

**PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EN EL SECTOR AGUA POTABLE
PARA UNA COMUNIDAD RURAL: CASO DE SABANA DE LOS
JAVIERES EN BAYAGUANA, PROVINCIA MONTE PLATA,
REPÚBLICA DOMINICANA**

(Intervention proposal for a public water system in a small rural community: A case from Sabana de los Javieres in Bayaguana, Monte Plata, in the Dominican Republic)

Alvin Rodolfo Vásquez Javier*
Antonio Perpiñán Sención**

RESUMEN

Sabana de los Javieres (o Javieles) es un paraje de la sección Los Hidalgos del municipio de Bayaguana, Provincia Monte Plata en la República Dominicana. Esta comunidad tiene una gran importancia desde diversos puntos de vista por su condición de asentamiento humano ubicado en la periferia del Parque Nacional de Los Haitises, el más importante ecosistema dentro de uno de los más grandes biomas de toda la isla de la Hispaniola. Uno de los graves problemas que afectan la comunidad lo constituye el aprovisionamiento de agua potable, el cual es, a pesar de las soluciones que a corto plazo los residentes se han planteado, altamente deficiente en términos de calidad y cantidad. Este estudio, tal y como su nombre lo indica, propone una solución de corto y mediano plazo a los problemas de agua potable que confrontan, desde hace muchos años, los residentes de Sabana de los Javieres.

PALABRAS CLAVES

Agua potable, tratamiento de aguas, medioambiente, comunidad rural, recursos naturales.

* Universidad Iberoamericana (UNIBE), Santo Domingo, República Dominicana.
E-mail: alvinvasquez@yahoo.com

** Universidad Iberoamericana (UNIBE), Santo Domingo, República Dominicana.
E-mail: antonioperpinan@gmail.com

ABSTRACT

Sabana de los Javieres (or Javieles) is a small village in a district called “Los Hidalgos”, in Bayaguana, a county that belongs to the Province of Puerto Plata, in the east region of the Dominican Republic. This rural community is particularly important for its proximity to Parque Nacional de los Haitises, the centerpiece of one of the largest natural biomes in the island of “La Hispaniola”. A major problem that this community faces is the shortage or lack of drinking water for its inhabitants; they have been adopting short term solutions that cannot satisfy the population requirements in terms of quantity or quality. As its name suggests, this study offers a feasible alternative to the problems that the residents in this community have been suffering for a long time.

KEY WORDS

Water treatment, drinking water, environment, rural community, natural resources.

INTRODUCCIÓN

Sabana de los Javieres es un pequeño poblado de alrededor de 1,300 personas localizado en el municipio de Bayaguana, provincia Monte Plata. A pesar de su relativa cercanía a la capital dominicana (unos 80 kilómetros), el viaje desde Santo Domingo toma unas tres horas debido a las condiciones del tradicional tramo carretero entre la capital, el municipio de Bayaguana y el poblado. Más recientemente ha entrado en funcionamiento la carretera Santo Domingo-Samaná, que permite realizar el recorrido hasta Bayaguana en apenas unos 90 minutos. La comunidad de Sabana de los Javieres dista unos 19 km de la ciudad de Bayaguana.

Este poblado, como otras comunidades rurales de la República Dominicana, carece de los más elementales servicios municipales: no tiene calles pavimentadas, ni sistema de drenaje pluvial, sanitario o de recogida de basura; cuenta con un pequeño dispensario médico y una escuela primaria insuficientes para la creciente población, y aunque han habido inversiones en la infraestructura eléctrica, éstas no se han traducido en una mejoría sustancial del servicio de electricidad. Con relación al agua potable la situación no es mucho más halagüeña que en los demás sectores, y existen dificultades serias en relación al abastecimiento del vital líquido en cantidad y calidad adecuadas.

ANTECEDENTES

Originalmente los pobladores se abastecían desde 2 puntos distintos de una misma fuente, los que por las fluctuaciones en la cantidad y calidad de sus caudales, constituían un gran problema para los residentes. Estos puntos eran un arroyo, de fácil acceso desde la entrada misma del poblado, y el manantial donde se originaba el arroyo, ubicado en las afueras del poblado, en una zona de muy difícil acceso. Hace unos 15 años una serie de organizaciones no gubernamentales, lideradas por el COTEDO (Comisión de Trabajo Ecuménico Dominicano, de orientación católica) obtuvo la cooperación económica de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y construyó una serie de tomas de agua o llaves públicas diseminadas en la periferia de la comunidad, las cuales serían abastecidas por un pozo tubular que sería construido a tal efecto.

Hasta donde se ha podido indagar, el proyecto original contemplaba el abastecimiento periódico de estas llaves con agua proveniente de ese pozo tubular, y además, en etapas posteriores, se consideraba la extensión de la cobertura del servicio de agua potable de forma que éste alcanzara las casas de los residentes -y no sólo puntos fijos repartidos por toda la geografía del poblado- así como la construcción de un sistema de drenaje y tratamiento de aguas residuales.

