

## I-070 – ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE LA DISCONTINUIDAD DEL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE EN LA CALIDAD DEL SERVICIO EN LAS PARROQUIAS FILA DE MARICHES Y LA DOLORITA DEL ESTADO MIRANDA

### Mayela Gutiérrez<sup>(1)</sup>

Ingeniero Químico de la Universidad de los Andes. Jefe del Departamento de Calidad del Agua en el Instituto Municipal de Aguas y Acueductos del Municipio Sucre.

### María Virginia Najul Saldívar<sup>(2)</sup>

Ingeniero Químico Universidad Simón Bolívar. MSc. Ingeniería Sanitaria Universidad Central de Venezuela-UCV. Profesora en la Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería UCV.

### Norberto Bausson<sup>(3)</sup>

Ingeniero Civil de la Universidad Santa María, especialista en Hidráulica. Director del Instituto Municipal de Aguas y Acueductos del Municipio Sucre.

**Dirección<sup>(1)</sup>:** Calle Capitolio, Edificio el Giorgio, Piso 5, Oficina 5-F, Boleíta Sur, Caracas- Venezuela - Tel: (58) 0212-2374091 - e-mail: [mayelagutierrez@yahoo.com](mailto:mayelagutierrez@yahoo.com) , [anamayelagutierrez@gmail.com](mailto:anamayelagutierrez@gmail.com)

### RESUMEN

En Venezuela existen poblaciones que reciben el servicio de agua de forma intermitente ó discontinua. Un caso típico lo representan las Parroquias Fila de Mariches y La Dolorita ubicadas en el Municipio Sucre del Estado Miranda. Tomando en cuenta que la distribución de agua bajo esta condición particular trae consecuencias negativas, tanto para el ente prestador del servicio como para el usuario, el presente trabajo se planteó como objetivo analizar la influencia de esta situación en la calidad del servicio.

Para el cumplimiento de los objetivos, se diseñó una metodología compuesta por cuatro etapas; en las dos primeras se caracterizó y diagnosticó la zona de estudio, en referencia a las condiciones del suministro de agua. Entre los resultados más resaltantes obtenidos se encuentran: Déficit de agua, marcada influencia del suministro de agua mediante camiones cisterna, fallas del ente encargado de manejar el acueducto en el control de reclamos de los usuarios y alteraciones en la calidad del agua.

En la tercera etapa se realizó un análisis de vulnerabilidad con ayuda de los sistemas de información geográfica, para lo cual se elaboraron mapas temáticos que permitieron determinar las zonas más críticas ó prioritarias.

Finalmente, se hacen algunas recomendaciones de gestión, con miras a disminuir el impacto de la discontinuidad del servicio. Las pautas de gestión estuvieron dirigidas, en primer lugar, a mejorar la calidad del agua y disminuir su riesgo de contaminación, en segundo lugar, a mejorar la interacción usuario- institución. Además, se formularon indicadores de gestión como apoyo para la evaluación y control de los planes y programas recomendados.

**PALABRAS CLAVE:** Suministro de agua potable, intermitencia en el abastecimiento, redes de distribución, calidad del agua, calidad del servicio, indicadores de gestión.

### INTRODUCCIÓN

El suministro de agua potable de forma discontinua representa en la actualidad una realidad palpable. En Venezuela, existe un porcentaje importante de la población que recibe el servicio agua de manera intermitente, siendo un caso típico el de las Parroquias Fila de Mariches y La Dolorita ubicadas en el Municipio Sucre del Estado Miranda. La distribución de agua bajo esta condición particular trae consecuencias negativas, tanto para el ente prestador del servicio, como para el usuario. Para este último surge la necesidad de almacenar agua en las viviendas, lo cual generalmente se hace de forma inadecuada, trayendo como consecuencia pérdida del poder residual del desinfectante y propensión a su contaminación, así como el uso de camiones cisterna no adecuados ni controlados para esta actividad, lo que incide en el presupuesto familiar y se traduce en incremento de enfermedades de origen hídrico. Para el prestador del servicio, la operación de este tipo de acueductos es compleja, las maniobras para la apertura y cierre de válvulas afectan su infraestructura, lo que unido a la práctica de tomas clandestinas, deteriora las tuberías y piezas de conexión e impiden el acceso al agua potable en zonas más alejadas.

Partiendo de dos premisas fundamentales: continuidad y condiciones adecuadas de suministro y la satisfacción del usuario, el objetivo de este trabajo es analizar la incidencia de la discontinuidad del suministro de agua potable en la calidad del servicio, utilizando como caso de estudio las parroquias Fila de Mariches y La Dolorita del Municipio Sucre del Estado Bolivariano de Miranda.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para alcanzar los objetivos propuestos, el estudio se desarrolló en cuatro etapas: 1) Descripción detallada del sistema de abastecimiento de la zona de estudio, 2) Diagnóstico de las condiciones de operación y gestión del sistema, 3) Análisis del sistema e identificación de zonas críticas y 4) Recomendación de estrategias de gestión.

### **Primera etapa: Descripción detallada del sistema de abastecimiento**

En esta etapa se realizó la actualización del catastro de la tubería principal de distribución de la zona en estudio, el Alimentador Sur Fila de Mariches (ASFM) y la identificación de los distintos sectores que conforman las parroquias, mediante la revisión de planos y memorias descriptivas, así como recorridos en la zona. Con esto se logró describir de manera detallada los componentes del sistema de distribución de agua, especificándose diámetros, longitudes, características de válvulas, entre otros.

