



**Anticaro**

Mühlestrasse 9  
CH-8344 Bäretswil

# ACQUA DUREZZA DELL'ACQUA ADDOLCIMENTO DELL'ACQUA TESTS

di  
Dr. Rudolf Herbers

(C) Hb. Profatec AG, Vaduz (Lichtenstein)

L'uso di questo opuscolo, specialmente la sua riproduzione, anche se soltanto parziale, è consentito solamente previa autorizzazione scritta da parte della PROFATEC AG.

Tel. +41 (0)44-939 11 13  
Fax +41 (0)44-939 11 66

www. **Anticaro**.com



**Anticaro**

Mühlestrasse 9  
CH-8344 Bäretswil

## Acqua

L'acqua è una delle sostanze necessarie alla vita di uomini, animali e piante. Senza acqua nessuna vita, ma non con tutte le acque si può vivere bene. Dal punto di vista chimico l'acqua è un composto costituito dai due elementi idrogeno (H) ed ossigeno (O) con la formula "H<sub>2</sub>O", senza dubbio la più conosciuta tra tutte le formule chimiche. L'acqua è un ottimo solvente per molte sostanze, di conseguenza durante il ciclo

mare - nubi - pioggia - falda freatica - fiumi - mare

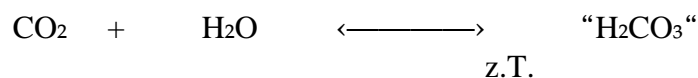
essa si arricchisce con i più svariati composti; alcuni di questi sono fisiologicamente nocivi, altri invece sono molto richiesti.

Se si parte dall'acqua evaporata si trova che questa è molto pura, non appena si ha però la condensazione in gocce vi entrano subito in soluzione i famigerati gas anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) ed i gas nitrosi (NO<sub>x</sub>) e si forma la "PIOGGIA ACIDA". Inoltre nell'acqua si scioglie anche l'anidride carbonica (vedi sotto). Durante l'infiltrazione nel suolo altre sostanze entrano in soluzione, a cui vanno ad aggiungersi quelle dovute alle acque di scarico. Queste ultime se non si decompongono si sedimentano sul fondo dei fiumi o giungono fino al mare dove costituiscono una minaccia per la flora e la fauna.

A seconda dell'uso che si vuole fare dell'acqua essa deve avere un determinato grado di purezza. L'acqua presente nei nostri fiumi p.es. può ormai essere usata solamente per scopi industriali (come acque di raffreddamento p.es.) e può in questo caso contenere addirittura delle sostanze nocive. Una purezza notevolmente maggiore è invece richiesta per l'acqua per uso domestico ovvero per l'acqua potabile e quella di lavaggio. Mentre l'acqua potabile non deve innanzitutto contenere delle sostanze dannose alla salute (p.es. solventi organici, metalli pesanti), l'acqua di lavaggio dovrebbe possibilmente essere povera in sali disciolti (p.es. calcio). Purezze assolute si richiede infine per esperimenti di laboratorio, dove si lavora con acque distillate che non contengono sostanze estranee; per questo motivo essa non è adatta all'alimentazione umana.

La normale acqua del rubinetto contiene, come accennato sopra, una serie di sostanze disciolte. Ma come si arriva a questo?

L'anidride carbonica per esempio entra in soluzione nell'acqua piovana formando in parte dell'acido carbonico:



Tel. +41 (0)44-939 11 13  
Fax +41 (0)44-939 11 66

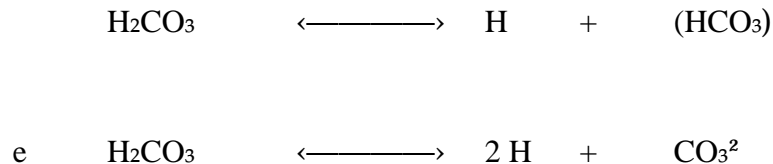
www. **Anticaro**.com



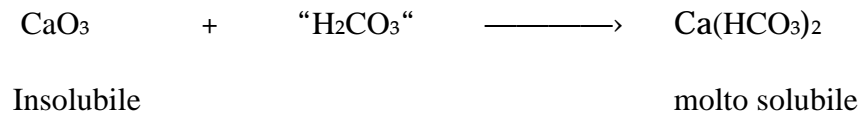
**Anticaro**

Mühlestrasse 9  
CH-8344 Bäretswil

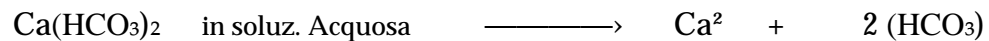
L'acido carbonico è un acido debole, questo è dimostrato dal fatto che solo una piccola parte dell'acido si dissocia nei suoi ioni.