Por razones desconocidas, solo la primera etapa del proyecto culminó con relativo éxito; la realidad es que aunque las llaves se construyeron, una gran parte de ellas nunca pudieron prestar el servicio para el que fueron construidas. Sin embargo, en esta etapa también se construyó el pozo tubular que desde esa época ha permitido brindar a los residentes el servicio de abastecimiento de agua que poseen.

Como este pozo utiliza energía eléctrica que es abastecida del alumbrado público, el servicio de agua potable ha estado sujeto a las irregularidades de las que adolece nuestro sistema eléctrico nacional. Mediante un trabajo mancomunado de reclamo a las autoridades, los residentes lograron dotar al pozo con unos paneles solares que en cierto modo independizaron el servicio de agua potable del eléctrico. Desafortunadamente, tiempo después una gran parte de los paneles fueron hurtados por desconocidos y la comunidad volvió

a padecer de escasez de agua potable mientras debían volver al uso de energía eléctrica convencional.

Durante la campaña electoral congresual y municipal de 2006, los habitantes del poblado aprovecharon la “benevolencia” de los candidatos a cargos electivos de los distintos partidos políticos y obtuvieron de algunos de ellos equipos de bombeo y tanques de almacenamiento de agua que les han ayudado a incrementar la dotación que recibían de la principal fuente de abastecimiento con que cuentan en la actualidad: el pozo tubular construido por COTEDO/USAID. A este pozo se le adicionó una estructura en bloques de concreto en su parte superior sobre la cual se instalaron parte de los tanques de almacenamiento (tinacos) y desde donde por gravedad la comunidad se abastece en algunas de las llaves públicas que fueron construidas en la primera parte del proyecto mencionado.

Tal y como se evidencia en la caracterización de aguas realizada a la fuente utilizada actualmente, la comunidad se encuentra consumiendo agua de muy pobre calidad, por lo que se hace necesario la adopción de medidas que modifiquen este estado de cosas. Tomando esto en consideración, se decidió realizar una investigación sobre la percepción que tenía la población con relación a la calidad del servicio. A partir de estos resultados, se propondría entonces una solución adecuada y económicamente factible.

OBJETIVOS

a. Objetivo general:

Desarrollar una propuesta de intervención en el sector agua potable para la comunidad de Sabana de los Javieres que, siendo ambientalmente sostenible, fuese también económicamente viable y que contara además con el respaldo y aceptación de la comunidad, puesto que son los mismos pobladores quienes deberán obtener de las autoridades la ejecución del proyecto y participar en el sostenimiento del mismo.

b. *Objetivos específicos:*

- Elaborar una encuesta que oriente los investigadores sobre la percepción de la población con relación al servicio que recibe en la actualidad, de forma que la propuesta a elaborar pueda incorporar efectivamente sugerencias de los potenciales beneficiarios.
- Analizar la calidad de agua que consume la comunidad, que permita a las autoridades la adopción de medidas que mitiguen la posible ocurrencia de enfermedades de transmisión hídrica.
- Diversificar las fuentes de agua potable con que cuenta la población, a fin de hacerla menos vulnerable a factores externos y permitir un mejor aprovechamiento de las fuentes disponibles.

DELIMITACIÓN / ÁREA DE ESTUDIO

La República Dominicana ocupa alrededor de las dos terceras partes de la segunda isla más grande de las Antillas, y está ubicada con exactitud entre los 68°19' y 72°31' longitud oeste y los 17°30' y 19°56' latitud norte del Ecuador. El área bajo estudio se encuentra en la parte noreste de la isla, la cual tiene una extensión aproximada de unos 1600 kilómetros cuadrados. Desde el año 1976, dentro de esta región (denominada de Los Haitises) existe un Parque Nacional del mismo nombre cuya extensión, al ser declarado, era de unos 208 kilómetros cuadrados.

La comunidad de Sabana de los Javieres está ubicada en el extremo suroeste del parque, a unos 19 kilómetros al norte de Bayaguana y unos 26 kilómetros al este de Monte Plata, el municipio cabecera de la provincia. Tiene una extensión de unos 3 kilómetros cuadrados. La zona bajo estudio es considerada especial desde el punto de vista ecológico (por su proximidad al Parque Nacional de los Haitises y la Bahía de Samaná); este es un ecosistema muy rico con formaciones geológicas, vegetación y diversidad de especies únicas. (Hartshorn, et al. 1981).

MARCO TEÓRICO

Breve recuento de la relación entre el agua potable y la viabilidad de los asentamientos humanos.

