

CAPITULO 4

ANALISIS DE LOS PROBLEMAS ASOCIADOS E IDENTIFICACION DE POSIBLES SOLUCIONES

4.1 Diagnostico Técnico.

El propósito de la Propuesta Técnica es fijar los criterios básicos y requisitos mínimos que deben reunir los diferentes procesos involucrados en la conceptualización, el diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los **sistemas de tratamiento de aguas residuales** que se desarrollan en nuestro país y en especial en las zonas rurales, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionalidad, calidad, eficiencia y sostenibilidad en el tiempo.

4.1.1. Sistemas de Tratamientos de la Zona Panamericana del estado Mérida.

Con la finalidad de iniciar el tratamiento de las aguas servidas, así como evitar la contaminación de los ríos de la zona por las descargas de los pozos sumideros creados en la localidad, entre los años 1990-1995 se desarrollaron sistemas de tratamiento tipo Lagunas de Estabilización en serie, en régimen facultativo en la zona Panamericana del estado Mérida, revestidas de concreto, los cuales contaban con un tratamiento primario incorporado de cribado mediante rejillas de retención de sólidos gruesos retenidos en la tanquilla de entrada a la laguna primaria, así como un tratamiento final de cloración para lograr con ello la desinfección del efluente. Así mismo el sistema contemplaba unas compuertas que logran mediante una derivación la operación individual de cada una de ellas bien sea para fines de mantenimiento o estudio operacional.

Al realizar la inspección visual en los sistemas de tratamiento se observó que estos muestran evidencias del mal funcionamiento; la presencia de nata, el olor y color característicos lo corroboran.

De las condiciones físicas, un problema en todos los sistemas es la carencia de estructuras de medición de caudales (por ejemplo, canaletas Parshall). Se constató, que ningún sistema posee estructuras de medición.

Carecen de tratamiento primario como lo son el cribado y la desarenación. Las rejillas del cribado que fueron diseñadas y estaban ubicadas en la tanquilla de entrada cuando fueron creadas y puestas en marcha ya no se encuentran; es por ello que se observa en las lagunas sólidos en suspensión ajenos a estas aguas y en los alrededores del revestimiento. La falta del desarenador hace que se incremente la formación de lodos y por lo tanto se colmatan con mayor frecuencia, por lo que ameritan mantenimiento más seguido.

Ningún sistema tiene un lugar físico reservado para el almacenaje de desechos sólidos y de lodos secos o mojados después de la limpieza de las lagunas.

El mantenimiento de los alrededores es deficiente, tanto que en algunos de los sistemas visitados no hay vías de acceso por el crecimiento excesivo de maleza y arbustos, esto también se pudo observar en el área de seguridad de las lagunas visitadas.

La mayoría de las instalaciones cuentan con un operador, pero este frecuentemente requiere más capacitación sobre la operación y mantenimiento del sistema, así como un salario adecuado. También la falta de herramientas adecuadas para el mantenimiento contribuye al mal desempeño del operador.

En aquellos sistemas que poseen caseta de cloración como tratamiento terciario ésta se encuentra desmantelada, así como también los que tienen estación de bombeo.

Las poblaciones seleccionadas para caracterizar las aguas residuales y llevar a cabo la Propuesta del Modelo de Gestión fueron Guayabones y El Pinar.

- **Población de Guayabones.**

La población de Guayabones se encuentra en el Municipio Obispo Ramos de Lora, Parroquia Eloy Paredes. Está situado al noroeste del Estado Mérida, entre las siguientes coordenadas: 8° 42' 33" y 8° 56' 20" de latitud Norte y 71° 17' 13" y 71° 30' 20" de longitud Oeste. Se ubica dentro de la Cuenca Hidrográfica del Lago de Maracaibo y cuenta con los siguientes cursos de agua: Ríos: Capaz, Guayabones, Perdido, Guachizón, Capazón y Caños: Mujeres, Avispero, Rico, El Zumbador, Perdido, Sapo, Carbón, Azul, Tigre, Seco, Lindo, Obispo. Su temperatura media anual es de 30° C, situándose la mínima durante el mes de enero en 29 °C, y la máxima en el mes de septiembre en 32°C; la precipitación promedio oscila entre 1.400 y 2.050 mm.

La ubicación geográfica del municipio se encuentra en la Figura 4.1.

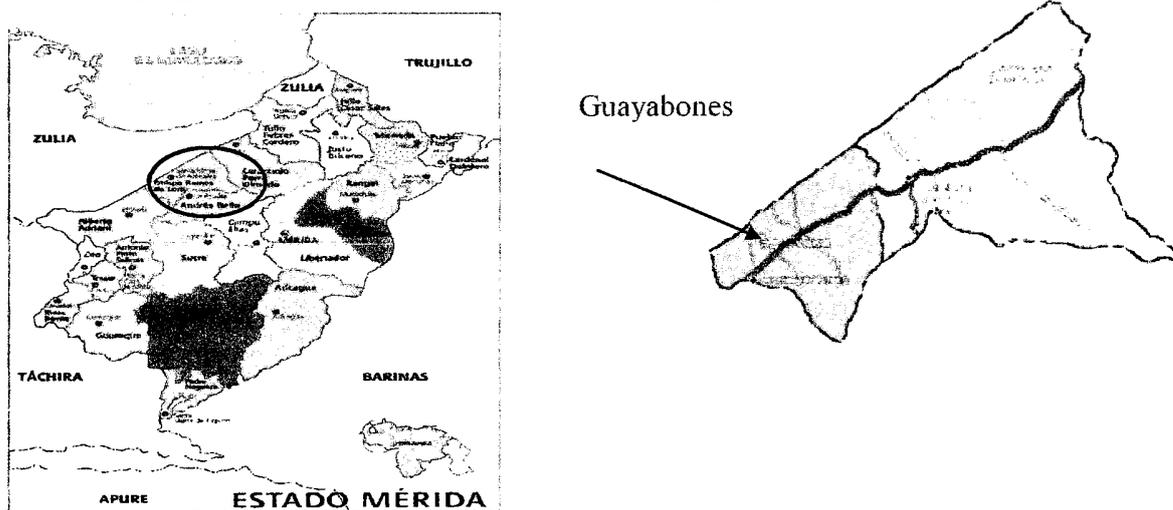


Figura 4.1. Ubicación Geográfica de la población de Guayabones.
(Fuente: www.merida.gob.ve).

En esta población se encuentra un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas constituido por dos lagunas facultativas en serie las cuales se ilustran en las Figuras 4.2 y 4.3.

Estas lagunas fueron construidas en el año 1990, se desconoce la población servida para el momento de su puesta en marcha. La población total en ese año era de 2600 habitantes. Para el año 2002 la población servida era de 2.400 personas (SAVIR) y para el año 2005 su población se incrementó a 6.440 habitantes (Fuente: I.N.E.)

Para el Censo 2001 existían en Guayabones 2154 viviendas con servicios de cloacas. La descarga de estas lagunas desemboca en el río Guayabones. La longitud del colector de descarga es de 3.000 metros.



Figura 4.2. Laguna Primaria de la población de Guayabones.

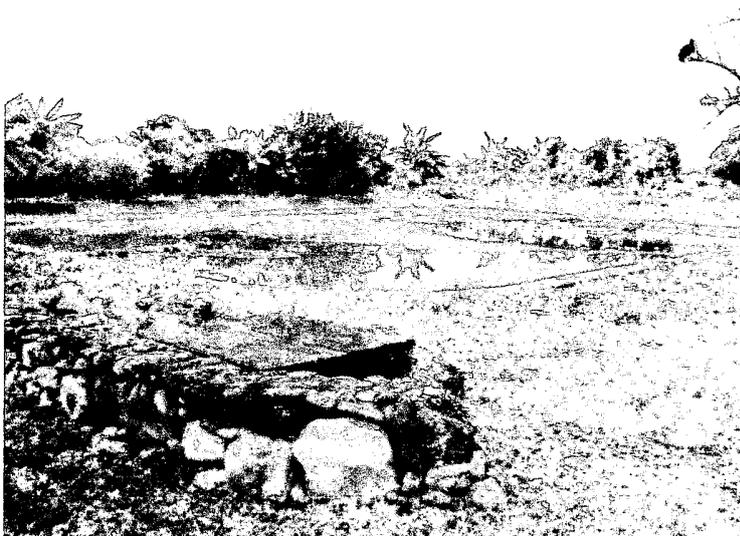


Figura 4.3. Laguna Secundaria de la población de Guayabones.

La ausencia de la rejilla para la retención de sólidos en la tanquilla de entrada hacia la laguna primaria, se puede observar en la Figura 4.4.



Figura 4.4. Tanquilla de entrada a la laguna. Se observa ausencia de rejillas.

El sistema lagunar de Guayabones se georeferenció mediante un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y un sistema de información geográfico (SIG) y las coordenadas obtenidas con el GPS fueron: 0,968762 N y 216226 E. El resultado se muestra en la Figura 4.5.

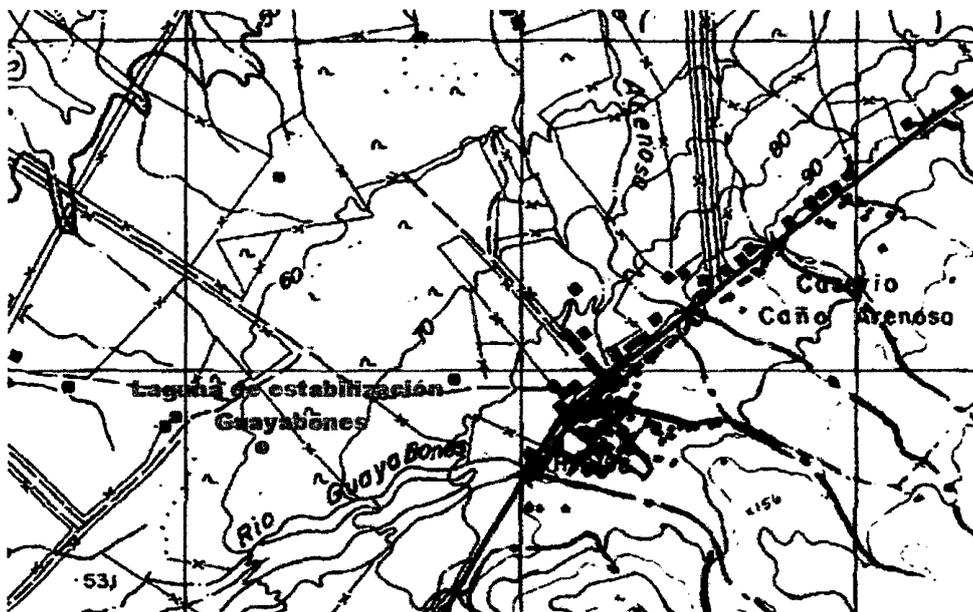


Figura 4.5. Ubicación mediante de GPS y SIG del sistema lagunar de la población de Guayabones

El sistema de Guayabones cuenta con un operador, que se encarga del mantenimiento de los alrededores, (corte de malezas) mas no de la operación y mantenimiento en sí de las lagunas. Esta persona no ha sido capacitada para su labor y por lo tanto no conoce mucho el proceso del sistema lagunar.

Dentro de los parámetros analizados en los tres puntos se buscaron y se midieron los que fueran representativos del funcionamiento de las lagunas de estabilización en términos de remoción de materia orgánica y de patógenos. La Figura 4.6 y 4.7 ilustran el proceso de toma de muestras realizadas.