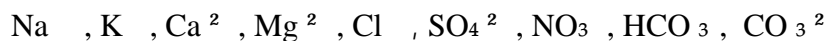
Durante l'infiltrazione nel sottosuolo l'acido carbonico in soluzione nell'acqua corrode le rocce calcaree o le discioglie sotto forme di idrogenocarbonato di calcio (bicarbonato).



Solubilità di sali in acqua e sinonimo di dissociazione in ioni (portatori di cariche). Per questo le sostanze andrebbero meglio scritte in forma ionica.



La stessa cosa avviene col carbonato di magnesio ( $\text{MgCO}_3$ ). I sali presenti nella terra, come i cloruri ed i solfati vengono sciolti direttamente, senza scomposizione preliminare. Un equilibrato rapporto di questi minerali e di elementi in tracce assicura una buona commestibilità ed in certi casi consente addirittura l'applicazione terapeutica. Sulle bottiglie di acque minerali vengono riportate le concentrazioni dei seguenti ioni (provenienti dai relativi sali disciolti) determinate per mezzo di analisi chimica:



Oltre a conferire delle salutari proprietà una parte di questi sali rende dura l'acqua. A questi sali appartengono i cloruri, i solfati, gli idrogenocarbonati di magnesio e di calcio:



L'acqua dura porta ad incrostazioni, ad antiestetiche macchie di calcare, alla biancheria ruvida, aumenta il consumo di detersivi, rende più difficile la cottura dei

Tel. +41 (0)44-939 11 13  
Fax +41 (0)44-939 11 66

www.**Anticaro**.com





**Anticaro**

Mühlestrasse 9  
CH-8344 Bäretswil

I cloruri ed i solfati che contribuiscono a rendere dura l'acqua non si possono far precipitare in questo modo. Di conseguenza la durezza totale dell'acqua è composta dalle durezza permanente dovuta agli idrogenocarbonati. L'apparente vantaggio di ottenere dell'acqua dolce mediante bollitura si dimostra molto presto una conclusione errata, se si considera dove va a depositarsi il calcio precipitato: principalmente sotto forma di incrostazioni sulle serpentine di boilers, caffettiere, lavastoviglie e lavatrici.

Gli apparecchi incrostati di calcare in questo modo non solo consumano fino al 50% in più di energia, ma in ultima analisi ne escono distrutti, con conseguente grave danno economico.

La durezza residua rimanente (durezza permanente) lega però ancora una notevole quantità di detersivo, cosicché solamente una parte viene impiegata per il lavaggio vero e proprio. Inoltre deve essere gettato:

Tel. +41 (0)44-939 11 13  
Fax +41 (0)44-939 11 66

www. **Anticaro**.com





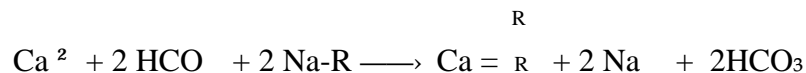
**Anticaro**

Mühlestrasse 9  
CH-8344 Bäretswil

### 2.3 Metodo dello scambio ionico

Questo procedimento porta ad una desalificazione parziale o totale. Oggi esistono degli impianti di questo genere che vengono installati nell'impianto idrico degli appartamenti. Quando l'acqua scorre attraverso lo scambiatore gli agenti che induriscono l'acqua (ioni di calcio e magnesio) vengono scambiati con ioni sodio.

(Uno scambiatore ionico sovente è costituito da un materiale sintetico (R) in grado di formare degli ioni sulla sua superficie )



L'idrogenocarbonato di sodio che si forma (NaHCO<sub>3</sub>, solubile) viene anch'esso trasformato in carbonato a causa del calore, ma al contrario del carbonato di calcio il carbonato di sodio (soda) è solubile. L'acqua dolcificata ottenuta con questo sistema è difficilmente utilizzabile per scopi alimentari a causa del suo sapore insipido, cosa che non dovrebbe meravigliare data la formazione di soda (vedi sopra). Inoltre da un punto di vista fisiologico desta preoccupazione l'arricchimento della dieta con sodio, specialmente riguardo alle persone sofferenti di cardiopatie o di pressione alta.