Desde que el hombre primitivo abrazó la vida sedentaria, la disponibilidad de agua potable se constituyó en parámetro fundamental de la elección de lugares para su establecimiento. Una prueba irrefutable de esta afirmación lo constituye el hecho de que los asentamientos del mundo antiguo fueron en su gran mayoría fundados a orillas de grandes ríos. Así tenemos por ejemplo *Mesopotamia* y las ciudades de *Uruk*, *Ubaid*, *Kirsh*, *Lagash*, *Uma* y *Ur*, pertenecientes todas al imperio babilónico; las cuales fueron fundadas en las riveras de los ríos Tigris y Éufrates, entre el Golfo Pérsico y el Mar Mediterráneo en el Asia Sur occidental. De igual modo, Las ciudades del Alto Egipto y el Bajo Egipto, que fueron fundadas a orillas del Río Nilo en el norte de África. Asimismo, podemos mencionar las ciudades de *Kalibangan*, *Mojenjo-Daro* y *Harappa*, fundadas en las riveras de los ríos Indo y Ganges en la India; otro ejemplo lo constituyen las ciudades de *Anyang*, *Zheng-Zhou*, *Yangzhou* y *Panlongcheng*, que fueron fundadas a orillas de los ríos Huang-He y Yangtze en China Central. (Bhattacharya 2007, 93).

El continente americano no fue en modo alguno una excepción a esta regla, pues se observa igual proceder en las culturas Chavín, Nazca y Moche, las tribus más antiguas de las que tengamos conocimiento en el Nuevo Mundo, así como en sus sucesores, los Olmecas y los Zapotecas.

Estas culturas fundaron sus asentamientos en la Bahía de Campeche, en el Golfo de México, en una zona caracterizada por un alto promedio de precipitación anual. Similar actitud tuvieron los mayas, quienes se asentaron en las inmediaciones del lago Tikal. Los aztecas por su parte fundaron las ciudades de Tenochtitlan y Teotihuacan a orillas del desaparecido lago Texcoco, en el área que actualmente ocupa la ciudad de México, D.F. De su lado los Incas aprovecharon los ríos que serpenteaban el valle del Cuzco en la planicie occidental de Suramérica para fundar sus primeras ciudades y finalmente, ¿Cómo olvidar el río Ozama en La Española? Ese cuya existencia fue la principal razón por la que los españoles eligieron la costa sureste de la isla para fundar Santo Domingo de Guzmán, la primera ciudad occidental del nuevo mundo. (Moya Pons, F. 1994, 34).

En aquellos casos en los que la fundación de una ciudad no se debió a la sola existencia de una gran fuente de agua superficial, vemos que el espacio escogido se caracterizaba siempre por una gran fertilidad y abundante precipitación anual. El agua, además de hacer viable la permanencia humana en sus alrededores, aseguraba la disponibilidad de terrenos relativamente fértiles donde era posible practicar la agricultura y la pecuaria o donde la fauna local, terrestre o acuática, podía convertirse en una importante fuente de proteínas para los habitantes.

En lo que respecta a la importancia del agua para el consumo humano, se puede decir que la idea de consumir agua con un mínimo de condiciones que la hicieran apta para tomar no es nueva, esto a pesar de que el énfasis parece haber sido siempre colocado en la cantidad y no en la calidad del líquido. Algunas pictografías egipcias (1500-1300 a.C.) sugieren que éstos sedimentaban el agua antes de tomarla, y se especula que pudieron haber utilizado el alumbre (sulfato de aluminio) para acelerar la sedimentación. Los romanos (de quienes ya se mencionó su particular fascinación por los baños públicos) son reconocidos como los ideólogos del concepto de acueducto tal y como lo conocemos hoy en día, pues en los años de mayor esplendor de su imperio, entre el 343 y 225 a. C., crearon un sistema de aprovisionamiento de agua capaz de producir 1.3 millones de galones diarios solo para abastecer a Roma. De la capital del imperio romano, el ingenioso sistema se extendió a otras latitudes, como Grecia, Cartago y Egipto. (Outwater, A., 1996, 116).

El próximo gran avance en el tratamiento de aguas debió ser sin lugar a dudas, la filtración. Aunque no se ha podido reunir evidencias documentales sobre los primeros usos del filtrado para remover partículas indeseables del agua, La Agencia de Protección Ambiental estadounidense (EPA, por sus siglas en inglés) asegura en el documento publicado en la red "*The History of Drinking Water Treatment*" que el filtrado aparece en el siglo XVIII, y que la filtración lenta aparece en el siglo XIX. Ello indica que transcurrieron casi mil años entre el desarrollo del sistema público de aprovisionamiento de agua ideado por los romanos y el próximo avance significativo en el abastecimiento de agua potable que fue el filtrado. En 1855, el doctor John Snow establece que un brote de cólera que afectaba la ciudad de Londres en ese entonces se debía a la contaminación con aguas residuales de un pozo público del que gran parte de la población se abastecía. A partir de entonces los científicos