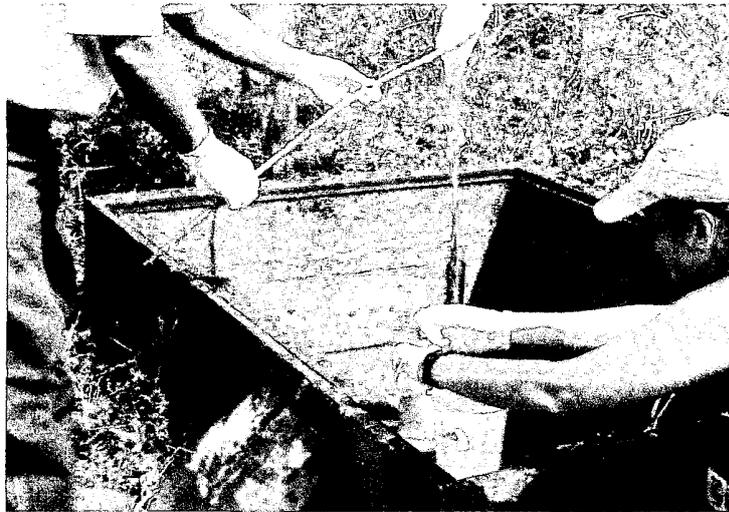


Figura 4.6. Toma de muestras de las lagunas

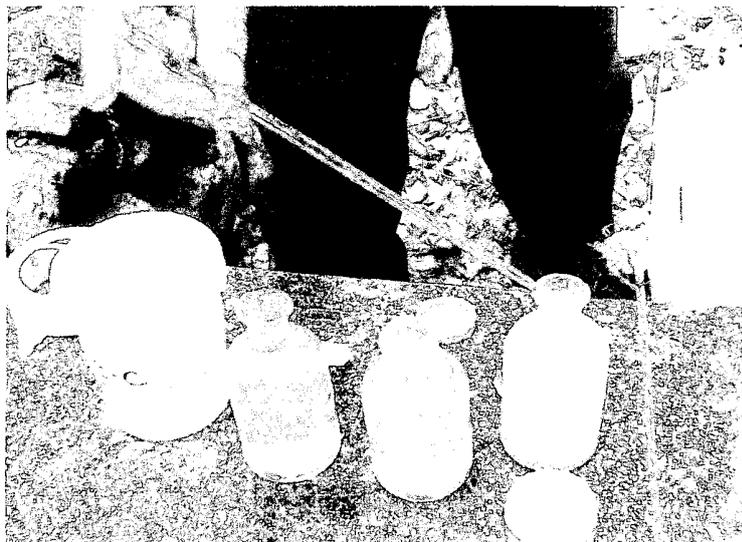


Figura 4.7. Toma de muestras de las lagunas.

Los valores obtenidos en los análisis fisicoquímicos en este sistema lagunar se encuentran en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Resultados obtenidos del análisis físico-químico del Sistema Lagunar de la población de Guayabones. Fecha de muestreo: 29/03/2006.

Punto de ubicación	Parámetro	Valor obtenido	Decreto 883
Entrada 1 ^{ra} Laguna (agua residual cruda)	DBO (mg/L)	368.0	60
	DQO (mg/L)	748.0	350
	OD (mg/L)	1.15	----
	Temperatura del ambiente (°C)	29	----
	Temperatura de la muestra (°C)	26	----
	Olor	Putrefacto	----
Salida de la 1 ^{ra} Laguna. Entrada a la 2 ^{da} Laguna	DBO (mg/L)	218.9	60
	DQO (mg/L)	450.0	350
	OD (mg/L)	2.70	----
	Temperatura ambiente (°C)	29	----
	Temperatura de la muestra (°C)	26	----
	Olor	Putrefacto	----
Salida de la 2 ^{da} Laguna. (efluente)	DBO (mg/L)	198.9	60
	DQO (mg/L)	420.0	350
	OD (mg/L)	1.35	----
	Temperatura ambiente (°C)	29	----
	Temperatura de la muestra (°C)	26	----
	Olor	Putrefacto	----

Las muestras tomadas fueron llevadas al laboratorio de Aguas de Mérida y los resultados indican el mal funcionamiento de las lagunas según lo establecido en el Decreto 883. (Sección III De las descargas a los cuerpos de agua)

Según la normativa de efluentes a ser vertidos a cuerpo receptores (Decreto 883) se estipula en el parámetro DBO un límite de 60 mg/l; los resultados de los análisis arrojaron 198,9 mg/l de DBO en la descarga final.

En el caso de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) la normativa establece un límite de 350 mg/l y los análisis dieron como resultado un valor de 420 mg/l.

El NMP/100ml coliformes fecales lo establece el decreto 883 como "...no mayor a 1.000 por cada 100 ml, en el 90% de serie de muestras consecutivas y en ningún caso será superior a 5.000 por cada 100 ml.". Los resultados de este muestreo con relación a este parámetro fueron de valores mayores a 2.4×10^6 . Con este valor tan elevado fuera de los establecidos, se evidencia el riesgo sanitario de la zona, no existe una desinfección correcta de estos efluentes para la eliminación de organismos causantes de enfermedades gastrointestinales que es una de las causas de morbilidad de estas enfermedades en las zonas rurales.

En la Tabla 4.2. se pueden observar los resultados obtenidos al aplicar la ecuación 2.1 para el cálculo de la eficiencia del sistema.

Tabla 4.2. Eficiencia de remoción del Sistema Lagunar de la población de Guayabones basados en valores de la DBO.

Lugar	Eficiencia (%)
Laguna Primaria	40,5
Laguna Secundaria	9,0
Sistema total	46,0

Los valores demuestran que efectivamente se está llevando a cabo el proceso para la cual ellas fueron creadas, más no están removiendo suficientemente la materia orgánica y los patógenos ya que, una Laguna Primaria debería remover un 30% la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), en una secundaria del 90-95 %, y en una terciaria la remoción debe ser mayor al 95%, así como la eficiencia global en todo el sistema debe ser de mayor a un 70%.

La eficiencia de la Laguna Secundaria es bastante baja, esto es debido al grado de colmatación que se pudo observar en ella, se podría decir que el lodo ya alcanzaba un 90 % de la altura de la Laguna.

Se puede concluir que la eficiencia de este sistema lagunar en su totalidad no llega a su valor esperado debido a la ausencia de un tratamiento primario y a la deficiente Operación y Mantenimiento de las mismas. El valor alcanzado en estas lagunas en cuanto a su eficiencia global de remoción de DBO es del 46%, lo que nos quiere decir que están trabajando a menos de la mitad que estos sistemas pueden desempeñar. Recordemos que estos son procesos biológicos y la única ayuda que necesita del hombre es un buen mantenimiento para así poder ellas realizar adecuadamente sus procesos y alcanzar la eficiencia para la cual fueron diseñadas.

Con los resultados de los análisis físico-químicos y bacteriológicos queda corroborada la problemática existente en esta población.

- **Población de El Pinar.**

La población de El Pinar se encuentra en el Municipio Caracciolo Parra y Olmedo, Parroquia Florencio Ramírez. Esta situado al Nor-Oeste del Estado Mérida al Sur del Lago de Maracaibo. Sus coordenadas son 80° 34' 45" y 9° 01' 45" de latitud Norte. 71° 13' 30" y 7° 19' 00" de latitud Oeste. El Municipio se ubica dentro de la Cuenca Hidrográfica del Lago de Maracaibo y los principales ríos son: Tucaní, San Antonio, Río frío y Guachizón que nacen en la Sierra Norte de la Culata en la Cordillera de los Andes. Su temperatura media anual oscila entre 22,30°C y 27,30°C y la precipitación entre 1.329 mm y 2.027 mm media anual.

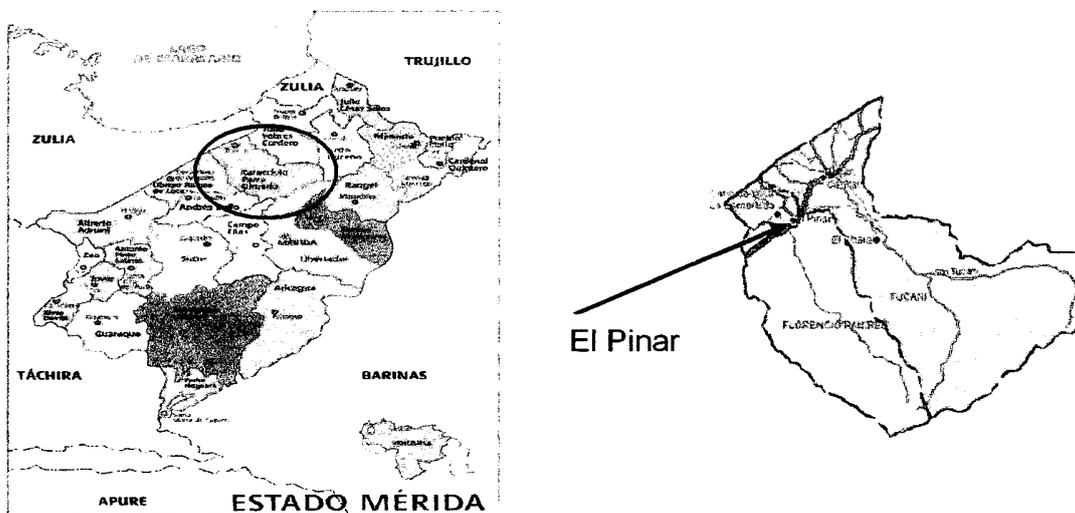


Figura 4.8. Ubicación Geográfica de la población de El Pinar.

Fuente: www.merida.gob.ve

En esta población se encuentra un sistema de tratamiento de dos lagunas facultativas en serie las cuales se pueden observar en las Figuras 4.9 y 4.10.

Las lagunas fueron construidas y puestas en marcha en el año 1990; para ese momento la población era de 1.446 habitantes. No se conocen datos sobre la población servida por el sistema lagunar para ese momento.

Sin embargo para el año 2002 la población servida era de 840 personas (SAVIR) y para el año 2005 su población se incrementó a 5.935 habitantes (Fuente: I.N.E.), de las cuales se puede conocer por el censo del año 2001 que existía un 32 % de las viviendas con servicios de cloacas.



Figura 4.9. Laguna Primaria de la población de El Pinar.

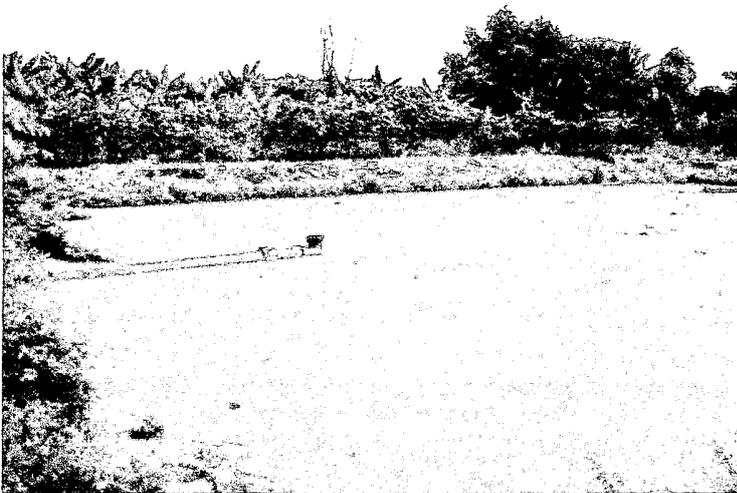


Figura 4.10. Laguna Secundaria de la población de El Pinar.

En este sistema, como en todos los visitados en la zona, se observa la ausencia de un tratamiento primario (rejillas y desarenadores), lo cual constituye en uno de los motivos del mal funcionamiento de las lagunas. En la Figura 4.11 se puede observar el transporte de sólidos gruesos hacia estas lagunas, ocasionando en muchos casos obstrucción de las tuberías.

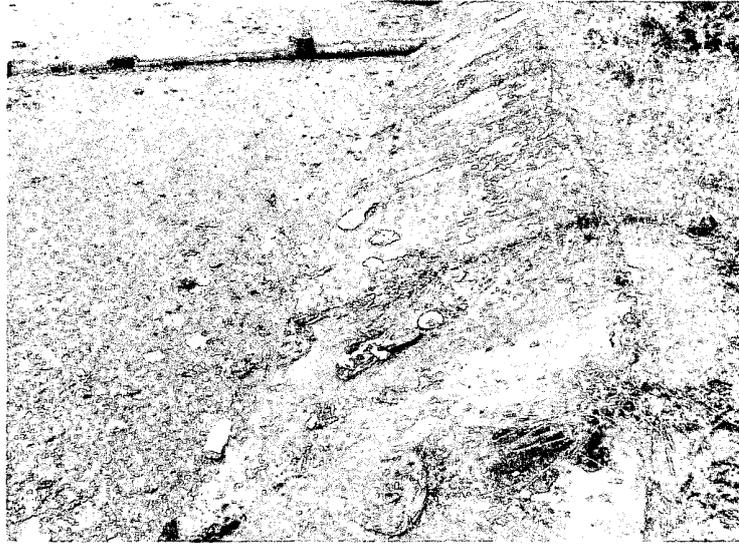


Figura 4.11. Sólidos transportados hacia la Laguna Primaria por ausencia de Tratamiento Primario.