Adicionalmente se obtuvieron datos de población oficiales actualizados, procedentes del Instituto Nacional de Estadística (INE) [3] y de la Alcaldía del Municipio Sucre [4]. Ante las importantes diferencias que presentaban, se implementó un método para verificar la información, mediante el conteo de viviendas a través de imágenes satelitales en los sectores más densamente poblados, la suposición de que cada familia estaba compuesta por cinco miembros y la aplicación de una encuesta a una muestra de la población de ambas parroquias, con las preguntas: ¿Cómo es la estructura de vivienda en su sector? y ¿Cuántas familias viven en la unidad de vivienda?. Una vez comparados los sectores escogidos al azar, se pudo determinar que los datos suministrados por el INE se encontraban muy por debajo de los obtenidos por este método, mientras que al compararlos con los datos de la alcaldía los mismos estuvieron cercanos, por lo que para los cálculos posteriores se tomaron estos últimos como los valores reales.

Una vez definido el número de habitantes para cada sector, y con la finalidad de obtener un estimado inicial de la cantidad de agua que se distribuye en las parroquias en estudio, se calculó la dotación teórica, tomando como referencia un consumo por habitante de 250 l/habitante.d

### **Segunda etapa: Diagnóstico de las condiciones de operación y gestión del sistema**

La segunda etapa se orientó hacia tres aspectos fundamentales: Cantidad y frecuencia de abastecimiento de agua, calidad del agua abastecida y nivel de satisfacción de los usuarios. Para obtener el diagnóstico global y cubrir los tres aspectos mencionados, se realizaron las siguientes actividades: 1) Medición de presiones a lo largo de la tubería principal, con lo que se construyó la línea de energía total para obtener un comportamiento hidráulico del sistema; 2) Procesamiento y análisis de la información correspondiente al control de la distribución de los camiones cisterna durante el año 2010, el manejo de esta información permitió identificar la influencia de esta modalidad de suministro; 3) Captación de muestras de agua al inicio del suministro de agua en cada sector para determinar la influencia directa de la discontinuidad del servicio sobre la calidad del agua distribuida, para su análisis in situ: pH, cloro residual, turbiedad y color, así como en el laboratorio: presencia ó ausencia de organismos coliformes totales y fecales (análisis bacteriológicos); 4) Procesamiento y análisis de los reportes recibidos en la Gerencia de Operaciones y Mantenimiento del Instituto Municipal de Aguas y Acueductos del Municipio Sucre (IMAS), ente encargado de la gestión del acueducto; 5) Aplicación de un cuestionario a una muestra de la población de ambas parroquias, conformado por cuatro aspectos fundamentales a partir de la percepción del usuario: calidad y continuidad del servicio de agua potable, modalidad de suministro a través de camiones cisterna, calidad del agua que se recibe por las tuberías y mediante camiones cisterna y reportes y quejas.

### Tercera etapa: Análisis del sistema e identificación de zonas críticas.

Para este análisis, se realizó una revisión de los métodos usuales de análisis de vulnerabilidad, con la finalidad de orientar el desarrollo de esta etapa del trabajo, y posteriormente, con ayuda de los sistemas de información geográfica, específicamente del software ARG GIS, se elaboraron mapas temáticos donde se plasmaron los problemas que se encontraron con mayor preponderancia en la etapa de diagnóstico, luego se procedió a sectorizar los problemas y superponer los mapas para verificar qué zonas eran recurrentes en varios de ellos, siendo entonces éstas las consideradas como críticas ó prioritarias. Para los mapas de vulnerabilidad se utilizó la calificación presentada en la tabla 1, basado en criterio propio, apoyado en trabajos anteriores. [3] y [11].

**Tabla 1: Criterios de clasificación para el análisis de vulnerabilidad**

Tipo de vulnerabilidad	Numero de problemas recurrentes	Identificación de color en el mapa
Vulnerabilidad baja	1-2	Amarillo
Vulnerabilidad media	3-4	Anaranjado
Vulnerabilidad alta	5-6	Rojo

Fuente: Elaboración propia

### Cuarta etapa: Propuestas de gestión.

En la cuarta etapa, tomando como referencia estrategias de gestión de redes de distribución de agua implementadas en otras localidades, así como el criterio de expertos, se recomendaron planes y programas adaptados a las características particulares que se presentan en el área de estudio (intermitencia), las cuales fueron orientadas a: Planes y programas para mantener condiciones adecuadas de suministro y disminuir el riesgo de alteraciones en la calidad del agua que se distribuye a la población, evaluar y mejorar la calidad del servicio en términos de la interacción prestador del servicio-usuario y formulación de indicadores para realizar seguimiento, evaluación y control de las estrategias de gestión.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Etapas I y II. Descripción y diagnóstico del sistema en estudio:

Los resultados obtenidos en la primera y segunda fase del estudio evidenciaron un escenario asociado a:

Marcada influencia del suministro de agua mediante camiones cisterna: El procesamiento de la información suministrada por el ente encargado de manejar el acueducto, el Instituto Municipal de Aguas de Sucre (IMAS), permitió determinar que fueron distribuidos aproximadamente 833 cisternas en la Parroquia La Dolorita y 3.238 en Fila de Mariches, durante el año 2010. Además, los resultados de la encuesta indicaron que alrededor del 50 % de los habitantes utiliza mensualmente camiones cisterna para abastecerse de agua, por lo que constituye una modalidad influyente en ambas parroquias; también se comprobó que existe un número importante de camiones cisterna que se venden en las comunidades sin que exista control sobre ellos, lo que se presume podría generar especulación. Para el período en que se aplicó la encuesta, las personas revelaron haber pagado entre Bs. 10 y 15 por un tambor de 200 litros, valor superior al correspondiente a la tarifa social mensual (Bs. 5).

