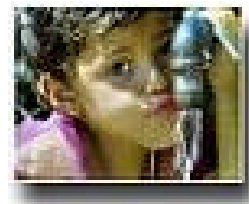


# Gestione e potabilizzazione dell'acqua durante le emergenze



## 1.- Premessa

L'acqua è indispensabile alla vita, ma può essere anche causa di numerose malattie. Il suo apporto controllato deve essere una priorità immediata, nel momento in cui si prendono in carico dei rifugiati. I fabbisogni idrici tendono ad aumentare rapidamente e richiedono la creazione di una infrastruttura indipendente. I fabbisogni ottimali sono dell'ordine di 100 litri di acqua al giorno per persona (ambiente urbano di un paese industrializzato): acqua da bere, per cucinare e per lavare ortaggi e verdure, per la preparazione di latte per bambini, per lavare stoviglie, per l'igiene individuale e collettiva. La carenza idrica si considera grave, quando non si disponga di almeno 15 litri di acqua al giorno, per persona. Va sottolineato che in condizioni climatiche estreme, ad esempio con temperatura molto elevata, il fabbisogno di acqua da bere pro capite (per individuo) passa da 2 a 10 litri al giorno e che inoltre almeno altri 10 litri sono necessari per l'igiene.

I criteri di definizione della potabilità dell'acqua sono molto diversi a seconda dei paesi. In Europa esiste una regolamentazione rigida, che prevede, tra gli altri parametri di qualità, anche: assenza di organismi patogeni, assenza di Escherichia coli, o di Streptococchi fecali, mineralizzazione totale inferiore a 1,5 g/l, assenza di corpi radioattivi.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità dà alcune raccomandazioni sulla qualità dell'acqua; raccomandazioni che devono essere tenute in considerazione anche in caso di emergenza.

L'obiettivo è di somministrare con continuità acqua chimicamente e batteriologicamente pura in quantità sufficiente.

A tal fine si metteranno in opera le seguenti azioni:

- Utilizzare risorse della migliore qualità possibile
- Usare preferibilmente risorse idriche sotterranee protette naturalmente, invece di acque superficiali.
- Utilizzare queste ultime soltanto se l'acqua di origine sotterranea non è disponibile o è inadeguata.
- Quando è indispensabile procedere con la disinfezione.
- Dare la preferenza ad acque con buone caratteristiche fisiche e chimiche.

## 2.- Riflessi epidemiologici degli inquinanti delle acque

Un'acqua non potabile può rappresentare un serio rischio sanitario poiché il pericolo che deriverebbe da un suo non appropriato impiego si ripercuoterebbe sulla catena alimentare, coinvolgendo una grande percentuale di individui.

L'acqua infatti è un importante veicolo di contaminanti biologici, causa di infezione: i microrganismi a prevalente eliminazione fecale, virus come gli enterovirus (polio, ECHO, Cocksakie) e il virus dell'epatite, batteri e come le salmonelle, shigelle; vibrioni colerigeni; protozoi come *Entamoeba histolytica* e *Giardia lamblia*.

Sono frequenti anche altri patogeni come gli stafilococchi e i batteri del genere *Pseudomonas*; micobatteri (tubercolari e anonimi); clostridi anaerobi. In situazioni

particolari l'acqua veicola leptospire, adenovirus, parassiti (ascaridi, ossiuri, ecc.) o loro larve e uova, la dove tali infestazioni sono endemiche.

Oltre agli inquinanti biologici esistono poi una serie di inquinanti chimici e organici che rappresentano un rischio sanitario (es. metalli, pesticidi, contaminanti industriali, alghe tossiche, ecc.)

### 3.- Obiettivi:

- 1- Garantire un approvvigionamento idrico sufficiente alle esigenze della popolazione ospitata nel campo.
- 2- garantire la qualità dell'acqua consumata all'interno del campo sia con un processo di potabilizzazione che con un controllo qualitativo giornaliero.
- 3- garantire il razionale utilizzo dell'acqua all'interno del campo



### 4.- Rifornimento idrico

La gestione delle risorse idriche, nonché dei prodotti per la disinfezione, deve essere affidata ad un gruppo appositamente individuato per tale funzione, che si dovrà occupare dell'approvvigionamento, della potabilizzazione, della distribuzione e dei controlli.

Le possibili fonti di approvvigionamento idrico sono:

1. le reti esistenti (acquedotto), considerando che spesso sono danneggiate e poco utilizzabili;
2. I pozzi. E' tassativo accertarsi che siano collocati al di fuori di fonti di inquinamento.
3. Le acque di sorgente
4. L'acqua di superficie, tenendo presente le possibili contaminazioni ambientali .
5. L'acqua conservata (ad es. in bottiglia)
6. L'acqua piovana
7. L'acqua trasportata. (con autocisterna)

L'acqua che arriva con autocisterna costituisce un importante apporto quando si organizza un campo, in attesa, per esempio dello scavo di un pozzo, o dell'allacciamento all'acquedotto.

L'acqua che si trova è raramente adatta al consumo immediato e spesso è necessario trattarla. Tuttavia il trattamento di grandi quantità d'acqua non è sempre facile né economico.