Non del tutto positivo è anche il fatto che gli scambiatori ionici esausti debbano essere rigenerati periodicamente con sale rigeneratore (sale da cucina a grana grossa) cose che comporta una ripetuta salificazione delle acque di scarico.

### 3. Metodi di dolcificazione chimico-fisici e fisici.

#### 3.1 Distillazione

Mediante la distillazione si ottiene un'acqua completamente desalificata ma con un elevato dispendio di energia e di lavorazione.

#### 3.2 Metodo del congelamento

Se si filtra dell'acqua parzialmente ghiacciata e si fa poi sciogliere la perle ghiacciate, si nota che l'acqua di fusione contiene notevolmente meno sali dell'acqua di partenza.

#### 3.3 Procedimento elettrico

Applicando una tensione continua esattamente definita, gli agenti della durezza precipitano sotto forma di fango di calcio.

Tel. +41 (0)44-939 11 13  
Fax +41 (0)44-939 11 66

www.**Anticaro**.com



**Anticaro**

Mühlestrasse 9  
CH-8344 Bäretswil

### 3.4 Procedimenti magnetici

Anche qui, gli agenti della durezza precipitano sotto forma di fango di calcio, sempre che l'andamento delle linee di forza magnetiche sia perpendicolare al senso di corrente dell'acqua.

E così siamo arrivati all,

apparecchio anticalcare "ANTICARO".

La speciale lega dell'apparecchio funziona sulla base di campi magnetici e fa precipitare gli agenti della durezza in parte sotto forma di fango di calcio. La conseguenza di questo è che le sostanze disciolte non precipitano solamente sotto l'effetto del calore. Ma "ANTICARO" agisce anche sui disciolti sali di calcio e magnesio residui.

Mentre i residui d'acqua non trattate danno origine a incrostazioni, l'acqua trattata con "ANTICARO" forma un residuo di calcare nettamente più molle, che può essere facilmente eliminato dalle superfici lisce per mezzo di un panno e dalle altre con una spazzola. Lo stesso vale per il suddetto fango di calcio, invisibile a occhio nudo, date le minime quantità. Non si verifica quindi un "addolcimento" o eliminazione della durezza, ma una trasformazione del calcio. Infatti, "ANTICARO" è un apparecchio anticalcare e non un apparecchio di addolcimento. Come avviene questa trasformazione? Gli influssi polarizzatori trasformano la struttura cristallina del calcio in precipitazione. Normalmente, il carbonato di calcio precipitato ha una struttura romboedrica (ved. schizzo 1), detta CALOITE. Il carbonato di calcio è instabile e si trova perciò di raro allo stato naturale: è denominato ARAGONITE e ha una struttura stratificata.

La polarizzazione (campo elettrico, campo magnetico) provoca cioè la precipitazione dei sali nelle strutture stratificate. Nel caso in questione, ciascuno strato è composto solamente da ioni di calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) oppure solamente da ioni di carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ). Inoltre, ciascuno strato di ioni di calcio è circondato sopra e sotto da strati di ioni di carbonato (con minore densità di ioni) (ved. schizzo 2). Mentre le distanze fra gli strati di calcio e quelli di carbonato sono piccole, gli strati sovrapposti di carbonato hanno distanze maggiori. In questo punto è quindi previsto un punto di rottura obbligatoria. La struttura stratificata è notevolmente meno stabile di quella romboedrica, dato che nella direzione perpendicolare ai singoli strati le forze di attrazione sono più deboli di quelle agenti nell'interno degli strati stessi. Le elevate forze di coesione hanno strutture di costruzione simmetrica, in quanto le distanze fra gli ioni sono uniformemente brevi e in esse sono inseriti alternativamente ioni positivi e negativi.

Tel. +41 (0)44-939 11 13  
Fax +41 (0)44-939 11 66

www. **Anticaro**.com



**Anticaro**

Mühlestrasse 9  
CH-8344 Bäretswil

E' questa una delle ragioni per le quali i residui di calcare lasciati dall' acqua trattata con "ANTICARO" si lasciano eliminare facilmente, quasi strato dopo strato, mentre che l'acqua non trattata da origine a incrostazioni molto dure e tenaci.