Déficit de caudal y presión: De acuerdo con las estimaciones teóricas realizadas por balance de agua (entradas y salidas del sistema), basadas en población actualizada y utilizando como base un consumo per cápita de 250 litros/habitante.día, se determinó que existe un déficit de agua de aproximadamente 126 L/s, situación que se ve reflejada en la forma de suministro de agua a las parroquias en estudio (intermitente). Además, en la aplicación de la encuesta, más del 90% de las personas entrevistadas afirmaron recibir el servicio de agua potable de forma discontinua.

De la misma manera, la línea de energía total construida desde el punto de partida del ASFM hasta la estación de bombeo la Dolorita, evidencia que en los primeros puntos del recorrido el cambio de pendiente es leve, lo que era de esperar, ya que las pérdidas en este tramo se asocian a las producidas por la fricción en la tubería y a las generadas por accesorios. No obstante, en el tramo siguiente se obtuvo el mayor cambio de pendiente y por consiguiente la mayor pérdida de presión y caudal, comportamiento esperado, ya que el ASFM previo a su paso por las parroquias en estudio, transita por sectores populares pertenecientes a la parroquia Petare, los cuales son de alta densidad poblacional. Finalmente, se consiguió que en el último punto de medición de presión (correspondiente a la succión de la estación de bombeo mencionada), la línea de energía prácticamente coincide

con el valor de cota de terreno, lo que provoca que los grupos de bombeo instalados en este punto, se encuentren la mayor parte del tiempo fuera de servicio, y por ende, se dificulta la distribución a los puntos altos de la Parroquia la Dolorita, constituyendo una de las principales causas por las que el servicio se presta de forma discontinua.

Fallas de la institución en el control de reportes y quejas de los usuarios y elevado índice de fugas de agua en la red de distribución: Se pudo apreciar que los cuadernos diarios de reportes son utilizados de manera indistinta tanto para reportar las quejas de los usuarios como para plasmar las distintas actividades que realizan las cuadrillas adscritas a la Gerencia de Operaciones y Mantenimiento del IMAS, lo que no permite establecer una diferencia entre ambas. Del análisis de los reportes recibidos durante los años 2009 y 2010, se determinó que el mayor número de quejas de los usuarios corresponden a fugas de agua en las tuberías, seguidos por la falta de servicio y ausencia de reportes relacionadas con alteraciones en el agua distribuida. No obstante, al referirse a los resultados de la encuesta se observan discrepancias, indicando en esta última que la falta de servicio de agua por tuberías representa la queja más común para los sectores de las parroquias La Dolorita y Fila de Mariches (49 y 64 %), seguido por las fugas de agua en las tuberías (28 y 46 %), y con el porcentaje más bajo, entre 8 y 5 % se ubicaron las alteraciones en la calidad del agua, respectivamente. A pesar de las discrepancias en cuanto a las fugas de agua, se considera que su frecuencia es elevada.

Apatía de los usuarios para reportar las fallas y mala percepción de la respuesta del IMAS ante los reclamos: La encuesta reveló que el porcentaje de usuarios que reporta las fallas a la institución es bajo, el mismo oscila alrededor del 30 %, además este grupo de personas consideran que la respuesta del instituto a sus inquietudes es de regular a mala. Estos resultados indican que los mecanismos de interacción entre la institución y los usuarios presentan ciertas debilidades.

Alteraciones en la calidad del agua: los resultados obtenidos del muestreo realizado en los diferentes nodos de consumo de ambas parroquias evidenciaron que, tal como se observa en la figura 1, el 31 % no cumplen con el valor máximo establecido en la normativa sanitaria venezolana para la turbiedad (5 UNT), 21 % para color aparente y el 44 % para cloro residual libre (47 % corresponde a valores por debajo de 0,3 mg/L). En el caso de los sistemas intermitentes, en los que el almacenamiento de agua en los hogares es una rutina obligatoria, estos resultados se podrían considerar de especial cuidado. La ausencia de desinfectante al inicio del ciclo de servicio implica que el agua que permanecerá almacenada por varios días se encontrará desprotegida y completamente vulnerable a la contaminación. Las muestras que reportaron valores de turbiedad y color por encima de la norma, corresponden a aquellas que fueron captadas en la primera hora de inicio del servicio. Respecto a los análisis bacteriológicos, 38 % de las muestras resultaron positivas a la presencia de bacterias coliformes totales, y en un 13 % se reportó presencia de bacterias coliformes fecales (ver figura 2). Las investigaciones han demostrado que las biopelículas que se forman en las paredes de las tuberías de distribución son la principal fuente de microorganismos [2]. Valores de cloro residual libre por debajo de 0,3 mg/L, combinados con la presencia de bacterias coliformes totales y fecales en el agua, se convierten en resultados de alarma, especialmente en sistemas discontinuos.

