

# Evaluación de la calidad físico-química y bacteriológica del agua subterránea en pozos criollos del municipio de Moa

Moraima Fernández Rodríguez<sup>1</sup> / [mfernadezr@ismm.edu.cu](mailto:mfernadezr@ismm.edu.cu)  
Osvaldo Fernández Urgellés<sup>2</sup>

## RESUMEN

Los pobladores de los repartos Las Coloradas y La Playa (municipio de Moa) utilizan para el consumo humano agua subterránea procedente de pozos criollos cuando falla la distribución de agua potable a través de la red hidrológica. Para conocer los componentes generales, mayoritarios y no deseables se evaluó la calidad físico-química y bacteriológica de estas aguas. Se emplearon las técnicas analíticas convencionales así como métodos gráficos. Los resultados reflejaron la presencia de elementos no deseables, indicadores de contaminación, que sobrepasan los índices establecidos para el consumo humano como agua potable. Los resultados del análisis bacteriológico evidenciaron la presencia de bacilos de colis y colifecales, siendo fundamentalmente su composición fecal lo que determina su estado sanitario. Se concluye que las aguas de los pozos criollos estudiados no responden a los requisitos establecidos en las normas para consumo humano.

## PALABRAS CLAVE

Calidad de las aguas, análisis bacteriológico, contaminantes, pozos criollos.

---

Recibido: abril 2007 / Aceptado: mayo 2007

<sup>1</sup> Instituto Superior Minero Metalúrgico. Las Coloradas s/n, Moa, Cuba.

<sup>2</sup> Ministerio de Salud Pública.

# **Evaluation of the physical-chemistry and bacteriological quality of the underground water in Creole wells of Moa**

## **ABSTRACT**

The inhabitants of Las Coloradas and La Playa district (municipality of Moa) use underground water coming from Creole wells for human consumption when the distribution service of drinkable water through the hydrological network fails. The physical-chemistry and bacteriological quality of waters was evaluated to know their general, majority and not desirable components. Conventional analytic techniques were used as well as graphic methods. The results reflected the presence of non desirable elements, contamination indicators that exceed the established indexes for human consumption as drinkable water. The results of the bacteriological analysis evidenced the presence of colis and coli-fecal bacilluses, being their fecal composition what determines fundamentally their sanitary state. It's concluded that waters of the studied Creole wells do not respond to the requirements settled down in the norms for human consumption.

## **KEY WORDS**

Water quality, bacteriological analyses, polluting agents, Creole wells.

## **INTRODUCCIÓN**

En algunas zonas residenciales del municipio de Moa, provincia de Holguín, los pobladores consumen agua de pozos criollos ubicados en sus patios cuando falla la distribución de la red hidrológica. Las aguas de pozo pueden estar contaminadas por elementos químicos y microorganismos patógenos como los coliformes fecales y *E. Coli*. Éstas últimas son bacterias cuya presencia indica que el agua podría estar contaminada con heces fecales humanas o de animales. Los microbios que provocan enfermedades (patógenas) y están presentes en las heces, causan diarreas, cólicos, náuseas, cefaleas u otros síntomas, representando un riesgo para la salud de bebés, niños pequeños y personas adultas con sistema inmunológico comprometido.

Debido a la diversidad de usos del agua y a la cantidad y variedad de sus contaminantes, los criterios de calidad actuales necesitan un número muy alto de parámetros analíticos.

Teniendo en cuenta el impacto social que está teniendo la creciente escasez de agua y la discutible calidad de esta en muchos casos, se hace necesario el estudio físico químico y bacteriológico de las aguas destinadas al consumo humano.

El objetivo de este trabajo es determinar la calidad físico-química y bacteriológica del agua de pozos criollos ubicados en los repartos Las Coloradas y La Playa con la finalidad de conocer si son aptas para el consumo humano.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El área de estudio se ubica hacia el nordeste del municipio de Moa, provincia de Holguín (figura 1), limitando al norte con las aguas del Océano Atlántico, al sur con la línea convencional que separa los municipios Baracoa y Yateras, al este con el poblado de Punta Gorda, y al oeste con el municipio de Sagua de Tánamo. La zona de trabajo ocupa unos tres kilómetros cuadrados, abarcando los repartos La Playa y Las Coloradas.