Oltre alla protezione anticalcare, "ANTICARO" offre quella antiruggine. Gli esami hanno dimostrato che l'acqua trattata contiene meno ossigeno. Nei sistemi tendenti alla corrosione, si ha una formazione parallela di ioni di ferro II ( $Fe^{2+}$ ). Nell'acqua non trattata, oltre a quest'ultimi, si trovano anche ioni di ferro III ( $Fe^{3+}$ ). La presenza allo stesso tempo di ioni di ferro II e ferro III rappresenta un sistema fortemente ossidante (potenziale standard + 0,77 V), il cui potenziale non solo è sufficiente per far arrugginire rapidamente le tubazioni di ferro, ma può anche causare la corrosione di quelle di rame. Con "ANTICARO", la capacità corrosiva dell'acqua viene ridotta nettamente. Inoltre gli ioni di ferro II formano con relativa facilità il carbonato di ferro ( $FeCO_2$ ), che promuove la formazione di fango di calcio, dato che possiede la stessa struttura cristallina del carbonato di calcio.

L'APPARECCHIO ANTICARO DI PROTEZIONE ANTICALCARE E ANTIRUGGINE NON E' UNA CALAMITA CHE .PUO' AFFATICARSI E NEANCHE UN ELETTROMAGNETE CHE CONSUMA CONTINUAMENTE ENERGIA. L'APPARECCHIO ANTICARO E' FATTO DI LEGA SPECIALE, FUSA SECONDO UN PROCEDIMENTO PARTICOLARE. ANTICARO LAVORA PERMANENTEMENTE SENZA CAUSARE COSTI SUPPLEMENTARI E, ANCORA PIU' IMPORTANTE, SENZA MODIFICARE IN MODO NEGATIVO LA COMPOSIZIONE DELL'ACQUA E QUINDI LA SUA QUALITA.

Tel. +41 (0)44-939 11 13  
Fax +41 (0)44-939 11 66

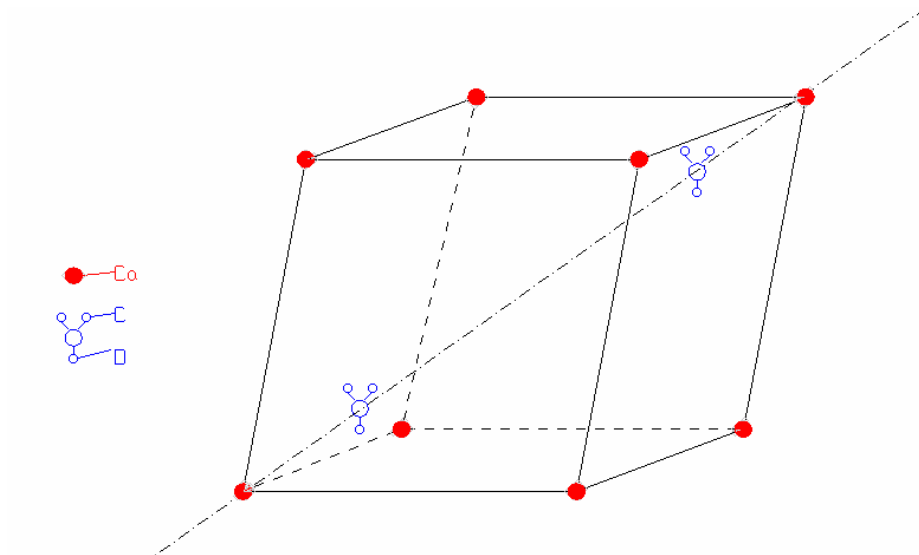
www. **Anticaro**.com



**Anticaro**

Mühlestrasse 9  
CH-8344 Bäretswil

Disegno 1 Reticolo cristallino della calcite



Struttura cristallina: trigonale romboedrica

“Tipo calcite”: reticolo tridimensionale, altamente simmetrico, distanze uniformi, energie di legame uniformi