Si deve separare l'acqua per usi domestici, che non ha bisogno di essere potabile dall'acqua da bere che deve essere di qualità ineccepibile. Nel primo caso può bastare acqua limpida, nel secondo caso bisogna procedere a una potabilizzazione.

## 5.- Criteri di qualità

L'acqua da utilizzare (prelevata in pozzi, sorgenti o acquedotti) dovrebbe essere sicuramente innocua, di sapore gradevole, utilizzabile per tutti gli impieghi domestici. Tali requisiti sono definiti da norme precise, come ad esempio la direttiva 80/778/CEE (DPR 236/88). Dato che in condizioni di emergenza non è sempre possibile operare secondo le procedure ufficiali, si indicano di seguito alcuni criteri di qualità, dei quali si dovrà cercare di tenere conto il più possibile.



Criteri idrogeologici: particolarmente importanti in caso di allestimento di un pozzo.

Criteri organolettici: riferiti alla gradevolezza o, almeno alla accettabilità delle acque da utilizzare a scopo potabile. Una buona acqua è sprovvista di torbidità, colorazione, odori e sapori sgradevoli ed è sufficientemente fresca. Torbidità transitorie possono essere dovute alla presenza di aria (elevata pressione nelle tubature) o a sabbia; torbidità stabili sono associate a colorazioni anomale che provocano precipitati colorati (rossastri = composti ferrosi, bruno-nerastri = composti di manganese). Odori particolari possono essere dovuti ad acido solfidrico (odore di uova marce) o composti azotati tipo ammine (odore di pesce marcio). In questo caso, per valutare se è possibile utilizzare l'acqua, si suggerisce di diluire una parte dell'acqua da analizzare con due parti di acqua potabile e valutare se persiste o meno l'odore sgradevole.

Criteri fisici: sono temperatura, conducibilità, pH, residuo fisso. In condizioni di emergenza ci si limiterà al controllo di temperatura e di pH: in caso di pH minore di 6,5 o maggiore di 8 non si può utilizzare l'acqua per uso alimentare. La temperatura dovrebbe essere inferiore a 15 gradi centigradi.

Criteri chimici: Una eccessiva presenza di composti contenenti cloruri e solfati determina un sapore salmastro dell'acqua. Una rilevante presenza di calcio e magnesio sono fonte della cosiddetta "durezza dell'acqua". Tra le conseguenze della "durezza": neutralizzazione dell'attività di saponi e detergenti anionici e ostacolo alla cottura dei legumi. La presenza di oli minerali (indice di inquinamento ambientale) provoca fenomeni di opalescenza e iridescenza della superficie dell'acqua.

## 6.- Metodi di trattamento e di potabilizzazione in situazioni di emergenza

### Mezzi fisici:

1. sedimentazione e coagulazione, permettono di ottenere delle acque limpide ma non potabili, per cui si deve poi procedere alla disinfezione.
2. Filtrazione: che sia per una famiglia o per un campo profughi il principio è lo stesso. E' facile da installare e permette di eliminare la maggior parte dei batteri (è prudente fare bollire l'acqua però prima di berla)
3. Bollitura. La bollitura dell'acqua per 10 minuti permette di distruggere la maggior parte dei batteri o dei virus. Questo metodo consuma molta energia ed è poco utilizzabile per grandi quantità di acqua (occorre infatti 1 kg di legna per portare ad ebollizione un litro di acqua per 20 minuti).

(Una descrizione dettagliata delle tecniche succitate è reperibile in: "Manuale di Protezione Civile", Croce Rossa Francese, ed. PIEMME, 1994)

## Mezzi chimici:

1. Permanganato di potassio (compresse Lambert): è un sistema di emergenza che si applica alle acque torbide. Si utilizza una compressa ogni litro di acqua lasciandola agire per 5 minuti.
2. Iodio: anche questo è un procedimento di urgenza, da applicare ad acque limpide, ma non può essere utilizzato in recipienti di metallo. Si diluiscono 10 mg di Iodio /litro acqua (o 10 gocce di tintura di Iodio) e si lascia riposare per 15 minuti.
3. Clorazione: questo è il metodo di disinfezione di elezione. Di seguito sono descritti in dettaglio materiali, prodotti e procedure.



## **7.- Clorazione dell'acqua**

E' il procedimento più pratico e più usato.

### **7.a.- Materiali**

E' necessario disporre delle seguenti attrezzature:

taniche di plastica da 5 e 20 l

guanti monouso

cilindro graduato da 25 cc

imbuto

calcolatrice portatile

kit per la determinazione del cloro residuo

pHmetro o cartine tornasole

bottiglie (infrangibili) da 0,5 l

termometro di precisione

provette

### **7.b.- Prodotti**

Il cloro è reperibile sotto forma di gas (bombole), di polvere e di liquidi a varia concentrazione; i composti del cloro disponibili in commercio vengono presentati in forma organica o inorganica. Tra i primi vanno annoverate le clorammine, tra i secondi gli ipocloriti (di sodio, di calcio).