El sistema lagunar de El Pinar también se georeferenció mediante Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y un sistema de información geográfico (SIG) y las coordenadas obtenidas con el GPS fueron: 0,988610 N y 245710 E. El resultado se muestra en la Figura 4.12.

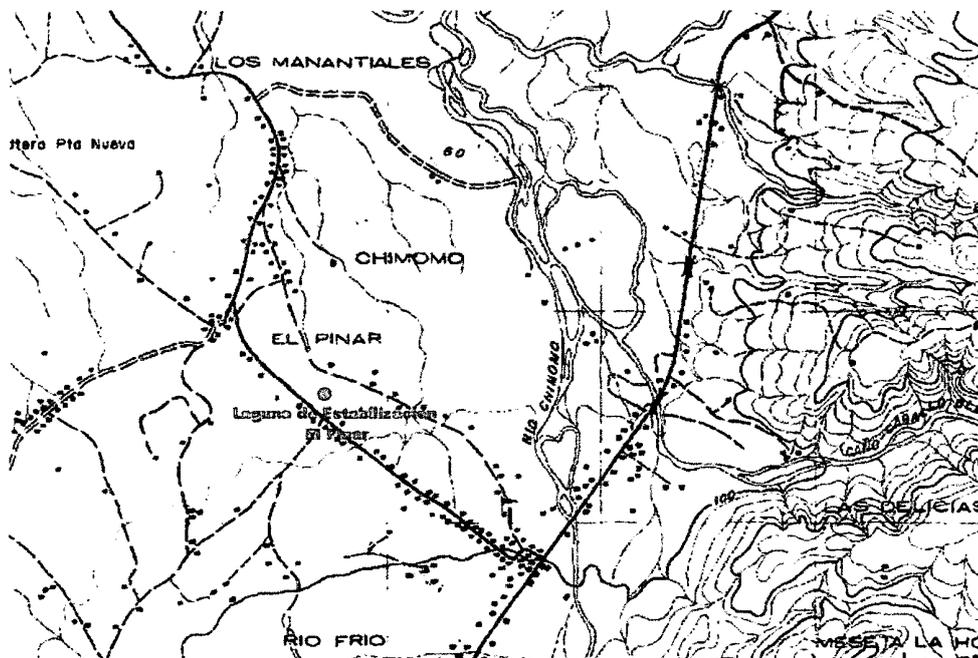


Fig. 4.12. Ubicación mediante de GPS y SIG del sistema lagunar de la población de El Pinar.

En estas lagunas se puede observar que el operador que está a cargo de ellas no le suministra un buen mantenimiento. Las características físicas de los alrededores tienen un aspecto desagradable a la vista. Se pudo constatar la falta de implementos y un salario bajo y esporádico del operador lo cual desmotiva a realizar su trabajo, y además no ha recibido un entrenamiento apropiado para la operación y mantenimiento del sistema.

Los valores obtenidos en los análisis fisicoquímicos en este sistema lagunar se encuentran en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3. Resultados obtenidos del análisis físico-químico del Sistema Lagunar de la población de El Pinar. Fecha del Muestreo: 19/04/2006.

Punto de ubicación	Parámetro	Valor	Decreto 883
Entrada 1 ^{ra} Laguna	DBO (mg/L)	260.0	60
	DQO (mg/L)	500.0	350
	OD (mg/L)	6.25	----
	Temperatura del ambiente (°C)	29	----
	Temperatura de la muestra (°C)	26	----
	Olor	Putrefacto	----
Salida de la 1 ^{ra} Laguna. Entrada a la 2 ^{da} Laguna	DBO (mg/L)	200.0	60
	DQO (mg/L)	400.0	350
	OD (mg/L)	4.8	----
	Temperatura del ambiente (°C)	29	----
	Temperatura de la muestra (°C)	26	----
	Olor	Putrefacto	----
Salida de la 2 ^{da} Laguna	DBO (mg/L)	130.0	60
	DQO (mg/L)	250.0	350
	OD (mg/L)	1.5	----
	Temperatura del ambiente (°C)	29	----
	Temperatura de la muestra (°C)	26	----
	Olor	Putrefacto	----

Según la normativa de efluentes a ser vertidos a cuerpo receptores (Decreto 883) se estipula en el parámetro DBO un límite de 60 mg/l; los resultados de los análisis arrojaron 130.0 mg/l de DBO en la descarga final.

En el caso de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) la normativa establece un límite de 350 mg/l y los análisis dieron como resultado un valor de 250 mg/l. estando esta dentro de los rangos permisibles por la normativa vigente, decreto 883.

El NMP coliformes fecales lo establece el decreto 883 como "...no mayor a 1.000 por cada 100 ml, en el 90% de serie de muestras consecutivas y en ningún caso será superior a 5.000 por cada 100 ml.". Los resultados de este muestreo con relación a este parámetro fueron de valores

mayores a 3.0×10^6 . En esta población se puede apreciar más el riesgo sanitario existente ya que aguas abajo del Río Chimomo, el cual es el río donde descargan estas aguas, se encuentra un complejo recreacional.

Para calcular la eficiencia de la laguna en base a los resultados obtenidos de DBO, se uso también la ecuación 2.1, se aplicó en diferentes puntos del sistema lagunar y estos resultados se encuentran en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4. Eficiencia de remoción del Sistema Lagunar de la población de El Pinar basados en valores de la DBO.

Lugar	Eficiencia (%)
Laguna Primaria	23
Laguna Secundaria	35
Sistema total	50

Analizando los valores obtenidos, se puede observar que la Laguna Primaria prácticamente no esta removiendo la materia orgánica como es lo esperado, lo mismo sucede con la laguna secundaria. En este sistema se puede apreciar lo grave de la falta de un tratamiento primario; las rejillas y desarenadores son esenciales para que estos sistemas cumplan la función para lo cual fueron creados. La excesiva formación de lodos y el arrastre de desechos ajenos a estas aguas influyen en el mal desempeño como se puede comprobar con los resultados arrojados en el laboratorio.

Con estos valores se corrobora la problemática existente en la zona. La eficiencia de este Sistema Lagunar alcanza el 50%, cabe destacar de nuevo que estos son procesos biológicos y la única ayuda que necesita del hombre es un buen mantenimiento para así poder ellas realizar adecuadamente sus procesos y alcanzar la eficiencia para la cual fueron diseñadas.

4.2. Análisis Causa-Efecto de los principales problemas presentes en los Sistemas Lagunares.

Se tiene como propósito elaborar un análisis causa-efecto de los principales problemas detectados en las Lagunas de Estabilización, con el fin de establecer propuestas de solución para sustentar la propuesta del Modelo de Gestión.

Tomando como base el diagnóstico técnico realizado en los sistemas lagunares de las poblaciones de Guayabones y El Pinar, y algunos supuestos que podrían estar ocurriendo en la realidad, se esquematizó una aproximación de las principales causas y efectos que podrían estar provocando los problemas identificados. Para ello se utilizó un instrumento metodológico denominado Árbol de Problemas, donde se coloca como tronco el problema principal identificado, como ramas los efectos y como raíces las causas que generan el problema principal.

En la Figura 4.13 se puede observar el árbol correspondiente al Inadecuado funcionamiento del Sistema Lagunar. Este tiene cinco (5) raíces en las cuales como causas más bajas del problema se tienen:

1. Los defectos de construcción del Sistema Lagunar, que a su vez causan la ausencia del tratamiento primario (rejillas y desarenadores), siendo ésta una causa directa del mal funcionamiento de los Sistemas Lagunares.
2. El no contar con planes de ampliación de los Sistemas, provoca una capacidad insuficiente y este ocasiona el mal funcionamiento de los Sistemas Lagunares.
3. La insuficiencia de recursos financieros y la falta de una política ambiental causan una deficiencia institucional del organismo responsable de los Sistemas Lagunares, lo que conlleva al incumplimiento del operador del sistema y este a su vez, a la deficiente operación y mantenimiento, el cual genera el inadecuado funcionamiento del Sistema Lagunar.
4. El irrespeto de los límites del sistema conlleva a que se arrojen desperdicios ajenos al sistema lagunar y este ocasiona el mal funcionamiento del sistema.
5. Los problemas en cuanto al alcantarillado de las poblaciones, es causal del mal funcionamiento del Sistema Lagunar.

Todas las causas estudiadas se pueden unir en tres grupos de problemas que serían: Problemas Técnicos, Problemas Organizacionales y Problemas Sociales.

Dentro de los problemas técnicos se encuentra los que existen en cuanto al alcantarillado de las poblaciones, esta causa no se estudiará en detalle pero cabe decir que para que exista un buen funcionamiento de los Sistemas Lagunares y por lo tanto una gestión sustentable en el tiempo es necesario que los organismos se encarguen de ello, ya que esta es una causa principal del mal funcionamiento de los Sistemas Lagunares.

Los problemas organizacionales se estudiarán en un capítulo por separado en donde se realizará una propuesta para llevar a cabo el modelo de gestión para las lagunas de estabilización de la zona panamericana del estado Mérida.

Como ramas o efectos del problema, se tienen como efectos principales; malos olores, aspecto desagradable, desbordamientos, formación excesiva de lodos, agua servida deficientemente tratada e incumplimiento de la normativa ambiental, esto causa el efecto siguiente que es la contaminación ambiental de suelos, agua y aire lo cual lleva a riesgos sobre la salud de la población y este a su vez termina llevando todo a un efecto final que es el desmejoramiento de la calidad de vida.

Seguidamente, se pudo revertir el árbol de problemas a árbol de objetivos el cual representa la situación que se podría tener después de resolver los problemas en los sistemas lagunares, este se analiza de la misma forma que el árbol de problemas solo que las causas pasarían a ser medios y los efectos serían fines. Este árbol de objetivos se encuentra esquematizado en la Figura 4.14.

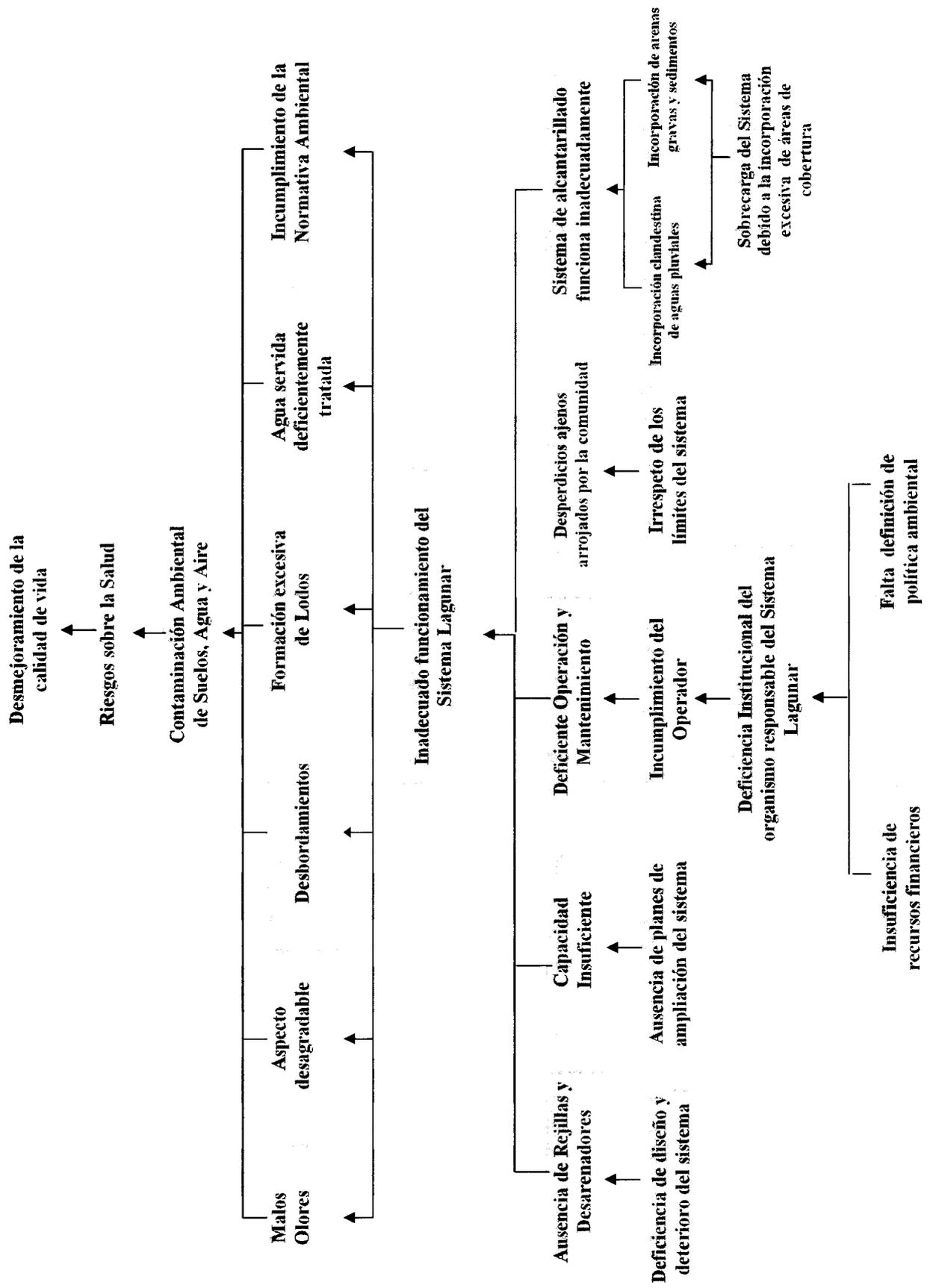


Figura 4.13. Árbol de Problemas (Causa-Efecto)