terminaron por establecer que no sólo la turbidez del agua era un problema, sino también los “animáculos” que en algunas aguas aparentemente limpias había descubierto 200 años antes Antón Van Leeuwenhoek, el inventor del microscopio, y que en su momento fueron considerados por la sociedad científica de la época como irrelevantes. Como posible método de prevención de contagio por consumo de agua, el único recurso disponible fue el de segregarse las fuentes de abastecimiento de agua potable de las de disposición de aguas servidas y además impedir el uso de las fuentes de agua potable como abrevadero para animales. En 1906 comenzó a usarse el ozono como desinfectante en Niza (Francia) pero fue rápidamente descartado por su alto costo y la complejidad de su aplicación. Según la EPA, no fue sino en 1908 cuando se inició el uso de cloro como desinfectante en las aguas del acueducto de Jersey City, en New Jersey, Estados Unidos. El cloro ganó popularidad rápidamente por su gran efectividad en el tratamiento de agua potable (la tasa de enfermedades gastrointestinales sufrió un dramático descenso a partir de su uso) y por su relativamente bajo costo y disponibilidad.

Desde entonces, el tratamiento de agua potable para el consumo humano ha experimentado importantes progresos, entre los que podemos destacar la construcción de los grandes acueductos urbanos de hoy en día (a partir de la primera mitad del siglo XX), la introducción de estándares bacteriológicos en el tratamiento de aguas (1914) el desarrollo de membranas para filtración por ósmosis inversa (1957) y la adopción de otros desinfectantes como el ozono, las cloraminas y la luz ultravioleta, los cuales pueden combatir patógenos cuya resistencia al cloro ha sido comprobada.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Aunque una simple visita al poblado basta para evidenciar la necesidad de un mejor sistema de aprovisionamiento de agua potable para Sabana de los Javieres, no se podía partir de ese supuesto; en primer lugar, se hacía necesario evaluar la percepción de los residentes con relación al servicio de agua potable que recibían, las sugerencias de mejoría y la disposición a pagar una cuota de mantenimiento que asegurara la continuidad e integridad del

servicio. Para hacer esto, se utilizó una encuesta que los mismos investigadores diseñaron. Dicha encuesta perseguía además determinar algunas características culturales, sociales y económicas de la comunidad. Después de esto, se procedió a realizar una caracterización de las fuentes de agua disponibles para estimar el riesgo asociado con el consumo de agua de dichas fuentes.

Luego de levantada la información, se procedió a recabar datos sobre las prácticas de abastecimiento de agua potable más comunes en comunidades rurales de América Latina.

Con estas informaciones a mano se inició un proceso de análisis que persiguió contrastar los procedimientos más comúnmente utilizados en zonas rurales con las condiciones particulares de Sabana de los Javieres; de esa forma se podría entonces recomendar un sistema ambiental y económicamente sostenible que resultara satisfactorio en términos de calidad y cantidad de agua.

El universo y el marco muestral

El universo, en el caso que ocupó la atención de los investigadores, lo constituyen todos los habitantes de Sabana de los Javieres (unas 1,300 personas); Sin embargo, debido a que esta encuesta contenía preguntas relacionadas con la disponibilidad a pagar por el servicio de agua potable, se limitó su aplicación a 30 padres y madres de familia, en el entendido que éstos eran quienes tenían mayor capacidad de pago por el servicio.

Tipo de muestra.

Debido a la complejidad del estudio que se proponía realizar, se decidió utilizar una muestra aleatoria simple. Se escogieron al azar unas 30 familias representadas por sus respectivas cabezas y a éstas se les formularon las preguntas de la encuesta previamente preparada.

Dificultades en el proceso de investigación

En términos generales, se confrontaron las dificultades propias de investigaciones de este tipo realizadas con un exiguo presupuesto como el que se disponía; Tanto el diseño de la encuesta, el levantamiento de la información y la tabulación de los resultados tuvieron que ser llevados a cabo por los autores de este estudio, ante la imposibilidad material de costear personal de apoyo y/o asesoría especializada en la preparación y tabulación de encuestas.

En lo relativo al levantamiento de la información per se, se pueden destacar los problemas que confrontaron los encuestadores investigadores, causados por la tradicional resistencia a proporcionar información de tipo financiera que corrientemente muestran los dominicanos, esto es debido al temor (muchas veces justificado) de que dicha información sea utilizada en contra de ellos mismos. Por otro lado, es oportuno señalar que la brevedad del tiempo disponible, la estrechez de recursos previamente mencionada combinados con el hecho de que según el entender de los autores, no había necesidad de llevar a cabo un exhaustivo estudio de opinión, pudieron haber introducido elementos de incertidumbre en estos resultados. Sin embargo, los autores entienden que esta investigación posee el nivel de fiabilidad suficiente como para validar las conclusiones a las que se llegaron.