Il composto di elezione è l'ipoclorito di sodio, che si trova in commercio in soluzioni acquose che prendono nomi diversi a seconda della concentrazione (ad es. la varechina o candeggina è soluzione di ipoclorito di sodio fino al 5%, l'amuchina è la soluzione al 1,5%).

Comunemente per la clorazione dell'acqua si impiega ipoclorito di sodio al 15%. E' comunque buona norma controllare le caratteristiche chimico-fisiche del prodotto disponibile per verificare che si tratti effettivamente di ipoclorito di sodio (inserisci procedure di controllo, ad esempio effervescenza con acqua ossigenata, colore, odore).

## 8.- Conservazione dell'ipoclorito di sodio

L'ipoclorito è un prodotto molto instabile e si decompone facilmente ad opera della temperatura, della luce e dei contaminanti organici liberando sodio cloruro (sale da cucina) e ossigeno, perdendo in tal modo la sua efficacia come disinfettante. La reazione è la seguente:



Le condizioni di lavoro nei campi profughi difficilmente danno la possibilità di operare una corretta conservazione dell'ipoclorito. Per ridurre al minimo la decomposizione durante lo stoccaggio, bisogna cercare di seguire alcune regole fondamentali che riportiamo di seguito:

- evitare l'esposizione diretta dell'ipoclorito alla luce del sole; se possibile conservare il prodotto sotto una tenda o in magazzino coprendolo con un telo esternamente bianco (o chiaro) ed internamente scuro.
- mantenere il prodotto in luogo fresco e ventilato. Se, durante il periodo estivo la temperatura esterna è troppo elevata, coprire le taniche con stracci bianchi mantenuti umidi con acqua.
- evitare la contaminazione delle taniche di ipoclorito con materiale estraneo. Evitare quindi di lasciare aperte le taniche o di versarvi il contenuto di materiale avanzato durante la preparazione delle soluzioni. Per la preparazione delle soluzioni da dosare nelle autobotti è bene operare con una tanica di piccole dimensioni che verrà rabboccata di tanto in tanto con la materia prima versata direttamente dalla tanica principale. In questo modo è più facile operare in sicurezza ed evitare possibili incidenti. Va ricordato che l'ipoclorito è corrosivo e, in determinate condizioni di pH o di miscelazione con altre sostanze, può liberare gas tossici (cloro).



## 9.- Procedura per la clorazione dell'acqua.

1. Calcolo della quantità di disinfettante da impiegare.

L'obiettivo è quello di raggiungere nell'acqua una concentrazione di disinfettante (ipoclorito di sodio al 15%) di 0,2-0,5 ppm. (ovvero mg/l). Tale scopo può essere raggiunto in due modi:

1. Il calcolo della quantità di disinfettante da utilizzare si ottiene moltiplicando la capacità della cisterna in litri per la stima della clororichiesta espressa in mg/l (es. 0,4 mg/l) e dividendo poi il risultato per la concentrazione del cloro attivo in % (secondo i prodotti commercialmente in uso) e per un coefficiente secondo la formula sotto indicata. Come clororichiesta s'intende la quantità minima di ipoclorito che è necessario aggiungere all'acqua per ottenere la completa disinfezione.

$$\frac{(\text{capacità litri cisterna}) \times (\text{livello ipoclorito in mg/l che si vuole ottenere})}{5 \times (\text{concentrazione cloro attivo in \% , secondo i prodotti})} = \text{cc (ml)}$$

Esempio per una cisterna da 14.000 litri, usando ipoclorito di sodio al 15% volendo ottenere una concentrazione di cloro attivo di 0,5 ppm, si calcoli:

$$\frac{14000 \times 0,5}{5 \times 15} = 93 \text{ ml}$$

2. con prove empiriche di diluizioni scalari, seguite da misurazioni analitiche effettuabili con una strumentazione (kit cloro-pH da usare per le piscine, ad esempio). Questa metodica prevede l'allestimento di una serie di diluizioni scalari di campioni di acqua con l'ipoclorito di sodio, sulle quali si eseguono dopo 30 minuti delle determinazioni analitiche. Questa metodica offre una maggior precisione rispetto alla precedente, poiché consente di valutare tutte le variabili che possono influenzare il risultato pratico rendendolo diverso da quello calcolato teoricamente.
3. Infine, l'abbinamento dei due metodi permette di dosare esattamente il cloro in presenza di materia prima degradata, attraverso la formula:

$$\frac{(\text{cc di disinfettante calcolato col metodo n. 1}) \times (\text{cloro desiderato})}{(\text{cloro attivo misurato con il kit})}$$

Es. Se per ottenere 0,5 ppm (cloro desiderato) devo usare 93 cc di ipoclorito in 14 metri cubi e misuro all'analisi solo 0,3 ppm, applico la correzione  $93 \times 0,5/0,3 = 155$  cc. Quindi in una cisterna da 14.000 litri dovrò aggiungere in realtà 155 ml di disinfettante per avere realmente un cloro residuo libero pari a 0,5 ppm.

Come esempio si riporta la procedura utilizzata per la potabilizzazione dell'acqua nei campi profughi.

