

**CALIDAD DEL AGUA EN EL ACUEDUCTO DE SAN ANTONIO  
DE CALIFORNIA (SANTANDER)**

**POR:**

**CARLOS I. DELGADO**  
**HIDROQUIMICO**

## CALIDAD DEL AGUA EN EL ACUEDUCTO DE SAN ANTONIO DE CALIFORNIA (SANTANDER)

### *Resumen.*

El informe estudia la calidad química del agua en el actual acueducto de California (Santander). Describe su situación y sugiere dos soluciones posibles del problema: 1) Acondicionar el acueducto con algunas obras que incluyen: captación, mejoramiento de la tubería de conducción, tanque de aguas crudas y filtros de arena y carbón activado. 2) Captar el agua de las fuentes Aburrido N<sup>o</sup> 1 y Aburrido N<sup>o</sup> 2, y entubarla hasta la actual tubería de conducción prescindiendo únicamente del tanque elevado de agua cruda. Finalmente hace algunas anotaciones respecto a casos aislados de coto o bocio presentados en la población y sus posibles causas en algunas regiones de Colombia, citando casos ocurridos en Inglaterra y Escocia, respecto al contenido de yodo, de substancias minerales y de dureza en el agua de consumo.

### *Introducción.*

La población de San Antonio de California, situada al NE de Bucaramanga, cuenta en la actualidad con unos 500 habitantes. Está unida con la capital de Santander por medio de una carretera de 54 kilómetros de largo, en buen estado de conservación; disfruta de un clima frío, sano y agradable, y sus habitantes, dedicados tradicionalmente a la minería de oro y plata, últimamente han incrementado algo la agricultura, dedicándose al cultivo de trigo, maíz y papa.

Dentro de la jurisdicción del Municipio de California se han encontrado yacimientos de uranio y, por esta razón, principalmente, es de esperarse un mayor auge e importancia de la población.

Cuenta con los servicios públicos de acueducto y planta hidroeléctrica, ambos deficientes. No dispone de alcantarillado.

El acueducto consiste de las siguientes partes: agua de la fuente denominada El Tabacal, que desciende de los cerros al NW de la población. No hay captación alguna en la parte inmediata a la fuente misma, y el agua corre libremente por la superficie, en parte por grietas poco profundas y, además, forma pequeños charcos fangosos recubiertos por vegetación en estado de descomposición. Luégo de recorrer este trayecto, el agua es recibida por una tubería de cemento, desciende por gravedad pasando por dos pequeños tanques desarenadores y finalmente a un tanque de almacenamiento cercano a la población y de una capacidad aproximada de 70 metros cúbicos. De allí es repartida directamente al consumo.

Las condiciones físicas y químicas del agua son:

Presenta un cierto grado de turbidez, debida en su totalidad a diminutas pero abundantes partículas vegetales que han sido arrastradas a lo largo del trayecto descubierto de la captación y desde el tanque de almacenamiento mismo, que está en mal estado de limpieza.

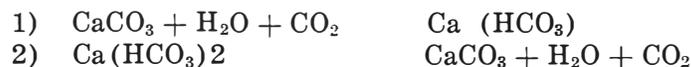
El color del agua varía notoriamente desde incolora hasta amarillenta. Este último es acentuado cuando se presentan las lluvias, y así pudo observarlo el suscrito. Dicho color es debido exclusivamente al pigmento de materia orgánica vegetal y en parte también a las mismas partículas vegetales en suspensión. De olor y sabor el agua no es desagradable.

Un análisis químico del agua del acueducto da una idea de su calidad y de sus condiciones de potabilidad:

pH ... .. .	6.9.
Dureza total ... .. .	6.7° alemanes.
Dureza total como CaCO <sub>3</sub> ... .. .	119.9 mg/l.
Cloruros (Cl <sup>-</sup> ) ... .. .	3.55 mg/l.
Hierro total (Fe) ... .. .	trazas.
Manganeso (Mn) ... .. .	negativo.
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) ... .. .	1.0 mg/l.
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) ... .. .	negativo.
Amoníaco (NH <sub>3</sub> ) ... .. .	0.18 mg/l.
<i>Substancias orgánicas en el agua,</i> <i>sin filtrar ... .. .</i>	<i>36.6 mg/l.</i>
<i>Substancias orgánicas en el agua,</i> <i>filtrada a través de carbón</i> <i>activado ... .. .</i>	<i>8.9 mg/l.</i>

#### Observaciones:

Parte del agua de la fuente de El Tabacal circula a través de formaciones calcáreas muy compactas y duras, por pequeños sistemas de grietas que han sido formados en parte por disolución del carbonato de calcio en agua; junto con el anhídrido carbónico se forma bicarbonato de calcio soluble. Pero la reacción en este caso es reversible, de acuerdo con las siguientes ecuaciones:



La primera reacción ocurre en la disolución del carbonato de calcio, y la segunda, al eliminarse el anhídrido carbónico combinado cuando sale el agua de las grietas hacia la superficie, debido a cambios de presión, precipitando carbonato de calcio en su largo recorrido por la tubería de conducción. Por esta razón el agua es blanda en los lugares de consumo (6.7° alemanes).