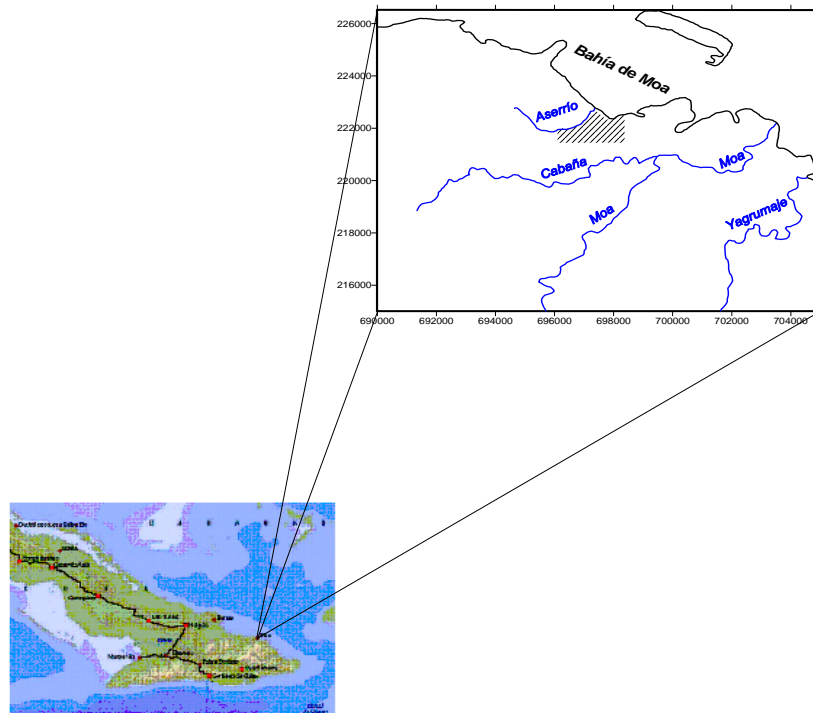


Figura 1. Mapa de ubicación geográfica de la zona de estudio

### **Selección de los puntos de muestreo**

Se realizaron 2 campañas de muestreo en un periodo comprendido entre 1998 y el 2000. Se analizaron 12 pozos criollos enmarcados dentro del área que agrupa el complejo acuífero de los sedimentos lateríticos y el complejo acuífero de sedimentos costeros.

El muestreo se realizó de acuerdo con las técnicas conocidas para ello (APHA, 1990). Se midieron in situ los parámetros, pH, Temperatura, Conductividad y Sólidos Totales Disueltos (STD).

### **Determinaciones analíticas**

Los métodos empleados para las determinaciones analíticas se recogen en la tabla 1. Para la realización de estos análisis se siguió la metodología establecida para agua potable, fundamentalmente el Método Standard Internacional (APHA, 1990) y las normas cubanas NC 93-01-210: 1987 y NC 93-03: 1985.

Tabla 1. Métodos analíticos utilizados

<b>Parámetros</b>	<b>Métodos de determinación</b>
Temperatura °C	Termométrico
pH	Electrométrico
Conductividad ( $\mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$ )	Conductímetro CO 150
Salinidad %	Conductímetro CO 150
STD (mg/L)	Conductímetro CO 150
Color Esc/Pt-Co	Espectrofotometría de Absorción
Turbidez NTU	Espectrofotometría de Absorción
Ca <sup>++</sup> (mg/L)	Complexometría ( Valoración con EDTA)
Mg <sup>++</sup> (mg/L)	Complexometría ( Valoración con EDTA)
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Valoración Ácida
CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Valoración Ácida
Cl <sup>-</sup> (mg/L)	Método de Mohr
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Método turbidimétrico
Na <sup>+</sup> (mg/L)	Espectrofotometría Absorción Atómica
K <sup>+</sup> (mg/L)	Espectrofotometría Absorción Atómica
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Espectrofotometría de Absorción U. Visible
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Espectrofotometría de Absorción U. Visible
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	Espectrofotometría de Absorción U. Visible
Materia Org. (mg/L)	Volumétrico
Fe (mg/L)	Espectrofotometría de absorción U. Visible
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> (mg/L)	Espectrofotometría de absorción U. Visible
Cr <sup>6+</sup> (mg/L)	Espectrofotometría de absorción U. Visible
Residuo Seco (mg/L)	Método Gravimétrico.