La clorazione veniva eseguita con Ipoclorito di sodio al 15% di cloro attivo. Il dosaggio concordato era di 10 ml di ipoclorito per metro cubo di acqua da potabilizzare per un dosaggio teorico di cloro attivo di 1.5 ppm (mg/litro).

L'impossibilità di una corretta conservazione di detto ipoclorito presso il campo ne provocava un rapido decadimento con un conseguente dosaggio reale di cloro attivo nell'acqua che oscillava nell'intervallo di 0.5 e 1.0 ppm.

Dopo aver introdotto il controllo del livello di cloro per mezzo di kit colorimetrici ed aver verificato una buona stabilità dello stesso nelle cisterne, è stato proposto di ridurre il livello in modo da non superare le 0.5ppm allo scopo di evitare possibili danni alla salute delle persone che ne consumavano come acqua potabile (gastriti,

nausea, vomito) e irritazioni alla pelle e alle mucose degli occhi durante le operazioni di pulizia personale (docce in modo particolare).

La preparazione delle premiscele di clorazione veniva fatta in taniche di plastica da 5 litri contenenti acqua prelevata da una delle cisterne. Le taniche dovevano essere usate esclusivamente per questo scopo e dovevano recare scritto in maniera chiara e indelebile la quantità di ipoclorito al 15% contenuta e il volume della cisterna nella quale deve essere dosato. Ad esempio, alla dose identificata di 10 ml/m<sup>3</sup> per una cisterna di 15 m<sup>3</sup> (15000 litri) la tanica doveva riportare la scritta “150 ml di ipoclorito al 15% “ per una Cisterna da 15 m<sup>3</sup> (o 15000 litri)“.

La prediluizione dell'ipoclorito in acqua veniva fatta per facilitarne il dosaggio nelle cisterne e per prediluire la materia prima allo scopo di ridurne la densità. Infatti, l'ipoclorito al 15%, avendo la densità molto superiore all'acqua (1220 g/litro) tende a sedimentare in fondo alla cisterna nel caso questa non subisca una efficiente miscelazione durante la preparazione.

Tracce di metalli introdotti con l'acqua di diluizione, la luce solare e la riduzione del pH rendono queste soluzioni prediluite di ipoclorito particolarmente instabili.

E' quindi necessario osservare alcuni accorgimenti per evitare la perdita eccessiva di materia attiva prima del dosaggio nelle cisterne.

A tale scopo è indispensabile:

- a.- preparare le soluzioni delle taniche solo prima dell'impiego.
- b.- conservarle in luogo fresco e al riparo della luce solare.
- c.- usare acqua di diluizione prelevata esclusivamente dalle cisterne
- d.- lavare accuratamente le taniche prima dell'uso.

La clorazione del carico delle autobotti veniva effettuata direttamente dai Vigili del Fuoco durante la fase di riempimento utilizzando taniche contenenti una quantità di ipoclorito predosato per ogni singola autobotte preparate presso il campo dai responsabili della Sezione Igiene.

L'aggiunta di ipoclorito durante il caricamento, garantisce la distribuzione e l'azione del disinfettante su tutto il carico anche a causa dello scuotimento della cisterna durante il viaggio e un tempo di residenza superiore ai 30 minuti prima del consumo necessari per garantire la potabilizzazione del carico. Dopo l'aggiunta della soluzione di ipoclorito, per omogeneizzare il carico, alle autobotti veniva richiesto di percorrere un breve tratto lungo il viale del campo alternando accelerazioni e frenate. In ogni caso, durante lo scarico di queste autobotti nella cisterna, la distribuzione di acqua potabile dalla cisterna soggetta all'intervento veniva momentaneamente interrotta fino al completamento dell'operazione.

#### **10.- Procedura semplificata per la clorazione dell'acqua**

Per coloro che non fossero molto confidenti con i calcoli e con le formule chimiche, di seguito, viene fornita una semplice procedura per la potabilizzazione dell'acqua con ipoclorito di sodio da utilizzare durante le emergenze. In questo caso, non possedendo basi tecniche sufficienti, all'operatore viene richiesto di attenersi scrupolosamente alla procedura e di effettuare un controllo finale per la verifica dell'effettivo livello di cloro dosato.

### 10.a.- Procedura

Nella tabella sotto riportata vengono elencati i tipi di ipoclorito facilmente reperibili sul mercato che possono essere utilizzati per la preparazione dell'acqua potabile e il relativo dosaggio per preparare 1 metro cubo di acqua trattata alla concentrazione voluta.

L'unità di misura del dosaggio di cloro attivo viene espressa in ppm (parti per milione, cioè mg per litro).