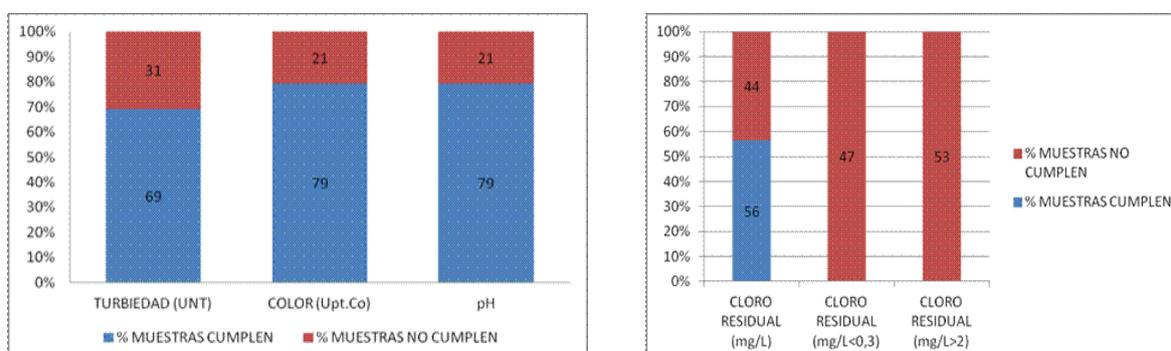
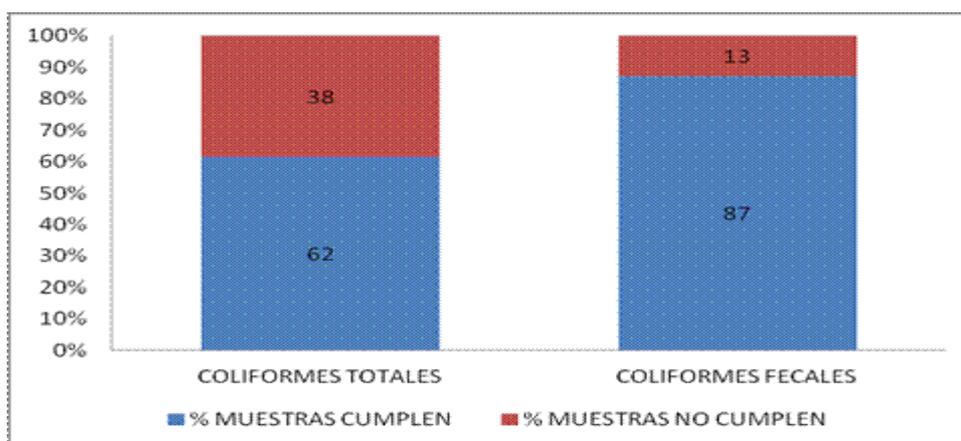


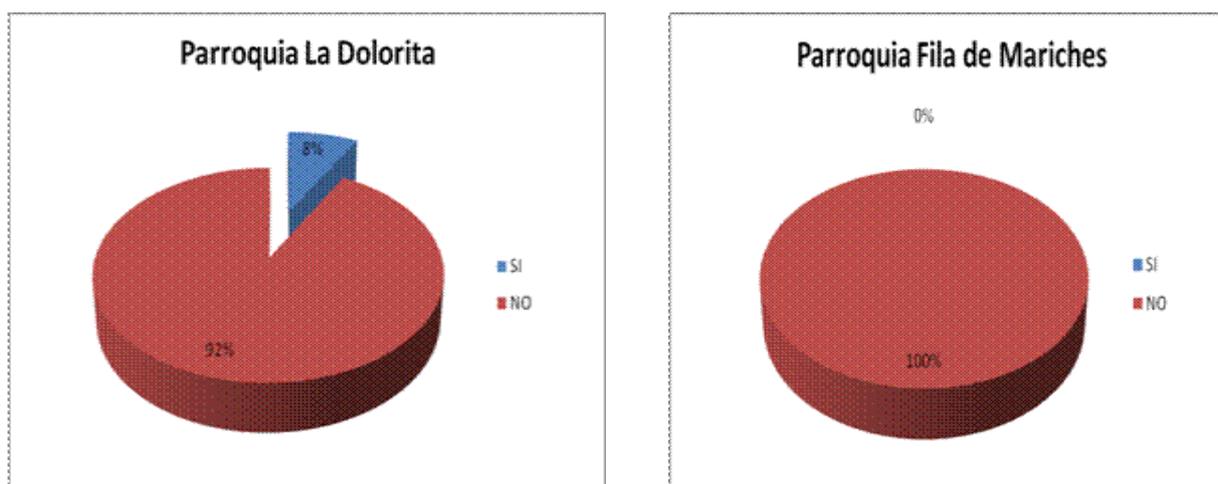
Figura 1: Resultados obtenidos para el análisis de turbiedad, color, pH y cloro residual libre.



**Figura 2: Resultados obtenidos para el análisis de la Presencia/ausencia de Coliformes totales y Coliformes Fecales**

Bajo nivel de recaudación: Tal como se esperaba, se pudo comprobar que el porcentaje de usuarios que paga formalmente por el servicio de agua potable es muy bajo. En el caso de la Parroquia la Dolorita, sólo un 8 % de los encuestados manifestó pagar el servicio, mientras que en la Parroquia Fila de Mariches el resultado indicó que el servicio de agua es prácticamente gratuito, ver figura 3.