Los análisis bacteriológicos se realizaron según el método estándar para determinar bacterias coliformes como indicadores de contaminación fecal.

### Tratamiento de datos

Además de las técnicas analíticas convencionales, en el tratamiento de los datos analíticos se emplearon métodos gráficos. Se utilizó la relación entre el balance iónico y la conductividad para discernir la fiabilidad de los datos analíticos obtenidos en los componentes químicos mayoritarios.

El error admisible en un balance iónico viene dado por:

$$Error(\%) = 200 \times \frac{\sum Cationes - \sum Aniones}{\sum Cationes + \sum Aniones}$$

y está dado por el grado de mineralización y tipo de agua a nivel puramente indicativo, según lo siguiente:

Conductividad ( $\mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$ )	50	200	500	2000	>2000
Error admisible (%)	30	10	8	4	4

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las figuras 1, 2 y 3 representan las variaciones que experimentan los valores de los diferentes parámetros en cada uno de los pozos. Se obtuvieron valores superiores a los permisibles según NC -93-02: 1985.

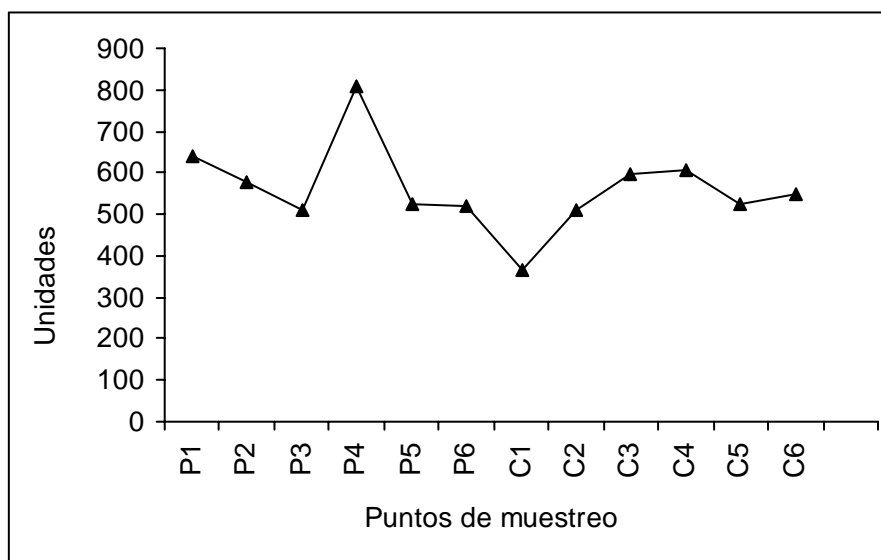


Figura 1. Comportamiento de la conductividad,  $\mu\text{s}/\text{cm}^{-1}$

Las conductividades son elevadas ya que la mayor parte de los pozos se encuentran cerca del mar lo que provoca un aumento de sus sales. La temperatura y la turbidez mantienen un rango óptimo sin variaciones en casi todo el periodo y de acuerdo a los valores de pH se caracterizan por ser aguas débilmente neutras (figura 2).

La presencia de iones  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  se debe al tipo de roca, representada por calizas carsificadas y depósitos arcillo-arenosos. Los contenidos de estos iones no exceden los límites permisibles para aguas de consumo; sin embargo, es bueno destacar que en comparación con las aguas subterráneas de la región, los valores de concentración de estos elementos han aumentado debido a la influencia de los vertimientos sólidos y líquidos (figura 3).