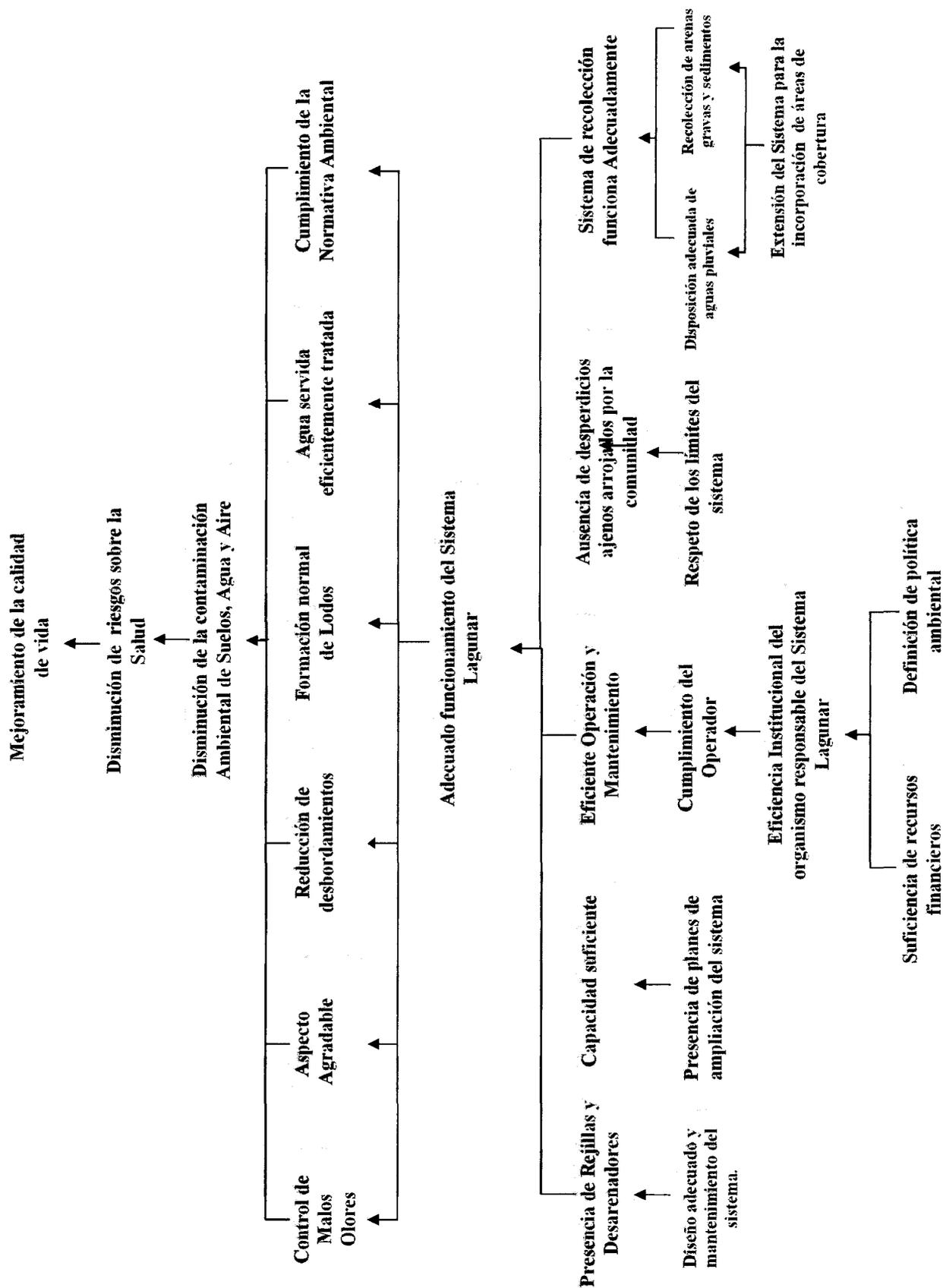


Figura 4.14. Árbol de Objetivos. Medios-Fines

4.3. Identificación de Actores posiblemente involucrados en la problemática de los Sistemas Lagunares.

Luego de obtener el diagnóstico técnico, se pudieron identificar los posibles actores que de una u otra forma están involucrados con la problemática existente en los Sistemas Lagunares.

Se identificaron diferentes actores, estatales y municipales que tenían responsabilidad con la gestión del Sistema Lagunar, estos se pueden observar en la Tabla 4.5.

Tabla 4.5. Actores Estadales y Municipales identificados.

Entes Estadales	Entes Municipales
Ministerio del Ambiente (MARN).	Alcaldía de los Municipios.
Aguas de Mérida.	Consejos Comunales.
Servicio Autónomo de Vivienda Rural (SAVIR).	Ministerio de Educación.
Instituto para la Conservación del Lago de Maracaibo (ICLAM).	Mesas Técnicas de Aguas Municipales.
Malariología.	Cámara Municipal.
Universidad de los Andes.	Juntas Parroquiales.
	Comités de Salud.

Al tener los diferentes actores identificados, se quiso conocer la percepción de estos. Para ello se realizó una encuesta que usó como herramienta la metodología Quantitative Sorting (Q-Sort), en ésta los actores priorizan una serie de oraciones que son las posibles respuestas de una pregunta paragua formulada.

Les fueron suministradas a los actores tres (3) preguntas paraguas, la cual le correspondía a cada una 23 oraciones, estas fueron estudiadas con anterioridad, tomando en cuenta el diagnóstico técnico, el árbol de problemas y el árbol de objetivos.

Las encuestas se llevaron a cabo en cada una de las instituciones de los actores estatales por separado, y, en los municipios Obispo Ramos de Lora y Caracciolo Parra y Olmedo. Se realizó en forma de taller en la sede de la Alcaldía de cada uno de los Municipios.

En el Municipio Obispo Ramos de Lora ocurre algo muy interesante, la población de Santa Elena de Arenales (Caño Zancudo) no cuenta con tratamiento de aguas residuales, pero es en donde se encuentra la Alcaldía y la Cámara Municipal. Fueron invitados los diferentes actores de esta población como también la de otras que pertenecen a este Municipio entre las que se encuentra la de Guayabones que fue una de las escogidas para llevar a cabo el la Propuesta del Modelo de Gestión, a la sala de la Cámara Municipal. Lamentablemente la respuesta a la citación de estos actores no fue la mas deseada, llegaron muy pocos pero sin embargo se decidió pasar la encuesta.

Al analizar la encuesta se pudo observar que parte de los actores que asistieron no tenían muy claro el problema existente en la zona con respecto al tratamiento de agua residual.

4.3.1. Aplicación de la metodología Quantitative Sorting (Q-Sort).

El programa se aplicó de tres formas:

- Actores de Municipios y Actores Estadales por separado.
- Unión de Actores Estadales con Actores de Municipios y
- Actores de Municipio y Estado juntos.

De esta forma se podría observar como varían la opinión de cada uno por separado y unidos.

Al ejecutar el programa se comienza por suministrar los datos que se necesitan, entre las que se encuentran las preguntas paraguas, las 23 oraciones que le corresponden a cada una y en cuántos grupos se desea dividir la población; este dato fue de 2 grupos. El programa produce como resultado varias tablas en donde se pueden tomar las mas significativas para evaluar como opinan los diferentes grupos dentro de una población determinada.

Se realizaron tres preguntas y al aplicar esta herramienta se pudo conocer las inquietudes de la población, identificando sus problemas, sus soluciones y quien debería de encargarse de la Operación y Mantenimiento de los sistemas de tratamientos existentes.

- **Aplicación del Q-Sort para identificar la percepción de los actores con respecto a los problemas.**

Para la pregunta **¿Cuáles son los problemas que a su juicio presentan las Lagunas de Tratamiento?**, se presenta en las tablas 4.6 y 4.7 las diferentes formas en como se suministró la encuesta y una explicación breve de ellas.

Los resultados obtenidos de esta pregunta al ejecutar el programa, se encuentran en el Apéndice B

Tabla N° 4.6. Oraciones en Consenso y Oraciones en las que se diferencian los grupos de las poblaciones de Tucaní, Santa Elena de Arenales y Mérida para la pregunta: **¿Cuáles son los problemas que a su juicio presentan las Lagunas de Tratamiento?.**

Actores	Oraciones en consenso	Oraciones en que se diferencian los grupos
Municipio: Caracciolo Parra y Olmedo. Población: Tucaní	<ul style="list-style-type: none"> - Carencia del Organismo encargado de la Operación y Mantenimiento - Insuficiencia de recursos para la Operación y Mantenimiento - Ausencia de un Operador para la Operación y Mantenimiento - No se respetan los límites de la Laguna, construyendo viviendas en los alrededores - Depreciación de la Vivienda 	<ul style="list-style-type: none"> - Plagas y Mosquitos en el Sistema Lagunar - Enfermedades Hídricas - Ocupa grandes espacios - Contaminación del río que recibe el agua residual. - Infiltración
Municipio: Obispo Ramos de Lora. Población: Santa Elena de Arenales (Caño Zancudo)	<ul style="list-style-type: none"> - Contaminación del río que recibe el agua residual. - Carencia del Organismo encargado de la Operación y Mantenimiento - Enfermedades Hídricas - Falta de capacitación para el Operador de las Lagunas - Depreciación de la Vivienda 	<ul style="list-style-type: none"> - Desperdicios ajenos arrojados por la comunidad - Crecimiento excesivo de Maleza - Problemas por Plagas y Mosquitos - El alcantarillado no funciona - Rechazo de la Comunidad por el Sistema Lagunar
Estado: Mérida Población: Mérida	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de Rejillas y Desarenadores (Tratamiento Primario) - Desperdicios ajenos arrojados por la comunidad - Contaminación del río que recibe el agua residual. - Ocupa grandes espacios - Riesgos de Accidentes 	<ul style="list-style-type: none"> - Carencia del Organismo encargado de la Operación y Mantenimiento - Problemas de Infiltración - Defectos de construcción del Sistema Lagunar - Problemas de Malos Olores - El Alcantarillado no Funciona

Las oraciones de consenso se clasifican en dos; donde los dos grupos están de acuerdo en que la oración escogida es un problema (puntuación positiva) y en la que los grupos están de acuerdo en que no es un problema la oración seleccionada (puntuación negativa).

En la población de Tucaní se observa que los dos grupos opinan que la “Carencia de un organismo que se encargue de la gestión del sistema”, es el problema principal que ellos presentan, esta respuesta obtuvo la puntuación mas alta positiva, a esta le siguen, Insuficiencia de recursos y Ausencia de operador para la operación y mantenimiento del sistema.

La población está de acuerdo que no es un problema para ellos que no se respeten los límites de las lagunas construyendo viviendas en los alrededores y la depreciación de la vivienda, estas alcanzaron los puntos negativos mas elevados de la encuesta.

Por otro lado, los grupos opinan en forma diferente respecto a los siguientes problemas: Plagas y mosquitos en el Sistema Lagunar, Enfermedades Hídricas, Ocupación de grandes espacios, contaminación del río que recibe el agua residual y la Infiltración; en esta parte se observa que los grupos le asignan valores diferentes a la misma oración, positivo y negativo, por lo tanto se dice que los grupos se distinguen en estos problemas.