### 10.b.- Tipi di ipoclorito di sodio disponibile sul mercato:

- Soluzione all'1% (Amuchina)
- Soluzione al 5% (Normali candeggine non profumate)
- Soluzione al 15% (Ipoclorito commerciale)

Volume di ipoclorito da dosare per preparare 1 metro cubo di acqua potabile alla concentrazione di cloro attivo desiderata.			
ppm di Ipoclorito da dosare	Concentrazione dell'Ipoclorito commerciale		
	1.0% (Amuchina)	5.0% Candeggina	15.0% Ipoclorito
0.0 ppm	0 ml	0 ml	0 ml
<b>0.2 ppm</b>	<b>20 ml</b>	<b>4 ml</b>	<b>1.33 ml</b>
<b>0.5 ppm</b>	<b>50 ml</b>	<b>10 ml</b>	<b>3.33 ml</b>
1.0 ppm	100 ml	20 ml	6.66 ml
1.5 ppm	150 ml	30 ml	9.99 ml
2.0 ppm	200 ml	40 ml	13.32 ml
3.0 ppm	300 ml	60 ml	19.98 ml

**Nota importante:** per non complicare eccessivamente i calcoli, non si è tenuto conto della densità dell'ipoclorito di partenza per cui, durante il processo di clorazione, si tenderà a sovradosare leggermente il cloro attivo nell'acqua da trattare. Sovradosaggio che, in genere, viene ampiamente compensato dalla perdita di attivo nella materia prima dovuto alle condizioni di stoccaggio.

**Dopo aver individuato sulla tabella il volume di ipoclorito da dosare per la concentrazione voluta, moltiplicare tale valore per il numero totale di metri cubi d'acqua contenuti nella cisterna da trattare.**

### 11.- Verifica e controlli

Il controllo del livello di cloro attivo nell'acqua potabile è fondamentale per garantirne un sufficiente grado di disinfezione evitando dosaggi eccessivi che potrebbero danneggiare la salute dei rifugiati e dei soccorritori.

Il metodo analitico proposto, anche se non preciso, è in grado di garantire la gestione della clorazione con sufficiente accuratezza.

A tale scopo vengono utilizzati dei colorimetri comparatori per la determinazione del livello di cloro attivo nelle acque delle piscine. L'intervallo di cloro attivo determinabile è compreso tra 0 e 3 ppm (mg/litro). Tutti i reagenti sono predosati e, dopo un breve addestramento, anche personale senza specifiche conoscenze tecniche è in grado di eseguire il test.

La procedura analitica in dettaglio è indicata sullo stesso kit.

Di seguito vengono riportati in una tabella i risultati delle analisi eseguite giornalmente nel periodo compreso tra il 24 di maggio e il 17 di giugno su tutte le cisterne presenti presso il campo di Kavaje e gli interventi eseguiti in funzione dei risultati ottenuti.

La cisterna della "Cucina CRI" era costituita da due serbatoi in polietilene

Data	Cisterna 1	Cisterna 2	Cisterna 3	Cucina CRI 4	Cucina COE 5	Bagni 6
24-May	0.2	0.3	0.6	assente	0.4	0.3
24-May	0.8	1.0	0.6	assente	0.4	0.7
25-May	0.7	2.3	3.0	assente	0.8	1.0
26-May	2.0	2.0	2.0	n.a.	n.a.	1.3
27-May	0.9	0.9	1.3	1.8	0.7	1.3
28-May	1.0	1.3	0.8	1.2	1.3	1.6
29-May	1.0	0.8	vuota	1.0	1.0	1.0
30-May	0.6	vuota	vuota	1.2	1.0	0.6
31-May	0.8	0.9	0.6	0.6	1.0	0.6
01-Jun	1.2	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0
02-Jun	0.7	0.9	vuota	0.9	0.8	0.9
03-Jun	0.7	vuota	vuota	0.7	1.0	1.0
04-Jun	0.8	0.9	0.8	0.5	0.9	0.7
05-Jun	1.2	1.2	1.0	0.4	1.0	1.2
06-Jun	0.9	0.2	0.8	0.6	1.0	0.7
07-Jun	0.6	0.7	1.5	0.8	0.7	1.0
08-Jun	1.0	0.6	0.1	0.7	0.6	0.6
09-Jun	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
10-Jun	2.0	1.5	1.2	0.9	1.8	1.4
11-Jun	0.9	0.6	0.9	0.8	1.1	1.2
12-Jun	vuota	vuota	0.9	0.8	0.9	0.8
13-Jun	1.0	vuota	vuota	0.8	1.1	0.8
14-Jun	0.9	0.8	1.0	0.7	0.3	0.8
15-Jun	0.6	0.9		0.7	0.7	0.8
16-Jun	0.6	0.9	0.0	0.7	0.6	0.6
17-Jun	0.2	1.9	1.2	0.8	0.5	0.5
Media	0.9	1.0	1.0	0.8	0.9	0.9
Deviazione standard	0.4	0.5	0.7	0.3	0.3	0.3

semitrasparenti collegati tra loro come vasi comunicanti posizionati sopra il container che fungeva da magazzino per la cucina stessa.

Nonostante l'aggiunta di ipoclorito, dopo poche ore, a causa della luce del sole, il livello di cloro attivo si riduceva a zero. Per ovviare a questo inconveniente si è deciso di coprire i contenitori con un telo di materiale plastico con la parte interna colorata di blu e la parte esterna colorata di bianco per meglio respingere la radiazione solare. Al

primo controllo, dopo questo intervento, il livello e la stabilità del cloro presente era paragonabile alle altre cisterne.

