti coagulanti visti prima.

Gli odori e i sapori (di tipo terroso e di pesce) sono invece provocati da alghe e sia la coagulazione che la disinfezione non riescono ad eliminarli, anzi l'impiego di cloro può peggiorare la sensazione. In questo caso si può usare il carbone attivo in polvere (100-200 gr per metro cubo da immettere nel sedimentatore prima del coagulante). In questo caso conviene stemperare il carbone in poca acqua ed eseguire la disinfezione sull'acqua filtrata (il carbone attivo degrada il cloro).

CONCLUSIONE

Con questo libretto ci siamo sforzati di dare indicazioni pratiche che consentano di potabilizzare l'acqua in condizioni di emergenza. Ma soprattutto occorre praticare e diffondere abitudini quotidiane che portino al rispetto delle acque, ad evitare l'inquinamento individuale, a contenere lo spreco e il cattivo uso, a chiedere ordinamenti e leggi adeguate.



Centro Stampa Baiesi - Bologna







L 3500