En la población de Santa Elena de Arenales, los grupos estuvieron de acuerdo en que “Contaminación del río que recibe el agua residual” es el principal problema para ellos, asignándole el valor positivo los dos grupos, le siguen en problemas “Carencia de un organismo encargado de la operación y mantenimiento y las enfermedades de origen hídrico. También opinan que no es un problema para ellos la “falta de capacitación del operador de las lagunas así como también la “depreciación de la vivienda” por lo que estas obtuvieron puntuación negativa por los dos grupos.

Se diferencian los dos grupos, uno dándole puntuación positiva y el otro negativa en las siguientes oraciones: “desperdicios ajenos arrojados por la comunidad”, crecimiento excesivo de maleza”, “problemas por plagas y mosquitos”, “el alcantarillado no funciona” y “rechazo de la comunidad por el sistema lagunar”

Los grupos en que se dividió la población de Mérida, le dieron mayor prioridad a los problemas técnicos como son la falta de tratamiento primario en los sistemas lagunares (ausencia de rejillas y desarenadores); y están de acuerdo en que los riesgos de accidente y que el sistema lagunar ocupa grandes espacios no es un problema para el buen funcionamiento de las lagunas.

Se diferencian en la Carencia de un modelo de gestión, problemas de infiltración, defectos de construcción, malos olores y que el sistema de alcantarillado no funciona correctamente.

Las tres formas de unión de los municipios y estado se analizarán juntas ya que estos casos tienen un comportamiento diferente al que tienen cuando se estudio por separado, estos resultados se muestran en la Tabla 4.7

Tabla N° 4.7. Oraciones en Consenso y Oraciones en las que se diferencian los grupos en la unión de los municipios y estado para la pregunta: ¿Cuáles son los problemas que a su juicio presentan las Lagunas de Tratamiento?.

Actores	Oraciones en consenso	Oraciones en que se diferencian los grupos
Unión: Municipio Caracciolo Parra y Olmedo y Estado Mérida. Población de Tucaní y Mérida.	<ul style="list-style-type: none"> - Aspecto Desagradable - Rechazo de la comunidad por el Sistema Lagunar - Desperdicios ajenos arrojados por la comunidad - Riesgo de accidentes dentro del perímetro de la Laguna 	<ul style="list-style-type: none"> - Carencia del Organismo encargado de la Operación y Mantenimiento - Falta de Rejillas y Desarenadores (Tratamiento Primario) - Incumplimiento con el pago del Operador - Problemas de Malos Olores - Insuficiencia de recursos
Municipios: Obispo Ramos de Lora y Estado Mérida. Poblaciones: Santa Elena de Arenales y Mérida.	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de Accidentes dentro del perímetro de la Laguna - Ocupa grandes espacios - El sistema de alcantarillado no funciona 	<ul style="list-style-type: none"> - Carencia del Organismo encargado de la Operación y Mantenimiento - Incumplimiento con el pago del Operador - Problemas por Plagas y Mosquitos - Ausencia de un Operador para la Operación y Mantenimiento - Insuficiencia de recursos para la operación y mantenimiento del sistema
Municipios: Obispo Ramos de Lora, Caracciolo Parra y Olmedo. Estado: Mérida. Poblaciones: Santa Elena de Arenales, Tucaní y Mérida.	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de alcantarillado no funciona - Defectos en la construcción del Sistema Lagunar 	<ul style="list-style-type: none"> - Enfermedades Hidricas - Incumplimiento del pago del operador - Ausencia del Operador - Carencia del Organismo encargado de la Operación y Mantenimiento - Contaminación del río que recibe el agua residual.

Cabe decir que los Entes Estadales pertenecen a organismos con experiencias técnicas en Sistemas Lagunares y los Entes Municipales a organismos formados por la comunidad que vive en las diferentes poblaciones en donde se desarrolló la encuesta. Es por ello que al unir estos grupos y analizar las encuestas se puede apreciar las diferencias que hay entre ellos.

En el caso de Tucaní-Mérida el programa arrojó solo cuatro (4) oraciones en consenso y de estas no había ninguna que tuviera un acuerdo con valores positivos; las cuatro oraciones fueron de consenso negativa, es decir, para ellos no era problema ninguna de estas. En las oraciones que los diferenciaba o que distinguían a los dos grupos resaltó la “Carencia de un organismo que se encargara de la operación y mantenimiento de los sistemas”, la Falta de un tratamiento primario (rejillas y desarenadores), Problemas de malos olores, entre otros.

En el caso de las poblaciones de Caño Zancudo-Mérida sucede algo parecido al caso anterior, las oraciones en consenso son negativas, en este caso solo tres (3), mientras que en las oraciones que los distinguen se encuentra “la carencia de un organismo que se encargue de la operación y mantenimiento, Incumplimiento con el pago del operador, Problemas de plagas y mosquitos, ausencia de un operador para la operación y mantenimiento del sistema y la Insuficiencia de recursos para la operación y mantenimiento.

Del mismo modo, al unir los municipios con el estado, Caño Zancudo-Tucaní-Mérida, los resultados fueron similares a los anteriores. Las oraciones en consenso fueron solo dos (2) y con acuerdo negativo y las oraciones en las cuales los grupos se distinguen se vuelve a repetir el caso de Incumplimiento con el pago del operador, ausencia del operador para la operación y mantenimiento, carencia del organismo encargado para la operación y mantenimiento, contaminación del río que recibe el agua residual y las enfermedades hídricas.

- **Aplicación del Q-Sort para identificar la percepción de los actores con respecto a soluciones.**

La siguiente pregunta realizada a la población fue **¿Qué soluciones propone usted a los problemas presentes en el Sistema Lagunar?** y de la misma forma que la pregunta anterior, la pregunta fue analizada dividiendo los actores en municipios y estado por separado y luego uniéndolos. A continuación se presentan las tablas 4.8 y 4.9 los resultados obtenidos para cada uno de los casos.

Los resultados arrojados por el programa a esta pregunta se encuentran en el Apéndice C

Tabla N° 4.8. Oraciones en Consenso y Oraciones en las que se diferencian los grupos de las poblaciones de Tucaní, Santa Elena de Arenales y Mérida para la pregunta: ¿Qué soluciones propone usted a los problemas presentes en el Sistema Lagunar?

Actores	Oraciones en consenso	Oraciones en que se diferencian los grupos
<p>Municipio: Caracciolo Parra y Olmedo. Población: Tucaní</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar un modelo de Gestión adecuado para el sistema de tratamiento. - Implementar un muestreo permanente en donde se miden parámetros que permitan verificar el funcionamiento y la eficiencia de la laguna. - Identificar los recursos disponibles para proyectar acciones para el adecuado manejo de las lagunas. - Campañas de información sobre la importancia que existe en el tratamiento y los beneficios que aporta a la población. - Reubicar a las viviendas cercanas 	<ul style="list-style-type: none"> - Contratación de un operador para la Operación y Mantenimiento. - Garantizar los recursos para el pago del operador y de la O&M. - Utilizar o construir otro sistema de tratamiento que no sean lagunas. - Mudar el sistema lagunar a otro lugar. - Que se encargue la población de la O&M.
<p>Municipio: Obispo Ramos de Lora. Población: Santa Elena de Arenales (Caño Zancudo)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Contratación de un grupo multidisciplinario (ingenieros, técnicos, analistas de laboratorio) que se encarguen de la O&M del sistema lagunar. - Participación de empresas privadas para la O&M. - Campañas de información sobre la importancia que existe en el tratamiento y los beneficios que aporta a la población. - Reubicar las viviendas que se encuentran en los alrededores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Planificación para el manejo y disposición de subproductos. (Lodos, residuos sólidos, natas). - Implementar un modelo de gestión adecuado para el sistema de tratamiento. - Implementar rejillas, desarenadores y trampas de grasa. - Contratación de operador para operación y mantenimiento.
<p>Estado: Mérida Población: Mérida</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborar un manual de O&M para que sirva de guía a las personas que laboren en el sistema. - Implementar un muestreo permanente en donde se midan parámetros que permitan verificar el funcionamiento y la eficiencia de la laguna. - Planificación para el manejo y disposición de subproductos. (Lodos, residuos sólidos, natas). - Obtener colaboración de los usuarios del sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar un modelo de gestión adecuado para el sistema de tratamiento. - Garantizar los recursos para el pago del operador y de la O&M. - Participación de empresas privadas para la O&M. - Contratación de un grupo multidisciplinario (ingenieros, técnicos, analistas de laboratorio) que se encarguen de la O&M del sistema lagunar.
	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar los recursos disponibles para proyectar acciones para el adecuado manejo de la laguna. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cumplir la normativa establecida para las descargas a cuerpos de agua. (Decreto 883).

En la población de Tucaní, los grupos estuvieron de acuerdo en que “Implementar un modelo de gestión adecuado para el sistema de tratamiento” e “Implementar un muestreo permanente en donde se midan parámetros que permitan verificar el funcionamiento y la eficiencia de la laguna” son las principales soluciones para ellos, asignándole el valor mas alto positivo los dos grupos. Los grupos opinan que no es una solución para ellos “Reubicar las viviendas que se encuentran en los alrededores” así como también la “Participación de empresas privadas para la O&M.” por lo que estas obtuvieron puntuación negativa por los dos grupos. Por otra parte los grupos asignan una puntuación neutral a las siguientes oraciones que se encontraban como parte de soluciones como lo fueron “Elaborar un manual de O&M para que sirva de guía a las personas que laboren en el sistema” y “Obtener colaboración de los usuarios del sistema”.

En lo que se diferencia un grupo del otro se encuentran, “Contratación de un operador para la Operación y Mantenimiento” y “Garantizar los recursos para el pago del operador y de la O&M” son las dos oraciones que resaltan en este grupo.

Para la población de Santa Elena de Arenales (Caño Zancudo), los grupos estuvieron de acuerdo en que “Contratación de un grupo multidisciplinario (ingenieros, técnicos, analistas de laboratorio) que se encarguen de la O&M del sistema lagunar” es la principal solución para ellos, asignándole el valor positivo los dos grupos. También tienen consenso en que no es una solución para ellos la “Participación de empresas privadas para la O&M”, así como también “Reubicar las viviendas que se encuentran en los alrededores” por lo que estas obtuvieron puntuación negativa por los dos grupos.

A estos grupos los distingue, uno dándole puntuación positiva y el otro negativa en las siguientes oraciones: Planificación para el manejo y disposición de subproductos. (Lodos, residuos sólidos, natas), Implementar un modelo de gestión adecuado para el sistema de tratamiento, Implementar rejillas, desarenadores y trampas de grasa, entre otras.

En la población de Mérida, los grupos le dieron orden de prioridad a soluciones técnicas como lo son, elaborar un manual de Operación y mantenimiento, implementar un muestreo permanente y planificar el manejo de los subproductos; y están de acuerdo con que obtener colaboración de los usuarios del sistema e identificar los recursos disponibles para proyectar acciones para el adecuado manejo de las lagunas no son soluciones para el funcionamiento sostenible de las lagunas.

Los grupos se diferencian en implementar un modelo de gestión, garantizar los recursos para el pago del operador y la operación y mantenimiento, participación de la empresa privada, entre otras.

De nuevo, como en el caso de evaluar los problemas, se unen los municipios y estado para analizar las soluciones ya que estos casos tienen un comportamiento diferente al que tienen cuando se estudio por separado, estos resultados se muestran en la Tabla 4.9.

Tabla N° 4.9. Oraciones en Consenso y Oraciones en las que se diferencian los grupos en la unión de los municipios y estado para la pregunta: **¿Qué soluciones propone usted a los problemas presentes en el Sistema Lagunar?**.