Tel. +41 (0)44-939 11 13  
Fax +41 (0)44-939 11 66

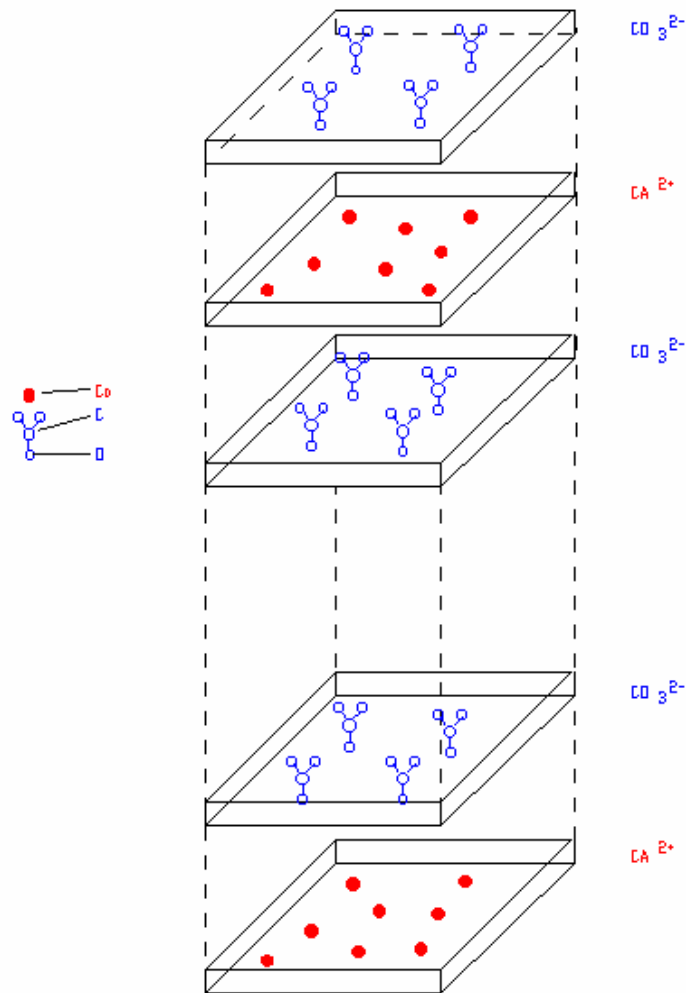
www. **Anticaro**.com



**Anticaro**

Mühlestrasse 9  
CH-8344 Bäretswil

Disegno 2 Reticolo cristallino dell'aragonite



Struttura cristallina:

Reticolo stratificato

Tipo aragonite:

Uno strato di  $Ca^{2+}$  si trova tra due strati di  $CO_3^{2-}$  in cui gli ioni hanno la metà della densità. Ad uno strato di ioni  $Ca^{2+}$  fa seguito a breve distanza  $CO_3^{2-}$  uno strato di ioni  $Ca^{2+}$  segue ancora a breve distanza uno strato di ioni  $CO_3^{2-}$  e poi ad una distanza molto maggiore un altro strato di ioni  $CO_3^{2-}$  - ecc.

Tel. +41 (0)44-939 11 13

Fax +41 (0)44-939 11 66



**Anticaro**

Mühlestrasse 9  
CH-8344 Bäretswil

## TEST

(di Rudolf Herbers)

1. Riassunto dei risultati delle analisi
  - 1.1 Campo di applicazione  
In zone che appartengono al grado di durezza 3 e 4 (cioè a partire da 14 °d) è consigliabile montare un apparecchio di protezione contro il calcare e contro la ruggine ANTICARO se la parte di durezza temporanea (durezza carbonatica) è almeno il 50% della durezza totale (durezza temporanea e permanente). Nelle zone critiche, prima della installazione sarebbe opportuno eseguire una misurazione della durezza.
  - 1.2 I depositi e le incrostazioni di calcare sulle serpentine di riscaldamento risultano ridotti fino all'80%.
  - 1.3 Se si eccettua uno strato sottile come un velo che aderisce tenacemente e che può essere considerato come uno strato protettivo contro l'acido carbonico libero, tutto il rimanente deposito di calcare si può rimuovere facilmente e senza l'uso di sostanze chimiche.
  - 1.4 Il test della schiume di sapone dimostra che l'acqua trattata con ANTICARO favorisce la formazione di schiuma e la mantiene più a lungo.
  - 1.5 Qualitativamente si può dimostrare che l'acqua trattata con anticaro necessita di una minore quantità di energia per essere riscaldata.
  - 1.6 Il grado di durezza si riduce, anche se di poco, sia nel campo temporaneo che in quello permanente.
  - 1.7 Le macchie di calcare su vetro e ceramica possono essere rimosse più facilmente dopo il trattamento con ANTICARO.
  - 1.8 Si può dimostrare qualitativamente che durante il passaggio attraverso l'apparecchio ANTICARO si ha precipitazione di calcio (formazione di fanghiglia di calcio).
  - 1.9 L'effetto degli apparecchi ANTICARO si può notare sia nel caso di tubi in ferro che nel caso di tubi in rame. Nel caso dei tubi in ferro l'effetto permane per un certo periodo anche dopo lo smontaggio dell'ANTICARO a causa della magnetizzazione dei tubi.
  - 1.10 L'acqua ANTICARO mostra una conducibilità lievemente inferiore a quella non trattata.