En este punto resulta interesante mencionar la gran influencia de la modalidad de suministro de camiones cisterna, pues tal como se observó previamente alrededor del 50 % de los encuestados usa camiones cisterna, de ese 50 % entre el 39 y 46 % paga por este servicio, los usuarios afirmaban que se han cancelado entre 12 y 15 Bs por tambor de 200 litros, lo que significa que un porcentaje importante de la población paga de manera informal por el agua potable. Tomando en cuenta que los costos mencionados se encuentran muy por encima de las tarifas oficiales establecidas, debe entonces ponerse especial atención en este punto y entender que para mejorar la gestión y manejo de la institución deben implementarse medidas para el establecimiento de un programa de micro y macro medición y posteriormente estrategias de gestión de cobro, que permitan incrementar las recaudaciones y que ello pueda ser reflejado en inversiones para las mejoras constantes del acueducto y por ende del servicio.



**Figura 3: Resultados obtenidos a la pregunta: ¿Paga usted por el servicio de agua?**

### Etapa III. Identificación de zonas críticas

En el mapa de la figura 4 se encuentran plasmados los indicadores utilizados como criterio para el análisis de vulnerabilidad en la Parroquia la Dolorita, los sectores que aparecen en el mapa son aquellos que de acuerdo con: la estadística de camiones cisterna, la encuesta aplicada, el monitoreo de calidad del agua y el análisis estadístico de los reportes, presentaron una mayor frecuencia de anomalías ó funcionamiento inadecuado. De

los indicadores utilizados, los que se presentan con mayor frecuencia son: la percepción negativa en la calidad del servicio (15 sectores), seguido por el uso de camiones cisterna (14); el de menor frecuencia fue la percepción negativa en las respuestas de la institución a los reportes de los usuarios, no obstante, debe recordarse que los resultados de la aplicación de la encuesta en esta parroquia, indicaron que existe una elevada apatía de los usuarios a reportar las fallas en el acueducto.

Luego de analizar los mapas se procedió a superponerlos, con la idea de sectorizar las parroquias, es decir, tal como se describió en la metodología se clasificaron las zonas como de baja, media y alta vulnerabilidad, dependiendo del número de indicadores que presentaran. En la Parroquia la Dolorita se identificaron doce (12) zonas de baja vulnerabilidad, ocho (8) de media y cinco (5) de alta vulnerabilidad, entre las que se encuentra el casco central del barrio La Dolorita (ver figura 5). En las zonas de baja vulnerabilidad se observa que predominan las fugas de agua como el problema resaltante (en 6 de las 9 zonas), significa entonces que debe revisarse a detalle la red de tuberías, lo que debe incluir: material y edad de la tubería y las presiones de trabajo.

En las zonas de media vulnerabilidad destaca la presencia recurrente de los mismos problemas, es decir, ciclos de servicios largos, asociados a un elevado uso de camiones cisterna y éstos desencadenan a la vez una percepción negativa en la calidad del servicio.

El mapa de vulnerabilidad de la Parroquia Fila de Mariches, presenta trece (13) zonas de baja vulnerabilidad, ocho (8) de media y dos (2) de alta.

Cabe resaltar que en este sistema existe lo que se podría denominar vulnerabilidad de origen, ya que, aparte de los déficit de agua reportados, el acueducto está ubicado en una zona topográficamente irregular, con altas pendientes y las condiciones hidrometeorológicas ocasionan frecuentemente deslizamientos y movimientos de masa, que afectan las tuberías y demás piezas de conexión y en consecuencia, el suministro de agua.