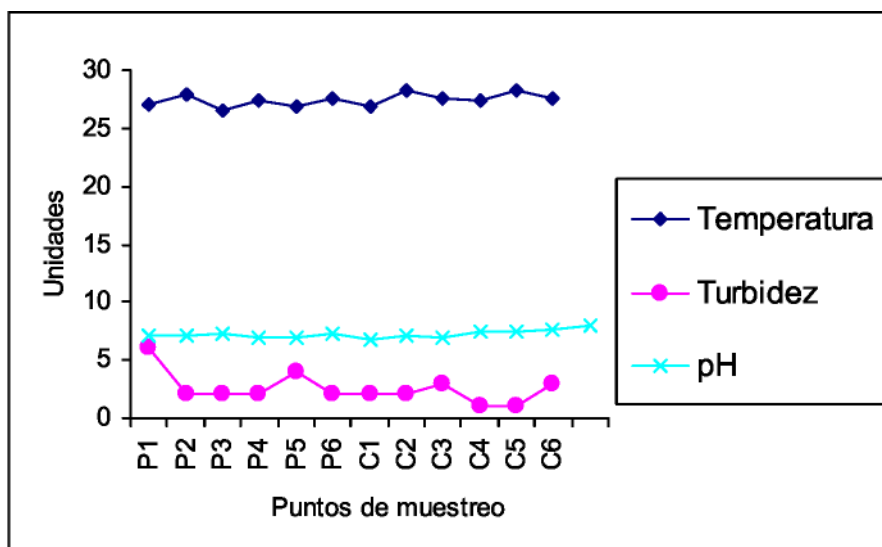


Figura 2. Comportamiento de la temperatura ( $^{\circ}C$ ), la turbidez (NTU) y el pH.

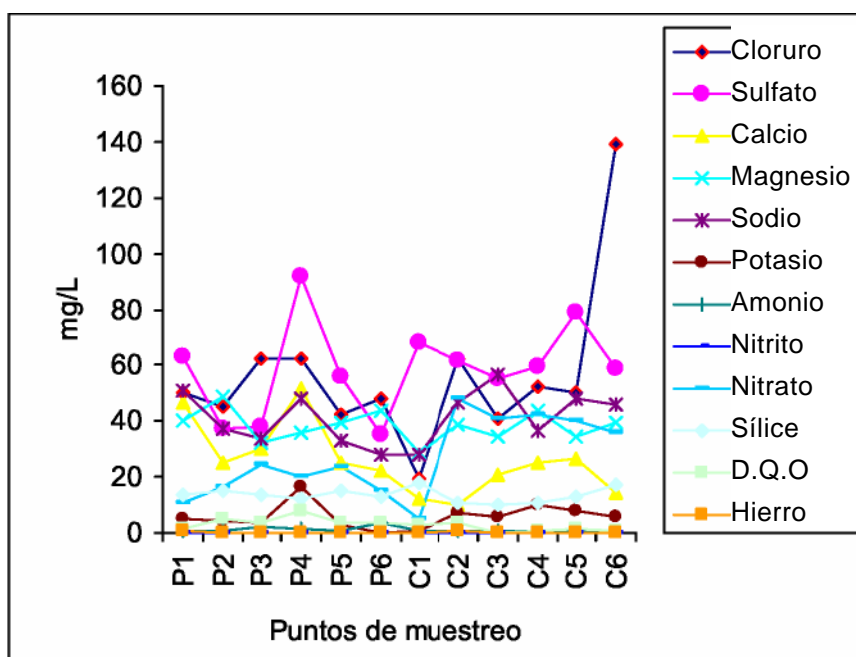


Figura 3. Composición química

Los iones  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  son predominantes y alcanzan elevadas concentraciones en los pozos P1, P3, P4, C1, C3, C4. Al encontrarse éstos cercanos al mar son afectados por la intrusión salina, a lo que se añade la contaminación fecal ocasionada por vertimientos de aguas albañales y residuales sólidos y líquidos.