Los moradores de la región manifiestan que el agua "corta el jabón" y les deja el cabello "duro y grasoso". Esto no tiene su explicación en la dureza misma del agua (pues hemos visto que es blanda), sino en la gran cantidad de partículas microscópicas de materia vegetal que se encuentran en suspensión en el agua, y lógicamente obstruyen la acción del lavado.

El contenido de sustancias orgánicas es muy elevado, y en menos escala lleva sustancias nitrogenadas. Formas inferiores de materia vegetal o animal viviente o en decadencia son arrastradas por el agua que corre en la parte alta de la fuente superficialmente y en algunos trayectos se estanca formando charcos donde la vegetación de arbustos y pastales obstaculiza la libre circulación del agua. De este modo se incorporan en el agua organismos no siempre visibles a simple vista, que crecen rápidamente, como también formas algáceas o sean plantas que contienen clorofila u otras sustancias colorantes sintetizadas y asimiladas por la acción de la luz solar. Añadido a lo anterior tenemos que el agua penetra también por fisuras muchas veces no visibles, y en todos casos es frecuente que el manantial mismo no pueda ser descubierto en su totalidad, y por tales razones el agua presenta serios peligros de contaminación bacteriológica y ofrece un medio de proliferación de organismos vegetales y animales, además de comunicarle el agua un color verde amarillento.

#### *Análisis de otras fuentes.*

Otras fuentes fueron analizadas, las cuales se encuentran en los mismos cerros al NW de la población. En el lado derecho de la fuente El Tabacal corre la quebrada Los Prados, de caudal abundante, cuyo análisis dio el siguiente resultado:

pH ... ..	6.75.
Dureza total ... ..	5.3° alemanes.
Cloruros (Cl <sup>-</sup> ) ... ..	3.55 mg/l.
Hierro total (Fe) ... ..	trazas.
Manganeso (Mn) ... ..	negativo.
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) ... ..	2.0 mg/l.
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) ... ..	negativo.
Amoníaco (NH <sub>3</sub> ) ... ..	0.11 mg/l.
<i>Substancias orgánicas en el agua sin filtrar ... ..</i>	<i>37.9 mg/l.</i>
<i>Substancias orgánicas en el agua, filtrada a través de carbón activado ... ..</i>	<i>9.7 mg/l.</i>

#### *Observaciones:*

El agua presenta las mismas características de la fuente El Tabacal, con un contenido elevado de sustancias orgánicas y de color amarillento de origen vegetal.

En el lado izquierdo de la fuente El Tabacal y aproximadamente a unos 400 metros de ésta se encuentran las fuentes denominadas "Aburrido N° 1" y "Aburrido N° 2", con características químicas y físicas muy similares, según los siguientes análisis:

*Fuente "Aburrido N° 1".*

pH . . . . .	6.8.
CO <sub>2</sub> libre . . . . .	7.7 mg/l.
Dureza total . . . . .	0.84° alemanes.
Cloruros (Cl <sup>-</sup> ) . . . . .	5.32 mg/l.
Hierro total (Fe) . . . . .	trazas.
Manganeso (Mn) . . . . .	negativo.
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) . . . . .	trazas.
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) . . . . .	negativo.
Substancias orgánicas . . . . .	9.4 mg/l.

*Fuente "Aburrido N° 2".*

pH . . . . .	6.85.
CO <sub>2</sub> libre . . . . .	1.8 mg/l.
Dureza total . . . . .	0.56° alemanes.
Cloruros (Cl <sup>-</sup> ) . . . . .	3.55 mg/l.
Hierro total (Fe) . . . . .	trazas.
Manganeso (Mn) . . . . .	negativo.
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) . . . . .	trazas.
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) . . . . .	negativo.
Substancias orgánicas . . . . .	12.3 mg/l.

*Observaciones:*

Las fuentes manan de areniscas cuarcíticas; son completamente transparentes, incoloras y sin sedimentos, muy blandas, ligeramente ácidas, de sabor agradable y con un contenido de substancias orgánicas muy aceptable. *Es decir, químicamente son potables.*

*Conclusiones.*

1. El acueducto actual dispone de una cantidad de agua suficiente para unos 1.000 habitantes, aun en tiempo de verano, tomando como base un consumo diario por persona de 200 litros.
2. La actual toma de agua no puede considerarse como una verdadera captación.
3. La tubería de conducción (de cemento) en muchas partes está obstruída o rota.
4. La capacidad actual del tanque de distribución es suficiente.
5. Químicamente el agua es blanda, *pero desde el punto de vista higiénico es totalmente inaceptable y peligrosa por la fácil contaminación.*
6. Por su grado de limpieza y condiciones físicas y químicas, las fuentes "Aburrido N° 1" y "Aburrido N° 2" son más aceptables para el consumo humano.