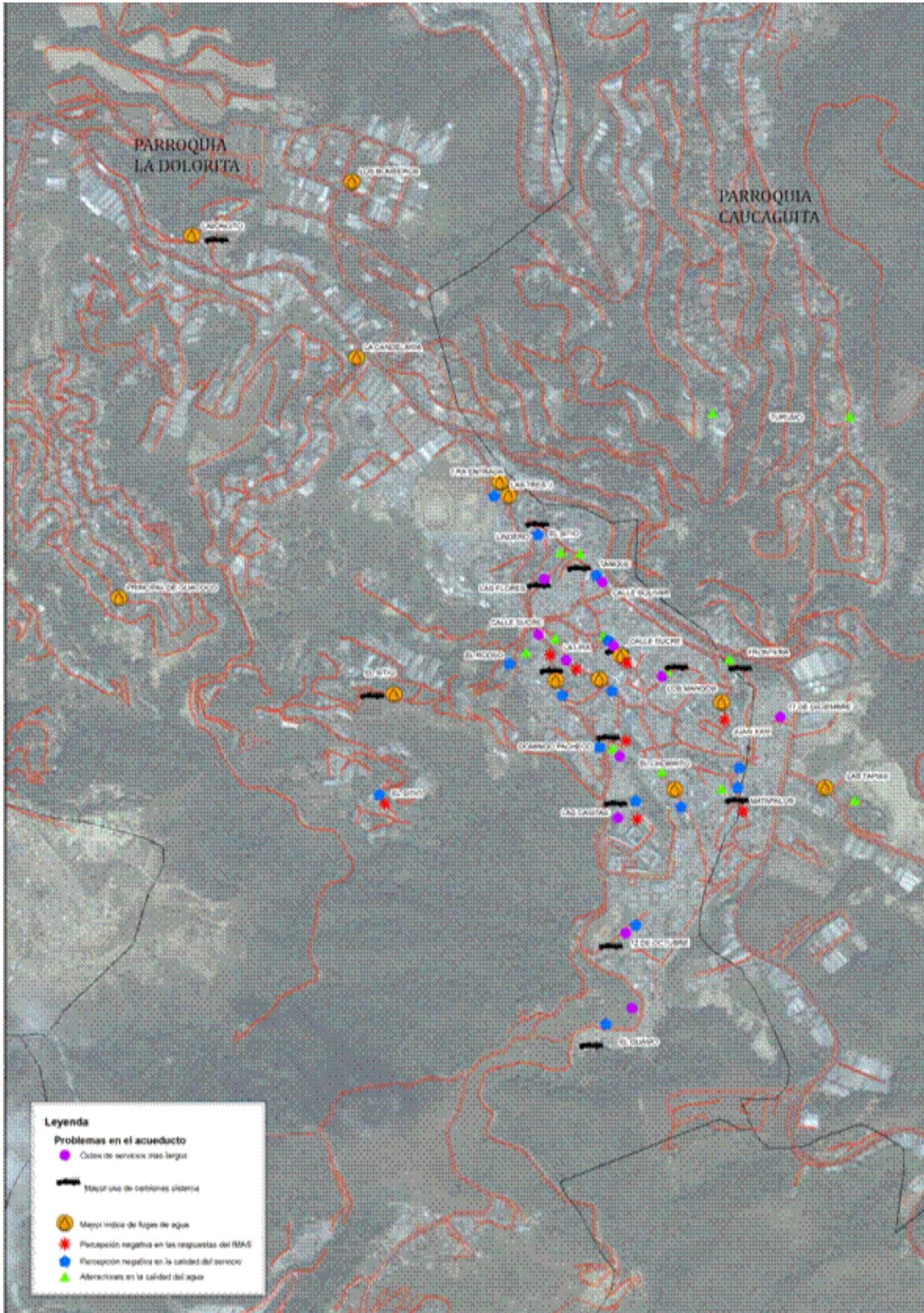


Figura 4: Mapa de indicadores de vulnerabilidad en la Parroquia la Dolorita

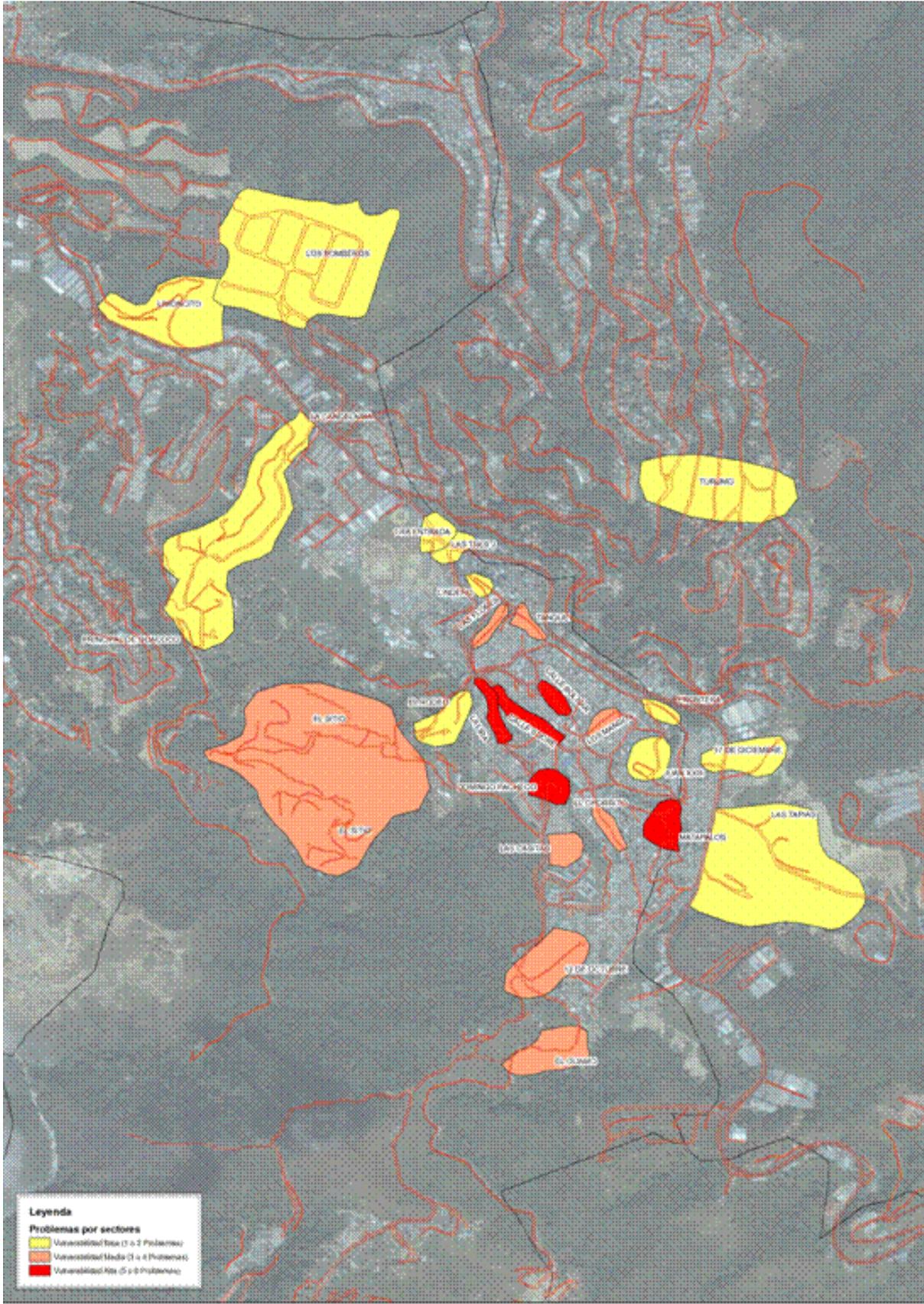
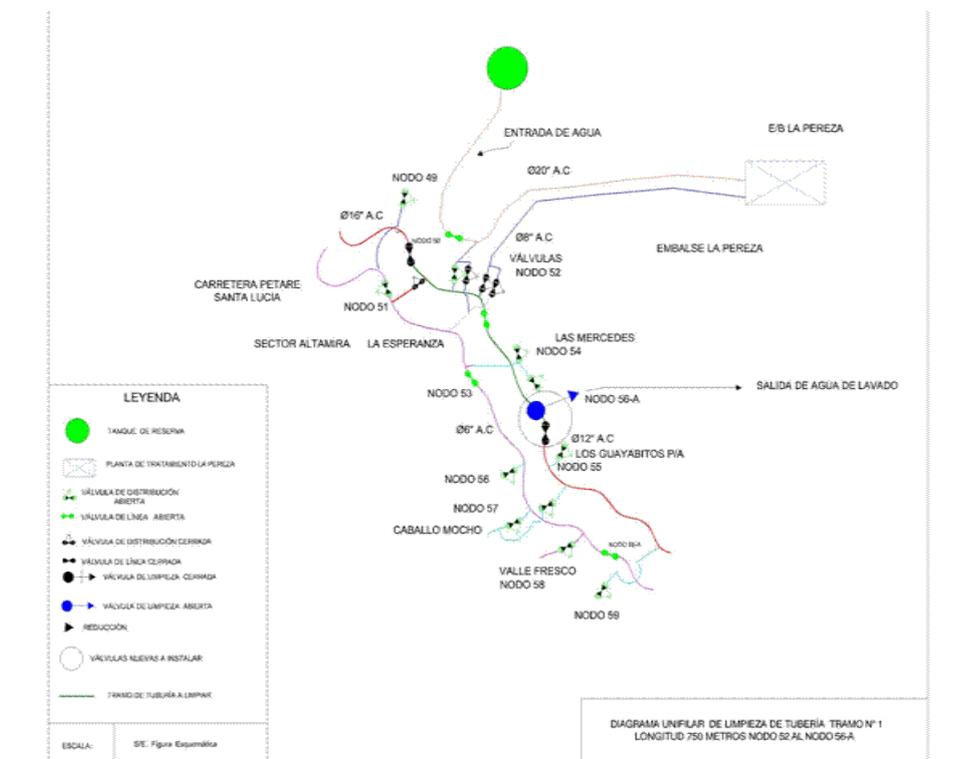