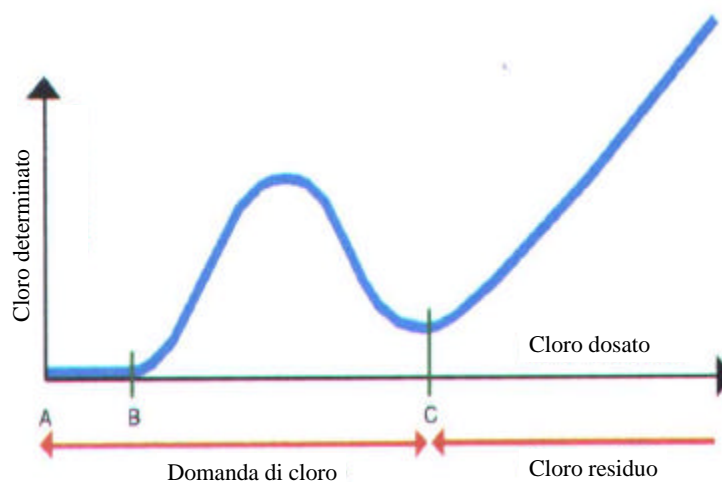
2.- In accordo con il Direttore sanitario del campo, si era deciso di mantenere il cloro attivo nelle cisterne intorno a 1 ppm. La media dei dati ottenuti confermano che l'obiettivo è stato raggiunto.

L'impossibilità di eseguire analisi batteriologiche per la verifica della qualità dell'acqua nelle cisterne a causa della mancanza di laboratori adatti sul luogo dell'emergenza, costringe gli operatori ad utilizzare metodi di controllo indiretti.

Il più semplice ed affidabile è il controllo della curva di decadimento del cloro nel tempo sulla partita di acqua in esame. La presenza di sostanze organiche o batteri provocano un rapido decadimento del cloro mentre, nell'acqua in buone condizioni igieniche, si mantiene stabile nel tempo. Per cui, facendo un controllo del livello di cloro ogni ora per 3-4 volte su una cisterna sospettata di contenere acqua con elevato livello di contaminanti organici, sarà possibile stabilire, con buona approssimazione, se la carica batterica presente è molto elevata.

Questa operazione si chiama individuazione del "Break point" e può essere schematizzata da un grafico come segue dove al cloro dosato corrisponde il cloro trovato (vedi descrizione della procedura al paragrafo 9.3.).

### Evolutione della quantità di cloro residuo in funzione della quantità di cloro dosato

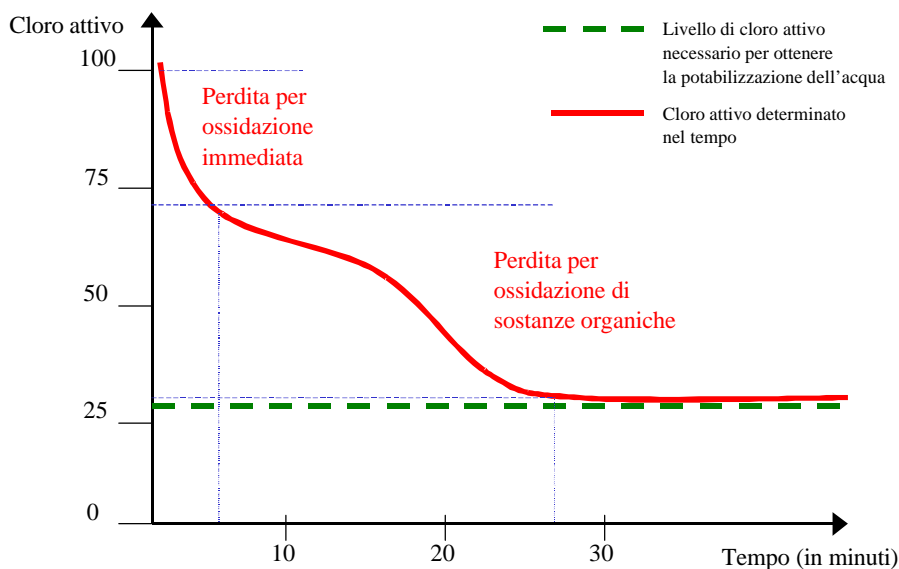


Di seguito viene riportata una curva di decadimento tipica del cloro attivo dosato per potabilizzare l'acqua.

Dopo l'aggiunta di ipoclorito all'acqua si ha un suo immediato decadimento dovuto a sostanze che reagiscono con l'ossigeno attivo quali i sali di ferro, manganese, il gruppo ammonio. Queste sostanze sono naturalmente presenti nell'acqua in quantità variabili. Dopo questo primo collasso, l'ipoclorito inizia a reagire con le sostanze organiche presenti e, tra queste, i batteri. Per questa operazione è previsto un ulteriore decadimento che avviene in circa 30 minuti. Se dopo questo tempo il livello di cloro attivo si stabilizza ad un livello uguale o superiore a quello stabilito (linea verde) l'obiettivo di potabilizzazione dell'acqua è stato raggiunto. Se il decadimento è molto alto e scende sotto la linea verde, bisogna fare un'ulteriore aggiunta di ipoclorito. Se il

decadimento continua nel tempo, l'acqua scelta per la potabilizzazione non è di qualità adeguata. In questo caso, è preferibile cambiare la fonte di approvvigionamento o eseguire alcuni processi di trattamento preventivi quali la filtrazione o la flocculazione.