Actores	Oraciones en consenso	Oraciones en que se diferencian los grupos
Unión: Municipio Caracciolo Parra y Olmedo y Estado Mérida. Población de Tucaní y Mérida.	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar un modelo de gestión adecuado para el sistema de tratamiento. - Implementar un muestreo permanente en donde se midan parámetros que permita verificar el funcionamiento y la eficiencia de la laguna. - Cursos de capacitación para los operadores del sistema. - Planificación para el manejo y disposición de subproductos. (Lodos, residuos sólidos, natas). - Que se encargue la población de la O&M. 	<ul style="list-style-type: none"> - Garantizar los recursos para el pago del operador y de la O&M. - Contratación de operador para operación y mantenimiento. - Utilizar o construir otro sistema de tratamiento que no sean lagunas. - Mejorar el sistema de alcantarillado de la población. - Facilitarle al operador los implementos necesarios para la O&M.
Municipios: Obispo Ramos de Lora y Estado Mérida. Poblaciones: Santa Elena de Arenales y Mérida.	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborar un manual de O&M para que sirva de guía a las personas que laboren en el sistema. - Implementar un muestreo permanente en donde se midan parámetros que permita verificar el funcionamiento y la eficiencia de la laguna. - Introducir la reutilización de las aguas residuales. - Que se encargue la población de la O&M. 	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar un modelo de gestión adecuado para el sistema de tratamiento. - Garantizar los recursos para el pago del operador y de la O&M. - Contratación de un grupo multidisciplinario (ingenieros, técnicos, analistas de laboratorio) que se encarguen de la O&M del sistema lagunar. - Utilizar o construir otro sistema de tratamiento que no sean lagunas. - Implementar un modelo de gestión adecuado para el sistema de tratamiento.
Municipios: Obispo Ramos de Lora, Caracciolo Parra y Olmedo. Estado: Mérida. Poblaciones: Santa Elena de Arenales, Tucaní y Mérida.	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de manejo ambiental para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales generados por las lagunas. - Planificación para el manejo y disposición de subproductos. (Lodos, residuos sólidos, natas). - Obtener colaboración de los usuarios del sistema. - Que se encargue la población de la O&M. 	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar un muestreo permanente en donde se midan parámetros que permita verificar el funcionamiento y la eficiencia de la laguna. - Contratación de operador para operación y mantenimiento. - Utilizar o construir otro sistema de tratamiento que no sean lagunas. - Garantizar los recursos para el pago del operador y de la O&M.

Para la unión Tucaní-Mérida el programa arrojó que la población está de acuerdo con que se implemente un modelo de gestión adecuado para el sistema de tratamiento, así como también implementar un muestreo permanente para verificar el funcionamiento del sistema; además están de acuerdo en que no es una solución para ellos el que se encargue la población del sistema de tratamiento.

Una solución que diferencia a un grupo del otro es garantizar el pago para el operador y la O&M, entre otras.

En el caso de las poblaciones de Caño Zancudo-Mérida se encuentra que los grupos están de acuerdo en dos soluciones como lo son, elaborar un manual de operación y mantenimiento e implementar un muestreo permanente en el sistema; al igual que están de acuerdo que la solución no está en introducir la reutilización de las aguas residuales y que se encargue la población de la operación y mantenimiento.

Mientras, las soluciones que distinguen a los grupos son implementar un modelo de gestión adecuado para el sistema de tratamiento, garantizar recursos para el pago del operador y de la O&M, contratar un grupo multidisciplinario que se encargue de la O&M así como también, construir otro sistema y participación de la empresa privada.

Del mismo modo, al unir los municipios con el estado, Caño Zancudo-Tucaní-Mérida, hubo solo una (1) solución en consenso y tres (3) con acuerdo negativo. Entre las soluciones en las cuales los grupos se distinguen se vuelve a repetir el caso de Implementar un modelo de gestión adecuado para los sistemas, implementar un muestreo permanente, contratación de un operador para la O&M, entre otras.

4.4. Propuestas de solución a los problemas técnicos identificados en los Sistemas Lagunares de las poblaciones de Guayabones y El Pinar.

Al realizar el diagnóstico técnico, se pudieron identificar algunos problemas en los Sistemas Lagunares, con ello se elaboró el árbol de problemas y se realizó una encuesta basada en la metodología de Quantitative Sorting (Q-Sort) a los diferentes actores para tomar en cuenta la percepción que tienen ellos de dicha problemática. Analizando lo anterior se pueden identificar algunas propuestas de solución técnica, teniendo en cuenta que los problemas percibidos por la población y los identificados con el árbol de problemas son similares. De igual forma se toman en cuenta las posibles soluciones que distinguen los actores en la zona con el árbol de objetivos.

Se observa que las soluciones propuestas para que se lleve a cabo el adecuado funcionamiento de los sistemas lagunares son tanto técnicas como organizacionales, por ejemplo, la implementación de un muestreo en los sistemas, propuesta por la comunidad, conlleva a cumplir la normativa ambiental propuesta en el árbol de objetivos, identificar los recursos disponibles para proyectar acciones para el adecuado manejo de las lagunas, conlleva a una eficiente operación y mantenimiento del sistema, entre otras.

Todas estas soluciones llevan al objetivo principal de este proyecto como lo es implementar un modelo de gestión adecuado y sustentable para los sistemas de tratamiento y así llegar a un apropiado funcionamiento del Sistema Lagunar.

En este capítulo se plantearán las propuestas de solución técnicas y las propuestas de solución organizacional se estudiarán en otro capítulo.

Estas propuestas de solución son para la situación actual existente en las poblaciones del Guayabones y El Pinar, y consisten básicamente en mejoras al sistema operativo que se deben considerar para que los Sistemas Lagunares tengan sostenibilidad a largo plazo y de esta forma conseguir una Situación Actual Optimizada. A continuación se describen las medidas que deben tomar los entes encargados.

- ✓ **Instalación de Tratamiento Primario (rejillas y desarenadores).** El tratamiento primario en todo sistema lagunar es indispensable para que este tenga un buen funcionamiento. Las rejillas retienen los sólidos que van hacia las lagunas, si una laguna tiene restos de sólidos no pueden ejercer bien su tratamiento biológico, estos sólidos pueden generar mayor cantidad de mosquitos y vectores, cabe destacar que dichos sólidos traen adheridos algunos contaminantes. Los desarenadores son los encargados de retener la mayor cantidad de sólidos arenosos, si estos pasan en gran cantidad hacia las lagunas se tendría que realizar con mayor frecuencia la remoción de lodos, esto ocasionaría mayor gastos en mantenimiento y se tendría que sacar de operación las lagunas para hacerle el mantenimiento, los sólidos también pueden acumularse alrededor de las tuberías de entrada causando obstrucción. Se debe ubicar un lugar cerca de las lagunas para disponer de los sólidos gruesos y arenosos, preferiblemente un sitio donde se puedan enterrar estos desechos.
- ✓ **Instalación de un dispositivo de medición de caudales.** Para un adecuado control de un sistema lagunar, es necesario conocer el caudal que ingresa a la planta. Se recomiendan Vertederos o Canaletas Parshall, ya que este tipo de dispositivos no necesitan energía para su funcionamiento y solamente dependen de la lectura periódica del operador del sistema.
- ✓ **Desarrollo de planes de limpieza de lodos, natas y sólidos.** La acumulación excesiva de lodos debe evitarse, ya que estos pueden crear olores indeseables. La limpieza recomendada es cada 5 años o cuando el lodo llegue a una acumulación de 0,5 metros. Estos lodos se pueden poner a secar en la misma laguna o ser sacados de las lagunas mediante maquinaria; y tratados para su disposición final.
- ✓ **Implementar la desinfección en los Sistemas Lagunares.** El efluente que proviene de las lagunas facultativas trae consigo cargas de patógenos y coliformes fecales, que deben de ser removidos mediante tratamiento terciario usando casillas de cloración por contacto o Lagunas de Maduración si se dispone de espacio.

- ✓ **Desarrollo de planes de ampliación del sistema de tratamiento** de forma que pueda balancear su eficiencia conforme al aumento de la población y sus conexiones al alcantarillado. Esto debe ser tomado muy en cuenta ya que es uno de los problemas principales en los sistemas lagunares visitados en la zona panamericana del estado Mérida.
- ✓ **Capacitar un equipo multidisciplinario**, como lo son, operadores, ingenieros municipales, laboratorista, responsables de entes públicos y privados que se encarguen de la operación y mantenimiento del sistema lagunar, del seguimiento o monitoreo, aspecto que hoy en día representa una seria responsabilidad. Estos deben ser adiestrados en catastro de conexiones, medición de caudales, análisis de las características físico-químicas y bacteriológicas de estas aguas y medición de la acumulación de lodos.
- ✓ **Tener programas de monitoreo y manual de operación y mantenimiento.** Aunque la mayoría de las características físico-químicas y microbiológicas varían en función de la profundidad de las lagunas y durante las diferentes horas del día, lo importante es la calidad del efluente final. Se deben tomar muestras compuestas durante las 24 horas del día para así conocer la eficacia del tratamiento, detectar las anomalías del funcionamiento y poder tomar medidas de corrección adecuadas. El manual de operación y mantenimiento debe contener información que sirva para el cumplimiento de objetivos tales como: procedimientos para la operación básica, para mantenimiento rutinario, para detectar y solucionar problemas operativos en el funcionamiento de las lagunas y medidas higiénicas para operadores, número y tipo de personal que incluya requisitos de capacitación requerido en la instalación.

CAPITULO 5.

ANALISIS Y EVALUACION DE PROPUESTAS TECNICAS.

Tal y como se señala en el árbol de problemas, existe una capacidad insuficiente de los Sistemas Lagunares estudiados. Como consecuencia de ello, la optimización técnico operativa del sistema actual requeriría de una ampliación inmediata o la construcción de un sistema nuevo.

Estas alternativas se describen a continuación y posteriormente se selecciona la más apropiada empleando un indicador financiero determinado.

5.1. Situación Actual con ampliación del Sistema.

Esta alternativa consiste en ampliar los sistemas existentes. Se recomienda realizar la construcción de Tratamiento Primario, hacer una ampliación al sistema y Operación y Mantenimiento para una población futura a 15 años.

La población de Guayabones es de 6440 habitantes (Fuente: INE), la proyección de población futura a 15 años es de 9016 habitantes. La población de El Pinar es de 5935 habitantes, y su proyección a 15 años sería de 8207 habitantes.

Si se construye un sistema paralelo de igual tamaño al actual, alcanzaría para cubrir la proyección de población a 15 años (2008-2022) en las dos poblaciones que se tomaron en estudio, entonces la inversión sería de construcción de tratamiento primario, tren paralelo de igual tamaño al existente, construcción de alguna técnica para desinfección del efluente y operación y mantenimiento de los sistemas

5.2. Un Sistema Nuevo.

Esta alternativa consta de construir un sistema de tratamiento nuevo, con tratamiento primario, el tren de lagunas para un tratamiento secundario y lagunas de maduración para pulir el efluente. Este sistema estaría construido para una capacidad de población futura a 15 años (2008-2022), esto quiere decir que para la población de Guayabones se diseñará un sistema nuevo para cubrir 9016 habitantes y la población de El Pinar para 8207 habitantes. Esta alternativa fue diseñada para cada población, dichos diseños se encuentran en el Apéndice D.

Para realizar los cálculos financieros se tomo que el costo de inversión de una laguna de estabilización es de 15 \$/hab y el costo de operación y mantenimiento del sistema es de 0,4 \$/hab*año (Rolim, 2004).

Los costos de inversión engloban solo lo que se refiere a construcción del sistema, a obras civiles; mientras que los costos de operación y mantenimiento, deben cubrir los gastos necesarios para herramientas, materiales de reparación, primeros auxilios, análisis de laboratorio, pagos eventuales a personal capacitado que se necesite cada cierto tiempo en el sistema y, el salario del operador, que debe ser mayor que de un trabajador raso, teniendo en cuenta sus mayores responsabilidades en este servicio y que sin este el sistema puede llegar a no funcionar adecuadamente.

El Valor Presente Neto (VPN) consiste en transformar todos los costos que se tienen en el tiempo estimado de 15 años a un valor actual, y el Costo anual equivalente (CAE) consiste en llevar todos los costos del proyecto a una serie uniforme de pagos, y luego dividirla por el número de beneficiarios de manera de obtener el costo anual por beneficiario o habitante

El CAE, es uno de los instrumentos mas apropiados para este caso, ya que el se aplica más hacia aquellas inversiones que se enmarcan en el orden social, en donde no existe una recuperación monetaria de la inversión del proyecto pero se obtiene un beneficio que, aunque no puede traducirse en términos monetarios, representa una mejora en calidad de vida. Además se emplea para comparar alternativas de proyectos donde se asume que los beneficios sociales son similares, por lo que la selección puede hacerse en base a sus costos

Aplicando los indicadores en las dos poblaciones, se escoge el que arroje el valor mas bajo. Los valores obtenido para la Alternativa 1 (ampliación del sistema existente) fueron de 8,84 para la población de Guayabones y de 7, 01 para la población de El Pinar, mientras que para la Alternativa 2 (construcción de un sistema nuevo) los valores fueron de 13,93 y 13,94 para las poblaciones de Guayabones y El Pinar, respectivamente. (Ver tabla 5.1).