*Recomendaciones.*

Se presentan dos soluciones posibles para el abasto de agua potable de los habitantes de California.

1. Aprovechamiento del actual acueducto, mejorando sus condiciones, y llevando a cabo las siguientes obras:

a) Captación en la parte superior de la fuente El Tabacal por medio de un tanque de cemento, previa una excavación que recoja la mayor cantidad de agua posible y provista de tapa de madera o metálica con orificio de aire y orificio de salida y drenaje (para el lavado).

b) Entubar el agua desde el tanque de captación y unirla a la actual tubería.

c) Mejorar los dos tanques intermedios que sirven de desarenadores, colocándoles tapas de madera o metálicas y controlando su limpieza constantemente.

d) Reparar la tubería de conducción en sus partes rotas, para evitar pérdidas de agua y ensuciamiento de la misma.

e) Opcionalmente sería aconsejable montar un tanque alto o elevado de metal o de cemento para recibir el agua cruda (sin tratar), de unos 25 metros cúbicos de capacidad y colocado antes del actual tanque de distribución, con una diferencia de altura de unos 10 metros (diferencia necesaria para que suministre la carga de presión para el lavado de los filtros). En este tanque se podría adicionar hipoclorito de calcio de fácil regulación, para coagular la materia orgánica y colorante y evitar en esta forma la rápida obstrucción de los filtros.

f) Inmediatamente antes del tanque actual de distribución colocar dos filtros pequeños: un primer filtro rápido de arena, flujo por gravedad y con lavado de abajo hacia arriba. Un segundo filtro de carbón activado que servirá para eliminar el color y el exceso de cloro. El agua así tratada pasaría al tanque de distribución actual.

g) Revestir muy bien en cemento el actual tanque de distribución y cubrirlo con una caseta con amplitud suficiente para manipulación e inspección del tanque y para que las condiciones de limpieza sean perfectas.

Esta sería la forma más económica y factible para lograr que el agua de la fuente El Tabacal reúna los requisitos de potabilidad e higiene exigidos para el consumo humano.

Para que el acueducto funcione normalmente es necesaria una constante vigilancia de todas las partes que lo constituyen: lavado permanente de los filtros, tanques desarenadores y de distribución y, finalmente, regulación del hipoclorito de calcio, que no ofrecería dificultad alguna ni en su dosificación ni en su manejo.

2. Una segunda posibilidad sería la de aprovechar el agua de las fuentes Aburrído N° 1 y 2, las cuales, como ya hemos señalado, gozan de condiciones aceptables de potabilidad. En este caso habría que captar ambas fuentes y por la posición de ellas habría facilidad para unir sus aguas en un solo conducto y llevarlas a la actual tubería de conducción. Este trayecto de tubería nueva se escogería de acuerdo a la topografía del terreno, para que suministre la línea más corta. En este caso podría prescindirse del tanque elevado de agua cruda y emplear solamente los mismos filtros descritos para el primer caso. La adición de hipoclorito de calcio se haría en el tanque de distribución, cuya dosificación puede calcularse *según sea la demanda de cloro*, pero en términos generales y en este caso tratándose de agua previamente filtrada, ésta podría ser de 0.15 a 1.0 p. p. m.

La escogencia de una u otra posibilidad depende, en último caso, de factores esencialmente económicos que resultarían de un estudio comparativo de costos.

*Anotación al margen del Informe.*

Según informaciones recibidas se han presentado algunos casos aislados de bocio o "coto", no muy acentuados. Según autoridades competentes en la materia, ello se debe, entre otras causas, a una deficiencia de yodo en la glándula tiroides. No se ha definido exactamente qué relación puede tener la falta de yodo en el agua con la deformación de esta glándula, ni tampoco entre el bocio de carácter endémico y los constituyentes minerales del agua.

Se han dado casos, como por ejemplo, en ciertas localidades de Inglaterra, donde se presentó una endemia de coto mucho más acentuada que en algunas localidades de Escocia, y, sin embargo, tenía el mismo contenido de yodo en el agua de consumo. Se sugirió que posiblemente era atribuído al grado de dureza más alto en las aguas de Inglaterra que en las de Escocia.

También se ha establecido que la presencia del bocio en muchos casos está íntimamente ligado a contaminaciones en el suministro de agua, a la falta de higiene en los alimentos y a la dietética misma. Como se sabe, entre nosotros uno de los medios de asimilación del yodo está en la sal yodada.

Estas últimas causas posiblemente sean la razón de casos aislados como los de San Antonio de California, o endémicos, como en muchas partes del país. Se ha observado también la presencia de bocio en regiones de calizas y arcillas calcáreas que le dan al agua un alto grado de dureza, como por ejemplo, en Chicamocha y Málaga. Pero el mismo caso de aguas duras se presenta, y más acentuado en la isla de San Andrés, sin que haya ocurrido el primer caso de bocio.

Bogotá, D. E., octubre de 1956.