Tel. +41 (0)44-939 11 13

Fax +41 (0)44-939 11 66

www. **Anticaro**.com



**Anticaro**

Mühlestrasse 9  
CH-8344 Bäretswil

2. Esecuzione delle esperienze e risultati in dettaglio

2.1 Determinazione dei gradi di durezza dell'acqua di laboratorio usata negli esperimenti.

Le prove sono state ripetute più volte - con differenti risultati. Nel 90% dei giorni di prova sono stati ottenuti i seguenti risultati:

Durezza totale (somma dei metalli alcalino - terrosi)	29 dH
--	-------

Durezza dovute ai carbonati	16 dH
-----------------------------	-------

2.2 Depositi di calcare sulle serpentine di riscaldamento:

In un'apparecchiatura di misura sono state portate all'ebollizione delle ben definite quantità di acqua per mezzo di un riscaldatore ad immersione. Così facendo si è fatta grandissima attenzione ad usare identiche quantità di acqua - trattata con ANTICARO e non trattata.

In tutti i casi i riscaldatori ad immersione sono stati perfettamente puliti e pesati con precisione prima dello esperimento. Al termine dell'evaporazione i riscaldatori sono stati essiccati e nuovamente pesati. Le quantità di calcare depositatesi durante gli esperimenti sono state messe in relazione.

Facendo evaporare 30 litri in media si sono ottenuti i seguenti risultati:

	ANTICARO	senza
M (riscaldatore + deposito di calcare)	263.55 g	266.93 g
M (riscaldatore)	262.68 g	262.30 g
M (calcare)	0.87 g	4.63 g

Questo corrisponde ad un deposito ridotto dell'80%. Se si analizzano gli strati di calcare depositatisi si nota che l'acqua trattata con ANTICARO produce uno strato sottile ma molto aderente, mentre l'acqua non trattata lascia dietro di sé dei depositi di calcare fragili e duri.

2.3 Depositi di calcare su recipienti

Durante un esperimento sono state fatte evaporare identiche quantità di acqua in esame in recipienti identici e con gli stessi riscaldatori. La temperatura è stata regolata in modo tale da far evaporare una quantità di acqua sempre costante - l'acqua veniva rabboccata automaticamente. In tutto in ognuna delle unità di prova sono stati fatti evaporare 30 litri di acqua. I residui di calcare nei due recipienti erano quasi identici ogni volta che l'esperimento veniva ripetuto, l'esame visivo non faceva notare alcuna differenza. I lavori di pulizia hanno però dimostrato chiare differenze riguardo alla struttura dei due tipi di deposito. Nel caso del deposito ANTICARO è stato possibile rimuovere

Tel. +41 (0)44-939 11 13

Fax +41 (0)44-939 11 66



**Anticaro**

Mühlestrasse 9  
CH-8344 Bäretswil

con un panno tutto il calcare tranne un sottile strato duro, mentre cio non è risultato possibile nel recipiente di confronto.

#### 2.4 Formazione di schiuma di sapone

Per mezzo di una soluzione saponosa alcolica (Boutron-Boudet) ed agitando il contenitore si vuole creare una schiuma permanente a piccoli pori. Accanto ai due campioni di acqua da esaminare è stata usata anche acque distillata come termine di paragone. Nel caso dei 5ml di acqua distillata già dopo 2 gocce di soluzione saponosa si osservava la formazione di una schiuma permanente a piccoli pori. Facendo gocciolare la soluzione saponosa nei campioni di acqua da esaminare si è osservato dapprima un intorbidimento (formazione di sapone calcareo) in entrambi i casi. A partire dalla 23 a goccia si manifestava una evidente formazione di schiuma nel caso dell'ANTICRO. A partire dalla 27 a goccia i due campioni erano di nuovo identici. Il risultato puo essere interpretato in questo modo: la legatura dei metalli alcalino-terrosi disciolti termina prima nel caso dell'acqua trattata con ANTICARO che nel caso della acqua non trattata; in altre parole l'acqua ANTICARO contiene meno sostanze indurenti disciolte.