Figura 5: Mapa de vulnerabilidad en la Parroquia La Dolorita.

#### Etapa IV. Recomendación de estrategias de gestión:

Con la idea de realizar un aporte que permita mejorar las condiciones de suministro, se elaboraron una serie de recomendaciones de gestión, en pro de disminuir el impacto de la discontinuidad del servicio. Las pautas de gestión estuvieron dirigidas en primer lugar a mejorar la calidad del agua y disminuir su riesgo de contaminación, y en segundo lugar, a mejorar la interacción usuario-institución. Entre las recomendaciones destacan:

**Programas de lavado de tuberías:** Se recomendó un plan piloto para lavado hidráulico unidireccional de: tres tramos de tubería principal en la Parroquia Fila de Mariches, y dos tramos en la Parroquia la Dolorita. Se tomaron en cuenta parámetros como velocidad, caudal de lavado y longitud de los tramos de tubería a lavar, todo ello basado en una revisión bibliográfica. En la figura 6 se muestra el esquema de lavado 1 para la parroquia Fila de Mariches, se aprecia el tramo a limpiar (750 metros), los puntos de entrada y salida del agua, así como las válvulas que deben permanecer abiertas y cerradas durante el lavado.



**Figura 6: Esquema de lavado 1, Parroquia Fila de Mariches.**

**Monitoreo y control del agua en camiones cisternas:** Contempla el inventario, control de cloro residual del agua almacenada en los tanques y control de la limpieza y desinfección de los tanques de las cisternas. En todos los casos se dictaron las pautas generales de aplicación, se diseñaron formatos para su implementación, y, además se formularon indicadores de gestión para su seguimiento, evaluación y control. En la tabla 2, se muestra a manera de ejemplo, el formato correspondiente al monitoreo y control de la calidad del agua en los camiones cisterna.



Reporte interno: Comprende la acción de registrar en el sistema una falla interna que amerita ser atendida ó una actividad que requiere ser ejecutada, por ejemplo: revisión y chequeo de equipos de bombeo, cambio ó mantenimiento de válvulas, traslado de materiales de una estación a otra, instalación de nuevos equipos, entre otros.

Reporte externo: Comprende la acción de registrar en el sistema una queja, inconformidad ó reclamo proveniente de un usuario del servicio, por ejemplo: fugas de agua en las redes de distribución (tubo roto), falta de servicio de agua, alteraciones en la calidad del agua, detección de conexiones clandestinas, entre otros.

El conocimiento de: cuál es el tipo de queja más frecuente proveniente de los usuarios y, qué sector presenta mayor índice de un tipo de queja específica, permitirá a la institución obtener información valiosa para la gestión y manejo del acueducto, pues se podrán sectorizar y priorizar las medidas preventivas y correctivas.