Estadísticos de muestra

La variable estadística escogida para este estudio fue la media aritmética. Esta es definitivamente una media rudimentaria, especialmente si no aparece combinada con otras como la varianza o la desviación estándar, pero resulta adecuadamente suficiente para identificar las preferencias de un grupo como el que se utilizó para este estudio.

1. Encuesta sobre la percepción de los residentes acerca de la calidad del agua que consumen.

Se seleccionaron 30 personas cabezas de familia escogidas al azar (13 hombres y 17 mujeres) con un rango de edades entre los 17 y los 64 años de edad, siendo 32.4 la media de las edades. El nivel de escolaridad de los encuestados fue en promedio muy bajo (escuela primaria) y ninguno de ellos ha obtenido formación académica más allá de la escuela secundaria (media). Este levantamiento de información fue realizado los días 7 y 8 de noviembre de 2009 y los resultados por pregunta fueron los siguientes (los porcentajes han sido redondeados al valor entero más próximo):

- a) Número de personas en el núcleo familiar:

0-3	24%
4-6	68%
7 o más	8%

b) Nivel de escolaridad:

Ninguno (no lee, no escribe o ambas cosas)	32%
Primaria	58%
Media	10%
Universitaria	0%
Post Universitaria	0%

c) Ingreso mensual promedio:

Menos de \$2,000	21%
\$2,000-\$4,000	48%
\$4,001-\$6,000	18%
\$6,001-\$8,000	9%
Más de \$8,000	4%

d) ¿Dispone Ud. de agua potable en su vivienda?

Si	18%
No	82%

e) Si la respuesta anterior es no, ¿Cuál es la distancia promedio recorrida por Ud. o cualquier otro miembro de su familia para conseguir agua diariamente?

Menos de 50 m	6%
50-75 m	16%
76-100 m	38%
Más de 100 m	40%

- f) Continuidad del servicio: ¿Con que frecuencia recibe Ud. agua potable?

24/7	0%
Diaria a determinadas horas	13%
Interdiaria	78%
2 veces por semana o menos	9%

- g) ¿Calidad del agua: en términos de propiedades organolépticas y de portabilidad de agentes patógenos diría Ud. que el agua que consume es potable?

Nunca	31%
Casi nunca	30%
A veces	23%
A menudo	10%
Casi siempre	3%
Siempre	3%

- h) ¿Cuál cantidad estaría usted (su familia) en disposición de pagar si ello implicara una sustancial mejora del servicio?

Menos de \$50	42%
\$50 - \$100	28%
\$101 - \$150	15%
\$151 - \$200	12%
Más de \$200	3%

2. Resultados de la evaluación de la calidad de agua que utilizan los residentes de Sabana de los Javieres.

Tabla 1 - Parámetros Bacteriológicos

Muestra	Origen	Parámetro	Valor recomendado	Valor máximo admisible	Valor determinado (NMP/100 ml)
A	Arroyo	Coliformes totales	<10 nmp/100ml	10 nmp/100ml	48
B	Pozo tubular	Coliformes totales	<10 nmp/100ml	10 nmp/100ml	9
C	Manantial	Coliformes totales	<10 nmp/100ml	10 nmp/100ml	Ausentes
A	Arroyo	Coliformes fecales	Negativo	Negativo	16
B	Pozo tubular	Coliformes fecales	Negativo	Negativo	2
C	Manantial	Coliformes fecales	Negativo	Negativo	Negativo

Tabla 2 - Parámetros Organolépticos

Muestra	Origen	Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible	Valor determinado
A	Arroyo	Color verdadero	Mg/l (Pt-Co)	1	1	2
A	Arroyo	Turbiedad	UNT	1	1	4
A	Arroyo	Olor	Factor dilución	0	0	2
A	Arroyo	Sabor	Factor dilución	0	0	1
B	Pozo	Color verdadero	Mg/l (Pt-Co)	1	1	1
B	Pozo	Turbiedad	UNT	1	1	3
B	Pozo	Olor	Factor dilución	0	0	0
B	Pozo	Sabor	Factor dilución	0	0	1
C	Manantial	Color verdadero	Mg/l (Pt-Co)	1	1	0
C	Manantial	Turbiedad	UNT	1	1	1
C	Manantial	Olor	Factor dilución	0	0	0
C	Manantial	Sabor	Factor dilución	0	0	0