#### 2.5 Consumo di energia durante il riscaldamento

Dapprima fu un osservazione casuale, ma in seguito ad indagini piu approfondite si è arrivati a questo risultato:

Se si riscaldano identiche quantità di acqua in identici recipienti e con gli stessi riscaldatori, si notano delle piccole differenze di temperatura. Inoltre si ha soggettivamente l'impressione che l'acqua ANTICARO bolla piu vivacemente. Nelle numerose ripetizioni dell'esperimento si sono ottenuti sempre valori diversi, ma la regola era di 1 - 3 °C a favore dell'acqua ANTICARO.

#### 2.6 Durante i test comperativi, dei campioni di acqua e di acqua non trattata sono stati sottoposti uno dietro l'altro all'analisi del grado di durezza. Si è osservato che i valori non sono costanti né in scala relativa, né in scala assoluta. Così p.es. per l'acqua di raffronto sono stati misurati 31 OdH di durezza totale, mentre la corrispondente acque ANTICARO, presentava una durezza totale di 27 OdH. Nell'ambito della durezza carbonatica il rapporto era di 19 contro 16.

Tel. +41 (0)44-939 11 13  
Fax +41 (0)44-939 11 66

www. **Anticaro**.com



**Anticaro**

Mühlestrasse 9  
CH-8344 Bäretswil

- 2.7 Se si lascia evaporare un campione dell'acqua di raffronto ed un campione dell'acqua ANTICARO su una piastrella o su una lastra di vetro si ha in entrambi i casi un residuo di calcare. Queste macchie rappresentano un grosso problema durante i lavori di pulizia. Durante un confronto soggettivo si è notata subito una differenza: le macchie di calcare dell'acqua ANTICARO non sono neanche lontanamente così tenaci come le macchie dovute ad acque ordinaria. Cercando di rendere più oggettivo questo esperimento, si è passati con lo stesso materiale ed usando la stessa pressione su due strisce parallele di macchie di calcare lasciate dai due tipi di acqua. Anche qui si è avuta conferma della differenza di cui sopra. Inoltre se, usando una pressione maggiore, si rimuovono entrambi i tipi di macchie, nel caso dell'acque di raffronto permangono dei bordi di calcare particolarmente tenaci. Nel caso dell'anticaro questo effetto si presenta in misura minore.
- 2.8 In sede di verifica della "formazione di fanghiglia calcarea" si è dapprima tentata un'analisi quantitativa usando dei filtri di vetro (G2). Anche con portate elevate le quantità di sostanze filtrate erano troppo scarse per poter dare una valutazione di carattere quantitativo. Per questo motivo, successivamente, 30 litri di acqua ANTICARO e 30 litri di acque di raffronto sono stati fatti passare attraverso un filtro aspirante a banda nera. In questo caso si è notata una differenza visibile: nel caso dell'acqua ANTICARO sul filtro rotondo rimaneva un residuo maggiore, colorato con tracce di sali di ferro. Questa è una prova della precipitazione dei sali disciolti sotto forma di "fanghiglia di calcare", anche se si tratta solamente di quantità minime.
- 2.9 Misurazione della conducibilità elettrica  
Per ottenere un paragone tra la conducibilità dell'acqua ANTICARO e quella di raffronto si è usata una tensione alternata costante di 2V. In queste condizioni la conducibilità dell'acqua ANTICARO era pari a 0,4 mS, mentre a parità di condizioni quella dell'acqua di raffronto era di 0,5 mS. Una differenza piccola ma misurabile.
- 3.0 Nel corso di alcuni esperimenti l'ANTICARO è stato montato anche su tubi in rame (p.es. test della schiuma di sapone). Le prime e semplici osservazioni indicano che l'effetto si manifesta anche nel caso del rame, probabilmente è anche maggiore che nel caso del ferro, solo che dopo lo smontaggio sparisce immediatamente, visto che il rame, a differenza del ferro, non rimane magnetizzato.

Tel. +41 (0)44-939 11 13  
Fax +41 (0)44-939 11 66

www. **Anticaro**.com