Auditorías de servicio periódicas: Se recomendó la aplicación de encuestas trimestrales y la implementación de un buzón de sugerencias. Ello permitirá mantener una constante interacción: usuario-institución, que se traducirá en un sistema de retroalimentación a través del flujo de información, y que puede traer grandes beneficios y mejoras sostenibles en la percepción de la calidad del servicio.

Indicadores de Gestión. Los indicadores de gestión formulados se diseñaron con el propósito de suministrar una herramienta que permita al IMAS realizar el seguimiento, evaluación y control de las medidas, planes y programas previamente recomendados. El nombre designado a cada indicador está directamente asociado a la medida a la cual es aplicable, también se definen sus componentes y variables, así como también la frecuencia con la que se recomienda debe ser medido.

La aplicación de las medidas antes mencionadas, junto con el uso de los indicadores, representan una propuesta para mejorar la calidad del servicio y la gestión del sistema, enmarcado en la condición específica de “suministro discontinuo”.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las estimaciones teóricas del caudal que se maneja en la zona de estudio evidenciaron que existe un déficit de agua de aproximadamente 126 l/s, esta situación se ve reflejada en la forma de suministro de agua a las parroquias en estudio (intermitente).
- La ausencia de control por parte de las autoridades sobre las tarifas del abastecimiento de agua a través de la modalidad de camiones cisterna, trae como consecuencia especulación en los precios del agua que distribuyen los camiones privados, para el período en que se aplicó la encuesta las personas revelaron que han pagado entre Bs 10 y 15 por un tambor de 200 litros, valor superior al correspondiente a la tarifa social mensual (Bs 5).
- El servicio de agua discontinuo genera alteraciones en la calidad del agua que circula por la red de distribución, especialmente en los parámetros organolépticos (color, olor, sabor, apariencia). Las muestras analizadas evidenciaron que el 31 % no cumplen con el valor máximo establecido en NSCAP para la turbiedad (5 UNT), mientras que el color y pH presentaron porcentajes iguales de incumplimiento (21 %).
- El 44 % de las muestras analizadas resultaron inconformes para la presencia de cloro residual libre, de este 44 % (17 de 39 muestras), el 53 % corresponden a muestras que presentaron valores por encima de 2 mg/L y el 47 % a valores por debajo de 0,3 mg/L (8 muestras).
- El 38 % de las muestras analizadas resultó positivo a la presencia de bacterias Coliformes totales. Un porcentaje menor (13 %), pero quizá de mayor impacto reportó la presencia de bacterias Coliformes fecales.
- Se recomienda implementar un sistema de control operacional con técnicas de macromedición, telemetría y base de datos, que permita obtener información oportuna y con base en ella se tomen las decisiones operativas requeridas.

- Estudiar la posibilidad de implementar otro tipo de mantenimiento interno de las tuberías, tales como: limpieza con implementos mecánicos (pigs) y recubrimientos internos con materiales como la fibra de vidrio.
- Extender la formulación de indicadores de gestión para el seguimiento de todas las actividades y programas desarrollados por el IMAS: área administrativa, comercial, técnico –operativa, comunitaria, entre otras.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AWWA. American Water Works Association. (2003). Investigation of pipe cleaning methods. AWWA Research Foundation.
2. Berry D, Chuanwu X, Raskin L. (2006). “Microbial ecology of drinking water distribution system”. *Biotechnology*. 17: 297-302.
3. Fernandes, N. (2007). Análisis preliminar de riesgo del sistema panamericano de abastecimiento de agua potable. Trabajo especial de Grado. UCV. Facultad de Ingeniería, Caracas.
4. Información Estadística del Municipio Sucre (2009). Información Demográfica- Documento en línea: [http://www.alcaldiamunicipiosucre.gov.ve/contenido/wp-content/uploads/2009/07/Informacion\\_Demografica.pdf](http://www.alcaldiamunicipiosucre.gov.ve/contenido/wp-content/uploads/2009/07/Informacion_Demografica.pdf). Fecha de consulta: 15-05-2011-
5. Instituto Nacional de Estadísticas (2010): Síntesis de estadística Estatal. Documento en línea: <http://www.ine.gob.ve/documentos/see/sintesisestadistica2010/estados/miranda/index.htm>. Fecha de consulta 15-05-2011.
6. Knobelsdorf J (1997). Mujeriego R. Deterioro de la Calidad del Agua por el posible desprendimiento de las biopelículas en las redes de distribución de Agua Potable. *Ingeniería del Agua*. 1997; Vol 4, N° 2.
7. República de Venezuela (1998). Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable. *Gaceta Oficial* N° 36.395. Caracas.
8. República de Venezuela (1995). Normas Sanitarias para el Control del Agua Potable Transportada en Camiones Cisterna. *Gaceta Oficial* N° 35.827. Caracas.
9. República de Venezuela (1993). Régimen tarifario para la prestación de los servicios de Acueducto y de Recolección, Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales. *Gaceta Oficial* N° 35.190. Caracas.
10. Rodgers M, Boczek L. (2011). “Microbes and water quality in developed countries”. *Encyclopedia of Environmental Health*. 749-756.
11. Velásquez, D. (2006). Estrategias de abastecimiento de agua segura en situaciones de emergencia. Trabajo de Grado de Maestría. UCV. Facultad de Ingeniería, Caracas. p: 13,20.