Tabla 3 - Parámetros Fisicoquímicos

Muestra	Origen	Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible	Valor determinado
A	Arroyo	Cloro residual	mg/l	0.5 a 1	0.5 a 1	0
A	Arroyo	Cloruros	mg/l	25	25	0
A	Arroyo	Conductividad	μS/cm	400	400	300
A	Arroyo	Dureza	mg/l CaCO ₃	400	400	600
A	Arroyo	Sulfatos	mg/l	25	25	32
A	Arroyo	Aluminio	mg/l	-	-	-
A	Arroyo	Calcio	mg/l CaCO ₃	100	100	24
A	Arroyo	Cobre	mg/l	1.0	1.0	0
A	Arroyo	Magnesio	mg/l CaCO ₃	30	30	20
A	Arroyo	Sodio	mg/l	25	25	30
A	Arroyo	Potasio	mg/l	-	-	-
A	Arroyo	Sol. Tot. Dis.	mg/l	-	-	32
A	Arroyo	Zinc	mg/l	-	-	12
B	Pozo	Cloro residual	mg/l	0.5 a 1	0.5 a 1	0
B	Pozo	Cloruros	mg/l	25	25	0
B	Pozo	Conductividad	μS/cm	400	400	550
B	Pozo	Dureza	mg/l CaCO ₃	400	400	350
B	Pozo	Sulfatos	mg/l	25	25	22
B	Pozo	Aluminio	mg/l	-	-	3
B	Pozo	Calcio	mg/l CaCO ₃	100	100	300
B	Pozo	Cobre	mg/l	1.0	1.0	0
B	Pozo	Magnesio	mg/l CaCO ₃	30	30	100
B	Pozo	Sodio	mg/l	25	25	30
B	Pozo	Potasio	mg/l	-	-	10
B	Pozo	Sol. Tot. Dis.	mg/l	-	-	620
B	Pozo	Zinc	mg/l	-	-	0
C	Manantial	Cloro residual	mg/l	0.5 a 1	0.5 a 1	0
C	Manantial	Cloruros	mg/l	25	25	23
C	Manantial	Conductividad	μS/cm	400	400	260
C	Manantial	Dureza	mg/l CaCO ₃	400	400	250
C	Manantial	Sulfatos	mg/l	25	25	7
C	Manantial	Aluminio	mg/l	-	-	0
C	Manantial	Calcio	mg/l CaCO ₃	100	100	75
C	Manantial	Cobre	mg/l	1.0	1.0	0
C	Manantial	Magnesio	mg/l CaCO ₃	30	30	18
C	Manantial	Sodio	mg/l	25	25	20

ANÁLISIS DE RESULTADOS

a. Percepción de los usuarios del servicio.

Se concluye, a partir de los resultados de la encuesta previamente descrita, que la comunidad de Sabana de los Javieres está formada fundamentalmente por familias de entre 4 y 6 miembros, con bajo nivel de escolaridad y muy bajos ingresos mensuales.

Los resultados de esta encuesta indican una gran insatisfacción con el servicio de agua potable del que disponen, tanto en términos cualitativos como cuantitativos. De forma particular, los residentes se quejan fundamentalmente de los siguientes aspectos:

- El servicio de agua para consumo humano potable es muy irregular; no se dispone de él más de 2 ó 3 veces por semana y frecuentemente los días de servicio varían sin notificación alguna.
- El gran descuido que exhiben los depósitos donde se almacena el agua antes de ser servida a la población convierten su consumo en un grave riesgo a la salud de los residentes.
- Un porcentaje muy reducido de los residentes dispone de agua en sus viviendas, mientras que más de un 50% de los habitantes debe recorrer más de 50 metros para abastecerse del preciado líquido.

Un detalle que mueve a preocupación lo constituye la poca disposición a pagar por parte de los residentes por un servicio que se sustente en cuotas mensuales que se cobren a los beneficiarios. Uno de los errores en el diseño de la encuesta lo constituyó la no inclusión de la opción “nada” en la pregunta sobre la disposición a pagar por el servicio. La realidad es que una parte significativa de las personas que la encuesta registra como dispuestos a pagar \$100 o menos como cuota de recuperación mensual por el servicio, originalmente manifestaron su negativa a pagar por variadas razones. Se entiende que esto quiere decir que el diseño, construcción y funcionamiento del sistema deberá ser irremediamente subvencionado con fondos de los gobiernos local y/o nacional.

b. Caracterización del agua que consume la comunidad.

Los resultados de la caracterización de los tres puntos de abastecimiento indican la necesidad urgente de suspender el consumo de agua proveniente del arroyo, así como someter el agua de los otros dos a algún tipo de tratamiento antes de su utilización. Resulta evidente que el manantial constituye entonces la mejor opción de aprovisionamiento, por lo menos en términos cualitativos.

DISEÑO DE UN SISTEMA DE APROVISIONAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA SABANA DE LOS JAVIERES

Se propone el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Sabana de los Javieres, con una población aproximada de unas 1,300 personas basándonos en el último censo nacional de población y familia del año 2004. Este sistema posee un período de vida útil de 20 años, y deberá servir agua en cantidad y calidad suficientes para unas 1,930 personas, la población estimada al término de la vida útil del proyecto.