Después de analizar estos resultados se obtuvo que la alternativa más viable financieramente es la Alternativa 1 que consta de una ampliación al sistema existente con la construcción de tratamiento primario y una adecuada operación y mantenimiento. A continuación en la Figura 5.1 aparece un diagrama de la alternativa seleccionada en base al indicador financiero empleado.

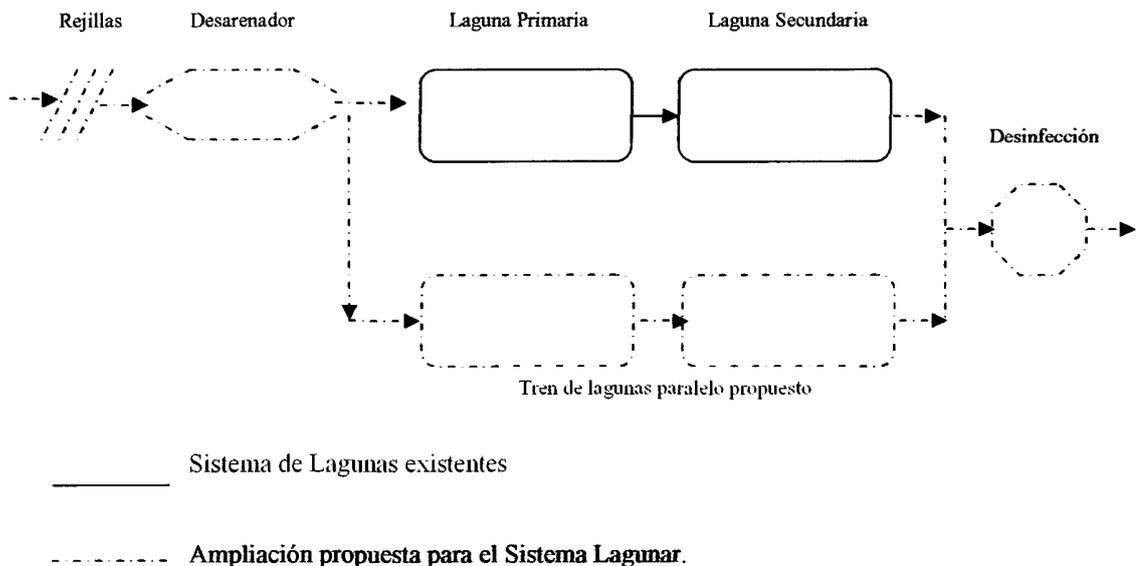


Figura 5.1. Diagrama del sistema lagunar existente con la ampliación propuesta en la alternativa seleccionada.

Tabla 5.1. Resultados de la aplicación del indicador financiero a las alternativas propuestas en las poblaciones de Guayabones y El Pinar.

Alternativa/ Población	Proyección de población (N° hab)	Costo de Construcción (\$)	Costo de Operación y Mantenimiento (\$)	Valor presente de costos (VPC,\$)	Costo anual equivalente (CAE,\$)	Indicador CAE/N° hab
Alternativa 1*						
Guayabones	5700	85500	54096	6.643,48	4.796,05	8,84
El Pinar	4103	61552	49242	79.721,76	57.552,66	7,01
Alternativa 2**						
Guayabones	9016	135240	54096	10.469,63	9.530,90	13,93
El Pinar	8207	123105	49242	125.635,61	114.370,81	13,94

* Situación actual con ampliación del sistema.

** Sistema nuevo.

CAPITULO 6

ANALISIS DE LA PROPUESTA ORGANIZACIONAL.

6.1. Actores requeridos para el desarrollo de la alternativa seleccionada.

Debido a la multiplicidad de actores institucionales y no institucionales relacionados con los servicios de agua potable y saneamiento, se deben identificar aquellos que con respecto a la alternativa seleccionada tengan capacidad y competencia para:

- Diseñarla
- Financiarla.
- Construir la e Inspeccionarla.
- Operarla y Mantenerla.

Muchos de los actores involucrados con la problemática del saneamiento en la zona ya habían sido previamente identificados. De ellos es necesario seleccionar aquellos con las capacidades requeridas y que por ley son los responsables de solucionar dicha problemática, es por ello que se realizará una identificación de actores y sus rasgos principales.

La identificación de actores llevó a seleccionar los siguientes:

Actores seleccionados:

- Alcaldía de los Municipios.
- Ministerio del Poder Popular para el Ambiente.
- Aguas de Mérida.
- Instituto para la Conservación del Lago de Maracaibo (ICLAM).
- Servicio Autónomo de Vivienda Rural (SAVIR).
- Consejos Comunales.
- Juntas Parroquiales.

A continuación se muestra en la Tabla 6.1 los rasgos principales de estos actores.

Tabla 6.1. Rasgos principales de los actores identificados.

Actores ¹	Competencias y Recursos	Problemas Percibidos	Intereses
Alcaldía del Municipio	<p>Competencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Incorporar la participación ciudadana en el proceso de definición y ejecución de la gestión pública. - Son de la competencia propia del Municipio las siguientes materias: <ul style="list-style-type: none"> - Acueductos, cloacas, drenajes y tratamiento de aguas residuales. - Protección del ambiente y cooperación con el saneamiento ambiental. <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Autonomía Municipal para definir una modalidad de gestión más adecuada. -Acceso a programas de financiamiento para la ejecución de obras requeridas en la infraestructura de saneamiento. -Recursos propios para la ejecución de obras requeridas en la infraestructura de saneamiento. -Recursos humanos para estructurar una nueva modalidad de gestión, capacitar su personal y realizar las correspondientes actividades de control y seguimiento. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disminución de la calidad de vida de las personas. 2. Incapacidad presupuestaria para asumir costos del servicio. 3- Falta de información sobre competencias del municipio. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bienestar de la Población. 2. Lograr un nivel de gestión eficiente.
Ministerio para el Poder Popular del Ambiente	<p>Competencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Servir como ente regulador de la Normativa Ambiental existente en el país con respecto a las aguas vertidas a los cuerpos de agua (Decreto 883). <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Leyes -Decretos - Personal capacitado para ejercer el control y fiscalización de las fuentes de contaminación de las aguas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incumplimiento de la Normativa Ambiental. 2. Disminución de la calidad de vida de las personas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cumplimiento de la Normativa Ambiental. 2. Bienestar de la población.
Aguas de Mérida	<p>Competencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> Garantizar de manera efectiva y oportuna, la administración de la prestación de los servicios públicos de agua potable, recolección, tratamiento y disposición de aguas servidas. <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Personal capacitado para el asesoramiento técnico. Laboratorio de análisis de aguas para cumplir la normativa ambiental. Recursos propios para la ejecución de obras de saneamiento. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dificultad para asumir los costos del servicio de saneamiento. 2. Incremento de quejas de la comunidad. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Saneamiento de las principales cuencas del estado Mérida. 2. Bienestar de la Población.

Tabla 6.1. Continuación de Rasgos principales de los actores identificados.

Actores ¹	Competencias y Recursos	Problemas Percibidos	Intereses
SAVIR	<p>Competencia: Ejecutar las políticas de vivienda y dotación de servicios de agua y disposición de aguas servidas en el medio rural.</p> <p>Recursos: Personal capacitado para la construcción de obras de disposición de aguas servidas</p>	<p>1. Evitar que futuras viviendas se incorporen al sistema de tratamiento de aguas servidas y no a uno nuevo.</p>	<p>1. Mejorar la calidad de vida de las personas de las zonas rurales.</p> <p>2. Evitar la morbilidad y mortalidad de la población rural.</p>
ICLAM	<p>Competencia: Asesorar la toma de decisiones técnicas. Brindar apoyo de expertos. Evaluar en forma integral los daños que se ocasionen al ambiente, a los fines de formular políticas, programas y normas de uso.</p> <p>Recursos: Personal Capacitado para asesoramiento técnico</p>	<p>1. No poder controlar la contaminación de los ríos tributarios a la cuenca del Lago de Maracaibo.</p>	<p>1. Controlar y evaluar en forma integral los daños que se ocasionen al ambiente</p>
<p>Consejos Comunales:</p> <p>Mesas Técnicas de Agua</p>	<p>Competencia: Conocer la gestión de los servicios, opinar sobre las propuestas de inversión ante las autoridades nacionales, estadales y municipales, así como en la evaluación y supervisión de obras destinadas a la prestación de los servicios de agua potable y de saneamiento de dicha comunidad.</p> <p>Recursos: Manejo de recursos financieros otorgados por el estado. Sirve de enlace entre el estado y la comunidad.</p>	<p>1. Enfermedades Hídricas.</p> <p>2. Malos Olores.</p> <p>3. Contaminación de las Aguas.</p> <p>4. Quejas de la población.</p>	<p>1. Mejorar la calidad de vida.</p> <p>3. Promover la participación de la comunidad en las necesidades que los aquejan.</p>
Juntas Parroquiales	<p>Competencia: Promover la participación ciudadana en los asuntos comunitarios. Tienen el deber de comunicarle al alcalde y al concejo municipal, las aspiraciones de los vecinos en torno a la prioridad, urgencia, ejecución, reforma o mejora de las obras y servicios locales.</p> <p>Recursos: Recursos humanos para realizar actividades de control y seguimiento de los servicios públicos.</p>	<p>1. Incremento de las quejas de la población.</p> <p>2. Falta de operadores en los sistemas de tratamiento.</p>	<p>1. Responder a las necesidades de las comunidades.</p> <p>2. Disminuir las quejas de la población.</p>

¹ En el Apéndice E se describen las funciones de cada uno de los actores así como sus competencias de acuerdo a las normativas vigentes en el país.

6.2. Análisis de posibles de Responsables.

De la tabla 6.1, se puede agrupar a los actores en función de las actividades requeridas para desarrollar las etapas del proyecto de la alternativa seleccionada.

Para diseñar el Proyecto los actores considerados serían:

- Servicio Autónomo de Vivienda Rural (SAVIR).
- Las Mesas Técnicas de Agua.

El servicio Autónomo de Vivienda Rural (SAVIR) como ente adscrito al Ministerio de Infraestructura, es el encargado del diseño, construcción e inspección de obras requeridas para la disposición de aguas residuales en las zonas rurales del país y al mismo tiempo cuenta con recursos financieros aportados por el estado para la ejecución de las obras.

Las Mesas Técnicas de Agua son comités de trabajo que se conforman en los Consejos Comunales. Son los encargados de presentar proyectos para resolver los problemas de la comunidad en materia de servicios de agua potable y saneamiento, pudiendo aportar ideas y criterios para que el diseño mas adecuado a las características de la Zona.

Para obtener los fondos para su financiamiento, se consideraron a:

- Alcaldía del Municipio.
- Servicio Autónomo de Vivienda Rural (SAVIR).
- Las Mesas Técnicas de Agua

Usualmente el financiamiento de la construcción, de las mejoras y ampliaciones de sistemas las ejecutan de forma coordinada las alcaldías de los municipios con los otros organismos mencionados La Alcaldía del Municipio, cuenta con financiamiento para obras tanto de programas estatales y nacionales como de recursos propios. El servicio Autónomo de Vivienda Rural (SAVIR) como ente adscrito al Ministerio de Infraestructura, cuenta con recursos financieros aportados por el estado para la ejecución de las obras y los Consejos Comunales cuentan con transferencias de recursos financieros provenientes de la República, de los estados, de los municipios, los que provengan de lo dispuesto en la Ley de Creación del Fondo Intergubernamental para la Descentralización (FIDES), los que provengan de la administración de los servicios públicos transferidos por el estado, los generados por actividad propia o por donaciones.

Usualmente el financiamiento de la construcción, de las mejoras y ampliaciones de sistemas las ejecutan de forma coordinada las alcaldías de los municipios con los otros organismos

Para Construir e Inspeccionar el Proyecto los actores idóneos serían:

- Alcaldía del Municipio.
- Servicio Autónomo de Vivienda Rural (SAVIR).
- Consejos Comunales.