### Curva di decadimento del Cloro attivo nell'acqua potabil



### 12.- Norme relative alla concentrazione di disinfettante (Cloro residuo)

Il cloro che si usa come agente per la potabilizzazione conferisce un sapore particolare all'acqua. La concentrazione tollerata di cloro residuo dipende dai paesi e dalle abitudini dei consumatori e può essere molto diversa da paese a paese. In Europa, il livello di cloro residuo tollerato è molto basso; nell'ordine di 0.1 mg/litro.

Negli Stati Uniti e in America in generale, dove il sapore di cloro è sinonimo di garanzia di qualità dell'acqua consumata, il valore che può essere tollerato è 10 volte superiore (1 mg/litro).

Per l'Organizzazione Mondiale della Sanità, una concentrazione di 0.5 mg/litro di cloro residuo nell'acqua, dopo un tempo di contatto di 30 minuti, garantisce una disinfezione soddisfacente. D'altra parte, sempre l'O.M.S., precisa che non si è osservato nessun effetto negativo per la salute nei casi in cui la concentrazione di cloro residuo sia stato di 5 mg/litro. Questa concentrazione deve essere considerata come valore massimo che non deve essere raggiunta in nessun caso.

### 13.- Gestione dei depositi di acqua

Una corretta gestione dell'approvvigionamento idrico deve prevedere la collocazione all'interno del campo di un idoneo numero di serbatoi o di cisterne fisse, di adeguata capacità.

I serbatoi devono essere:

- collocati in zone già collegate o agevolmente collegabili alla rete di distribuzione e/o raggiungibili senza difficoltà dalle autocisterne;

- posti in zone adiacenti alle aree di utilizzo: servizi igienici, docce, cucine, lavatoi da campo, punti di erogazione acqua, ecc
- adeguatamente dimensionati, al fine di permettere un continuo ricambio dell'acqua contenuta. Dimensioni consigliate: da 6 a 15 metri cubi;
- in quantità sufficiente a garantire il fabbisogno idrico giornaliero previsto per la popolazione residente. Ad esempio, se si deve prevedere un fabbisogno quotidiano di 100 litri di acqua per 1000 persone, saranno necessari per un giorno 100x1000 litri, cioè 100.000 litri o 100 metri cubi;
- situati in aree inaccessibili o difficilmente accessibili ad animali indesiderati, ad esempio ratti. Le aperture per il carico devono essere a tenuta stagna e protette dagli inquinamenti ambientali (ad esempio dalla polvere) e dagli agenti atmosferici (pioggia, neve).

### **13.a.- Alcune norme igieniche per l'attivazione di una cisterna di acqua potabile in un campo profughi**

Osservare scrupolosamente le regole riportate nel paragrafo precedente non è condizione sufficiente per poter avere un ambiente igienicamente ottimale intorno alle cisterne dell'acqua potabile. Per poter raggiungere questo obiettivo è necessario predisporre preventivamente la piazzola sulla quale sistemare la cisterna in modo che non si possano creare situazioni igienicamente critiche.

A tale scopo prima di procedere con le suddette operazioni è bene seguire alcune regole.

- 1.- Verificare che il terreno sul quale appoggiare la cisterna sia facilmente drenabile e le acque reflue possano essere allontanate in un canale o in fognatura.
- 2.- Se non è possibile fare una piazzola impermeabile (cemento o altro), livellare il terreno in modo che una giusta pendenza non permetta la formazione di pozze d'acqua e ristagni.
- 3.- Ricoprire la piazzola con ghiaia grossolana, quindi con ghiaietto fine in modo tale che, durante l'uso, l'acqua che cade al suolo penetri immediatamente sotto la ghiaia e tramite l'opportuna pendenza della piazzola venga drenata negli scoli.  
Rimanendo asciutta e libera da acqua stagnante, la piazzola potrà essere ripulita facilmente dai rifiuti solidi che cadono per terra.
- 4.- Nel caso in cui le condizioni igieniche lo richiedano, procedere con la rimozione e la sostituzione dello strato superiore di ghiaia fine.
- 5.- Se la falda freatica è alta ed il terreno è costituito da sabbie fini frammiste a limo, a causa dell'impermeabilità del suolo, sversamenti di acqua e di altri liquidi tendono a ristagnare in superficie o appena sotto creando pozze o strati superficiali maleodoranti che favoriscono la crescita di batteri e di insetti. L'accumulo di materiale organico (resti di cibo) attira animali molesti o nocivi: mosche, roditori, sinantropi.