Descripción del Sistema

Para el abastecimiento del proyecto, se ha considerado dos bombas para cubrir la demanda total máxima diaria. Desde la obra de toma se conducen por medio de línea de impulsión en diámetros Ø4" PVC SDR 21 con junta de goma hasta Depósito Regulador Superficial, con capacidad para la regulación del caudal máximo diario del proyecto.

El Depósito Regulador que se propone, es superficial, en Hormigón armado. En el proceso constructivo, se estudiarán otras propuestas factibles para la construcción del depósito regulador, con el objetivo de abaratar los costos constructivos, pero sin alterar la calidad de funcionamiento del mismo.

Desde el Depósito Regulador Superficial, en Hormigón Armado, de 27,000 galones, se instalará una red de distribución, en diámetros desde Ø6" con variaciones de Ø3" y Ø2" con junta de goma y espiga. Se ha diseñado la Red de distribución, con Presiones Mínimas en el Sistema de 10 m.c.a.

El Sistema Hidráulico se diseñó mediante el Programa de Cálculos EPANET, versión 2.0, en español.

Según la Simulación Hidráulica mediante este programa y la Topografía del terreno, el Diseño racional de tuberías de estos diámetros permite Presiones en la red superiores a las mínimas permitidas por las normativas de diseño, además, garantiza presiones suficientes para abastecimiento en viviendas unifamiliares.

Igualmente, piezas especiales completarán la red de distribución, como válvulas de drenaje y aire, etc.

Cálculos Resultantes del Sistema

Concepto	Abreviatura	Fórmula	Valor	Unidad
Caudal Medio Diario	Qmed/d	Pob.* Dotación / 86400	3.75	Lps
Caudal Máximo Diario	Qmax/d	K1*Qmed/d	4.69	Lps
Caudal Máximo Horario	Qmax/h	K2*Qmax/h	7.50	Lps
Q Dis	Qmax/h		7.50	Lps
Q Incendio	Q Inc.		0.00	Lps
Diámetro Línea	ϕ	$1.28 * Q_{dis}^{0.5}$	4.00	Pulg.
Matriz Precalculado				
Volumen Almacenamiento	Vol.	$Q_{max}/d * t$	102.00	M ³

Diseño Depósito Regulador		Vol./B	36.43	M ²
Base (M)			8.00	Mts.
Altura(M)			2.80	Mts.
Longitud(M)		Area/B	4.55	Mts.
Relación Base/Altura		B/H	2.86	Mts.

Concepto	Fórmula	Valor	Unidad
Cálculo Pérdidas	H Tot.= H long + H accesorios		
Tubería impulsión			
Pérdidas Longitudinales	$\frac{10.67 (Q B /1000) ^ 1.85}{C ^ 1.85 * D ^ 4.87}$	4.20	MTS
Pérdidas Aisladas	Pérdidas Long. * 15%	0.63	MTS

I. TDH			
Diferencia Geométrica		24.000	MTS
Succión		2.500	MTS
Altura de Tanque		2.800	MTS
Pérdidas Totales en Succión		0.630	MTS
Pérdidas Totales en Impulsión		4.2000	MTS
Factor de Seguridad		2.048	MTS
TDH		36.178	MTS
		118.844	PIES

Potencia De Bombeo	Pot = Q B* TDH/ 76 (CS)	2.58	HP
---------------------------	-------------------------	------	----

Línea Impulsión Agua Potable	$\delta D^{2/4}$		
Succión		2.00	Pulg.
Cárcamo		4.00	Pulg.

En base a éstos y otros cálculos, se procedió entonces a realizar un diseño de un sistema de aprovisionamiento de agua potable, cuyos detalles figuran en una tesis de maestría con el mismo título de este artículo. Por razones de espacio, la documentación anexa no figura en este documento, pero uno de los ejemplares de dicha tesis se encuentra en la Biblioteca Emilio Rodríguez Demorizi del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC) a disposición de cualquier persona interesada.

CONCLUSIONES

Se ha diseñado el sistema de agua potable para la comunidad por un período de vida útil de 20 años. La propuesta presentada ayudará en un futuro al desarrollo de dicha comunidad en muchas vertientes y algo muy importante, un bajo nivel de afectación del medio ambiente y de los recursos naturales de los que se dispone. El proyecto en cuestión, además, garantiza el mantenimiento del caudal ecológico necesario para la preservación del paisaje y el ecosistema que dependen de un arroyo que se alimenta de las aguas que brotan del manantial.