Los contenidos de  $\text{SiO}_2$  no mostraron alteración, su concentración oscila entre los 10,2 y 18,2 mg/L no afectando la calidad del agua.

Desde el punto de vista químico gran parte de las aguas están contaminadas por iones  $\text{NO}^-2$ ,  $\text{NO}^-3$  y por la Demanda Química de Oxígeno (DQO), debido fundamentalmente a la descomposición de materias orgánicas por acción bacteriana, y al vertimiento de residuales sólidos, líquidos y aguas albañales. Los contenidos de elementos nitrogenados en la mayoría de los pozos excede los límites establecidos para el agua potable, según las normas de la OMS las cuales estipulan que las aguas para consumo humano deben estar exentas de estos elementos.

Según la Agencia de Protección Ambiental de los Estado Unidos (1983), el consumo de agua con concentraciones de nitrato mayor de 10 mg/L y de nitritos mayores de 1 mg/L en niños menores de seis meses puede provocar graves consecuencias a su salud. Entre los síntomas se incluye dificultad respiratoria y síndrome del bebé cianótico.

Desde el punto de vista higiénico sanitario estas aguas están afectadas por la presencia de bacilos colis y colifecales por lo que no responden a los requisitos establecidos en la norma cubana (NC 93-03: 1985) y su estado sanitario está determinado en primer lugar por su contaminación fecal y en segundo, por los residuos tanto sólidos como líquidos que son vertidos al medio y por las aguas procedentes del albañal doméstico (tabla 2).



La profundidad de yacencia de las aguas subterráneas es generalmente baja, llegando a alcanzar hasta un metro en algunas zonas.

Tabla 2. Resultados del examen bacteriológico.

Muestra	Pozo	Lugar	No. de colibacilos por 100 mL	No. de colifecales por 100 mL
1	P1	La Playa	98	26
2	P2	La Playa	260	28
3	P3	La Playa	1100	118
4	P4	La Playa	1100	96
5	P5	La Playa	99	47
6	P6	La Playa	>1100	39
7	C1	Las Coloradas	>1100	27
8	C2	Las Coloradas	1100	485
9	C3	Las Coloradas	1100	118
10	C4	Las Coloradas	44	85
11	C5	Las Coloradas	> 1100	31
12	C6	Las Coloradas	100	31

## CONCLUSIONES

1. De acuerdo con su dureza total las aguas analizadas son muy blandas y por su pH clasifican como débilmente neutras.
2. La composición química de las aguas subterráneas de la zona de Las Coloradas depende de factores como la alimentación de los acuíferos, fundamentalmente por medio de la infiltración de las precipitaciones atmosféricas que traen compuestos químicos producto de la disolución, lixiviación, erosión y meteorización de las rocas adyacentes, y por la contaminación que genera la actividad antrópica.

3. Los pozos criollos analizados en los repartos Las Coloradas y La Playa están contaminados por la presencia de  $\text{NO}^{2-}$  y  $\text{NO}^{3-}$  sobrepasando los valores máximos admisibles para agua potable, debido fundamentalmente a la descomposición de materias orgánicas.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- APHA, AWWA, WEF. 1995. Standard methods for examination of water descrei. I.S.A.E. Greeberg y A.D.S.Eaton (editors). 9 ed.
- NC-93-02: 1985 (CUBA). Higiene communal. Agua potable. Requisitos Sanitarios y muestreo. Aprobada Octubre 1985. Vigente en Marzo 1986.
- NC-93-03: 1985 (CUBA). Sistemas de abastecimiento de agua. Requisitos sanitarios. Aprobada Dic. 1985. Vigente en Septiembre. 1986.
- NC-93-01-206: 1988 (CUBA). Franjas forestales de las zonas de protección de embalses y causes fluviales. Aprobado en marzo 1988. Vigente en Septiembre 1986.
- United States Environmental Protection Agency. 1983. Methods for chemical analysis of water and wastes. Cincinati.