### **13.b.- Procedura per la sanitizzazione di una cisterna contaminata.**

Per la potabilizzazione dell'acqua destinata al consumo umano, in Italia è previsto un dosaggio di cloro massimo di 0.2 ppm (mg/litro). Per l'acqua destinata all'uso esterno (piscine per esempio), tale livello è di 0.5 ppm.

In caso di sanitizzazione di impianti, quando viene utilizzato ipoclorito, il livello di cloro previsto è di 2 ppm. Tale quantità di cloro a contatto con il recipiente da sanitzare per almeno due ore, è in grado di distruggere la maggior parte della flora batterica presente.

Successivamente si può ripetere la procedura per verificare se il livello del cloro nel tempo si mantiene stabile. In caso affermativo si può ritenere la cisterna sanitzata e tornare ai livelli di cloro di mantenimento.

Attenzione, con livelli di cloro utilizzato per la sanitizzazione, è necessario evitare l'uso alimentare dell'acqua della cisterna.

Nel caso in cui non ci fosse alternativa all'uso alimentare dell'acqua con un alto livello di cloro, è possibile ridurlo entro limiti accettabili utilizzando alcuni accorgimenti:

- 1.- se si utilizza per cucinare, il cloro viene disattivato dal calore trasformandosi in sale da cucina. Per dissetarsi, è quindi sufficiente far bollire l'acqua e berla sotto forma di bevanda calda: tè o caffè.
- 2.- Se non esiste la possibilità di farla bollire, è sufficiente esporla per un paio d'ore alla luce diretta del sole in una bottiglia trasparente (quelle di plastica dell'acqua minerale o simili).

### **13.c.- Norme igieniche per l'uso dell'acqua delle cisterne**

Clorare l'acqua delle cisterne per renderla potabile è norma necessaria ma non sufficiente per preservarla da possibili contaminazioni prima dell'uso.

Per portarla alla fine del suo ciclo nelle migliori condizioni, cioè al momento di berla, è necessario osservare alcune norme igieniche fondamentali.

Si riporta un esempio di avviso, già impiegato nei campi profughi, dove sono sintetizzate tali norme.

#### **Uso igienico dell'acqua potabile**

- 1.- Evitare gli sprechi chiudendo sempre i rubinetti dell'acqua dopo l'uso. Questo evita anche la formazione di pozze d'acqua stagnante intorno alla cisterna.
- 2.- Non prelevare l'acqua durante il riempimento della cisterna con l'autobotte per permettere una completa miscelazione tra l'acqua e l'ipoclorito ed avere la garanzia che tutta l'acqua è stata a contatto con il disinfettante.
- 3.- Prelevare l'acqua solo dagli appositi rubinetti (dove la potabilità è garantita) evitando di raccogliere quella del tubo di approvvigionamento o da altre eventuale perdite. Quest'acqua, a contatto con l'atmosfera, potrebbe essere stata contaminata.
- 4.- Non lasciare a terra l'imboccatura del tubo di carico per evitare la contaminazione batterica dovuta all'introduzione di terra e sassi nella cisterna.
- 5.- Non lasciare rifiuti in prossimità della cisterna dell'acqua potabile (bottiglie vuote, spugne, stracci o altro).
- 6.- Lavare gli indumenti lontano dalla cisterna per evitare la formazione di pozzanghere e ristagni d'acqua che diventano fonte di batteri e richiamano gli insetti (soprattutto zanzare) e altri animali.

7.- L'acqua prelevata per uso alimentare (da bere o per cucinare), deve essere conservata in contenitori puliti e ben chiusi; al riparo della luce diretta del sole.

In ogni caso dovrebbe essere consumata entro brevi periodi di tempo (massimo un giorno).

8.- Se possibile, per la conservazione dell'acqua potabile, è bene utilizzare contenitori che, svuotandosi, collassano senza lasciare entrare aria dall'esterno (a forma di vesciche). Cosa che non succede utilizzando bottiglie o taniche rigide.

9.- Non lavare piatti e pentole dove si preleva l'acqua. I residui di cibo facilitano la crescita dei batteri ed attirano gli insetti.

10.- Per qualsiasi problema o segnalazione, fare riferimento ai responsabili della potabilizzazione dell'acqua presso il campo.

#### **14.- Reazioni secondarie del cloro**

L'introduzione di ipoclorito, forte ossidante, in acque cariche di materiale organico da luogo a reazioni chimiche particolari. Alcuni sottoprodotti della disinfezione che si possono formare sono i composti organici clorurati, THM (Trihalometano) in forma abbreviata.

Nel 1980, l'Unione Europea non aveva previsto una regolamentazione circa questi composti. Semplicemente si precisava che il livello dei THM doveva essere il più basso possibile. Tuttavia, alcuni paesi introdussero nella loro legislazione i livelli massimi per queste sostanze. I valori massimi considerati variano da 25 a 100 µg/litro per i THM totali. Un microgrammo (µg) è equivalente ad un milionesimo di grammo.

Nel 1994 sono stati pubblicati i livelli guida dell'O.M.S. relativi a queste sostanze. L'O.M.S. precisa che, in ogni caso, l'adeguamento a questi livelli guida non si deve ottenere a scapito delle norme microbiologiche.