Se puede concluir que el proyecto mejorará sustancialmente la calidad de vida de los residentes de Sabana de los Javieres, mediante el abastecimiento de agua con adecuados niveles de calidad de agua y además se presta para una adecuada gestión que garantice la preservación de los recursos naturales.

RECOMENDACIONES

- Hacer un estudio geo-hidrológico del pozo que actualmente abastece la comunidad, sometiéndolo a pruebas de calidad y cantidad de agua disponible para que, en caso de cumplir con los requerimientos y eventuales necesidades del sistema, incorporarlo a la propuesta planteada.
- La comunidad debe tomar conciencia plena de la importancia de que este sistema y que el recurso agua no se desperdicie; por ello, es necesario que conjuntamente con la puesta en operación del proyecto, debe llevarse a cabo una campaña de concientización sobre la importancia del agua, su racionamiento y la importancia que tiene el hecho de que éstos aporten en todos los sentidos para el mantenimiento y el buen funcionamiento del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias Bibliográficas:

- Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI). 1991. *Plan de Uso y Gestión del Parque Nacional de los Haitises y Áreas Periféricas*. Editora Corripio, Santo Domingo, República Dominicana.
- Arocha, Simón. 1977. *Abastecimiento de Agua. Teoría y Diseño*. Editorial, R-Ediciones Vega S.R.L.
- Beck, Roger B. et al, 1999. *World History: Patterns of Interaction*. pp 7-53.
- Bhattaacharyya, A. 2007. *A Short History of the Chinese Civilization: The Beginning*. (2207 B.C. to 221 B.C.) Editorial Reader's Service.
- Degremont G. 1979. *Manual Técnico del Agua*. Editorial Degremont, España.
- Fagan, Garret. 1999. *Bathing in Public in the Roman World*. p27.
- Hartshorn, G. et al. 1981. *Perfil Ambiental de la República Dominicana*. Un estudio de Campo. USAID/JRB Assoc., Mc. Clean, Virginia 22102. p134.
- Hernández Muñoz, Aurelio. 2003. *Manual De Saneamiento Uralita Sistemas de Calidad en Abastecimiento De Aguas*, Thomson Paraninfo.
- Instituto Nacional De Aguas Potables y Alcantarillados. 1972. *Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable*. Santo Domingo, República Dominicana, Departamento de Ingeniería.Las Casas, Padre. 1523. *Historia Apologética*, Vol. 3 Cap. 204, 1312.
- Martínez, E. 2007. *Diseño de Pequeñas Presas*. Ed. Bellisco, España.
- Mártir de Anglería, Pedro. 1516. *De Orbe Novo*, Vol. 1. p370.
- Moya Pons, Frank. 1994. *The Dominican Republic: A National History*. Hispaniola Books Cooperation.
- Oficina Nacional De Estadísticas. 2002. *VIII Censo de Población y Vivienda*. Santo Domingo, República Dominicana.
- Organización Panamericana De La Salud (OPS)/Organización Mundial De La Salud (OMS). 2001. *Agua Potable y saneamiento*. Estado Actual y Perspectivas,

en Revista Informe Regional sobre la evaluación en la región de las Américas. División de salud y ambiente. Washington, D.C.

Outwater, Alice. 1996. *Water – A Natural History* – BasicBooks Corp.

Spellman, F.R. 2004. *Manual de Agua Potable*. Editorial Acribia, España.

Von Furstenberg, Diane. 1999. *The Bath*, 91.

Referencias Electrónicas:

Environmental Protection Agency. 2000. *The History of Drinking Water Treatment*. Descargado el 19 de septiembre de 2008 desde el sitio <http://www.epa.gov/safewater/consumer/pdf/hist.pdf>.

Formulas Empíricas para el cálculo de pérdidas de carga en tuberías http://www.uclm.es/area/ing_rural/Trans_hidr/Tema7.pdf.

Knotts, Jaime. 1999. *A Brief History of Drinking Water Regulations*. Descargado el 19 de septiembre de 2008 desde el sitio <http://www.nesc.wvu.edu/ndwc/pdf/OT/OTw99.pdf>.

Méndez, Rafael. *Entrevista: Klaus Toepfer. Secretario de las Naciones Unidas para Medio Ambiente*. Publicado por el Diario El País el 24 de Abril de 2005. Descargado el 19 de septiembre de 2008 desde el sitio http://www.elpais.com/articulo/sociedad/agua/sera/breve/motivo/guerra/paises/elpepisoc/20050424elpepisoc_12/Tes.

Sistemas de abastecimiento de agua. Artículo descargado el 14 septiembre de 2009 desde el sitio <http://www.ingenieroambiental.com/?pagin a=840>.

UNESCO. 2006. *El Agua: Los Desafíos*. Descargado el 19 de septiembre de 2008 desde el sitio <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/0014/001446/144620s.pdf>.

Recibido: 03/08/2011

Aprobado: 27/01/2012