Estos tres organismos pueden delegar o contratar a terceros la construcción e inspección de las obras requeridas. También los Consejos Comunales a través de la unidad de Contraloría

Social que debe contribuir a fiscalizar, controlar y supervisar el manejo de los recursos asignados y encargarse de esta parte del proyecto.

Para operar y Mantener el proyecto se consideraron a los siguientes organismos:

- Alcaldía de los Municipios o Empresas o personas delegadas por este.
- Aguas de Mérida.
- Ministerio del Poder Popular para el Ambiente.
- Instituto para la Conservación del Lago de Maracaibo (ICLAM).
- Consejos Comunales.

La Alcaldía del Municipio puede asumir directamente las labores de O&M, o bien transferir, mediante contrato o convenio, la competencia del manejo de sus acueductos, cloacas y sistemas de tratamiento a empresas públicas o privadas siempre y cuando lo apruebe el Consejo en plenaria. De ser este el caso la empresa más idónea para ello sería Aguas de Mérida

Al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente le corresponde velar por el control del recurso hídrico a nivel de fuentes y descargas y es el encargado de dictar las normas relativas a la calidad de efluentes domiciliarios y vigilar por su cumplimiento.

Cuando las Alcaldías de la Zona asumen directamente el servicio, pueden firmar convenios de asistencia técnica con Aguas de Mérida y el Instituto para la Conservación del Lago de Maracaibo (ICLAM).

6.2.1 Percepción en cuanto a los Responsables.

Para proponer el actor o actores a encargarse de la operación y mantenimiento de la alternativa seleccionada en el capítulo anterior, se quiso tomar en cuenta la percepción de los actores involucrados; por lo tanto a ellos se les suministró la encuesta basada en la metodología Quantitative Sorting (Q-Sort) realizándole la siguiente pregunta: **¿Quién se debe responsabilizar por la Operación y Mantenimiento del Sistema Lagunar?** Los resultados obtenidos se encuentran en la Tabla 6.2 y los resultados arrojados por el programa se encuentran en el Apéndice F.

Tabla 6.2. Oraciones en Consenso y Oraciones en las que se diferencian los grupos de las poblaciones de Tucaní, Santa Elena de Arenales y Mérida para la pregunta: **¿Quién se debe responsabilizar por la Operación y Mantenimiento del Sistema Lagunar?**

Actores	Oraciones en consenso	Oraciones en que se diferencian los grupos
Municipio Caracciolo Parra y Olmedo. Población: Tucaní	- Mesas Técnicas de agua.	- Alcaldía del Municipio.
	- Ministerio de Ambiente y Aguas de Mérida.	- Consejos Comunales.
	- Aguas de Mérida y Alcaldía del Municipio.	- Aguas de Mérida.
	- SAVIR.	- Mesas Técnicas de Agua y Aguas de Mérida.

Tabla 6.2. Continuación de la Tabla 6.2. Oraciones en Consenso y Oraciones en las que se diferencian los grupos de las poblaciones de Tucaní, Santa Elena de Arenales y Mérida para la pregunta: **¿Quién se debe responsabilizar por la Operación y Mantenimiento del Sistema Lagunar?**

Actores	Oraciones en consenso	Oraciones en que se diferencian los grupos
Municipio Obispo Ramos de Lora. Población: Santa Elena de Arenales (Caño Zancudo)	- Malariología y Aguas de Mérida.	- Aguas de Mérida.
	- Consejo Comunal.	- Aguas de Mérida y alcaldía del Municipio.
	- Comité de Salud	- Alcaldía del Municipio.
	- INMUVI	-MARN
Estado Mérida	- Alcaldía del Municipio.	- Aguas de Mérida y Alcaldía del Municipio.
	- MARN y Aguas de Mérida	- Mesas Técnicas de Agua y Aguas de Mérida.
	- Aguas de Mérida	- MARN
	- INTI.	- Consejos Comunales.

La población de Tucaní en los dos grupos en que se dividió, llegan a un consenso de que el organismo que se debe de encargar de la O&M del sistema son las Mesas Técnicas de Agua, le sigue, una unión del MARN y Aguas de Mérida y Aguas de Mérida con la Alcaldía del Municipio. También opinan que un organismo que no debería de estar encargado de la O&M es SAVIR.

Por otro lado, los grupos opinan en forma diferente respecto a los siguientes Organismos: Alcaldía del Municipio, Consejos Comunales, Aguas de Mérida y la unión de dos organismos como lo son Mesas Técnicas de Agua y Aguas de Mérida. Los grupos le asignan valores diferentes a la misma oración, positivo y negativo, por lo tanto se dice que los grupos se distinguen es estos organismos.

En la población de santa Elena de Arenales, los grupos estuvieron de acuerdo en solo dos de los organismos propuestos en la encuesta, la unión de Malariología y Aguas de Mérida y los Consejos Comunales, asignándole el valor positivo los dos grupos, y coinciden en que no debería de responsabilizarse por el sistema el Comité de salud e INMUVI.

Se diferencian los dos grupos, dándoles puntuaciones diferentes a los siguientes organismos: Aguas de Mérida, la unión de Aguas de Mérida y Alcaldía del Municipio, Alcaldía del Municipio y el MARN

Mientras que para la población de Mérida, los grupos llegan a un acuerdo en que la Alcaldía del Municipio es la que debería de responsabilizarse de la operación y mantenimiento de los sistemas lagunares, le siguen en el siguiente orden de prioridad la unión del MARN y Aguas de Mérida, y la empresa Hidrológica Aguas de Mérida; están en común acuerdo en que el INTI no debe de encargarse del sistema.

Se diferencian en las uniones Agua de Mérida-Alcaldía del Municipio y Mesas Técnicas de Agua-Aguas de Mérida.

Como en los casos anteriores al aplicar el Q-Sort se debe analizar las uniones de los municipios con los estados. A continuación se detalla la Tabla 6.3 los resultados obtenidos.

Tabla 6.3. Oraciones en Consenso y Oraciones en las que se diferencian los grupos en la unión de los municipios y estado para la pregunta: **¿Quién se debe responsabilizar por la Operación y Mantenimiento del Sistema Lagunar?**

Actores	Oraciones en consenso	Oraciones en que se diferencian los grupos
Unión: Municipio Caracciolo Parra y Olmedo y Estado Mérida. Población de Tucaní y Mérida	- Alcaldía del Municipio.	- Aguas de Mérida.
	- MARN.	- Aguas de Mérida y Alcaldía del Municipio.
	- Mesas Técnicas de Agua.	- Malariología y Aguas de Mérida.
	- INMUVI.	- MARN y Aguas de Mérida.
Municipios: Obispo Ramos de Lora y Estado Mérida. Poblaciones: Santa Elena de Arenales y Mérida.	- Mesas Técnicas de Agua y Aguas de Mérida.	- Aguas de Mérida y Alcaldía del Municipio.
	- Malariología y Aguas de Mérida.	Alcaldía del Municipio.
	- MARN y Aguas de Mérida.	- Aguas de Mérida.
	- Comité de Salud.	- MARN.
Municipios: Obispo Ramos de Lora, Caracciolo Parra y Olmedo. Estado: Mérida. Poblaciones: Santa Elena de Arenales, Tucaní y Mérida	- Mesas técnicas de Agua y Aguas de Mérida.	- Alcaldía del Municipio.
	- Malariología y Aguas de Mérida	- Aguas de Mérida y Alcaldía del Municipio.
	- MARN y Aguas de Mérida.	- Cámara Municipal.
	- Comité de Salud.	- Juntas Parroquiales.

La unión Tucaní-Mérida opina que el organismo que debe de responsabilizarse por la O&M de los sistemas debería ser un organismo que trabaje de forma individual, como lo son, la Alcaldía del Municipio, el MARN y las Mesas Técnicas de Agua; también opinan que no debería de responsabilizarse el Instituto Municipal de Vivienda (INMUVI).

Por otro lado los grupos formados por santa Elena de Arenales-Mérida y Santa Elena de Arenales-Tucaní-Mérida se van mas hacia las uniones de dos organismos para que se encarguen de la O&M de los sistemas como lo son las Mesas Técnicas de Agua-Aguas de Mérida, Malariología-Aguas de Mérida y MARN-Aguas de Mérida y están de acuerdo en que el organismo que no debe de estar encargado es el Comité de Salud.

El grupo de Tucaní-Mérida se diferencia en la opción de Aguas de Mérida como organismo que se encargue de los sistemas, así como también en la unión de Aguas de Mérida-Alcaldía del Municipio.

Mientras, el grupo de Santa Elena de Arenales-Mérida y Tucaní-Santa Elena de Arenales-Mérida se diferencian en la opción Aguas de Mérida-Alcaldía del Municipio y Alcaldía del Municipio, entre otras.

6.3. Propuesta Organizacional para la alternativa seleccionada.

Con fundamento en toda la discusión y análisis anteriores, se formula la siguiente propuesta:

Para el diseño del proyecto se propone al Servicio Autónomo de Vivienda Rural (SAVIR), como ente adscrito al Ministerio de Infraestructura, quien es el ente encargado de los cálculos ingenieriles de las obras requeridas para la disposición de aguas residuales en las zonas rurales del país.

Para el financiamiento del proyecto se propone a la **Alcaldía del Municipio**, ya que este cuenta con recursos propios; así como recursos asignados a obras tanto de programas estatales y nacionales..

Para construir e inspeccionar el proyecto se propone al **Servicio Autónomo de Vivienda Rural (SAVIR)**, quienes podrían apoyarse en la alcaldía y en las Mesas Técnicas de Agua

Para operar y mantener el proyecto, se propone a la **Alcaldía del Municipio**, o bien al organismo que este decida ceder o transferir, el cual puede ser la empresa de aguas regional, o bien a los consejos comunales a través de las Mesas Técnicas de Agua; en este caso bajo la supervisión técnica de un ente competente.

En la Figura 6.1 se esquematiza como quedaría conformada la propuesta organizacional para la alternativa seleccionada, tomando en cuenta las etapas del proyecto

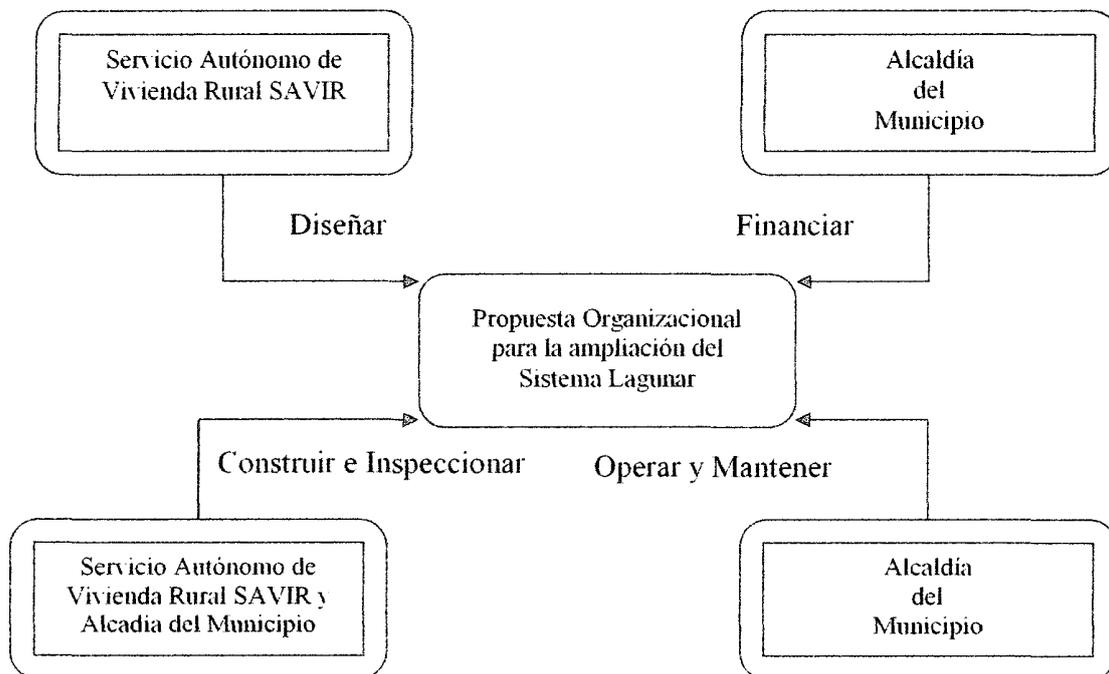


Figura 6.1. Esquema de la propuesta Organizacional para la ampliación del Sistema Lagunar

